

Integrierte Schrumpfung ländlicher Siedlungen -
Eine szenariobasierte Analyse demographischer und
abwasserinfrastruktureller Faktoren ländlicher Modellgemeinden in
Rheinland-Pfalz

vom Fachbereich Raum- und Umweltplanung
der Technischen Universität Kaiserslautern
zur Verleihung des akademischen Grades Doctor rerum politicarum (Dr. rer. pol.)
genehmigte Dissertation von

Dipl.-Geogr. Jannis Hoek

Dekan	Prof. Dr. rer. nat. Sascha Henninger
Prüfungskommission	
Vorsitzende	Prof. Dr. habil. Gabi Troeger-Weiß
1. Berichterstatter	Prof. Dr.-Ing. Gerhard Steinebach
2. Berichterstatter	Prof. Dr.-Ing. Jörg Londong
Datum der Prüfung	17.04.2019

Technische Universität Kaiserslautern

D 386

Danksagung

Das Verfassen dieser Dissertation wäre mir ohne die große Unterstützung von mir sehr wichtigen Personen nicht möglich gewesen, sodass ich mich an dieser Stelle bei all jenen bedanken möchte, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr.-Ing. Gerhard Steinebach, der mir die Möglichkeit zur wissenschaftlichen Weiterqualifikation gegeben hat. Ich bedanke mich insbesondere für das entgegengebrachte Vertrauen, den fachlichen Rat und Austausch sowie die Unterstützung und Förderung, auch im Rahmen meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter an seinem Lehrstuhl Stadtplanung der TU Kaiserslautern.

Ferner danke ich Herrn Prof. Dr.-Ing. Jörg Londong für das Interesse an meiner Dissertation, die Bereitschaft zur Gutachtertätigkeit und insbesondere für die inspirierenden Vorträge und Gespräche im Rahmen verschiedener Fachveranstaltungen.

Frau Prof. Dr. habil. Gabi Troeger-Weiß möchte ich für ihre Bereitschaft danken, den Vorsitz der Promotionskommission zu übernehmen.

Bedanken möchte ich mich zudem beim Bundesministerium für Bildung und Forschung [BMBF] für die Förderung des Verbundprojektes *SinOptiKom*. Durch meine mehrjährige Forschungstätigkeit im Verbundprojekt konnte ich wesentliche Erkenntnisse in dieser Dissertation nutzen und weiterentwickeln. Ich danke allen Projektpartnern für die gute Zusammenarbeit und möchte insbesondere Herrn Prof. Dr.-Ing. Theo Schmitt, Frau Dr.-Ing. Silja Baron und Herrn Dipl.-Ing. Timo Dilly für den guten und interdisziplinären fachlichen Austausch danken. Mein besonderer Dank gilt ebenso Herrn Dr.-Ing. Martin Rumberg und Herrn Carsten Felz, M. Sc. für die gute Zusammenarbeit im Projekt und am Lehrstuhl Stadtplanung der TU Kaiserslautern.

Dem Team des Lehrstuhls Stadtplanung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Gerhard Steinebach möchte ich für die angenehme und freundschaftliche Arbeitsatmosphäre danken.

Zuletzt danke ich meiner Familie und meinen Freunden für die emotionale Unterstützung und den besonderen Rückhalt in einer intensiven Zeit. Mein größter Dank gilt meinen Kindern, die mir stets die nötige Motivation zur Fertigstellung dieser Dissertation gaben und zugleich die größte Freude im Leben sind.

Diese Dissertation widme ich meinen Kindern.

Mannheim, den 26.05.2019

Jannis Hoek

„Nichts in der Geschichte ist beständiger als der Wandel.“
C. Darwin

„Wege entstehen dadurch, dass man sie geht.“
F. Kafka

Für meine Kinder.

I – Gegenstand und Inhalt der Arbeit

I-1. Zusammenfassung

Der Bevölkerungsrückgang in ländlichen Städten und Dörfern stellt die Gemeinden vor erhebliche Herausforderungen im Bereich der Daseinsvorsorge. So ist die Funktionalität leitungsgebundener Infrastrukturen der Abwasserentsorgung im Zuge einer starken, dispersen demographischen Entdichtung der Siedlungen nur mit betrieblichem Mehraufwand bis hin zu baulichen Systemanpassungen zu gewährleisten. Aktuelle Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel, wie längere Trockenperioden und immer häufiger und stärker auftretende Niederschlagsereignisse, ein gesteigertes Problembewusstsein zur Endlichkeit kostbarer Ressourcen, wie z.B. Wasser oder Phosphor sowie aktuelle energiepolitische Fragestellungen stellen die zentralisierte Systemkonzeption der kommunalen Abwasserentsorgung in dispersen Siedlungsstrukturen zusätzlich zur Disposition.

Die Bereitstellung, Konzeption, Finanzierung und der Betrieb kommunaler Infrastrukturen ist abhängig von den Bedarfsträgern. Im Zuge weitreichender, dynamischer und motivorientierter Migrationsbewegungen sind gerade ländliche Raumstrukturen von starker Abwanderung, insbesondere jüngerer Kohorten und zusätzlich von Überalterung und hohen Sterbeziffern betroffen. In Abhängigkeit der raumstrukturellen Beschaffenheit einzelner Städte und Dörfer und deren Lage im überörtlichen Sinne, können die Nutzungsmischung, Größe der Siedlungen und ebenso die altersstrukturelle Zusammensetzung der Einwohner sowie die Bevölkerungsdichte erheblich schwanken. Aus der Komposition von Bevölkerung, Raumfunktionen und Infrastrukturen ergeben sich ebenso unterschiedliche demographische Entwicklungsperspektiven, die im Rahmen dieser Arbeit szenariobasiert analysiert werden.

Die auf der de facto-Bevölkerung der ländlichen Modellstädte und -dörfer aufbauenden Demographieszenarien bilden die Basis der weiterführenden Untersuchung der kleinräumigen Auswirkungen auf deren Abwasserentsorgungssysteme. Der Untersuchungsansatz stützt sich auf eine umfassende Daten- und Analysebasis aus dem BMBF-Verbundprojekt *SinOptiKom* (2016). Die Synthese aus der de facto-Bevölkerung, ihrer Entwicklung durch kohortenspezifisches Migrationsverhalten, ihrer natürlichen Entwicklung sowie der *SinOptiKom*-Analyseergebnisse, zur Transformation der Abwasserentsorgungssysteme in den Modellgemeinden, bilden die Grundlage für die Ableitung und Diskussion möglicher Transformations- und Konsolidierungsstrategien der Gemeinden.

Den methodischen Schwerpunkt der Untersuchung bildet die szenariobasierte Analyse, mit der sich mögliche zukünftige Entwicklungen im betrachteten Themenfeld sowohl quantitativ als auch graphisch abbilden und durch relevante Akteure der örtlichen, überörtlichen und fachlichen Planung diskutieren lassen, um daraus Handlungsstrategien abzuleiten.

I-2. Inhaltsverzeichnis

I – GEGENSTAND UND INHALT DER ARBEIT	I
I-1. Zusammenfassung	II
I-2. Inhaltsverzeichnis	IV
I-3. Problemstellung	IX
I-4. Forschungsleitende Fragen und Ziele	XIII
I-5. Struktur der Arbeit	XIV
II – THEORETISCHE GRUNDLAGEN UND BESTANDSANALYSE	1
II-1. Definition des Raumbezugs	2
II-1.1 Raumtypen in Deutschland mit Fokussierung auf ländliche Raumtypen	3
II-1.1.1 BBSR-Raumstrukturtypen 2010 in Deutschland	6
II-1.1.2 BBSR - Siedlungsstrukturelle Kreistypen 2015	12
II-1.1.3 Ländliche Raumtypen in Deutschland nach THÜNEN INSTITUT	16
II-1.1.4 Zwischenfazit: Arbeitsdefinition ländlicher Räume in Deutschland	24
II-1.2 Raumstrukturen in Rheinland-Pfalz	27
II-1.2.1 Raumstrukturtypen nach dem Landesentwicklungsprogramm IV Rheinland-Pfalz	28
II-1.2.2 Siedlungsstrukturelle und zentralörtliche Gegebenheiten in Rheinland Pfalz.....	34
II-1.2.3 Gebietskörperschaften in Rheinland-Pfalz	37
II-1.2.4 Ländliche Modellgemeinden in Rheinland-Pfalz	41
II-1.2.4.1 Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn.....	42
II-1.2.4.2 Verbandsgemeinde Rockenhausen	51
II-1.3 Zwischenfazit: Ländliche Raumtypen und -strukturen in Deutschland und Rheinland-Pfalz	59
II-2. Komponenten der Bevölkerungsentwicklung und -verteilung in Deutschland	61
II-2.1 Der demographische Wandel auf Bundesebene	62
II-2.1.1 Außenwanderungen und Ausländeranteile in den Regionen Deutschlands	67
II-2.1.2 Regionen in Deutschland zwischen „Wachstum“ und „Schrumpfung“	72
II-2.1.3 Wirkungszusammenhänge demographischer und wirtschaftlicher Schrumpfung	76
II-2.1.4 Binnenwanderungen und regionale Ausprägungen in Deutschland	78
II-2.1.5 Zwischenfazit zu den Trends der Binnenwanderungen	85
II-2.1.6 Regionale Muster der Alterung in Deutschland.....	87
II-2.1.7 Zukünftige Trends der Bevölkerungsentwicklung und -verteilung.....	91
II-2.1.8 Konsequenzen für vom Bevölkerungsrückgang besonders betroffene Regionen	94
II-2.1.9 Das Zentrale-Orte-Konzept [ZOK] und seine heutige Relevanz als Steuerungsinstrument der Raumplanung	95
II-2.2 Die demographische Entwicklung in Rheinland-Pfalz	101
II-2.3 Die demographische Entwicklung unterhalb der Landesebene	104
II-2.3.1 Die demographische Entwicklung der kreisfreien Städte und Landkreise	104
II-2.3.2 Die demographische Entwicklung der ländlichen Modellgemeinden 1976-2016.....	108
II-2.3.2.1 Demographische Entwicklung in den Modellgemeinden der VG Enkenbach-Alsenborn	108
II-2.3.2.2 Demographische Entwicklung der Modellgemeinden in der VG Rockenhausen.....	112
II-2.3.3 Zwischenfazit: Demographische Struktur und Entwicklung der Modellgemeinden....	114

II-3. Abwasserinfrastrukturen im ländlichen Raum.....	116
II-3.1 Historischer Rückblick und Bedeutungsgegenstand von Abwasserinfrastrukturen	118
II-3.2 Stand der Abwasserentsorgungssysteme in Deutschland	123
II-3.2.1 Zentrale Systeme	124
II-3.2.2 Dezentrale (Individuelle) Systeme	128
II-3.2.3 Mischsystem.....	129
II-3.2.4 Trennsystem.....	130
II-3.2.5 Neuartige Sanitärsysteme [NASS]	131
II-3.2.5.1 Systemgruppen neuartiger Sanitärsysteme mit Stoffstromtrennung	135
II-3.2.5.2 Systemintegration neuartiger Sanitärsysteme	138
II-3.2.5.3 Energieerzeugung	140
II-3.3 Abwasserreinigungsverfahren	141
II-3.3.1 Abwasserreinigung in kommunalen Kläranlagen [KA]	141
II-3.3.2 Abwasserreinigung in Kleinkläranlagen [KKA]	144
II-3.3.2.1 Verfahren zur Vorbehandlung	145
II-3.3.2.2 Biofilmverfahren	146
II-3.3.2.3 Belebungsverfahren	146
II-3.3.2.4 Naturnahe Abwasserreinigung in Pflanzenkläranlagen [PKA].....	147
II-3.3.3 Abwasserbehandlung von Teilströmen Neuartiger Sanitärsysteme	148
II-3.3.3.1 Urin- und Gelbwassernutzung	150
II-3.3.3.2 Braun- und Schwarzwassernutzung	150
II-3.3.3.3 Gemisch aus Grau- und Braunwasser und dessen Behandlung.....	151
II-3.3.3.4 Behandlung von Grau- und Regenwasser.....	151
II-3.4 Zwischenfazit: Stand der Abwasserentsorgungssysteme und - reinigungsverfahren in Deutschland	154
II-3.5 Raumplanung und wasserinfrastrukturelle Fachplanungen	158
II-3.5.1 Wasserrechtliche Grundlagen und Regelwerke.....	159
II-3.5.2 Wasserinfrastruktursysteme in der örtlichen und überörtlichen Planung.....	161
II-3.5.3 Abwasserinfrastrukturen auf kommunaler Ebene	163
II-3.5.3.1 Abwasserinfrastrukturen in der Bauleitplanung	163
II-3.5.3.2 Informelle Planungen von Infrastrukturen	165
II-3.5.3.3 Infrastruktur und Erschließung	166
II-3.5.4 Organisatorische Strukturen und institutionelle Rahmenbedingungen in der Wasserwirtschaft	167
II-3.5.5 Zwischenfazit: Raumplanung und wasserinfrastrukturellen Fachplanungen	169
II-3.6 Auswirkungen des demographischen Wandels auf Abwasserinfrastrukturen	172
II-3.6.1 Zusammenhang zwischen der Siedlungsstruktur und dem Ausstattungsniveau mit Infrastrukturen.....	172
II-3.6.2 Investitionen in Abwasserinfrastrukturen	174
II-3.6.3 Technisch-betriebliche und ökonomische Konsequenzen des Nachfragerückgangs	176
II-3.6.4 Ökologische Konsequenzen	178
II-3.6.5 Schrumpfsstrategien in Städten unter Berücksichtigung ökonomischer Schwellenwerte technischer Infrastrukturen.....	178
II-3.6.6 Zwischenfazit: Auswirkungen des demographischen Wandels auf Abwasserentsorgungssysteme.....	183

III - METHODIK	186
III-1 Definition von Grundbegriffen der Szenario-Methode	188
III-1.1 Definition des Szenariobegriffs	189
III-1.2 Geltung in der Zukunftsforschung und Szenario-Methode	189
III-1.3 Vorteile der Szenario-Methode	191
III-2. Operationalisierung der Szenario-Methode	194
III-2.1 Zukunftsforschung und Szenarien	195
III-2.1.1 Phasen der Szenario-Methode.....	195
III-2.1.2 Konzeption von Alternativszenarien	197
III-2.1.3 Plausibilität und das Ausmaß von Diskontinuitäten.....	198
III-2.1.4 Betrachtungszeitraum von Szenarien	199
III-2.1.5 Geographische Reichweite von Szenarien	199
III-2.1.6 Thematische Reichweite von Szenarien	200
III-2.2 Der <i>SinOptiKom-Demonstrator</i> als Visualisierungs- und Kommunikations- tool.....	201
III-2.2.1 Datenanforderungen und Datenerhebung.....	204
III-2.2.2 Basisdaten zur Abwasserentsorgungsinfrastruktur	205
III-2.2.3 Raumplanerisch relevante Basisdaten	206
III-2.2.4. Basisdaten zur Demographie	208
III-3. Systematisierung kleinräumiger Szenarien der Siedlungs- und Bevölkerungs- entwicklung	209
III-3.1 Definition der Bezugsebenen: Makro-, Meso- und Mikroebene	209
III-3.1.1 Definition der Makroebene	209
III-3.1.2 Definition der Mesoebene.....	210
III-3.1.3 Definition der Mikroebene.....	211
III-3.2 Datenanalyse lokaler Strukturen zur Definition der Mikroebene	213
III-3.3 Definition der Mikroebene (Siedlungseinheiten)	220
III-4. Schematisches Vorgehen zur Szenarioerstellung der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung.....	221
III-4.1 Qualitative Szenarien	226
III-4.1.1 Referenzszenario „Trend“	227
III-4.1.2 Szenario „Entdichtung“	228
III-4.1.3 Szenario „Dorfkernsanierung“	232
III-4.2 Quantitative Szenarien	236
III-4.2.1 Migrationsalden	236
III-4.2.2 Fertilitätsrate	238
III-4.2.3 Geburtenhäufigkeit	238
III-4.2.4 Mortalitätsrate	239
III-4.3 Zwischenfazit	239
III-4.4 Methodik zur Analyse und Auswertung der Szenarien	240

IV - ANALYSE	242
IV-1. Szenariobasierte Analyse der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung ...	244
IV-1.1 Szenariobasierte Analyse der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung in den Modellgemeinden Rockenhausens	244
IV-1.1.1 St. Alban	244
IV-1.1.2 Gerbach	247
IV-1.2 Szenariobasierte Analyse der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung in den Modellgemeinden Enkenbach-Alsenborns	252
IV-1.2.1 Szenariobasierte Analyse der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung auf der Ebene der Ortsgemeinden	252
IV-1.2.2 Szenariobasierte Detailanalyse auf der Mikroebene der Siedlungseinheiten in Neuhemsbach.....	258
IV-2. Analyse zur Systemumstellung mit dem SinOptiKom-Demonstrator	263
IV-2.1 Analyseergebnisse des SinOptiKom-Demonstrators.....	263
IV-2.1.1 Gewichtung einzelner Bewertungskriterien und resultierende Grundtendenzen	264
IV-2.1.1.1 Kosten.....	264
IV-2.1.1.2 Flexibilität	264
IV-2.1.1.3 Wasserhaushalt	265
IV-2.1.1.4 Emission	265
IV-2.1.1.5 Wasserrecycling	265
IV-2.1.1.6 Nährstoffrecycling	266
IV-2.1.1.7 Energieeffizienz	266
IV-2.1.1.8 Akzeptanz	266
IV-2.2 Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn	267
IV-2.2.1 Multikriterielle Bewertung.....	268
IV-2.2.1.1 „Konservative Betrachtung“	268
IV-2.2.1.2 „Nachhaltige Wasserbewirtschaftung“	269
IV-2.2.1.3 „Multikriterielle Betrachtung“	270
IV-2.2.1.4 „Recycling und Minimieren von Schadstoffemissionen“	271
IV-2.2.1.5 „Ökologisch-ökonomische Systemtransformation“	272
IV-2.2.2 Auswirkungen der Transformationspfade auf die Frachtentwicklung	273
IV-2.2.3 Einfluss der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung auf die Transformationspfade des Abwasserinfrastruktursystems.....	275
IV-2.2.4 Szenariobasierte Kostenbetrachtung.....	277
IV-2.2.5 Mögliche Transformationspfade unter Priorisierung der Kosten, Akzeptanz und des Wasserhaushaltes für Neuhemsbach.....	278
IV-2.3 Auswirkungen auf die Gruppenkläranlage Enkenbach-Alsenborn	280
IV-2.4 Verbandsgemeinde Rockenhausen.....	281
IV-2.4.1 Mögliche Transformationspfade unter Priorisierung der Kosten, Flexibilität und Akzeptanz für Gerbach und St. Alban	282
IV-2.4.2 Mögliche Transformationspfade unter Priorisierung der Kosten, des Wasserrecyclings und Energieeffizienz für Gerbach und St. Alban	284
IV-3 Zwischenfazit der Analyseergebnisse in den Abschnitten IV-1 und IV-2.....	285

IV-4 Diskussion der Ergebnisse unter Berücksichtigung der theoretischen Grundlagen.....	287
IV-4.1 Diskussion der Analyseergebnisse vor dem Hintergrund der Faktoren Lage, Siedlungsstruktur und Ausstattungsniveau	287
IV-4.1.1 Modellgemeinden der VG Enkenbach-Alsenborn.....	287
IV-4.1.2 Modellgemeinden der VG Rockenhausen	289
IV-4.2 Integrierte Siedlungsentwicklung im Spannungsfeld von demographischer und siedlungsstruktureller Schrumpfung sowie Abwasserinfrastrukturen	290
V - SCHLUSSFOLGERUNGEN UND FORSCHUNGSBEDARF	297
LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS	308
Literatur	309
Internetquellen	326
Abbildungsverzeichnis.....	331
Tabellenverzeichnis.....	334
Abkürzungsverzeichnis.....	335
ANHANG	I

I-3. Problemstellung

Der demographische Wandel und seine Auswirkungen auf Systeme der Abwasserentsorgung wurden in den letzten Jahren vielfach thematisiert und anhand der baulich-physiognomischen Strukturen insbesondere in den neuen Bundesländern wissenschaftlich untersucht. Die Erhöhung der personengebundenen Kosten für Betrieb und Erhalt von Abwasserinfrastrukturen, bei gleichzeitiger demographischer Entdichtung, durch alterungsbedingt hohe Sterbeziffern sowie Abwanderungen schwerpunktmäßig in peripheren Räumen sind eine Konsequenz. Die durch die Entdichtung der Räume auftretenden technisch-betrieblichen Schwierigkeiten werden durch den technischen Fortschritt um wassersparende Technologien verschärft und sorgen für längere Verweildauern der Abwässer in den Leitungssystemen und somit zu erhöhter Korrosion, Sedimentation und Geruchsbildung und folglich zu zunehmend häufiger notwendig werdenden Kanalspülungen mit Trinkwasser. Nicht zuletzt vor dem Hintergrund aktueller Themen der Raumentwicklung, wie dem schonenden Umgang mit natürlichen Ressourcen, wie Wasser und Flächen, aber auch Phosphor oder Stickstoff, wird eine Umgestaltung leitungsgebundener Infrastruktursysteme gerade in ländlichen Entdichtungsräumen unabdingbar (vgl. Heiland et al. 2004: 41; Koziol 2007: 26; Londong et al. 2010: 53; Londong et al. 2011: 152; Rost et al. 2015: 344; UBA 2010: 19; UBA 2013: 35). Ferner verlangt die demographische Entwicklung nach Strategien einer schrumpfungorientierten Siedlungsentwicklung (vgl. Berndgen-Kaiser 2014; Köppen 2008: 275; Siedentop 2016: 53; Simon, Krämer-Philipp 2015: 207). Die Flexibilisierung des bislang zentralisierten Systems der Abwasserentsorgung ländlicher Räume wird vielerorts diskutiert und ist ebenso Forschungsgegenstand, um in der Zukunft besser auf schwer prognostizierbare oder unvorhersehbare Entwicklungen reagieren zu können (vgl. Bieker, Frommer 2010; Londong et al. 2010: 64; Londong et al. 2011: 158; UBA 2013: 52; Libbe, Scheele 2008: 109). Der historische Rückblick zeigt, dass die langen Abschreibungszeiträume des zentralisierten Abwasserentsorgungssystems verlässliche Kalkulationen über die gesamte Abschreibungsdauer nahezu unmöglich machen (vgl. Heiland et al. 2004: 41, Koziol 2007: 26) und so die übergeordneten Planungsziele, z.B. die Schaffung gleichwertiger Lebensverhältnisse bzw. die Versorgungssicherheit zusätzlich erschweren.

Möglichkeiten zur Transformation der Systemstrukturen ergeben sich durch die Langfristigkeit der Installationen bzw. deren hohe Kapitalbindung nur selten und sind komplex in ihrer Umsetzung (Felmelden et al. 2016: 9; Hummel, Lux 2006: 63).

Kommunen sind mit ihrer planungshoheitlichen Aufgabe der Selbstverwaltung oftmals überfordert: Neben finanziellen Mitteln fehlt gerade in Schrumpfungsregionen in der Regel eine grundsätzliche Entwicklungsstrategie, die über die gängigen Planungsinstrumente, wie der verbindlichen Bauleitplanung, hinausgeht. Vor dem Hintergrund des vielerorts zu erwartenden gravierenden Bevölkerungsrückgangs ländlich peripherer Siedlungen sollte sich die Planung von Abwasserinfrastrukturen in einer grundsätzlichen, strategischen und querschnittsorientierten Siedlungsentwicklung wiederfinden, welche die Kosten der Infrastrukturen aufgreift, also neben Abschreibungszeiträumen und Sanierungsintervallen der Infrastrukturen auch die lokale demographische Entwicklung im Verhältnis zum Flächenmanagement berücksichtigt und damit als integrierte Schrumpfungsstrategie auf örtlicher Ebene konzipiert wird (vgl. Dilly et al. 2016: 12, Heineberg 2008: 295; Koziol, Walther 2006: 259, Schramm et al. 2014: 1; Wölle et al. 2016: 980).

Bis heute gibt es kaum Forschungsergebnisse, die eine integrierte, strategische und querschnittsorientierte strukturelle Schrumpfung ländlicher Siedlungen thematisieren. In Forschung und Praxis wird jedoch mehrfach darauf hingewiesen, dass sich gerade periphere ländliche Räume drastisch entdichten werden und sich die strukturelle Schrumpfung somit auch an leitungsgebundenen Infrastrukturen, wie der Abwasserentsorgung, orientieren sollte (vgl. Felmelden et al. 2016: 11; Bock, Libbe 2016: 5; Dilly et al. 2016: 12; Nickel, Wilhelm 2016: 953). Wissenschaftliche Überlegungen zu Schrumpfungsprozessen im stadtplanerischen Sinne gibt es insbesondere für Städte der neuen Bundesländer (vgl. Herfert 2004; Friedrich, Müller 2000; Wiest 2001; Hannemann 2004; Schmidt 2004; Peter 2006), in denen auch strategische Ansätze für Rückbaumaßnahmen diskutiert werden (vgl. Koziol 2007: 27; Koziol, Walther 2006: 262).

Gerade periphere Siedlungen ländlicher Räume, sowohl in den neuen als auch in den alten Bundesländern, werden zukünftig mit einer starken Überalterung der Bevölkerung und in der Folge erhöhten Sterbeziffern konfrontiert werden. Eine erhebliche Zunahme von Gebäudeleerständen, gerade im Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser, zeichnet sich ab (vgl. Spellerberg 2011: 3; Krämer, Simon-Philipp 2015: 206). Grundsätzlich werden die im Verhältnis hohen Pro-Kopf-Belastungen für leitungsgebundene Infrastrukturen in diesen vom demographischen Rückgang betroffenen Bebauungsstrukturen signifikant steigen (vgl. Koziol, Walther 2006: 268; TMLFUN 2012: 15; UBA 2010: 3; Steinebach, Uhlig 2013: 210) und somit eine Systemtransformation oder zumindest Teiltransformation forcieren.

Im INIS-Verbundprojekt SinOptiKom (2016) werden mögliche strukturelle und demographische Entwicklungen ländlicher Siedlungen anhand kleinräumiger Szenarien aufgezeigt. Über den im Projekt entwickelten *SinOptiKom-Demonstrator* können diese Szenarien verglichen und grundsätzliche schrumpfungorientierte Entwicklungsstrategien für ländliche Siedlungen abgeleitet werden (SinOptiKom 2016).

Vor dem Hintergrund des historisch bedingten Wachstums ländlicher Siedlungen und der somit kleinräumig sehr heterogenen Dynamik baulicher und soziodemographischer Gegebenheiten wird eine Betrachtung der lokalen Strukturen auf kleinräumiger Ebene sinnvoll, um mögliche Systemtransformations- und Schrumpfungspfade abzuleiten. Somit ergeben sich auch unterhalb der Ebene der Siedlungen differenzierte Ausgangssituationen, welche ebenso unterschiedliche Entwicklungen annehmen können (vgl. Hoek et al. 2016; Krämer, Simon-Philipp 2015: 210).

Über die kleinräumige szenarienbasierte Analyse der baulichen und soziodemographischen Strukturen eröffnet sich die Möglichkeit, einen siedlungsstrukturellen Schrumpfungsprozess langfristig, d.h. auch jenseits der Standardintervalle der üblichen Planungsinstrumente der Bauleitplanung, unter dem Grundsatz der Flexibilisierung zu gestalten. Bei der Flexibilisierung der abwasserwirtschaftlichen Systemstrukturen werden Möglichkeitsräume zugunsten dezentraler Lösungen eröffnet, die als neuartige ressourcenschonende Systeme umgesetzt werden können (vgl. Rost et al. 2015; Hillenbrand et al. 2016: 995).

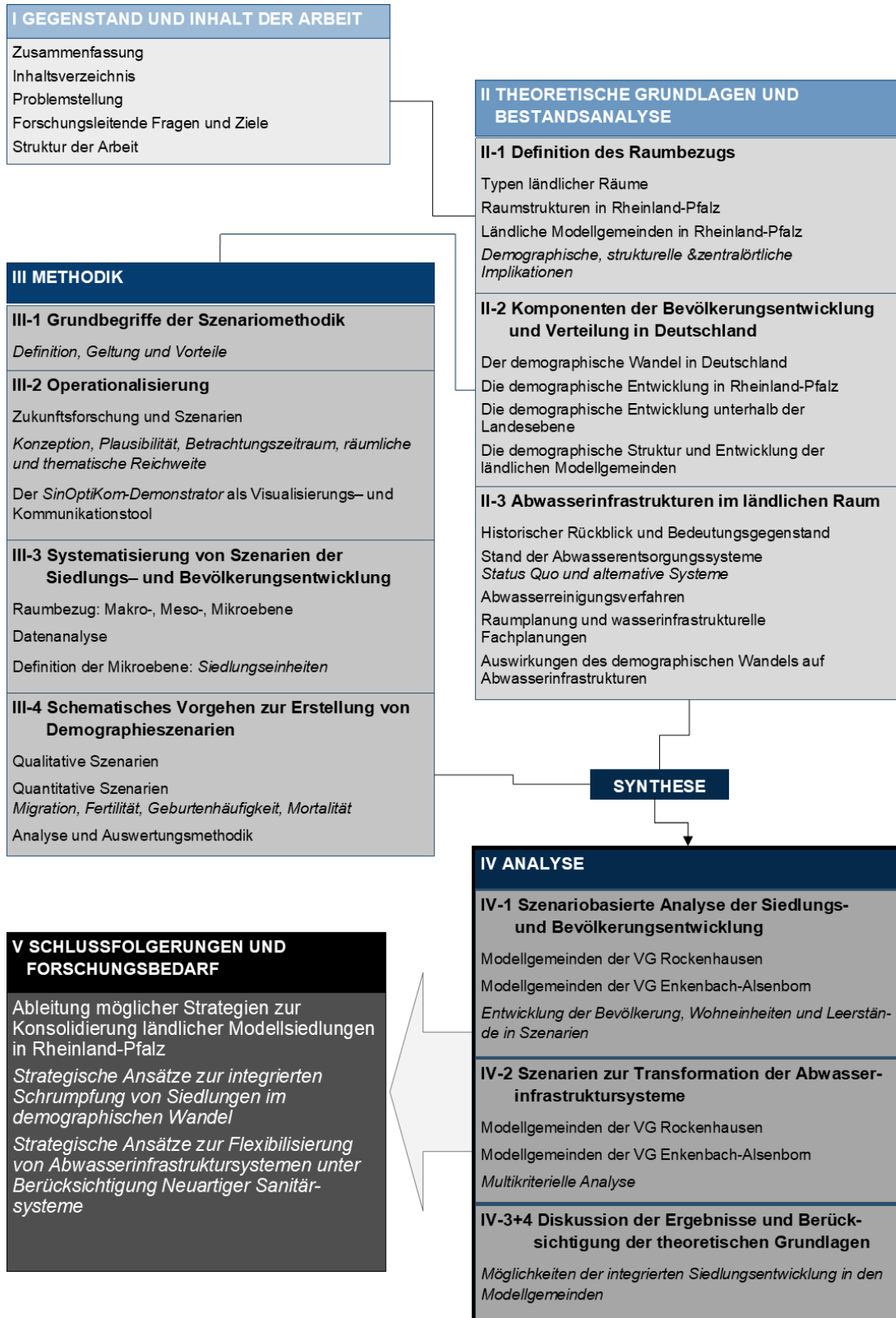
Gegenstand dieser Dissertation ist zunächst, den Ansatz der kleinräumigen Szenarioanalyse in der strategischen Siedlungsentwicklung und Transformation von Abwasserentsorgungssystem zu harmonisieren und darauf aufbauend Möglichkeiten eines sektorübergreifenden Entwicklungsprozesses ländlicher Siedlungen unter Schrumpfungsbedingungen modellbasiert zu synthetisieren, der auch das Abwasserentsorgungssystem berücksichtigt. Der zentrale Mehrwert der Methode liegt im erweiterten Verständnis kleinräumiger Disparitäten unterhalb der Siedlungsebene, sodass sich zukünftige Dynamiken der Siedlungsentwicklung aus den vorliegenden Primärdaten ableiten und für die strategische integrierte Planung auf kommunaler und überörtlicher Ebene strukturieren und für das Kommunizieren von Handlungsoptionen nutzbar machen lassen.

I-4. Forschungsleitende Fragen und Ziele

Aufbauend auf der in Abschnitt I-3 dargelegten Problemstellung ergeben sich die folgenden forschungsleitenden Fragen, die im Rahmen dieser Dissertation beantwortet werden sollen.

- Welche Indikatoren können für die Kategorisierung ländlicher Räume herangezogen werden und welche Typen ländlicher Räume werden in Deutschland definiert?
- Wie ist die raumstrukturelle und zentralörtliche Ausgangssituation im Flächenbundesland Rheinland-Pfalz und welche Bedeutung kommt den ländlichen Räumen in Rheinland-Pfalz im Zusammenhang mit dem Ausstattungsniveau der Kommunen zu?
- Welche zentralen demographischen Trends können für das Land Rheinland-Pfalz identifiziert werden und was sind die Konsequenzen und Herausforderungen für die ländlichen Raumtypen in Rheinland-Pfalz?
- Welche zentralen demographischen Trends stehen im Zusammenhang der siedlungsstrukturellen Beschaffenheit und dem Ausstattungsniveau der Raumtypen in Deutschland und welche grundsätzlichen Herausforderungen für ländliche Räume ergeben sich daraus?
- Welche demographischen Implikationen in den untersuchten Modellsiedlungen stehen im Zusammenhang mit ihrer Lage und ihrer siedlungsstrukturellen Beschaffenheit?
- Wie sind die gegenwärtigen Abwasserentsorgungssysteme in Deutschland konzipiert und welche alternativen Systeme und Systemkomponenten sind technisch erprobt?
- Welche Schnittstellen und Herausforderungen bestehen im Zusammenhang von überörtlicher Raumentwicklung, Stadtplanung und abwasserinfrastruktureller Fachplanung?
- Welche Konsequenzen für Abwasserentsorgungssysteme resultieren aus der demographischen Entwicklung der ländlichen Modellgemeinden und welche alternativen Systemlösungen kommen für eine Transformation in Betracht?

I-5. Struktur der Arbeit



II – Theoretische Grundlagen und Bestandsanalyse

II-1. Definition des Raumbezugs

Im folgenden Abschnitt II-1 wird der räumliche Bezug dieser Arbeit definiert. Die Grundlage zur Definition und kritischen Auseinandersetzung ländlicher Raumtypen bilden ausgewählte, im wissenschaftlichen Diskurs etablierte Ansätze der Typisierung von Räumen.

Hierbei werden die BBSR-Raumstrukturtypen 2010 (vgl. Abschnitt II-1.1.1), die siedlungsstrukturellen Kreistypen des BBSR (2015) (vgl. Abschnitt II-1.1.2) sowie ein Ansatz des Thünen Instituts (vgl. Abschnitt II-1.1.3), zur Definition und Abgrenzung ländlicher Raumtypen, hinsichtlich ihrer Eignung zur Definition des Raumbezuges für die in dieser Arbeit verfolgte Problemstellung diskutiert. Aufbauend auf der kritischen Diskussion der Typisierungsansätze wird in Abschnitt II-1.1.4 eine Arbeitsdefinition ländlicher Räume in Deutschland formuliert.

Für den Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit werden die Raumstrukturen in Rheinland-Pfalz vertiefend fokussiert. Die Abhandlung basiert zunächst auf der Darstellung der Raumstrukturtypen nach dem LEP IV RLP (vgl. Abschnitt II-1.2.1) sowie den siedlungsstrukturellen und zentralörtlichen Gegebenheiten in Rheinland-Pfalz (vgl. Abschnitt II-1.2.2). Exemplarisch für ländliche Kommunen (vgl. Abschnitt II-1.2.3) und aufbauend auf den theoretischen Grundlagen, werden die strukturellen und zentralörtlichen Gegebenheiten der ländlichen, rheinland-pfälzischen Modellgemeinden dieser Arbeit ausdifferenziert (vgl. Abschnitt II-1.2.4).

II-1.1 Raumtypen in Deutschland mit Fokussierung auf ländliche Raumtypen

In dieser wissenschaftlichen Arbeit, in der im primären Fokus demographische Entwicklungen beobachtet und dargestellt werden sollen, soll nun zunächst die räumliche Bezugsebene abgegrenzt und definiert werden. Der traditionelle Gegensatz von Stadt und Land ist heute in den Raumwissenschaften einem breiten Konsens gewichen, welcher von einer großen Heterogenität von Siedlungs- und Raumstrukturtypen ausgeht (vgl. z.B. Henkel 2004: 33; Franzen et al 2008: 1). Die teilweise angeführte negative Abgrenzung des „ländlichen Raumes“ als „nicht-städtischer“ Raum greift dabei bedeutend zu kurz. Ebenso wird die OECD-Definition „ländlicher Gebiete“, entsprechend des Grenzwertes¹ von 150 Einwohnern/km², der Vielfalt ländlicher Räume nicht gerecht (vgl. Franzen et al. 2008: 1).

Die Vielfalt „ländlicher Räume“ wird anhand GRABSKI-KIERONs Beschreibung für den ländlichen Raum in Mitteleuropa deutlich, die auf diesem Abstraktionsniveau naturgemäß auch für ländliche Räume in Deutschland ihre Gültigkeit besitzt:

„man greift mitten hinein in ein Spannungsfeld zwischen Suburbanisierung und Peripherisierung, zwischen Entleerung und Siedlungswachstum, zwischen Verbrachung und Freiraumbeanspruchung für Siedlung, Gewerbe und Verkehr.“
(ebd. 2007: 602)

GRABSKI-KIERON weist zudem darauf hin, dass ländliche Räume Mitteleuropas jenseits dieser Polarisierung von einem weitreichenden Struktur- und Funktionswandel betroffen sind, sich dieser Raumtyp somit fortlaufend verändert. Dieser Prozess beinhaltet ebenso die wirtschaftliche Eigenentwicklung, differenzierte Landnutzungsmuster einer multifunktionalen Land- und Forstwirtschaft sowie die Sicherung des natürlichen und kulturellen Erbes mitteleuropäischer Kulturlandschaften. Ferner verändert sich auch die ländliche Gesellschaft sowie die Perzeption des Begriffs der „Ländlichkeit“. Ländliche Freiräume und Fluren sind heute nicht nur noch Bestandteile forst- und agrarwirtschaftlicher Nutzung, sondern ebenso Räume für Freizeit- und Naherholungsfunktionen sowie ländlichen Tourismus. Wie städtische Räume sind auch ländliche Räume eingebettet in gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklungen sowie die politischen Rahmensetzungen und Steuerungsmechanismen Europas und Deutschlands (ebd. 2007: 602). Augenscheinlich werden bei dieser Darstellung vor allem die vielfältigen Möglichkeiten der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit dem Typ „ländlicher Raum“.

¹ Der einheitliche Grenzwert gilt für alle Mitgliedsländer mit Ausnahme von Japan (500 E/km²).

In der geographischen Forschung wurde der „ländliche Raum“ zunächst vorrangig aus der Siedlungs- und Agrargeographie wissenschaftlich untersucht und im Laufe des letzten Jahrhunderts durch weitere Disziplinen, wie der Wirtschafts-, Bevölkerungs- und Sozialgeographie ergänzt. Mit der Etablierung der Bundesraumordnung in den 1960er Jahren wurden zudem Bezüge zur Regionalentwicklung hergestellt, wodurch die ländliche Raumforschung einen stark anwendungsbezogenen Charakter erhielt. Insbesondere vor dem Hintergrund der Ausgestaltung des Planungswesens in den 1970er Jahren und so auch im Hinblick auf die Planungsaufgabe der Dorfentwicklung bzw. -erneuerung ist der Anwendungsbezug von Bedeutung. Zugleich änderten sich fortlaufend auch umwelt- und naturschutzrechtliche Bedingungen, welche den Funktions- und Gestaltwandel ländlicher Räume gleichsam beeinflussten. Die sich veränderte Planungskultur sowie der fortschreitende Strukturwandel in Deutschland und Europa führte seit den 1990er Jahren letztlich zu einer veränderten Problemwahrnehmung sowie Werthaltungen in Bezug auf ländliche Räume (ebd. 2007: 602), welche sich ebenso in der ländlichen Raumforschung niederschlugen (vgl. Steinebach et al 1993: 14ff.)

Die vielfältigen Möglichkeiten der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit ländlichen Räumen spiegeln ebenso die differenzierten und komplexen Wirkungszusammenhänge und Transformationsprozesse, die diesen Raumtypen innewohnen wider, sodass der Begriff vielmehr als eine Art Sammelkategorie erachtet werden kann. So sind ländliche Räume nach GRABSKI-KIERON vielmehr *„je nach Standortvoraussetzungen, nach Lage zu Verkehrs- und Ballungsräumen sowie naturräumlichen und historisch genetischen Eigenarten in der Entwicklung regional sehr unterschiedlich [und] ... stellen zugleich gewachsene **Kulturlandschaften** ... dar“* (Grabski-Kieron 2007: 603).

Der ländliche Raum und der städtische Raum sind in Deutschland damit schon lange kein gegensätzliches Begriffspaar mehr. Aber auch die Einführung einer räumlichen Zwischenkategorie - der „Zwischenstadt“ nach SIEVERTS - sorgte für Kontroversen im wissenschaftlichen Diskurs (vgl. Sieverts 1998; Vicenzotti 2016: 127). Die grundlagenorientierte Siedlungs- und Agrargeographie im deutschsprachigen Raum entwarf zunächst einen Kriterienkatalog, um über Siedlungsdichte und -größe, fehlende oder geringe Zentralität ländlicher Siedlungen oder die Dominanz land- und forstwirtschaftlicher Flächennutzungen zur Kennzeichnung der Raumkategorie zu gelangen (vgl. Grabski-Kieron 2007: 603; Franzen et al. 2008: 1).

HENKEL unterscheidet zentrale Merkmale nach landschaftlichen, wirtschaftlichen, demographischen, administrativen und baulich-physiognomischen Kriterien zur Begriffsdefinition „ländlicher Räume“ (vgl. ebd. 2004: 33), die auch heute noch ihre Gültigkeit besitzen.

Nach GRABSKI-KIERON werden zur Darstellung und Typisierung ländlicher Räume vor allem folgende Ansätze verfolgt:

- **strukturell-analytische Definitionen** über demographische (z.B. Dichtewerte), sozioökonomische (z.B. Erwerbsstrukturen) und/oder siedlungsstrukturelle Merkmale (z.B. zentralörtliche Funktionen)
- **funktional-analytische Definitionen** beziehen sich auf spezifische Funktionen im Raumgefüge und verknüpfen so räumliche Funktionsmerkmale mit Distanz- und Verflechtungskriterien. Räumliche Relationen zu insbesondere städtischen Verdichtungen werden damit einbezogen. Auch Funktionspotentiale, wie z.B. das Einbeziehen der potenziellen Tagesbevölkerung in die Typisierung ist dabei möglich (vgl. BBSR, o.J. a).

GRABSKI-KIERON geht unter dem Hinweis, dass es sich dabei nur um eine unter vielen handelt, von folgender Definition des „ländlichen Raumes“ in Mitteleuropa aus:

„Der ländliche Raum ist Teil des Gesamtraumes, der durch eine in hohem Maße land- und forstwirtschaftlich genutzte oder zumindest geprägte Freiraumstruktur und durch vorherrschend freiraumbezogene Ressourcennutzungen gekennzeichnet ist. In ihm herrscht eine disperse Siedlungsstruktur mit vorrangig gering- bis mittelzentralen und azentralen Siedlungen vor. Je nach natürlichen Ausgangsbedingungen und je nach Lage im Netz von Entwicklungsachsen und Orten höherer Zentralität unterliegt der ländliche Raum unterschiedlichen Entwicklungsdynamiken. Sie machen eine Differenzierung des Begriffes „ländlicher Raum“ in „Typen ländlicher Räume“ nötig.“ (ebd. 2007: 605f.).

Aktuell liegen die Herausforderungen der Entwicklung ländlicher Räume nicht nur im tiefgreifenden Funktions- und Strukturwandel, der gleichermaßen auch städtisch geprägte Räume, also ländliche Kleinstädte, Landstädte und Dörfer, mit einschließt, sondern ebenso in der stärker gewordenen Verflechtung regionaler Wirtschaft mit dem nationalen und internationalen Wirtschaftsgeschehen, der Vielzahl außeragrarischer Nutzungsansprüche der Räume sowie sich wandelnder gesellschaftlicher Muster, Leitbilder sowie differenzierter Migrationsbewegungen. Insgesamt offenbaren sich nach GRABSKI-KIERON (vgl. ebd. 2007: 607) dadurch vielfältige Herausforderungen entlang folgender Einflussfaktoren:

- Agrarstrukturwandel
- wirtschaftsräumliche Dynamik
- demographischer Wandel
- Flächenverbrauch und Raumnutzungskonflikte
- Natur- und Ressourcenschutz, Kulturlandschaftspflege
- Regionalisierung und Dezentralisierung als Ausdruck aktueller Planungskultur

Die Einflussfaktoren sind dabei keineswegs isoliert zu betrachten, sondern stehen in komplexen Wechselbeziehungen zueinander, sodass sich ganz unterschiedliche Raumtypen mit entsprechend großer Spannweite und kleinräumig, z.B. auf Stadtteilebene, sehr unterschiedlichen Herausforderungen ausdifferenzieren. Einige Regionen ländlicher Prägung, insbesondere im Umland von Agglomerationen, weisen dabei sehr gute Entwicklungsperspektiven auf. Strukturschwache Regionen mit ungünstiger Lage weisen hingegen oftmals einen Mangel an Arbeitsmarktdiversität und -attraktivität, eine nicht mehr bedarfsgerechte Infrastrukturausstattung und eine erhöhte Abwanderung auf und verlieren so zunehmend an Perspektive (vgl. ebd. 2007: 607).

II-1.1.1 BBSR-Raumstrukturtypen 2010 in Deutschland

Bei der differenzierten Typisierung von Räumen nach in erster Linie quantitativen Verfahren erwies sich der Ansatz des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung [BBSR] nach den Basisstrukturmerkmalen *Besiedlung* und *Lage* zunächst als gängig. Anhand des Merkmals *Besiedlung* wird dabei zwischen überwiegend städtisch und überwiegend ländlich geprägten Gebieten unterschieden. Bei der *Lage* wird zudem zwischen zentral und peripher gelegenen Räumen differenziert und nach potenziell erreichbarer Tagesbevölkerung klassifiziert. Die durch das BBSR vorgenommene Raumabgrenzung im Rahmen der laufenden Raumbesichtigung bildete homogene Raumeinheiten als Analyseraster zur Raumordnungsberichterstattung des Bundes aus dem Jahr 2011 und bezog sich auf das gesamte Stadt-Land-Kontinuum (vgl. BBSR, o.J. a).

Die Raumabgrenzungen des BBSR liegen für das gesamte Bundesgebiet flächendeckend vor. Sie dienen in erster Linie analytischen Zwecken und greifen Aspekte möglicher Auswirkungen der Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland von 2006 auf, haben jedoch nicht die Gültigkeit einer planerischen Festlegung (vgl. BBSR, o.J. a). Die BBSR-Raumstrukturtypen 2010 bilden, besonders im Vergleich zu vorangegangenen Typisierungen², ein methodisch differenziertes und homogenes Analyseraster, das für die Raumentwicklung und politische Steuerung auf der Bundesebene, z.B. die Raumordnungsberichterstattung oder die Definition der Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland (2016), genutzt wird. Insbesondere wird das Analyseraster zur mehrdimensionalen Definition von Raumeinheiten, wie z.B. verschiedener Typen ländlicher Räume entlang der Basisstrukturmerkmale *Besiedlung* und *Lage* aufgeführt. Im Rahmen dieser Dissertation werden die Schwellenwerte zur Abgrenzung der BBSR-

² Z.B. die Raumstrukturtypen des Raumordnungsberichtes von 2005 (vgl. BBSR o.J. a)

Raumstrukturtypen nicht aufgeführt. An dieser Stelle soll insbesondere auf die methodische Komplexität verschiedener Typisierungsansätze von Raumabgrenzungen hingewiesen werden, die ebenso sinnbildlich für die Komplexität der Definition ländlicher Raumtypen ist. Mit Bezug auf die hier verfolgte Forschungsfrage, werden im Folgenden die für den BBSR-Typisierungsansatz genutzten Indikatoren der Raumstrukturen in Deutschland beschrieben.

Basisstrukturmerkmal Besiedlung

Das Basisstrukturmerkmal *Besiedlung* basiert auf zwei siedlungsstrukturellen Merkmalskomponenten: der Bevölkerungsdichte und dem Siedlungsflächenanteil. Damit werden hoch verdichtete Gebiete, genau wie eine hohe Siedlungsabdeckung, als städtisch geprägte Umgebung und gering verdichtete Gebiete mit einem hohen Freiraumanteil als ländliche geprägte Gebiete eingestuft.

Für eine morphologische und ein auf dem sichtbaren Erscheinungsbild beruhende Abgrenzung wird auf eine Rasterzellenanalyse zurückgegriffen, die sich im Rahmen eines 3-Kilometer-Radius über die administrativen Grenzen hinaus erstreckt. Dieses Vorgehen wird u.a. damit begründet, dass die Fläche eines Kreises mit einem Radius von 3 km etwa der durchschnittlichen Größe einer Gemeinde in Deutschland entspricht und sich Besiedlungen naturgemäß nicht zwingend an administrativen Grenzen orientieren. Zusätzlich entspricht der Radius in etwa dem der Nahversorgung. Die Komponente der Bevölkerungsdichte wird ebenso über Rasterzellen analysiert, bei der auf disaggregierte Bevölkerungsdaten zurückgegriffen wird. Hierbei wurden die Bevölkerungszahlen von Gemeinden und Stadtbezirken auf die Siedlungsflächen in Rasterzellen von 250 Metern Kantenlänge heruntergebrochen und mit unterschiedlichen Gewichtungen belegt. Diese Raumtypisierung ist damit stark von der Körnigkeit der Analyse bzw. von der Definition der Klassengrenzen abhängig. Bei dieser Vorgehensweise werden als städtische Umgebung solche Gebiete klassifiziert, die entsprechend der Merkmale Bevölkerungsdichte und Siedlungsflächenanteil überdurchschnittlich hohe Werte aufweisen. Alle übrigen Flächen werden als ländlich geprägt klassifiziert, wobei alle Flächen oder Flächenaussparungen unter der Mindestgröße von 5 ha unberücksichtigt bleiben (vgl. BBSR, o.J. a). Diese Abstraktion ist für den den avisierten Zweck der flächendeckenden Darstellung der Besiedlungsstruktur in Deutschland zielführend, verkennt jedoch die gleichermaßen die kleinteilig sehr starken strukturellen Unterschiede zwischen und innerhalb einzelner Gemeinden und Gemeindeverbänden in ländlichen Räumen.

Basisstrukturmerkmals Lage

Die Raumabgrenzung des Basisstrukturmerkmals *Lage* erfolgt über Erreichbarkeitsanalysen des BBSR. Für die Lagetypisierung im regionalen bis großräumigen Maßstab wird die relative Nähe zu Konzentrationen von Bevölkerung und Arbeitsplätzen, demzufolge ein gebündeltes Angebot an Beschäftigungsmöglichkeiten und Arbeitsplätzen, mit Hilfe eines Zentralitäts-Indexes definiert. Auf Basis einer vollständigen Quelle-Ziel-Matrix, wird so die potenzielle Tagesbevölkerung für alle knapp 4.800 deutschen Gemeindeverbände berechnet. Die potenzielle Tagesbevölkerung bezieht damit nicht nur die zum jeweiligen Zeitpunkt einbezogene Einwohnerzahl mit ein, sondern ebenso die innerhalb des Tagespendlerbereichs von 2 Stunden Fahrzeit mit dem motorisierten Individualverkehr [MIV] zu erreichende Bevölkerung. Mit dem Einbeziehen des Berufspendlersaldos wird demzufolge die funktionale Bedeutung von Arbeitsmarktzentren berücksichtigt. Hierbei wird nicht nur die Tagesbevölkerung für den jeweiligen Gemeindeverband bzw. die Gemeinde selbst, sondern auch für die im Radius von 2 Fahrstunden erreichbaren Gemeindeverbände bzw. Gemeinden berechnet und kumuliert und zudem mit einer Distanzfunktion gewichtet. Auch die Berechnung des Strukturmerkmals *Lage* steht in starker Abhängigkeit zu den Klassengrenzen und ist somit annahmenbasiert, obgleich mit statistischen Kennzeichen näherungsweise validiert. Bezüglich der Klasseneinteilung ergeben sich nach der BBSR-Definition vier Lagetypen von Gemeindeverbänden: die sehr zentrale, zentrale, periphere und sehr periphere Lage (vgl. BBSR o.J. a).

Aggregation auf Gemeinden und Gemeindeverbände

Für die regionalstatistische Auswertung müssen die gewonnenen Daten auf Gemeinden und Gemeindeverbände oder entsprechend höhere Raumeinheiten bezogen werden. Im Rasterbezug wird hinsichtlich des Merkmals *Besiedlung* zunächst zwischen den beiden Typen städtische und ländliche Umgebung unterschieden. Aufgrund der Abweichungen, die sich innerhalb der Gemeindestrukturen ergeben, wird zusätzlich ein Übergangstyp definiert. Nach BBSR (o.J. a) ergeben sich für das Bundesgebiet drei siedlungsstrukturelle Ausprägungen:

- **überwiegend städtisch:** Gemeinden und Gemeindeverbände mit dem überwiegenden Flächenanteil ($\geq 50\%$) städtisch geprägter Umgebung.

- **teilweise städtisch:** Gemeinden und Gemeindeverbände mit einem Flächenanteil von mindestens 23% städtischer Umgebung³ oder mit einer Fläche städtisch geprägter Umgebung von mindestens 15 km². Ebenso Gemeinden und Gemeindeverbände mit einer absoluten Fläche in städtischer Umgebung in der Größenordnung der halben Durchschnittsgröße einer Gemeinde in Deutschland (ca. 15 km²).
- **ländlich:** gemeindefreie Gebiete und alle anderen Gemeinden und Gemeindeverbände.

Aus der kartographischen Darstellung der wie beschrieben aufbereiteten Daten werden insbesondere die heute oftmals auch als Europäische Metropolregionen [EMR] beschriebenen Agglomerationsräume Deutschlands augenscheinlich. Ebenso deutlich wird der große Flächenanteil ländlicher Prägung im Bundesgebiet. Die teilweise städtischen Flächen konzentrieren sich mehrheitlich auf das westliche Bundesgebiet, wie in Abbildung II-1-1 aufgezeigt.

³ Als Referenz wird hier der Bundeswert herangezogen: Alle Gemeinden und Gemeindeverbände, die einen höheren Flächenanteil städtisch geprägter Umgebung als das gesamte Bundesgebiet (23 %) aufweisen, werden als teilweise städtisch geprägt typisiert (vgl. BBSR o.J. a).

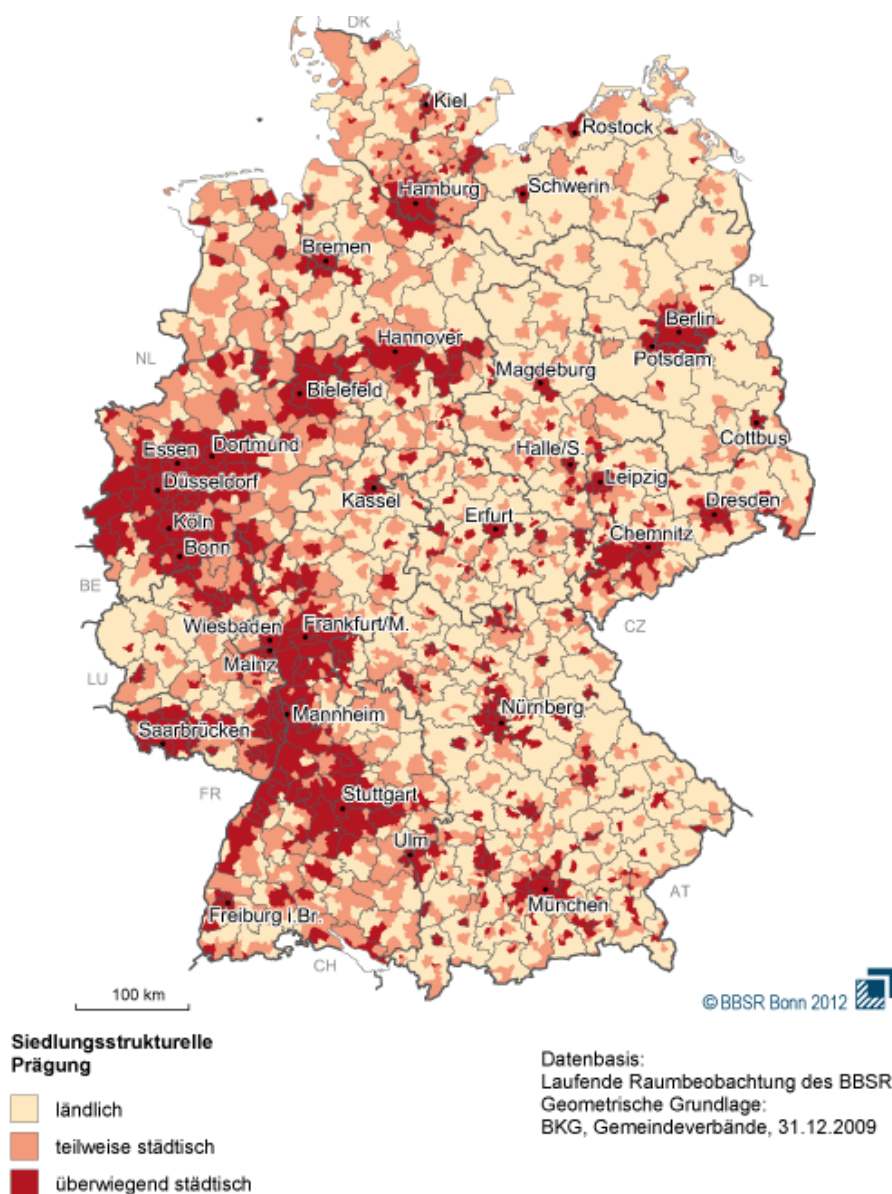


Abb. II-1-1: BBSR-Raumtypen 2010 nach dem Basisstrukturmerkmal Besiedlung
(Quelle: BBSR o.J. a)

Das Merkmal *Lage* wird auf der Ebene von Gemeindeverbänden typisiert und durch die Siedlungsschwerpunkte repräsentiert. Bei der Aggregation der Daten auf Kreisebene oder höheren Bezugsebenen werden Mischtypen für Einheiten mit starken innergebielichen Unterschieden herangezogen.

Die Auswertung der Raumstrukturtypen sollte nach den beiden Basisstrukturmerkmalen (Besiedlung und Lage) getrennt und in Abhängigkeit des Untersuchungszusammenhangs problemorientiert für bestimmte und sinngemäße Typenkombinationen erfolgen. So kann z.B. über die beiden Typen „ländlich“ und „peripher“ die Raumkategorie „ländlich-peripherer Raum“ abgeleitet und für eine vergleichende Analyse von Raumkategorien herangezogen werden (vgl. BBSR o.J. a).

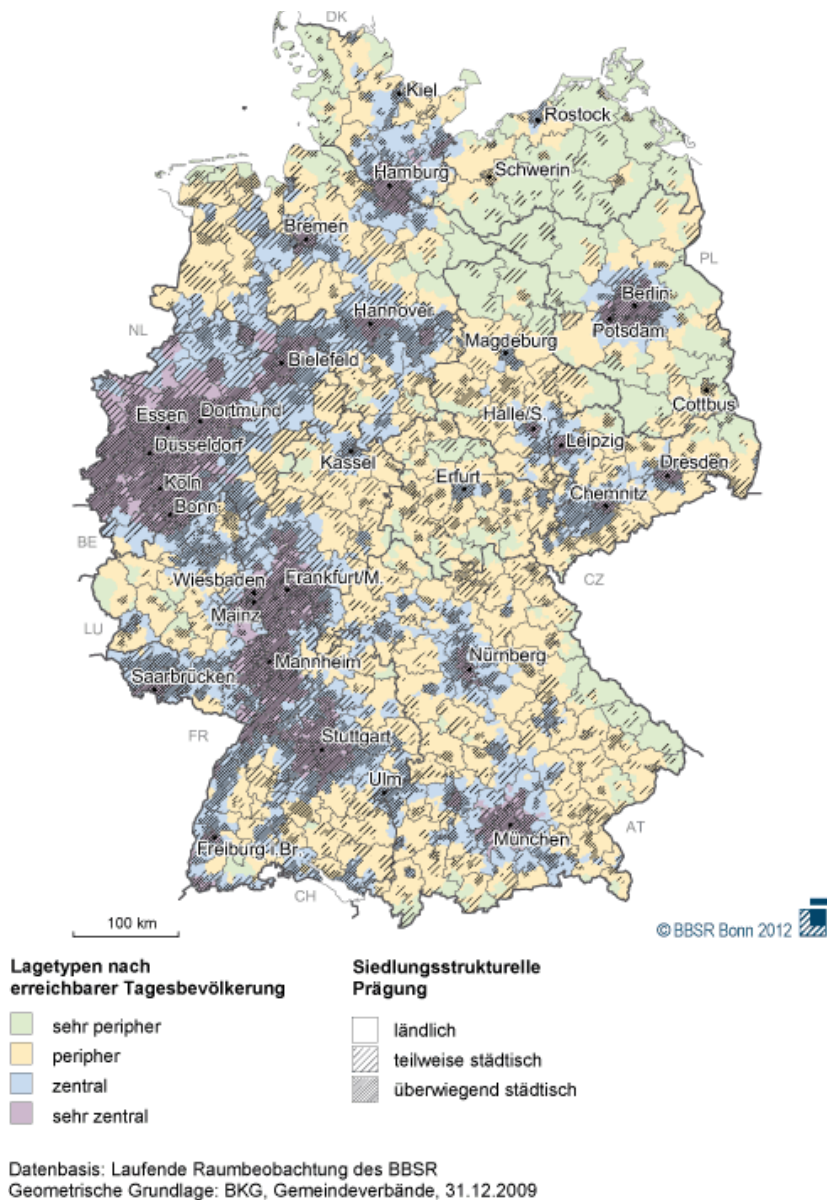


Abb. II-1-2: BBSR-Raumtypen 2010 nach den Basisstrukturmerkmalen Besiedlung und Lage (Quelle: BBSR 2012)

Aus der Darstellung beider Basisstrukturmerkmale, wie in Abbildung II-1-2 dargestellt, geht hervor, dass nur gut 20 % des gesamten Bundesgebietes aus als überwiegend städtisch geprägten Gemeinden bestehen. Dort konzentrieren sich jedoch knapp 67 % der Bevölkerung bzw. 76 % der Beschäftigten. In den hinsichtlich der Fläche ähnlich proportionierten teilweise städtischen Gemeinden (19 % des Bundesgebietes) leben dagegen nur etwa 15 % bzw. sind nur rund 14 % der Bundesbürger beschäftigt. Die ländlichen Raumtypen nehmen mit rund 61 % den Großteil des Bundesgebietes ein, beherbergen jedoch nur rund 18 % der Bevölkerung⁴ bzw. rund 10 % der Beschäftigten.

⁴ Zum Stichtag 31.12.2017 beherbergen die ländlichen Raumtypen nach dem BBSR-Typisierungsansatz rund 14,7 Mio. Einwohner (vgl. destatis 2018a).

Den Extremfall stellen die nach dieser Darstellung sehr peripher gelegenen ländlichen Gemeinden dar, die mit 17,5 % einen verhältnismäßig großen Flächenanteil stellen, in denen jedoch nur ca. 3 % der Bevölkerung⁵ leben und sogar nur 2 % beschäftigt sind (vgl. BBSR o.J. a)

Der ländliche Raum in Deutschland wird entsprechend der Methodik nicht ausschließlich über das Lagekriterium, z.B. „peripher“ typisiert und ebenso ist der ländliche Raum keinesfalls bedeutungslos. Zwar sind städtische Zentren in ländlich geprägten Gemeinden per definitionem ausgeschlossen, trotzdem ist der ländliche Raum keineswegs frei von städtischen Zentren. Der realitätsnahe Typisierungsansatz des BBSR, zur Definition der Raumstrukturen, verdeutlicht hinsichtlich der Siedlungsstruktur in Deutschland vor allem ein Stadt-Land-Kontinuum. So wird nicht zwischen städtischen und ländlichen Räumen unterschieden, sondern die Zwischenkategorie „teilweise städtisch“ eingeführt. Mit dem Einbeziehen der sozioökonomischen Dimension der Lage wird ebenso die funktionale Bedeutung und überörtliche Lagebeziehung von Räumen berücksichtigt. Gemäß des BBSR kann, im Schwerpunkt durch die großen Pfadabhängigkeiten der Lagebeziehungen von Gemeinden, ihrer Zentralität, dem Ausstattungsniveau und dem Bevölkerungs- und Arbeitsmarktpotential, erst auf der Ebene von Regionen vom ländlichen Raum gesprochen werden, dem auch heute wesentliche Funktionen zukommen (ebd. o.J. a). Dennoch sind innerhalb dieser - wenngleich für den Anspruch des BBSR notwendigen - Raumabstraktionen wesentliche strukturelle Unterschiede auszumachen, sodass die Indikatoren zur Raumtypisierung im Rahmen dieser Dissertation als deskriptive Dimensionen herangezogen werden können, um den Problemfokus einzugrenzen.

II-1.1.2 BBSR - Siedlungsstrukturelle Kreistypen 2015

In der Vergangenheit wurde, wie dargestellt, ein rasterbasierter top-down-Ansatz zur Typenbildung von Räumen gewählt. Der großräumige Zusammenhang, repräsentiert durch die Regionstypen und basierend auf den Raumordnungsregionen, beeinflusst die Entwicklungschancen der zugehörigen Kreise, die dadurch ein implizites Lagekriterium erhalten. Die amtliche Regionalstatistik bezieht sich zumeist auf die Ebene der Stadt- oder Landkreise, deren Entwicklung und Erscheinungsbild - nicht zuletzt durch die planungshoheitliche Aufgabe - durch die Gemeinden geprägt wird. Bei der Neutypisierung von Räumen durch das BBSR im Jahr 2011 wurde daher ein bottom-up-Ansatz gewählt, bei dem die tatsächlichen Siedlungsstrukturmerkmale herangezogen

⁵ Zum Stichtag 31.12.2010 (81.751.602 Einwohner in Deutschland) beherbergen die sehr peripher gelegenen ländlichen Gemeinden nach dem BBSR-Typisierungsansatz rund 2,45 Mio. Einwohner, in peripheren ländlichen Gemeinden leben rund 8 Mio. Einwohner (vgl. BBSR o.J. a; destatis 2018a).

werden. Die Lagegunst bzw. -ungunst wird dabei als eigenständige Dimension aufgefasst, die jedoch mit dem siedlungsstrukturellen Kreistyp verknüpft werden kann (vgl. BBSR o.J. b).

Die Bildung der Kreistypen erfolgt über die insgesamt 363 deutschen Kreisregionen und nicht über die 402 Stadt- und Landkreise selbst. Die Typenbildung erfolgt über die Strukturmerkmale:

- Bevölkerungsanteil in Groß- und Mittelstädten
- Einwohnerdichte der Kreisregion
- Einwohnerdichte der Kreisregion ohne Berücksichtigung der Groß- und Mittelstädte

Insgesamt werden bei den siedlungsstrukturellen Kreistypen vier Gruppen unterschieden:

1. **Kreisfreie Großstädte** mit mindestens 100.000 Einwohner
2. **Städtische Kreise** mit einem Bevölkerungsanteil in Groß- und Mittelstädten von mindestens 50 % und einer Einwohnerdichte von mindestens 150 Einwohnern/km² sowie Kreise mit einer Einwohnerdichte von mindestens 150 E/km², Groß- und Mittelstädte ausgenommen
3. **Ländliche Kreise mit Verdichtungsansätzen** und einem Bevölkerungsanteil in Groß- und Mittelstädten von mind. 50 %, aber einer Einwohnerdichte unter 150 E/km²; sowie Kreise mit einem Bevölkerungsanteil in Groß- und Mittelstädten unter 50% mit einer Einwohnerdichte von mindestens 100 E/km², ohne Groß- und Mittelstädte
4. **Dünn besiedelte ländliche Kreise** mit einem Bevölkerungsanteil in Groß- und Mittelstädten unter 50 % und einer Einwohnerdichte unter 100 E/km² ohne Groß- und Mittelstädte

Dieser methodisch neue bottom-up-Ansatz führt zu einer mit Blick auf die bundesweite Darstellung in erster Linie übersichtlicheren Typisierung der Räume mit Regionalbezug, wodurch die Klassifizierung in städtische bzw. ländliche Regionen zunächst zwar einfacher erscheint, wie in Abbildung II-1-3 veranschaulicht, jedoch ebenso mit einer erheblichen Abstraktion einhergeht.

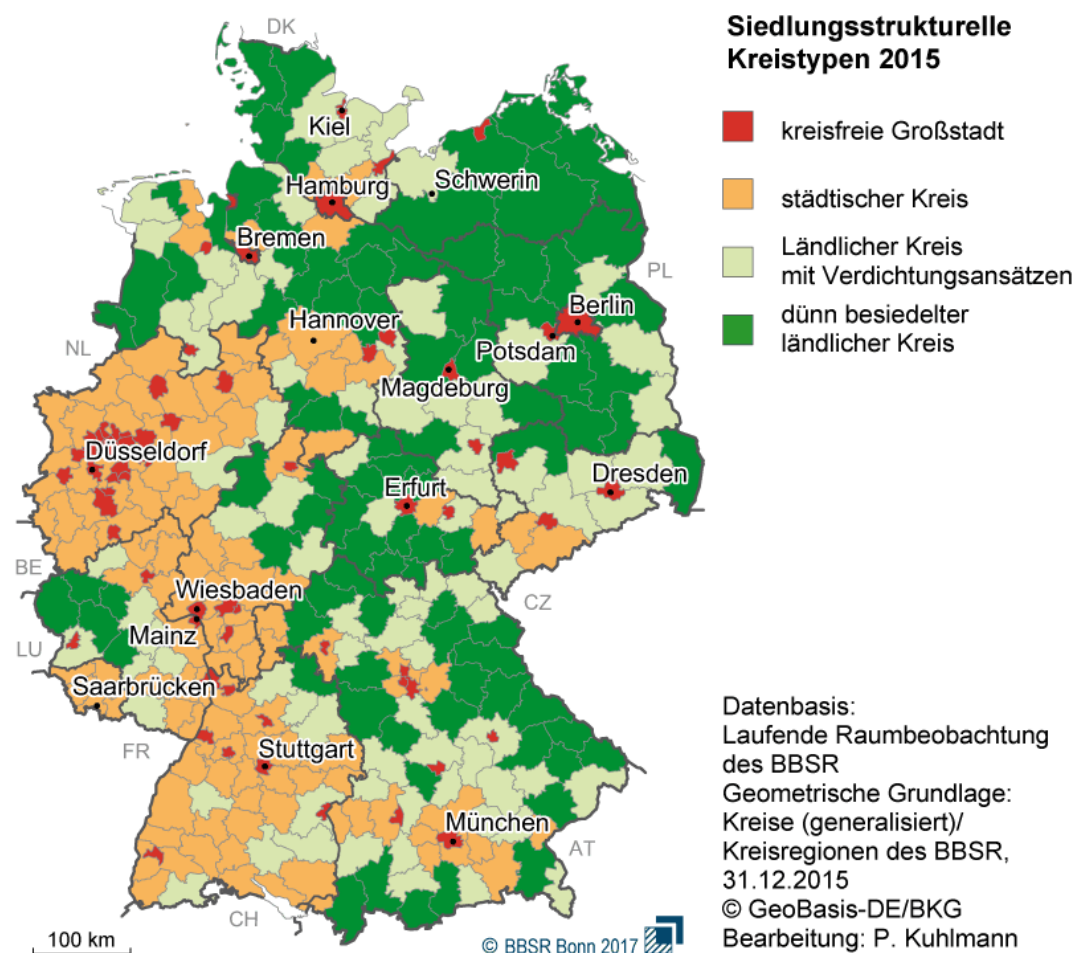


Abb. II-1-3: Siedlungsstrukturelle Kreistypen nach BBSR 2015
(Quelle: BBSR o.J. b)

Aus Sicht des BBSR wird damit die Frage der Unterscheidung des ländlichen und des städtischen Raumes folgendermaßen abstrahierend definiert:

- **Städtischer Raum:** kreisfreie Großstädte und städtische Kreise
- **Ländlicher Raum:** ländliche Kreise mit Verdichtungsansätzen und dünn besiedelte ländliche Kreise

Diese Abgrenzung nach Kreisstrukturtypen ermöglicht damit einerseits die stark abstrahierende Unterscheidung des städtischen und des ländlichen Raumes, entlang der quantitativen Methodik (vgl. BBSR o.J. c), wie in Abbildung II-1-4 dargestellt. Andererseits verkennt diese Abstraktion die eigentlichen Herausforderungen, die im Zusammenhang mit den in weiten Teilen dispersen Strukturen ländlicher Räume einhergehen und vor allem auf oder sogar unterhalb der Ebene der Gemeinden relevante Problemstellungen, z.B. im Hinblick auf die Sicherung der Daseinsvorsorge nach sich ziehen.

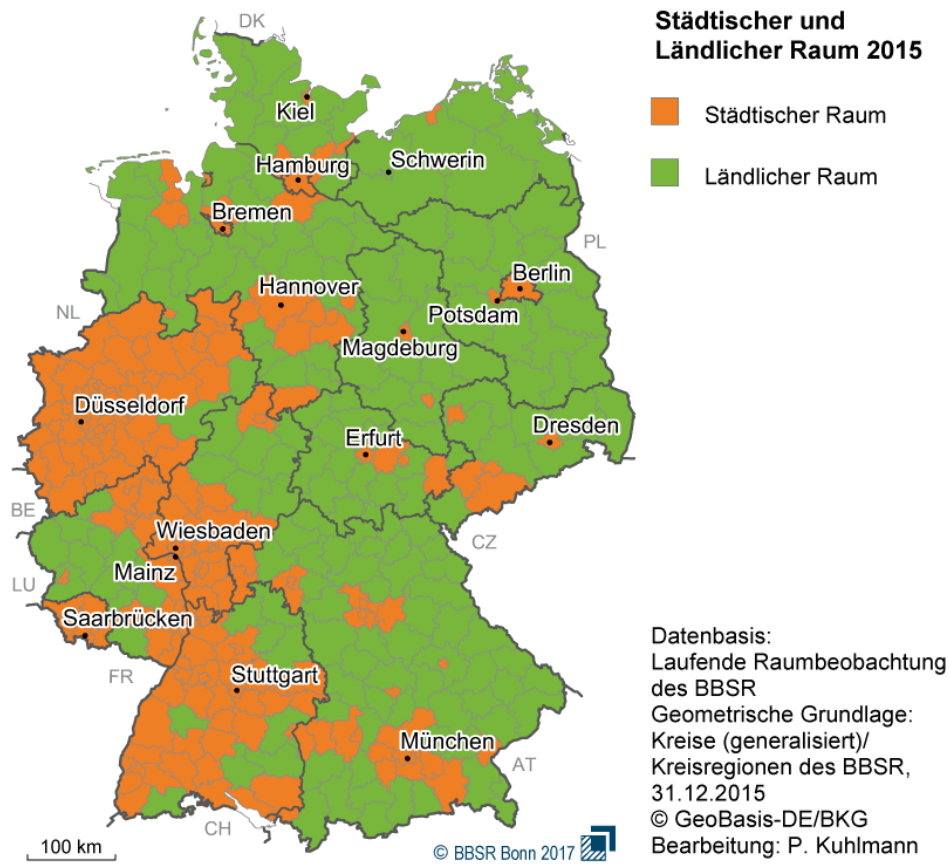


Abb. II-1-4: Städtischer und ländlicher Raum nach Kreistypen des BBSR 2015
(Quelle: BBSR o.J. c)

Aus Sicht des BBSR kann jedoch die Frage der Verteilung von Fläche und Bevölkerung auf städtische und auf ländliche siedlungsstrukturelle Kreistypen definiert werden, wie in Abbildung 1-5 veranschaulicht.

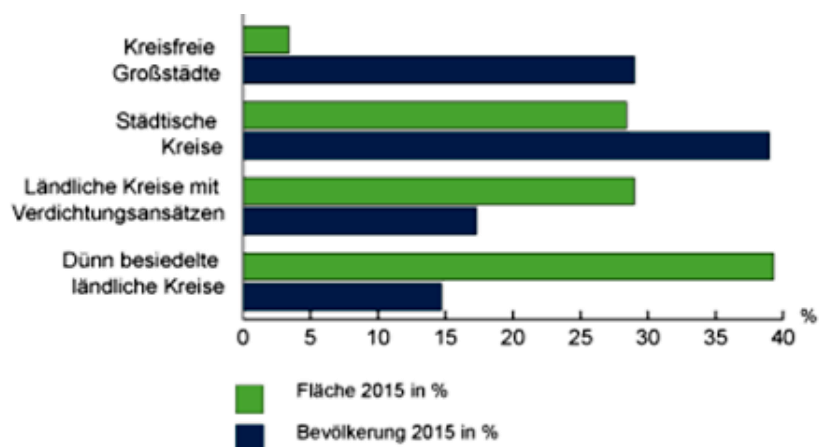


Abb. II-1-5: Verteilung von Fläche und Bevölkerung auf siedlungsstrukturelle Kreistypen nach BBSR 2015 (Quelle: BBSR o.J. c)

Gegenüber der vorangegangenen Abgrenzungsmethodik, nach dem top-down-Ansatz des BBSR aus dem Jahr 2010, ergibt sich ein hinsichtlich der Quantifizierung der Flächenproportionen geringfügig unterschiedliches Bild. Entsprechend der siedlungsstrukturellen Kreistypen beträgt die flächenhafte Ausdehnung des ländlichen Raumes in Deutschland im Bezugsjahr 2015 rund 68 % gegenüber rund 32 % städtischer Raumstrukturen⁶. Ferner sollen nach dieser Raumabgrenzung rund 67 % der Bevölkerung in städtischen Raumstrukturen leben, was der Anzahl der in überwiegend städtisch geprägten Gemeinden lebenden Bevölkerung aus vorangegangener Raumabgrenzung gleicht. Hieraus ergibt sich dennoch eine beträchtliche Abweichung gegenüber den BBSR-Raumstrukturtypen 2010, da die 15 % in teilweise städtischen Strukturen lebende Bevölkerung unberücksichtigt bleibt bzw. entlang der Unterscheidung siedlungsstruktureller Kreistypen zu den ländlichen Kreisen gezählt werden müsste. Auf Basis dieser Annahme ergibt sich ein in ländlichen Kreisen lebender Bevölkerungsteil von 33 % bzw. 27,2 Mio. Personen⁷, was erheblich von den 14,7 Mio. Personen gemäß des BBSR-Typisierungsansatzes von 2010 abweicht.

Die beiden BBSR-Methoden sollen in dieser Arbeit als Möglichkeiten der Raumabgrenzung aufgeführt werden und als Basis, für die in dieser Arbeit deskriptiv angezeigte Definition des ländlichen Raumes dienen. Ferner jedoch auch die unterschiedlichen Herangehensweisen und Ergebnisse- hier im speziellen quantitativer Verfahren - zur Raumabgrenzung aufzeigen. Gleichwohl wird deutlich, dass die in dieser Arbeit benötigte Begriffsexplikation nicht allein über ein quantitatives Verfahren herzuleiten ist und die Verwendung des Typus „ländlicher Raum“ weiterer Differenzierung bedarf. Insbesondere ist das - für die Zwecke des BBSR, z.B. zur politischen Steuerung der Raumentwicklung auf Bundesebene grundsätzlich sinnvolle – Maß der Abstraktion für die in dieser Arbeit behandelten Problemstellungen auf und unterhalb der Gemeinden und Gemeindeverbände nicht zielführend.

II-1.1.3 Ländliche Raumtypen in Deutschland nach THÜNEN INSTITUT

Das THÜNEN INSTITUT typisiert ländliche Räume anhand zweier Dimensionen und operationalisiert diese entlang mehrerer Indikatoren. Zuerst wird die Dimension der „Ländlichkeit“ genutzt, um ländliche Regionen von nicht-ländlichen Regionen abzugrenzen und innerhalb dieser Raumkategorie zwischen eher ländlichen und sehr ländlichen Räumen zu unterscheiden. Der Grad der Ländlichkeit richtet sich dabei nach

⁶ Nach den BBSR-Raumstrukturtypen 2010 gelten 61 % der Fläche Deutschlands als ländliche Räume und 39 % der Fläche als teilweise oder überwiegend städtisch (vgl. BBSR o.J. a).

⁷ Zum Stichtag 31.12.2015 betrug die Bevölkerung Deutschlands 82.175.684 (vgl. destatis 2018a).

der Siedlungsdichte, dem Anteil an land- und forstwirtschaftlicher Fläche, dem Anteil an Ein- und Zweifamilienhäusern, dem Bevölkerungspotential und der Erreichbarkeit großer Zentren. Zudem wird die Dimension der „sozioökonomischen Lage“ herangezogen, um die Regionen weiter auszudifferenzieren. Das THÜNEN INSTITUT unterscheidet bei der Anwendung seiner Methodik, neben dem nicht-ländlichen Typ, zwischen vier verschiedenen ländlichen Raumtypen. Durch dieses Kontinuummodell soll die gesamte Bandbreite der verschiedenen ländlichen Raumtypen, zwischen den Polen des hochverdichteten metropolitanen Zentrums einerseits und den dünn besiedelten peripheren Räumen andererseits, abgebildet werden. Den räumlichen Bezug stellt die Ebene der Kreisregionen.

Die Dimension der Ländlichkeit

Die Dimension der *Ländlichkeit* wurde auf Basis einer Literaturrecherche über zentrale Merkmale abgeleitet, welche in diesem Zusammenhang einerseits häufig assoziiert sind und sich andererseits als messbare Eigenschaften für eine flächenspezifische Abgrenzung und Typisierung differenzieren lassen. Aufbauend auf den wissenschaftlichen Darstellungen einiger Autoren (vgl. z.B. Grabski-Kieron 2007; Henkel 2004; Hoppe 2010; Weingarten et al. 2010; Borsdorf, Bender 2010) kann die Ländlichkeit nach dem THÜNEN INSTITUT aus einer Kombination der Merkmale einer geringen Siedlungsdichte, einer lockeren Wohnbebauung und einer Prägung der Landschaft durch land- und forstwirtschaftliche Flächen sowie einer geringen Einwohnerzahl im Einzugsbereich und einer peripheren Lage zu großen Zentren definiert werden (vgl. ebd. 2016: 4). Durch die Kombination dieser Merkmale werden zwei verschiedene Raumkonzepte verknüpft: Der Realraum, der bildhaft mit einem Container gleichgesetzt wird, beinhaltet konkrete physisch-materielle Sachverhalte in einem Wirkungsgefüge, z.B. die Siedlungsdichte, Wohnbebauung und Flächennutzung. Darüber hinaus werden Räume als System von Lagebeziehungen materieller Objekte, d.h. im Sinne eines relationalen Raumverständnisses betrachtet. Dabei gilt der Bedeutung von Standorten, Lagerrelationen und Distanzen besonderes Augenmerk, so z.B. bei der Einwohnerzahl im Einzugsbereich und der Erreichbarkeit großer Zentren (vgl. ebd. 2016: 4f., nach Wardenga 2002: 5).

Zur Definition der Dimension der *Ländlichkeit* bezieht sich das THÜNEN INSTITUT auf die folgenden fünf Indikatoren, die jedoch erst in der Kombination zur Prägung der ländlichen Raumtypen beitragen und somit nicht als singuläre Indikatoren herangezogen werden können.

- Die **Siedlungsdichte** (E/km² der Siedlungs- und Verkehrsfläche) im Bezugsjahr 2013 auf der Grundlage der Laufenden Raumb Beobachtung des BBSR 2016. Eine geringe Siedlungsdichte gilt als klassisches Merkmal ländlicher Siedlungstypen, da sie Hinweis gibt auf eine tendenziell lockere und offene Bebauungsstruktur mit einem hohen Freiflächenanteil. Mit einer geringen Siedlungsdichte sind ebenfalls verhältnismäßig hohe Pro-Kopf-Kosten für technische Infrastrukturen, z.B. Abwasserleitungen verbunden.
- Den **Anteil der land- und forstwirtschaftlichen Flächen** an der Gesamtfläche in Deutschland im Bezugsjahr 2013 auf der Grundlage der Laufenden Raumb Beobachtung des BBSR 2016. Traditionell werden Dörfer in ländlichen Räumen mit Land- und Forstwirtschaft assoziiert. Auch wenn der primäre Sektor heute keinen zentralen Stellenwert in der Bruttowertschöpfung oder im Arbeitsplatzangebot dieser Räume trägt, so sind Flächennutzung und Landschaft doch durch diese Funktionen geprägt.
- Den **Anteil der Ein- und Zweifamilienhäuser** an allen Wohngebäuden im Bezugsjahr 2013 auf der Grundlage der Laufenden Raumb Beobachtung des BBSR 2016. Prägend für ländliche Raumtypen ist eine offene Bebauung mit Ein- und Zweifamilienhäusern sowie geringen Geschossflächenzahlen. Das führt in der Regel zu einer dispersen Siedlungsstruktur, mit relativ hohem Anteil an Wohnfläche pro Einwohner. Mehrheitlich befinden sich die Gebäude in selbstgenutztem Wohneigentum.
- Das **regionale Bevölkerungspotential** als Median der Einwohnerzahl in allen umliegenden Raumeinheiten mit einer entsprechend der Entfernung abnehmenden Gewichtung, aufbauend auf einer rasterbasierten Projektion durch Eurostat mit dem Bezugsjahr 2011. Jenseits von administrativen Grenzen bezieht das regionale Bevölkerungspotential das Umland mit ein, wobei die Kontakt- und Nutzungshäufigkeit mit der Distanz abnimmt.
- Die **Erreichbarkeit großer Zentren** aus der Summe der Einwohner in den nächstgelegenen 5 Oberzentren mit einer entsprechend der Entfernung abnehmenden Gewichtung, dargestellt als Median über Rasterzellen auf Grundlage des Gebietsstandes der Jahre 2014/2015. Die Einwohner ländlicher Räume legen in der Regel weitere Distanzen zurück als Einwohner in Großstädten. So sind ländliche Räume von weiteren Distanzen und Fahrzeiten zwischen Wohnort und den übrigen Funktionen des Alltags, wie dem Arbeitsplatz oder der Ausbildungsstätte, Versorgungsmöglichkeiten oder Freizeitangeboten gekennzeichnet.

Im Rahmen der Analyse der fünf Indikatoren durch das THÜNEN INSTITUT wird deutlich, dass der Grad der Ländlichkeit mit dem Anteil an Ein- und Zweifamilienhäusern sowie der land- und forstwirtschaftlichen Fläche steigt, bzw. mit der Zunahme der Siedlungsdichte, dem Bevölkerungspotential und der Erreichbarkeit großer Zentren sinkt (vgl. ebd. 2016: 8).

Die Dimension der sozioökonomischen Lage

Über die Dimension der sozioökonomischen Lage werden die ländlichen Raumtypen hinsichtlich ihrer relativ guten bzw. weniger guten sozialen und wirtschaftlichen Bedingungen charakterisiert. Nach dem THÜNEN INSTITUT besteht innerhalb der Fachöffentlichkeit jedoch weder ein Konsens über geeignete Indikatoren noch über mögliche Methoden zur messtechnischen Erfassung der Dimension. Auf Basis einer Literaturrecherche lassen sich relevante Bereiche ableiten, die sich im Raum überlagern und gegenseitig verstärken. Entlang der Bereiche Einkommen, Beschäftigung, Gesundheit, Bildung, Wohnen und öffentliche Dienstleistungen soll die sozioökonomische Lage auf der Ebene der Kreisregionen und auf Basis der amtlichen Statistik ganzheitlich betrachtet werden (vgl. ebd. 2016: 13). Konkret wurden die folgenden neun Indikatoren analysiert:

- Die **durchschnittliche Arbeitslosenquote**, bemessen über den Anteil der Arbeitslosen an den zivilen Erwerbspersonen im Dreijahresmittel zwischen 2011 und 2013, auf Basis von Daten der laufenden Raumb Beobachtung des BBSR 2016.
- Die **durchschnittlichen Bruttolöhne und -gehälter**, bemessen als Summe der von den ortsansässigen Betrieben gezahlten Bruttolöhne und -gehälter, mitsamt den Sachleistungen je sozialversicherungspflichtig Beschäftigten am Arbeitsort im Dreijahresmittel zwischen 2011 und 2013, auf Basis von Daten der laufenden Raumb Beobachtung des BBSR 2016.
- Das **Medianeinkommen** aller Lohn- und Einkommenssteuerpflichtigen im Jahr 2010, auf Basis der Lohn- und Einkommenssteuerstatistik.
- Die **durchschnittliche kommunale Steuerkraft** im Dreijahresmittel zwischen 2011 und 2013, auf Basis von Daten der laufenden Raumb Beobachtung des BBSR 2016.

- Der **durchschnittliche Wanderungssaldo der 18 - 29-Jährigen** im Dreijahresmittel zwischen 2011 und 2013, auf Basis von Daten der laufenden Raubeobachtung des BBSR 2016.
- Der **proportionale Wohnungsleerstand** 2011 auf Basis der Gebäude und Wohnungszählung.
- Die **durchschnittliche Lebenserwartung der Frauen** im Dreijahresmittel zwischen 2011 und 2013, auf Basis von Daten der laufenden Raubeobachtung des BBSR 2016.
- Die **durchschnittliche Lebenserwartung der Männer** im Dreijahresmittel zwischen 2011 und 2013, auf Basis von Daten der laufenden Raubeobachtung des BBSR 2016.
- Die **durchschnittliche Schulabbrecherquote** im Dreijahresmittel zwischen 2011 und 2013, auf Basis von Daten der laufenden Raubeobachtung des BBSR 2016.

Die Überlagerung der beiden Dimensionen, der *Ländlichkeit* und *sozioökonomischen Lage*, wird in Abbildung II-1-6 kartographisch dargestellt. Die eher ländlichen und sehr ländlichen Räume werden dabei in jedem Flächenland augenscheinlich. Ebenso auffällig ist die Typisierung weiter Teile Brandenburgs sowie ganz Sachsens in eher ländliche Räume, mit Ausnahme der nicht ländlichen Kreisregionen. Hier werden die starken Ausstrahlungseffekte Berlins und Stettins, im Grenzgebiet, bzw. des sächsischen Dreiecks um Chemnitz, Dresden, Leipzig und Zwickau deutlich. Ebenso wirksam ist der verhältnismäßig geringe Anteil an Ein- und Zweifamilienhäusern in den neuen Bundesländern. Der mehrheitliche und stark politisch motivierte Geschosswohnungsbau zu DDR-Zeiten sowie das Ausbleiben der ersten großen Suburbanisierungswelle, verbunden mit verstärktem Ein- und Zweifamilienhausbau ab den 1960er Jahren, wie sie in den alten Bundesländern zu beobachten war, wirken sich im Rahmen dieser Typisierung negativ auf die Dimension der Ländlichkeit aus. Für das Land Rheinland-Pfalz wird entsprechend dieser Typisierung insbesondere die sehr ländliche Prägung mit weniger guter sozioökonomischer Lage in vielen Kreisregionen deutlich. Gerade im Vergleich der vorangegangenen Typisierungsansätze werden erhebliche Unterschiede der Ländlichkeit im Flächenbundesland deutlich. Dieser Typisierungsansatz bietet damit einen erheblichen Mehrwert in der Differenzierung ländlicher Räume, z.B. gegenüber den siedlungsstrukturellen Kreistypen des BBSR aus dem Jahr 2015. Die verschiedenen

Indikatoren zur Erfassung der Ländlichkeit sowie sozioökonomische Lage ermöglichen eine erweiterte Differenzierung ländlicher Raumtypen gegenüber vorangegangenen Ansätzen, die der raumstrukturellen Beschaffenheit auf der Bezugsebene der Kreisregionen angemessener Rechnung trägt. Die Lagegunst von Kreisregionen in der Nähe der Oberzentren Kaiserslautern und Koblenz bzw. in der Vorderpfalz, mit Nähe zu den Metropolregionen Rhein-Neckar und Rhein-Main sowie der Landeshauptstadt Mainz wird hier nur entsprechend der Typisierung eher ländlich deutlich, was mutmaßlich auf geringe Siedlungsdichten, einen relativ hohen Anteil an offener Bebauung in Ein- und Zweifamilienhausbauweise und die verstärkt land- und forstwirtschaftliche Flächennutzung zurückzuführen ist. In den Bundesländern Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen sind alle vier ländlichen Raumtypen vorzufinden. Bayern und Hessen weisen ein ähnlich heterogenes Bild auf. Die Darstellung der sozioökonomischen Lage spiegelt das in der Fachöffentlichkeit vertraute West-Ost und Süd-Nord-Gefälle in Deutschland wider (vgl. ebd. 2016: 26).

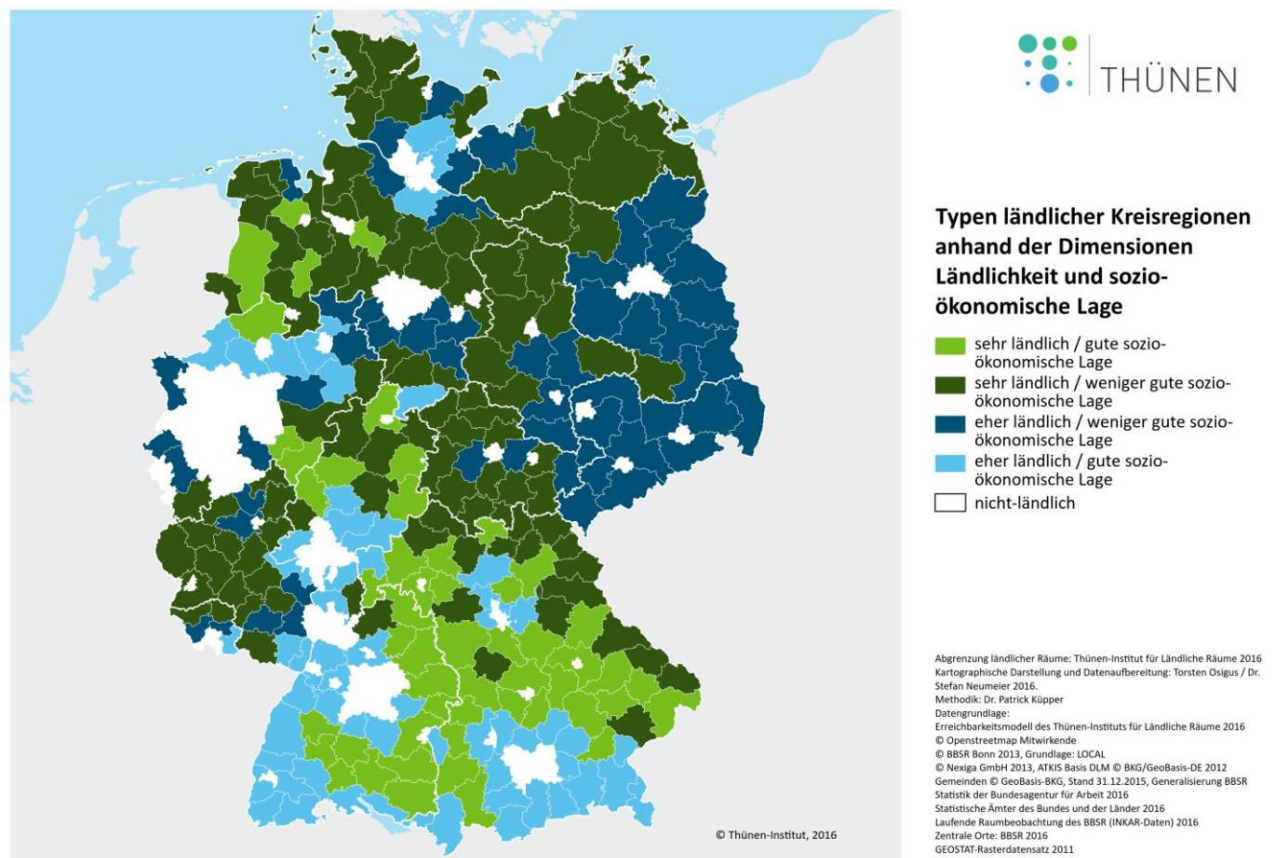


Abb. II-1-6: Typen ländlicher Kreisregionen anhand ihrer Ländlichkeit und sozioökonomischen Lage (Quelle: Thünen Institut 2016: 26)

In der Summe werden 267 der 361 bundesdeutschen Kreisregionen als ländlich typisiert. Entsprechend dieser Abgrenzungsmethodik leben rund 57 % der deutschen Bevölkerung in ländlichen Räumen auf rund 91 % der Gesamtfläche Deutschlands, wobei die Verteilung der Bevölkerung auf die vier ländlichen Raumtypen zwischen 11 und 16 % relativ ausgeglichen ist. Die Überlagerung der beiden Dimensionen macht deutlich, dass der sehr ländliche Typ mit weniger guter sozioökonomischer Lage, mit knapp 40 %, den größten Flächenanteil stellt. Hier leben jedoch nur etwa 16 % der Einwohner (vgl. ebd. 2016: 27). Erneut werden die großen Unterschiede in der Bilanzierung der ländlichen Raumtypen, hinsichtlich ihrer flächenhaften Ausdehnung sowie ihrer Bevölkerungszahlen deutlich. Legt man die Bevölkerungszahlen Deutschlands aus dem Jahr 2013⁸ zugrunde, so leben entsprechend der Typisierung des THÜNEN INSTITUTs rund 46 Mio. Menschen in ländlichen Räumen und 12,9 Mio. Menschen im sehr ländlichen Raumtyp mit weniger guter sozioökonomischer Lage (vgl. ebd. 2016: 27; destatis 2018a). Entsprechend dieser Abgrenzungsmethodik wird deutlich, dass nicht nur ein beträchtlicher Teil Deutschlands durch ländliche Raumtypen geprägt ist, sondern auch ein erheblicher Teil der Bevölkerung Deutschlands in Räumen mit zumindest defizitärer sozioökonomischer Lage wohnhaft ist. Die Typisierung des THÜNEN INSTITUTs zeigt damit zumindest implizit den Umfang der Herausforderungen an, denen ländliche Raumtypen, im Zuge des demographischen Wandels und den erheblichen zu erwartenden Bevölkerungsverlusten insbesondere in sehr ländlichen bzw. peripheren Räumen, z.B. in Rheinland-Pfalz, gegenüberstehen.

Die Proportionen des Flächen- sowie des Einwohneranteils für die definierten Raumtypen wird in Abbildung II-1-7 dargestellt.

⁸ Zum 31.12. des Bezugsjahres 2013 beträgt die Bevölkerungszahl in Deutschland 80.767.463 Menschen (destatis 2018a).

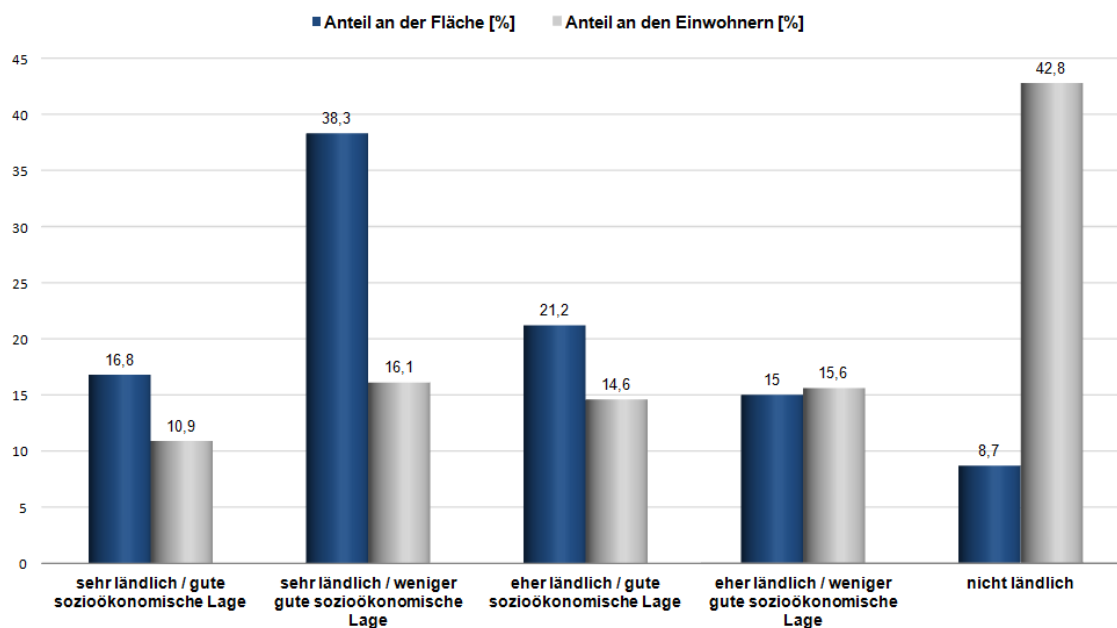


Abb. II-1-7: Anteile von Fläche und Einwohnern der einzelnen Raumtypen
(Quelle: Eigene Darstellung nach Thünen Institut 2016: 27)

Der Ansatz des THÜNEN INSTITUTS zur Typisierung ländlicher Räume wurde mit dem Motiv entwickelt, Räume aus Daten der amtlichen Statistik systematisiert analysieren und beschreiben zu können. Mit der Abgrenzungsmethodik wurde ein Beitrag geleistet, die Fachdiskussion entlang abstrakter Begriffe, wie z.B. ländlich, peripher oder strukturschwach zu erleichtern. Die insgesamt 14 Indikatoren haben zu einer erweiterten Differenzierung ländlicher Raumtypen beigetragen und ermöglichen das Abbilden von 4 Typen ländlicher Räume entlang der Dimensionen *Ländlichkeit* und *sozioökonomische Lage*. Die Abgrenzung und Darstellung können zum Monitoring der Räume, oder zur vergleichenden Analyse von Typen ländlicher Räume und den ihnen innewohnenden Charakterisierungen genutzt werden. Das durch diesen Ansatz dargestellte Verständnis der ländlichen Raumtypen, im Sinne eines morphologischen, funktionalen und relationalen Kontinuums, grenzt sich von der soziokulturellen Dimension ländlicher oder städtischer Lebensstile ab. Die Ländlichkeit soll hier bewusst den funktionalen Charakter der Räume beschreiben, ohne bestimmte ländliche oder städtische Lebensstile einzubeziehen (vgl. ebd. 2016: 29f.).

Aus der Analyse und Darstellung der sozioökonomischen Lage geht hervor, dass zwischen den Typen ländlicher Räume Ungleichheiten bestehen und diese grundsätzliche Pfadabhängigkeiten aufweisen. So ist davon auszugehen, dass sich die Raumtypen hinsichtlich ihrer Entwicklungsmöglichkeiten unterscheiden: Eine Raumeinheit mit geringer Ressourcenausstattung und weniger guter sozioökonomischer

Lage hat tendenziell ungünstigere Entwicklungsmöglichkeiten als Raumeinheiten mit besserer sozioökonomischer Lage. Dennoch ist die Abgrenzung der Kategorien „gut“ und „weniger gut“ nicht statisch und folglich grundsätzlich veränderbar. Ebenso unterliegt die Perzeption des Begriffs der „Ländlichkeit“ einem Wandel über die Zeit und ist stark vom gesellschaftlichen Kontext und dem Entwicklungsstand einer Volkswirtschaft abhängig (vgl. ebd. 2016: 29f.). Möglich ist somit, dass sich die Raumbezüge hinsichtlich ihrer Typisierungen, z.B. im Sinne ihrer Ländlichkeit oder sozioökonomischen Lage entwickeln können.

II-1.1.4 Zwischenfazit: Arbeitsdefinition ländlicher Räume in Deutschland

In der Fachöffentlichkeit besteht ein breiter Konsens darüber, dass es den einen ländlichen Raum in Deutschland nicht gibt. Verschiedene Quellen (vgl. z.B. Henkel 2004; Grabski-Kieron 2007; BBSR o.J. a; BBSR o.J. b; Thünen Institut 2016) belegen unterschiedliche Definitions- bzw. Typisierungs-, Quantifizierungs- oder Abbildungsansätze ländlicher Raumtypen, die sich ebenso an unterschiedlichen Indikatoren zur Abgrenzung und Abbildung der Raumtypen orientieren. Die systematisierte Typisierung ländlicher Räume bedeutet naturgemäß eine Abstraktion der ihnen innewohnenden natur- und kulturräumlichen Beschaffenheit, die sich entsprechend ihrer komplexen und heterogenen Morphogenese durchaus unterscheiden kann. Gleichwohl ist es im Rahmen einer wissenschaftlichen Auseinandersetzung nicht hilfreich, auf die Einzigartigkeit jedes einzelnen ländlichen Raumes oder ländlicher Städte und Dörfer hinzuweisen (vgl. Thünen Institut 2016: 30). Grundsätzlich, so kann konstatiert werden, ist das Abbilden eines Kontinuums ländlicher Räume notwendig, um der Vielfalt ländlicher Raumtypen gerecht zu werden. Die unterschiedlichen Herausforderungen, z.B. hinsichtlich der Daseinsvorsorge auf oder unterhalb der Gemeindeebene in besonders ländlichen, peripheren oder strukturschwachen Räumen können mithilfe der Typisierungsansätze, trotz unterschiedlicher Differenzierungsgrade, lediglich angedeutet werden. Der Typisierungsansatz des THÜNEN INSTITUTs, der eine höhere Anzahl von Indikatoren berücksichtigt, ermöglicht einen Eindruck der flächenmäßigen Anteile von Raumtypen mit größeren strukturellen Herausforderungen. Gleichzeitig bleibt festzustellen, dass auch in den sehr ländlichen Räumen mit weniger guter sozioökonomischer Lage kleine Landstädte existieren, die sich hinsichtlich ihrer strukturellen und sozioökonomischen Ausstattung und Potentiale von umliegenden Gemeinden mit Dorfcharakter abheben.

Alle der hier aufgeführten Typisierungsansätze von Räumen orientieren sich an Dichtewerten, wobei sie unterschiedliche Flächenbezüge heranziehen. So wird zwischen der rasterbasierten gewichteten Bevölkerungsdichte mit Bezug zur Siedlungsfläche (vgl. BBSR 2010 o.J. a), der Einwohnerdichte der Kreisregion mit und ohne Berücksichtigung der Groß- und Mittelstädte (vgl. BBSR o.J. b) sowie der Siedlungsdichte der Kreisregionen (vgl. Thünen Institut 2016) zur Typisierung der Besiedlung unterschieden. Das Bevölkerungspotential im Zusammenhang mit der Erreichbarkeit großer Zentren wird sowohl im Ansatz des THÜNEN INSTITUTs (2016) als auch dem des BBSR (o.J. a) herangezogen.

Hinsichtlich des Differenzierungsgrades ländlicher Raumtypen und der Anzahl berücksichtigter Indikatoren tritt der Ansatz des THÜNEN INSTITUTs positiv hervor. Neben der Siedlungsdichte bezieht der Ansatz des THÜNEN INSTITUTs ebenso den Anteil der land- und fortwirtschaftlich genutzten Fläche sowie den Anteil der Ein- und Zweifamilienhäuser mit ein, um den Grad der Ländlichkeit zu bestimmen. Zur Typisierung und Abbildung der sozioökonomischen Dimension werden die folgenden neun Indikatoren herangezogen, die in der Überlagerung ein relativ differenziertes Bild sozioökonomischer Beschaffenheit der Raumtypen zulassen: Die Arbeitslosenquote, Bruttolöhne und Gehälter, das Medianeinkommen, die kommunale Steuerkraft, der Wanderungssaldo der 18- bis 29-Jährigen, der Wohnungsleerstand, die Lebenserwartung von Männern und Frauen sowie die Schulabbrecherquote (vgl. ebd. 2016).

Gemäß des Typisierungsansatzes des THÜNEN INSTITUTs (2016) wird, in Abhängigkeit der strukturellen Ausgangssituation der ländlichen Räume, zwischen folgenden ländlichen Kategorien abstrahiert:

- Sehr ländliche Räume, mit guter sozioökonomischer Ausgangslage
- Sehr ländliche Räume, mit weniger guter sozioökonomischer Ausgangslage
- Eher ländliche Räume, mit weniger guter sozioökonomischer Ausgangslage
- Eher ländliche Räume, mit guter sozioökonomischer Ausgangslage

Die BBSR-Raumstrukturtypen (o.J. a) unterscheiden, entsprechend der Basisstrukturmerkmale Besiedlung und Lage, zwischen den folgenden vier ländlichen Raumtypen, die alle auch im Flächenbundesland Rheinland-Pfalz auftreten:

- Sehr peripherer ländlicher Raum
- Peripherer ländlicher Raum
- Zentraler ländlicher Raum
- Sehr zentraler ländlicher Raum

Dennoch bildet keiner der Typisierungsansätze ein differenziertes Bild der strukturellen Beschaffenheit ländlicher Raumtypen ab, das der Heterogenität ländlicher Gemeinden, gerade in Hinblick der Unterscheidung zwischen ländlichen Kleinstädten, Landstädten und Dörfern nach ihrer Einwohnerzahl, ihrer Verflechtungen und funktionalen Beschaffenheiten und insbesondere den sich ergebenden Problemstellungen und Herausforderungen, z.B. hinsichtlich der Daseinsvorsorge in diesen Räumen Rechnung trägt.

Im Rahmen dieser Arbeit soll nun eine Arbeitsdefinition für ländliche Räume, welche naturgemäß auch deren Städte und Dörfer beinhaltet, aufgestellt werden. Die Arbeitsdefinition orientiert sich an der Fokussierung der Problemstellung und berücksichtigt nicht alle der oben genannten Indikatoren. Auf eine Anzahl und Benennung ländlicher Raumtypen, deren Flächenanteil in Deutschland sowie die Benennung der Anzahl in ländlichen Raumtypen wohnhaften Bevölkerungszahl wird an dieser Stelle bewusst verzichtet.

Arbeitsdefinition ländlicher Räume in Deutschland

Ländliche Räume weisen eine im Bundesvergleich überproportional hohe land- und forstwirtschaftlich geprägte Freiraumstruktur auf und liegen damit per definitionem außerhalb von hinsichtlich ihrer Siedlungs- und Verkehrsfläche sowie Bevölkerungszahl verdichteten Räumen oberzentraler Funktionen. Städte in ländlichen Räumen können maximal mittelzentrale Funktionen bedienen und weisen, in Abhängigkeit ihrer Größe und Lage im Gesamtraum, sehr unterschiedliche Entwicklungsdynamiken und Ausstattungsniveaus auf. Ländliche Gemeinden und insbesondere Dörfer verfügen über eine geringe Bevölkerungsdichte von in der Regel weniger als 150 Einwohnern/km², die dennoch variieren kann. Landstädte oder ländliche Kleinstädte können ebenso Bevölkerungsdichten von mehr als 200 Einwohnern/km² aufweisen¹. Die Siedlungsstruktur ist dabei dispers und die Siedlungskörper, insbesondere in den Randbereichen, von offener Bebauungsstruktur, einem hohen Anteil an Ein- und Zweifamilienhäusern sowie von geringen Geschossflächenzahlen geprägt. In Abhängigkeit ihrer Lage und Anbindung an Agglomerationen treten verschiedene Typen ländlicher Gemeinden auf, die mit zunehmender Distanz zum nächsten Oberzentrum an Ländlichkeit zunehmen und an Ausstattung, Größe der Siedlungen sowie potenzieller Tagesbevölkerung abnehmen. Diese Pfadabhängigkeit gilt gleichermaßen für die sozioökonomische Dimension, die sich z.B. über Wohnungsleerstände oder das Wanderungssaldo der Bildungs- und Berufswanderer messen lässt. So verfügen ländliche Gemeinden mit wachsender Distanz zum nächsten Oberzentrum über eine zunehmend schlechtere sozioökonomische Ausgangslage.

¹ Vgl. Abschnitt II-1.2.4.1, Tab. II-1-2.

II-1.2 Raumstrukturen in Rheinland-Pfalz

Das Flächenbundesland Rheinland-Pfalz im Südwesten Deutschlands zeichnet sich durch eine sehr heterogene Siedlungsstruktur, mit kreisfreien Städten überregionaler Strahlkraft, aber auch großen Anteilen von Flächen und Siedlungen in ländlichen Raumtypen aus. Das Bundesland verfügt mit der Deutschen Weinstraße in der Vorderpfalz über ein bedeutendes kulturelles Erbe ländlicher Prägung, mit räumlicher Nähe zu den Europäischen Metropolregionen Rhein-Neckar und Rhein-Main. Entgegen

dieser Gunstlage hinsichtlich der überregionalen Vernetzung der Vorderpfalz, zwischen der Rheinebene und dem Oberzentrum Kaiserslautern, mit stark positiven Auswirkungen auf den Tourismus sowie im Bereich des Wohnens, sind die Räume in peripherer Lage der Oberzentren Kaiserslautern, Trier und Koblenz sowie Mainz und Ludwigshafen in der Rheinebene als ländlich zu typisieren: mit dispersen Siedlungsstrukturen und einer Vielzahl an kleinen Siedlungen mit weniger als 1.000 Einwohnern. Auch für Rheinland-Pfalz gibt es verschiedene Typisierungs- und Definitionsansätze für Raumtypen, die im Folgenden Erläuterung finden sollen.

II-1.2.1 Raumstrukturtypen nach dem Landesentwicklungsprogramm IV Rheinland-Pfalz

Im Landesentwicklungsprogramm IV Rheinland-Pfalz (LEP IV RLP) wird die großräumige Verteilung von Bevölkerung und Siedlung in generalisierender Form anhand von Kriterien der Bevölkerungs- und Siedlungsstruktur unterschieden. Die kriterienbasierte Typisierung der räumlichen Strukturen stellt keine Bewertung dar, sondern dient vielmehr als Hintergrundinformation. Die rheinland-pfälzische Landesplanung differenziert die raumstrukturelle Ausgangslage in zwei Raumstrukturtypen, den Verdichtungsräumen und den ländlichen Räumen, entlang der Kriterien *Siedlungs- und Bevölkerungsdichte* sowie *Zentrenerreichbarkeit* (vgl. MDI RLP 2008: 39):

Verdichtungsräume werden dabei folgendermaßen ausdifferenziert:

- hochverdichtete Bereiche
- verdichtete Bereiche mit konzentrierter Bevölkerungs- und Siedlungsstruktur sowie verdichtete Bereiche mit disperser Bevölkerungs- und Siedlungsstruktur
- Bereiche mit hoher und niedriger Zentrenerreichbarkeit und Auswahlmöglichkeiten unter Zentren der mittelzentralen Ebene

Ländliche Räume werden nach den folgenden Untertypen unterschieden:

- Bereiche mit konzentrierter Bevölkerungs- und Siedlungsstruktur (bzw. mit Verdichtungsansätzen) sowie Bereiche mit disperser Bevölkerungs- und Siedlungsstruktur
- Bereiche mit hoher und niedriger Zentrenerreichbarkeit und Auswahlmöglichkeiten unter Zentren der mittelzentralen Ebene

Die Bevölkerung in den Verdichtungsräumen wird auf rund 70 %, der insgesamt mehr als 4 Mio. Einwohner (Stand: 2015)⁹, auf 41 % der Landesfläche bilanziert. Die ländlichen Räume hingegen stellen rund 30 % der Bevölkerung, auf etwa 59 % der Landesfläche.

Jenseits dieser abstrahierenden Typisierung und Quantifizierung dieser Raumstrukturen gilt auch in Rheinland-Pfalz vor allem der Grundsatz der heterogenen Ausgangsbedingungen und der wechselseitigen Einflussnahme sowie vielfältigen Austauschbeziehungen der Räume. Für die Landes- und Regionalplanung haben dem LEP IV RLP zufolge die jeweiligen Besonderheiten der ländlichen Räume und Verdichtungsräume einen vergleichbaren Stellenwert, sodass die individuellen endogenen Potentiale im Sinne sich ergänzender Elemente nutzbar zu machen und auszubauen sind (vgl. MDI RLP 2008: 41).

Grundsätzlich gilt, dass hochverdichtete Räume großflächige Gebiete darstellen, die sich über eine sehr hohe Dichte der Bevölkerung, ein hohes Angebot an Wohnstätten, Arbeitsplätzen, Versorgungseinrichtungen sowie wichtige Verkehrsverknüpfungen auszeichnen und einen entsprechend hohen Anteil an Siedlungs- und Verkehrsflächen aufweisen. Daraus haben sich zusammenhängende Siedlungsstrukturen herausgebildet, welche die jeweiligen administrativen Grenzen überschreiten und so in funktionalen Wechselbeziehungen zueinanderstehen. Diese oftmals als „Stadtregion“ oder „Regionalstadt“ bezeichneten Strukturen verfügen über enge funktionale Verflechtungen zu Metropolregionen oder stellen einen Teil davon, sodass sich der Bevölkerung die Möglichkeit bietet, innerhalb eines überschaubaren zeitlichen Aufwandes zwischen einer Vielzahl von Standorten und deren Angeboten der Daseinsvorsorge zu wählen. Diese räumlichen Verflechtungen werden hier unter dem Begriff „Zentreneerreichbarkeit“ subsummiert. Gute Zentreneerreichbarkeiten und hohe Qualitätsstandards von öffentlichen und privaten Versorgungseinrichtungen begünstigen damit die Verdichtungsräume und fördern die Pendelbeziehungen mit den umliegenden (ländlichen) Räumen. Jedoch verfügt das Land Rheinland-Pfalz über einen hohen Flächenanteil an ländlichen Räumen mit disperser Siedlungsstruktur und teilweise niedriger Zentreneerreichbarkeit und -auswahl (vgl. MDI RLP 2008: 40f.).

Die Verfügbarkeit von Arbeitsplätzen und Infrastrukturen bilden die wesentlichen siedlungsstrukturkonstituierenden Komponenten, auf denen die Wanderungsmotive und somit auch die Verteilung der Bevölkerung in den Flächenbundesländern, wie z.B. Rheinland-Pfalz basieren. Aufbauend auf diesem Grundsatz der Raum- und

⁹ Zum 31.12.2015 betrug die absolute Bevölkerungszahl in Rheinland-Pfalz 4.052.803 Einwohner (Stat. LA RLP 2017: 24)

Strukturentwicklung sind die Siedlungs- bzw. Verdichtungsräume heute als Konzentrationen von Einzelnutzungen im Bereich Wohnen, von Industrie- und Gewerbestandorten sowie Standorten von Infrastruktureinrichtungen und –netzen, wie z.B. Verkehrs-, Energie- oder Abwasserinfrastrukturnetzen zu betrachten. Die Entwicklung dieses Grundgerüsts der Raum- und Siedlungsstruktur in Deutschland und der Teilräume ist somit von den Ausprägungen und räumlichen Verteilungen der jeweiligen Einzelkomponenten *Bevölkerung*, *Arbeitsplatzverfügbarkeit* und *Infrastrukturen* abhängig, die sich, wie in Abbildung II-1-8 dargestellt, wechselseitig bedingen und beeinflussen (vgl. BBR 2005: 27, Albers 2016: 29).

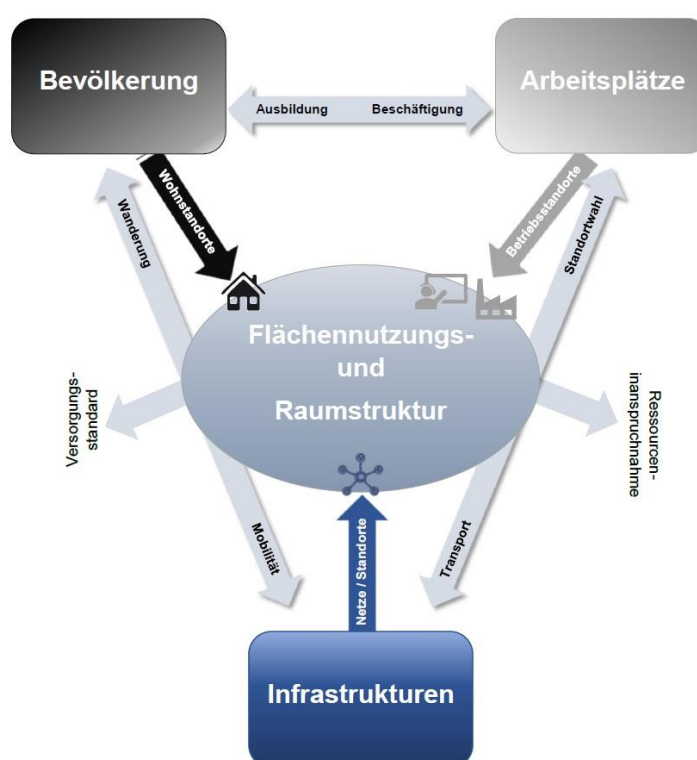


Abb. II-1-8: Komponenten der Raumstrukturentwicklung
(Quelle: Eigene Darstellung nach BBR 2005: 28)

Entgegen der Gestalt dieser Verdichtungsräume, mit ihren konzentrierten Strukturen, erreichen die ländlichen Räume dagegen nur in einzelnen Teilräumen entsprechende Konzentrationen von Bevölkerung und Infrastrukturen. Die übrige Bevölkerung verteilt sich dispers auf eine Vielzahl kleinerer Gemeinden mit Dorfcharakter, mit oftmals weniger als 1.000 Einwohnern. Damit fällt die Erreichbarkeit von Mittel- und Oberzentren und damit auch das Versorgungsniveau in ländlichen Räumen wesentlich ungünstiger aus - mit weitreichenden Konsequenzen für das Entwicklungspotential der Räume sowie deren Bevölkerungsdynamik (vgl. ebd. 2008: 42).

In der in Abbildung II-1-9 dargestellten kartographischen Übersicht der Raumstrukturgliederung in Rheinland-Pfalz aus dem LEP IV RLP (ebd. 2008: 40) werden, wie schon in Abschnitt I auf Bundesebene verschiedenartig abstrahiert dargestellt, die verdichteten Bereiche unterschiedlicher Siedlungsstruktur um die Mittel- und Oberzentren deutlich. Insbesondere die verdichteten Verflechtungsbereiche konzentrierter oder disperser Siedlungsstruktur in räumlicher Nähe zu den europäischen Metropolregionen Rhein-Main und Rhein-Neckar im Osten des Bundeslandes sind augenscheinlich. Diese trotz der im Ursprung schwerpunktmäßig durch Weinbau landwirtschaftlich geprägten Bereiche sind hier nicht als ländliche Räume typisiert. Dies ist zurückzuführen auf die hohe Zentrenreichbarkeit und -auswahl entlang des Zentren-Achsen-Systems in Rheinhessen und der Vorderpfalz sowie in der Region um Koblenz und in Abhängigkeit davon die in erhöhtem Maße wohnhafte Tagesbevölkerung. Das Lage- und Strukturkriterium der Zentrenreichbarkeit und -auswahl ist hier wechselseitig relevante Einflussgröße für die erhöhte Nachfrage und Verdichtung der Siedlungsstrukturen, auch im Sinne der Daseinsvorsorge sowie einer ausdifferenzierten Wirtschaft mit teilweise höherwertigen Dienstleistungsbetrieben. Die erweiterten Einzugsbereiche der Ober- und Mittelzentren sind entsprechend der Bevölkerungsprojektionen dennoch nicht frei von demographischen Problemlagen (vgl. ebd. 2008: 52), insbesondere in der Vorderpfalz entlang der Weinstraße. Diese Verflechtungsbereiche sollen aber aufgrund der verhältnismäßig guten Ausgangslage, durch die hohe Zentrenreichbarkeit und -auswahl sowie der zu erwartenden Wanderungsgewinne, (vgl. ebd. 2008: 49) keine weitere Berücksichtigung in dieser Arbeit finden.

Auffällig ist zudem, dass ebenso ländliche Bereiche mit disperser Siedlungsstruktur mit einer hohen Zentrenreichbarkeit und -auswahl typisiert werden, was nicht nur die positive verkehrsinfrastrukturelle Erschließung einiger ländlicher Teilräume verdeutlicht, sondern ebenso die großen Verflechtungsbereiche der Ober- und Mittelzentren bis in den ländlichen Raum, z.B. im Fall von Kirchheimbolanden im Donnersbergkreis, zwischen Rheinhessen und der Vorderpfalz.

Entsprechend der im LEP IV RLP vorgenommenen Typisierung, entlang der Kriterien der Siedlungs- und Bevölkerungsdichte sowie der Zentrenreichbarkeit, werden erneut die großen Flächenanteile ländlicher Bereiche mit analog zur geringer werdenden Zentrenreichbarkeit und -auswahl disperser Siedlungsstruktur deutlich, die im Folgenden genauerer Betrachtung unterzogen werden sollen.

Mit der Fokussierung auf ländliche Raumtypen in Rheinland-Pfalz werden nach der LEP IV-RLP-Typisierung die großen Flächenanteile westlich der Rheinebene bzw. jenseits

der verdichteten Strukturen im Einzugsgebiet der Metropolregionen Rhein-Neckar und Rhein-Main und außerhalb der Einzugsbereiche der Oberzentren Koblenz, Kaiserslautern und Trier augenscheinlich. Insbesondere der westliche Landesteil um den Eifelkreis Bitburg-Prüm und die Landkreise Vulkaneifel, Bernkastel-Wittlich, Chochem-Zell, Ahrweiler, Birkenfeld, Kusel, Donnersbergkreis sowie große Teile der Landkreise Bad Kreuznach, Rhein-Hunsrück-Kreis, Südwestpfalz sowie des Landkreises Kaiserslautern können vorbehaltlos als ländliche Räume, jedoch mit unterschiedlichen Konzentrations- und Erreichbarkeitsausprägungen und somit sehr unterschiedlichen Ausgangssituationen und Herausforderungen typisiert werden. Eine Übersicht der insgesamt 12 kreisfreien Städte und 24 Landkreise in Rheinland-Pfalz wird in Abbildung A-1 dargestellt.

Die starke Heterogenität der Raumstrukturtypen nach dem Typisierungsansatz des MDI RLP im LEP IV RLP wird in Abbildung II-1-9 kartographisch abgebildet.

Raumstrukturgliederung

Quellen:
Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Bad Ems
Eigene Berechnungen

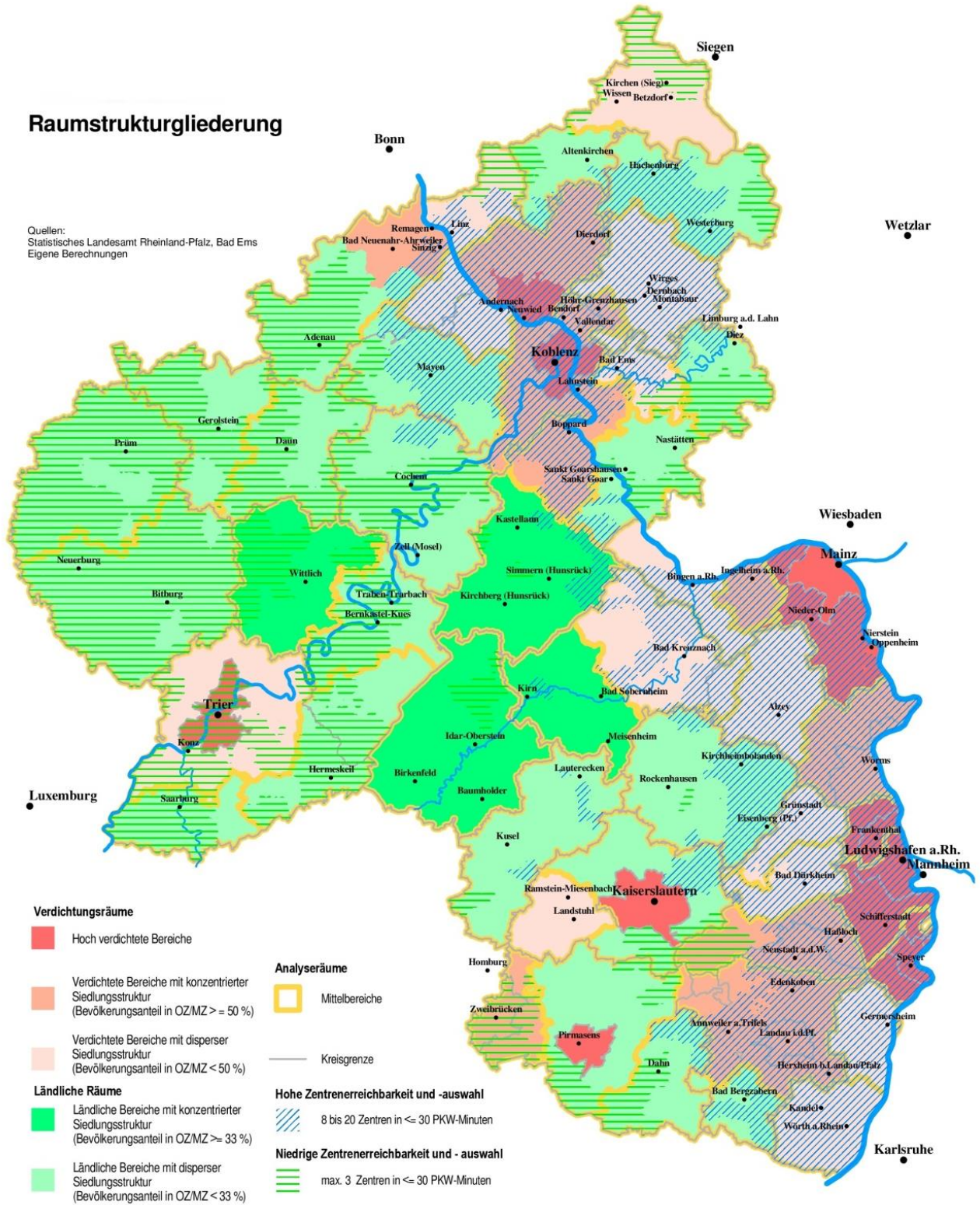


Abb. II-1-9: Raumstrukturgliederung in Rheinland Pfalz
(Quelle: MDI RLP 2008: 40)

II-1.2.2 Siedlungsstrukturelle und zentralörtliche Gegebenheiten in Rheinland Pfalz

Die Gemeinden in Rheinland-Pfalz lassen sich entsprechend ihrer Größe und Anzahl (zum Stand 31.12.2014) folgendermaßen differenzieren:

Tab. II-1-1: Typen und Anzahl der Gemeinden in Rheinland-Pfalz

(Quelle: Stat. LA RLP 2016: 16f.)

Typisierung	Anzahl der Einwohner	Anzahl in RLP
Großstadt	> 100.000 E	4
Mittelstadt 1. Ordnung	> 50.000 E	4
Mittelstadt 2. Ordnung	> 50.000 E	13
Kleinstadt	>10.000 E	23
Ländliche Kleinstadt	> 5.000 E	81
Landstadt	> 2.000 E	205
Landgemeinde	< 2.000 E	1.975

Anhand dieser in Tabelle II-1-1 aufgeführten quantitativen Darstellung der Gemeinden in Rheinland-Pfalz wird die hohe Anzahl der ländlichen Kleinstädte, Landstädte und -gemeinden mit weniger als 5.000 Einwohnern augenscheinlich: Von den in der Summe 2.305 Gemeinden in Rheinland-Pfalz haben rund 95 % weniger als 5.000 Einwohner und 85 % weniger als 2.000 Einwohner. Für diesen Sachverhalt sinnbildlich ist ebenso, dass die zentralörtliche Gliederung auf der Ebene der Ober- und Mittelzentren geringere Einwohnerzahlen im Vergleich zu den benachbarten Bundesländern aufweist. Von den insgesamt fünf rheinland-pfälzischen Oberzentren haben nur vier mehr als 100.000 Einwohner¹⁰, die 28 Mittelzentren sind mit Einwohnerzahlen zwischen 5.427 und 81.010 im Vergleich zu den anderen westdeutschen Flächenländern tendenziell klein. Gerade vor dem Hintergrund der demographischen Entwicklung ländlicher Siedlungen in Rheinland-Pfalz ist die Erreichbarkeit von Mittelzentren, mit ihrem Bedeutungsüberschuss und der Versorgungsleistung für die sie umgebenden Unterzentren von elementarer Bedeutung. Angemessen ausgestattete Mittelzentren, mit Fachärzten, Krankenhäusern, kulturellen Angeboten und weiterführenden Schulen bilden in einigen Teilräumen den einzigen Versorgungsschwerpunkt eines Mittelbereichs. In besonders peripheren Lagen ist die Bildung kooperativer Angebote an öffentlichen und privaten Versorgungseinrichtungen über mehrere Gemeinden hinweg keine Seltenheit, mit der grundsätzlichen Idee einen dauerhaft hohen Versorgungsstandard mit

¹⁰ Die kreisfreie Stadt Kaiserslautern hat als einziges rheinland-pfälzisches Oberzentrum mit 99.684 Einwohnern geringfügig weniger als 100.000 Einwohner (vgl. Stat. LA RLP 2018i).

zumutbarer Erreichbarkeit zu gewährleisten. Das gilt ebenso für viele ostdeutsche Flächenländer. In Rheinland-Pfalz gibt es 22 dieser mittelzentralen Verbünde kooperierender Zentren, in denen die Versorgung der Bevölkerung mit Einrichtungen der Daseinsvorsorge durch die bisherigen Mittelzentren gemeinsam erfolgen soll (vgl. Steinebach et al. 2017: 14) Die tatsächliche Leistung dieser kooperierenden Zentren ist jedoch nicht unumstritten.

Grundsätzlich gilt für die Verteilung der Bevölkerung in Rheinland-Pfalz, dass ca. 70 % der Bevölkerung in den Verdichtungsräumen leben, davon jedoch nur etwa 29 % in den hochverdichteten Bereichen (siehe Abbildung II-1-9). Das entspricht einer Bevölkerungsdichte von etwa 856 E/km² bzw. einer Siedlungsdichte¹¹ von rund 3.814 E/km². Um die Unterschiedlichkeit der Raumstrukturen anhand von Dichtewerten zu verdeutlichen, sollen im Vergleich die Bevölkerungsdichten der rheinland-pfälzischen Oberzentren aufgeführt werden.

Die Landeshauptstadt Mainz weist mit 2.146 E/km² die höchste Bevölkerungsdichte auf. Auch Ludwigshafen kann als Teil der Metropolregion Rhein-Neckar, mit 2.125 E/km² eine hohe Bevölkerungsdichte vorweisen, während die kreisfreien Städte Koblenz (1.070 E/km²), Trier (981 E/km²) und Kaiserslautern (705 E/km²) hinsichtlich ihrer Bevölkerungsdichte deutlich abfallen. Die Siedlungsdichte, als Indikator für eine städtische Struktur im Sinne einer baulichen Dichte, beträgt in den rheinland-pfälzischen Oberzentren zwischen 4.267 E/km² in Mainz und 2.518 E/km² in Kaiserslautern bzw. 1.431 E/km² im Landesdurchschnitt. Die Siedlungsdichte im bevölkerungsreichsten Bundesland Nordrhein-Westfalen beträgt im Vergleich dazu rund 2.400 E/km² im Landesdurchschnitt (vgl. Steinebach et al. 2017: 16).

Im Gegensatz zu den Verdichtungsräumen zeichnet sich der ländliche Bereich mit disperser Siedlungsstruktur durch einen verhältnismäßig niedrigen Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche (etwa 11 %) aus, was durch das stärkere Gewicht des Freiraums wesentlich zu der Prägung des ländlichen Raumtyps beiträgt. Zudem tragen die weiteren Charakteristika der niedrigen Bevölkerungsdichte (110 E/km²), dem Bevölkerungsanteil in Ober- und Mittelzentren von weniger als 33 % sowie der hohe Anteil der Bevölkerung in kleinen Gemeinden mit weniger als 500 Einwohnern (ca. 18 %) bzw. mit weniger als 1.000 Einwohnern (ca. 41 %) zur raumstrukturellen Typisierung bei (vgl. MDI 2008: 39ff.; Steinebach et al. 2017: 16).

¹¹ Die Siedlungsdichte beschreibt das Verhältnis der Anzahl der Bevölkerung bezogen auf die Siedlungs- und Verkehrsfläche. Die Bevölkerungsdichte bezieht sich bei dieser Bilanzierung auf die Bevölkerungsanzahl im Verhältnis zur Gemeindefläche. Gerade in Gemeinden mit einem hohen Freiraumanteil, wie in ländlichen Gebieten oder Bereichen mit hohem Waldanteil, wie z.B. in Kaiserslautern, führt der Gemeindebezug zu relativ geringen Bevölkerungsdichten (vgl. Steinebach et al. 2017: 16).

Der Raumstrukturtyp des ländlichen Bereichs mit konzentrierter Siedlungsstruktur unterscheidet sich vom ländlichen Bereich mit disperser Siedlungsstruktur im Wesentlichen hinsichtlich des Anteils an Einwohnern in Ober- und Mittelzentren. Hier liegt der Anteil bei 33 % oder mehr Einwohnern. Der Anteil an Siedlungs- und Verkehrsfläche ist mit rund 11 % jedoch auf dem gleichen niedrigen Niveau, was sich ebenso auf die ungünstige Erreichbarkeit von Mittel- und Oberzentren, die niedrige Bevölkerungsdichte (105 E/km²) sowie einen hohen Anteil an Einwohnern in Landgemeinden (ca. 21 % ≤ 500 E bzw. 37 % ≤ 1.000 E) auswirkt (vgl. MDI 2008: 39ff.; Steinebach et al. 2017: 16).

Entsprechend dieser primär statistischen Darstellung wird deutlich, dass nur ca. 30 % der Einwohner in Rheinland-Pfalz in verdichteten Strukturen¹² leben, die dennoch verhältnismäßig geringe Dichtewerte aufweisen und sich nicht zwingend mit dem öffentlichen Verständnis einer „urbanen Dichte“ decken. Hier können Siedlungsdichten von bis zu 27.000 E/km² im Falle von fünf und mehr Vollgeschossen, bei geschlossener gründerzeitlicher Blockrandbebauung, auftreten. Die Siedlungsdichte ist hier nur als Indikator zum Verdeutlichen der Raumstrukturen in Rheinland-Pfalz heranzuziehen und wird als Mittelwert auf die verwaltungsmäßige Gemeindegliederung bezogen, sodass keine tiefergehenden Rückschlüsse auf die tatsächliche kleinräumige Siedlungsstruktur getroffen werden können, wie sie z.B. auf Stadtquartiersebene bestehen können. So sind spätestens seit den Gebietsreformen ab den 1970er Jahren ebenso dörfliche Strukturen mit deutlich geringeren Dichtewerten, z.B. in Form von innenstadtnahen Wohnquartieren der Nachkriegsjahre in Oberzentren vorzufinden. Hier kann die Siedlungsdichte auf unter 2.000 E/km² sinken (vgl. Steinebach et al. 2017: 18).

Für große Teile bzw. viele Landkreise in Rheinland-Pfalz sind die ländlichen Raumstrukturen bzw. dörflichen Siedlungsstrukturen - mit Gemeinden mit weniger als 1.000 Einwohnern und kleinen Zentren prägend. Rund 70 % der Gemeinden haben weniger als 1.000 Einwohner, in denen 17 % der rheinland-pfälzischen Bevölkerung lebt. Die somit in weiten Landesteilen dörflichen Strukturen, mit verhältnismäßig geringen Siedlungs- und Bevölkerungsdichten, werden im Zuge demographischer Rückgänge und Wanderungsbewegungen zugunsten der Verdichtungsräume vor beträchtliche Herausforderungen im Sinne der Sicherung der Daseinsvorsorge gestellt werden (vgl. Steinebach et al. 2017: 18).

¹² Entsprechend einer „gerade noch“ städtischen Prägung mit 6.000 E/km² bzw. einer baulandbezogenen Verdichtung mit einer GFZ von 0,2 (vgl. Steinebach et al. 2017: 18).

II-1.2.3 Gebietskörperschaften in Rheinland-Pfalz

Das Land Rheinland-Pfalz ist in Gebietskörperschaften unterschiedlicher Ebenen unterteilt. Unterhalb der Ebene der 24 Landkreise und 12 kreisfreien Städte wird in 149 Verbandsgemeinden, 30 verbandsfreie Gemeinden und Städte (davon acht große kreisangehörige Städte) sowie 2.263 Ortsgemeinden differenziert. Das Land Rheinland-Pfalz stellt damit im Bundesvergleich den kleinteiligsten kommunalen Gebietszuschnitt. Die Verwaltungen der kreisfreien Städte nehmen alle kommunalen Aufgaben wahr, während diese in den Landkreisen auf den verschiedenen Ebenen hierarchisch gegliedert sind. Sofern sie nicht den Verbandsgemeinden zugeordnet sind, übernehmen die Kreisverwaltungen alle Aufgaben, für die die Verwaltungskraft und Größe der kreisangehörigen Gemeinden nicht ausreicht (Junkernheinrich et al. 2012: 10; Steinebach et al. 2017: 18).

Entsprechend der in Artikel 28 GG garantierten Planungshoheit der Kommunen kommt den Verbandsgemeinden als Gebietskörperschaft, die aus einem Zusammenschluss mehrerer benachbarter kreiszugehöriger Ortsgemeinden besteht, die tragende Rolle der Selbstverwaltung öffentlicher Aufgaben zu. Neben den Ortsgemeinden nehmen sie jene öffentlichen Aufgaben der örtlichen Gemeinschaft wahr, die aus der rheinland-pfälzischen Gemeindeordnung [GemO RLP] hervorgehen. Auch das Aufgabenspektrum verbandsfreier Gemeinden richtet sich nach der GemO RLP. Die Verwaltung der Ortsgemeinden erfolgt ehrenamtlich und in Form aller Selbstverwaltungsaufgaben auf Gemeindeebene, die nicht durch die Verbandsgemeinden ausgeübt werden (vgl. MDI RLP 2018a).

Die in Abschnitt II-1.2.2 beschriebene stark heterogene Ausgangssituation in Rheinland-Pfalz ist neben geographischen Faktoren auch durch kulturpolitische Sachverhalte geprägt, u.a. mit regionalen Besonderheiten in der kommunalen Selbstverwaltung. So bestand das Bundesland Rheinland-Pfalz vor der Verwaltungsreform im Jahr 1968 noch aus fünf Regierungsbezirken, mit preußisch basierter Amtsfassung und hauptamtlichem Bürgermeister und Verwaltung (Trier und Koblenz), den auf der früheren hessischen Verwaltungstradition basierenden ehrenamtlichen Verwaltungsstrukturen ohne gemeinschaftliche Verwaltungseinrichtungen (Montabaur und Rheinhessen) sowie dem bayrisch geführten Rechtskreis Pfalz mit gemeinschaftlichen Einnehmereien (vgl. GStB RLP 2018).

Um die Verwaltungskraft der damaligen Gemeinden zu stärken und einen Beitrag zu gleichwertigen und in sich ausgewogenen Lebensverhältnissen in städtischen und ländlichen Räumen zu schaffen, wurde durch die damalige Landesregierung die Kommission „Stärkung der Verwaltungskraft der Gemeinden“ einberufen, die eine Weiterentwicklung der preußischen Amtsfassung und deren Ausdehnung auf das gesamte Bundesland erwirkte. Die neue Verbandsgemeindeordnung [VGO] wurde als Teil B des Selbstverwaltungsgesetzes durch das Landesgesetz zur Änderung kommunal-verfassungsrechtlicher Vorschriften und zur Vorbereitung der Neugliederung von Gemeinden vom 16.07.1968¹³ erlassen und die seit 1948 geltende Amtsordnung aufgehoben. Die Gemeinden der Regierungsbezirke Montabaur, Rheinhessen und Pfalz wurden entsprechend der in § 2 VGO Abs 2 und 3 definierten Grundsätze durch die obere Aufsichtsbehörde oder per Gesetz zu Verbandsgemeinden formiert, während die ehemaligen Ämter in den ehemals preußischen Gebieten Koblenz und Trier bestehen blieben. Gesetze zur Bildung einer Verbandsgemeinde sollten jedoch nicht bis Anfang des Jahres 1972 erlassen werden. Bis Ende des Jahres 1971, in der sog. Freiwilligkeitsphase, wurde die Bildung von 20 Verbandsgemeinden im Landesgebiet freiwillig beantragt und beschlossen. Im Anschluss erfolgte die Bildung von Verbandsgemeinden nach landeseinheitlicher Regelung gemäß § 67 der GemO vom 14.12.1973. Inhaltliche Voraussetzung war ein Minimum von 7.500 Einwohnern und die Übernahme solcher Aufgaben, welche die vorhandene Leistungs- und Verwaltungskraft der Ortsgemeinden übersteigen oder deren gemeinsame Erfüllung im öffentlichen Interesse geboten war. Damit wurden die Aufgaben mit Wirkung zum Jahresbeginn 1975 von den Ortsgemeinden auf die Verbandsgemeinden übertragen, wobei den Ortsgemeinden eine bedeutsame Sachkompetenz und der Kernbereich ihres Selbstverwaltungsrechts unberührt verblieb (vgl. GStB RLP 2018a; Steinebach et al. 2017: 20f.).

Mehr als 30 Jahre nach der größten Kommunal- und Verwaltungsreform in Rheinland-Pfalz wurde mit dem Ersten und Zweiten Landesgesetz zur Kommunal und Verwaltungsreform, vom 28.09.2010, ein erneutes Reformbemühen auf der kommunalen Ebene eingeleitet und bis heute teilweise umgesetzt. Entsprechend der Kommunal- und Verwaltungsreform sollen die Gebietsstrukturen der verbandsfreien Gemeinden und Verbandsgemeinden im Sinne ihrer Wettbewerbsfähigkeit, Leistungsfähigkeit und Verwaltungskraft optimiert werden. Hierfür ist das Kriterium einer minimalen Einwohnerstärke von 12.000 Einwohnern vorgesehen. Änderungen der

¹³ Das Landesgesetz zur Änderung kommunalverfassungsrechtlicher Vorschriften und zur Vorbereitung der Neugliederung von Gemeinden trat am 01.10.1968 in Kraft.

Gebietsstrukturen sollten erneut zunächst im Sinne einer Freiwilligkeitsphase bis zum 30.06.2012 erfolgen. Mit der Kommunal- und Verwaltungsreform geht ebenso die Stärkung der kommunalen Planungshoheit in dem Sinne einher, dass einige Zuständigkeitsverlagerungen von staatlichen Behörden und Kreisverwaltungen auf die kommunalen Verwaltungen von verbandsfreien Gemeinden und Verbandsgemeinden übertragen wurden. Angestoßen wurde die Reform insbesondere durch die Herausforderungen im demographischen Wandel in Form von gesellschaftlicher Überalterung und dem sukzessiven Absterben älterer Bevölkerungskohorten sowie der Abwanderung überwiegend jüngerer Kohorten (vgl. GStB RLP 2018a; MDI RLP 2018b).

Eine der geborenen Selbstverwaltungsaufgaben der Verbandsgemeinden, die seit Januar 1975 von den Ortsgemeinden auf die Verbandsgemeinden übertragen wurde, ist nach § 76 Abs. 1 Nr. 6 GemO RLP die Abwasserbeseitigung, die nach § 52 Abs. 1 Satz 1 und 2 LWG RLP spezialrechtlich geregelt ist. Demzufolge ist die ordnungsgemäße Beseitigung des in ihrem Gebiet anfallenden Abwassers als Pflichtaufgabe der Selbstverwaltung durch die Verbandsgemeinden sicherzustellen (vgl. GStB RLP 2018c). Neben weiteren Selbstverwaltungsaufgaben, z.B. dem Brandschutz, der Schulträgerschaft, der Unterhaltung von Sport-, Spiel- und Freizeitanlagen, überörtlicher Sozialeinrichtungen, der Wasserversorgung und der Unterhaltung von Gewässern III. Ordnung wurde auch die Flächennutzungsplanung den Verbandsgemeinden übertragen, wobei den Ortsgemeinden das Tragen der eigentlichen Planungshoheit obliegt. Die in § 203 Abs. 2 BauGB festgeschriebene Regelung sieht die endgültige Entscheidung des Verbandsgemeinderats über die Aufstellung, Änderung, Ergänzung und Aufhebung des Flächennutzungsplans nur in Zustimmung der Ortsgemeinden vor (vgl. GStB RLP 2018b).

Grundsätzlich bestehen unterschiedliche Vor- und Nachteile bezüglich des Modells der Verbandsgemeinden, sodass das Modell selbst im Rahmen dessen Reform zur Diskussion stand (vgl. Junkernheinrich, Lorig 2013). Die Inhalte sollen hier kurz dargelegt werden.

Ein wesentlicher Vorteil der Organisationsform der Verbandsgemeinden ist die Heimat- und Identifikationsbildung, die - getragen durch die kleinräumigen Strukturen - zu einer erhöhten Partizipation der Bürgerinnen und Bürger und somit zu erhöhtem ehrenamtlichem Engagement führen kann. Gerade in ländlichen Räumen kommt es dadurch vielerorts zum Aufbau einer starken und bürgernahen Kommunalverwaltung. Im Rahmen ihrer Eigenverantwortung können die Ortsgemeinden selbst über Höhe und Zeitpunkt ihrer Investitionen entscheiden und somit ihren Haushalt mit Finanzplanung

und Investitionsprogrammen selbst steuern. Bei der Zuweisung und Erfüllung der originären Aufgaben wird zuletzt ein adäquates Maß an Flexibilität, Effizienz und Spezialisierung zwischen den beiden örtlichen Ebenen (Verbands- und Ortsgemeinden) gewährleistet (vgl. Raphael 2011: 81f.; Hesse 2012: 24; Steinebach et al. 2017: 22).

Demgegenüber werden die oftmals zu geringen und ungleichmäßigen Einwohnerzahlen sowie die vielerorts hohe Anzahl an kleinen Ortsgemeinden im Verwaltungsmodell der Verbandsgemeinden als Schwächen benannt. Daraus kann sich ein unverhältnismäßig hoher Verwaltungs- und Koordinationsaufwand gerade im Verhältnis zu geringen Einwohnerzahlen ergeben. Bei der Trennung von Durchführungs-, Entscheidungs- und Kostenträgern über die beiden Ebenen der Verbands- und Ortsgemeinden sind Reibungsverluste und Fehlanreize möglich. Die im Grundgesetz verankerte Planungshoheit der Ortsgemeinden, z.B. in Form der Zustimmungspflicht bei Flächennutzungsplanungen durch Ratsmitglieder und Bürgermeister, kann bei konfliktbehafteten Planungen unter Umständen zu Blockaden bei der Konsensfindung führen. Insbesondere vor dem Hintergrund der Herausforderungen, die sich durch demographische Veränderungen ergeben, sind jedoch langfristige und überörtliche Lösungen unabdingbar, z.B. bei der Haushaltskonsolidierung und Infrastrukturentwicklung. Eine kleinräumige und konkurrenzorientierte Sicht auf Ebene der Ortsgemeinden kann dabei für die politische Steuerung von gemeinwohlorientierten Lösungen hinderlich sein und für Kompromisszwänge sorgen, die ggfs. dem Grundsatz gleichwertiger Lebensbedingungen widersprechen können (vgl. Raphael 2011: 81f.; Steinebach et al. 2017: 22).

Vor dem Hintergrund der Herausforderungen des demographischen Wandels - gerade in ländlichen Räumen - sind Kooperationen im Bereich der Daseinsvorsorge zwischen Verbandsgemeinden eine bereits vielfach umgesetzte Option, um zu tragfähigen Lösungen zu kommen. Interkommunale Kooperationen und ebenso Gebietsreformen bzw. Zusammenschlüsse von Verbandsgemeinden können das kommunale Aufgabenspektrum optimieren und so zu überörtlich tragfähigen Lösungen führen. Auf Basis dieser partnerschaftlichen Kooperationen können solche Verbandsgemeinden, die z.B. hinsichtlich ihrer Einwohnerstärke nicht den Mindestanforderungen genügen, um ihrem Aufgabenspektrum mit adäquatem Aufwand zu entsprechen, durch die Stärken der jeweilig anderen Verbandsgemeinde profitieren (vgl. Junkernheinrich et al 2012: 16; Steinebach et al. 2017: 24). Zwar ist bei solchen Kooperationsverfahren der Freiwilligkeit Priorität eingeräumt, jedoch wird bei Zwangsfusionierungen teilweise auch per Gesetz entschieden (vgl. Junkernheinrich et al. 2012: 9).

II-1.2.4 Ländliche Modellgemeinden in Rheinland-Pfalz

Für die in dieser Arbeit erfolgte Untersuchung sollen exemplarisch für ländliche Räume und analog zu der in Abschnitt II-1.1.4 aufgeführten Definition ländlicher Räume in Deutschland bzw. in Abschnitt II-1.2.1 und II-1.2.2 typisierten ländlichen Räume in Rheinland-Pfalz ausgewählte Ortsgemeinden, der Verbandsgemeinde Rockenhausen im Donnersbergkreis und der Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn im Landkreis Kaiserslautern, als Modellkommunen dienen. Die beiden Kommunen bilden die räumliche Untersuchungsbasis des BMBF-Verbundprojektes *SinOptiKom* und verfügen durch das im Jahr 2016 abgeschlossene Forschungsprojekt über eine vollständig verfügbare Datenbasis für den Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit¹⁴. Obgleich beide Verbandsgemeinden gemäß der Typisierung im LEP IV RLP als ländliche Bereiche mit disperser Siedlungsstruktur benannt werden, unterscheiden sie sich signifikant hinsichtlich der Anzahl und Größe ihrer Siedlungen (Ortsgemeinden) und deren Funktionen sowie ihrer Zentrenreichbarkeit und -auswahl und damit ihrer Entwicklungsperspektiven - im demographischen sowie im strukturellen Sinne. Es gilt somit, dass sich ländliche Räume und deren Siedlungen jenseits beschriebener abstrahierender Typisierungen teilweise stark unterscheiden können und hinsichtlich ihrer (demographischen) Entwicklungsperspektiven im Einzelfall unterschieden werden muss, wodurch gleichwohl die Zweckmäßigkeit der in dieser Arbeit dargelegten Untersuchungen begründet liegt. Der in dieser Arbeit verfolgte Ansatz soll methodisch auch auf andere ländliche Siedlungen übertragbar sein, wobei sich die Ausprägung der demographischen Entwicklungsperspektiven und nachgeordneter Sachverhalte, wie z.B. der Auswirkungen auf soziale und technische Infrastrukturen teilweise stark unterscheiden können.

Nach der Prüfung und Abwägung von Ausnahmeregelungen entlang der gesetzgeberischen Systematik wurde u.a. für die Verbandsgemeinde Rockenhausen gutachterlich belegt, dass eine Ausnahme der Fusionspflicht geltend gemacht werden kann. Die Ausnahme liegt in der Prüfung der Kriterien der Einwohnerzahl, Ortsgemeindezahl und Flächengröße begründet (vgl. Junkernheinrich 2012: 33, 63). Demgegenüber lag nach Abwägung der primären und besonderen Ausnahmegründe für die Verbandsgemeinde Hochspeyer ein regionsimmanenter Gebietsänderungsbedarf im Sinne des § 2 Abs. 2 Nr. 1 KomVwRGrG vor, sodass die Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn, mit überdurchschnittlicher Finanzkraft (vgl. Junkernheinrich 2012: 51), mit der Verbandsgemeinde Hochspeyer zum 01.07.2014 zwangsfusioniert wurde.

¹⁴ Der Autor dieser Dissertation war über den gesamten Verlauf des BMBF-Verbundprojektes *SinOptiKom* als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Projektbearbeitung beteiligt.

Die ehemalige Verbandsgemeinde Hochspeyer, um die Ortsgemeinden Fischbach, Frankenstein, Hochspeyer und Waldleiningen, entstand im Rahmen der ersten rheinland-pfälzischen Verwaltungsreform im Jahr 1971 und wird seit Juli 2014 über den Verbandsgemeindesitz in Enkenbach-Alsenborn verwaltet (vgl. VG E-A 2018a). Ebenso ergibt sich für die Verbandsgemeinde Alsenz-Obermoschel ein Gebietsänderungsbedarf nach Maßgabe des Landesgesetzes über die Grundsätze der Kommunal – und Verwaltungsreform. Die freiwillige Fusionierung mit der Verbandsgemeinde Rockenhausen wird derzeit verhandelt¹⁵ (vgl. VG ROK 2018a). Die in dieser Arbeit vorgenommene Untersuchung basiert jedoch auf dem Gebiets- und Bevölkerungsstand aus dem Jahr 2013, sodass auf die Kommunal- und Verwaltungsreform an dieser Stelle zwar hingewiesen wird, jedoch im Schwerpunkt keine weitere Betrachtung findet. Zwar liegt die Reform in der auch in dieser Arbeit problematisierten demographischen Entwicklung sowie nachgeordneter Herausforderungen, wie der Optimierung der Verwaltungsstrukturen begründet, jedoch hat die Organisation der Kommunalverwaltung nur sekundäre Auswirkungen auf den Problemfokus dieser Arbeit: Den Auswirkungen des demographischen Wandels auf leitungsgebundene Infrastrukturen am Beispiel von Abwasserentsorgungssystemen auf der Mikroebene. Demzufolge werden die Untersuchungen der Folgekapitel auf der Grundlage des Gebiets- und Bevölkerungsstandes von 2013, vor der Kommunal- und Verwaltungsreform durchgeführt. Die Definition des Modellraums dieser Betrachtung orientiert sich entsprechend der Schwerpunktsetzung am Einzugsgebiet der Kläranlagen bzw. an den ihr über das Leitungsnetz angeschlossenen Einwohnern der Siedlungseinheiten¹⁶ in den Ortsgemeinden.

II-1.2.4.1 Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn

Der Verwaltungsbezirk der VG Enkenbach-Alsenborn umfasste im Bezugsjahr 2013¹⁷ vier Ortsgemeinden mit einem Bevölkerungsstand von insgesamt 12.521 Einwohnern. Die Verteilung der Bevölkerung auf die Ortsgemeinden Enkenbach-Alsenborns ist Tabelle II-1-2 zu entnehmen. Ferner wird aus der Gegenüberstellung der statistischen Daten deutlich, wie sich einzelne Landgemeinden und Städte innerhalb einer Verbandsgemeinde und insbesondere innerhalb eines ländlichen Raumtyps unterscheiden können.

¹⁵ Die Verbandsgemeinderäte Alsenz-Obermoschel und Rockenhausen haben die Aufnahme von Fusionsverhandlungen im Oktober 2017 beschlossen und das Ziel formuliert die Fusionsvereinbarung dem MDI RLP im Frühjahr 2018 vorzulegen, damit dieses ein Gesetzgebungsverfahren einleiten kann. Der Gebietsänderungsbedarf ist bis 2019/2020 umzusetzen.

¹⁶ Die ausführliche Erläuterung zur Operationalisierung und Bildung der Siedlungseinheiten erfolgt in Kapitel III-3.2.

¹⁷ Zum Gebietsstand am 31.12.2013

Die ganz unterschiedliche Ausgangslage innerhalb der Ortsgemeinden, auch im Sinne der Ausstattungsniveaus wird im Folgenden beschrieben.

Tab. II-1-2: Bevölkerungsstand, -dichte, Wohngebäude und -einheiten der VG Enkenbach-Alsenborn nach Gemeinden

(Quelle: eigene Darstellung nach Stat. LA RLP 2018b)

Gemeinde	Einwohner ¹⁸	Bevölkerungsdichte ¹⁹	Gebäude/ EFH ²⁰	Wohneinheiten ²¹
Enkenbach-Alsenborn	6.852	234 E/km ²	2.309/ 1.687	3.340
Sembach	1.129	121,8 E/km ²	477 / 365	643
Mehlingen, inkl. Baalborn	3.735	176,9 E/km ²	1.338/ 1.002	1.904
Neuhemsbach	805	125, 3 E/km ²	344 / 284	413
VG Enkenbach-Alsenborn (gesamt)	12.521	137,3 E/km ²	6.895/ 5.125	9.645

Alle vier Ortsgemeinden entwässern in die Gruppenkläranlage in Sembach, im Norden der Verbandsgemeinde, welche als Eigenbetrieb durch die Verbandsgemeindewerke Enkenbach-Alsenborn geführt wird (vgl. Werke E-A 2018). Das Einzugsgebiet der Gruppenkläranlage und seiner an das Kanalnetz angeschlossenen vier Ortsgemeinden Enkenbach-Alsenborns in Siedlungseinheiten wird in Abbildung II-1-10 dargestellt. Das Einzugsgebiet der Kläranlage begründet gleichzeitig die detaillierte Betrachtung der Gemeinden in dieser Arbeit (vgl. z.B. Abschnitte II-2.3.2.1; IV-1.2).

¹⁸ Stand 2013

¹⁹ Stand 2016

²⁰ Stand 2016

²¹ Stand 2016

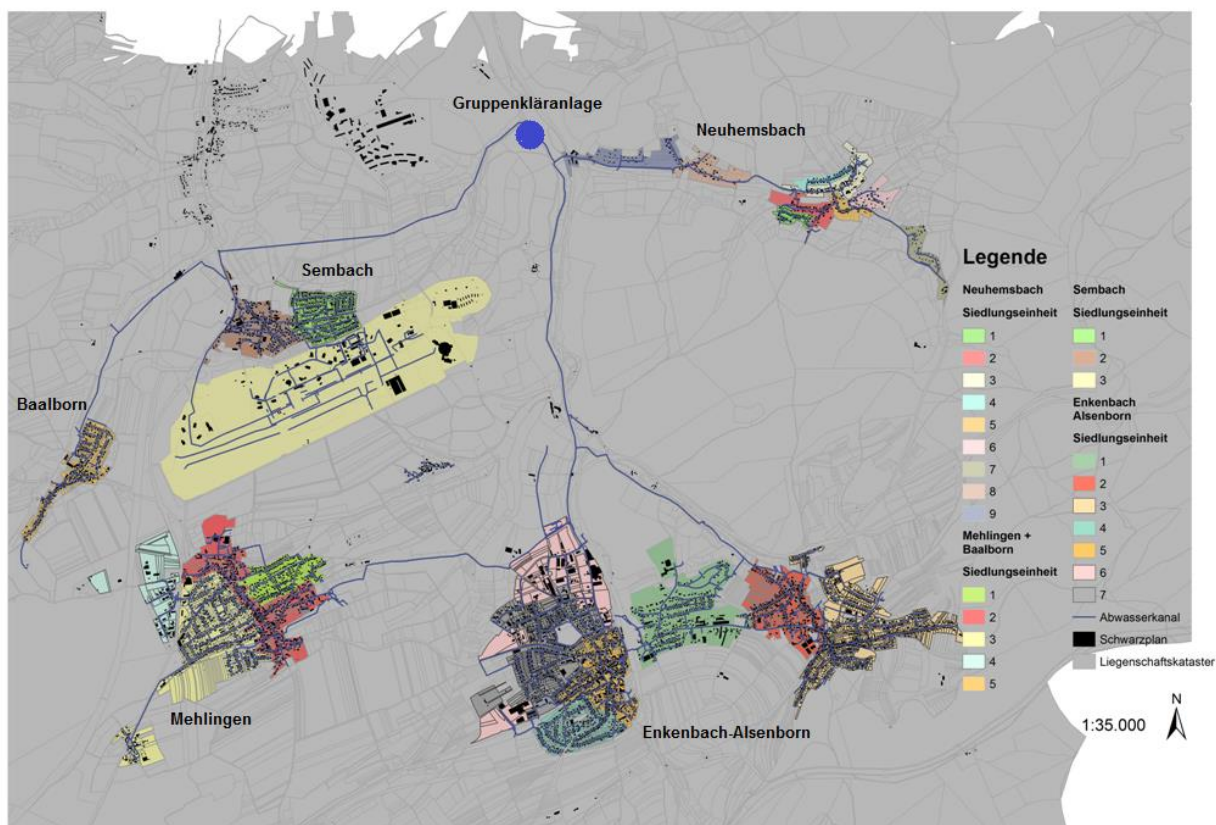


Abb. II-1-10: Einzugsgebiet der Gruppenkläranlage in Sembach (VG-Werke Enkenbach-Alsenborn)

(Quelle: Eigene Darstellung nach ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (2013), Datenlizenz DE 2.0 [Daten bearbeitet])

Die Verbandsgemeinde liegt im Landkreis Kaiserslautern, nordöstlich des Oberzentrums Kaiserslautern mit guter verkehrsinfrastruktureller Anbindung. Innerhalb der Verbandsgemeinde hat der Verwaltungssitz in der Ortsgemeinde Enkenbach-Alsenborn mit Mehlingen, Sembach und Neuhemsbach drei benachbarte Ortsgemeinden (vgl. VG E-A 2018a).

Eine für die Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn wichtige Verbindung des MIV stellt die südlich entlang der Gemarkungsgrenze verlaufende BAB 6 dar. Über diese wird der Anschluss mit Grünstadt und Frankenthal in östlicher Richtung und mit Kaiserslautern in westlicher Richtung realisiert. Über die BAB 6 können die Großstädte bzw. Oberzentren Mannheim und Ludwigshafen im Osten, sowie Saarbrücken im Westen erreicht werden. Über die B 48, ist die Gemeinde in nördlicher Richtung über das Mittelzentrum Rockenhausen mit der Landeshauptstadt Mainz und in südlicher Richtung mit dem Grundzentrum Hochspeyer verbunden. Darüber hinaus kann über die B 48 in nördlicher Richtung die BAB 63 an der Anschlussstelle des Grundzentrums Winnweiler erreicht werden, wodurch über das Mittelzentrum Kirchheimbolanden die

Verbindung zum Rhein-Main-Gebiet gewährleistet ist. Ferner verläuft die L 382 von Westen nach Osten durch die Gemeinde Enkenbach-Alsenborn und verbindet nicht nur die beiden Ortsteile, sondern stellt ebenso die Anbindung an die benachbarte Gemeinde Mehlingen zum Anschluss an die BAB 63 sicher (vgl. PGW 2015).

Zudem ist die Gemeinde Enkenbach-Alsenborn über die Bundesbahnstrecke Bingen - Bad Kreuznach - Rockenhausen - Enkenbach-Alsenborn - Kaiserslautern - Pirmasens an das überregionale Schienennetz angebunden (vgl. PGW 2015).

Entsprechend dieser für den ländlichen Raum verhältnismäßig guten verkehrsinfrastrukturellen Anbindung ergibt sich eine hohe Zentrenreichbarkeit und -auswahl, sodass zwischen 8 und 20 Zentren in ≤ 30 PKW-Minuten erreicht werden können (vgl. Abschnitt II-1.2.1). Die Verbandsgemeinde verfügt mit der Ortsgemeinde Enkenbach-Alsenborn über ein eigenes Grundzentrum²² (vgl. MDI RLP 2008: 40; PGW 2015) mit vollständiger Ausstattung (vgl. MDI RLP 2008: 91).

Enkenbach-Alsenborn

Das Grundzentrum Enkenbach-Alsenborn, mit seinen 6.852 Einwohner²³, verfügt über verschiedene soziale Infrastrukturen bzw. Einrichtungen der Daseinsvorsorge. Zu dessen Bedeutungsüberschuss gehören eine Grund-, eine integrierte Gesamt- und eine Förderschule auf denen insgesamt 1.251 Schülerinnen und Schüler zur Schule gehen²⁴ sowie drei Kindertagesstätten. Rund 64 % der Schüler wohnen am Schulsitz, während rund 36 % aus benachbarten Gemeinden einpendeln. Es sind insgesamt 14 Ärzte, davon acht Fachärzte niedergelassen sowie zwei Apotheken vorhanden. Der Bereich der Versorgung mit Lebensmitteln wird über insgesamt 16 Einzelhandelsbetriebe²⁵ gedeckt. Die Gemeinde verfügt über 18 gastronomische Betriebe und 17 Betriebe des Beherbergungswesens²⁶. Insgesamt waren im Jahr 2015 in Enkenbach-Alsenborn insgesamt 287 Betriebe ansässig, wovon rund 25 % dem produzierenden Gewerbe und rund 75 % dem Dienstleistungssektor zugeschrieben werden. Von den insgesamt 2.492 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten am Wohnort Enkenbach-Alsenborn arbeiteten im Jahr 2016 jedoch lediglich rund 24 % an ihrem Wohnort, während die übrigen 76 % der in Enkenbach-Alsenborn wohnhaften Beschäftigten beruflich auspendeln, was einerseits die gute verkehrsinfrastrukturelle Anbindung und Erreichbarkeit der

²² Die Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn verfügt seit dem 01.07.2014, also nach der Eingemeindung der Verbandsgemeinde Hochspeyer, mit der Ortsgemeinde Hochspeyer über eine zusätzliche Gemeinde mit grundzentraler Funktion.

²³ Stand 2013

²⁴ im Schuljahr 2017/2018

²⁵ Stand 2015

²⁶ Stand 2016, Beherbergungsbetriebe schließen private Anbieter von Quartieren mit ein.

umliegenden Zentren und andererseits die hohe Relevanz der Ortsgemeinde als Wohnstandort verdeutlicht. Die Einwohner sind auf insgesamt 2.309 Wohngebäude bzw. 3.340 Wohnungen (Wohneinheiten)²⁷ verteilt. Der EFH-Sektor stellt mit 73 % den größten Anteil der Wohngebäude. Gleichzeitig stellt das Grundzentrum Enkenbach-Alsenborn einen relevanten Arbeitsstandort für umliegende Dörfer und Städte dar. Von den insgesamt 2.234 Beschäftigten in Enkenbach-Alsenborn pendeln rund 73 % ein (vgl. Stat. LA RLP 2018b). Insgesamt handelt es sich bei der Ortsgemeinde Enkenbach-Alsenborn um ein der Lage und dem Ausstattungsniveau entsprechend attraktives Grundzentrum im ländlichen Einzugsbereich des Oberzentrums Kaiserslautern mit überwiegender Wohnfunktion. Dennoch verfügt der Ortsteil Alsenborn am nördlichen und westlichen Siedlungsrand über ausgewiesene Gewerbegebiete. Entsprechend der Siedlungsmorphologie verfügen die Ortsteile Alsenborn sowie Enkenbach in den älteren zentralen Siedlungsbereichen über Mischnutzungen. Neuere Baugebiete, welche um die im Verhältnis älteren Dorfkerne angeordnet sind, wurden in der Flächennutzungsplanung zur Wohnnutzung ausgewiesen. Im Ortskern ist zudem eine Fläche zur Sondernutzung für den Einzelhandel vorgesehen (SinOptiKom 2016: 5). 10,4 % der Gemeindefläche von insgesamt 30 km² wird durch die Siedlungsfläche beansprucht. Der Anteil der Wohnbaufläche ist hierbei mit 41,3 % am höchsten, gefolgt von der Fläche für sonstige Nutzungen mit 21,2 %, der Sport-, Freizeit und Erholungsfläche mit 20,2 % sowie der Industrie- und Gewerbefläche mit 17,3 %. Die übrigen Flächen verteilen sich auf die Verkehrsfläche (7,4 %), die Vegetation inklusive landwirtschaftlicher Nutzungen (81,6 %) sowie Gewässer (0,6 %). Entsprechend dieser Flächenbilanz ist die Bevölkerungsdichte für einen ländlichen Siedlungstyp mit 234 E/km² verhältnismäßig hoch²⁸. Die Bevölkerung ist nahezu vollständig (99,8 %) an die biologische Kläranlage angeschlossen. Die insgesamt 66 km Kanalnetz entwässern zu rund zwei Dritteln (67,8 %) im Mischsystem und einem Drittel (32,2 %) im Trennsystem (vgl. Stat. LA RLP 2018b).

Mehlingen (mit Baalborn)

Die Ortsgemeinde Mehlingen, die den Ortsteil Baalborn miteinschließt, verfügt mit 3.735 Einwohnern²⁹ über keine zentralörtliche Funktion, wodurch sie infrastrukturell im Vergleich zur Ortsgemeinde Enkenbach-Alsenborn schwächer aufgestellt ist. Im Jahr 2016 gab es neben einer Grundschule mit 462 Schülerinnen und Schülern insgesamt 3 Kindertagesstätten. Von den 462 Schülerinnen und Schülern sind lediglich 183 (40 %)

²⁷ Stand 2016

²⁸ Der Schwellenwert der Bevölkerungsdichte für ländliche Raumtypen liegt bei den meisten Typisierungsansätzen bei 150 Einwohnern/km² (vgl. z.B. BBSR o.J. b; Franzen et al. 2008: 1).

²⁹ Stand 2013

am Schulort wohnhaft. Die übrigen 60 % sind Einpendler. Es sind insgesamt zwei Zahnärzte niedergelassen sowie eine Apotheke vorhanden. Die Deckung des täglichen Bedarfs mit Lebensmitteln erfolgt über neun Einzelhandelsbetriebe. Zudem verfügt die Ortsgemeinde über zehn gastronomische Betriebe sowie eine Pension. Insgesamt sind 151 Betriebe ortsansässig, wovon 35 % dem produzierenden Gewerbe und 65 % dem Dienstleistungsbereich zugeordnet werden. Von den insgesamt 612 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten am Arbeitsort Mehlingen sind lediglich 18 % am Arbeitsort wohnhaft. Die übrigen 82 % der Arbeitsplätze werden durch Einpendler besetzt³⁰. Insgesamt verfügt die Ortsgemeinde über 1.492 berufstätige Einwohner, von denen jedoch 93 % auspendeln³¹. Die Ortsgemeinde, die als Siedlung ohne zentralörtliche Funktion vor allem als Wohnstandort von Bedeutung ist, weist insgesamt 1.338 Wohngebäude bzw. 1.904 Wohnungen (Wohneinheiten) auf. Die in der Summe 1.002 Gebäude mit einer Wohnung (75 %) verdeutlichen die hohe Relevanz des EFH-Sektors. Lediglich 234 Gebäude (17 %) verfügen über zwei Wohnungen und 102 Gebäude (8 %) über drei und mehr Wohnungen. Nahezu alle Haushalte (99,8 %) sind an die biologische Kläranlage angeschlossen. Das Kanalnetz von 31 km Länge entwässert zu 75 % im Mischsystem und zu 25 % im Trennsystem. Die Ortsgemeinde umfasst insgesamt knapp 22 km² wovon 10,3 % durch die Siedlungsfläche beansprucht werden. Die Industrie- und Gewerbefläche stellt dabei mit 35 % den größten Anteil, gefolgt von der Fläche für Wohnen mit 34 %, der Sport-, Freizeit- und Erholungsfläche mit 17 % und sonstiger Flächennutzungen mit 14 %³². Gut 6 % der Gemeindefläche werden durch verkehrliche Nutzungen, durch die Vegetation inklusive landwirtschaftlicher Nutzungen (rund 83 %) sowie durch Gewässer (0,8 %) beansprucht. Entsprechend dieser Flächenbilanz liegt die Bevölkerungsdichte³³ bei 177 E/km² (vgl. Stat. LA RLP 2018c).

Die Flächennutzungsplanung sieht in Mehlingen im Bereich des Dorfkerns, entlang der Hauptstraße eine Mischnutzung vor. Entsprechend der Siedlungsmorphogenese sind die später erschlossenen äußeren Bereiche des Siedlungskörpers als reine Wohnnutzungen ausgewiesen. Am westlichen Rand der Siedlung Mehlingen befindet sich ein Gewerbegebiet. Auch der Ortsteil Baalborn sieht hinsichtlich der vorbereitenden Bauleitplanung eine Mischnutzung im älteren Dorfkern vor, während die gewachsenen Randgebiete eine reine Wohnnutzung vorsehen.

³⁰ Stand 2016

³¹ Stand 2016

³² Stand 2016

³³ Stand 2015

Sembach

Auch die Ortsgemeinde Sembach, verfügt mit 1.129 Einwohnern³⁴ über keine zentralörtliche Funktion. Hinsichtlich der infrastrukturellen Ausstattung verfügte die Ortsgemeinde im Jahr 2016 über lediglich eine Kindertagesstätte und einen Einzelhandelsbetrieb zur Deckung des täglichen Bedarfs an Lebensmitteln sowie fünf Betriebe im gastronomischen Bereich. Dementsprechend sind in Sembach lediglich Schülerinnen und Schüler die zum Schulbesuch in umliegende Gemeinden (insgesamt 126) einpendeln wohnhaft. In der Ortsgemeinde Sembach gibt es keine stationäre ärztliche oder fachärztliche Versorgung und keine Apotheken³⁵. Insgesamt sind 87 Betriebe ortsansässig, von denen 44 % dem produzierenden Gewerbe und 56 % dem Dienstleistungssektor zugeordnet werden³⁶. Folglich bedient die Gemeinde im Schwerpunkt die Wohnfunktion für die Einwohner, was ebenso die Statistik der Berufspendlersalden verdeutlicht. Von den insgesamt 1.075 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten am Arbeitsort Sembach, sind lediglich knapp 6 % auch in der Ortsgemeinde wohnhaft. Die übrigen Arbeitsplätze werden durch Einpendler (94 %) besetzt. Von den insgesamt nur 461 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten am Wohnort Sembach sind lediglich 13 % in Sembach selbst tätig, während rund 87 % der Arbeitnehmer auspendeln. Mit 5,5 km² ist die Ortsgemeinde Sembach in der Ausdehnung verhältnismäßig klein. 22,3 % der Gemeindefläche wird für die Siedlung beansprucht, wovon die Industrie- und Gewerbefläche den größten Anteil stellt (50,2 %). 31 % der Siedlungsfläche wird für die Wohnfunktion genutzt, während 10 % als Sport-, Freizeit und Erholungsfläche und 8 % für sonstige Nutzungen zur Verfügung stehen³⁷. Für die verkehrliche Nutzung werden 10,4 % der Gemeindefläche beansprucht. Der verhältnismäßig hohe Siedlungsflächenanteil geht auf Kosten der Vegetation bzw. landwirtschaftlichen Nutzfläche (66,7 %). Gewässer stellen den kleinsten Flächenanteil (0,6 %) dar.³⁸ Die geringe Größe der Ortsgemeinde wird ebenso an den Daten der Wohngebäude deutlich: Sembach verfügt über 477 Wohngebäude bzw. 643 Wohnungen (Wohneinheiten), wobei die EFH-Bauweise mit 77 % gegenüber Wohngebäuden mit zwei Wohnungen (18 %) sowie drei und mehr Wohnungen (5 %) klar dominiert. In Sembach sind alle Haushalte an die biologische Kläranlage angeschlossen (100 %). Die insgesamt 38 km des Kanalsystems entwässern zu 41,6 % im Mischsystem und zu 58,4

³⁴ Stand 2013

³⁵ Im Zeitraum 2000 - 2015 war eine Zahnarztpraxis ortsansässig.

³⁶ Stand 2016

³⁷ Stand 2016

³⁸ Stand 2016

% im Trennsystem. Die Bevölkerungsdichte³⁹ Sembachs ist mit rund 122 E/km² für eine ländliche Gemeinde durchschnittlich (vgl. Stat. LA RLP 2018d).

Die Flächennutzung in Sembach stellt mit der überproportional großen Gewerbefläche einen Sonderfall dar. Grund hierfür ist die Konversion des ehemaligen US-Luftwaffenstützpunktes am südlichen Siedlungsrand Sembachs, welcher zwischen 1953 und 1995 militärisch genutzt wurde. Zum Stand 2016 ist die Erschließung des heutigen Gewerbeparks Sembach weitestgehend abgeschlossen. Die zivile Folgenutzung bietet auf 226 ha Raum für Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie zur Stromerzeugung aus Solarenergie. Die älteren zivilen Siedlungsbereiche sind entlang der Kaiser- und der Hauptstraße in der Flächennutzungsplanung zur Mischnutzung ausgewiesen, während die im Vergleich neueren Siedlungsflächen im östlichen Siedlungsbereich der Wohnnutzung dienen (vgl. VG E-A 2018b). Es ist davon auszugehen, dass sich Sembach, durch die Konversion mit Gewerbe- und Wohnnutzung, stark positiv hinsichtlich der Beschäftigtenanzahl, der Anzahl an Gewerben und der Bevölkerungszahl entwickeln wird.

Neuhemsbach

Die Ortsgemeinde Neuhemsbach ist mit 805 Einwohnern⁴⁰ die kleinste Siedlung der Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn und verfügt über keine zentralörtliche Funktion. So gibt es auch keine niedergelassenen Ärzte, keine Apotheken, Schulen oder Kindertagesstätten⁴¹. Die 69 schulpflichtigen Kinder und Jugendlichen am Wohnort Neuhemsbach sind somit Auspendler⁴². Zur Deckung des täglichen Bedarfs mit Lebensmitteln gibt es einen Einzelhandelbetrieb. Zudem sind zwei Gaststätten, jedoch keine Betriebe des Beherbergungswesens ortsansässig⁴³. Von den insgesamt 25 Betrieben in Neuhemsbach werden 20 % dem produzierenden Gewerbe und 80 % dem Dienstleistungssektor zugeordnet. Bezüglich der Beschäftigten am Arbeitsort Neuhemsbach liegen keine Daten der amtlichen Statistik vor. Jedoch sind 302 (98 %) der insgesamt 308 berufstätigen Einwohner Neuhemsbachs Auspendler⁴⁴. Demzufolge liegt die zentrale Funktion Neuhemsbachs im Wohnsektor. Von den insgesamt 344 Wohngebäuden können 82 % dem EFH-Sektor zugeordnet werden, während die Gebäude mit zwei Wohnungen nur 15 % und die Gebäude mit drei und mehr Wohnungen nur 3 % aller Wohngebäude ausmachen. Nahezu alle Haushalte (Stand

³⁹ Stand 2015

⁴⁰ Stand 2016

⁴¹ Stand 2016

⁴² Stand 2016

⁴³ Stand 2015

⁴⁴ Stand 2016

2013: 99,5 %) sind an biologische Kläranlagen angeschlossen. Das Kanalnetz umfasst 10 km und entwässert zu 76,2 % im Mischsystem und zu 23,8 % im Trennsystem. Die Bodenfläche der Gemeinde beträgt 6,66 km², wobei 7,1 % (0,47 km²) der Siedlungsfläche zugeordnet werden. Die Wohnbaufläche stellt mit 55 % den flächenmäßig größten Anteil. Der Sport-, Freizeit- und Erholungsfläche mit 31 % der Siedlungsfläche stehen lediglich 8 % für sonstige sowie 6 % für industrielle und gewerbliche Nutzungen gegenüber. Die Verkehrsfläche ist mit 3,4 % und die Gewässerfläche mit 0,4 % der gesamten Gemeindefläche ebenso gering. Erneut stellt die Vegetation inklusive landwirtschaftlicher Nutzungen mit 89 % den größten Flächenanteil, wie es für ländliche Räume prägend ist. Entsprechend der geringen Einwohnerzahl im Verhältnis zur Flächenbilanz ist die Bevölkerungsdichte mit 125 E/km² eher gering⁴⁵ (vgl. Stat. LA RLP 2018e).

Der ältere Dorfkern, entlang der Haupt- und Alsenborner Straße ist typischerweise als Mischgebiet in der Flächennutzungsplanung ausgewiesen. Die umliegenden Flächen des Siedlungskörpers sind für Wohnnutzungen vorgesehen. Der Ortsgemeinde zugehörig sind ebenso Flächen für Sondernutzungen. So liegt eine Sonderbaufläche zur Erholung außerhalb des Siedlungskörpers im Südosten von Neuhemsbach. Zudem eine Siedlungseinheit mit vorgesehener Mischnutzung sowie eine Siedlungseinheit mit Sonderbauflächen im Westen der Ortsgemeinde, am Rande des Siedlungskörpers.

⁴⁵ Stand 2015

II-1.2.4.2 Verbandsgemeinde Rockenhausen

Die Verbandsgemeinde Rockenhausen im Donnersbergkreis umfasst 20 Ortsgemeinden mit insgesamt 11.088 Einwohner⁴⁶ auf einer Fläche von knapp 141 km². Mit 77 E/km² ist die Bevölkerungsdichte relativ gering, was neben der Anzahl der Ortsgemeinden ebenso auf sehr kleinteilige Siedlungsstrukturen und einen geringen Siedlungsflächenanteil (4,4 %) bei einem gleichzeitig hohen Flächenanteil der Vegetation (91 %) hinweist. Die Stadt Rockenhausen, mit einer Größe von knapp 37 km² und 5.351 Einwohner, stellt als Mittelzentrum und einer ihrer zentralörtlichen Funktion entsprechenden Infrastrukturausstattung der spezialisierten höheren Bedarfsdeckung die größte Ortsgemeinde dar. Als leistungsfähiges Zentrum trägt die Stadt Rockenhausen neben dem Verwaltungssitz auch eine tragende Funktion hinsichtlich der Versorgung der Bevölkerung im Einzugsbereich, als Standort für Unternehmen sowie für allgemeinbildende und weiterführende Schulen und somit als Arbeitsort berufstätiger Ortsansässiger und Einpendler sowie für ortsansässige und einpendelnde Schülerinnen und Schüler der Ortsgemeinden im Einzugsbereich. Außer der Stadt Rockenhausen verfügt keine der anderen 19 Ortsgemeinden über eine zentralörtliche Funktion. Die geringe Einwohnerstärke der übrigen Ortsgemeinden Rockenhausens und die sich daraus ergebende sehr kleinteilige Siedlungsstruktur gehen aus Tabelle II-1-3 hervor.

⁴⁶ Stand 2013

Tabelle II-1-3: Bevölkerungsstand, -dichte, Wohngebäude und -einheiten der VG Rockenhausen nach Gemeinden (Quelle: Eigene Darstellung nach Stat. LA RLP 2018f)

Gemeinde	Einwohner ⁴⁷	Bevölkerungsdichte ⁴⁸	Gebäude/EFH ⁴⁹	Wohneinheiten ⁵⁰
Rockenhausen, Stadt	5.351	142,1 E/km ²	1.560 / 1.147	2.578
Gerbach	561	72,7 E/km ²	214 / 178	266
St. Alban	294	52,5 E/km ²	117 / 98	139
Ruppertsecken	369	38,4 E/km ²	147 / 129	167
Würzweiler	195	83,8 E/km ²	85 / 74	99
Dielkirchen	505	60,7 E/km ²	207 / 166	253
Bayerfeld-Steckweiler	403	46,2 E/km ²	167 / 140	200
Stahlberg	168	59,5 E/km ²	81 / 73	89
Katzenbach	512	86,2 E/km ²	203 / 173	244
Ransweiler	261	47,8 E/km ²	110 / 93	131
Schönborn	128	49,4 E/km ²	51 / 48	54
Bisterschied	239	47,9 E/km ²	95 / 79	116
Teschenmoschel	120	30,8 E/km ²	57 / 50	64
Dörrmoschel	154	48,7 E/km ²	59 / 50	74
Ratskirchen	179	34,2 E/km ²	85 / 77	93
Seelen	162	49,0 E/km ²	59 / 47	71
Reichsthal	107	45,7 E/km ²	41 / 37	48
Imsweiler	533	55,9 E/km ²	209 / 163	267
Gundersweiler	510	49,6 E/km ²	180 / 138	230
Gehrweiler	337	80,2 E/km ²	142 / 124	167
VG Rockenhausen (gesamt)	11.088	77,1 E/km ²	3.869 / 3.084	5.350

⁴⁷ Stand 2013

⁴⁸ Stand 2016

⁴⁹ Stand 2016

⁵⁰ Stand 2016

Die Siedlungsstruktur in der Verbandsgemeinde Rockenhausen ist geprägt durch ihre periphere Lage im ländlichen Raum. Keine der Ortsgemeinden verfügt über eine direkte Anbindung zur Bundesautobahn. Lediglich die Ortsgemeinden Imsweiler, Rockenhausen (Stadt), Katzenbach, Dielkirchen und Bayerfeld-Steckweiler sind an die zentrale Verkehrsachse über die B 48, wie in Abbildung II-1-11 dargestellt und darüber hinaus an das überregionale Schienennetz angebunden, was sich positiv auf die Einwohnerzahlen der Ortsgemeinden auswirkt. Über die B 48 ist in nördlicher Richtung das Mittelzentrum Bad Kreuznach (mit Teilfunktionen eines Oberzentrums) bzw. in südlicher Richtung das Grundzentrum Winnweiler und dessen Anschlussstelle an die BAB 63, mit Verbindung an das Oberzentrum Kaiserslautern bzw. an das Mittelzentrum Kirchheimbolanden, zu erreichen. Der Großteil der sonstigen Ortsgemeinden, mit wesentlich ungünstigeren Erreichbarkeitsniveaus, weisen überwiegend Einwohnerzahlen von deutlich unter 500 Einwohnern auf. Entsprechend dieser Beschaffenheit der Verbandsgemeinde, mit seinen dispersen Siedlungsstrukturen, unterdurchschnittlichen Bevölkerungsdichten, hohen Anteilen in EFH-Bauweise, grundsätzlich hohen Flächenanteilen der Vegetation sowie geringen Einwohnerzahlen und Zentrenreichbarkeitsniveaus ist die Typisierung des MDI RLP als ländlicher Raum mit disperser Siedlungsstruktur und einem Bevölkerungsanteil in Ober- und Mittelzentren von weniger als 33 % sinnbildlich (vgl. ebd. 2008: 40). Nach den BBSR Raumstrukturtypen aus dem Jahr 2010 wird die Verbandsgemeinde Rockenhausen als ländlicher Raum mit peripherer Lage typisiert, wie in Abbildung II-1-2 abgebildet.



Abb. II-1-11: Übersichtskarte der Verbandsgemeinde Rockenhausen
(Quelle: SinOptiKom 2016: 70, bearbeitet)

Für die Betrachtung in dieser Arbeit wurden die beiden Ortsgemeinden Gerbach und St. Alban, die das Einzugsgebiet der gemeinsamen Pflanzenkläranlage in St. Alban bilden, als Modellräume der Verbandsgemeinde Rockenhausen ausgewählt. Sie repräsentieren Ortsgemeinden des ländlich-peripheren Raumes in Rheinland-Pfalz mit dispersen Siedlungsstrukturen und unterscheiden sich signifikant von den Modellgemeinden in Enkenbach-Alsenborn und in wechselseitiger Abhängigkeit durch ihre Zentrenreichbarkeit⁵¹, ihre strukturelle Beschaffenheit sowie ihre Größe nach Einwohnern.

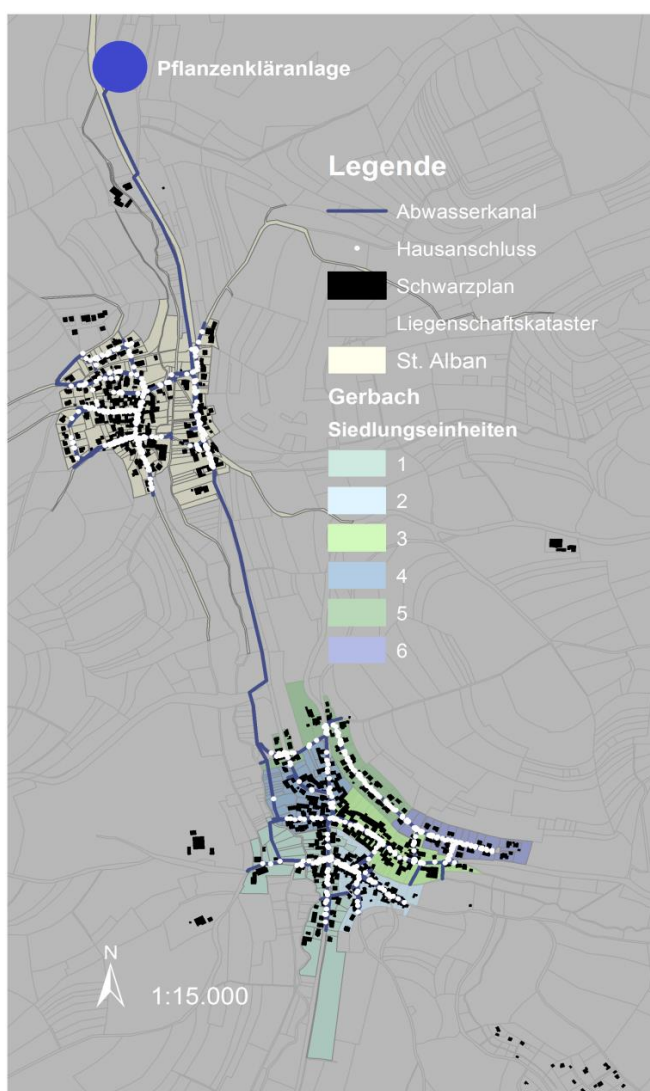


Abb. II-1-12: Einzugsgebiet der Pflanzenkläranlage in St. Alban (VG-Werke Rockenhausen) (Quelle: Eigene Darstellung nach ©GeoBasis-DE / LVerGeoRP (2013), Datenlizenz DE 2.0 [Daten bearbeitet])

⁵¹ Entgegen der Verbandsgemeinde Rockenhausen, mit peripherer Lage und disperser Siedlungsstruktur, liegt die Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn im ländlichen Raum, im Einzugsgebiet des Oberzentrums Kaiserslautern, mit hoher Zentrenreichbarkeit und -auswahl (vgl. MDI RLP 2008: 40).

Bei der Betrachtung auf der Ebene der Ortsgemeinden wird augenscheinlich, dass sich die Siedlungsgrößen und dementsprechend die Einwohnerzahlen sowie die Bevölkerungsdichten und abhängiger Sachverhalte im Wohnbereich, z.B. Anzahl der Wohngebäude und insbesondere in EFH-Bauweise trotz gleicher Typisierung durch das MDI RLP (vgl. ebd. 2008: 40), als ländliche Bereiche mit disperser Siedlungsstruktur, über die Dimension der Zentrenreichbarkeit sehr stark unterscheiden können und damit grundsätzlich unterschiedliche demographische und strukturelle Ausgangsbedingungen und Entwicklungspotentiale dieser Ortsgemeinden gegeben sind. Entsprechend differenziert können sich auch die Auswirkungen des demographischen Wandels auf z.B. leitungsgebundene Infrastrukturen der Abwasserentsorgung ausprägen.

Im Folgenden soll die strukturelle Ausgangssituation der beiden Modellgemeinden St. Alban und Gerbach anhand relevanter Indikatoren deskriptiv aufgezeigt werden. Beide Ortsgemeinden entwässern in nördlicher Richtung in die gemeinsame Pflanzenkläranlage in St. Alban, betrieben durch die Verbandsgemeindewerke Rockenhausen, womit das Einzugsgebiet der Betrachtung begründet wird.

Gerbach

Die Ortsgemeinde Gerbach, mit 561 Einwohnern⁵², liegt am nordöstlichen Rand der Verbandsgemeinde Rockenhausen. Die wichtigste Verkehrsverbindung ist die durch den Ort führende L 400, welche im Gemeindegebiet von der L 385 gekreuzt wird und in westlicher Richtung eine Verbindung zur B 48 bei Dielkirchen herstellt und damit die Anbindung an die Mittelzentren Rockenhausen und Bad Kreuznach gewährleistet. Im Osten führt die L 385 über die L 404 zur L 386 zum Mittelzentrum Kirchheimbolanden (mit oberzentralen Teilfunktionen) sowie dessen Anschluss an die BAB 63 in Richtung des Mittelzentrums Alzey und der Landeshauptstadt Mainz in nordöstlicher Richtung und dem Oberzentrum Kaiserslautern in südwestlicher Richtung. Die Oberzentren Mainz, Ludwigshafen und Kaiserslautern sind in < 60 PKW-Minuten zu erreichen. Gerbach hat keine zentralörtliche Funktion, verfügt jedoch über eine Grundschule, mit insgesamt 63 Schülerinnen und Schülern, von denen jedoch nur 20 in Gerbach selbst wohnhaft sind und die Übrigen aus umliegenden Gemeinden einpendeln⁵³. Es gibt keine niedergelassenen Ärzte und keine Apotheken in Gerbach, jedoch insgesamt 18 Betriebe, von denen ein Drittel dem produzierenden Gewerbe und zwei Drittel dem Dienstleistungsbereich zugeordnet werden⁵⁴.

⁵² Stand 2013

⁵³ zum Schuljahr 2017/2018

⁵⁴ Stand 2015

Neben einer Pension und einem gastronomischen Betrieb hat Gerbach einen Campingplatz sowie ein Wochenendhausgebiet sodass Gerbach als Arbeitsort kaum Relevanz findet. Es gibt lediglich 32 in Gerbach Beschäftigte, von denen 8 auch in Gerbach wohnen. Von den 184 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Gerbach sind rund 96 % Auspendler⁵⁵. Demzufolge bedient die Ortsgemeinde, neben dem touristischen Wert und dem Grundschulstandort, im Schwerpunkt die Wohnfunktion. Rund 83 % der 214 Wohngebäude sind in EFH-Bauweise errichtet, während Gebäude mit 2 Wohnungen einen Anteil von 13 % und Gebäude mit drei und mehr Wohnungen lediglich einen Anteil von 3 % ausmachen⁵⁶. Nahezu alle Gebäude (99,6 %) sind an die biologische Kläranlage in St. Alban angeschlossen. Die insgesamt 6 km Kanalnetz entwässern zu 12,5 % im Misch- und zu 87,5 % im Trennsystem⁵⁷ in Richtung der Pflanzenkläranlage (St. Alban). Der touristische Wert Gerbachs wird gestützt durch den hohen Flächenanteil der Vegetation (90 %), wovon der Großteil landwirtschaftlicher Nutzung unterliegt (72 %) sowie das Appelbachtal, durch welches die Hauptstraße (L 400) führt und entlang dessen auch der Hauptkanal entlang des Gefälles in nördlicher Richtung nach St. Alban entwässert. Von den insgesamt 7,3 km² Gemeindeflächen unterliegen knapp 6 % der Nutzung als Siedlungsfläche. Die Sport-, Freizeit und Erholungsfläche stellt mit rund 46 % der Siedlungsfläche und mutmaßlich durch den ansässigen Campingplatz den größten Flächenanteil dar. Die Wohnbaufläche mit 27 % der Siedlungsfläche verdeutlicht die Wohnfunktion Gerbachs gegenüber den übrigen Flächenanteilen für Industrie- und Gewerbe sowie sonstige Nutzungen von jeweils rund 15 %⁵⁸. Die Verkehrsfläche wird mit 3,6 % und die Gewässerfläche mit 0,4 % der Gemeindefläche beziffert (vgl. Stat. LA RLP 2018g). Der Großteil der besiedelten Fläche Gerbachs ist als Dorfgebiet nach § 5 BauNVO ausgewiesen, wie in Abbildung II-1-13 dargestellt.

⁵⁵ Stand 2016

⁵⁶ Stand 2016

⁵⁷ Stand 2013

⁵⁸ Stand 2016

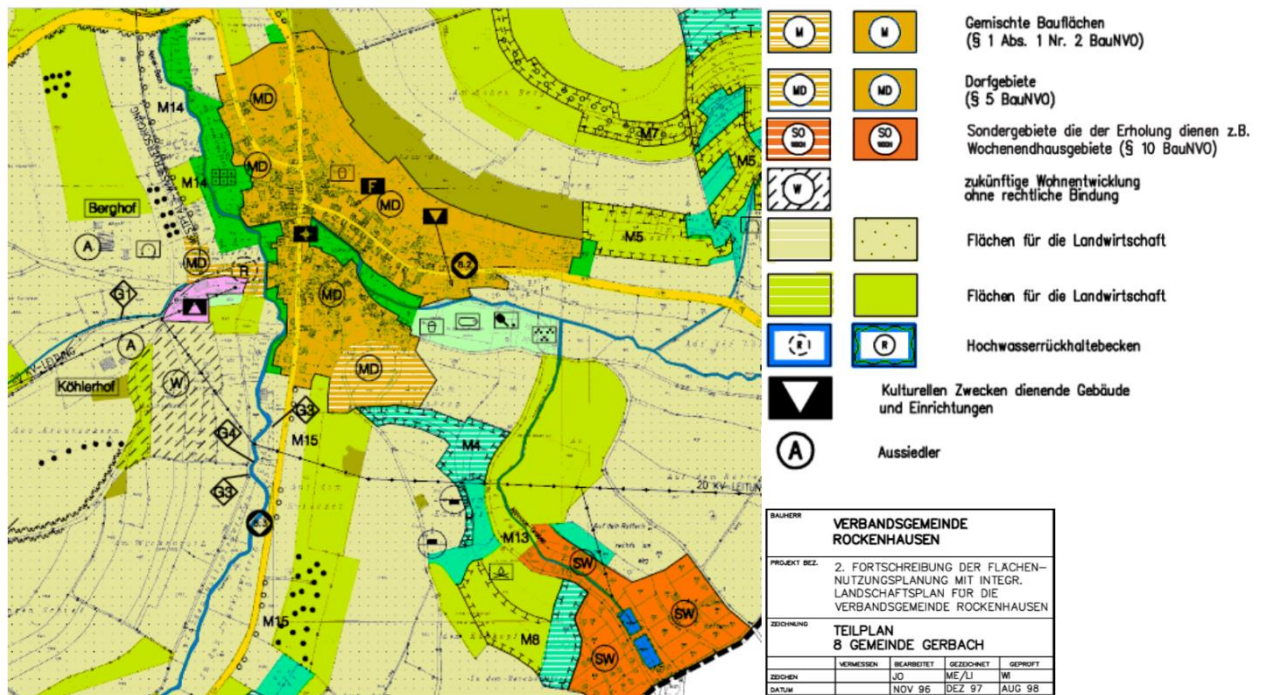


Abb. II-1-13: Flächennutzungsplan VG Rockenhausen, 2. Fortschreibung, Teilplan 8 Gemeinde Gerbach [Ausschnitt] (Quelle: igr AG 1996)

St. Alban

Die Ortsgemeinde St. Alban, mit 294 Einwohnern⁵⁹, liegt am nördlichen Rand der Verbandsgemeinde Rockenhausen. Auch für St. Alban bildet die wichtigste Verkehrsverbindung die L 400, die als gemeinsame Hauptstraße durch die Ortsgemeinde führt und die Verbindungen zu den umliegenden zentralen Orten im Einzugsgebiet (< 60 PKW-Minuten) (Bad Kreuznach, Rockenhausen, Winnweiler, Alzey, Kirchheimbolanden, Kaiserslautern und die Metropolregionen Rhein-Main, um u.a. Mainz bzw. Rhein-Neckar, um u.a. Worms und Ludwigshafen) herstellt. Die Ortsgemeinde, die von allen betrachteten Modellgemeinden die geringste Einwohnerzahl aufweist, verfügt über keine zentralörtlichen Funktionen. So gibt es weder ärztliche Niederlassungen, Apotheken, Bildungs- oder Kinderbetreuungseinrichtungen noch Einzelhandelsbetriebe vor Ort⁶⁰. Dennoch sind in St. Alban insgesamt 31 Schülerinnen und Schüler [SuS] wohnhaft, die in umliegende Schulstandorte einpendeln, so auch 12 Grundschüler, die mutmaßlich die Schule im benachbarten Gerbach besuchen⁶¹. Von den insgesamt elf ortsansässigen Betrieben, werden drei Betriebe dem produzierenden Gewerbe und acht dem Dienstleistungssektor zugeschrieben⁶².

⁵⁹ Stand 2013

⁶⁰ Stand 2016

⁶¹ im Schuljahr 2017/2018

⁶² Stand 2015

Die Gemeinde verfügt über einen gastronomischen Betrieb sowie zwei Betriebe des Beherbergungswesens⁶³. Eine Besonderheit stellt dabei der Wohnpark Bio-Solar-Haus® am nördlichen Siedlungsrand dar, in dem das Probewohnen, in ähnlicher Art eines Feriendorfes, in innovativen und biologischen Fertighäusern möglich ist (vgl. Bio-Solar-Haus 2018). Der sog. Sonnenpark ist nicht an die Pflanzenkläranlage in St. Alban angeschlossen (vgl. Abbildung II-1-12). Im Arbeitsort St. Alban sind lediglich 31 Personen sozialversicherungspflichtig beschäftigt, wovon nur fünf Personen auch in St. Alban wohnhaft sind. Die übrigen Beschäftigten sind Einpendler. Von den insgesamt 115 in St. Alban wohnhaften Beschäftigten sind 96 % Auspendler, wodurch die Funktion der Ortsgemeinde als schwerpunktmäßiger Wohnstandort unterstrichen wird⁶⁴. Von den in der Summe 117 Gebäuden, sind 84 % in EFH-Bauweise errichtet. Der Anteil der Gebäude mit zwei Wohneinheiten (14 %) sowie drei und mehr Wohneinheiten (2 %) ist folglich vergleichsweise gering⁶⁵. In St. Alban sind 88,1 % der Bevölkerung an die biologische Kläranlage angebunden, was einen vergleichsweise geringen Anteil darstellt. Die 4 km Kanal entwässern jedoch zu 100 % im Trennsystem⁶⁶, was auf die Konzeption der Abwasserentsorgung durch die Pflanzenkläranlage zurückzuführen ist. Mit einer Fläche von 5,46 km² ist die Gemeinde sehr klein. Der Siedlungsflächenanteil ist mit 3,4 % der Gemeindefläche ebenfalls überaus gering. Entsprechend der überwiegenden Wohnfunktion der Gemeinde stellt die Wohnbaufläche mit 41 % der Siedlungsfläche den größten Anteil, während 32 % für sonstige Nutzungen, 16 % als Sport-, Freizeit- und Erholungsfläche sowie 11 % als Gewerbefläche zur Verfügung stehen. Mit 93 % der Gemeindefläche (82 % in landwirtschaftlicher Nutzung) hat die Vegetation die größten Flächenanteile. Nur 3 % werden zu verkehrlichen Zwecken genutzt. Die Oberflächen-gewässer, darunter einige Bäche bilden lediglich 0,2 % der Gemeindefläche. Trotz der geringen Größe St. Albans sowie des geringen Siedlungsflächenanteils ist die Bevölkerungsdichte mit 52,2 E/km² verhältnismäßig gering (vgl. Stat. LA RLP 2018h). Der Großteil der besiedelten Fläche St. Albans ist als Dorfgebiet, nach § 5 BauNVO ausgewiesen, wie in Abbildung II-1-14 dargestellt.

⁶³ Stand 2015

⁶⁴ Stand 2016

⁶⁵ Stand 2016

⁶⁶ Stand 2013

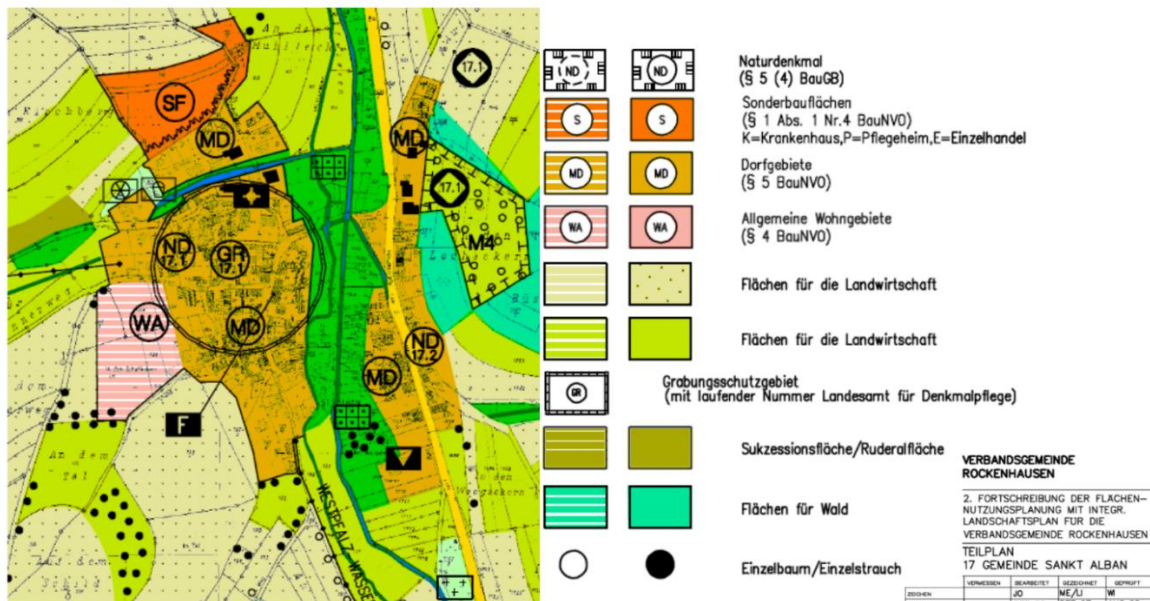


Abb. II-1-14: Flächennutzungsplan VG Rockenhausen, 2. Fortschreibung, Teilplan 17 Gemeinde St. Alban [Ausschnitt] (Quelle: igr AG 1996)

II-1.3 Zwischenfazit: Ländliche Raumtypen und -strukturen in Deutschland und Rheinland-Pfalz

Das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland wurde entlang verschiedener Definitionsansätze, zumeist funktional-analytisch oder strukturell-analytisch und entlang verschiedener Bilanzierungsmethoden mit unterschiedlichen Flächenbezügen, auf Kreis- oder Gemeindeebene bzw. ohne Bezug auf administrative Ebenen, in unterschiedliche Raum(struktur)typen klassifiziert. In der Fachöffentlichkeit besteht heute ein breiter Konsens darüber, dass es nicht den einen städtischen oder ländlichen Raum gibt, sondern sich, in Abhängigkeit der Methode und der Modellparameter, verschiedene Typen von ländlichen sowie städtischen Räumen ausdifferenzieren lassen. Untereinander weisen diese Raumtypen relevante Unterschiede auf, die in wechselseitiger Pfadabhängigkeit, insbesondere über die Parameter Lage und Infrastrukturausstattung bzw. der zentralörtlichen Funktionen, variieren. So lassen sich grundsätzliche Unterschiede z.B. auf Kreis- oder Gemeindeebene hinsichtlich der Zentralität und des Ausstattungsniveaus der Räume und deren Siedlungen klassifizieren. Als ländlich gelten in dieser Arbeit jene Räume mit überproportional hoher land- und forstwirtschaftlich geprägter Freiraumstruktur und einer Lage außerhalb oder abseits von Verdichtungsräumen oberzentraler Funktionen. Städte ländlicher Räume bedienen dabei maximal mittelzentrale Funktionen und weisen, in Abhängigkeit ihrer Größe und Lage im Gesamttraum, sehr unterschiedliche Ausstattungsniveaus und Entwicklungsdynamiken und -perspektiven auf. Mit abnehmender Größe sinkt das Ausstattungsniveau mit

Infrastrukturen während die Bedeutung sich im Schwerpunkt auf die Wohnfunktion reduziert. Verschiedene Typen ländlicher Räume treten in Abhängigkeit ihrer Lage und Anbindung an Agglomerationen auf, die mit zunehmender Distanz zum nächsten Oberzentrum an Ländlichkeit zunehmen und an ihrem Ausstattungsniveau, der Größe der Siedlungen sowie der verfügbaren Tagesbevölkerung abnehmen. Die baulich-physiognomische Struktur ländlicher Siedlungen, insbesondere von Dörfern ist dabei dispers und in den Randbereichen der Siedlungskörper von offener Bebauungsstruktur in überwiegend Ein- und Zweifamilienhausbauweise geprägt. Zeilenbebauungen sind dabei ebenso möglich. Ländliche Raumtypen bilden den Großteil (> 60 %) der Gesamtfläche Deutschlands. In Abhängigkeit des Typisierungsansatzes leben zwischen 18 % (BBSR o.J. a) und 57 % (Thünen Institut 2016) der Bevölkerung Deutschlands in ländlichen Räumen. Die in dieser Arbeit betrachteten Modellsiedlungen weisen trotz ihrer Typisierung als ländliche Räume beträchtliche Divergenzen ihrer ortsansässigen Einwohner - zwischen maximal 6.852 Einwohner (Ortsgemeinde Enkenbach-Alsenborn, Stand 2013) und minimal 294 Einwohnern (Ortsgemeinde St. Alban, Stand 2013) - und somit ganz erhebliche Unterschiede in ihrer Größe, ihrem Ausstattungsniveau mit Infrastrukturen, ihrer endogenen Wirtschaftskraft mitsamt Arbeitsplätzen und sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, der verfügbaren Tagesbevölkerung und damit ihrer Entwicklungsdynamiken und -perspektiven auf.

Die Pfadabhängigkeit von Größe und Ausstattungsniveau der Städte und Dörfer ländlicher Räume steht grundsätzlich in Abhängigkeit ihrer Zentrenreichbarkeit und Auswahl. Die Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn liegt, entsprechend der BBSR-Raumstrukturtypen (2010), im ländlichen Raum mit disperser Siedlungsstruktur und hoher Zentrenreichbarkeit und -auswahl. Mit dem eigenen Grundzentrum Enkenbach-Alsenborn und der guten Erreichbarkeit des Oberzentrums Kaiserslautern, verfügt die Verbandsgemeinde über eine relative Gunstlage gegenüber den Modellgemeinden der Verbandsgemeinde Rockenhausen, Gerbach und St. Alban. Beide Modellgemeinden Rockenhausens sind verhältnismäßig klein, verfügen über ein geringes Ausstattungsniveau sowie eine im Vergleich schlechtere verkehrsinfrastrukturelle Anbindung. Die dörflichen Strukturen beider Modellgemeinden äußern sich z.B. über deren geringe Einwohnerzahlen⁶⁷. Insbesondere für die Bevölkerungsentwicklung im demographischen Wandel und hier im Zusammenhang mit dem Problemfokus dieser Arbeit, der Auswirkungen des Bevölkerungsrückgangs auf Abwasserinfrastrukturen, ergeben sich in den Modellgemeinden sehr unterschiedliche Ausgangspositionen.

⁶⁷ Die Gemeinde Gerbach verfügt im Jahr 2013 über 561 Einwohner, in St. Alban leben zum gleichen Stichtag lediglich 294 Einwohner (Vgl. Stat. LA RLP 2018f).

II-2. Komponenten der Bevölkerungsentwicklung und -verteilung in Deutschland

Eines der Hauptthemenfelder der Demographieforschung ist die Analyse der räumlichen Bevölkerungsverteilung und -dichte auf verschiedenen Maßstabsebenen bzw. das Phänomen der ungleichen Bevölkerungsverteilung und -dichte. In Deutschland lassen sich unterschiedliche Bevölkerungszahlen und -dichten auf nationalstaatlicher, Länder-, regionaler und gemeindlicher Ebene feststellen. Sogar unterhalb der Ebene von Siedlungen lassen sich Unterschiede der Bevölkerungsverteilung sowie ihrer soziokulturellen Struktur nachweisen (vgl. Hoek et al. 2016: 143). Grundsätzlich bestehen hinsichtlich der Anzahl der Bevölkerung und der Bevölkerungsdichte Gegensätze zwischen verdichteten und ländlichen bzw. demzufolge zwischen stärker verdichteten und dispers besiedelten Räumen (vgl. Abschnitt II-1.3). Angelehnt an DE LANGE (1991) und BÄHR (1997, 2010) können folgende zentrale Themenfelder der Demographieforschung identifiziert werden (vgl. Heineberg 2007: 50), die auch in dieser Arbeit Anwendung finden:

- 1) Die *Bevölkerungszusammensetzung oder -struktur* einzelner Raumkategorien nach demographischen sowie soziokulturellen Merkmalen. Zum Teil weisen einzelne Raumstrukturen verhältnismäßig homogene Muster hinsichtlich ihrer demographischen aber auch soziokulturellen Beschaffenheit auf, was sich zum Beispiel in Form einer „Überalterung“ oder „Jugendlichkeit“ einiger Regionen oder auch regional wie lokal ungleichen Einkommensniveaus niederschlagen kann.
- 2) Die *natürliche Bevölkerungsentwicklung* kann sich in Entwicklungsländern durch hohe Geburtenraten mit entsprechend hohen Wachstumsraten und in hoch entwickelten Volkswirtschaften, wie im Falle der Bundesrepublik Deutschland, als demographische Schrumpfung darstellen.
- 3) Die *räumlichen Bevölkerungsbewegungen* bzw. die Beeinflussung der Bevölkerungsentwicklung auf regionaler sowie nationaler Ebene durch Migrationsvorgänge und entsprechend differenzierte Migrationsmotive.

Alle drei genannten Themenfelder finden Anwendung in den regelmäßig durch die statistischen Ämter der Länder sowie des statistischen Bundesamtes durchgeführten *Bevölkerungsprognosen* bzw. im eigentlichen Sinne *Bevölkerungsvorausberechnungen* zur Analyse möglicher demographischer Entwicklungen.

Die in dieser Arbeit analysierte Bevölkerung bezeichnet grundsätzlich die zum gegenwärtigen Zeitpunkt ansässige Wohnbevölkerung, auch *de facto-Bevölkerung* genannt,

die entweder durch Volkszählungen bzw. historische Schätzungen erhoben (vgl. Bähr 2010: 27) oder wie in der vorliegenden Arbeit als Primärdaten aus dem Melderegister der Gemeinden abgerufen werden kann.

Die Analyse der Bevölkerungsverteilung und deren Entwicklung zählen neben der Demographieforschung ebenso zu einer wesentlichen Komponente in der Planung von Siedlungs- und Infrastrukturen. Die Bevölkerung stellt hier die Bedarfsträger dar.

Die *räumliche Verteilung der Bevölkerung* in Deutschland ist keineswegs statisch und unterliegt vielmehr einem stetigen Veränderungsprozess, der sowohl historisch als auch heute durch politische und technische Entwicklungen bzw. räumliche Planungen und Standortentscheidungen maßgebend gestaltet wurde und wird. Die Entwicklung der natürlichen Bevölkerungsbilanz auf lokaler und regionaler Ebene sowie der Wanderungen unterschiedlicher Motive ist damit seit je her eine Konsequenz wirtschaftsstruktureller und technologischer Entwicklungen, gesellschaftlicher Präferenzen sowie (standort-) politischer und strategischer Entscheidungen. Die grundsätzliche Kongruenz zwischen Raumausstattung und Bevölkerungsverteilung ist jedoch unumstritten und ebenso wissenschaftlich fundiert (vgl. z.B. BBR 2005: 27).

II-2.1 Der demographische Wandel auf Bundesebene

Ebenso unumstritten, zumindest innerhalb der Fachöffentlichkeit, ist der demographische Wandel in Deutschland. Nur langsam befasst sich auch die breite Öffentlichkeit mit dem Thema der „demographischen Sackgasse“ hoch entwickelter Volkswirtschaften und das jedoch insbesondere im Zuge der schwerpunktmäßig im Jahr 2015 massiven Zunahme der Einwanderung nach Deutschland durch Asylsuchende. Vor dem Hintergrund, dass der demographische Wandel mit seinem Geburtenrückgang jedoch einen Prozess beschreibt, der bereits seit über 100 Jahren anhält und somit keine plötzliche Erscheinung darstellt, ist eine akute Aufregung in der Diskussion um mögliche demographische Entwicklungen durchaus verwunderlich (vgl. Köppen 2008: 273). MIEGEL beschreibt in diesem Zusammenhang, dass der *„letzte Jahrgang, der sich in der Zahl seiner Kinder ersetzt hatte, bereits 1882 geboren worden war“* (ebd. 2016:16). Demnach war in der Folge jeder Kinderjahrgang zahlenmäßig schwächer als der jeweilige Elternjahrgang, mit einer Ersatzquote von rund 90 % bis Mitte der 1960er-Jahre. Sofern es dennoch zu einem Anstieg der Bevölkerungszahl kam, dann insbesondere aus dem Grund, dass die im historischen Rückblick phasenweise positiven Außenwanderungssalden die geringen Geburtenzahlen kompensierten und die Kinderjahrgänge zwar schwächer als die Elternjahrgänge waren, aber dennoch

zahlenmäßig stärker als die Großelternjahrgänge⁶⁸, was z.B. auf demographische Zäsuren durch Kriege zurückzuführen ist. Zum Ende der 1960er Jahre, mit dem sogenannten „Pillenknick“, stürzte die Geburtenrate drastisch ab, was den Umstand der negativen natürlichen Bevölkerungsbilanz entsprechend verstärkte. Die Ersatzquote sank binnen weniger Jahre von 90 auf rund 65 % und stagnierte fortan - jeder Jahrgang ersetzt sich demzufolge seit knapp einem halben Jahrhundert nur noch zu zwei Dritteln, was längerfristig auch nicht durch erhöhte Zuwanderungssalden oder eine geringfügig steigende Geburtenrate ausgeglichen werden kann (vgl. ebd. 2016: 16; destatis 2016). Die jüngst hohen Zuwanderungszahlen haben also nur geringfügige Auswirkungen auf das stetig steigende Durchschnittsalter und den dementsprechend längerfristig zu erwartenden Bevölkerungsrückgang. Die über die vergangenen Jahrzehnte geprägte Altersstruktur der Bevölkerung, insbesondere durch die geburtenstarken Jahrgänge der 1950er bis Mitte der 1960er Jahre und die anschließend stark rückläufigen Geburtenzahlen, hat demnach wesentlich größere Auswirkungen auf die Bevölkerungsentwicklung der kommenden Jahrzehnte als der positive Außenwanderungssaldo der jüngsten Zeit und der auch weiterhin zu erwartenden hohen Einwanderungszahlen. Dennoch wird die Nettozuwanderung das Ausmaß des Bevölkerungsrückgangs mildern (vgl. destatis 2016). Die geburtenstarken Jahrgänge der 1950- bis Mitte der 1960er-Jahre werden sich in den nächsten beiden Jahrzehnten in einer beträchtlichen Erhöhung des Altersdurchschnitts der Bevölkerung niederschlagen. Wie das Statistische Bundesamt beziffert, wird die Anzahl der Menschen ab 67 Jahre im Jahr 2040 um rund 42 % höher sein als noch im Jahr 2013 (vgl. ebd. 2016). Wird die Bevölkerungsentwicklung unter *ceteris paribus*-Bedingungen fortgeschrieben, so zeichnet sich in Deutschland ein demographischer Bruch ab: Die Bevölkerung Deutschlands wird sich binnen weniger Jahre in ihrer Anzahl stark reduzieren. In Abhängigkeit der Annahmen zur Fertilitätsrate sowie der Wanderungssalden geht das Statistische Bundesamt von einem Bevölkerungsrückgang auf 73,1 Mio. Einwohner⁶⁹ bzw. 67,6 Mio. Einwohner⁷⁰ im Jahr 2060 aus, wie Abbildung II-2-1 verdeutlicht. Selbst bei der entsprechend der Annahmen maximal zu erwartenden Bevölkerungszahl⁷¹, bei einer steigenden Geburtenhäufigkeit, einem starken Anstieg der Lebenserwartung und einer langfristig hohen Zuwanderung von 200.000 Menschen pro Jahr, ist von einem Rückgang der Bevölkerung auf 78.6 Mio. Einwohnern im Jahr 2060 auszugehen (vgl. ebd. 2015: 15). Die massive Zuwanderung Schutzbedürftiger in den Jahren 2014 und

⁶⁸ Miegel beschreibt diesen Umstand als „demographisches Echo“ (vgl. Miegel 2016: 16).

⁶⁹ Variante 2: Kontinuität bei stärkerer Zuwanderung, Datenbasis des Jahres 2013

⁷⁰ Variante 1: Kontinuität bei schwächerer Zuwanderung, Datenbasis des Jahres 2013

⁷¹ Variante 8 der 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung, Datenbasis des Jahres 2013

insbesondere 2015 hat jedoch die Bevölkerung Deutschlands in ihrer Größe und Struktur verändert. In welchem Ausmaß dadurch demographische Trends längerfristig beeinflusst werden, kann aufgrund der Kürze des Zeitraumes noch nicht belastbar abgeschätzt werden. Eine Aktualisierung der Bevölkerungsvorausberechnung ist zu diesem Zeitpunkt daher nicht sinnvoll. Um dennoch die veränderte demographische Ausgangsbedingung der jüngsten Zeit auf die zukünftige Bevölkerungsentwicklung abzubilden, wurde die Variante 2 der 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung durch das Statistische Bundesamt angepasst und eine neue Modellrechnung durchgeführt. Diese Modellrechnung (Variante 2-A) basiert auf dem Bevölkerungsstand zum 31.12.2015 und berücksichtigt die Geburten-⁷² und Sterberaten⁷³ aus dem Jahr 2015. Die Annahmen zum Wanderungssaldo sind für die Jahre 2016 bis 2018 höher angesetzt als die in der vorangegangenen Variante 2, auf Basis der Daten des Jahres 2013. Die Wanderungsannahmen ab dem Jahr 2019 sind in beiden Varianten identisch (vgl. destatis 2017a: 4). Auf Basis dieser in Variante 2-A getroffenen Annahmen wird ein Bevölkerungsrückgang von 82,2 auf 76,5 Mio. Personen in Deutschland für das Jahr 2060 vorausberechnet (vgl. ebd. 2017a: 6).

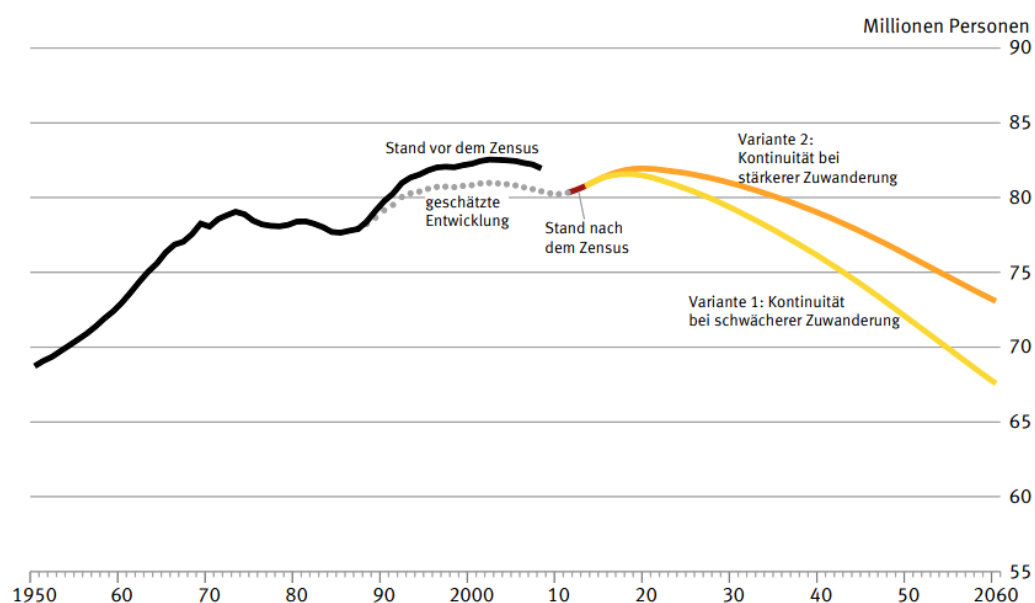


Abb. II-2-1: Bevölkerungszahl Deutschlands von 1950 - 2060

[ab 2014: Ergebnisse der 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung]

(Quelle: destatis 2015: 15, bearbeitet)

⁷² Geringfügige Erhöhung der zusammengefassten Geburtenziffer von 1,4 (Variante 2) auf gut 1,5 Kinder pro Frau, bei einem steigenden durchschnittlichen Alter bei Geburt des Kindes (vgl. destatis 2017a: 4).

⁷³ Moderater Anstieg der Lebenserwartung bei Geburt, jedoch Reduzierung (im Vergleich zur Variante 2) auf 84,7 Jahre bei Jungen und 88,6 Jahre bei Mädchen (vgl. destatis 2017a: 4).

Mit dem Zeithorizont bis 2060 wird die deutsche Bevölkerung, nach einem kurzen Anstieg, in ihrer Anzahl somit nicht nur weniger, sondern im Durchschnitt auch älter, wie Abbildung II-2-2 annahmenbasiert veranschaulicht. Zudem wird die Gesellschaft durch die verstärkte Einwanderung kulturell vielfältiger (vgl. BMI 2015: 6; Köppen 2008: 274).

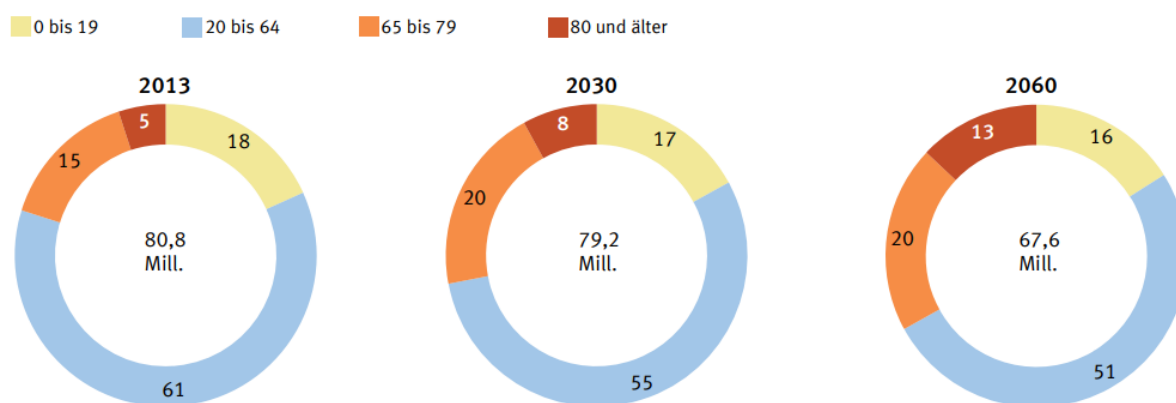


Abb. II-2-2: Bevölkerungsentwicklung Deutschlands nach Altersgruppen in %
 [2030, 2060: Ergebnisse der 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung, Variante 1]
 (Quelle: destatis 2015: 19)

Die Ausprägungen des demographischen Wandels vollziehen sich jedoch nicht in allen Regionen Deutschlands gleich, sodass die Folgen für insbesondere die kommunale Ebene nur schwer abschätzbar sind. Der Bevölkerungsrückgang wird überall dort besonders bedrohlich, wenn er sich unerwartet und besonders abrupt, schnell sowie in großem Umfang niederschlägt. Bei Akteuren der Politik, der Planung und Verwaltung, der Öffentlichkeit und teilweise auch in der Wissenschaft besteht teilweise noch immer das stigmatisierte Bild der weiten Schrumpfungslandschaften der neuen Bundesländer, welches oftmals undifferenziert dargestellt wird. Aufgrund ihrer politischen und gesellschaftlichen Vergangenheit stellt sich hier jedoch eine spezifische Ausgangsbasis, die nicht zwingend auf westdeutsche Flächenländer und deren ländliche Raumtypen übertragbar ist. Dennoch zeichnet sich auch in peripheren Lagen westdeutscher Flächenländer ein teilweise starker und abrupter Bevölkerungsrückgang ab. Grundsätzlich bestehen innerhalb der Fachöffentlichkeit noch große Unsicherheiten über konkrete Planungen und unmittelbare Maßnahmen, die ergriffen werden sollten, um den sehr unterschiedlichen Ausprägungen des demographischen Wandels lokal angemessen zu begegnen. Zudem sind die Erfahrungswerte noch immer unzureichend und es fehlen ausreichend fundierte Prognosen oder hinreichend begründete Szenarien zukünftiger Entwicklungen (vgl. Köppen 2008: 271), obgleich das Bewusstsein zum demographischen Wandel innerhalb der Öffentlichkeit und Fachöffentlichkeit in den

letzten Jahren gestiegen zu sein scheint. Die für den demographischen Wandel entscheidenden Variablen sind mit der Mortalität, Fertilität und Mobilität⁷⁴ klar definiert. Entscheidend für die regionale bzw. lokale Ausprägung der demographischen Entwicklung ist aber die altersstrukturelle Zusammensetzung der Bevölkerung, gepaart mit teilweise stark variierenden selektiven Zu- oder Abwanderungssalden, in Abhängigkeit vom Ausstattungsniveau der Raumeinheit mit Infrastrukturen sowie dessen Wirtschaftskraft. Im demographischen Schrumpfungszusammenhang ist somit nicht allein die Geburtenrate, die seit nunmehr über hundert Jahren unterhalb des Reproduktionsniveaus⁷⁵ liegt, allein verantwortlich für den teilweise drastischen Bevölkerungsrückgang einiger Räume. Die oftmals überproportional geringen Geburtenzahlen sowie die analog zum Altersdurchschnitt hohen Sterbeziffern der Bevölkerung in einigen im Schwerpunkt ländlichen Regionen Deutschlands, führen zu einem überproportional hohen lokalen Geburtendefizit. Die zwar regional wie lokal stark schwankende, jedoch im Vergleich zum Bundesdurchschnitt überproportional negative natürliche Bevölkerungsbilanz im Schwerpunkt ländlicher Regionen Deutschlands, tritt in der Regel gemeinsam mit einem stark negativen Wanderungssaldo der insbesondere jüngeren Alterskohorten auf, was den Effekt des Bevölkerungsrückgangs und den ihm innewohnenden Mechanismen verstärkt und so vielerorts zu einer demographischen wie strukturellen Abwärtsspirale führen kann (vgl. Köppen 2008: 277f.; Thünen Institut 2010: 169f.; BBSR 2015b: 4, 13). Parallel vollziehen sich überwiegend in den großen Agglomerationsräumen Entwicklungen, die neben dem Wirtschaftswachstum zu einer überdurchschnittlich hohen selektiven Zuwanderung insbesondere jüngerer und qualifizierter Kohorten führen und diese Räume stabilisieren oder zunächst sogar demographisch anwachsen lassen. Ob und wie schnell sich der demographische Wandel in seiner regionalen bzw. lokalen Ausprägung vollzieht, ist damit in hohem Maße auch davon abhängig, in welchem Umfang sich demographische Entmischungsprozesse bereits vollzogen haben und durch selektive Wanderungen weiterhin vollziehen werden (vgl. z.B. Hoek, Schubing 2017: 14).

⁷⁴ Der Begriff „Mobilität“ benennt hier das spezifische Wanderungsverhalten im Gegensatz zum alltäglichen Aktionsradius, z.B. durch Tagespendler.

⁷⁵ Das Reproduktions- auch Bestandserhaltungsniveau liegt in den meisten Gesellschaften Europas bei 2,1 Kindern pro Frau (vgl. BiB 2014: 1).

II-2.1.1 Außenwanderungen und Ausländeranteile in den Regionen Deutschlands

Neben der natürlichen Bevölkerungsbilanz und den Wanderungsbewegungen innerhalb des Bundesgebietes ist auch die Außenmigration eine wesentliche Komponente der Bevölkerungsentwicklung Deutschlands - mit regional sehr unterschiedlichem Einfluss auf die Bevölkerungsanzahl. Entgegen der Geburtenhäufigkeit oder der Lebenserwartung lässt sich kein belastbarer Trend zum Wanderungssaldo ableiten. Zu hoch sind die jährlichen Schwankungen des Außenmigrationssaldos und unvorhersehbar das Migrationspotential als Folge politischer, wirtschaftlicher, aber auch demographischer oder ökologischer bzw. klimatischer Ereignisse und Entwicklungen in den Herkunftsländern. Darüber hinaus wird der Saldo von der grundsätzlich veränderbaren deutschen Migrationspolitik selbst sowie in hohem Maße von der sozialen sowie wirtschaftlichen Attraktivität von Deutschland als Zielland bestimmt. Dennoch lassen sich aus den bisherigen Wanderungsverläufen Tendenzen ableiten, die Annahmen zum zukünftigen Außenwanderungssaldo zulassen und für Fortschreibungen genutzt werden können. So lassen sich ein lang- bis mittelfristiges Niveau des Saldos eingrenzen und Besonderheiten in der Altersstruktur von Zu- und Abwanderern festhalten. Mit Ausnahme einzelner Jahre lässt sich Deutschland als Zuwanderungsland bilanzieren. Rückblickend beträgt der Außenwanderungssaldo im langfristigen Durchschnitt 186.000 Menschen pro Jahr über den Betrachtungszeitraum zwischen 1954 und 2013. Mehr als 80 % des Außenwanderungsvolumens, also der Summe der Zu- und Fortzüge, wird dabei von Menschen ausländischer Staatsangehörigkeiten getragen. Der Durchschnittswert unterliegt jedoch teilweise beträchtlichen Schwankungen bzw. Migrationswellen, z.B. als Folge der Anwerbung ausländischer Arbeitskräfte nach Deutschland in den 1950er- und 1960er-Jahren, den Familiennachzügen in den 1980er-Jahren oder außergewöhnlich positiven Migrationssalden der 1990er-Jahre aus Osteuropa, den heutigen Staaten der ehemaligen Sowjetunion oder dem ehemaligen Jugoslawien in Folge des Bürgerkrieges. Aber auch negative Außenwanderungssalden Mitte der 1970er- und 1980er-Jahre oder der 2000er-Jahre wurden bilanziert, genau wie moderat positive Salden in Folge eines beruhigten Wanderungsverhaltens zwischen 2004 und 2007, mit Wanderungsgewinnen deutlich unter 100.000 Menschen. In den vergangenen Jahren verzeichnete Deutschland einen erneut deutlichen Wanderungsgewinn, mit 279.000 Menschen im Jahr 2011, 429.000 Menschen im Jahr 2013 und sogar 1.139.402 Menschen im Jahr 2015. Ein Blick auf die Herkunftsländer der Zuwanderer lässt Rückschlüsse auf das zukünftige Wanderungsverhalten der Migranten zu: In den Jahren 2011 bis 2013 waren mit Polen, Rumänien und Bulgarien vor allem ost- und südosteuropäische EU-Staaten sowie

Russland, aber auch Afghanistan und Syrien die wichtigsten Herkunftsländer. Das Wanderungsverhalten kann dabei einerseits in überwiegend arbeitsmotivierte Wanderungen sowie andererseits in schutzmotivierte Wanderungen differenziert werden. Im Falle der Arbeitsmigration wird der Wanderungsdruck durch ein mangelhaftes Angebot auf dem heimischen Arbeitsmarkt der Herkunftsländer erzeugt, während der Wanderungsdruck Asylsuchender mit kriegerischen oder terroristischen Auseinandersetzungen vor allem in Afghanistan, Irak und Syrien begründet ist. Durch die Bereitschaft zusätzliche Arbeits- und Nachwuchskräfte auf dem deutschen Arbeitsmarkt aufzunehmen, steigt die Anzahl von Arbeitsmigranten im wanderungsaktiven Alter (vgl. destatis 2015: 37f.).

Die demographische Struktur der ost- und südeuropäischen EU-Herkunftsländer lässt Rückschlüsse auf die Altersstruktur der Zuwanderer zu. Die Geburtenrate ist in diesen Ländern ähnlich niedrig wie in westeuropäischen Staaten: der Anteil der unter 20-jährigen ist mit 20 % vergleichbar gering, während die Altersgruppen der 20- bis unter 40-Jährigen sowie der 40- bis unter 60-Jährigen mit jeweils etwa 30 % viel stärker besetzt sind. Bei der Fortsetzung dieses Trends und der entsprechenden Alterung der wanderungsaktiven Kohorten über die nächsten 20 bis 30 Jahre, wird die Anzahl wanderungsaktiver Personen abnehmen und sich gleichzeitig die ökonomische Situation stabilisiert haben, sodass der endogene Wanderungsdruck in den Herkunftsländern abnehmen und sich das Wanderungsvolumen aus diesen Ländern nach Deutschland reduzieren wird (vgl. destatis 2015: 37f.).

Der Altersdurchschnitt Asylsuchender aus Afghanistan, Irak und Syrien sowie weiteren potenziellen Zuwanderungsländern aus Teilen Asiens und Afrikas ist weitaus jünger. Die deutlich instabile politische und wirtschaftliche Lage dieser und anderer Regionen der Welt lassen Rückschlüsse zu, dass Deutschland auch in den nächsten Jahren und Jahrzehnten ein attraktives Zuwanderungsland sein wird. In Abhängigkeit der deutschen Zuwanderungspolitik, wird folglich mit einem der Situation in den Herkunftsländern entsprechenden Wanderungsdruck zu rechnen sein, der in den kommenden Jahren zu positiven Außenmigrationssalden Deutschlands führen wird. Gleichzeitig zeichnet sich der Trend ab, dass der Anteil der Bevölkerung im Erwerbsalter in Deutschland zukünftig sinkt, wodurch sich der Bedarf nach Arbeitskräften grundsätzlich erhöhen wird (vgl. destatis 2015: 37f.).

Im Jahr 2016 betrug der Wanderungsüberschuss nach Deutschland etwa 500.000 Menschen, was einen deutlichen Rückgang des Nettomigrationssaldos von rund 56 % gegenüber dem Vorjahr (2015) bedeutet. Neben dem Rückgang der Zuzüge um 272.000 Menschen bzw. von 13 % im Jahr 2016 erhöhten sich im gleichen Zeitraum auch die Fortzüge um 368.000 Menschen bzw. um 37 % gegenüber dem Jahr 2015⁷⁶ (vgl. destatis 2018d).

Der Verlauf der Zu- und Fortzüge zwischen Deutschland und dem Ausland der Jahre 1991 bis 2016 ist in Abbildung II-2-3 illustriert. Deutlich sichtbar sind, neben dem durchschnittlich positiven Migrationssaldo, die starken Schwankungen in den Einzeljahren speziell der Zuzüge und hier insbesondere die hohe Nettozuwanderung der vergangenen rund 10 Jahre (vgl. destatis 2018d).

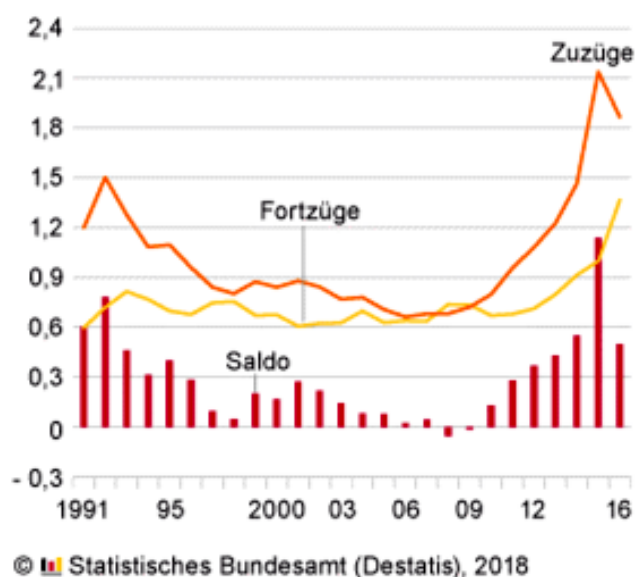


Abb. II-2-3: Zu- und Fortzüge zwischen Deutschland und dem Ausland 1991-2016 [in Mill.] (Quelle: destatis 2018d)

Die Verteilung der ausländischen Bevölkerung⁷⁷ auf die Regionen Deutschlands erfolgt keineswegs homogen. Insbesondere in den alten Bundesländern treten das Ruhr-, das Rhein-Main- und Rhein-Neckar-Gebiet sowie die Großräume Stuttgart und München, die

⁷⁶ Für das Berichtsjahr 2016 ergaben sich methodische Änderungen bei den Wanderungsstatistiken, durch technische Weiterentwicklungen der Datenlieferungen aus dem Meldewesen und der Umstellung auf ein neues Datenaufbereitungsverfahren bei den Bevölkerungsstatistiken. Die Ergebnisse sind daher nur bedingt mit den Vorjahreswerten vergleichbar. Zudem sind bei der melderechtlichen An- und Abmeldung von Schutzsuchenden Inkonsistenzen möglich, die in der Statistik zu Unter- und Übererfassungen von Zu- und Fortzügen geführt haben können (vgl. destatis 2018b).

⁷⁷ Zur ausländischen Bevölkerung zählen alle nicht Deutschen entsprechend ihrer Staatsangehörigkeit im Sinne des Art. 116 Abs. 1 GG. Zu ihnen gehören auch die Staatenlosen und Menschen mit ungeklärter Staatsangehörigkeit. Deutsche mit einer zweiten fremden Staatsangehörigkeit gehören nicht zur ausländischen Bevölkerung (vgl. destatis 2017b).

Stadtstaaten Hamburg und Bremen und die Grenzregionen der westlichen, südwestlichen und südlichen Anrainerstaaten mit besonders hohen Ausländeranteilen hervor. In den neuen Bundesländern, mit Ausnahme von Berlin, ist der Ausländeranteil signifikant niedriger. Jedoch zeigt sich auch hier das Muster, dass die Ballungsräume einen höheren Ausländeranteil aufweisen als deren Umlandregionen oder ländliche Raumtypen (vgl. destatis 2017b).

Der prozentuale Ausländeranteil in den Regionen Deutschlands für das Jahr 2016 geht aus Abbildung II-2-4 hervor. Grundsätzlich, so wird deutlich, ist der Ausländeranteil in Großstädten und Großstadtregionen signifikant höher als in ländlichen Räumen, wodurch sich die Zuwanderung auf die demographische Entwicklung ländlicher Raumtypen nur wenig auswirkt, wohl aber auf die demographische Stabilität der Agglomerationsräume sowie deren soziokulturelle Struktur. Die begründeten Annahmen in der Trendfortschreibung lassen die Aussage zu, dass die Bevölkerung Deutschlands im Schwerpunkt der Agglomerationsräume zukünftig kulturell vielfältiger werden wird.

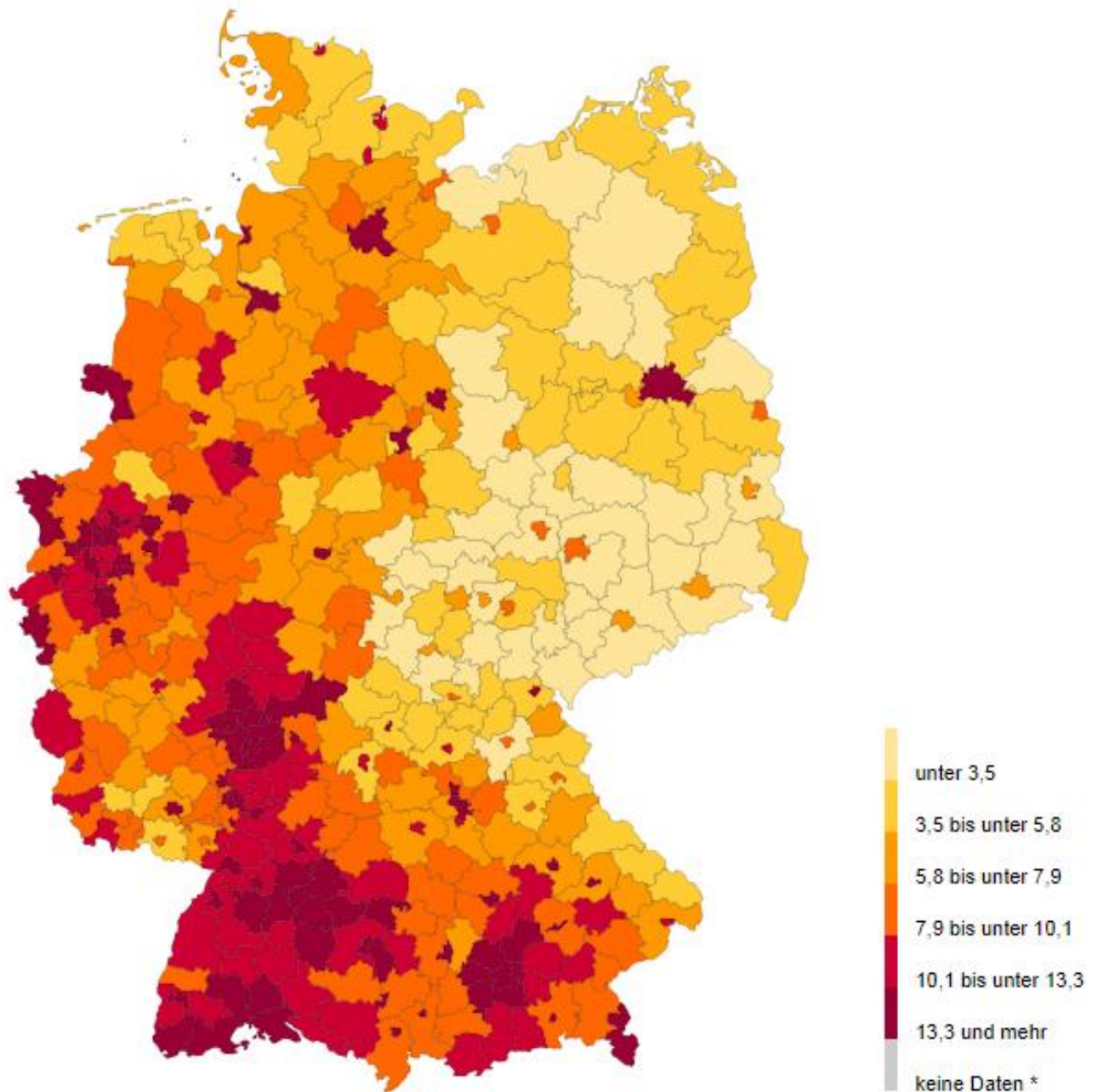


Abb. II-2-4: Ausländeranteil in den Regionen Deutschlands 2016 [Anteile in %]
(Quelle: destatis 2017b)

II-2.1.2 Regionen in Deutschland zwischen „Wachstum“ und „Schrumpfung“

Das Wanderungsverhalten in und nach Deutschland fällt deutlich zugunsten der wirtschafts- und strukturstarken Verdichtungsräume - mit West-Ost-, Nord-Süd- sowie Stadt-Umland-Gefälle aus (vgl. BBSR 2015b: 4, 13; Häußermann, Siebel 2004: 682; Köppen 2008: 277f.; Küpper 2010: 169f.).

Die Bedeutung des Wanderungsverhaltens lässt sich sehr gut an der Entwicklung in den neuen Bundesländern der vergangenen rund 30 Jahre erkennen. Nach den massiven Abwanderungsströmen ostdeutscher Regionen nach Westdeutschland, im Anschluss an die Wiedervereinigung, hat sich eine differenziert polarisierende „Schrumpflandschaft“ herauskristallisiert. In grundsätzlich wechselseitiger Abhängigkeit haben sich im regionalen Maßstab demographisch, wirtschaftlich sowie (bildungs-)infrastrukturell stabile Räume, z.B. die Hauptstadtregion Berlin-Potsdam, der Großraum Dresden-Leipzig-Chemnitz-Zwickau in Sachsen, der Großraum Erfurt-Jena-Weimar in Thüringen oder die Leuchtturmregionen Rostock oder Stralsund-Greifswald in Mecklenburg-Vorpommern entwickelt. Das sind gleichermaßen jene Zielgebiete des teilweise sehr kleinräumigen selektiven Wanderungsverhaltens spezifischer Alterskohorten, die in Abhängigkeit ihrer Lebenssituation unterschiedliche Wandermotive aufweisen: Jüngere Bildungswanderer zugunsten wirtschaftsstarker Zentren, die sich dort bessere Chancen auf Bildung und Arbeit versprechen, Familienwanderer zugunsten der Zentren und Umlandregionen in Abhängigkeit vom Preisniveau für Immobilien oder Ruhestandswanderer tendenziell zugunsten suburbaner oder ländlicher Räume können so spezifische Wandermuster aufweisen (vgl. Köppen 2008: 276).

Den stabilen und strukturstarken Räumen stehen entsprechend der Wanderungsdynamik strukturschwache Räume peripherer Lagen mit verstärkten Entmischungstendenzen und einem überproportional hohen Altersdurchschnitt gegenüber, mit grundsätzlich fließendem Übergang. Die negative demographische Entwicklung peripherer Lagen lässt sich verhältnismäßig belastbar über den Altersmedian sowie über die Jugend- und Altenquotienten abschätzen. Der in der Vergangenheit im Bundesgebiet durchschnittlich positive Außenwanderungssaldo fällt in peripheren Lagen letztlich kaum ins Gewicht, da sich die Internationalisierung schwerpunktmäßig in strukturstarken Verdichtungsräumen vollzieht. Die selektive Abwanderung jüngerer Kohorten in peripheren Lagen ist grundsätzlich auch auf deren Strukturschwäche zurückzuführen - eine drastische strukturelle Aufwertung dieser Räume zeichnet sich derzeit nicht ab. Im Umgang mit demographischen Entwicklungen erfordert das differenzierte Nebeneinander von stabilen Räumen und Schrumpfungs-

räumen passgenaue und kleinräumige Konzepte entsprechend der Heterogenität der strukturellen und demographischen Beschaffenheit sowie Herausforderungen dieser Räume - im Wachstums- sowie im Schrumpfungsprozess (vgl. Köppen 2008: 279; BBSR 2015b: 13).

Mit einem mehrdimensionalen Messkonzept, basierend auf der Auswertung von sechs Entwicklungsindikatoren, typisiert das BBSR (2015) die Städte und Gemeinden Deutschlands in Wachstums- und Schrumpfräume. Während sich das Wachstum stärker auf große Zentren und deren Umland bezieht, ist die Schrumpfung ein stärker flächenhaftes Phänomen. Die BBSR-Messung bezieht sich auf das Wachsen und Schrumpfen in Relation zum Bundesdurchschnitt und betrachtet die jüngeren Entwicklungen im Zeitintervall von fünf Jahren, zwischen 2008 und 2013. Im betrachteten Zeitintervall zeichnen sich vor allem die Großstädte und deren Gemeinden im engeren Einzugsgebiet durch Wachstum aus sowie einige Städte und Gemeinden im erweiterten Umfeld großer Zentren und den Zwischenräumen. Grundsätzlich gilt, dass sich das Wachstum sehr stark auf wenige Regionen in West-, aber auch in Ostdeutschland konzentriert. Als stark schrumpfend werden sehr viele Städte und Gemeinden in Ostdeutschland und einige in Westdeutschland augenscheinlich und dabei vor allem Kleinstädte und Landgemeinden, aber auch einige Mittel- und nur wenige Großstädte (vgl. BBSR 2015b: 10).

Die Analyse des BBSR (2015b) über das Zeitintervall zwischen 1998 bis 2013 verdeutlicht, dass sich der Schrumpfungsprozess auch in Westdeutschland vollzieht und sich das Wachstum zunehmend räumlich konzentriert. Das Schrumpfungsphänomen hat sich in großen Teilen ostdeutscher Flächenländer verfestigt und nur in einigen Großstädten konnten sich Wachstumspole herauskristallisieren (vgl. ebd. 2015b: 12), wie in Abbildung II-2-5 veranschaulicht.

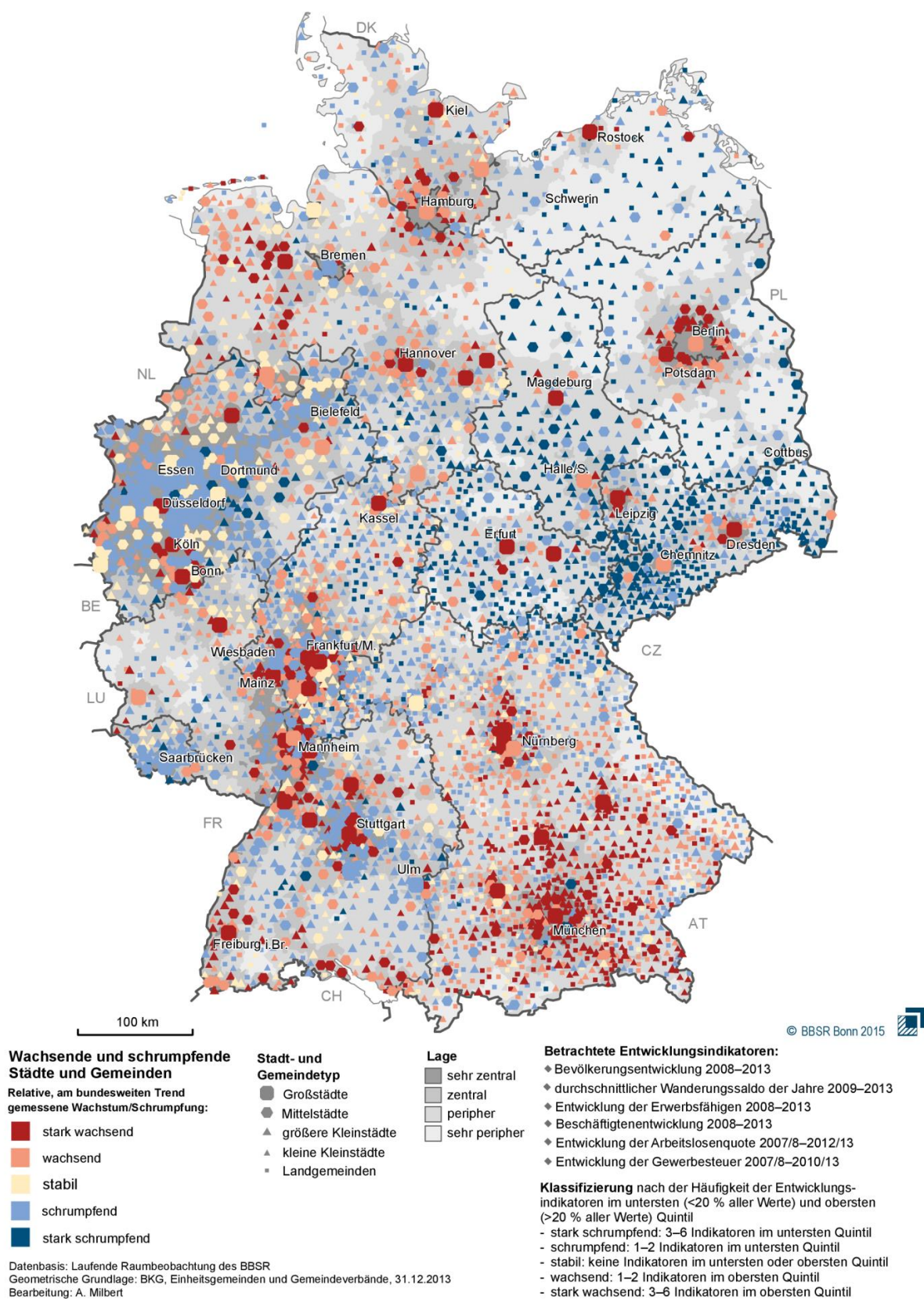


Abb. II-2-5: Wachsende und schrumpfende Städte und Gemeinden in Deutschland
(Quelle: BBSR 2015b: 11)

Analog zu der in Abschnitt I-1 dargestellten Typisierung von Räumen treten schwerpunktmäßig ländliche Raumtypen als tendenziell schrumpfend und hierbei insbesondere periphere Lagen als stark schrumpfend hervor: Hier altert die Gesellschaft durchschnittlich schneller, als Folge selektiver Abwanderung überwiegend jüngerer Alterskohorten sowie eines Geburtendefizits bzw. Sterbeüberschusses. Neben der altersstrukturellen Verschiebung äußert sich in vielen ländlichen Gemeinden auch eine Verschiebung der Geschlechterproportionen, da hier insbesondere junge Frauen strukturbedingt mit hohen Abwanderungsalten hervortreten - mit entsprechend negativen Auswirkungen auf die Geburtenziffern (vgl. BBSR 2015b: 13). Das flächenhafte Schrumpfen kann unter Umständen in Form einer „Negativ- oder Abwärtsspirale“ erfolgen, wie sie in Abbildung II-2-6 abstrahiert dargestellt ist.

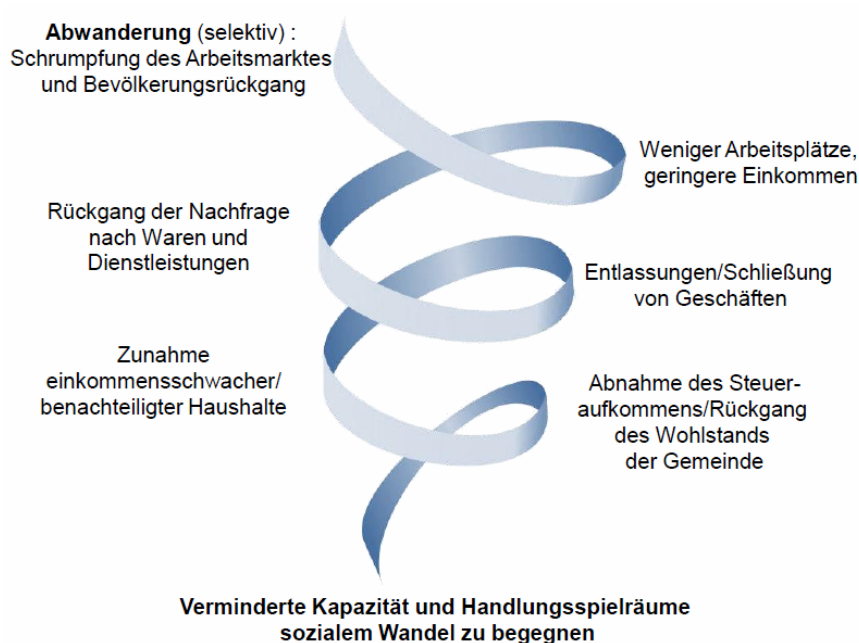


Abb. II-2-6: Kumulative Kausalkette der Stadt- und Regionalentwicklung im Schrumpfungskontext (Quelle: Eigene vereinfachte Darstellung nach Mayer, Knox 2009: 209)

Die quantitative Bevölkerungsabnahme erfolgt dabei primär migrationsbedingt: Durch selektive Abwanderungen, begründet mit einem mangelhaften Angebot an Infrastruktureinrichtungen und Arbeitsplätzen bzw. besseren Arbeits- und Bildungschancen in Verdichtungsräumen. Aus der Schrumpfung des regionalen Arbeitsmarktes und regional sinkenden durchschnittlichen Einkommen resultieren ein Rückgang der Kaufkraft sowie der Nachfrage nach Waren und Dienstleistungen innerhalb der Bevölkerung. Entlassungen von Angestellten oder sogar die Schließung von Geschäften können eine Folge sein. Durch die sinkenden Steuereinnahmen der

Gemeinde wird der kommunale Handlungsspielraum stark reduziert, der Anteil einkommensschwacher und sozial benachteiligter Haushalte nimmt parallel zu (vgl. BBSR 2015b: 13).

Der Prozess der Schrumpfung einer Region, Stadt oder Gemeinde tritt damit verstärkt auf bei:

- starker Bevölkerungsabnahme
- größeren Wanderungsverlusten
- stärkerem Rückgang des Erwerbspersonenpotentials
- stärkerem Arbeitsplatzrückgang
- Zunahme der Arbeitslosigkeit
- negativer Entwicklung der Gewerbesteuererinnahmen

Dabei gilt, dass das Ausmaß und die Schnelligkeit des Schrumpfungsprozesses von der Ausprägung der jeweiligen Indikatoren - jeweils mit gleicher Gewichtung - abhängt (vgl. BBSR 2015b: 13).

II-2.1.3 Wirkungszusammenhänge demographischer und wirtschaftlicher Schrumpfung

Die komplexen Wirkungszusammenhänge zwischen einer positiven Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung eines Raumes sind empirisch nicht eindeutig belegt und entstammen in ihrer öffentlichen Konnotation oftmals der Ideologie vieler neoklassischer Ökonomen: *„Demzufolge zählt Wirtschaftswachstum zu den wichtigsten politischen Zielen, das in sämtlichen Policy-Bereichen vorrangig verfolgt werden sollte“* (Steurer 2002: 65). So gehen einige Ökonomen seit den 1950er-Jahren von dem Paradigma aus, dass *„sämtliche wirtschaftlichen, sozialen und politischen (und seit den 1970er Jahren auch ökologischen) Probleme va [sic!] mit Wirtschaftswachstum“ zu lösen sind“* (Steurer 2010: 424). Im Umkehrschluss verlieren Räume ohne quantitatives Wirtschaftswachstum ihre Handlungsspielräume, um Probleme zu lösen. Selbst Stagnation ist unter dem Wachstumsparadigma als Problem zu erachten (vgl. BBSR 2015b: 3).

Die Bevölkerung eines Raumes und deren Entwicklung gilt damit über das zukünftige Arbeitskräfte- und Nachfragepotential als Grundvoraussetzung für eine positive wirtschaftliche Entwicklung. Die Wirtschaftsentwicklung als kleinräumiger Push- oder Pullfaktor für Bevölkerungsbewegungen ist in erster Linie theoretisch besetzt:

Demzufolge ziehen Regionen mit Wirtschaftswachstum im Schwerpunkt jüngere Alterskohorten an, während Regionen mit sinkender Wirtschaftskraft mit selektiver Abwanderung assoziiert sind, da sich die Bevölkerung in anderen Regionen bessere Arbeits-, Bildungs- und Einkommenschancen erhofft. Die wirtschaftliche Entwicklung einer Region hat dadurch nicht nur Auswirkungen auf das Wanderungsverhalten, sondern äußert sich lokal auch indirekt im generativen Verhalten der Population (vgl. z.B. Franz 2013: 9). Im Zusammenhang mit dem demographischen Wandel legen empirischen Befunde jedoch nahe, dass die komplexen Wirkungszusammenhänge zwischen Demographie und Ökonomie, hinsichtlich der ökonomischen Struktur, der Produktivitätsentwicklungen sowie des Verdichtungs- bzw. Verstädterungsgrades, differenziert betrachtet werden sollten (Bartl, Rademacher 2011: 1). So können die wirtschaftliche und die Bevölkerungsentwicklung einer Region prinzipiell auch gegenläufige Entwicklungen annehmen (vgl. Franz 2003: 16).

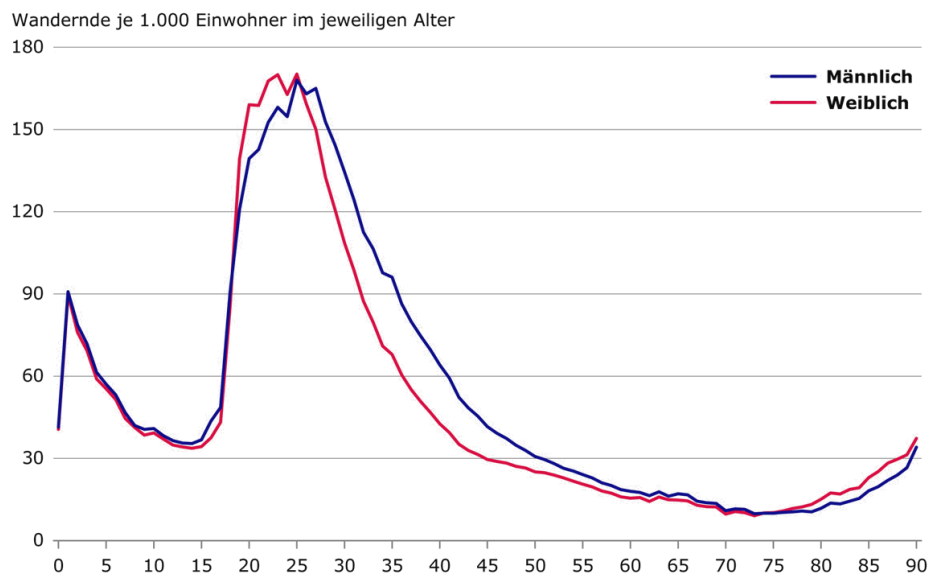
Grundsätzlich besteht das Phänomen schrumpfender Städte somit nicht durch singuläre Entwicklungen, z.B. des Bevölkerungsrückgangs oder sinkender Wirtschaftskraft, sondern *„aus dem Zusammenspiel von Bevölkerungsverlusten mit selektiver Abwanderung von qualifizierten jungen Arbeitskräften, nicht gelingender Integration von Zuwanderern, negativen ökonomischen Entwicklungen, hoher Arbeitslosigkeit, sinkenden kommunalen Finanzspielräumen, Auflösung der Stadtgestalt und Ausdünnung der Versorgung mit Gütern und Dienstleistungen“* (BBSR 2015b: 4, nach Häußermann, Siebel 2004: 692).

Schrumpfung allein an der quantitativen Bevölkerungsabnahme festzumachen, so wie es in der politischen und öffentlichen Wahrnehmung teilweise üblich ist, ist damit theoretisch und empirisch nicht haltbar. Dennoch sind die selektiven demographischen Entmischungsprozesse und die quantitative Entleerung von Räumen wesentliche Komponenten, die eine räumlich-strukturelle Negativentwicklung anstoßen und sich zu einer Krisensituation potenzieren können. Die negativen Folgen auf die Auslastung von technischen sowie sozialen Infrastrukturen durch die Bevölkerungsabnahme jener Räume lässt sich jedoch auf keinen Fall leugnen (vgl. BBSR 2015b: 4).

II-2.1.4 Binnenwanderungen und regionale Ausprägungen in Deutschland

Die amtliche Statistik differenziert bei Wanderungsbewegungen, also der räumlichen Verlegung des Lebensmittelpunktes einer Person, zwischen zwei Formen: Neben der in Abschnitt II-2.1.1 dargestellten Außenwanderung, bezeichnet der Begriff der Binnenwanderungen alle Wohnsitzwechsel innerhalb eines Staatsgebietes über eine Gemeindegrenze hinweg. Entsprechend dieser Definition wechseln jedes Jahr etwa 3,5 bis 4 Mio. Menschen in Deutschland ihren Wohnsitz. Die Wanderungsmotive unterscheiden sich dabei stark von der jeweiligen Lebenssituation und sind dem entsprechend in hohem Maße alters- und geschlechtsspezifisch. Ebenso unterscheiden sich die Zielregionen der Binnenwanderungen signifikant (vgl. BiB 2018c). Am höchsten ist die Wanderungsaktivität im Alter zwischen 18 und 30 Jahren und nimmt dann bis zum Alter von 40 Jahren drastisch ab, wie in Abbildung II-2-7 veranschaulicht wird. Binnenwanderungen dieser Kohorten sind häufig durch den Beginn einer Ausbildung, eines Studiums, den Berufseinstieg oder die Gründung einer Familie mit entsprechendem Wohnsitz motiviert. Junge Frauen sind bis zum Alter von 25 Jahren mobiler als junge Männer. Ab dem Alter von 25 Jahren kehrt sich dieses Verhältnis jedoch um. Das Niveau der Schulbildung und in diesem Zusammenhang auch die Ausbildungswege bestimmen hierbei die Wanderungsaktivität zugunsten städtischer Räume mit hohem Ausstattungsniveau. Im Ost-West-Vergleich trägt die höhere Erwerbsneigung ostdeutscher Frauen zur verstärkten Abwanderung der Frauen dieser Kohorte aus ländlichen Räumen Ostdeutschlands bei. Charakteristisch ist damit ein wanderungsbedingtes Ungleichgewicht der Geschlechterproportionen vieler Altersgruppen städtischer und ländlicher Räume: Während städtische Räume im Vergleich überproportional viele junge Frauen aufweisen, sind in ländlichen Räumen überdurchschnittlich viele junge Männer wohnhaft. Die Geschlechterdisproportionen werden in der Forschungsliteratur vor allem als Folge der Entwicklungszusammenhänge ländlicher Räume thematisiert und nicht als deren Ursache. Zweifelsohne haben die Geschlechterdisproportionen aber ihre Wirkung auf die (demographische) Entwicklung ländlicher wie städtischer Räume. So ist anzunehmen, dass junge, qualifizierte und vormals abgewanderte Frauen ihren Lebensmittelpunkt in der Familiengründungsphase tendenziell in den jeweiligen Zielregionen wählen und weniger in den Herkunftsregionen, was die Alterung und demographische Schrumpfung in ländlichen Räumen neben den Abwanderungseffekten auch durch ausbleibende Geburten verstärkt. Nicht zuletzt durch die Bildungs- und Altersselektivität abwandernder Frauen bestehen auch negative wirtschaftliche Konsequenzen für ländliche Abwanderungsräume mit geringem

Ausstattungsniveau bzw. geringer Zentrenreichbarkeit und Auswahl (vgl. Kühntopf, Stedtfeld 2012: 96; BBSR 2013; BBSR 2015b: 13).



Datenquelle: Statistisches Bundesamt, Berechnungen: BiB

© BiB 2017

Abb. II-2-7: Häufigkeit von Binnenwanderungen in Deutschland nach Alter und Geschlecht 2015 (Quelle: BiB 2017)

Die Wanderungen junger Frauen und Männer zwischen 18 und 30 Jahren aus peripheren ländlichen in stärker verdichtete städtische Räume, mit hoher infrastruktureller Ausstattung, macht einen Großteil der Binnenwanderungen in Deutschland auf der Ebene der Kreise und Gemeinden aus. Viele ländliche Kreise in Deutschland verzeichnen einen Wanderungssaldo für diese Kohorten, der mehr als 10 % ihrer gleichaltrigen Einwohnerzahl entspricht. Traditionell ist die Abwanderung aus peripheren Lagen insbesondere der neuen Bundesländer am stärksten ausgeprägt. Als Zielregionen bevorzugt werden dabei naheliegende Großstädte. So vollzieht sich die selektive Migration in Ostdeutschland zum größten Teil auch innerhalb der neuen Länder, also im Schwerpunkt zugunsten von ostdeutschen Städten. Die Ost-West-Wanderung hat dadurch in den letzten Jahren an Bedeutung verloren und auch die Geschlechterproportionen von West- und Ostdeutschen Städten sind ähnlich. Nach derzeitigem Forschungsstand weisen ländliche Räume in Ostdeutschland jedoch stärkere Frauendefizite auf als jene der alten Länder (vgl. Kühntopf, Stedtfeld 2012: 96; BBSR 2013: 6), wie in Abbildung II-2-8 aufgezeigt.

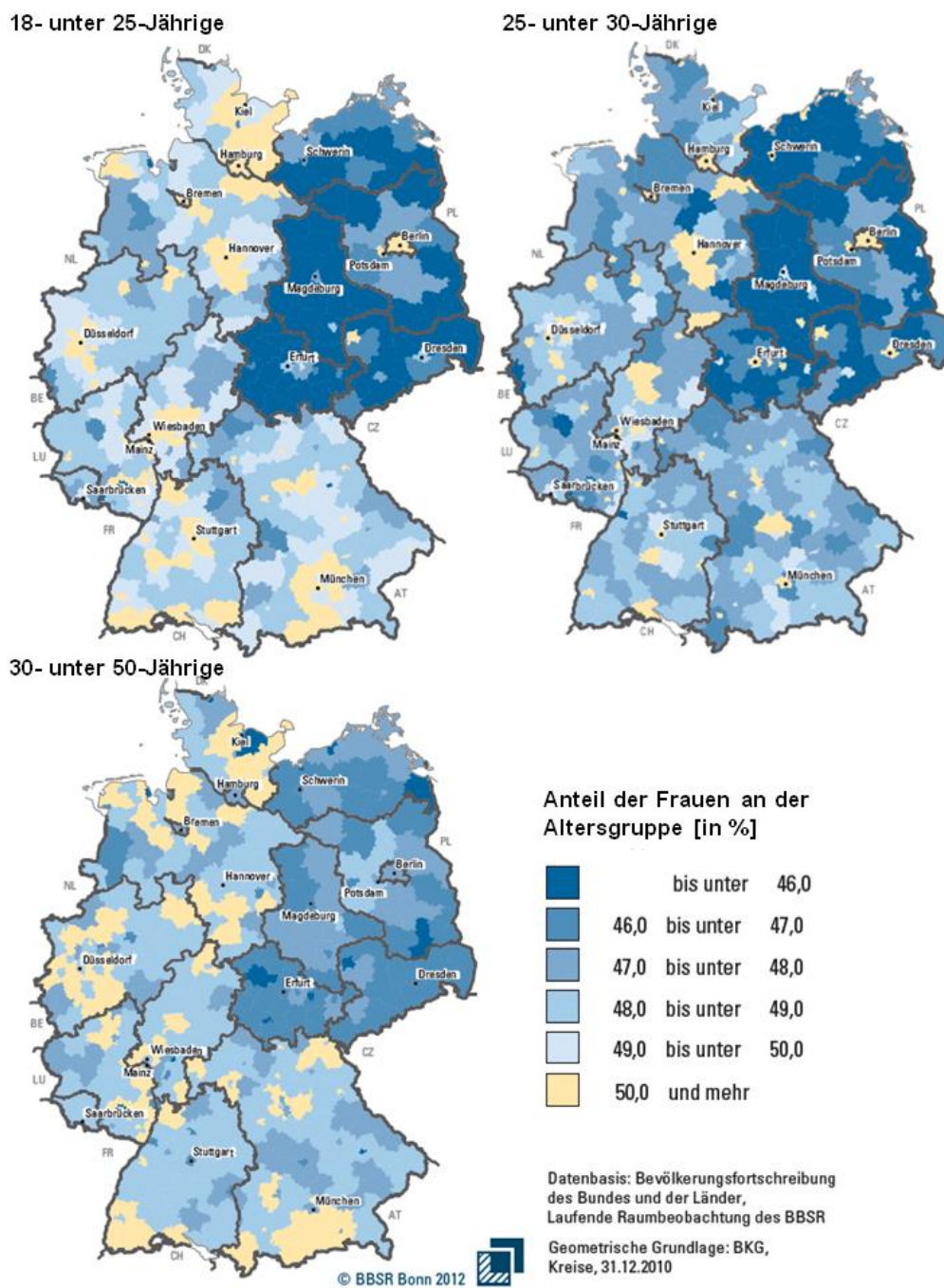


Abb. II-2-8: Frauenanteil der Altersgruppen von 18 bis 50 Jahre 2009/2010 [in %]
 (Quelle: BBSR 2013: 7, bearbeitet)

Die geschlechts- und alterstypische Wanderungsaktivität hat zu einem Ungleichgewicht in der demographischen Struktur der Regionen im Bundesgebiet geführt. Das Wanderungsverhalten der Kohorten weist dabei typische Muster auf, die im Folgenden dargelegt werden.

18- bis unter 25-Jährige

Bei jungen Männern und Frauen der Alterskohorte zwischen 18- und unter 25-Jahren können Bildungs- und Berufseinstiegswanderungen, im Schwerpunkt zugunsten der Ballungsräume vorausgesetzt werden. Im Jahr 2010 betrug der Anteil der Bevölkerung dieser Altersgruppe 8,2 % mit relativ konstantem Verlauf in den Vorjahren bzw. rund 6,7 Mio. Menschen. In Abbildung II-2-8 wird die Disproportion der Geschlechter zugunsten der Großstädte verdeutlicht. In den meisten Großstädten beträgt der Frauenanteil über 50 %, während er in einigen ländlichen Regionen unter 46 % fällt. Kreisfreie Großstädte in Westdeutschland haben hinsichtlich der Binnenwanderungssalden dieser Alterskohorten etwas stärker profitiert als ostdeutsche kreisfreie Großstädte. In Westdeutschland zeigt sich, dass im Zeitraum zwischen 2003 und 2010 lediglich die ländlichen Räume leichte Abwanderungstendenzen dieser Altersgruppe aufweisen. In den neuen Bundesländern dagegen haben im gleichen Zeitraum alle Kreistypen mit Ausnahme der kreisfreien Großstädte an junger Bevölkerung zwischen 18 und unter 25 Jahren verloren. Dabei wanderten junge Frauen nicht nur häufiger ab als junge Männer, sondern auch umso zahlreicher je ländlicher der Herkunftskreis ist (vgl. Kühntopf, Stedtfeld 2012: 30; BBSR 2013: 6ff.; Milbert, Sturm 2016: 124, 130). Nur in seltenen Fällen findet ein Rückzug in die Heimatregionen statt. Insbesondere bei Bildungswanderern aus ländlichen Räumen, mit höherem oder hohem Bildungsniveau, ist der bestehende Trend geringer Rückzugsquoten in ländliche Heimatregionen wahrscheinlich beständig. Das Rückzugsverhalten hängt dabei von den Erwerbsmöglichkeiten und folglich der wirtschaftlichen Struktur in der Region sowie deren Entwicklung ab (vgl. BBSR 2018: 15)

25- bis unter 30-Jährige

Im Wanderungsverhalten der Kohorte der 25- bis unter 30-Jährigen, den „Berufseinstiegswanderern“, wird schwerpunktmäßig die Aufnahme einer ersten oder neuen Arbeitsstelle unterstellt. Zur vorangegangenen Altersgruppe kann sich zudem eine Schnittmenge zur ersten eigenen Haushaltsgründung, möglicherweise mit einem Partner/einer Partnerin ergeben (vgl. Milbert, Sturm 2016: 124).

Bezüglich der Geschlechterproportion ergibt sich auch bei dieser Kohorte ein Ost-West-Gegensatz. Mit Ausnahme der Großstädte Berlin, Potsdam, Schwerin, Rostock, Dresden, Leipzig, Halle, Erfurt, Weimar und Jena leben deutlich mehr Männer als Frauen dieses Alters in den Regionen Ostdeutschlands. Das Bild der Geschlechterdisproportionen zeigt sich dagegen in Westdeutschland deutlich

heterogener, jedoch mit ähnlicher Grundtendenz höherer Frauenanteile in städtischen Räumen. In Bezug auf das gesamte Bundesgebiet äußert sich das gesamte Wanderungsvolumen geringer als in der Altersgruppe der 18- unter 25-Jährigen, auch unter Berücksichtigung der verhältnismäßig geringeren Anzahl der Geburtenjahrgänge in dieser Kohorte. Männer der Kohorte 25- bis unter 30-Jährige weisen in der Summe einen höheren Wanderungssaldo auf als die gleichaltrigen Frauen. Dennoch zeigt sich, dass in der Summe, also unter Berücksichtigung der Geschlechterdisproportion im Wanderungsverhalten der jüngeren Bevölkerung, mehr Frauen als Männer aus ländlichen Räumen abgewandert sind. Zuletzt wird deutlich, dass ländliche Räume insbesondere in Ostdeutschland auch in dieser Alterskohorte zugunsten der Großstädte stark an Bevölkerung verloren haben (vgl. BBSR 2013: 8f.).

In der Summe bedeutet das kohortenspezifische Wanderungsverhalten der Bildungs- und Berufswanderer, zwischen 18 und unter 30 Jahren, eine demographische Verjüngung der Großstädte im Bundesgebiet, mit ,entsprechend ihrer infrastrukturellen Ausstattung, deutlich positiven Wanderungssalden zugunsten der Verdichtungsräume, während die übrigen Altersgruppen entsprechend anderer Wanderungsmotive tendenziell zugunsten der Umlandregionen abwandern (vgl. BBSR 2018: 14), wie in Abbildung II-2-9 auf Kreisebene dargestellt.

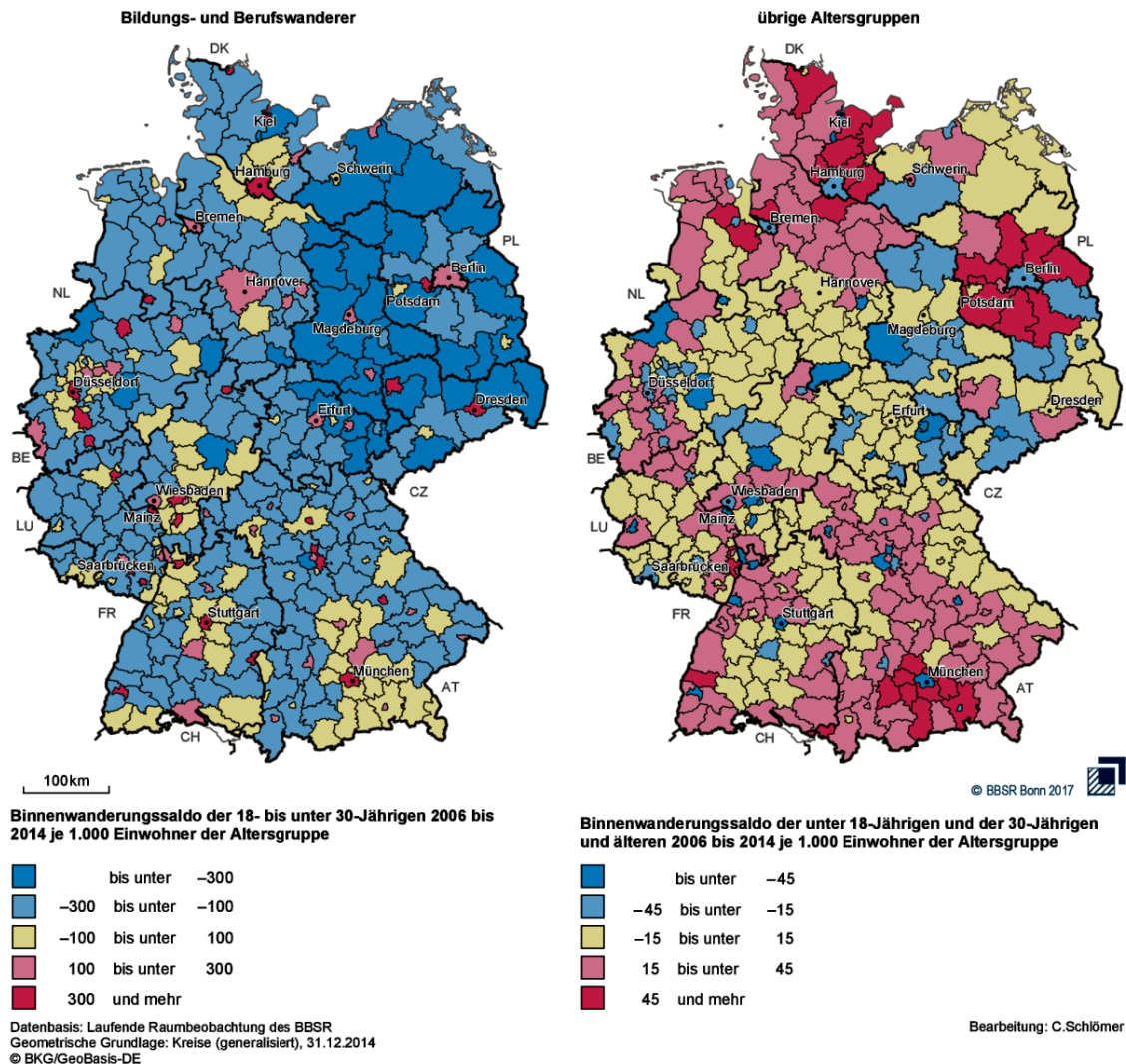


Abb. II-2-9: Kleinräumige Binnenwanderungen in Deutschland von 2006 - 2014
(Quelle: BBSR 2018: 14)

30- bis unter 50-Jährige

Das Wanderungsvolumen in der Alterskohorte der 30 bis unter 50-Jährigen, den Familien- und Arbeitsplatzwanderern, äußert sich nicht nur bedeutend geringer als innerhalb der jüngeren Altersgruppen, sondern auch durch andere Wandermuster: Bei den Familien- und Arbeitsplatzwanderern verzeichnen viele Großstädte Wanderungsverluste, während die umliegenden Kreise an Bevölkerung gewinnen. Dabei ist das Ausmaß der Gewinne und Verluste jedoch geringer als bei den jüngeren Kohorten (vgl. Milbert, Sturm 2016: 138). Insgesamt gibt es in dieser Altersgruppe mehr Männer als Frauen. Die einwohnerstärksten Städte Deutschlands, Berlin, Hamburg, München und Köln, weisen altersgruppenspezifische Geschlechterproportionen auf. In einigen Großstädten zeigt sich die Geschlechterverteilung in dieser Altersgruppe jedoch

andersherum als in den jüngeren Kohorten, zugunsten der Männer. Die höchsten Abwanderungssalden dieser Altersgruppe haben die kreisfreien Städte Ost- wie Westdeutschlands zu verzeichnen. Wanderungen aus einer Großstadt in eine andere Großstadt sind jedoch keine Seltenheit. Die Abwanderungen, speziell zugunsten westdeutscher Kreise und hier vornehmlich außerhalb der größeren Städte, sind zum Teil auf Suburbanisierungswanderungen im Zuge der Elternschaft bzw. Eigenheimbildungen zurückzuführen. Sie bilden den Schwerpunkt der Wanderungsrichtungen. Der geschlechtsspezifische Saldo unterscheidet sich in dieser Altersgruppe nur wenig, was mit dem höheren Anteil paar- und familiengebundener Wanderungen korrespondiert (vgl. BBSR 2013: 9). Entscheidungen zugunsten einer Zielregion werden in dieser Kohorte am Wohnungs- bzw. Immobilienmarkt orientiert. Die Nähe zum Arbeitsplatz in Tagespendlerdistanz ist dabei jedoch Grundvoraussetzung. Familien wird unterstellt, dass sie sich verstärkt an einer ruhigeren und grüneren Umgebung orientieren, die sich tendenziell eher im suburbanen und ländlichen Raum wiederfinden (vgl. Milbert, Sturm 2016: 124). Die hier dargestellten Wanderungsmotive können nur eine Abstraktion der komplexen Wirklichkeit bedeuten, um strukturelle Elemente aufzudecken und eine Operationalisierung aufzubauen. Die tatsächlichen Familienwanderungen beinhalten ebenso die Altersgruppe der unter 18-Jährigen, die als familienangehörige Kinder- und Jugendliche mitwandern (vgl. BBSR 2018: 14).

50-Jährige und unter 65

In einigen Ländern und Regionen lässt sich beobachten, dass Ruhestands- bzw. Ruhesitzwanderungen bereits vor dem Antritt der tatsächlichen Pensionierung geplant und auch teilweise vollzogen werden. So erhöht sich die Wanderungsaktivität in dieser frühen Phase der Altenwanderungen insbesondere aus dem Motiv verbesserter Lebensbedingungen am Zielort. Diese lebensstilorientierten Wanderungen treffen schwerpunktmäßig auf gebundene Paare mit verhältnismäßig hohem Einkommen und guter gesundheitlicher Verfassung zu bzw. auf beruflich und räumlich flexible Berufstätige, bei denen sich die Prioritäten in Richtung des Wohnsitzes und dessen Umfeld mit der räumlichen Tendenz zugunsten suburbaner und ländlicher Raumtypen verschieben (vgl. Gruber 2017:16; Siedentop et al. 2014: 58).

65-Jährige und Ältere

Bei den 65-jährigen und älteren Ruhesitzwanderern unterscheiden sich die Wanderungsmotive nicht zuletzt durch die verhältnismäßig hohe Anzahl der Geburtenjahrgänge dieser Kohorte. Die Steigerung des persönlichen Wohlbefindens, eine Familienzusammenführung oder auch ein Wechsel in eine Pflegeeinrichtung können hier für die Wanderungsbewegungen ursächlich sein (vgl. BBSR 2018: 14; Gruber 2017: 16).

Die Mobilitätsrate ist in dieser Alterskohorte verhältnismäßig gering, jedoch im Betrachtungszeitraum zwischen 1974 und 2013 grundsätzlich steigend, mit einer wesentlich höheren Wanderungsaktivität in West- als in Ostdeutschland (vgl. Milbert, Sturm 2016: 127). Grundsätzlich nimmt die Wanderungsaktivität in diesem Alter, als gegenläufige Entwicklung zur abnehmenden Wanderungsaktivität während der beruflichen Tätigkeitsphase, nach der Pensionierung und mit fortschreitendem Alter weiter zu (vgl. Abbildung II-2-7). Räumlich orientieren sich diese Wanderungen tendenziell in Regionen mit für diese Alterskohorten höherer Lebens- und Freizeitqualität zugunsten suburbaner und ländlicher Kreise sowie in Abhängigkeit der Altenpflegeinfrastrukturen (vgl. Busch 2016: 89, Siedentop et al. 2014: 59).

II-2.1.5 Zwischenfazit zu den Trends der Binnenwanderungen

Maßgeblich bestimmt wird das Binnenwanderungsgeschehen in Deutschland von den jeweiligen Arbeits-, Bildungs- und Wohnungsmärkten in den Regionen sowie von der Verkehrsanbindung der Wohn- und Arbeitsstätten. Über die Ländergrenzen hinweg zeichnete sich in den letzten Jahrzehnten eine großräumige Nord-Süd und vor allem Ost-West-Wanderung ab, die insbesondere die jüngeren Altersgruppen unter 40 Jahren betroffen hat. Heute hat sich der Saldo der westgerichteten Wanderungen aus Ostdeutschland wieder angeglichen. Trotz einer Tendenz zu Nord-Süd-Wanderungen im Bundesgebiet sind im Norden, in Hamburg und Schleswig-Holstein, Wanderungsgewinne festzustellen. Im Süden und Südwesten treten Bayern, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz mit Wanderungsgewinnen positiv hervor.

Wanderungsverluste, insbesondere durch jüngere Kohorten, fallen in ländlichen und strukturschwachen Räumen in West- wie Ostdeutschland auf. Hier verschieben sich die Geschlechterproportionen zuungunsten der jüngeren weiblichen Bevölkerung, was die demographischen Prozesse ländlicher Schrumpfungsräume verstärkt (vgl. BBSR 2013: 5).

Ein Reurbanisierungstrend ist für das Bundesgebiet nicht mehr vorbehaltlos festzustellen. Es lassen sich zwar Wanderungsbewegungen junger Kohorten zugunsten vor allem bildungsinfrastrukturstarker Verdichtungsräume nachweisen, jedoch wandern diese Kohorten nach erfolgter Aus- bzw. Weiterbildung vermehrt wieder in suburbane Räume ab. Die Wanderungsbewegungen der über 30-Jährigen richten sich dabei schwerpunktmäßig nach den Gesetzmäßigkeiten des Immobilienmarktes in Richtung der Umlandregionen von Städten. Innerhalb vieler Städte ist durch das hohe Preisniveau im Wohnsektor ein Rückgang der Migrationssalden feststellbar, der teilweise bis auf ein negatives Niveau herabfällt. Somit können viele Landkreise Wanderungsgewinne bilanzieren: Kreise im Umland von Großstädten sind hier besonders zu nennen, aber auch peripher gelegene ländlich geprägte Gemeinden in Abhängigkeit ihrer Standortbeschaffenheit und ihres Ausstattungsniveaus. Eine eigenständige wettbewerbsfähige Wirtschaftsstruktur sowie besondere landschaftliche Reize können hier auch Wanderungsgewinne bewirken. Dennoch sind weite Teile des ländlichen Raumes in Ostdeutschland aber auch in den westdeutschen Flächenländern von teilweise starkem Bevölkerungsrückgang betroffen, trotz des aktuell kurzzeitigen Anstiegs der Gesamtbevölkerungszahl Deutschlands. Sofern ein Rückgang des negativen Bevölkerungssaldos dieser Räume festgestellt werden kann, dann jedoch oftmals, weil sich selektive Entmischungsprozesse bereits verstärkt vollzogen haben (vgl. Busch 2016: 98f.; Siedentop et al. 2014: 60; BBSR 2018: 11ff.).

Die demographischen Verschiebungen in den Regionen, im Schwerpunkt getragen durch das selektive Wanderungsverhalten der Einwohner, hat in Deutschland folglich zu einem Nebeneinander demographischer Wachstums- und Schrumpfungsräume geführt. Die kleinräumige Entwicklung der Bevölkerungszahl zwischen 1990 und 2015 variiert durch die demographischen Entmischungen, wie dargestellt, teilweise erheblich. Einige der peripher gelegenen ländlichen Gemeinden haben so innerhalb dieses Zeitraumes Bevölkerungsrückgänge von mehr als 20 % zu verzeichnen, während Gemeinden schwerpunktmäßig im Umfeld der Big-Seven-Großstädte⁷⁸ und in einigen westdeutschen Grenzregionen Bevölkerungszuwächse von über 20 % bilanzieren. Die proportionale Entwicklung der Bevölkerungszahl zwischen 1990 und 2015 auf der kleinräumigen Ebene der Gemeinden wird in Abbildung II-2-10 veranschaulicht.

⁷⁸ Die Big-Seven-Großstädte in Deutschland: Hamburg, Berlin, München, Köln, Stuttgart, Frankfurt am Main und Düsseldorf.

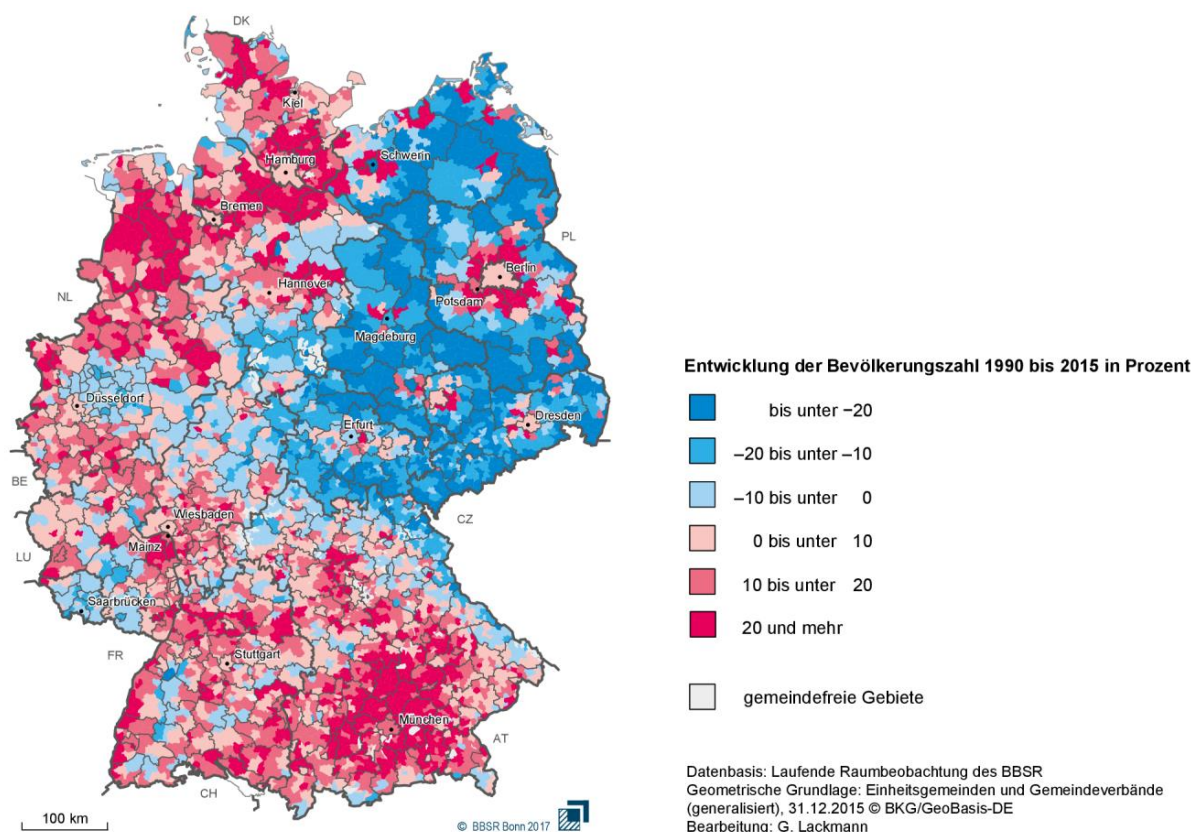


Abb. II-2-10: Kleinräumige Entwicklung der Bevölkerungszahl zwischen 1990 und 2015 [in %]
 (Quelle: BBSR 2018: 13)

II-2.1.6 Regionale Muster der Alterung in Deutschland

Die Alterung der Gesellschaft mit dem Schwerpunkt ländlicher Räume erfolgt durch zwei Entwicklungen: der „Alterung von unten“ sowie der „Alterung von oben“. Die Alterung von unten hat dabei den stärkeren Einfluss und beschreibt den sinkenden Anteil jüngerer Menschen als Resultat stetig sinkender Geburtenzahlen. Dieser Mengeneffekt resultiert aus der Tatsache, dass die Anzahl der Frauen im gebärfähigen Alter⁷⁹ laufend, d.h. von Generation zu Generation abnimmt (vgl. Abschnitt II-2.1). Die Alterung von oben, gemeint ist hier die stetige Zunahme des Anteils älterer Menschen, erfolgt entlang zweier Komponenten: Durch den Mengeneffekt, der aus der aktuellen Altersstruktur hervorgeht, ist mit dem Blick aus Richtung älterer Jahrgänge jeder jüngere Jahrgang bis zum Alter von 50 Jahren größer als der vorangegangene Jahrgang, was sich sehr gut an der Bevölkerungspyramide für Deutschland ablesen lässt. Die Ausnahme bilden hierbei die Kriegs- und Nachkriegsjahrgänge. Die zweite Komponente der Alterung von oben bildet

⁷⁹ Das gebärfähige Alter wird statistisch - je nach Verfügbarkeit der Vergleichsdaten - zwischen 15 und 50 Jahren angesetzt (vgl. BiB 2018a).

der Verhaltenseffekt der stetig steigenden Lebenserwartung, wodurch der bis zum Alter von 50 Jahren jeweils größere nachalternde Jahrgang eine längere Lebenserwartung zu verzeichnen hat. Der gesellschaftliche Alterungsprozess wird sich demzufolge in Deutschland beschleunigen, mit regional sehr unterschiedlicher Intensität (vgl. BBSR 2015a: 10).

In den alten Bundesländern, mit dem Schwerpunkt ländlicher Räume und Umlandregionen großer Agglomerationen, ist der Alterungsprozess besonders getragen durch die proportionale Zunahme von Menschen über 40 Jahren, älterer Menschen über 60 Jahren sowie insbesondere der Hochbetagten über 80 Jahren. Mit dem Zeithorizont bis 2035 werden die geburtenstarken Jahrgänge zur und nach der Zeit des deutschen Wirtschaftswunders bzw. ab dem Jahrgang 1955 das Alter der Hochbetagten erreichen. In den neuen Bundesländern wurde der gesellschaftliche Alterungsprozess nach der Wiedervereinigung signifikant verstärkt: durch hohe westgerichtete Abwanderungssalden fast aller Kohorten unter 50 Jahren, dem damit korrespondierenden Geburteneinbruch sowie der proportionalen Zunahme der Menschen über 60 Jahren, auch hier mit dem Schwerpunkt der ländlichen Räume und dem Umland großer Agglomerationen. Durch die altersstrukturellen Verschiebungen verläuft der Alterungsprozess hier schneller. Besonders der drastische Einbruch der nachfolgenden Schulpflichtigen in den neuen Ländern wird hier die demographische Entwicklung im Verlauf der kommenden Jahrzehnte prägen. Die demographische Vorausschau verdeutlicht, dass die Gruppe der Hochbetagten in den neuen Bundesländern eine noch größere Rolle spielen wird, als in den alten Bundesländern (vgl. BBSR 2015a: 12). Die Entwicklung der Hochbetagten im Verhältnis zu den Menschen zwischen 50 und unter 65 Jahren ist hier besonders drastisch, wie Abbildung II-2-11b verdeutlicht. Die proportionale Zunahme der Hochbetagten an der deutschen Gesellschaft betrifft jedoch nahezu alle Umlandregionen von Agglomerationen sowie ländliche Räume, wie aus Abbildung II-2-11a hervorgeht.

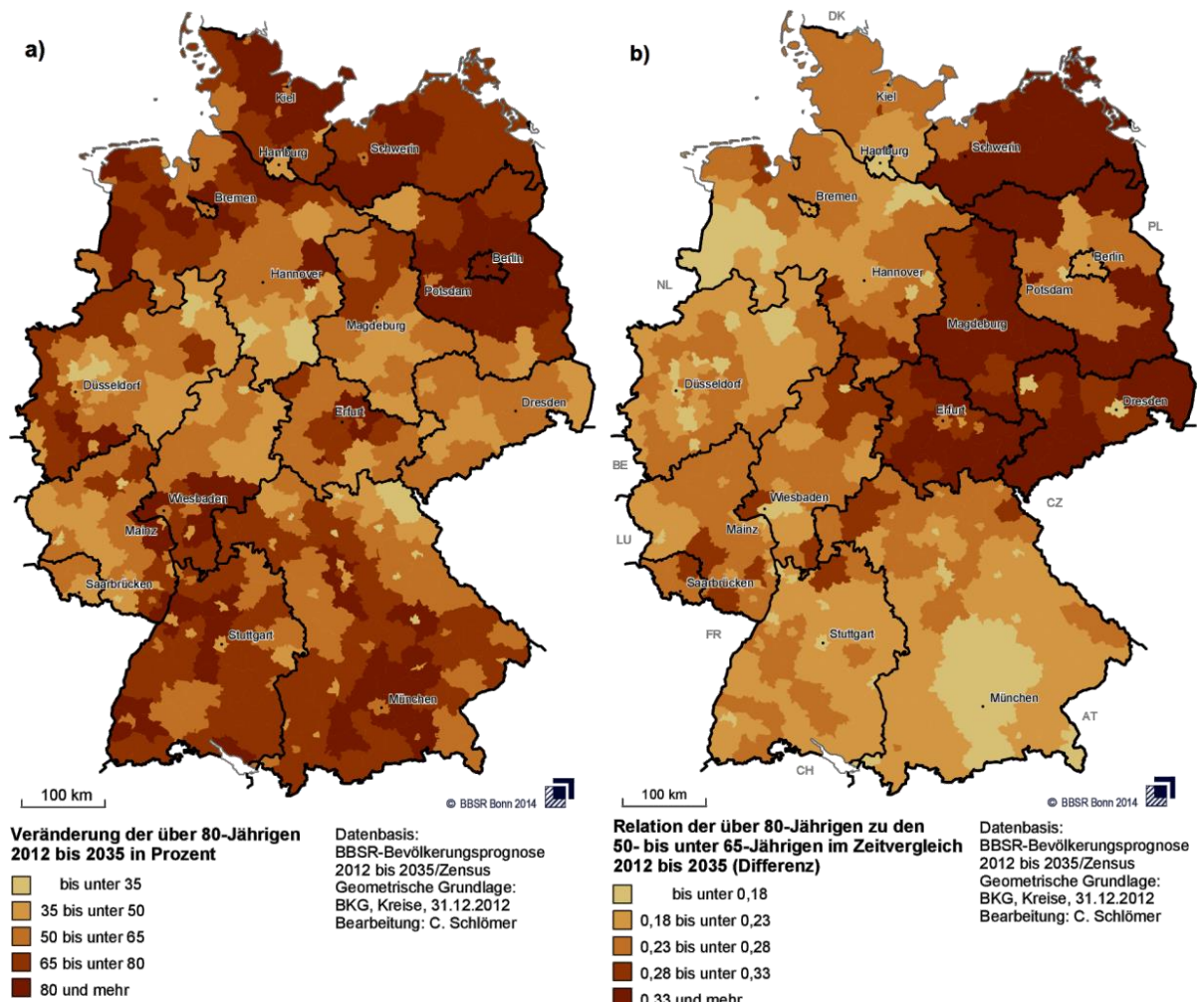


Abb. II-2-11a+b: Veränderung der Hochbetagten von 2012 bis 2035

(Quelle: BBSR 2015a: 14)

Entsprechend der durch gesellschaftliche sowie politische Entwicklungen überformten regionalen Altersstruktur vollzieht sich die Entwicklung des Altersdurchschnitts nach dem nunmehr vertrauten Muster in Abhängigkeit der Lage und Besiedlung, mit entsprechend höherem Altersdurchschnitt in ländlichen bzw. strukturschwachen Räumen. Neben den ländlichen Räumen der neuen Bundesländer treten hier auch Lagen westdeutscher Flächenländer, z.B. Regionen in Niedersachsen, Hessen, Nordrhein-Westfalen und insbesondere im Saarland und Rheinland-Pfalz mit überproportional hohem Altersdurchschnitt hervor.

Die Entwicklung des regionalen Altersdurchschnitts in Deutschland, zwischen 2010 und 2030, wird in Abbildung II-2-12 kartographisch dargestellt.

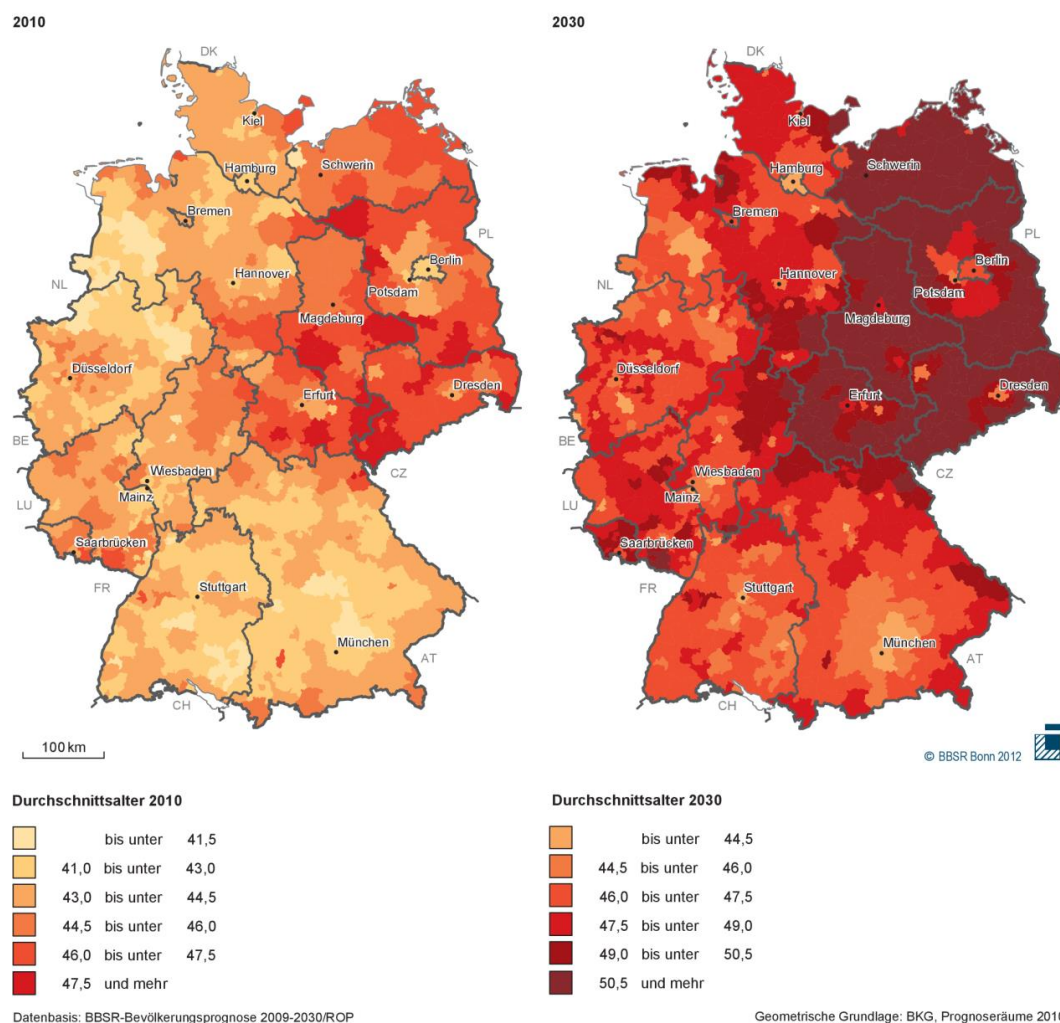


Abb. II-2-12: Entwicklung des regionalen Durchschnittsalters zwischen 2010 und 2030
(Quelle: BBSR 2012)

Demographische Wachstums- und Schrumpfungsphasen sind nichts grundsätzlich Neues (vgl. z.B. BBSR 2015b: 5). Darüber hinaus ist ein regional steigendes Durchschnittsalter per se noch nicht als Problem zu erachten. Jedoch spitzt sich die demographische Situation der von starker Überalterung betroffenen Regionen teilweise dramatisch zu, wenn die geburtenstarken Jahrgänge der 1960er-Jahre das Alter der Hochbetagten erreichen werden⁸⁰ und sich deren Überlebenswahrscheinlichkeit fortlaufend und entsprechend der statistischen Lebenserwartung sehr stark mindern wird. Ein drastischer demographischer Bruch, mit regional bzw. lokal hohen Sterbeziffern innerhalb weniger Jahre ist eine sehr wahrscheinliche Folgeentwicklung. Letztlich stehen Bevölkerung und Infrastruktureinrichtungen in einer wechselseitigen Beziehung zueinander. So werden z.B. Gewerbestandortentscheidungen auch nach dem

⁸⁰ Bis zum Jahr 2035 wird im Bundesdurchschnitt mit einer Zunahme an Hochbetagten von über 60% ausgegangen (vgl. BBSR 2015a: 12).

verfügbaren Arbeitskräftepotential getroffen, Schulstandorte richten sich in ihrer Größe und ihrem Angebot nach den zu erwartenden Schülerzahlen. Kurzum: Die Bevölkerung stellt die Bedarfsträger dar, nutzt diese Infrastruktureinrichtungen und macht sie notwendig. Andersherum beeinflusst das Vorhandensein von Infrastrukturen die Wohnstandortwahl. Im Falle von Bildungseinrichtungen zeigt sich dieses Prinzip besonders frühzeitig und damit auch die Auswirkungen regionaler wie lokaler demographischer Strukturen. Der Großteil derjenigen Menschen, die Bildungsangebote in Anspruch nehmen (müssen) sind schulpflichtgemäß Kinder und Jugendliche zwischen sechs und sechzehn Jahren, deren Anzahl sich stark nach der regionalen wie lokalen Stärke der Geburtenjahrgänge richtet. Demzufolge äußert sich ein Rückgang der Geburtenzahlen bei der Gruppe der Schulpflichtigen am schnellsten und stärksten. Regional und lokal kann ein Rückgang der Geburten und somit der Anzahl von Bedarfsträgern nach Bildungsinfrastrukturen drastische Auswirkungen haben. Grundsätzlich erfordert das geringe Alter Schulpflichtiger wohnortnahe und somit gut erreichbare Bildungsinfrastrukturen. In von Unterauslastung, abnehmenden Geburtenzahlen und sich abzeichnendem drastischem Bevölkerungsrückgang betroffenen Regionen verschärft sich hier der Zielkonflikt zwischen wohnortnaher Infrastruktur, Erreichbarkeit und ökonomisch tragfähigen stationären Einrichtungen. Sinkende Schülerzahlen führen so zwangsläufig zu einer Verteuerung von Bildungseinrichtungen (vgl. z.B. BBSR 2015a: 12). Jenseits der ökonomischen Tragfähigkeitsgrenze sind Schulschließungen vielerorts Konsequenz, was zur in Abschnitt II-2.1.2 erläuterten Abwärtsspirale der Stadt- und Regionalentwicklung beitragen kann. Hinsichtlich der Wohnstandortentscheidungen junger Familien werden Regionen mit nur wenigen Bildungseinrichtungen geringer Größe tendenziell weniger präferiert werden. Entsprechend hoch sind die kohortenspezifischen Migrationsalden zugunsten verdichteter Räume mit höherem Ausstattungsniveau.

II-2.1.7 Zukünftige Trends der Bevölkerungsentwicklung und -verteilung

Die in den vorangegangenen Abschnitten ausdifferenzierte Bevölkerungsdynamik wird sich in den kommenden Jahrzehnten weiter akzentuieren. Insgesamt wird das Durchschnittsalter in Deutschland bis zum Jahr 2035 von 43,7 Jahren (im Jahr 2012) auf ca. 47,3 Jahre im Jahr 2035 steigen. Die demographischen Prozesse der altersstrukturellen Entmischung, der Alterung und folglich der demographischen Schrumpfung werden sich in den ostdeutschen Ländern stärker vollziehen als in den Westdeutschen. Jedoch werden auch westdeutsche Flächenländer mit Problemen, die

sich aus der demographischen Entwicklung abzeichnen, konfrontiert werden. Aufgrund der starken Abwanderung aus den neuen Bundesländern nach der Wiedervereinigung, wird die demographische Entmischung und deren Konsequenzen in den neuen Bundesländern zuerst deutlich und sind hier überwiegend differenziert erforscht und dargelegt. Demographische Entmischungsprozesse vollziehen sich jedoch ebenso in den alten Flächenbundesländern. Die Neben den demographisch stabilen Räumen Berlin, Dresden und Leipzig, in denen mit dem Zeithorizont bis 2035 ein migrationsbedingtes Bevölkerungswachstum vorausberechnet wird, werden weite Teile der ostdeutschen Flächenländer mit starker demographischer Schrumpfung belastet werden. In Regionen Brandenburgs, Mecklenburg-Vorpommerns, Sachsen-Anhalts, Thüringen und Sachsens werden Bevölkerungsverluste von mehr als 20 % bis 2035 keine Seltenheit sein (vgl. BBSR 2018: 15f.) Vor dem Hintergrund der beträchtlichen Zunahme des Anteils der Hochbetagten bis zum Jahr 2035, speziell der Umlandregionen großer Städte West- sowie Ostdeutschlands (vgl. Abbildung II-11a), zeichnen sich besonders drastische, bruchhafte Bevölkerungsverluste vieler Regionen jedoch erst um das Jahr 2040 ab (vgl. Hoek, Schubing 2017: 31). Mit Ausnahme der Region Berlin-Brandenburg sowie der Großstädte Leipzig, Dresden sowie Erfurt und Jena wird sich dieser demographische Bruch stärker vollziehen als in Westdeutschland. In den bislang verstärkt wachsenden Regionen Westdeutschlands, wird sich der Bevölkerungszuwachs abschwächen. Ehemals demographisch wachsende oder stagnierende Regionen werden dann an Bevölkerung verlieren. Regionen mit bislang geringen Bevölkerungsverlusten müssen von stärkerer Schrumpfung ausgehen. Somit äußert sich die Bevölkerungsdynamik in Westdeutschland weitaus schwächer, aber dennoch in zahlenmäßig abnehmender Tendenz. Lediglich in den Großstadtregionen Hamburg, München oder Stuttgart aber auch in den weniger verdichteten Gebieten des Bodenseeraums oder Niedersachsens ist von einer wanderungsbedingt stabilen demographischen Entwicklung auszugehen (vgl. BBSR 2018: 16). Die kleinräumige Betrachtung verdeutlicht, dass sich das bislang bestehende Nebeneinander von Wachstum und Schrumpfung immer mehr auflösen wird und sich Trends, grundsätzlich zugunsten der Großstädte, immer mehr akzentuieren werden. Im Handlungsfeld von wachsenden bzw. stabilen Gemeinden bedeutet diese Entwicklung vor allem das ausreichende Bereitstellen von Angeboten der Daseinsvorsorge. In den von starker Schrumpfung betroffenen Gemeinden ländlicher Räume spitzt sich der problematische Zielkonflikt zwischen wohnortnaher Infrastruktur in ausreichender Qualität und ihrer ökonomischen Tragfähigkeit weiter zu. Bei vielen Einrichtungen der Daseinsvorsorge, z.B. bei Schulen aber auch bei leitungsgebundenen Infrastrukturen, ist die für einen

ökonomisch tragfähigen Betrieb benötigte Auslastung vielerorts schon heute nicht mehr gegeben. In einigen Fällen kann über interkommunale Kooperationen ein adäquater regionaler Ausgleich erzielt werden, wenn z.B. stabile und schrumpfende Kommunen bzw. zwei schrumpfende Kommunen in unmittelbarer Nähe zueinander liegen (vgl. z.B. Steinebach et al. 2017). Wird die Veränderung der Bevölkerungszahl zwischen 2012 bis 2035 in den Gemeinden des Bundesgebietes betrachtet, wie in Abbildung II-2-13 dargestellt, wird der klare Trend zugunsten der demographischen „Gewinner“ und „Verlierer“ augenscheinlich. Hier werden insbesondere die Wanderungssalden vor allem der jüngeren Kohorten aber auch deren sich regional niederschlagende Fertilitätsniveaus sichtbar.

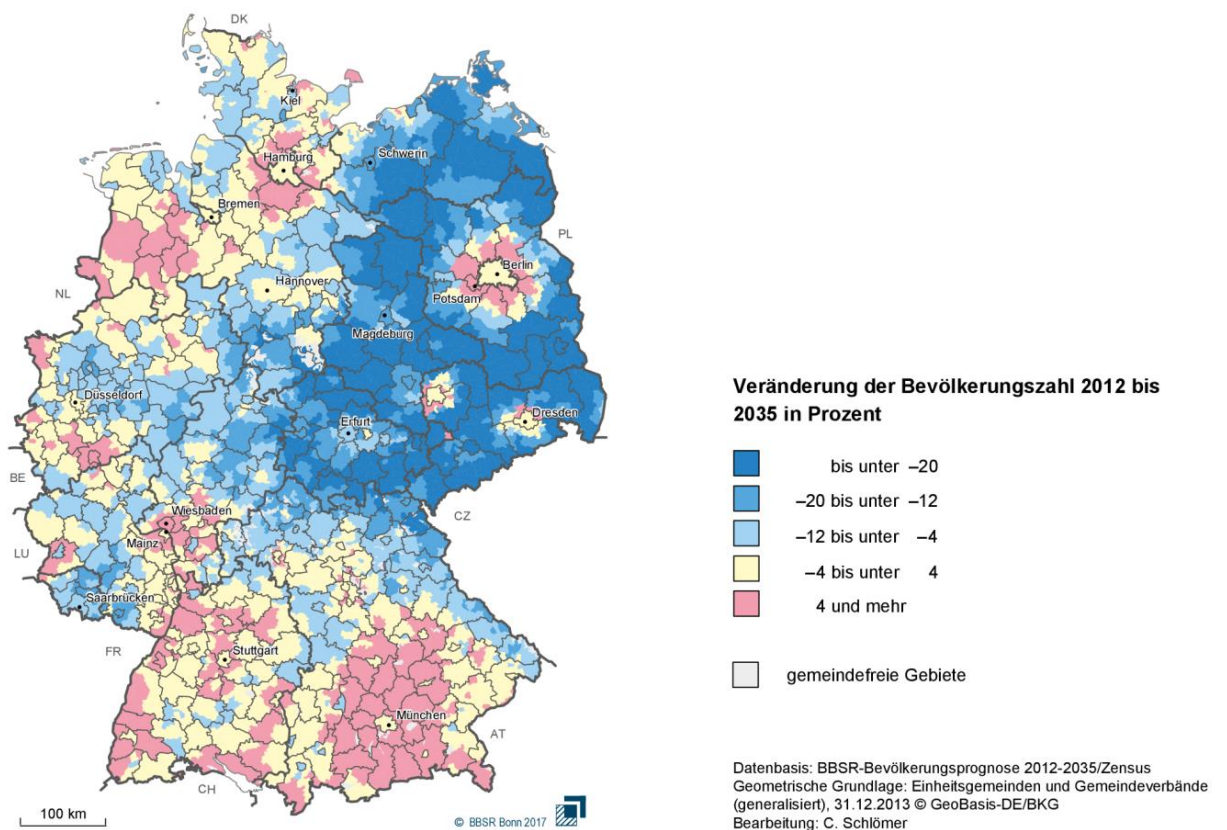


Abb. II-2-13: Kleinräumiger Trend der Bevölkerungsentwicklung von 2012 und 2035 [in %]
 (Quelle: BBSR 2018: 15)

Die größten Veränderungen bis zum Jahr 2035 sind aber in der Altersgruppe der über 80-Jährigen zu erwarten. Die Anzahl der Hochbetagten in Deutschland wird dann bei knapp 7 Mio. Menschen liegen, wobei nahezu alle Regionen, mit Ausnahme der westdeutschen Großstädte⁸¹, in dieser Kohorte um 50 % zunehmen werden (vgl. BBSR 2018: 18).

⁸¹ Der Anteil der Hochbetagten wird in westdeutschen Großstädten auf etwa 40 % im Jahr 2035 beziffert.

Mit dem Zeithorizont nach dem Jahr 2035 stellen sich jedoch gerade für die stark schrumpfenden, nicht von Zuwanderung begünstigten Gemeinden ländlicher Räume grundsätzlichere und existentiellere Fragestellungen. Vor dem Hintergrund, dass die jüngeren Kohorten in der Regel ihren Schwerpunkt in und am Rande der Agglomerationsräume suchen und nur die wenigsten in ihre ländlichen Heimatregionen zurückkehren, stellt sich die Frage, in welchem Ausmaß die für ein höheres Nachfrageniveau konzipierten Einrichtungen und Leistungen der Daseinsvorsorge vieler ländlicher und strukturschwacher Räume nach dem Ableben der Hochbetagten und älteren Bevölkerung noch nachgefragt werden wird.

II-2.1.8 Konsequenzen für vom Bevölkerungsrückgang besonders betroffene Regionen

Die Räume in Deutschland entwickeln sich entsprechend ihrer ökonomischen, sozialen und siedlungsstrukturellen Ausgangsbedingungen sehr unterschiedlich. Auch ländliche Raumtypen weisen teilweise erhebliche Unterschiede ihres Ausstattungsniveaus auf, wodurch sich auch ihre individuellen demographischen Strukturen, Entwicklungen und Perspektiven äußerst vielfältig ausgestalten. Vor allem die strukturschwachen ländlichen Räume werden mit besonders großen demographischen Herausforderungen konfrontiert. Bereits heute - im Sinne einer alternden und schrumpfenden Gesellschaft - und noch deutlicher mit der Perspektive bis zur Mitte dieses Jahrhunderts. Die regionalen Disparitäten werden sich über die verschiedenen Raumtypen hinweg weiter verschärfen. Die negativen Konsequenzen des demographischen Wandels werden sich nicht nur in den strukturschwächeren, sondern auch den strukturstärkeren ländlichen Räumen niederschlagen, wenn die Sterbeüberschüsse immer stärker die Wanderungsgewinne überwiegen. Im Besonderen offenbart die sich abzeichnende Entwicklung große Herausforderungen für das Erbringen von Leistungen und das Unterhalten bzw. Betreiben von Einrichtungen der Daseinsvorsorge. Ein höherer Altersdurchschnitt bzw. eine höhere Anzahl an älteren Menschen und Hochbetagten erfordert insbesondere Leistungen im Gesundheits- und Pflegesektor. Abnehmende Schülerzahlen erschweren die wohnortnahe und qualitativ hochwertige Verfügbarkeit von Bildungsinfrastrukturen (vgl. Marezke 2016: 184ff.). Im Falle von Leitungsinfrastrukturen, wie z.B. der Abwasserentsorgung, ergeben sich durch schwindende Bedarfsträger nicht nur ökonomische, sondern auch technische und ökologische Herausforderungen (vgl. Londong et al. 2011: 153).

Die Herausforderungen durch den demographischen Wandel sind vielfältig, komplex und betreffen im Grundsatz alle Leistungen und Einrichtungen der Daseinsvorsorge.

Gemeinden strukturschwacher ländlicher Räume, mit besonders großem demographischem Anpassungsdruck, stehen vor existentiellen Herausforderungen und einer möglichen Abwärtsspirale ihrer Entwicklung (vgl. dazu Abschnitt II-2.1.2). Notwendige Anpassungsinvestitionen und ein sinkendes Bevölkerungspotenzial potenzieren sich, neben den ohnehin durch die Strukturschwäche stark eingeschränkten finanziellen Spielräumen, zu relativen Kostensteigerungen. Viele Gemeinden können ihre Ausgaben für Leistungen der Daseinsvorsorge nicht in dem Maße senken, wie sich die Bevölkerungszahlen verringern. Ganz im Gegenteil: Oftmals ist durch die divergierende Entwicklung der Investitionsbedarfe und der Bevölkerungsentwicklung, z.B. im Fall von Abwasserinfrastrukturen von einer erheblichen Kostenremanenz auszugehen (vgl. Maretzke 2016: 184ff.; Siedentop et al. 2015: 16).

II-2.1.9 Das Zentrale-Orte-Konzept [ZOK] und seine heutige Relevanz als Steuerungsinstrument der Raumplanung

Bereits 1933 entwickelte CHRISTALLER, in seiner Dissertation „Die zentralen Orte in Süddeutschland“ (ebd. 1933), eine regionalökonomische Theorie optimaler Standorte „von haushaltsorientierten, auf die Endnachfrage bezogenen Handels- und Dienstleistungsfunktionen“ (Blotevogel 2005: 1307). LÖSCH reformulierte diesen auf den tertiären Sektor zielenden Ansatz CHRISTALLERS und fokussierte die Theorie stärker auf die ökonomischen Grundlagen zu einer „umfassenden gesamtwirtschaftlichen Theorie von Standorten und Marktgebieten“ (ebd. 1940, nach Blotevogel 2005: 1307). Der in der Raumwissenschaft verbreitete analytisch-deskriptive Zentrale-Orte-Begriff etablierte sich in den 1960er-Jahren in der Raumordnung, Landes- und Regionalplanung als normativ-instrumentelles Konzept. Die komplexen Theorien CHRISTALLERS, zur Erklärung von Gesetzmäßigkeiten über die Größe, Anzahl und räumliche Verteilung von Siedlungen mit tertiärwirtschaftlichen Funktionen, bzw. LÖSCHS, zur Untersuchung gesamtwirtschaftlicher Standorte und Marktgebiete, wurden dabei in ihrer ursprünglichen Idee abstrahiert und konzeptionell stetig weiterentwickelt. Das Konzept wurde insbesondere in den 1960er Jahren in der Planung zur Funktionszuweisung und somit als Steuerungsinstrument für einen *Soll-Zustand* von Standortagglomerationen, also *Clustern* von Einrichtungen in Gemeinden genutzt (vgl. Blotevogel 2005: 1307).

So ist an dieser Stelle auf den ersten Raumordnungsbericht der Bundesregierung aus dem Jahr 1963 hinzuweisen. Hier werden die klassischen Verdichtungsräume, im Vergleich zwischen 1939 und 1961, nach wie vor als Räume mit besonders hoher Bevölkerungsdichte beschrieben. Im Zuge des Wirtschafts- und Bevölkerungswachstums in der Nachkriegszeit und dem damit einhergehenden Anstieg des Wohlstandsniveaus haben sich diese Verdichtungsräume zudem stark in den suburbanen Raum ausgedehnt (vgl. Deutscher Bundestag 1963: 7).

Hier wurden bereits die Probleme ländlicher Raumstrukturen thematisiert, welche über entsprechende strukturelle Mindeststandards im Ausstattungsniveau gestärkt werden sollten. Zur Sicherung gleichwertiger Lebensverhältnisse wurde der Ausbau ländlicher Mittelpunktsiedlungen angestrebt. Zwar bestanden die Siedlungen in Form eines seit Jahrhunderten ausdifferenzierten Netzes, jedoch wurden ihre Ausstattung sowie die verkehrsinfrastrukturelle Verknüpfung als nicht ausreichend klassifiziert, um ihren Funktionszuweisungen gerecht zu werden. So wurden im Rahmen der Verabschiedung des Raumordnungsgesetzes, im Jahr 1965, jene Gemeinden in „der allgemeinen Entwicklung zurückgebliebenen Gebieten“ strukturell besonders gefördert (vgl. Bundesregierung 1963: 16; Blotevogel 2002:10). In der Folge legten alle Flächenländer in ihren Programmen und Plänen das ZOK für die Funktionszuweisung ihrer Räume zugrunde und planten anhand dieses Systems das Ausstattungsniveau ihrer Räume unter Wachstumsbedingungen. Die damit im Zeitraum zwischen 1965 und 1975 getroffenen raumordnungspolitischen Entscheidungen haben noch heute ihre Wirkung, in negativer demographischer Ausprägung für Siedlungen in peripheren Lagen. Zur Vereinheitlichung der Terminologie bzw. bundesweiten Anwendbarkeit des Konzeptes definierte die Ministerkonferenz der Raumordnung (MKRO), in einem Entschluss des Jahres 1968, die Vierstufigkeit zentraler Orte in Ober-, Mittel-, Unter- und Kleinzentren. Nach der Wiedervereinigung wurde das ZOK auch auf die Raumordnungsprogramme und -pläne der neuen Bundesländer angewendet und hat auch heute noch in seinen Grundprinzipien der überörtlichen Planung Bestand (vgl. Blotevogel 2002: 10, Heineberg 2007: 203).

Das neue ROG des Bundes, vom 22.12.2008, fordert demnach in § 2 ausdrücklich, dass die Siedlungstätigkeit räumlich zu konzentrieren und *„vorrangig auf vorhandene Siedlungen mit ausreichender Infrastruktur und auf Zentrale Orte auszurichten [ist]“* sowie die Bündelung der sozialen Infrastruktur *„vorrangig in Zentralen Orten“*. Die bundesdeutsche Planungshierarchie sieht nach § 8 Abs. 1 Nr. 2 ROG vor, dass aus den Raumordnungsplänen der Länder die Raumordnungspläne für die Teilräume der Länder (Regionalpläne) aufzustellen sind. In § 8 Abs. 5 ROG werden zudem die Festlegungen

zur Raumstruktur rechtlich ausdifferenziert. So sollen die Raumordnungspläne für die Teilgebiete der Länder (Regionalpläne) Festlegungen zur Raumstruktur, insbesondere zur Siedlungsstruktur, z.B. in Form Zentraler Orte, zu Entwicklungsschwerpunkten oder Achsen ausweisen. Die Regionalpläne sind damit ein wesentliches Instrument zur Entwicklung, Ordnung und Sicherung des Raumes, die als überörtliche und überfachliche und zusammenfassende Planwerke greifen. So sind nach § 1 Abs. 1 ROG die unterschiedlichen Anforderungen an den Raum aufeinander abzustimmen (Abstimmungsauftrag) und die auf der jeweiligen Planungsebene auftretenden Konflikte auszugleichen (Ausgleichsauftrag). Zuletzt ist es Aufgabe der Raumordnung Vorsorge zu treffen und Optionen offen zu halten (Vorsorgeauftrag). Auf dieser Grundlage verbindet das ZOK eine langfristig angelegte und dem Leitbild der dezentralen Konzentration angelehnte raumordnerische Steuerung von Konzentrations- und Dekonzentrationskräften im Raum mitsamt ihren Auswirkungen auf Siedlungs-, Versorgungs- und Infrastrukturen (vgl. Zeck 2003: 725).

Das räumliche System aus Einzeleinrichtungen der Bereiche Wohnen, Industrie- und Gewerbestandorte sowie Standorten von Infrastruktureinrichtungen und –netzen obliegt einem stetigen Veränderungsdruck. Technologische, politische und gesellschaftliche Entwicklungen wirken sich regional wie lokal insbesondere in der Bevölkerungsanzahl und -verteilung aus, wodurch auch das System aus raum- und siedlungsstrukturkonstituierenden Komponenten einer stetigen Weiterentwicklung und Steuerung bedarf. Das ZOK war bis zur Jahrtausendwende sowohl gesetzlich als auch in der überörtlichen Planungspraxis und hier insbesondere hinsichtlich der funktionalen Raumausstattung der Bereiche Einzelhandel, Kultur und Bildung fest etabliert bzw. breit akzeptiert, wurde jedoch nach der Jahrtausendwende in seiner Fortentwicklung kritisch diskutiert. Die sich wandelnde Inanspruchnahme von Flächen und Raumfunktionen sowie im Schwerpunkt wanderungsbedingte selektive Veränderungen der Gesellschafts- und Altersstrukturen von Räumen bewirkten dabei die zunehmende Kritik am ZOK. So gilt heute in der Fachöffentlichkeit ein breiter Konsens darüber, dass das ZOK überholt ist. Ein wesentlicher Kritikpunkt am ZOK ist dessen aus dem umfassenden Steuerungsanspruch der 1960er-Jahre entstammende Starrheit, die der Dynamik der raumwirksamen Entwicklungen nicht gerecht wird. Das ZOK wurde daher hinsichtlich seiner Fortentwicklung in Richtung eines flexibleren Steuerungsinstruments mit Entwicklungsfunktion zur nachhaltigen Raumnutzung diskutiert. Nach GEBHARDT gelten zentrale Orte als Anachronismus, vor allem vor dem Hintergrund der in der Planung unlängst etablierten handlungs- und akteursorientierten Konzepte, die als endogene Potentiale einer Regionalentwicklung „von unten“ umgesetzt werden sollten. Der normative

Anspruch des ZOK steht dabei der diskursiven Planungsphilosophie seit den 1990er-Jahren gegenüber. Gleichwohl bedürfen auch kooperative Steuerungsformen „Leitmotive“, „Leitplanken“ oder Leitbilder der räumlichen Ordnung, die sich mit dem aktuellen gesellschaftlichen Wertesystem decken, bzw. Bewertungsmaßstäbe über wünschenswerte oder unerwünschte räumliche Entwicklungen beinhalten (vgl. ebd. 2003: 2). So bedürfen Entscheidungen zur Flächeninanspruchnahme gerade unter dem Nachhaltigkeitspostulat eines restriktiveren Orientierungsrahmens (Priebis 1999, nach Gebhardt 2003).

Ebenso sind „Leitplanken“ bei der räumlichen Organisation des Rückbaus notwendig. Auf der Grundlage dieses Bedarfs wurde das ZOK in seiner Fortentwicklung als Instrument für das „framing“ im Rahmen diskursiver Planungsprozesse diskutiert. Nach GEBHARDT ist ein weiterentwickeltes ZOK zur Vorgabe von „minima moralia“ sowie zur Moderation und Bewertung planerischer Eingriffe unverzichtbar, nicht zuletzt aufgrund seiner weiten Verbreitung, Bekanntheit und Akzeptanz in der Planung und politischen Öffentlichkeit und damit seiner „befriedenden Funktion“ zur Konsensbildung. Das ZOK ist demzufolge, obwohl es als konzeptionell überholt gilt, grundsätzlich zur strategischen und „nachhaltigen“ Raumentwicklung geeignet und kann, entsprechend der Grundsatzforderung im Europäischen Raumentwicklungskonzept [EUREK] und der Verankerung im ROG von 2008, zur Rahmumgebung einer „*nicht zersiedelten, durchmischten, von kompakten Städten geprägten Kulturlandschaft*“ beitragen (vgl. ebd. 2003: 4):

- Im *sozialen* Sinne kann sich die gerechte Verteilung von Ressourcen (gemäß des Gleichwertigkeitspostulates) gerade im Kontext ländlicher Raumstrukturen an einem „Auffangnetz“, entsprechend des ZOKs orientieren. In ländlich-peripheren Schrumpfungsräumen kann eine räumliche Konzentration von Mindestangeboten großräumigen Verödungsprozessen und massiven selektiven Abwanderungen entgegenwirken.
- Im *ökonomischen* Sinne sind Ressourcen effizient einzusetzen und damit räumlich zu konzentrieren. Einzelbetriebliche ökonomische Vorteile sind daher auszuschließen, da sie nicht selten mit erhöhten sozialen Kosten einhergehen. Demzufolge sind technisch-materielle und humane Infrastruktureinrichtungen entsprechend kompakter Siedlungsstrukturen zu konzipieren und konzentrieren, nicht zuletzt um sog. „sunken costs“ zu minimieren. Das Prinzip ist bei absehbaren Versorgungsdefiziten gleichermaßen beim Rückbau von Infrastrukturen der öffentlichen Hand anzuwenden.

- Im *ökologischen* Sinne kommt das ZOK insbesondere beim sparsamen Einsatz von Flächenressourcen und bei der Verkehrsvermeidung zum Tragen. Dementsprechend ging es bei der regionalen und lokalen Umsetzung der Agenda 2030 (vormals lokale Agenda 21) nicht nur um die städtebauliche Verdichtung der Siedlungsstrukturen, sondern auch um die strukturelle Konzentration des gesamten Siedlungssystems (vgl. Blotevogel 1999, nach Gebhardt 2003: 5).

Die ursprünglich mit dem ZOK assoziierte Steuerungs- und Versorgungsfunktion wird unter dem Aspekt des „framings“ stark ausgeweitet und flexibilisiert, sodass die Zentrale-Orte-Ausweisung und Steuerung der Raumfunktionen keine starren landesplanerischen Ziele im Sinne der Auflistung von Einrichtungen entlang einer Hierarchisierung tragen, sondern vielmehr eine begründete überwiegende Leitfunktion und strategische Ansatzpunkte dominieren (vgl. Gebhardt 2003: 8; Zeck 2003: 727).

So wird auch die im ursprünglichen ZOK innewohnende Starrheit der gemeindegrenzen Abgrenzung aufgelöst, was am Beispiel der funktionalen Beschaffenheit und räumlichen Verflechtungen von Metropolregionen und ebenso im Falle kooperierender Zentren besonders deutlich wird. Bekanntlich macht die Raumbedeutung, z.B. in den EMR Rhein-Neckar oder der Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg nicht an den administrativen Grenzen halt, sondern hat über die Landesgrenzen hinaus ihre Bedeutung und Wirkung (vgl. Gebhardt 2003: 7; Augustin 2006: 659).

In weniger verdichteten, im Schwerpunkt ländlichen Räumen wird in der Planung zunehmend auf interkommunale Kooperationen, also über administrative Grenzen hinweg, in integrierten stärker sektoral orientierten Konzepten agiert (vgl. Steinebach, Gilcher 2016: 21). Entsprechend des Raumstrukturtyps bedient damit auch die Leitfunktion („framing“) entlang des ZOKs kein gemeindebezogenes flächendeckendes System zentraler Orte und zentralörtlicher Bereiche, wodurch grundsätzlich zwischen verschiedenen Problemstellungen und Anforderungen unterschieden werden sollte. Während sich in Verdichtungsräumen z.B. die ökologische Frage der Verkehrsvermeidung aufdrängt, ergeben sich in unterschiedlichen ländlich geprägten Räumen andere und teilweise je nach Strukturtyp unterschiedliche Problemstellungen: Der Reduzierung der Flächenneuanspruchnahme für Wohnnutzungen auf Kosten der Natur- und Kulturlandschaft, wie z.B. in der Bodenseeregion, steht der Rückbau und die Konsolidierung öffentlicher und sozialer Infrastrukturen peripherer Lagen, z.B. in Nord-Ostdeutschland gegenüber. Insgesamt können die traditionellen auf der Zentralitätsforschung basierenden Grundsätze der raumstrukturellen Muster über die

ursprüngliche Hierarchisierung und dem spezifischen Ausstattungsniveau nicht mehr dem heutigen Anspruch der Steuerung von Versorgungseinrichtungen und Versorgungsnachfrage gerecht werden. Dennoch kann das ZOK auf der regionalen und intraregionalen Ebene, in einem diskursiven Prozess der Siedlungsentwicklung zur Rahmgebung beitragen. Demzufolge sollten je nach Kontext differenzierte intraregionale und regionale Konzepte für die Planungsregionen zwischen den relevanten Akteuren diskutiert werden (vgl. Gebhardt 2003: 8ff.; Zeck 2003: 733).

Aufbauend auf dieser Differenzierung lässt das ZOK Anpassungsstrategien auf die zukünftige Entwicklung von Siedlungsstrukturen also sowohl unter Wachstums- als auch unter Schrumpfbedingungen zu. Als integratives Steuerungsinstrument hat das ZOK demnach die relevanten Qualitäten zur Verknüpfung von ordnungs-, ausgleichs- und entwicklungspolitischen Zielen und kann auf verschiedenen Planungsebenen Orientierung für öffentliche und private Investitionen geben (vgl. Zeck 2003: 727).

II-2.2 Die demographische Entwicklung in Rheinland-Pfalz

Die deutschen Bundesländer unterscheiden sich nicht nur anhand ihrer Größe, Wirtschaftskraft und -struktur, ihrer Kulturhistorie oder Subkulturen, sondern auch erheblich in ihrer Bevölkerungszahl und -struktur. Während der Stadtstaat Bremen, mit 678.753 Einwohnern den kleinsten Bevölkerungsanteil aufweist, verfügt das Flächenland Nordrhein-Westfalen über 17.890.100 Einwohner⁸². So verschieden sich die Bevölkerungszahlen darstellen, so unterschiedlich zeichnet sich auch die Bevölkerungsentwicklung in den Bundesländern ab. Im Zeitraum zwischen 1990 und 2016 verzeichneten Bayern (13 %) und Baden-Württemberg (12 %) im Süden sowie Hamburg und Schleswig-Holstein im Norden (beide 10 %) die größten Bevölkerungsgewinne. Bis zum Jahr 2040, so wird vorausberechnet, ist von den vier demographisch am stärksten wachsenden Bundesländern nur der Stadtstaat Hamburg in seiner Entwicklung trendstabil. Hier wird ein weiteres Bevölkerungswachstum um 9 % bis 2040 erwartet. Die größten Bevölkerungsgewinne zeichnen sich mit 14 % bis zum Jahr 2040 jedoch für die Hauptstadt Berlin ab. Dem gegenüber stehen erhebliche wanderungsbedingte Bevölkerungsverluste in den neuen Flächenbundesländern nach der Wiedervereinigung. Im ostdeutschen Vergleich verzeichnet Sachsen-Anhalt mit -22 % anteilig den stärksten Bevölkerungsverlust zwischen 1990 und 2016, gefolgt von Thüringen (-17 %), Mecklenburg-Vorpommern (-16 %), Sachsen (-15 %) und Brandenburg (-3 %) (vgl. BiB 2018b). Brandenburg profitierte dabei signifikant von den Wanderungen zugunsten des suburbanen Raumes Berlins.

Der demographische Wandel hinterlässt auch im Flächenland Rheinland-Pfalz seine Spuren in der Bevölkerungsanzahl und -struktur. Im Zeitraum zwischen den Jahren 1990 bis 2016 wuchs die rheinland-pfälzische Bevölkerung um 8 %, auf 4.066.053 Einwohner und somit auf ein neues Maximum an (vgl. BiB 2018b). Für das Jahr 2019 wird ein weiteres Bevölkerungswachstum erwartet, jedoch in geringerem Umfang als in den drei Jahren zuvor. Grund für den Anstieg der Bevölkerungsanzahl sind die Wanderungsbewegungen, die im Saldo zugunsten des Bundeslandes ausfallen. Schätzungen des Statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz zufolge, lag der Wanderungssaldo im Jahr 2017 bei rund 21.500 Deutschen und Ausländern. Dieser positive Trend ist insbesondere vor dem Hintergrund des Sterbeüberschusses von rund 10.000 Personen (2017) von Bedeutung. Einen großen Anteil des Bevölkerungsgewinns in Rheinland-Pfalz haben die Außenwanderungen. Der Ausländeranteil stieg hier im Jahr 2017 auf 10,6 % und damit um 0,5 % gegenüber dem Vorjahr bzw. um 3,8 % gegenüber

⁸² Stand 2016

dem Stichtag der letzten Volkszählung im Jahr 2011. Der für das gesamte Bundesgebiet festgestellte, durchschnittlich positive Außenwanderungssaldo, mit dem Schwerpunkt im Jahr 2015, wird auch in Rheinland-Pfalz sichtbar, wie Abbildung II-2-14 verdeutlicht (vgl. Statistisches LA RLP 2018a).

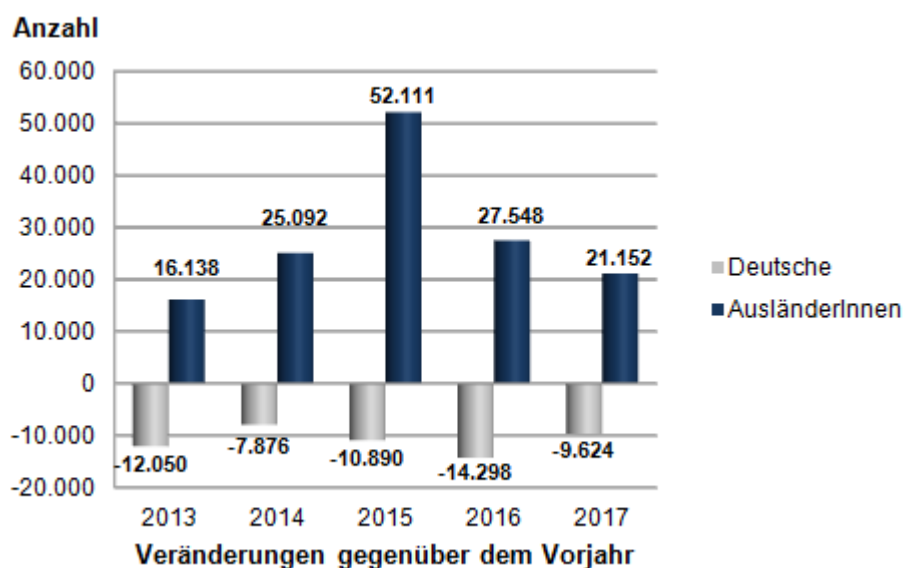


Abb. II-2-14: Veränderung der Bevölkerungszahl in Rheinland-Pfalz 2013 - 2017 nach Staatsangehörigkeit (Quelle: Eigene Darstellung nach Stat. LA RLP 2018a)

Geprägt von der natürlichen Bevölkerungsentwicklung sowie dem Wanderungsgeschehen der vergangenen Jahrzehnte verändert sich auch die Altersstruktur der rheinland-pfälzischen Bevölkerung. Im Vergleich zu den Zensusdaten von 2011, sank die Zahl der unter 20-Jährigen um 1,5 % und die der 20- bis unter 60-Jährigen um 0,4 %, während die Zahl der 60-Jährigen und Älteren um 10,2 % Anstieg. Auch für Rheinland-Pfalz gilt, dass sich die altersstrukturelle Beschaffenheit der Bevölkerung regional sehr unterschiedlich darstellt. In den kreisfreien Städten wuchs die Bevölkerung im Schnitt um rund 5 %. Im Einzelnen fällt die Bevölkerungsentwicklung der kreisfreien Städte jedoch nicht nur sehr unterschiedlich, sondern sogar divergierend aus. Während das Bevölkerungswachstum seit dem Zensus 2011 in der Landeshauptstadt Mainz mit 7,4 % am stärksten ausgeprägt war, hatte die kreisfreie Stadt Pirmasens, trotz mittelzentraler Funktion, einen Bevölkerungsverlust von -0,4 % zu verzeichnen. Auch innerhalb der Landkreise verhält sich die Bevölkerungsentwicklung sehr heterogen: Auf Grundlage einer Schätzung des statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz, lag die Einwohnerzahl der Landkreise im Durchschnitt um rund 1,2 % höher als bei der letzten Volkszählung (2011). Der Rhein-Pfalz-Kreis hat mit einem Zuwachs um 4,7 % den

größten Bevölkerungsgewinn zu verzeichnen, während die stärksten Verluste im Landkreis Südwestpfalz (-2,9 %) bilanziert werden. Der Landkreis Kaiserslautern profitierte von den Wanderungsbewegungen und konnte Ende 2017 einen Bevölkerungszuwachs um 0,4 % im Vergleich zum Zensusstichtag vermelden. Der Donnersbergkreis hingegen verlor im gleichen Zeitraum geringfügig an Bevölkerung (-1,1 %) (vgl. Stat. LA RLP 2018a). Trotz der derzeit positiven absoluten Bevölkerungsentwicklung in Rheinland-Pfalz, die auf Wanderungsgewinne aus dem In- und Ausland zurückzuführen ist, wird die Bevölkerungszahl in Rheinland-Pfalz mittel- bis langfristig abnehmen. Das äußert sich im Schwerpunkt durch die Verschiebungen in der Altersstruktur, um die proportionale Abnahme jüngerer Kohorten sowie die Zunahme der älteren Bevölkerungsteile und der Hochbetagten, und wird so auch in den amtlichen Bevölkerungsvorausberechnungen deutlich. Entsprechend der mittleren Variante der 4. regionalisierten Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz, wird sich die rheinland-pfälzische Bevölkerung von im Basisjahr (2013) 3.994.366 Einwohnern auf 3.841.610 Einwohner bis zum Jahr 2035 reduzieren. Grund für den vorausgerechneten Einwohnerrückgang sind die Sterbeüberschüsse, die nicht durch positive Migrationssalden kompensiert werden können, den Rückgang jedoch deutlich mildern. In diesem Zeitraum, bis zum Jahr 2035, wird jedoch der Anteil der Einwohner über 65 Jahren und in diesem Zusammenhang der Altersdurchschnitt derart steigen, dass sich der für die gesamte deutsche Population abzeichnende demographische Bruch auch in den meisten ländlichen Räumen, in vielen Städten sowie in den Stadt-Umland-Regionen von Rheinland-Pfalz seine Wirkung haben wird. So wird die Bevölkerungsabnahme für das Land Rheinland-Pfalz bis zum Jahr 2060 auf 3.367.364 Einwohner⁸³ vorausgerechnet. Im Vergleich zum Basisjahr 2013, wird sich die Bevölkerung entsprechend der getroffenen Annahmen um 3,8 % bis zum Jahr 2035 und um 15,7 % bis zum Jahr 2060 reduzieren (vgl. Stat. LA RLP 2016: 4). Die Verschiebungen in der Altersstruktur mit der Perspektive bis zum Jahr 2035 und 2060 werden in Abbildung II-2-15 deutlich. Augenscheinlich wird insbesondere der steigende Anteil der Bevölkerung über 65 Jahre sowie der sinkende Anteil der Kinder und Jugendlichen unter 20 Jahren.

⁸³ Entsprechend der mittleren Variante der 4. regionalisierten Bevölkerungsvorausberechnung des statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz.

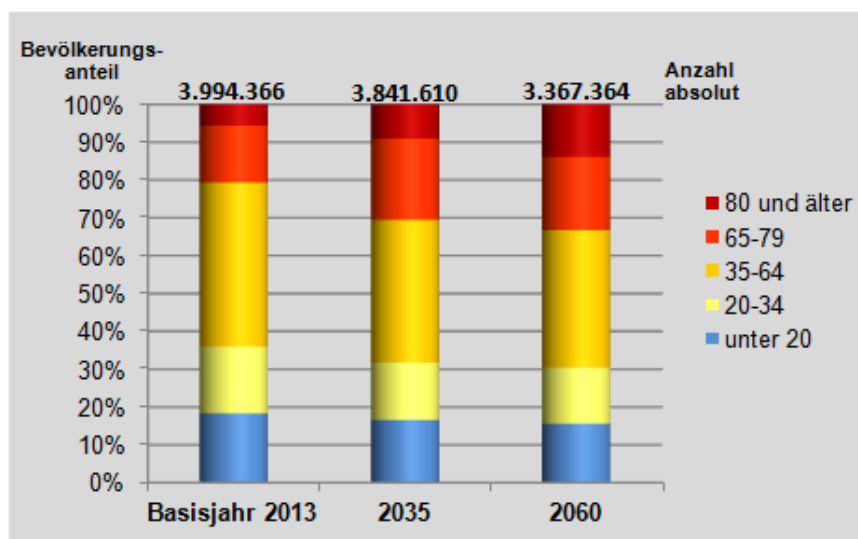


Abb. II-2-15: Altersstrukturelle Entwicklung der Bevölkerung in Rheinland-Pfalz bis 2030 und 2060 [mittlere Variante] (Quelle: Stat. LA RLP 2016: 4)

II-2.3 Die demographische Entwicklung unterhalb der Landesebene

Wie für das Bundesgebiet ausführlich aufgezeigt (vgl. Abschnitt II-2.1.4), ist auch die demographische Entwicklung in den Flächenländern äußerst heterogen und steht in wechselseitiger Abhängigkeit der Beschaffenheit der Raumstrukturen. Um grundsätzliche demographische Trends aber auch Unterschiede im Land Rheinland-Pfalz aufzuzeigen, wird im Folgenden die demographische Perspektive der kreisfreien Städte und Landkreise bis zum Jahr 2035 veranschaulicht. Ferner wird die Grundlage für die szenariobasierte demographische Analyse der ländlichen Modellgemeinden geschaffen. So werden für den Zeitraum zwischen 1976 und 2016 die Entwicklung der Bevölkerung der Modellgemeinden sowie die Verschiebung der altersstrukturellen Beschaffenheit fokussiert.

II-2.3.1 Die demographische Entwicklung der kreisfreien Städte und Landkreise

Die Landkreise und kreisfreien Städte entwickeln sich hinsichtlich ihrer demographischen Struktur äußerst heterogen und grundsätzlich in wechselseitiger Abhängigkeit mit ihrem Ausstattungsniveau, ihrer Wirtschaftskraft sowie ihrer Lage und damit überörtlichen Erreichbarkeitsparametern, z.B. der Nähe, Zugehörigkeit bzw. verkehrsinfrastrukturellen Anbindung an eine Metropolregion. In Abschnitt II-1.2 wurde bereits die Verschiedenartigkeit der rheinland-pfälzischen Raumtypen dargestellt. Städtischen Verdichtungsräumen in Gunstlage stehen ländliche Raumtypen mit z.T. peripheren Lagemerkmalen gegenüber, mit in sich noch einmal sehr unterschiedlichen Siedlungsstrukturen und

Ausstattungs-niveaus (vgl. Abschnitt II-1.2.4). Dem entsprechend stellt sich auch die Bevölkerungsentwicklung auf der Kreisebene sehr unterschiedlich dar.

Während einige Kreise mit der Perspektive bis zum Jahr 2035 an Bevölkerung gewinnen, allen voran die Landkreise Mainz-Bingen (6,2 %), Trier-Saarburg (4,8 %) und Germersheim (4,1 %), lassen neben den kreisfreien Städten Kaiserslautern und Primasens insbesondere die Landkreise ländlicher Prägung erhebliche Bevölkerungsverluste erwarten. Die Landkreise Kaiserslautern (-3,6 %), Bad-Kreuznach (-2,2 %) und der Donnersbergkreis (-4,5 %) in der Landesmitte sowie der gesamte nördliche und nordwestliche Landesteil mit Ausnahme von Koblenz stehen vor der Perspektive eines Bevölkerungsrückgangs um -5 bis -10 % bis zum Jahr 2035 (vgl. BBSR Bonn 2017), wie Abbildung II-2-16 veranschaulicht.

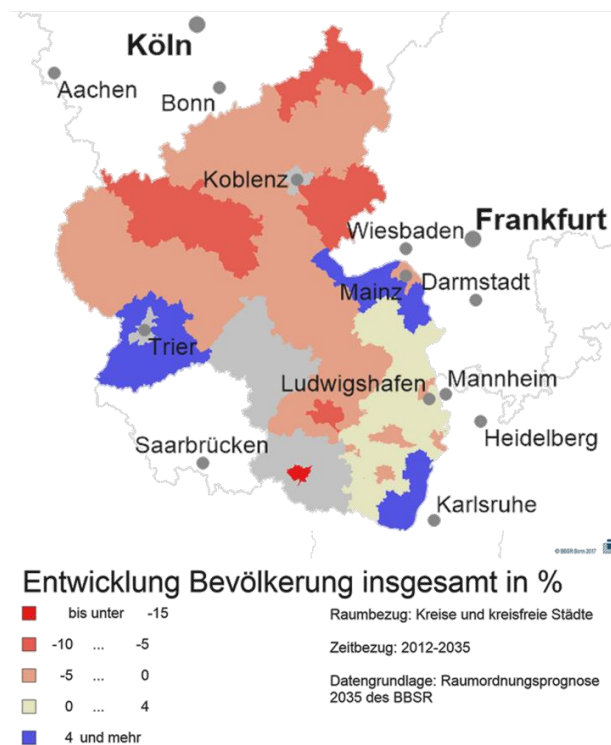


Abb. II-2-16: Bevölkerungsentwicklung in Rheinland-Pfalz auf Kreisebene 2012-2035
(Quelle: Eigene Darstellung nach BBSR Bonn 2017)

Zudem wird der Anteil der 60- bis unter 80-Jährigen sowie der Hochbetagten in den meisten Kreisen und kreisfreien Städten bis zum Jahr 2035 steigen. Wird diese Dimension der Alterung in Rheinland-Pfalz betrachtet, so wird deutlich, dass gerade in den ländlichen Raumtypen der Altersdurchschnitt bis zum Jahr 2035 erheblich steigen wird. Dabei ist es relativ unerheblich, welche der in Abschnitt II-1.1 dargestellten

räumlichen Typisierungsansätze herangezogen werden. Entscheidend ist hierbei die grundsätzliche Kongruenz der im Vorfeld beschriebenen wechselseitigen Abhängigkeit der demographischen Struktur und der strukturellen Ausstattung der Raumeinheit und demzufolge der erhöhte Altersdurchschnitt in den ländlichen Raumtypen.

Entscheidend für die zukünftige demographische Entwicklung der Raumeinheiten sind deren Altersstruktur sowie Geschlechterproportionen, wie in Abschnitt II-2.1.3 ausgeführt. Da die Kohorte der 60- bis unter 80-jährigen eine, vor allem im Verhältnis zu den Bildungs- und Berufswanderern, relativ hohe räumliche Persistenz aufweist, wird in Abbildung II-2-17 der Blick auf die älteren Gesellschaftsteile geschärft. Im Jahr 2035 treten die Vulkaneifel im Nordwesten des Landes (31 %) sowie die Südwestpfalz im Landessüden (31,3 %) mit sehr hohen Anteilen der 60- bis unter 80-Jährigen hervor. In den meisten übrigen Landkreisen bewegt sich der Anteil dieser Kohorte zwischen 25 und 30 %. Erwartungsgemäß fällt der Anteil der 60- bis unter 80-Jährigen in den kreisfreien Städten verhältnismäßig gering aus (vgl. BBSR Bonn 2017).

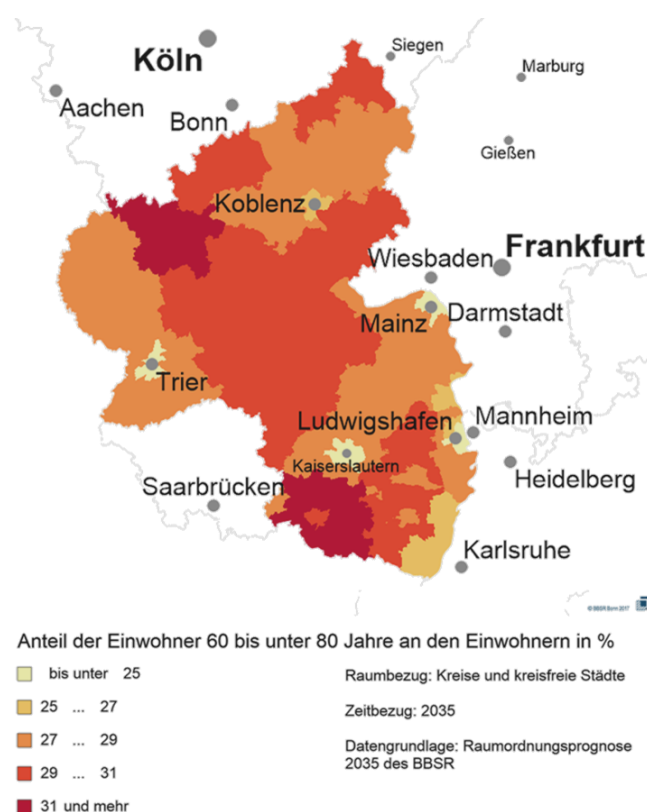


Abb. II-2-17: Anteil der 60- bis unter 80-Jährigen auf der Ebene der Kreise 2035
(Quelle: Eigene Darstellung nach BBSR Bonn 2017)

Bei der Altersgruppe der Hochbetagten zeigt sich zumindest eine Grundtendenz, dass deren Anteil in den ländlichen Räumen erhöht und den städtischen Räumen deutlich geringer ausfallen wird⁸⁴. Die Oberzentren Trier (7,7 %), Mainz (7,3 %) und Ludwigshafen (7,3 %) weisen die geringsten Anteile Hochbetagter auf. Das Oberzentrum Kaiserslautern (Stadt) (8,1 %) und der Landkreis Kaiserslautern (8,9 %), der Landkreis Mainz-Bingen (8,1 %) im Mainzer Umland, der Trierer Umlandkreis Trier-Saarburg (8,4 %) sowie der Eifelkreis Bitburg-Prüm (8,7 %) im Landeswesten, aber auch der Landkreis Germersheim (8,3 %) und das Mittelzentrum Landau⁸⁵ (8,6 %) im Südosten verfügen über verhältnismäßig geringe Anteile Hochbetagter. Den höchsten Anteil Hochbetagter wird die kreisfreie Stadt Pirmasens (11,4 %) im Jahr 2035 aufweisen. In den meisten ländlichen Räumen in Rheinland-Pfalz werden entsprechend der Bevölkerungsfortschreibung zwischen 9 und 11 % Hochbetagter leben.

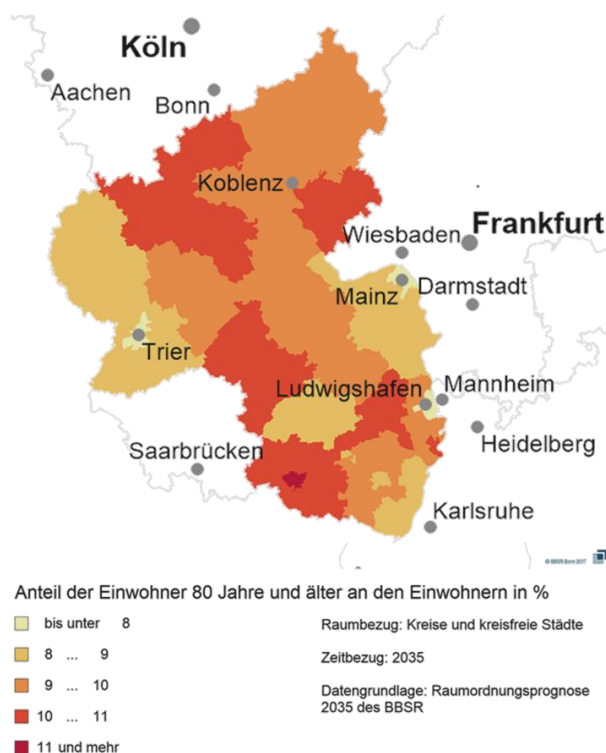


Abb. II-2-18: Anteil der Hochbetagten auf Kreisebene 2035
(Quelle: Eigene Darstellung nach BBSR Bonn 2017)

⁸⁴ Auf der Grundlage annahmenbasierter Daten der Raumordnungsprognose 2035 des BBSR.

⁸⁵ Mittelzentrum mit oberzentraler Funktion

Die Darstellung des Anteils der älteren Bevölkerungsteile im Jahr 2035, wie hier auf Kreisebene erfolgt, ist vor dem Hintergrund der statistischen Lebenserwartung der Bevölkerung in Deutschland von großer Relevanz für die Dynamik der Räume. Entsprechend der hier dargelegten demographiestatistischen Größen zeichnet sich ab, dass die Bevölkerung vieler ländlicher Räume in Rheinland-Pfalz bis zum Jahr 2035 in der Größenordnung zwischen -5 bis -10 % deutlich schrumpfen wird, sich der demographische Bruch jedoch erst in den Folgejahren abzeichnet, wenn die geburtenstarken Jahrgänge der 1950er- und 1960er-Jahre das Alter der Hochbetagten erreichen und innerhalb nur weniger Jahre relativ bruchhaft ableben werden. Gleichzeitig wird auch auf der Ebene der Kreise deutlich, dass sich die demographiestatistischen Kennzahlen, z.B. des Anteils der Kohorten an der Gesamtbevölkerung oder der proportionalen Bevölkerungsgewinne und -verluste erheblich unterscheiden können.

Exemplarisch soll im Folgeabschnitt verdeutlicht werden, dass dieses Grundprinzip auch auf der Ebene der Gemeinden und in der Summe entsprechend auch auf der Ebene der Verbandsgemeinden seine Gültigkeit hat. Die Kreiszugehörigkeit mitsamt seinen Lage- und Strukturparametern bleibt dennoch übergeordnet relevante Größe.

II-2.3.2 Die demographische Entwicklung der ländlichen Modellgemeinden 1976-2016

Die Strukturen der in dieser Arbeit betrachteten Modellgemeinden sind in Abschnitt II-1.2.4 deskriptiv aufgeführt. Im Folgenden soll nun auf Basis der amtlichen Statistik die Bevölkerungsentwicklung auf der Ebene der Gemeinden im Zeitraum zwischen 1976 und 2016 dargestellt werden. Die über Jahrzehnte gewachsene demographische Struktur ist maßgebend für die zukünftige Entwicklung der Bevölkerung bzw. für die Bedarfsträger von Infrastrukturen. Neben der absoluten Bevölkerungsentwicklung wird auch die Verschiebung der Altersstrukturen angezeigt.

II-2.3.2.1 Demographische Entwicklung in den Modellgemeinden der VG Enkenbach-Alsenborn

Die Betrachtung bezieht sich auf den Gebietsstand der Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn aus dem Jahr 2013 und umfasst die Ortsgemeinden Enkenbach-Alsenborn, Mehlingen, Sembach und Neuhemsbach. Die strukturelle Beschaffenheit der Gemeinden sowie ihre Lage gehen aus Abschnitt II-1.2.4.1 hervor.

Gemeinde Enkenbach-Alsenborn

Aus Abbildung II-2-19 geht neben der absoluten Bevölkerungsentwicklung auch die Verschiebung der Altersstrukturen in der Ortsgemeinde Enkenbach-Alsenborn hervor. Sichtbar werden die demographischen Prozesse, wie in Abschnitt II-2.1 auf Bundesebene erläutert, bereits im Zeitraum zwischen 1976 und 2016. Der Anteil der Kinder und Jugendlichen unter 20 Jahren nimmt im Zeitverlauf von 31 % auf 19 % ab, während der Anteil der Bevölkerung ab 65 Jahren sowie der der Hochbetagten steigt: Von 13 % bzw. 3 % im Jahr 1976 auf 17 % bzw. 7 % im Jahr 2016. Konsequenz ist ein sich sukzessiv erhöhender Altersdurchschnitt der ortsansässigen Bevölkerung, der sich aus der über Jahrzehnte stagnierenden Geburtenrate und dem Wanderungsverhalten der Kohorten ergibt. Von hoher Bedeutung ist hier insbesondere die stark abfallende Wanderungsaktivität der über 30-Jährigen, die entsprechend schwerpunktmäßig am Wohnort altern. Der Anteil der 34- bis 64-Jährigen steigt entsprechend von 34 % im Jahr 1976 auf 42 % im Jahr 2016. Die Anzahl der Bevölkerung ist über den Betrachtungszeitraum zwar Schwankungen unterlegen, bleibt aber im 40-Jahres-Vergleich verhältnismäßig stabil. Der Bundestrend der Abwanderung der 20- bis 34-jährigen Bildungs- und Berufseinstiegswanderer aus ländlichen in städtische Räume mit hochwertiger Bildungsinfrastruktur, zeigt sich über die Abnahme dieser Kohorte von ehemals 19 % im Jahr 1976 auf 15 % im Jahr 2016.

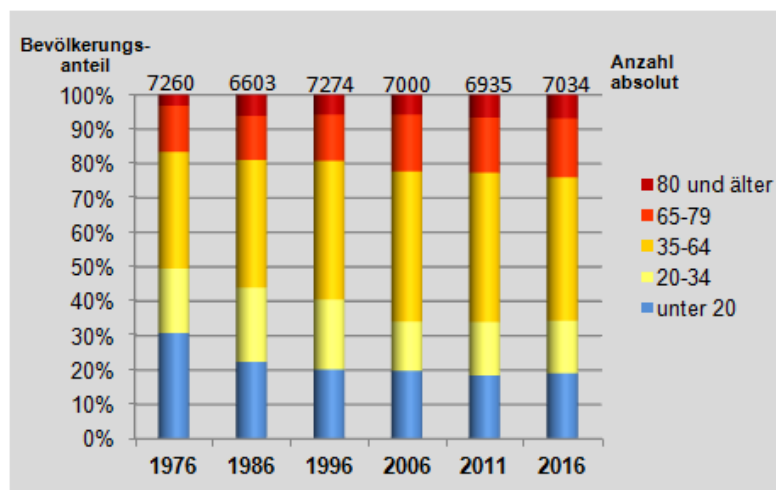


Abb. II-2-19: Demographische Entwicklung der Gemeinde Enkenbach-Alsenborn 1976 - 2016 (Quelle: Eigene Darstellung nach Stat. LA RLP 2018b)

Gemeinde Mehlingen, inkl. Baalborn

Die Verschiebung der Altersstrukturen in der Gemeinde Mehlingen sind im Betrachtungszeitraum nicht derart deutlich, wie im Vergleich zur Gemeinde Enkenbach-Alsenborn. Dennoch ist der Trend einer alternden Bevölkerung in Mehlingen erkennbar. Abbildung II-2-20 verdeutlicht, dass der Anteil der Kinder und Jugendlichen im 40-Jahres-Vergleich abnimmt, der Anteil der Einwohner im Alter von über 65 Jahren geringfügig steigt und der Anteil der Hochbetagten von 1,8 % auf 4,6 % zunimmt⁸⁶. Für die weitere Bevölkerungsentwicklung ist, neben dem Anteil älterer und hochbetagter Einwohner, auch der wachsende Anteil der Altersgruppe der 35- bis 64-Jährigen von Bedeutung, die eine verhältnismäßig hohe räumliche Persistenz aufweist. Ihr Anteil steigt von rund 37 % auf etwa 45 % im Jahr 2016.

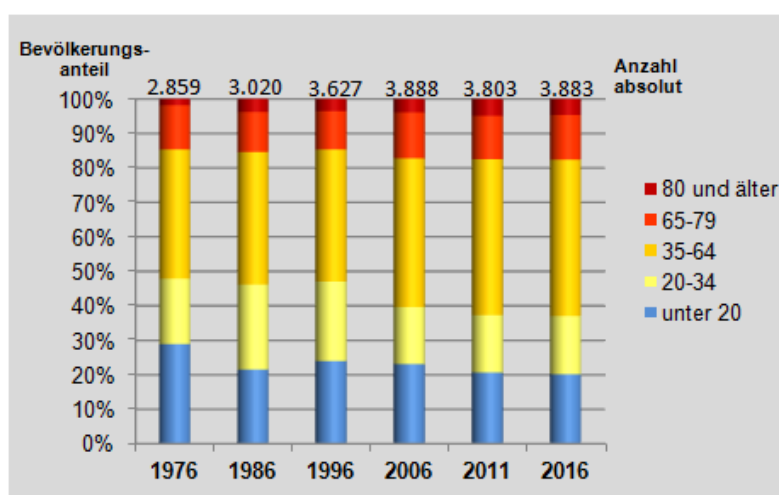


Abb. II-2-20: Demographische Entwicklung der Gemeinde Mehlingen 1976 – 2016
(Quelle: Eigene Darstellung nach Stat. LA RLP 2018c)

Gemeinde Sembach

Die Bevölkerungszahl Sembachs ist im Betrachtungszeitraum zwischen 1976 und 2016 gestiegen. Ebenso ist der Anteil der Bevölkerung ab 65 Jahren im 40-Jahres-Vergleich von knapp 13 % im Jahr 1976 auf über 15 % im Jahr 2016 gestiegen. Die Alterung der Bevölkerung Sembachs äußert sich jedoch im Schwerpunkt durch die Alterung von unten, der relativen Abnahme der Kinder und Jugendlichen sowie der Kohorte zwischen 20 und 34 Jahren. Der Anteil der unter 20-Jährigen und der 20- bis 34-Jährigen sank im 40-Jahres-Vergleich von rund 29 % bzw. 21 % im Jahr 1976 auf 19 % bzw. 14 % im Jahr 2016. Die Altersgruppe der sesshaften 35- bis 64-Jährigen hingegen nimmt im 40-Jahres-Vergleich kontinuierlich zu: Betrug deren Anteil im Jahr 1976 noch 37 %, so ist er im Jahr 2016 auf 51 % gestiegen, wie Abbildung II-2-21 veranschaulicht.

⁸⁶ Anteil Hochbetagter 1976 und 2016

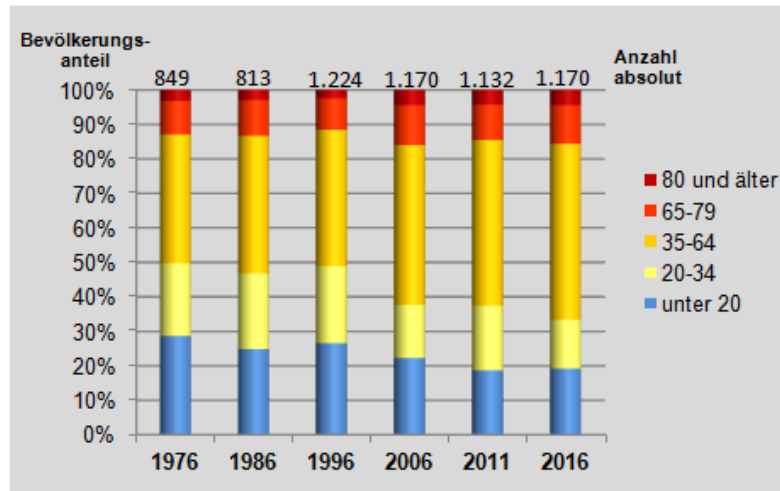


Abb. II-2-21: Demographische Entwicklung der Gemeinde Sembach 1976 - 2016
(Quelle: Eigene Darstellung nach Stat. LA RLP 2018d)

Gemeinde Neuhemsbach

Die Bevölkerungsanzahl Neuhemsbachs ist im 40-Jahre-Rückblick gestiegen, bei einer proportionalen Abnahme der Einwohner unter 20 Jahren im Vergleich zwischen 1976 und 2016. Aus Abbildung II-2-22 geht hervor, dass die übrigen Kohorten im Betrachtungszeitraum proportional schwanken. Der Anteil der Einwohner über 65 Jahren nimmt nach 1976 zunächst ab und bleibt nach der Jahrtausendwende relativ konstant bei etwa 18 %. Analog wächst der Anteil der 20- bis 34-Jährigen in den 1980er- und 1990er-Jahren zunächst, nimmt nach der Jahrtausendwende wieder ab und bleibt im Fortgang bis 2016 stabil. Auch der Anteil der unter 20-jährigen steigt im Jahr 1996 gegenüber 1986 und ist bis zum Jahr 2006 stabil bei rund 22 %. Die zwischenzeitliche demographische Verjüngung, die seit den 1970er-Jahren bis zur Jahrtausendwende abgebildet wird, spricht für die Suburbanisierungstendenz junger Familien zu dieser Zeit im Umland des Oberzentrums Kaiserslautern, mitsamt der strukturellen Ausstattungs- und Erreichbarkeitsparameter. Die Kohorte der 35- bis 64-Jährigen tendenziell sesshaften Bevölkerung bildet typischer Weise den größten Anteil der Einwohner. Im Jahr 1976 lag der Anteil bei rund 38 %, mit wachsender Tendenz. Im Zuge der Alterung der ortsansässigen 20- bis 34-Jährigen stieg der Anteil der 34- bis 64-Jährigen im Jahr 1986 auf über 40 %, betrug im Jahr 2006 bereits 48 % und stieg im Jahr 2016 auf ein Maximum von über 50 %.

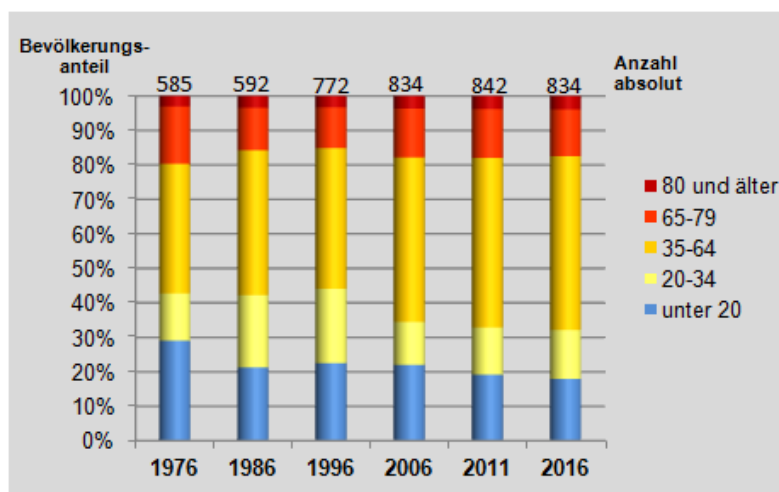


Abb. II-2-22: Demographische Entwicklung der Gemeinde Neuhemsbach 1976 - 2016
(Quelle: Eigene Darstellung nach Stat. LA RLP 2018e)

II-2.3.2.2 Demographische Entwicklung der Modellgemeinden in der VG Rockenhausen

Die Betrachtung bezieht sich auf die beiden Modellgemeinden Gerbach und St. Alban, im Einzugsgebiet der gemeinsamen Pflanzenkläranlage in St. Alban, die in ihrer Struktur in Abschnitt II-1.2.4.2 ausführlich beschrieben wurden.

Ortsgemeinde Gerbach

Die Bevölkerungszahl der Gemeinde Gerbach nimmt im Vergleich zwischen 1976 und 2016 ab. Aus Abbildung II-2-23 geht jedoch ein zwischenzeitlicher Bevölkerungszuwachs im Jahr 1996 hervor, der auf die Eröffnung der ortsansässigen Grundschule im Jahr 1995 schließen lässt. Dieser Tatsache entsprechend verschieben sich auch die demographischen Strukturen innerhalb der Ortsgemeinde. Über den gesamten Betrachtungszeitraum bleibt der Anteil der über 65-Jährigen relativ konstant zwischen 18 % und 22 %. Die Alterung der Bevölkerung Gerbachs zeigt sich dennoch in der Kohorte der Hochbetagten, deren Anteil im 40-Jahres-Vergleich von 3 % (1976) auf 8 % (2016) steigt. Maßgeblich entscheidend für die weitere demographische Entwicklung, nach dem Jahr 2016, sind jedoch die übrigen Kohorten. So vergrößert sich die bevölkerungsstärkste Kohorte der 35- bis 64-Jährigen von einem Anteil von 35 % im Jahr 1976 auf 42 % im Jahr 2006 und stagniert fortan auf diesem Niveau bis zum Jahr 2016. Die Kohorten der unter 20-Jährigen und der 20- bis 34-Jährigen verhalten sich ebenso in diesem Zusammenhang. Zu Beginn des Betrachtungszeitraums (1976) beträgt der Anteil der Kinder und Jugendlichen in Gerbach 27 % und der 20- bis 34-Jährigen 18 %. Zehn Jahre später (1986) ist der Anteil der unter 20-Jährigen auf 19 %

gesunken. Ein Blick auf die Bevölkerungsanzahl verrät, dass ein Teil der Bevölkerung verstorbenen und ein hoher Anteil der noch im Jahr 1976 in Gerbach wohnhaften unter 20-jährigen zu Bildungszwecken abgewandert sein wird. Der Anteil der 20- bis 34-Jährigen steigt zudem auf 21 %, was auch auf den Verbleib einiger ehemals unter 20-Jähriger hindeutet. Signifikant verjüngt sich die Altersstruktur der Gemeinde nach der Eröffnung der Grundschule im Jahr 1995. Der Anteil der unter 20-Jährigen steigt über die Jahre 1996 bis 2011 von 22 % auf knapp 25 % was grundsätzlich für Zuzüge junger Familien bzw. Familiengründungen spricht. Der erneute Rückgang der unter 20-Jährigen zum Jahr 2016 und der proportionale Zugewinn der 35-bis 64-Jährigen spricht für eine hohe Persistenz der Elterngeneration, Fortzüge der Bildungs- und Berufswanderer, eine Fertilitätsrate unterhalb des Bestandserhaltungsniveaus und Sterbeüberschüsse im Zusammenhang mit der sinkenden absoluten Bevölkerungszahl und dem steigenden Anteil der Einwohner über 65 Jahre.

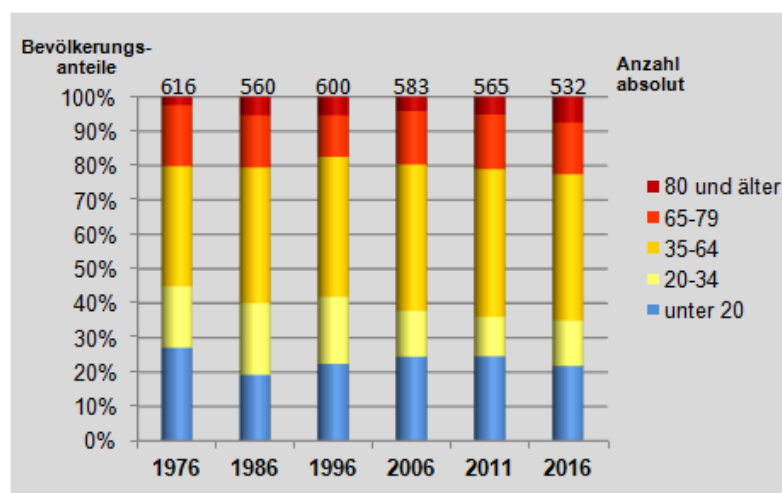


Abb. II-2-23: Demographische Entwicklung der Gemeinde Gerbach 1976 - 2016
(Quelle: Eigene Darstellung nach Stat. LA RLP 2018g)

Ortsgemeinde St. Alban

Die Rückschau der demographischen Entwicklung in St. Alban offenbart ein grundsätzlich ähnliches Muster wie in Gerbach. Der Anteil der 65-Jährigen und Älteren liegt bei bei rund 20 % im Betrachtungszeitraum. Der Anteil der Hochbetagten steigt tendenziell, von 3 % (1976) auf etwa 6 % (2016). Auch St. Alban offenbart sich als Wohnstandort insbesondere für Familien. Der Anteil der unter 20-Jährigen lag 1976 bei rund 30 %, sank in der Folgedekade auf unter 20 % und stieg mit der Schuleröffnung in der Nachbargemeinde Gerbach erneut auf 24 %, als auch die Kohorte der 20-bis 34-Jährigen ein Maximum von 20 % erreichte (1996). In den Folgejahren, mit der Alterung

der Kohorten unter einem hohen Maß an Ortsbindung, verschob sich die Altersstruktur deutlich zugunsten der 35- bis 64-Jährigen, von 39 % (1996) auf 46 %, insbesondere auf Kosten der Kinder- und Jugendlichen unter 20 Jahren. Diese altersstrukturelle Verschiebung bildet damit die Grundlage für die demographische Folgeentwicklung unter Berücksichtigung der variierenden Wanderungssalden der Kohorten und der lokalen natürlichen Bevölkerungsentwicklung.

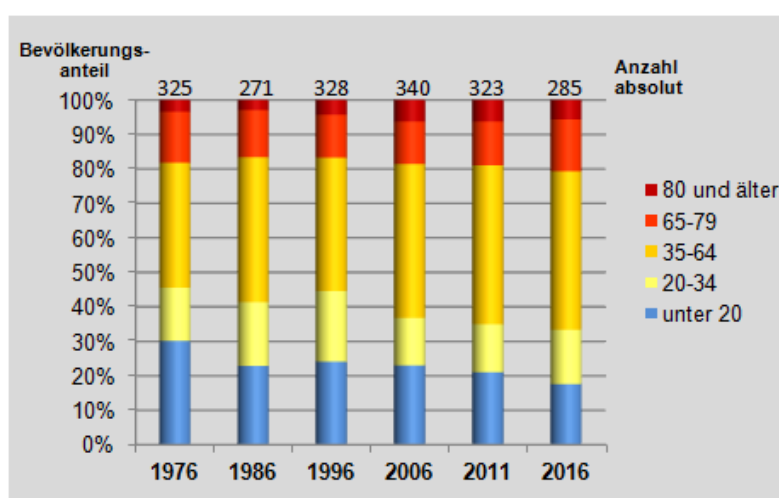


Abb. II-2-24: Demographische Entwicklung der Gemeinde St. Alban 1976 - 2016
(Quelle: Eigene Darstellung nach Stat. LA RLP 2018h)

II-2.3.3 Zwischenfazit: Demographische Struktur und Entwicklung der Modellgemeinden

Alle Modellgemeinden haben hinsichtlich ihrer demographischen Struktur gemeinsam, dass sie im Basisjahr der Betrachtung (1976) verhältnismäßig hohe Anteile an Familien, d.h. bevölkerungsstarke Kohorten der Eltern- sowie Kindergeneration aufweisen und im Zeitverlauf bis zum Jahr 2016 in den jüngeren Kohorten unter 34 Jahren an Bevölkerung verlieren.

Hierbei handelt es sich um ein für ländliche Räume in Westdeutschland klassisches Bild der weitreichenden Suburbanisierungswellen der 1970er Jahre (vgl. Abschnitt II-1.1.3). Die Proportionen der Altersstruktur verschieben sich im 40-Jahres-Vergleich deutlich zugunsten der älteren Kohorten, der Anteil der 35- bis 64-Jährigen wächst zum Jahr 2016 erheblich. In der Summe steigt damit das Durchschnittsalter der ortsansässigen Bevölkerung. Gleichzeitig unterscheiden sich die Modellgemeinden in ihrer Bevölkerungsanzahl und ihrer absoluten Einwohnerentwicklung. Während einige Gemeinden an Bevölkerung wachsen (Mehlingen, Sembach, Neuhemsbach), schwankt eine in ihrer Bevölkerungszahl (Enkenbach-Alsenborn) über den Betrachtungszeitraum, andere wiederum verlieren an Bevölkerung (Gerbach, St. Alban).

Hier bleibt herauszustellen, dass alle Gemeinden, obgleich sie alle ländliche Raumtypen repräsentieren, analog zu ihrer Lage und Ausstattung deutliche Unterschiede ihrer Bevölkerungsentwicklung aufweisen. Entsprechend der demographiestatistischen Darstellung wird augenscheinlich, dass bereits im 40-Jahres-Vergleich, zwischen 1976 – 2016, die Bevölkerungsentwicklung der Modellgemeinden im ländlichen Raum mit hoher Zentrenreichbarkeit und Auswahl⁸⁷ grundsätzlich positiv ist. Die Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn steht hier in der Gunstlage der guten Erreichbarkeit des Oberzentrums Kaiserslautern. Die beiden Modellgemeinden der Verbandsgemeinde Rockenhausen fallen in hinsichtlich ihrer demographischen Entwicklung dagegen deutlich ab. Im 40-Jahres-Vergleich ist hier ein Bevölkerungsrückgang zu verzeichnen. Sinnbildlich dafür ist die Typisierung der Verbandsgemeinde als ländlicher Raum mit peripherer Lage⁸⁸.

Jedoch ist nicht die Lage als singulärer Faktor entscheidend für die demographische Beschaffenheit und Entwicklung in den Modellgemeinden. Die Lage steht in Abhängigkeit zum Ausstattungsniveau der Siedlungen. Während die VG Enkenbach-Alsenborn mit der gleichnamigen Ortsgemeinde über ein eigenes Grundzentrum vollständiger Ausstattung verfügt, sind in den beiden betrachteten Ortsgemeinden Rockenhausens kaum nennenswerte Strukturmerkmale vorzufinden, die als Pullfaktoren herausstechen. Lediglich die Ortsgemeinde Gerbach verfügt über eine Grundschule, was sich jedoch in der demographischen Struktur der benachbarten Ortsgemeinden, Gerbach und St. Alban niederschlägt.

Unter Berücksichtigung der demographischen Prozesse in Deutschland, der Binnenwanderungsmotive und demnach räumlichen Verschiebung, der Alterung von oben sowie von unten, d.h. der sinkenden Anzahl an Geburten sowie der proportionalen Zunahme älterer Bevölkerungsteile, lassen perspektivisch alle Modellgemeinden Bevölkerungsverluste erwarten. Hinsichtlich der Ausprägung der Bevölkerungsverluste jedoch mit kleinräumig sehr unterschiedlichem Umfang.

⁸⁷ Typisierung nach BBSR-Raumstrukturtypen 2010 (vgl. Abschnitt II-1.2.4.1)

⁸⁸ Typisierung nach BBSR-Raumstrukturtypen 2010 (vgl. Abschnitt II-1.2.4.2)

II-3. Abwasserinfrastrukturen im ländlichen Raum

In diesem Abschnitt werden die abwassertechnischen Grundlagen für die methodische Betrachtung dargestellt. Neben dem historischen Rückblick zur Relevanz sowie zu technischen Rahmenbedingungen von Abwasserentsorgungssystemen ländlicher Räume sowie rechtlichen Grundlagen, wird auch das Schwerpunktthema des demographischen Wandels in ländlichen Räumen mit dem Gegenstand der Abwasserentsorgungssysteme zusammengeführt. Hierbei werden die Konsequenzen der demographischen Entwicklung auf leitungsgebundene Infrastrukturen, am Beispiel des Abwassersektors erläutert und damit die Grundlage für die nachgeschaltete methodische Betrachtung geschaffen.

Im allgemeinen Verständnis handelt es sich bei Abwasser um abfließendes Wasser. Dabei wird selbst Trinkwasser zu Abwasser, wenn es aus Siedlungen abfließt. Kommunales Abwasser ist aber ein Vielstoffgemisch, mit verschiedensten Inhaltsstoffen unterschiedlicher Herkunft. Dabei lässt sich zwischen häuslichem Abwasser, gewerblich-industriellem Abwasser, Regenwasser und Fremdwasser⁸⁹ unterscheiden. Aus der Herkunft und somit auch aus der Zusammensetzung des Abwassers ergeben sich zwangsläufig auch die Fragen der Reinigung, Weiter- und Wiederverwendbarkeit. Um die verschiedenen Abwässer charakterisieren zu können, ermöglichen verschiedene Summenparameter zunächst eine grobe qualitative Bewertung (vgl. Lange, Otterpohl 2000: 41):

- Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)
- Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB₅)
- Gelöster organischer Kohlenstoff (Dissolved Organic Carbon, DOC)
- Glühverlust (GV)
- Glührückstand (GR=1-GV)
- Elektrische Leitfähigkeit
- Adsorbierbare organische Schwefelverbindungen (AOS)
- Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)
- pH-Wert

Der in dieser Arbeit verfolgte Fokus bezieht sich auf kommunales Abwasser, das in Privathaushalten ländlicher Siedlungen anfällt, in kommunale Kläranlagen entwässert und dort behandelt wird. Es wird keine weitere Differenzierung der Abwässer entlang der Summenparameter vorgenommen.

⁸⁹ Fremdwasser ist z.B. durch Fehlanlüsse, Infiltration oder durch Schachtdeckel in ein Kanalnetz eindringendes Grund- und Regenwasser (vgl. Lange, Otterpohl 2000: 41).

Zur Bemessung einer Kläranlage wird heute der Einwohnerwert [EW, Einheit E] herangezogen. Dieser fasst die Summe aus Einwohnergleichwerten aus Industrie und Gewerbe sowie den Einwohnern zusammen und bezieht industrielles Abwasser entsprechend seiner organischen Belastung, nach dem Bemessungskriterium BSB_5 , mit ein. Über den Tagesverlauf können die Abwassermengen in Abhängigkeit der angeschlossenen Einwohner und ihrer Lebensgewohnheiten stark schwanken (vgl. Lange, Otterpohl 2000: 41), wie Abbildung II-3-1 verdeutlicht.

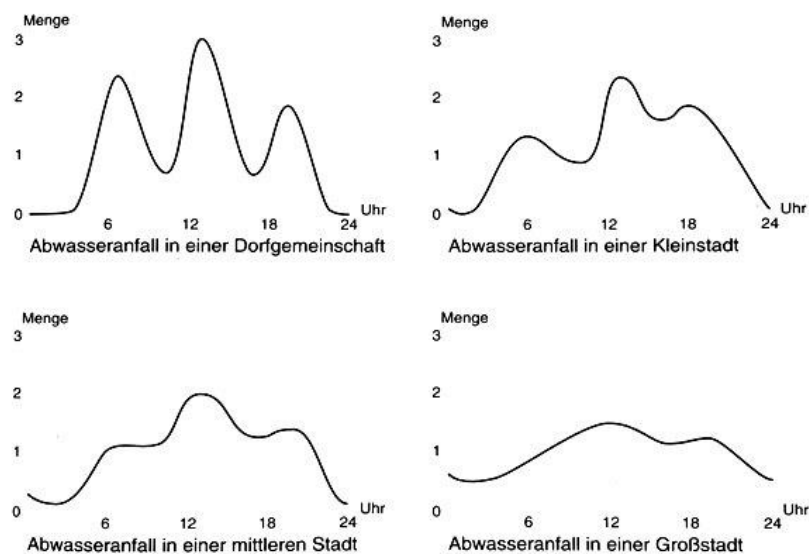


Abb. II-3-1: Relative Abwassermenge im Tagesverlauf unterschiedlicher Siedlungsgrößen (ohne Fremdwasser) (Quelle: Lange, Otterpohl 2000: 41, nach ATV 1982ff., Bd. I)

Aus der Raumeinheit, der Art des anfallenden Abwassers sowie insbesondere der Anzahl der angeschlossenen Einwohner (über den EW) ergeben sich Implikationen für den Umgang, d.h. technisch mögliche sowie ökonomisch und ökologisch sinnvolle Reinigungs-, Wieder- und Weiterverwendungsverfahren.

Für eine Gesamtbetrachtung, um die Auswirkungen der Siedlungsentwässerung erfassen zu können, müssen nach LANGE, OTTERPOHL neben der Betrachtung des Kanalnetzes und der Kläranlage ebenso die folgenden Faktoren Berücksichtigung finden (vgl. ebd. 2000: 41):

- alle Siedlungsflächen, von denen Wasser abfließt
- die unterschiedlichen Qualitäten bzw. Inhaltsstoffe sowie die Herkunft gebrauchten Wassers
- die Gewässer, d.h. die Vorfluter, in die mit wasserrechtlicher Erlaubnis oder Bewilligung Abwasser eingeleitet wird, einschließlich des Grundwassers sowie möglicherweise Meere
- der Eintrag in die Kanalisation oder Gewässer über den Boden und die Luft
- die Wirkungen auf die Flora und Fauna sowie den Menschen
- die Bedeutung der Inhaltsstoffe für die anderen Wirtschaftszweige, z.B. die Landwirtschaft und Energiewirtschaft

In der Betrachtung dieser Arbeit muss jedoch abstrahiert werden und es können nicht alle Faktoren Berücksichtigung finden. In der Modellbetrachtung wird folglich auf die Faktoren der angeschlossenen Einwohner, das Kanalnetz sowie die bestehenden und mögliche alternative Abwasserreinigungssysteme, auch in Hinblick auf die Wiederverwertung und -verwendung von im Abwasser anfallenden Ressourcen, reduziert.

II-3.1 Historischer Rückblick und Bedeutungsgegenstand von Abwasserinfrastrukturen

Wasser ist für das menschliche Leben eine unverzichtbare Ressource. So entwickelten sich die ersten menschlichen Siedlungen an wasserreichen Standorten. Die Hochkulturen am Nil oder Vorderasiens können hier als repräsentatives Beispiel herangezogen werden. Die Wasserversorgung bestimmte das alltägliche Leben, z.B. in Form von Trinkwasser als Lebensgrundlage für Mensch und Tier, als Lösch- oder Brauchwasser oder zur Bewässerung von Gärten und Feldern. Das gebrauchte Wasser fiel in der Folge als Abwasser an, wobei die anfallenden Mengen häuslichen Abwassers gerade im Vergleich zu heute sehr überschaubar waren. Wasser gilt seit je her als kostbare Ressource, nicht zuletzt durch logistische Herausforderungen: Der Zugang zu Flüssen oder Brunnen, also an Standorten außerhalb der Haushalte, war mühsam und das Wasser nur in Krügen oder Eimern zu transportieren. Der Vorteil kurzer Wege zu lebensnotwendigen Infrastrukturen ist somit bei weitem kein Thema der Moderne. Auch in Deutschland gehen die ersten Siedlungen auf Standorte vornehmlich an Flüssen zurück. Hier wurde Wäsche gewaschen und das Vieh getränkt. Die Notdurft wurde hier jedoch nicht verrichtet. Im historischen Rückblick war die Abwasserentsorgung in den ländlichen Räumen sehr simpel. Für die geringen Mengen des Abwassers oder der Fäzes, waren der Garten oder Hof ausreichend. Menschliche Siedlungsschwerpunkte

zeichneten sich durch differenziertere Systeme zur Beseitigung der Fäzes aus, z.B. über nahe am Haus gelegene Sickergruben. Ausgrabungen, z.B. in Jerusalem, belegen aber auch Rinnen oder unterirdische Kanäle aus den Innenräumen von Häusern in Richtung der Straßen. In Einzelfällen sind auch Toiletten in Palastbauten belegt, die an Sickerschächte oder Abzugskanäle angeschlossen waren. Die Antiken Systeme weisen für die damalige Zeit schon eine beträchtliche Spannbreite an technischer bedarfsorientierter Differenzierung auf. In der Summe lassen sich nach WBBAU (2013) jedoch zwei Systemansätze unterscheiden:

1. Die Einzelversorgung oder -entsorgung
2. Die Gemeinschaftsversorgung oder -entsorgung

Die antike Entsorgungstechnik beschränkte sich auf die schnelle Beseitigung der Fäkalien innerhalb des Siedlungsgebietes nach außen (vgl. ebd. 2013:1).

Im römischen Reich wurde das zentrale System der Abwasserentsorgung technisch weiterentwickelt und stetig baulich erweitert. Der erste große Abwasserkanal von Rom, ein ehemaliger Abzugsgraben zur Drainage der römischen Sümpfe, wurde zum Hauptsammelkanal, der Cloaca Maxima mit Einmündung in den Tiber, ausgebaut. Das Freispiegelsystem war durch das geringe Gefälle jedoch anfällig für Ablagerungen, sodass die Kloaken mit Trinkwasser aus den Trinkwasserspeichern gespült werden mussten. Die öffentlichen Toilettenanlagen in der Stadt, aber auch die privaten Toiletten, die der Oberschicht vorbehalten waren, waren zum Teil mit einer ständigen Wasserspülung versehen. Da der Anschluss an das Kanalsystem jedoch gebührenpflichtig war, war nicht die gesamte Stadt kanalisiert. Die meisten Haushalte entsorgten ihre Fäkalien über eine Art privatisiertes Abholssystem. Die Einwohner entleerten ihre Fäkalien in im Treppenhaus platzierte Kübel, die von Mistpächtern abgeholt und an Landwirte zur weiteren Nutzung als Düngemittel weiterverkauft wurden. Andere Nutzungen von Teilströmen wurden durch Wäschereien, Tuchwalker oder Reinigungen verfolgt. Harnstoff wird durch Hydrolyse zu Ammonium/Ammoniak und Carbonat umgewandelt. Der Effekt des dadurch stark steigenden PH-Wertes kann zur Reinigung genutzt werden (vgl. Strell 1913). Ferner wurde Harn für die Pergamentproduktion sowie die Herstellung von Purpurfarbstoff genutzt. Das separate Erfassen von Urin zur weiteren Nutzung erfolgte über Tontöpfe auf den Straßen. Damit war das Erfassen und Nutzen von Abwasserteilströmen schon im römischen Reich erprobtes Prinzip. Die baulichen Strukturen unterstanden einer strengen staatlichen Kontrolle und konnten dadurch entsprechend langfristig und sicher unterhalten werden. Nach dem Untergang des römischen Reiches im 5. Jh. n. Chr. wurden technische Infrastrukturen vernachlässigt, verfielen zunehmend und wurden schließlich im Betrieb eingestellt (Wbbau 2013: 2).

Im Mittelalter standen üblicherweise Sink-, Schwind- oder Fäkaliengruben, über denen ein Plumpsklosett installiert war, als Entsorgungseinrichtungen für menschliche Abfälle, zur Verfügung. Die ursprünglichen Erdlöcher wurden zu späterer Zeit mit Holzbalken oder Steinen ausgekleidet. Ihre Leerung und Reinigung oblag dem Benutzer (vgl. Büker 2000). Auch im Mittelalter fand der Grubeninhalte Verwendung als Düngemittel in der Landwirtschaft. In ländlichen Räumen kommt das Prinzip der Entsorgung und Verwertung von Klärschlamm noch heute zur Anwendung. In den Städten wurden als wichtigste Entsorgungsinfrastruktur neben den Schwindgruben die Ehgräben genutzt. Sie befanden sich in der Regel mittig zwischen zwei Häusern und dienten vornehmlich dem Ableiten von Regenwasser, entwickelten sich aber schnell zu offenen Kloaken, zusätzlich gespeist durch Abfälle aller Art. Grundsätzlich entwässerten sie in den nächsten Stadtgraben oder auf das freie Feld, wurden aber bei Bedarf händisch gereinigt oder gespült. Durch den hohen Feststoffanteil war ihre Unterhaltung jedoch mangelhaft und der Grubeninhalte faulte schnell, was ihnen auch den Namen „Faulgräben“ einbrachte. Üblicherweise wurden alle häuslichen Abfälle direkt vor der Haustür entsorgt, in zahlreichen Bürgerhäusern waren an den Außenwänden Aborthäuschen (sog. „Danziger“) angebracht. Mit der Zeit wurden die Ehgräben ausgemauert oder gepflastert, sodass sie bessere Abflusseigenschaften aufwiesen als die verkrauteten und verschlammten Erdgräben. Nichtsdestotrotz blieben die hygienischen Bedingungen im Mittelalter mangelhaft und führten Mitte des 14. Jh. unter drastischem Bevölkerungsanstieg und Siedlungsdruck in den Städten zu einem Massensterben in Folge der Verseuchung (vgl. Wbbau 2013: 5, nach ATV 1999).

Die als wertvolle Düngemittelquelle für die Landwirtschaft eingesetzten Fäkalien wurden seit Jahrhunderten routiniert und eigenverantwortlich entsorgt und daher nicht als Problem angesehen. Mit dem erneut massiven Bevölkerungsanstieg in der vorindustriellen Zeit und der zunehmenden Verdichtung der Städte wurde die Beseitigung der in Städten anfallenden Fäkalien jedoch erneut zu einem hygienischen Problem: Es war weiterhin üblich, die häuslichen Abfälle direkt vor der Haustür zu entsorgen, das Nachtgeschirr auf dem Hinterhof oder die Gasse zu entleeren. Auf den Hinterhöfen waren die Misthaufen der Nutztierhaltung verortet, oft in unmittelbarer Nähe zu den Trinkwasserbrunnen. Die immer dichtere Bebauung im Zusammenhang mit der wachsenden Bevölkerung sorgte für hygienische Missstände und die Abfall- und Abwasserentsorgung wurde erneut zu einem massiven und gesundheitsrelevanten Problem. Der Zusammenhang zwischen verschmutztem Trinkwasser und gesundheitlicher Belastung war weitestgehend unbekannt (vgl. Wbbau 2013: 4.f; Lange, Otterpohl 2000: 16).

Die Entwässerungsmaßnahmen seit der Industrialisierung hatten zunächst das vorrangige Ziel, das Niederschlagswasser abzuleiten. Der gegen Ende des 19. Jh. jedoch langsam vermittelte Zusammenhang zwischen hygienischen Missständen und Krankheit, erreichte zunehmend auch das kritische Bürgertum und es wurden allmählich Maßnahmen ergriffen (vgl. Lange, Otterpohl 2000: 17).

Die zentrale Wasserversorgung erlaubte zunächst die Installation von Wasserklosetts nach englischem Vorbild, zunächst als erstrebenswertes Symbol der oberen Schichten. Die zwar anfangs noch händisch mit Wassereimern versorgt, jedoch schon bald an das häusliche Trinkwassernetz angeschlossen wurden. Das dadurch stark angestiegene Abwasservolumen wurde zunächst in Gruben gesammelt, deren Entleerung sich technisch-funktional als problematisch erwies und in der Folge oftmals ausblieb. Die ersatzweise Installation von Überläufen verlagerte das Problem von den Privatgrundstücken auf die Straße und wurde somit zu einer öffentlichen und hygienischen Belastung. Teilweise wurden unsystematische Kanäle bis zum nächsten öffentlichen Gewässer verlegt, wodurch deutlich wurde, dass es sich bei der Abwasserentsorgung nicht um eine private Angelegenheit handeln durfte (vgl. Wbbau 2013: 6). Viele Städte setzten zunächst ein Abfuhrsystem mit genormten Wechselbehältern ein, wobei verschiedene Systeme zum Einsatz kamen. Als damals weit verbreitetes Beispiel gilt das „Heidelberger Tonnensystem“, wie in Abbildung II-3-2 veranschaulicht.

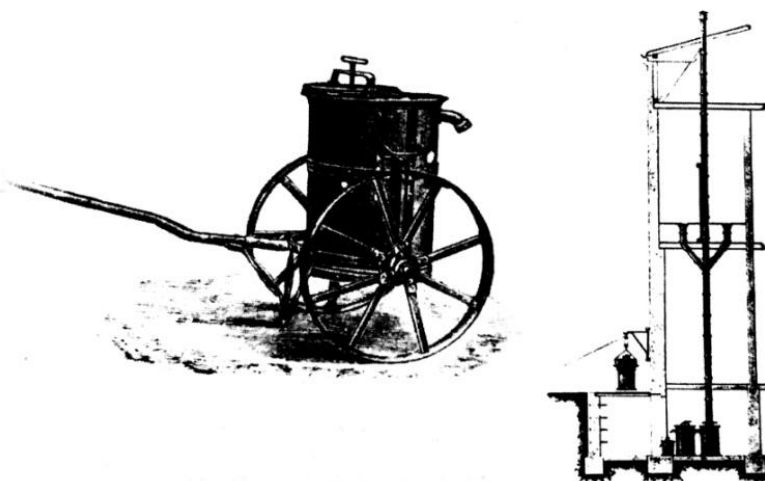


Abb. II-3-2:
Heidelberger Tonnensystem mit Transportwagen (Quelle: Wbbau 2013: 6, nach Bischofsberger 1987)

Der Ernährungswissenschaftler VON LIEBIG befürwortete das System unter dem Gesichtspunkt, dass die Fäkalien wertvolle Pflanzennährstoffe für die Landwirtschaft beinhalten und setzte sich für deren Verwertung zum Schutz vor der Degradation

landwirtschaftlich genutzter Böden ein. Die Tonnen im Abfuhrsystem mussten regelmäßig und mit zunehmendem Abwasservolumen immer öfter geleert werden, was unter den damaligen Wachstumsbedingungen bald zur Systemüberforderung führte. Im Jahr 1902 haben sich dennoch 19 von 45 deutschen Städten, in der Größe von mehr als 50.000 EW auf ein Abfuhrsystem zur Fäkalienentsorgung gestützt (vgl. Wbbau 2013: 7, nach Büker 2000; Lange, Otterpohl 2000: 17ff.).

Erst gegen Mitte des 19. Jh. setzte sich die Alternative der Vollkanalisation nach englischem Vorbild durch, die neben Regen- und Küchenwasser auch das Einleiten von Fäkalien zuließ. Ab dem Jahr 1842 leistete zunächst die Stadt Hamburg Pionierarbeit und ließ ein von der Alster spülbares Kanalnetz anlegen. Erst 1876 folgten die Stadt Frankfurt, 1873 bzw. 1881 die Städte Berlin und München mit dem Beginn der Kanalarbeiten (vgl. Wbbau 2013: 7, nach ATV 1999).

Das Einleiten der über die Kanalisation erfassten Abwässer in die vorhandenen Gewässer am Standort der Städte bewirkte den gleichen stadthygienischen Standard, wie er 2000 Jahre zuvor im antiken Rom vorherrschte. Die immer größer werdenden Mengen an Abwasser führten jedoch zunehmend zur Gewässerverschmutzung, die von Teilen der Bevölkerung noch immer als Trinkwasserquelle genutzt wurden. Die aufstrebende Industrie und viele Gewerbe entwässerten zudem ebenfalls in die vorhandenen Gewässer, sodass der Gewässerschutz unabdingbar wurde. Das Standardverfahren zur Reinigung von Abwässern war etwa bis zum Jahr 1900 der Einsatz von Rieselfeldern. Der Mangel an für Rieselfelder geeigneten Landflächen und wiederkehrende hygienische Probleme führten letztlich dazu, dass Fäkalien nur noch im Einzelfall der landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt wurden. In modifizierter Form wird das Prinzip der Rieselfelder, allerdings mit voll gereinigtem Abwasser, stellenweise noch immer eingesetzt. Die Stadt Köln setzte bereits 1905 eine mit Rechen und Siebanlage ausgestattete Kläranlage zur Abwasserreinigung ein. Letztlich setzte sich die zentrale Schwemmkanalisation durch, deren Abwässer, nach immer besser werdender Reinigung, in die Gewässer eingeleitet werden. Zentrale Kläranlagen reduzieren die im Abwasser enthaltenen organischen Stoffe (Kohlenstoff), die Phosphorfracht (zu 95 %) und die Stickstofffracht (zu über 90 %). In der Regel wird für kleinere Kläranlagen, mit einer Anschlussgröße unter 5.000 EW lediglich ein Kohlenstoffabbau gefordert (vgl. Wbbau 2013: 7). Möglichkeiten, die traditionell geringen Abbauraten für Keime und Mikroverunreinigungen zu optimieren, sind Gegenstand der Forschung (vgl. z.B. BMBF 2014a, 2014b).

II-3.2 Stand der Abwasserentsorgungssysteme in Deutschland

Zentrale Systeme der Abwasserentsorgung zeichnen sich durch die Verbindung eines größeren Verbraucherkreises über ein Kanalnetz aus, deren Abwasser in eine zentrale Behandlung geleitet wird. In Abhängigkeit der anstehenden Abwasservolumina werden kleine und große Kläranlagen und dementsprechend kleine und große zentrale Systeme unterschieden (vgl. Wbbau 2013: 7). Im Gegensatz zu zentralen Systemen verfolgen dezentrale Systeme der Abwasserreinigung den Grundgedanken, das anfallende Abwasser direkt am Entstehungsort, z.B. über Kleinkläranlagen (KKA), zu reinigen. Vordergründig für die Systementscheidung sind wirtschaftliche Motive, wenn z.B. das Zuführen anfallenden Abwassers über ein Kanal- oder Drucksystem zu einer zentralen Kläranlage teurer ist als der Bau einer dezentralen Abwasserreinigungsanlage. Eine Erweiterung der Systematik von Entwässerungssystemen stellen modifizierte Trenn- bzw. Mischsysteme dar. Z.B. im Falle von KKA, die nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen und daher an eine Teilortskanalisation (TOK) angeschlossen sind, um die abschließende Behandlung der Abwässer in einer zentralen Anlage erfolgen zu lassen (vgl. Wbbau 2013: 8).

Darüber hinaus werden heute auch neuartige Sanitärsysteme [NASS] entwickelt, die über die traditionellen Zielsetzungen um Hygiene, Überflutungsschutz und Gewässerschutz hinausgehen und eine nachhaltige, ressourcenschonende Entsorgungstechnik in den Vordergrund rücken (vgl. Wbbau 2013: 10).

Praxisbeispiel: Stoffkreislauf der Stadtentwässerung Braunschweig

Das anfallende Abwasser im Gebiet des Abwasserverbandes Braunschweig, mit einem täglichen Volumen von etwa 50.000m³, wird in den Teilräumen sowohl im Trenn- als auch im Mischverfahren gesammelt und seit 1979 im Klärwerk Steinhof gereinigt. Die Reinigung erfolgt über eine mechanische und eine nachgeschaltete biologische Reinigungsstufe. Anschließend wird ein Teil des sauberen Klarwassers aus dem Nachklärbecken über Bodenschichten der Rieselfelder gefiltert und über den Aue-Oker-Kanal in die Oker abgeleitet. Der andere Teil des Klarwassers wird auf Feldern des Abwasserverbandes Braunschweig für den Anbau von Getreide und Energiepflanzen verregnet. Der im Reinigungsverfahren anfallende Klärschlamm findet ebenfalls Verwertung: Im Faulturn wird Methangas gewonnen, welches über das der Anlage zugehörige Blockheizkraftwerk (BHKW) verstromt und zusammen mit der Prozesswärme für den Betrieb der Anlage genutzt wird. Der getrocknete Klärschlamm wird dem Getreide- und Energiepflanzenanbau als Düngemittel zugeführt. Die Ernte wird vergärt und das daraus gewonnene Biogas in Bio-BHKWs zur Strom- und Wärmegewinnung genutzt (vgl. Stadtentwässerung Braunschweig GmbH 2007).

II-3.2.1 Zentrale Systeme

Die im Grundprinzip aus dem 19. Jh. stammende Basisinfrastruktur der Abwasserentsorgung, bestehend aus Wassertoilette, Schwemmkanal und später einer einem Reinigungssystem, wurde im Zeitverlauf kontinuierlich verbessert, hat aber im Grundprinzip bis heute Bestand. Verbesserungen gehen insbesondere aus der Mischwasserbehandlung, der Nährstoffelimination oder der sehr weitreichenden biologischen und physikalisch/chemischen Reinigung hervor (vgl. Wbbau 2013: 8).

Das Netz der öffentlichen Abwasserkanäle in Deutschland hat einen Wiederbeschaffungswert von ca. 631 Mrd. €, mit einer Gesamtlänge von 575.800 km, wobei Misch-, Schmutz- und Regenwasserkanäle inbegriffen sind (vgl. IKT 2017: 1f.). Hinzu kommen Abwasserkanäle in privatem Besitz, deren Gesamtlänge, die des öffentlichen Kanalsystems deutlich übersteigt. Durch diese Kanäle wird häusliches Abwasser den Kläranlagen zugeführt und gelangt von dort in gereinigtem Zustand wieder in den Wasserkreislauf. Neben dem Abwasser wird auch das im Siedlungsgebiet anfallende Regenwasser, z.B. von Straßen oder Dächern gesammelt und entweder getrennt oder über den gleichen Kanal wie das häusliche Abwasser abgeleitet (vgl. Lange, Otterpohl 2000: 46).

Die Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung sind im Arbeitsblatt DWA-A 100 umfassend dargelegt. Die übergeordnete Zielsetzung ist dabei die Veränderung des Wasserhaushaltes in mengenmäßiger und stofflicher Hinsicht auf ein Minimum zu reduzieren. In Anbetracht der sich stetig wandelnden gesellschaftlichen, aber auch rechtlichen Rahmenbedingungen, des technischen Fortschritts und unter Berücksichtigung des Nachhaltigkeitsgebotes bedarf es fortlaufend auch einer Weiterentwicklung der Schutzgüter und Schutzziele, die in Abbildung II-3-3 dargestellt werden.

Schutzgüter	Schutzziele
Entsorgungssicherheit in Siedlungen	<ul style="list-style-type: none"> • Hygiene • Überflutungsschutz
Gewässerschutz	<ul style="list-style-type: none"> • ökologischer Gewässerzustand • chemischer Gewässerzustand • mengenmäßiger Gewässerzustand
Nutzungssicherung	<ul style="list-style-type: none"> • Trinkwassergewinnung • Baden • Fischerei • Naherholung
sonstige Belange	<ul style="list-style-type: none"> • Naturschutz • Bodenschutz • Anlagenschutz • Wohn- und Standortqualität • Ressourcenschutz und -wiederverwertung

Abb. II-3-3: Schutzgüter und Schutzziele der integralen Siedlungsentwässerung
 (Quelle: Eigene ergänzte Darstellung nach DWA 2006)

Gemäß dieser Schutzgüter und Schutzziele wird eine ganzheitliche Betrachtung der Planung, des Baus, des Betriebs sowie des Unterhalts und der Sanierung von Entwässerungssystemen verlangt. Hier ergeben sich verschiedene Schnittstellen, z.B. zur Abwasserbehandlung in Kläranlagen, den aufnehmenden Gewässern, den übrigen Bereichen der Wasserwirtschaft (vgl. Wbbau 2013: 8). Werden die Leitlinien der Fachplanung erweitert, so finden sich auch relevante Bezüge zur örtlichen und überörtlichen Gesamtplanung, zu gesellschaftlichen Fragestellungen, die z.B. den Bereich der Benutzerfreundlichkeit tangieren oder Schnittstellen zur Land- sowie Energiewirtschaft.

So wird Verwertung der im Klärschlamm enthaltenen Nährstoffe in der Landwirtschaft wird bis heute praktiziert. Der vor allem aus dem aus häuslichem Abwasser gewonnene Klärschlamm weist einen hohen Stickstoff- und Phosphatanteil auf. Unter der

Grundvoraussetzung der geringen Schadstoffbelastung, kann der Klärschlamm zur Düngung auf landwirtschaftlich genutzte Flächen ausgebracht werden. Insbesondere der im Klärschlamm enthaltene Phosphor und Phosphorverbindungen sind für Organismen unersetzlich. Im Jahr 2015 wurden in Deutschland nur noch rund 25 % der 1,8 Mio. Tonnen Trockenmasse kommunaler Klärschlämme zu Düngezwecken eingesetzt. Ein großer Teil der verbleibenden Restmenge wird als Sekundärbrennstoff, z.B. in Kraft- oder Zementwerken, jedoch unter Verlust der kostbaren Inhaltsstoffe - allen voran Phosphor - eingesetzt. Die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm erfolgt auf Grundlage der Klärschlammverordnung [AbfKlärV]. Diese ergänzt die Vorgaben des Düngerechts, insbesondere durch Grenzwerte für die Schadstoff- und Schwermetallbelastung im Klärschlamm sowie für den Boden. Das aktuelle Regelwerk hat bewirkt, dass der Schadstoffgehalt in den letzten Jahren deutlich, zum Teil um über 90 %, zurückgegangen ist. Um den „kritischen Rohstoff“ Phosphor⁹⁰ zu schützen und noch stärker als bisher in die bodenbezogene Klärschlammverwertung einzubeziehen und in den Wirtschaftskreislauf zurückzuführen wurde die Klärschlammverordnung von 1992 novelliert. Aus der Novellierung gehen ebenso verschärfte Grenzwerte für Schadstoffeinträge in den Boden hervor. Die Neuauflage der Klärschlammverordnung⁹¹ ist am 03. Oktober 2017 in Kraft getreten (vgl. BMU 2017a). Zentrales Element sind Vorgaben zur Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlämmen und Klärschlammverbrennungsaschen, wobei keine konkrete Technologie vorgegeben, sondern vielmehr Spielraum für innovative Rückgewinnungsverfahren gegeben wird. Vorgabe ist eine zweistufige Übergangsfrist zur Phosphorrückgewinnung. Die Pflicht zur Rückgewinnung von Phosphor greift:

- 12 Jahre nach Inkrafttreten der Verordnung und damit im Jahr 2029 für Abwasserbehandlungsanlagen mit einer Ausbaugröße von mehr als 100.000 Einwohnern.
- 15 Jahre nach Inkrafttreten und damit im Jahr 2032 für Anlagen mit einer Ausbaugröße von mehr als 50.000 Einwohnern.

Um den Besonderheiten ländlich geprägter Regionen Rechnung zu tragen, besteht für kleinere Abwasserbehandlungsanlagen, mit einer Ausbaugröße von bis zu 50.000 Einwohnerwerten, auch nach Ablauf der 15-jährigen Übergangsfrist, die Möglichkeit ihre Klärschlämme zu Düngezwecken direkt auf Böden auszutragen (vgl. BMU 2017b).

⁹⁰ Mit der Mitteilung über die Überprüfung der Liste der kritischen Rohstoffe für die EU und der Umsetzung der Rohstoffinitiative, vom 26. Mai 2014, wurde Phosphor seitens der Europäischen Kommission als „kritischer Rohstoff“ eingestuft (vgl. BMU 2017a).

⁹¹ Die Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung, vom 27. September 2017 [AbfKlärV].

In Gewässern beeinflussen Phosphateinträge die Eutrophierung bereits im Mikrogrammbereich negativ und können so schon durch Einträge geringer Mengen für Verkrautung und Veralgung sorgen. Einträge in Gewässer können diffus, z.B. von landwirtschaftlich genutzten Flächen, aus Überläufen der Kanalisation oder punktuell aus Kläranlagen erfolgen (vgl. TMLNU 2009: 6f.; Steinmetz 2017: 2)

Die Entfernung von Phosphorverbindungen (Phosphatelimination) erfolgt auf Grundlage der EG-Kommunalabwasserrichtlinie [RL 91/271/EWG] und dem Anhang 1 der Abwasserverordnung [AbwV] gemäß WHG. Hier werden Anforderungen zum Konzentrationswert bzw. frachtbezogenen Wert in Abhängigkeit der Größe des Einzugsgebietes und dessen ggfs. sensibler Lage formuliert (vgl. TMLNU 2009: 11).

Die Phosphatelimination erfolgt unter erheblichem Aufwand, (z.B. durch chemische Fällung/Flockung, biologische Verfahren oder Membranverfahren) beschreibt zwar die Phosphatreinigung des Abwassers, jedoch verbleibt die eliminierte Stoffmenge in den restlichen Entsorgungspfaden, z.B. dem Klärschlamm enthalten. Demgegenüber kann bei der Abwasserreinigung auch eine Phosphorrückgewinnung angestrebt werden, die sich unter Weiterverwendung des kritischen Rohstoffs betriebswirtschaftlich sinnvoll erweisen und unter Umständen positiv auf die Verbreitung von Neuartigen Sanitärsystemen [NASS] auswirken kann (vgl. dazu Abschnitt II-3.2.5) (vgl. Wbbau 2009: 222).

II-3.2.2 Dezentrale (Individuelle) Systeme

Bundesweit beträgt der Anschlussgrad an das Kanalnetz rund 97 % und jener an Kläranlagen rund 95 % (BDEW, destatis 2016:4). In dieser Statistik werden alle Großstädte und Ballungsgebiete berücksichtigt, in denen ein überproportional hoher Anteil der Einwohner an Abwasseranlagen angeschlossen sind (vgl. Wbbau 2013: 9). In Hamburg sind beispielsweise 99,8 % der Einwohner an die Kanalisation angeschlossen (BSU HH 2013). Im Umkehrschluss bedeutet das gerade für ländliche Räume, dass der Anschlussgrad der Bevölkerung unter dem Bundesniveau liegen muss. Schätzungen zufolge dürfte der Anschlussgrad in den Flächenländern zwischen 70 und 80 % schwanken. Aufgrund der hohen spezifischen Kosten für Abwasserentsorgungsinfrastrukturen ländlicher Räume und der zu erwartenden demographischen Entwicklung (vgl. Abschnitt II-2.1), ist davon auszugehen, dass immer ein Teil der Bevölkerung ländlicher Räume ihr Abwasser über dezentrale Anlagen entsorgen wird. Nach der rechtlichen Grundlage der Abwasserbeseitigung in Deutschland ist nach § 55, Abs. 1 WHG Abwasser „so zu beseitigen, dass das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird (1). Dem Wohl der Allgemeinheit kann auch die Beseitigung von häuslichem Abwasser durch dezentrale Anlagen entsprechen (2).“

In Deutschland werden unter dezentralen Anlagen Kleinkläranlagen [KKA] verstanden, denen, unter der Annahme eines Wasserverbrauchs von 150 Litern pro Tag und Einwohner, acht Kubikmeter Abwasser pro Tag zugeführt werden und damit bis zu 50 Personen ihr Abwasser über eine entsprechende KKA entsorgen können. Die EU-Kommunalabwasserrichtlinie [RL 91/271/EWG] schreibt in Artikel 3 vor, dass alle Gemeinden⁹² der Mitgliedsstaaten ab 2.000 Einwohnern mit einer Kanalisation ausgestattet sein müssen⁹³. Ist der ökonomisch oder ökologisch sinnvolle Betrieb eines Kanalsystems und einer Abwasserbehandlungsanlage nicht möglich, so sind individuelle Systeme oder Maßnahmen mit gleichem Umweltschutzniveau zu installieren. Hierbei gelten die gleichen Mindestanforderungen, die auch von kommunalen Kläranlagen mit einer Ausbaugröße bis zu 1.000 Einwohnern einzuhalten sind. Aus technischer Sicht erfüllen KKA diesen Mindeststandard problemlos, sofern sie professionell betrieben, gewartet, überwacht und instandgehalten werden. Wie konventionelle kommunale Kläranlagen bestehen KKA aus mindestens einer mechanischen und einer biologischen

⁹² In diesem Zusammenhang umfasst eine „Gemeinde“ ein Gebiet, in dem die Besiedlung und die wirtschaftlichen Aktivitäten derart konzentriert sind, dass der Sammlung und dem Weiterleiten kommunalen Abwassers keine ökonomischen oder ökologischen Gründe entgegenstehen.

⁹³ Die Ausstattung mit einer Kanalisation hatte zum 31.12.2005 zu erfolgen.

Reinigungsstufe, werden jedoch fortlaufend z.B. zur Stickstoff- und Phosphor-elimination⁹⁴ sowie Entkeimung weiterentwickelt (vgl. Wbbau 2013: 9).

II-3.2.3 Mischsystem

Im Mischsystem werden Regen- und Schmutzwasser im gleichen Kanal entwässert. Bei starken oder langanhaltenden Regenereignissen kann das Mischwasservolumen bis zu 100 Mal höher sein als der Schmutzwasserabfluss bei Trockenwetter. Diese Mischwasservolumina übersteigen in der Regel die Kapazitäten von Kläranlagen, insbesondere in verfahrenstechnischer Hinsicht. Aber auch aus wirtschaftlichen Gründen ist es sinnvoll, den Kanalquerschnitt zu begrenzen. Kläranlagen können in der Regel lediglich den doppelten Trockenwetter-Spitzenabfluss behandeln. Überschüssiges Wasser muss dann an Mischwasser- bzw. Regenwasserüberläufe in die Gewässer abgeleitet werden, wie in Abbildung II-3-4 schematisch illustriert, was zum Interessenkonflikt führt: Zwar sollen Rückstaus und Überschwemmungen vermieden und das Mischwasser möglichst schnell abgeleitet werden, jedoch steht die Gewässerverschmutzung durch das Mischwasser aus der Kanalisation im ökologischen Zielkonflikt (vgl. Abbildung II-3-3).

Je nach Gefälle der Kanäle, der Tageszeit, Besiedlungsdichte, dem Einzugsgebiet und der Oberflächenverschmutzung können sich die Zusammensetzung, Schmutzfrachten und Schadstoffbelastungen im Mischwasser erheblich unterscheiden. Mit dem Bau von Mischwasserspeichern bzw. Mischwasserrückhaltebecken sollte diesem Problem der Gewässerverschmutzung begegnet werden. Nach der ersten Ausformulierung des ATV Arbeitsblattes 128, im Jahr 1977, wurden in Deutschland mehrere Tausend Regenüberlaufbecken mit dem Ziel des Zurückhaltens der Schmutzfrachten gebaut, deren ökologische Wirkung jedoch nicht im ökonomischen Aufwand steht. Zwar reduzieren die Regenüberlaufbecken die Häufigkeit der Überläufe, jedoch verringert sich die Stofffracht nur um etwa 5 - 25 %. Heute geht man von erheblichen Verbesserungen über verschiedene Möglichkeiten im Umgang mit lokal anfallendem Niederschlagswasser aus, die im Arbeitsblatt DWA-A 138 dargelegt werden. Soweit nach § 57 des Wasserhaushaltsgesetzes [WHG] weder wasserrechtliche oder sonstige öffentlich-rechtliche Belange entgegenstehen, wird der lokalen Versickerung, Verrieselung oder direkten Einleitung von Niederschlagswasser in ein Gewässer Vorzug eingeräumt (vgl. Lange, Otterpohl 2000: 47f.; Wbbau 2013: 22f.).

⁹⁴ Neue Systemansätze sehen einen schonenden Umgang mit der endlichen Ressource Phosphor vor. Phosphor kann vor oder nach der eigentlichen Abwasserreinigung rückgewonnen werden (vgl. Wbbau 2009: 222)

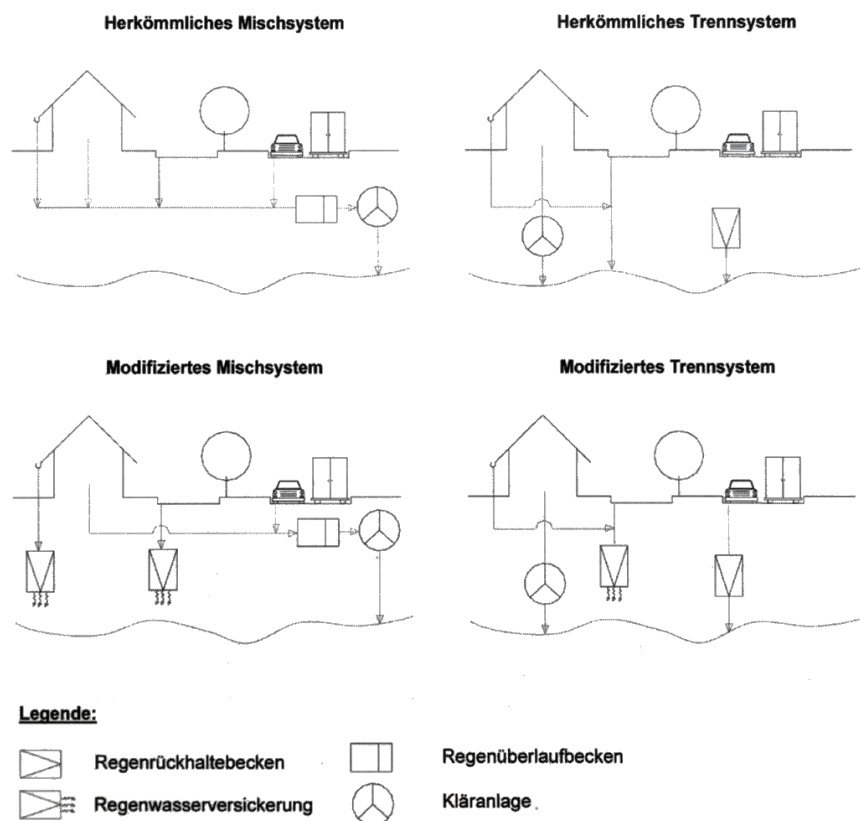


Abb. II-3-4: Schematischer Aufbau eines Misch- und Trennsystems in herkömmlicher und modifizierter Form (Quelle: Wbbau 2013: 23)

II-3.2.4 Trennsystem

Das Trennsystem folgt dem Grundprinzip der getrennten Ableitung von Niederschlags- und Schmutzwasser über separate Kanäle. Im Trennsystem wird das Niederschlagswasser in der Regel nicht gesondert behandelt, d.h. nicht zwischengespeichert und auch nicht gereinigt, sondern direkt an den Vorfluter abgeleitet. Ausnahmen bilden jedoch Ableitungen von besonders belasteten Oberflächen, wie sie z.B. auf großen Industrieflächen, Flughäfen oder Autobahnen anfallen (vgl. Lange, Otterpohl 2000: 47f.; Wbbau 2013: 22f., 252). Hier liegt auch gleichzeitig der Nachteil, dass stärker belastetes Oberflächenwasser, z.B. aus verdichteten Besiedlungen unkontrolliert und ungereinigt in die Gewässer gelangen kann. Der Bau einer Trennkanalisation geht zudem mit einem erheblichen baulichen und folglich auch ökonomischen Mehraufwand einher, wodurch bei weitem nicht in allen Teilen Deutschlands ein Trennsystem installiert wurde. Grundsätzlich wird bei der Kanalisation von einer durchschnittlichen Lebensdauer zwischen 50 und 100 Jahren ausgegangen. Große Teile des Kanalsystems in Deutschland haben dieses Alter bereits überschritten (vgl. Lange, Otterpohl 2000: 48).

Allerdings liegen die Investitionen in das Kanalnetz, als wertmäßig bedeutsamste Leitungsinfrastruktur, hinter den Sollwerten für den Erhalt der baulichen Substanz sowie den Neuinvestitionen zurück. Hinsichtlich des Zustandes des deutschen Abwasserinfrastruktursystems wird hier von einem beträchtlichen Sanierungsstau gesprochen (vgl. Oelmann et al. 2017: 137). Aufgrund der sich wandelnden Rahmenbedingungen und Ansprüche an die Leistungen im Abwassersektor sowie neuer Schnittmengen weiterer Branchen, sollten neben Althergebrachten auch alternative Systeme geprüft werden. Diese bieten sich vor allem in den Randgebieten von Ballungsräumen an, in denen auch neue Systeme pilotiert werden können (vgl. z.B. der Hamburg Water Cycle® in der Jenfelder Au) oder in dünn besiedelten ländlichen Räumen, mit vor allem landwirtschaftlicher, Wohn- und Erholungsfunktion. Periphere ländliche sowie Randgebiete bieten sich auch aus dem Grunde an, weil sie oft in ökologischer Hinsicht besonders sensibel sind. Hier stehen zudem Flächen zur Verfügung, an denen es in stärker verdichteten Gebieten oft mangelt (vgl. Lange, Otterpohl 2000: 48f.), z.B. zur Verrieselung von Niederschlagswasser, zum Bau von Pflanzenkläranlagen (PKA) oder dem Anbau von Cosubstraten für die Biogaserzeugung.

II-3.2.5 Neuartige Sanitärsysteme [NASS]

Neuartige Sanitärsysteme [NASS] folgen dem Grundsatz der Abwasserwiedernutzung und dem Schließen von Stoffkreisläufen im Einzugsgebiet. Zur Wiedernutzung des häuslichen Abwassers werden die Teilströme separat abgeleitet, evtl. gespeichert und behandelt. Neben dem separaten Ableiten und Versickern von Regenwasser, können - je nach System - auch Gelb-, Braun-, Schwarz- und Grauwasser zum weiteren Verfahren separiert erfasst und die anfallenden Ressourcen in Konzepten, die über die Siedlungswasserwirtschaft hinaus gehen, verwendet werden. NASS bieten somit kosteneffiziente Alternativen zu konventionellen Abwassersystemen und erweitern damit die Verfahrenspalette (vgl. Wbbau 2009: 5; Wbbau 2013: 10).

Nach WBBAU wird nach den folgenden Teilströmen häuslichen Abwassers unterschieden (vgl. ebd. 2013: 10):

- **Schwarzwasser:** Fäzes und Urin (Fäkalien) mit Spülwasser
- **Gelbwasser:** Urin mit oder ohne Spülwasser
- **Braunwasser:** Fäzes mit Spülwasser (ohne Urin)
- **Grauwasser:** Sonstiges häusliches Abwasser ohne Fäkalien

Die Vorteile durch die Trennung und separate Speicherung, Ableitung, Behandlung und Nutzung der Teilströme sind vielfältig: So entfällt durch die Trennung des Urins vom übrigen Abwasser die Nährstoffelimination, da ein Großteil der Nährstoffe, aber auch der Inhaltsstoffe aus Pharmaka sowie Hormone im Urin enthalten sind. Durch die Urinseparation wird das Nährstoffrecycling (Stickstoff [N], Phosphor [P], Kalium [K], Schwefel [S]) in die Landwirtschaft erleichtert und Emissionen in die Gewässer reduziert (vgl. Wbbau 2013: 10). Bei NASS sind optional zentrale sowie dezentrale Systemlösungen realisierbar (vgl. Londong 2006). Zwar entsprechen NASS in Deutschland noch nicht der konventionell etablierten Technik, jedoch sind sie technisch ausgereift und grundsätzlich marktfähig (Wbbau 2009: 5). Ein Beispiel für die pilothafte Umsetzung der Stoffstromtrennung und separaten Behandlung auf der Quartiersebene ist der HAMBURG-WATER-Cycle® in der Jenfelder Au, der im Grundschemata entsprechend der separaten Ableitung der Teilströme und deren Wiederverwertung aus Abbildung II-3-5 hervorgeht. Hier wird Grau-, Schwarz- und Regenwasser separat abgeleitet, behandelt und die gewonnenen Ressourcen einer erneuten Nutzung zugeführt. Ferner ist das System der Stoffstromtrennung an ein Konzept der effizienten Energiegewinnung und Nutzung gekoppelt (vgl. Hamburg Wasser 2018).

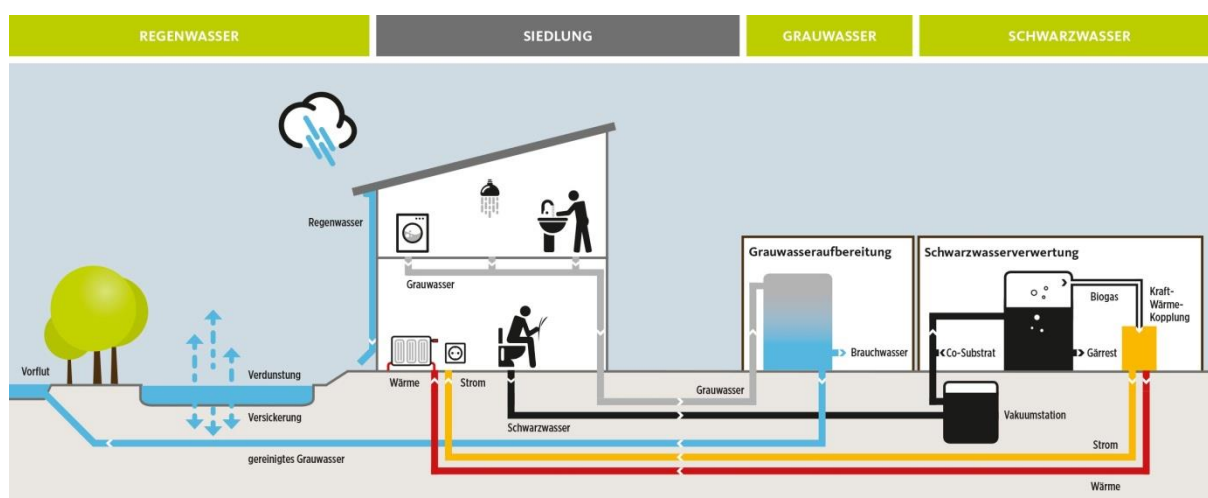


Abb. II-3-5: Schematischer Aufbau des HAMBURG-WATER-Cycle®
(Quelle: Hamburg Wasser 2018)

Praxisbeispiel - Der HAMBURG-WATER-Cycle® in der Jenfelder Au

Auf dem rund 35 ha großen Gelände der ehemaligen Lettow-Vorbeck Kaserne entsteht das Quartier der Jenfelder Au, in dem das innovative Konzept des HAMBURG-WATER-Cycle® [HWC®] baulich realisiert wird. Hier werden insgesamt 835 (neue) Wohneinheiten mit insgesamt rund 2.000 Einwohnern an ein System der Stoffstromtrennung angeschlossen. Ergänzt werden die separate Erfassung und Behandlung der Stoffströme mit einem effizienten Konzept der Energieversorgung. Die Struktur des Quartiers sieht eine Nutzungsmischung mit Wohnfunktion, Gewerbeeinheiten und dem Schwerpunkt öffentlicher Räume vor. In der Quartiersmitte ist ein Kulturzentrum vorgesehen, welches neben einer Flaniermeile und Gewerbeeinheiten zur Deckung des täglichen Bedarfs, auf rund 20 % der Fläche, die gesellschaftliche Teilhabe im Quartier sichern sollen. Der Bebauungsplan sieht unterschiedliche Gebäudetypen, mit unterschiedlichen Gebäudehöhen und -architekturen für eine soziale Durchmischung vor (vgl. Hamburg Wasser 2018).

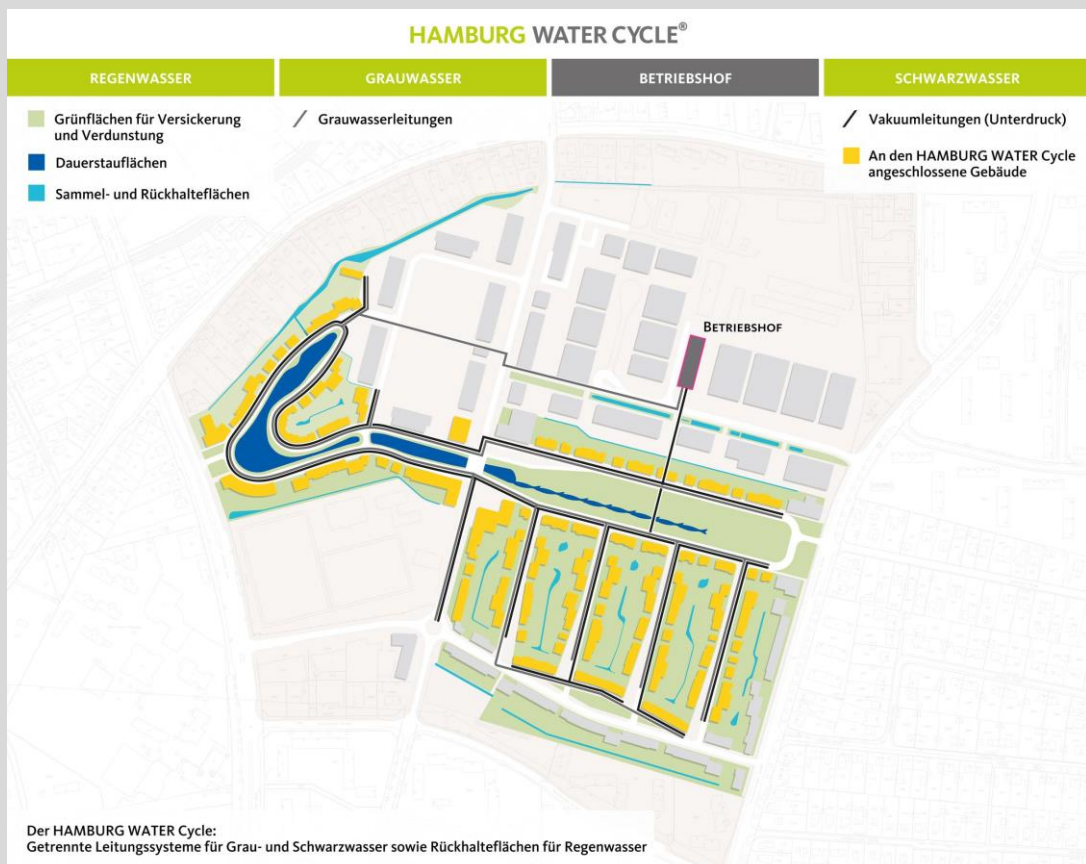


Abb. II-3-6: Funktionsplan des HAMBURG-WATER-CYCLE® in der Jenfelder Au
(Quelle: Hamburg Wasser 2018)

In bislang einmaliger Größenordnung wird der HWC® als innovatives Konzept der Stoffstromtrennung, -behandlung- und -nutzung umgesetzt und wissenschaftlich begleitet. Das im Einzugsgebiet anfallende Schwarzwasser wird separat über Vakuumleitungen abgeleitet und für das weitere Verfahren in Schwarzwassertanks dezentral gesammelt. Aus dem so gesammelten energiereichen Substrat kann durch dessen Vergärung Biogas gewonnen werden, welches im Anschluss als Ressource zur Strom- und Wärmeerzeugung in einem BHKW eingesetzt werden kann. Ziel ist das dezentrale Schließen von Stoffkreisläufen. Das Grauwasser wird ebenfalls dezentral im quartierseigenen Betriebshaus zu Brauchwasser aufbereitet und einer weiteren Nutzung zugeführt. Das Regenwassermanagement sieht vor, das gesammelte Regenwasser vom Kanalnetz abzukoppeln und auf Grün-, Dauerstau-, Sammel- und Rückhalteflächen dezentral zu verdunsten bzw. zu versickern. Die Besonderheit des Regenwassermanagements ergibt sich aus der landschafts- und stadtplanerischen Auseinandersetzung der Ressource Regenwasser als „blaue Infrastruktur“, deren gestalterische Qualitäten sich in der funktionalen Struktur des Quartiers wiederfinden. So werden nicht nur pflichtgemäß leitungsgebundene Infrastrukturen in der planerischen Konzeption berücksichtigt, sondern auch Freiraum- und Begegnungsqualitäten im Zusammenhang mit der Ressource Abwasser geschaffen.

Abwasserinfrastruktursysteme können entlang des Unterscheidungsmerkmals der „abgeleiteten Stoffströme“ in insgesamt sechs Gruppen eingeteilt werden. Im 1-Stoffstromsystem (vgl. Tab. 3-1, Nr. 1) werden die häuslichen Abwässer gesammelt abgeleitet und mit dem Ziel der Nährstoffelimination oder der Rückgewinnung und Nutzung behandelt. In diesem konventionellen Ableitungssystem werden also keine Teilströme gesondert erfasst und abgeleitet. Darüber hinaus gibt es verschiedene Möglichkeiten der Teilstromerfassung, Ableitung und Behandlung, die aus Tabelle II-3-1 hervorgehen.

Tab. II-3-1: Unterteilung von Abwasserinfrastruktursystemen (Quelle: Wbbau 2009: 21)

Systemgruppe	Nummer	Name der Systemgruppe	Stofftrennung	Stoffströme	Behandlungsziel
Konventionelle Ableitung ohne Stoffstromtrennung	1	1-Stoffstromsystem	Gemeinsames Ableiten	Schmutzwasser	Ableitung und Elimination oder Rückgewinnung und Nutzung
Spültoiletten mit Teilstromtrennung von Grau- und/oder Gelbwasser vor der Ableitung	2	Schwarzwasser 2-Stoffstromsystem	Abtrennung Grauwasser Restabwasser mit verringerter Fracht und Menge	Grauwasser Schwarzwasser	Rückgewinnung und Nutzung
	3	Urintrennung 2-Stoffstromsystem	Abtrennung Gelbwasser Restabwasser mit verringerter Fracht	Gelbwasser Braunwasser/ Grauwasser	Rückgewinnung und Nutzung
	4	Urintrennung 3-Stoffstromsystem	Abtrennung Gelb- und Grauwasser Restabwasser mit verringerter Fracht und Menge	Gelbwasser/ Grauwasser Braunwasser	Rückgewinnung und Nutzung
Trockentoiletten mit Teilstromtrennung von Grau- und/oder Gelbwasser ohne Restwasser	5	Fäkalien 2-Stoffstromsystem (Trockentoiletten)	Abtrennung Grauwasser Unverdünnte Nassfäkalien Kein Restabwasser	Grauwasser Fäkalien	Rückgewinnung und Nutzung
	6	Urintrennung 2-Stoffstromsystem (Trockentoiletten)	Abtrennung Gelb- und Grauwasser Unverdünnte Trockenfäkalien Kein Restabwasser	Urin/ Grauwasser Fäzes	Rückgewinnung und Nutzung

II-3.2.5.1 Systemgruppen neuartiger Sanitärsysteme mit Stoffstromtrennung

Die Systemgruppen neuartiger Sanitärsysteme mit Stoffstromtrennung unterscheiden sich zunächst vor allem in der Art des Toilettensystems, also in dem Sinne, ob eine Spül- oder eine Trockentoilette vorgesehen sein soll sowie der Wahl des Toilettensystems, entsprechend der Art der anfallenden Stoffströme sowie des Verbrauchs der Ressource Wasser. Für alle Systeme wird jedoch eine separate, unvermischte Ableitung des Niederschlagswassers vorausgesetzt, wobei das Vermischen des Niederschlagswassers mit dem anfallenden häuslichen Schmutz-, Grau- oder Braunwasserstrom im weiteren

Verfahren optional ist. Die Größe des Systems sowie eine zentrale oder dezentrale Auslegung sind keine grundsätzlichen Unterscheidungsmerkmale. Hier sind verschiedene Systeme und Systemgrößen [nach EW] technisch umsetzbar. Die Systembeschreibungen beziehen sich grundsätzlich auf den deutschen Markt (vgl. Wbbau 2009: 21f.).

Im Folgenden wird der Nutzungsgedanke der Wasser- und stofflichen Wiederverwertung der Teilströme in den Systemgruppen (vgl. Tab. II-3-1, Nr. 2-6) differenziert.

Nr. 2: Schwarzwasser 2-Stoffstromsystem

Im Schwarzwasser 2-Stoffstromsystem wird das Niederschlagswasser gesondert abgeleitet. Um das Niederschlagswasser als Brauchwasser, z.B. für die Toilettenspülung oder Pflegewasser, z.B. zum Duschen oder den 1. Waschgang in Wasch- und Spülmaschinen zu nutzen, bedarf es einer Aufbereitung, um den Qualitätsanforderungen für die Nutzung gerecht zu werden. Für die Nutzung als Reinigungs-, Toilettenspül- oder Waschmaschinenwasser ist eine Behandlung durch Phasentrennung, z.B. durch Sedimentation oder Filtration denkbar. Ebenso kann das Niederschlagswasser zur Bewässerung von Gärten, öffentlichen Grünanlagen oder in der Landwirtschaft Verwendung finden sowie in ein Kanal-, Versickerungssystem oder den Vorfluter abgeleitet werden (vgl. Wbbau 2013: 9, 24, 134).

Das Schwarzwasser, bestehend aus Urin, Fäzes und Spülwasser, wird separat erfasst und abgeleitet. Ziel der Behandlung ist dabei der Abbau von Kohlenstoffverbindungen und der Nährstoff(rück)gewinnung, wobei die Stabilisierung, Phasentrennung, Hygienisierung und die Reduktion von Mikroschadstoffen ebenfalls möglich sind. Bei der stofflichen Wiederverwertung stehen organisch-mineralische Pflanzennährstoffe im Vordergrund, aber auch behandeltes Abwasser fällt als Produkt und wiederverwertbare Ressource an. Darüber hinaus kann das im Schwarzwasser enthaltene organische Material, ggfs. unter Verwendung von Cosubstraten aus der Landwirtschaft oder (häuslichen) Bioabfällen, zu Biogas vergärt werden. Die verbleibende flüssige Phase muss dabei jedoch einer weiteren Behandlung unterzogen werden (vgl. Wbbau 2009: 24f.).

Das Grauwasser aus dem Bad ist in der Regel nur schwach belastet. Es kann nach erfolgter Ableitung und dem Abbau von Kohlenstoffverbindungen sowie der Hygienisierung als Brauch- oder Pflegewasser wiederverwertet werden. Grauwasser, das auch Abwasser aus dem Küchenbereich beinhaltet, muss einer P-Elimination unterzogen werden. Je nach Art der Behandlung, kann bei beiden Grauwasserarten, neben dem Brauch- und/oder Pflegewasser, auch behandeltes Abwasser anfallen. Ein

Nebenprodukt ist ebenso Klärschlamm, der im Schwarzwasser 2-Stoffstromsystem nur noch als Produkt der Grauwasserbehandlung anfällt und einer Weiterbehandlung unterzogen werden muss (vgl. Wbbau 2009: 25).

Nr. 3: Urintrennung 2-Stoffstromsystem

Das Regenwasser im 2-Stoffstromsystem mit Urintrennung wird gleichbehandelt, wie im Schwarzwasser 2-Stoffstromsystem (vgl. Wbbau 2009: 26).

Das anfallende Braunwasser aus den Fäzes der Trenntoilette wird zusammen mit dem Spülwasser und dem Grauwasser abgeleitet. Die Ziele der anschließenden Behandlung sind neben dem Abbau der Kohlenstoffverbindungen auch die Hygienisierung, Phasentrennung, Stabilisierung und P-Elimination. Auch bei behandeltem Braunwasser entstehen als Produkte ein organisch-mineralischer Pflanzennährstoff und unter Umständen Biogas, ggfs. unter Verwendung von Cosubstraten, wie z.B. häuslichem Bioabfall. Die verbleibende flüssige Phase muss grundsätzlich einer weiteren Behandlung unterzogen werden (vgl. Wbbau 2009: 26).

Der Urin oder das Gelbwasser aus der Trenntoilette oder dem Urinal wird separat abgeleitet und muss ebenso der standardisierten Behandlung unterzogen werden. Die Hygienisierung, Phasentrennung und das Reduzieren der Mikroschadstoffe sind unabdingbar, wobei die Nährstoffrückgewinnung ebenfalls anzustreben ist. Aus dem anfallenden Urin bzw. Gelbwasser kann flüssiger oder fester Mineraldünger gewonnen werden, wobei die aus der Festdüngerproduktion anfallende flüssige Phase ebenfalls einer Behandlung unterzogen werden muss. Anwendung kann der so gewonnene Mineraldünger in der Landwirtschaft, z.B. zum Anbau von Energiepflanzen sowie in Gärten oder auf Grünflächen finden (vgl. Wbbau 2009: 26).

Nr. 4: Urintrennung 3-Stoffstromsystem

Das Regenwasser im 3-Stoffstromsystem mit Urintrennung wird gleichbehandelt, wie in den vorangegangenen Systemen (vgl. Wbbau 2009: 26). Die Besonderheit des 3-Stoffstromsystems mit Urintrennung liegt in der getrennten Ableitung des Grau- und Braun- sowie des Gelbwassers bzw. Urins. Hier wird das Braun- und Grauwasser also nicht wie im 2-Stoffstromsystem mit Urintrennung vermischt abgeleitet. Mit den jeweiligen Teilströmen, dem Braunwasser, Gelbwasser bzw. Urin sowie dem schwach belasteten Grauwasser und jenem mit Abwässern aus dem Küchenbereich, wird verfahren wie unter Nr. 2 und Nr. 3 beschrieben. In gleichem Maße können die anfallenden Produkte Verwendung finden (vgl. Wbbau 2009: 27).

Nr. 5: Fäkalien 2-Stoffstromsystem (mit Trockentoiletten)

Das Regenwasser im Fäkalien 2-Stoffstromsystem mit Trockentoiletten wird gleichbehandelt, wie in den vorangegangenen Systemen (vgl. Wbbau 2009: 28).

Die Besonderheit dieses Systems liegt im Einsparen der Ressource Wasser durch Trockentoiletten. Die Fäkalien werden somit ohne Spülwasser gesammelt, mit einem Fahrzeug oder manuell abtransportiert und mit den Zielen des Abbaus von Kohlenstoffverbindungen, der Hygienisierung und Stabilisierung behandelt. Aus den Fäkalien der Trockentoilette können ebenso organisch-mineralischer Pflanzennährstoff und Biogas produziert werden. Sollte bei der Produktion eine flüssige Phase verbleiben, so ist sie einer weiteren Behandlung zu unterziehen. Das Zuführen von Cosubstraten, wie z.B. häuslichem Bioabfall in den Stoffstrom ist möglich, eine Urinentrennung wird jedoch aus betriebstechnischen Gründen empfohlen. Mit dem häuslichen Grauwasser wird verfahren wie in den anderen Systemen (vgl. Wbbau 2009: 28).

Nr. 6: Urinentrennung 3-Stoffstromsystem (mit Trockentoiletten)

Mit dem Regenwasser, schwach belastetem Grauwasser und jenem aus dem Küchenbereich wird verfahren wie vorangegangen beschrieben (vgl. Wbbau 2009: 29). Die Besonderheit dieses Systems liegt in der Urinseparation, z.B. mit Hilfe eines wasserlosen Urinals. Der Transport bzw. das Ableiten kann über ein Leitungssystem oder mit Fahrzeugen erfolgen. Anfallender Urin wird durch Hygienisierung, Phasentrennung sowie Reduzierung und/oder Speicherung der Mikroschadstoffe behandelt. Als Produkt der Nährstoffgewinnung fällt Mineraldünger in fester oder flüssiger Form an. Die verbleibende flüssige Phase aus der Festdüngerherstellung muss einer weiteren Behandlung unterzogen werden. Mit den Fäzes wird verfahren, wie im Fäkalien 2-Stoffstromsystem mit Trockentoiletten (vgl. Wbbau 2009: 29).

II-3.2.5.2 Systemintegration neuartiger Sanitärsysteme

Die sich ändernden Rahmenbedingungen mit Auswirkungen auf Systeme der Siedlungswasserwirtschaft sind vielfältig. So trägt der Klimawandel mit immer häufiger auftretenden Starkregenniederschlagsereignissen und längeren Trockenperioden zum Stress der Abwassersysteme bei. Genauso können die alterungs- und wanderungsbedingte demographische Entdichtung von Siedlungsstrukturen in vielen ländlichen und einigen städtischen Räumen zu technisch-betrieblichen, ökologischen und ökonomischen Herausforderungen beitragen. Zuletzt machen globale Themen, wie die Verknappung natürlicher Ressourcen (z.B. Phosphor und Wasser) sowie politische Zielvorgaben zur Energiegewinnung und der technische Fortschritt, das Prüfen

alternativer Lösungen der Abwasserentsorgung und Wiedernutzung notwendig. Grundvoraussetzung für die Integration von NASS in ein bestehendes System ist jedoch die Funktionstüchtigkeit der restlichen Systemkomponenten, was hochgradig einzelfallabhängig ist.

Die flächendeckende Integration von NASS im Einzugsbiet einer bestehenden Kläranlage verändert das Abflussverhalten sowie die Zusammensetzung durch das Reduzieren der Anschlüsse oder das Nichteinleiten der Stoffströme. Das verringerte Schmutzwasservolumen und die reduzierte Fließgeschwindigkeit können sich so auf die Sedimentbildung auswirken und ggfs. zu längeren Verweildauern, Korrosion und Geruchsbildung durch Faulung führen. Neben der Schädigung zementgebundener Werkstoffe durch die Sulfidbildung, kann sich ein verstärkter Vorabbau im Kanalsystem negativ auf den Betrieb der Kläranlage, z.B. durch die Veränderung des C:N-Verhältnisses auswirken. Diesen negativen Auswirkungen kann durch bauliche (z.B. Querschnittsverringerungen) oder betriebliche Maßnahmen (z.B. häufiges Spülen, Belüften oder der Einsatz von Chemikalien) begegnet werden. Gleichzeitig können sich solche Maßnahmen aber negativ auf die Wirtschaftlichkeit der Systeme auswirken. Gesetzt den Fall, dass ein System überlastet ist, kann sich die Installation von NASS positiv auf einen geordneten Betrieb auswirken. Werden jedoch feststoffhaltige Teilströme (z.B. Schwarz- oder Braunwasser) vom Kanalnetz abgekoppelt, können sich o.g. Risiken entschärfen. Neben diesen kanalnetzspezifischen Auswirkungen müssen installierte Pumpwerke mit betrachtet werden. Durch ein vermindertes Abflussvolumen sinkt der volumenabhängige Aufwand für die Förderung und damit auch der Energiebezug und Verschleiß in den Werken, während die Fixkosten gleichbleiben. Nachteile können sich aber durch einen verminderten Wirkungsgrad durch das geringere Abwasservolumen ergeben. NASS stehen auch im Zusammenhang mit der Regenwasserbewirtschaftung. Im Falle der gemeinsamen Ableitung und Versickerung von Regenwasser und gereinigtem Abwasser besteht die Gefahr, dass weit überdurchschnittlich viel Wasser lokal versickert wird und damit den Grundwasserspiegel und Zusammensetzung auch negativ beeinflussen kann (vgl. Wbbau 2009: 228).

Im Mischsystem kann sich das Abkoppeln bestehender Anschlüsse, in Verbindung mit dem Ersetzen durch NASS, im Niederschlagsfall auf das Entlastungsverhalten auswirken. So können sich das Entlastungsvolumen, die Entlastungshäufigkeit und -fracht reduzieren und damit die Entlastungskonzentration verändern, mit Auswirkungen auf die Gewässer. Vor allem in ländlichen Gebieten ist von einer starken Reduktion von Entlastungsvolumina und -frachten auszugehen. Durch den hohen Anteil an Freiflächen eignen sich diese Gebiete besonders gut für NASS (vgl. Wbbau 2009: 228).

Im Trennsystem sind lediglich Auswirkungen hinsichtlich der Stoffablagerungen und deren o.g. Folgen im Schmutzwasserkanal zu erwarten. Im Zuge von Sanierungsverfahren sind daher geringere Kanalquerschnitte bzw. Druck- oder Vakuumleitungen zu installieren (vgl. Wbbau 2009: 229).

Die Auswirkungen auf die Abwasserreinigung werden maßgeblich von der Art und dem Umfang der Stoffstromtrennung bestimmt. So kann das separiert abgeleitete Grauwasser dezentral Verwendung finden (vgl. Abschnitt II-2.2.3.1), während das Schwarz- oder Braunwasser weiterhin zur Kläranlage abgeleitet wird. Teilanschlüsse von NASS können auch gänzlich vom System abgetrennt und alternativ transportiert und behandelt werden. In jedem Fall werden das Abwasservolumen und seine Zusammensetzung, auch im Zusammenhang der Größe des Einzugsgebietes, nach der Installation von NASS erheblich verändert. So kommt es zur:

- Verringerung des Abwasserzuflusses, sowohl im Trocken-, als auch im Niederschlagsfall
- Verringerung der Zulaufkraft
- Änderung der Nährstoffverhältnisse (C:N:P) im Zulauf

Die Auswirkungen sind jedoch im Einzelfall sehr unterschiedlich und stehen in starker Abhängigkeit der lokalen Bedingungen im Einzugsgebiet (vgl. Wbbau 2009: 229).

II-3.2.5.3 Energieerzeugung

Aus der globalen Diskussion um knapper werdende Ressourcen heraus und hier insbesondere fossiler Energieträger, im Zusammenhang mit klimawirksamen Schadstoffemissionen aus deren Verwertung, stehen auch das Rückgewinnen und Wiedernutzen der energetischen und sonstigen Ressourcen aus dem Abwasser im Fokus (vgl. Wbbau 2009: 230). Grundsätzlich wird aus der Ressourcenrückgewinnung aus Abwasser die landwirtschaftliche Verwertung von Phosphor und Stickstoff, die Erzeugung von Energie aus Biogas der anaeroben Klärverfahren sowie das Rückgewinnen von Nährstoffen und Brauch- bzw. Pflegewasser aus der Abwasserbehandlung verstanden (vgl. Wbbau 2009: 165).

Klimarelevante Gase sind in diesem Zusammenhang Kohlendioxid [CO₂], Methan [CH₄] und Lachgas [N₂O], die aus Anlagen der Siedlungsentwässerung in die Atmosphäre immittiert werden. Im Jahr 2016 betrug die Erzeugung von Strom aus Biogas rund 32.370 GWh_{el}. Das entspricht etwa 17 % der Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien bzw. rund 5 % der Stromerzeugung aus Biogas und Biomethan der Bruttostromerzeugung in Deutschland (vgl. DBFZ 2017:5, nach UBA 2017).

Grundsätzlich kann das Niveau durch die zusätzliche Verwertung von Bioabfällen und gemeinsamen Vergärung in Faulbehältern gesteigert werden (vgl. Wbbau 2009: 165). Zudem bestehen erhebliche energetische Potentiale in der Wärmerückgewinnung aus Abwasser: Einerseits durch die energetische Verwertung des Biogases, welches aus dem organischen Material des Abwassers gewonnen wird, andererseits durch die im Abwasser selbst enthaltene Wärme, die einer erneuten Nutzung zugeführt werden kann (vgl. Wbbau 2009: 230). Während das kommunale Abwasser in der zentral organisierten Kanalisation oft nur noch eine Temperatur von 10-15°C aufweist, liegt das Wärmepotential in separierten Grauwasserströmen, z.B. aus dem Badezimmerbereich, deutlich höher. Hier sind Temperaturen zwischen 21°C bis knapp 25°C im Tagesdurchschnitt empirisch belegt, wobei die Temperaturen nicht nur im Tages- sondern auch im Wochenverlauf Schwankungen unterlegen sind (Giese, Londong 2015: 73).

II-3.3 Abwasserreinigungsverfahren

Die Verfahren der Abwasserreinigung richten sich nach der Art und dem Umfang des anfallenden Abwassers. Die Inhaltsstoffe im Abwasser liegen im Wesentlichen als ungelöste, absetzbare oder abfiltrierbare Stoffe vor und variieren in Abhängigkeit des Einzugsgebietes und dementsprechend nach den EW sowie der Herkunft des Abwassers, z.B. aus Krankhäusern, Städten, ländlichen Siedlungen, gewerblichen oder industriellen Einrichtungen. So können sich auch die Größe und Art der Abwasserreinigungsanlagen stark unterscheiden.

II-3.3.1 Abwasserreinigung in kommunalen Kläranlagen [KA]

Das Standardverfahren der Abwasserreinigung in einer kommunalen Kläranlage [KA] sieht mehrere Reinigungsstufen vor, wie in Abbildung II-3-7 dargestellt. Bei der mechanischen Vorbehandlung wird zunächst ein Rechen- und Siebverfahren vorgenommen. Abwasserrechen dienen dem Rückhalten sperriger Stoffe zum Schutz der Pumpen. Zu unterscheiden sind hierbei Grob- und Feinrechen in Abhängigkeit der Spaltweite, wobei unterschiedliche Rechenarten verbreitet sind. Sofern eine kleine Kläranlage (50 EW) über ein Mehrkammersystem zur Vorklärung verfügt, entfällt der Rechen. Das relativ wartungsintensive Siebverfahren dient der Trennung von feineren partikulären Stoffen und kommt bei hohen Anforderungen zum Einsatz. Der dem Rechen

nachgeschaltete Sandfang soll mineralische Stoffe aus dem Abwasser herausfiltern, um die Abrasion zu reduzieren und so ebenfalls die Pumpen und übrigen mechanischen Einheiten zu schonen. Größere Kläranlagen verfügen zudem über vielfach belüftete Sandfänge, in denen das Wasser durch die Luftzufuhr in Rotation versetzt wird, um zu verhindern, dass sich neben den mineralischen auch organische Inhaltsstoffe absetzen. Die leichteren organischen Stoffe bleiben so in der Schwebe, während sich die Schwereren absetzen. Für kleinere KA bewährt sich ein Langsandfang. Im Absetzbecken werden die ungelösten Stoffe durch Sedimentation abgetrennt. Diese erfolgt bei niedrigen Fließgeschwindigkeiten, sodass die Feststoffe unter der Wirkung der Schwerkraft auf die Behältersohle absinken. Der sedimentierte Primärschlamm aus der Vorklärung unterscheidet sich vom Sekundärschlamm aus den biologischen Stufen der Nachklärung. Für verschiedene Anlagenarten, z.B. Tropf- und Tauchkörperanlagen, Anlagen mit Schwebebett oder getauchtem Festbett bzw. Kombinationsanlagen, sind Vorklärungen notwendig. Allerdings können bei kleineren Anlagen ab 50 bis 1000 Einwohnern die Rechenvorrichtungen, der Sandfang und das Vorklärbecken auch durch einen Absetzteich (Mehrzweckbecken) ersetzt werden (vgl. Wbbau 2013: 51ff.).

Das Belebungsverfahren bezeichnet die biologische Reinigung bzw. den Abbau von Inhaltsstoffen des Abwassers durch suspendierte Mikroorganismen. Hierbei werden die organischen Verbindungen des Abwassers unter Sauerstoffverbrauch zu CO_2 oxidiert. Unter den gelösten Schmutzstoffen bilden Kohlenhydrate, Eiweiße und Fette den größten Anteil. Ziel der biologischen Reinigungsstufe bzw. des Abbaus von Kohlenstoffverbindungen ist das Einhalten der gesetzlichen Vorgaben hinsichtlich der BSB_5 - und CSB -Konzentrationen. Im Rahmen der aeroben Schlammstabilisierung erfolgt ebenso die Nitrifikation und Denitrifikation. Bei der Nitrifikation handelt es sich um die mikrobielle Oxidation von Ammonium-Stickstoff [$\text{NH}_4\text{-N}$], zumeist aus menschlichem Urin, zu Nitrat-Stickstoff [$\text{NH}_3\text{-N}$] in mehreren Stufen. Die Denitrifikation beschreibt die mikrobielle Reduktion von $\text{NH}_3\text{-N}$ zu elementarem, gasförmig entweichendem Stickstoff. Grundvoraussetzung ist hier ein anoxisches Milieu, also die Abwesenheit von gelöstem Sauerstoff sowie verfügbare, nicht abgebaute Kohlenstoffverbindungen. Beim Abbau organischer Kohlenstoffverbindungen (BSB) wird Biomasse aufgebaut, sodass neben dem Stickstoff auch Phosphor gebunden und mit dem Überschussschlamm entfernt wird (Wbbau 2013: 53). Darüber hinaus existieren verschiedene chemische und chemisch-physikalische Verfahren zur P-Elimination, die nach aktuellem Stand im DWA-Arbeitsblatt A 202 beschrieben werden. Für kleine Kläranlagen bis 5.000 EW werden nach DWA-Merkblatt M 368 biologische Verfahren mit gemeinsamer, aerober Schlammstabilisierung empfohlen (vgl. Wbbau 2013: 53).

Für die Sauerstoffzufuhr in den Belebungsanlagen können Druck- oder Oberflächenbelüfter installiert werden. Die biologische Reinigungsstufe bildet mit der Belebung und dem Nachklärbecken über die Schlammrückführung eine verfahrenstechnische Einheit. In der Nachklärung wurden gelöste und ungelöste Stoffe weitestgehend entfernt. Dennoch setzen sich Bakterien im runden oder eckigen Nachklärbecken am Boden ab. Der Bakterienschlamm (Sekundärschlamm) wird in Teilen der Belebung rückgeführt. Der übrige Teil wird als Überschussschlamm entnommen, eingedickt und in den Faulbehälter überführt. Das Zugeben eines Fällmittels zur P-Elimination kann sowohl in der Vorklärung, Belebung oder Nachklärung erfolgen. Als Fällmittel werden üblicherweise Eisen- oder Aluminiumsalze oder Kalk eingesetzt (vgl. WVER 2018).

Mit der abschließenden Filtration wird das Abwasser auch von kleinsten Schwebstoffen und Bakterien gereinigt. Filterbecken sind zumeist mit Bims und Sanden gefüllt (vgl. WVER 2018).

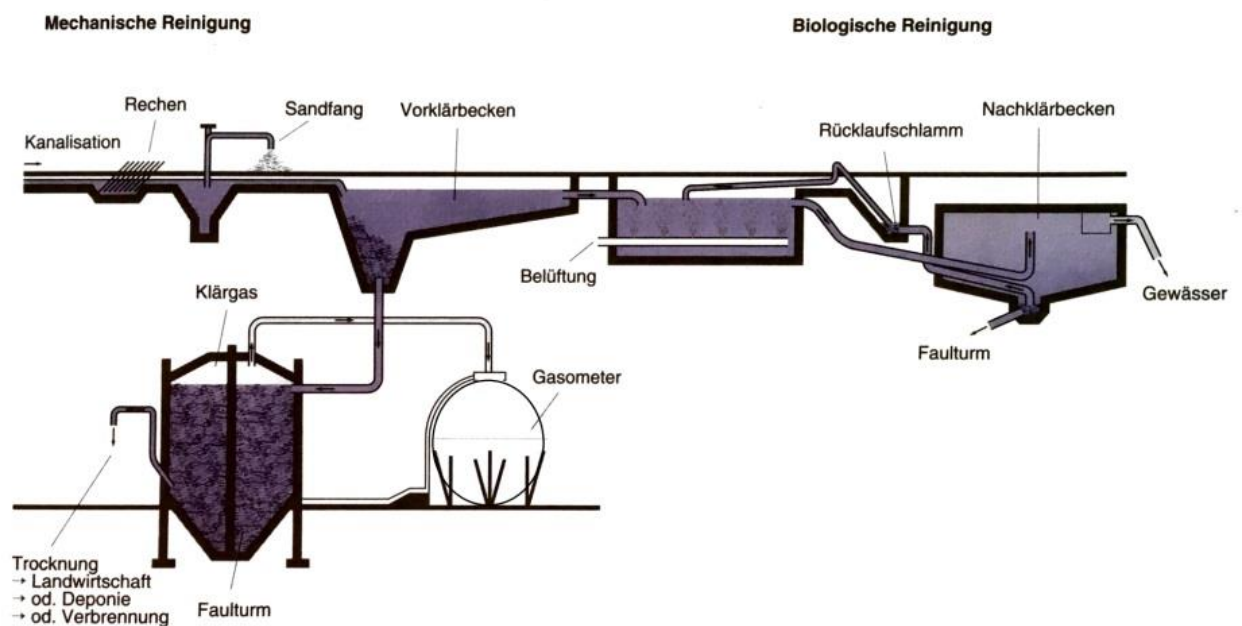


Abb. II-3-7: Schematischer Aufbau einer kommunalen Kläranlage
(Quelle: Lange, Otterpohl 2000: 49)

Anthropogene Spurenstoffe, wie Arzneimittelrückstände aus Antibiotika oder Antivirenmitteln, Antirheumatika, Schmerzmitteln und Antiepileptika, Hormonen oder Röntgenkontrastmitteln gelangen in zunehmenden Mengen in das Abwasser und sind nur durch besondere Behandlungsverfahren zu eliminieren (vgl. DWA 2015: 8).

Kläranlagen sind in der Regel nicht darauf ausgelegt, anthropogene Mikroverunreinigungen zu eliminieren und müssten dahingehend mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe ausgebaut werden. Diese Reinigungsstufe sollte für die große Anzahl der Spurenstoffe eine entsprechende Breitbandwirkung aufweisen, verhältnismäßig kostengünstig sein, keine zusätzlichen toxischen Neben- oder Umwandlungsprodukte und -effekte bilden, sowie auch unter Zulaufschwankungen verlässlich funktionieren. Gerade in ökologisch sensiblen Gebieten, wie z.B. Trinkwassergewinnungsgebieten oder solchen Gebieten, die verhältnismäßig große (gereinigte) Abwasservolumina in ein relativ kleines Gewässer einleiten, wird eine zusätzliche Reinigungsstufe zukünftig unerlässlich werden. Als Verfahren zur Entfernung von Mikroschadstoffen eignen sich insbesondere der Einsatz von Ozon, Aktivkohle oder Membranen, die im Einzelnen jedoch auch Nachteile mit sich bringen (vgl. DWA 2015: 16f.). Mikroverunreinigungen können durch granuliert oder Pulveraktivkohle, einem wichtigen Adsorbentien, eliminiert werden (vgl. Wbbau 2009: 109). Gerade in der Reinigung industriellen Abwassers werden Aktivkohlefilter zur Entfernung von freiem Chlor, Chloraminen, Chloroxid, organischem Lösungsmittel, Pestiziden oder Phenolen eingesetzt (vgl. EUROWATER 2018). Bei der Reinigung von Gelbwasser ist der Einsatz von Aktivkohle ebenfalls in der Diskussion vordergründig (vgl. Wbbau 2009: 109).

Das starke Oxidationsmittel Ozon greift viele Stoffe und Moleküle an. Die Produktion des relativ instabilen Gases ist jedoch energieintensiv, zudem können toxische Abbau- und Umwandlungsprodukte entstehen. Im Membranverfahren wird das (gereinigte) Abwasser unter Druck und Energiebedarf durch dichte Membrane gepresst. Die Membrane weisen für das Wasser eine höhere Durchlässigkeit auf als für die Spurenstoffe. Die so zurückgehaltenen Spurenstoffe müssen im Anschluss weiteren Behandlungsmöglichkeiten unterzogen und die Membrane regelmäßig chemisch gereinigt werden, um nicht zu verstopfen (vgl. DWA 2015: 17).

II-3.3.2 Abwasserreinigung in Kleinkläranlagen [KKA]

Grundsätzlich müssen Kleinkläranlagen [KKA] über eine Vorklärung sowie eine biologische Reinigungsstufe verfügen, die im Aufbau der Anlagen und verfahrenstechnisch jedoch unterschiedlich ausfallen können. Im Grundsatz geht die biologische Abwasserreinigung aus den Selbstreinigungsvorgängen von Fließgewässern hervor. Das Verfahrensspektrum ist jedoch groß und stützt sich auf verschiedene Ansätze, welche die sessilen Organismeneigenschaften fördern (z.B. Tropfkörper oder andere Biofilm- und Festbettanlagen) oder auf den im Wasser freischwimmenden, flockigen Organismeneigenschaften basieren (vgl. Lange, Otterpohl 2000: 163).

Die im Folgenden dargestellte Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern dient vielmehr einer exemplarischen Betrachtung. Wichtige Rahmenbedingungen der meisten dezentralen Lösungen sind Schwankungen in der Menge und Konzentration der zu reinigenden anfallenden Abwässer und eine fachgerechte Wartung. Ferner sind der Platzbedarf, die Installations-, Wartungs- und Betriebskosten sowie die angestrebte Reinigungsleistung⁹⁵ relevante Parameter, die sich im Einzelfall und über die Anlagenkonzeption stark unterscheiden können (vgl. Lange, Otterpohl 2000: 168). Zu den am häufigsten eingesetzten Anlagentypen von KKA zählen SBR- und Pflanzenkläranlagen.

II-3.3.2.1 Verfahren zur Vorbehandlung

Ein- und Mehrkammerabsetzgruben

Einkammerabsetzgruben sind der Grobentschlammung von Belebungsanlagen zweckdienlich. Der Grube ist eine biologische Belebung, z.B. SBR, jedoch keine Membranbelebungsanlage nachzuschalten. Entstehende Gase können materialkorrosiv wirken. Zudem können die BSB₅- und CSB-Reinigungsleistungen schwanken. Die Schlammfäulung kann durch die Gasentwicklung die Sedimentation stören bzw. zum Aufschwimmen des abgesetzten Schlammes führen. Das (einwohnerspezifische) Mindestvolumen beträgt 2.000 L, bis 4.000 L ist eine Zweikammergrube möglich. Mehrkammerabsetzgruben bestehen aus mehreren hintereinandergeschalteten Kammern, die mit Überläufen unterhalb der Wasseroberfläche ausgestattet sind, sodass der Schwimmschlammüberlauf verhindert wird. Eine gute Be- und Entlüftung ist wichtig und die regelmäßige Entleerung vorgeschrieben (vgl. Wbbau 2013: 60; Lange, Otterpohl 2000: 164).

Mehrkammerausfallgruben

Neben der mechanischen Vorreinigung dienen Mehrkammerausfallgruben zusätzlich der Speicherung von Primär- oder Sekundärschlamm und verfügen über mindestens drei Gruben. Die Bemessung erfolgt ebenfalls entsprechend einwohnerspezifischer Volumina, mit einem Mindestvolumen von 6.000 L. Das im Vergleich zur Absetzgrube größere Volumen bewirkt anaerobe biologische Abbauprozesse und damit eine Vorbehandlung des Abwassers. Analog entstehen jedoch auch materialangreifende Gase, mit möglicher korrosiver Wirkung auf die Baustoffe (vgl. Wbbau 2013: 60, Lange, Otterpohl 2000: 164).

⁹⁵ nach den DIBt-Zulassungsgrundsätzen (vgl. Wbbau 2013: 59)

II-3.3.2.2 Biofilmverfahren

Tropfkörperanlagen

Tropfkörperanlagen bestehen aus einer Vorklärung, z.B. in Form einer (Mehrkammer) Absetzgrube, einem Tropfkörpersegment und einer Nachklärvorrichtung. Das vorgeklärte Abwasser rieselt durch das Füllmaterial des Tropfkörpers, z.B. durch Lavaschlacke oder Kunststoffkörper nach unten und wird entlang der Fließrichtung gereinigt. Das Füllmaterial dient als Träger für (sessile) Mikroorganismen, die als Biofilm eine Reinigungsleistung erbringen. Entscheidend hierbei ist jedoch die Versorgung des Luftpörpers mit Sauerstoff durch eine Belüftungsvorrichtung. Die Schichtdicke des Biofilms nimmt durch den Verarbeitungsprozess der Mikroorganismen zu und wird als Schlamm, zusammen mit dem Abwasser aus dem Tropfkörper, mit Hilfe einer Pumpe in die Nachklärung ausgetragen. Ein Teil wird als Rücklauf in den Tropfkörper zurückgeführt, um Belastungsschwankungen und Zulaufkonzentrationen auszugleichen sowie die Spülkraft einzuhalten (vgl. Wbbau 2013: 61; Lange, Otterpohl 2000: 166).

Rotationstauchkörperanlagen

Rotationstauchkörperanlagen gehören ebenfalls zu den Festbetтанlagen und bestehen aus einer Vorklärung, einem Tauchkörper (i.d.R. Scheibentauchkörper) und einer Nachklärung. Das Festbett wird über eine Achse in langsame Rotation versetzt sodass es zu einem intermittierenden Kontakt des (sessilen) Biofilms, dem Abwasser und der Luft kommt, wodurch ebenfalls die Sauerstoffzufuhr gewährleistet wird. Die Rotation spült zudem Teile des Bewuchses als Überschussschlamm ab, wodurch eine Nachklärung erforderlich wird (vgl. Wbbau 2013: 62f.). Grundsätzlich bestehen weitere Anlagentypen, z.B. belüftete Festbetтанlagen, Wirbel-Schwebebett-Anlagen, auf deren Beschreibung hier jedoch bewusst verzichtet wird, da sie einem ähnlichen Prinzip der Abwasserreinigung folgen.

II-3.3.2.3 Belebungsverfahren

SBR-Anlagen (sequencing batch reaktor, sequenzielle biologische Reinigung)

In SBR-Anlagen finden die biologische Reinigung und die Nachklärung im gleichen Becken statt. Die Abwasserreinigung erfolgt grundsätzlich durch belebten Schlamm, jedoch ist auch eine Vorklärung zur Abscheidung grober Verschmutzungen vorgeschaltet. Nach dem Einleiten bzw. Füllen des Beckens folgt die Mischphase, in dem der Inhalt des Aufstaubeckens unter anoxischen Bedingungen durchmischt wird. Für den Abbau der C- und N-Verbindungen durch Mikroorganismen wird jedoch

Sauerstoff benötigt und das Becken daher belüftet. In der abschließenden Absetzphase sedimentiert der Belebtschlamm und wird als Überschussschlamm teilweise abgezogen. Das bereinigte Klarwasser, welches sich oberhalb des Sediments befindet, kann in einen Vorfluter eingeleitet oder verrieselt werden (vgl. Wbbau 2013: 56).

Membranbelebungsanlagen

Membranbelebungsanlagen haben den Vorteil, dass unerwünschte Mikroschadstoffe weitestgehend zurückhalten werden und so eine erhebliche Keimreduktion erzielt wird. Verfahrenstechnisch wird zwischen zwei Filtrationsverfahren unterschieden:

Bei der *Dead-End-Filtration* wird das Abwasser als Permeat vollständig durch die Membranmodule abgeleitet. Die Feststoffe reichern sich so an der Membran an, was eine regelmäßige Reinigung bzw. Spülung erfordert.

Gerade bei KKA bevorzugt eingesetzt wird die *Cross-Flow-Filtration*, bei der das Abwasser quer über die Membranfläche strömt und so teilweise als Permeat abgeleitet wird und teilweise im Kreislauf verbleibt. Die konstante Strömung ermöglicht das reduzierte Belegen der Membran mit Feststoffen (vgl. Wbbau 2013: 57).

Membranbelebungsanlagen sind eine weiterentwickelte Form der konventionellen Belebungsanlagen. Eine mechanische Vorreinigung vorausgesetzt, wird das Abwasser in der biologischen Stufe, analog zum konventionellen Belebungsverfahren, durch suspendierte Mikroorganismen aerob gereinigt. Ein in das Belebungsbecken eingehängtes Membranmodul fungiert als Ersatz für die Nachklärung. Zwar gehen damit ein erhöhter technischer Aufwand und die regelmäßige Reinigung des Membranmoduls einher, jedoch wird auch die Reinigungsleistung erhöht und eine weitere Hygienisierung des Abwassers entfällt.

II-3.3.2.4 Naturnahe Abwasserreinigung in Pflanzenkläranlagen [PKA]

Pflanzenkläranlagen [PKA] reinigen Abwässer, indem das Abwasser durch bepflanzte Teiche, Feuchtgebiete und Bodenfilter (Sedimente) geleitet werden. Die Reinigung erfolgt zum einen mechanisch über die natürlichen (Boden-)Filter und andererseits über das Zusammenwirken von Pflanzen und Mikroorganismen. Bewachsene Bodenfilter verfügen über ein durchlässiges, aber nicht zu grobsandiges Filtersubstrat. Das Wasser durchströmt dabei den Boden relativ langsam in vertikaler oder horizontaler Richtung und ohne Bildung von dauerhaften, offenen Wasserflächen. Der heutige Stand der Technik von Pflanzenkläranlagen mit bepflanztem Bodenfilter geht aus dem DWA-Arbeitsblatt DWA-A 262 hervor. Für die Bepflanzung werden überwiegend Sumpfpflanzen, wie Binsen, Schilfrohr oder Rohrkolben verwendet, die Mikroorganismen

im Wurzelbereich ein geeignetes Milieu bieten. Die schadstoffabbauenden Mikroorganismen versorgen sich über die Pflanzenwurzeln mit Sauerstoff, sodass eine zusätzliche Belüftung entfällt. Gerade für ländliche Räume eignen sich naturnahe Systeme der Abwasserreinigung durch ihren verhältnismäßig hohen Platzbedarf, ihre gute Einbettung in das Landschaftsbild sowie durch ihre ökologischen Vorteile. So kommen auch Abwasserteiche bzw. künstliche Feuchtgebiete zum Einsatz. Abwasserteiche können zur Leistungssteigerung und Flächenreduktion künstlich belüftet oder durch technische Biofilmverfahren ergänzt werden. In Deutschland werden bepflanzte Schönungsteiche als Nachreinigung hinter technischen Kläreinlagen mit dem Ziel der weitergehenden Hygienisierung, Denitrifikation und P-Retention eingesetzt (vgl. Wbbau 2013: 75f.; VG ROK 2018b)

II-3.3.3 Abwasserbehandlung von Teilströmen Neuartiger Sanitärsysteme

Die verfahrenstechnischen Möglichkeiten für die Aufbereitung von Gelb-, Schwarz und Braunwasserströmen sind äußerst vielfältig. Vordergründig für die Wahl des Verfahrens sind die Ziele und Anforderungen: So können, z.B. nach der separaten Erfassung von Urin, die Schadstoffelimination oder das Nährstoffrecycling von Stickstoff verfolgt werden. Nicht alle Behandlungsverfahren ermöglichen auch die gleichen Behandlungsziele, sodass hier stark im Einzelfall und zweckorientiert unterschieden werden muss. Grundsätzlich sind verschiedene mechanische, physikalisch-chemische und biologische Verfahren möglich und teilweise auch aus der konventionellen Abwasserbehandlung erprobt.

Die Behandlung muss immer mit der Orientierung an die Rahmungen der gesetzlichen Mindesteinleitgrenzwerte erfolgen. Der große Vorteil der Stoffstromtrennung ist aber die große Flexibilität im Umgang mit den Inhaltsstoffen: Die Produktion von (lagerfähigen) Düngemitteln ermöglicht die erleichterte Rückführung von Nährstoffen. Energie kann in Form von Biogas produziert werden. Problematische Spurenstoffe können im aufkonzentrierten Teilabwasserstrom zielorientiert eliminiert werden, um hygienischen Anforderungen gerecht zu werden. Das aufbereitete Abwasser kann gezielt und flexibel einer erneuten Nutzung, z.B. zur Bewässerung zugeführt werden (vgl. Wbbau 2009: 73).

Die grundsätzlichen Behandlungsziele nach WBBAU (2009) werden im Folgenden überblicksweise dargestellt (vgl. ebd. 2009: 73f.), wobei kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden kann:

Hygienisierung: Die Reduktion pathogener Keime ermöglicht es, das (behandelte) Substrat als Dünger oder Bodenverbesserer einzusetzen. Verschiedene Verfahren eignen sich, um verschiedene Hygienisierungsgrade zu erzielen.

Volumenreduzierung: Um den Transport, die Lagerung und weitergehende Behandlung logistisch und auch ökonomisch zu optimieren, ist das Reduzieren des Ausgangsvolumens hilfreich.

Stabilisierung: Die Stabilisierung der Endprodukte der Teilströme ist vergleichbar mit der Stabilisierung in der Klärschlammbehandlung. So enthält stabilisiertes Braunwasser geringe Anteile an biologisch abbaubarer organischer Substanz, stellt damit nur eine geringe Umweltbelastung dar und ist zudem geruchsminimiert. Im Falle von Urin bewirkt die Stabilisierung ebenfalls eine Geruchsreduktion und das Minimieren der Flüchtigkeit des Stickstoffs.

N-Aufkonzentrierung: Für Pflanzen stellt Stickstoff einen wichtigen Grundnährstoff dar. In der Erzeugung von Dünger findet Stickstoff in aufkonzentrierter Form Verwendung.

P-Aufkonzentrierung: Phosphor ist ebenfalls ein wichtiger Nährstoff für das Pflanzenwachstum, der ebenfalls in der Düngemittelherstellung in aufkonzentrierter Form eingesetzt wird.

Nährstoffelimination: Für das Einleiten des Endproduktes in ein Gewässer und unter Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben, kann das Eliminieren der enthaltenen Nährstoffe unumgänglich sein, um der Eutrophierung der aquatischen Umwelt entgegenzuwirken. Ziel der Elimination ist folglich das (nahezu) komplette Entfernen der Nährstoffe aus dem Teilstrom, jedoch ohne deren Wiederverwertung.

Entfernung von Mikroverunreinigungen: Mikroverunreinigungen können schon in geringen Konzentrationen im Abwasser unerwünschte biologische Wirkungen entfalten. Insbesondere Rückstände von Arzneimitteln, Diagnostika, aber auch Biozide und Stoffe aus Kosmetika sind hierbei assoziiert. Die Verunreinigungen können abgebaut bzw. zerstört oder aber abgetrennt werden.

Trennung von Mikroverunreinigungen: Das Abtrennen von Mikroverunreinigungen bewirkt lediglich, dass die Stoffe nach der Behandlung separat vorliegen und ggfs. einer weiteren Behandlung unterzogen werden müssen.

Energieerzeugung: Der Behandlungsprozess kann ebenso das Ziel der Energieerzeugung beinhalten. Bei der Behandlung fallen als Produkt energiereiche Stoffe an, die entsprechend energetische Verwertung finden können und dadurch positiv konnotiert sind.

Oftmals liegen für die relativ jungen Techniken in Verbindung mit der Behandlung von Stoffströmen aus NASS nur wenige Erfahrungen im Pilotmaßstab vor (vgl. Wbbau 2009: 73).

II-3.3.3.1 Urin- und Gelbwassernutzung

Aufgrund der chemischen Eigenschaften des menschlichen Urins bzw. in verdünnter Form des Gelbwassers gibt es für die Aufbereitung eine Vielzahl von Behandlungsverfahren. In der verfahrenstechnischen Aufbereitung ist der Unterschied in der (chemischen) Zusammensetzung zwischen Gelbwasser und Urin irrelevant (vgl. Wbbau 2009: 95), ebenso wie verfahrenstechnische Details nicht im Fokus dieser Arbeit stehen. Vielmehr verfügt die stoffliche Nutzung von Produkten aus den Teilströmen von NASS Bedeutung für konzeptionelle Fragestellungen in der Siedlungsentwicklung ländlicher Räume im Spannungsfeld der Stadtplanung. Der vordergründige Fokus liegt hier also in der stofflichen Wiederverwertung der Teilströme.

Urin entspricht aufgrund des hohen Harnstoffgehaltes und geringen Anteils organischer Substanz eher einem Mineraldünger, mit hohem Potential. Die Nährstoffkonzentrationen in unbehandeltem Urin sind höher als in der Gülle. So könnten die in Deutschland zur Düngung eingesetzten Hauptnährelemente N, P und K zu 17 - 25 % aus Urin substituiert werden. Aktuell werden die Inhaltsstoffe des Urins und anderer Substrate aus NASS in kommunalen Kläranlagen eliminiert, im Klärschlamm aufkonzentriert oder in Gewässer eingeleitet. NASS zielen im Grundsatz jedoch auf eine höherwertige Verwertung des Urins als Produkt Düngemittel. Derzeit bestehen noch rechtliche Unklarheiten bzgl. der Begriffsbestimmung der Substrate nach den Anforderungen des Düngemittelrechts (vgl. Wbbau 2009: 144).

II-3.3.3.2 Braun- und Schwarzwassernutzung

Der Verdünnungsgrad von Braun- und Schwarzwasser ist stark von der Toilettenart und Spülwassermenge abhängig. Grundsätzlich lassen sich beide Teilströme nur schwer direkt behandeln, sodass eine Trennung in eine feststoffreiche und eine feststoffarme Phase das weitere Verfahren optimiert. Verschiedene Trenn- und Aufkonzentrierungsverfahren, z.B. Sedimentation, Zentrifugation, Flotation, Filtration oder Siebung sind hierfür praktisch geeignet (vgl. Wbbau 2009: 78f.). Die als Produkt des Trenn- und Aufkonzentrierungsverfahrens vorliegende feststoffreiche Phase beinhaltet hauptsächlich Fäzes, Toilettenpapier und Wasser, mit deutlich geringerem Volumen als die feststoffarme Phase. Damit ist der Großteil des im Braun- und Schwarzwasser enthaltenen Kohlenstoffs in dieser Phase enthalten und eignet sich besonders für die Herstellung von Bodenverbessern durch eine Wurm- oder thermische Kompostierung oder die Energieherstellung durch anaerobe Vergärung der Stoffströme zu Biogas und dessen Nutzung in Blockheizkraftwerken [BHKW] (vgl. Wbbau 2009: 85).

Die feststoffarme Phase besteht zum größten Teil aus Wasser und entsprechend geringeren Anteilen an gelösten und suspendierten Stoffen. Von besonderem Mehrwert an gelösten Stoffen sind schwerpunktmäßig N und P, die aufgrund des Urinanteils im Schwarzwasser höher sind als im Braunwasser. Ebenfalls fallen jedoch auch Keime und andere Mikroverunreinigungen an, die eine Behandlung der Teilströme notwendig machen. Grundsätzlich lässt sich die feststoffarme Phase auch einer konventionellen Behandlung, z.B. mit einer aerob-Belebung unterziehen. Jedoch sind die Konzentrationen gelöster Nährstoffe sowie der chemische Sauerstoffbedarf höher, da das Grauwasser als verdünnender Teilstrom fehlt. Aufgrund des Trennverfahrens wird eine Vorklärung nicht benötigt, durch die geringeren (Spül-) Wassermengen ist aber ein erhöhter Sauerstoffbedarf für das Belebungsverfahren zu erwarten und eine biologische oder chemische P-Elimination auf höhere Entfernungsraten auszulegen. Ferner können eine Membran-Filtration, eine Fällung oder eine Behandlung in einer PKA in Betracht gezogen werden (vgl. Wbbau 2009: 91). Ebenso möglich ist die gemeinsame Behandlung von Bioabfällen. Diese können gemeinsam mit dem Schwarz- oder Braunwasser anaerob oder durch Kompostierung behandelt werden (vgl. Wbbau 2009: 113).

II-3.3.3.3 Gemisch aus Grau- und Braunwasser und dessen Behandlung

In einem Gemisch aus Grau- und Braunwasser, in dem sich entsprechend der Stoffstromtrennung kaum Gelbwasser bzw. Urin befinden sollte, kann ggfs. auf eine Stickstoffentfernung verzichtet werden. Die P-Elimination ist zu überprüfen, zu erwarten ist aber eine entsprechend geringe P-Konzentration. Phosphor kann jedoch aus dem Einsatz von Spülmaschinenmitteln, die in der Regel Phosphate enthalten, über das Grauwasser in das Gemisch eingetragen werden. Die gängigen Vorschriften und Regelwerke für kommunales Abwasser haben bei der Behandlung des Gemisches Geltung (vgl. Wbbau 2009: 113).

II-3.3.3.4 Behandlung von Grau- und Regenwasser

Die einwohnerspezifische Grauwassermenge steht in starker Abhängigkeit zu den Lebensgewohnheiten der Bevölkerung, aber auch im technischen Zusammenhang mit der Wassereffizienz der eingesetzten Haushaltsgeräte. Auch die durchschnittliche jährliche Niederschlagshöhe schwankt deutlich, in Abhängigkeit der regionalen geographischen Gegebenheiten. Die Beschaffenheit anfallenden Grauwassers richtet

sich maßgeblich nach der Herkunft, also der Differenzierung nach schwach bzw. stark belastetem Grauwasser. So unterscheiden sich entsprechend der Herkunft aus dem Badezimmer- oder Küchenbereich und ggfs. der Waschmaschine auch die chemisch-physikalischen Eigenschaften des Grauwassers sowie die Belastung mit Schwermetallen. Aufgrund der mikrobiologischen Belastung ist eine Desinfektion bzw. Hygienisierung von Grauwasser insbesondere vor der innerhäuslichen Wiedernutzung unerlässlich (vgl. Wbbau 2009: 113ff.).

Die stoffliche Belastung von abfließendem Regenwasser ist entsprechend der Herkunft starken Schwankungen ausgelegt. Entscheidend sind die Oberflächen- und Luftverschmutzungen im Einzugsgebiet. Schwach belastetes Regenwasser kann nach seiner Herkunft in Abflüsse von Dach- und Hofflächen sowie Straßen klassifiziert werden. Hinsichtlich der Konzentration an CSB sind Dachflächen geringer belastet als Hof- und Straßenflächen. Straßenflächen können jedoch höhere Chloridbelastungen in Folge der Verwendung von Streusalz aufweisen. Für die innerhäusliche Wiedernutzung von Regenwasser ist eine Desinfektion bzw. Hygienisierung zu empfehlen, da für die mikrobiologische Belastung von Regenwasser kaum Messwerte vorliegen (vgl. Wbbau 2009: 117ff.).

Die Beschaffenheit von Grau- und Regenwasser ist sich sehr ähnlich, wodurch sich auch identische Nutzungsmöglichkeiten ergeben. Grundsätzlich lassen sich beide Teilströme als Toilettenspülwasser, als Bewässerungswasser und zur Teilnutzung zum Waschen von Wäsche und Geschirr erneut nutzen. Zuletzt ist das Versickern oder Einleiten in ein Gewässer nach erfolgter Reinigung unbedenklich. Jedoch haben die Nutzungen und seine Anforderungen erheblichen Einfluss auf die Verfahren und den Umfang der Aufbereitung. Die bewährten Verfahren zur Abwasserreinigung eignen sich für die Nutzung als Betriebswasser. Nach einer Feststoffabtrennung erfolgt eine biologische Reinigung durch bewachsene Bodenfilter, Belebungsanlagen oder Biofilmverfahren. Die mikrobiologischen Anforderungen der Trinkwasserverordnung [TrinkwV] erfordern zusätzlich zur biologischen Reinigung eine Hygienisierung, zumeist durch eine UV-Desinfektionsanlage (vgl. Wbbau 2009: 119).

Praxisbeispiel: ROOF-WATER-FARM im Block 6, Berlin Kreuzberg

Als Projekt der internationalen Bauausstellung 1987 entwickelt und als Modellvorhaben des experimentellen Wohnungs- und Städtebaus (EXWOST) initiiert, wurde ein integriertes Wasserkonzept im Block 6, in Berlin-Kreuzberg realisiert. Mit dem Ziel der Forschung zu und dem Erproben von Teilkonzepten des ökologischen Bauens bzw. dem Sammeln empirischer Daten wurde zunächst eine Stoffstromtrennung zweier Teilströme häuslichen Abwassers der Bewohner des Block 6 installiert. Das separierte Schwarzwasser aus dem Block wurde zunächst direkt in die Kanalisation abgeleitet und entsprechend zentral gereinigt. Das wesentlich nährstoffärmere Grauwasser aus dem Küchen- und Badezimmerbereich wurde separiert abgeleitet und zu Betriebswasser dezentral über eine Pflanzenkläranlage im Innenhof des Blocks aufbereitet sowie einer erneuten Nutzung, z.B. für die Freiflächenbewässerung oder häusliche Bedarfe, zugeführt. Im Rahmen einer konzeptionellen Überarbeitung im Jahr 2006 wurde auf dem ehemaligen Fundament des Schönungsteiches der PKA ein Betriebshaus errichtet, in dem das Grauwasser von ca. 250 EW zu Betriebswasser aufbereitet wird. Die PKA wird zur Reinigung des anfallenden Niederschlagswassers von den Dach- und weiteren versiegelten Flächen genutzt. Die erneute Weiterentwicklung des Systems im Jahr 2013 beinhaltete die Installation der ROOF-WATER-FARM, einer Demonstrationsanlage und Teststrecke zur Weiterverwendung der Stoffströme häuslichen Abwassers. Das Grauwasser wird weiterhin dezentral mittels eines Wirbelbettverfahrens zu Betriebswasser aufbereitet. Hierbei erfolgen nach der Fettabscheidung das mechanische Verfahren (Siebung), die biologische Reinigung in 8 Stufen, die Sedimentation, biologische Nachreinigung, Filtration sowie UV-Desinfektion, bevor das Grauwasser für Toilettenspülungen oder die Bewässerung wiedergenutzt wird. Aus dem Schwarzwasser wird entweder über eine mechanisch-chemische oder eine mechanisch-biologische Aufbereitung, mit Hilfe von Mikrosieben flüssiger NPK-Dünger produziert. Dieser kann der hydroponischen Pflanzenproduktion, von z.B. Salat oder Erdbeeren unter Mehrfachnutzung des Bewässerungswassers zugeführt werden. Ferner wird eine aquaponische Fischzucht in einem Kreislauf mit dem hydroponischen Pflanzensystem betrieben. Ziel der Forschung ist ebenfalls die Übertragbarkeit auf andere Räume (vgl. RWF 2015, RWF 2018).

II-3.4 Zwischenfazit: Stand der Abwasserentsorgungssysteme und -reinigungsverfahren in Deutschland

Wasser ist für das menschliche Leben eine unverzichtbare Ressource. Die Wasserversorgung bestimmt das alltägliche Leben, z.B. in Form von Trinkwasser, als Löschwasser, Brauchwasser oder zur Bewässerung. Durch den Gebrauch von Wasser, fallen unterschiedliche Arten von Abwasser an. Kommunales Abwasser ist ein Vielstoffgemisch, welches in seiner Beschaffenheit in Abhängigkeit der Anzahl der angeschlossenen Einwohner sowie ihrer Lebensgewohnheiten stark schwanken kann. Das anfallende Abwasservolumen einer dörflichen Siedlung ist zudem im Tagesverlauf starken Schwankungen unterlegen und auch die Schadstoffbelastung kann sich, z.B. entsprechend der Lebensgewohnheiten⁹⁶ der angeschlossenen Einwohner unterscheiden. Aus der Raumeinheit, der Art des anfallenden Abwassers sowie insbesondere der Anzahl der angeschlossenen Einwohner (über den EW) ergeben sich Implikationen für das weitere Verfahren mit dem Abwasser, d.h. es stehen unterschiedliche technisch mögliche sowie ökonomisch und ökologisch sinnvolle Reinigungs-, Wiederverwertungs- und Weiterverwendungsverfahren zur Disposition.

Der historische Rückblick verdeutlicht, dass das Thema der Abwasserentsorgung in menschlichen Siedlungen hygienisch stets problembehaftet war. Das heutige Niveau der Abwasserentsorgung in Deutschland bietet bei hohem Anschlussgrad einen hohen Standard, insbesondere im Sinne differenzierter mehrstufiger Reinigungsverfahren, der Elimination von Schadstoffen und der Möglichkeiten zur Wiederverwendung und Wiederverwertung der im Abwasser enthaltenen Inhaltsstoffe sowie der Ressource Wasser selbst. Der Einsatz von Fäkalien in der Landwirtschaft wird bereits seit Jahrhunderten routiniert praktiziert, wenngleich aufgrund hygienischer Missstände mit der Zeit modifiziert. Dennoch bleibt der Grundgedanke, die nährstoffreichen Inhaltsstoffe (insbes. im Klärschlamm enthaltener Stickstoff und Phosphor) einer erneuten Nutzung zuzuführen, bis heute bestehen. Aufbauend auf dem fortschreitenden Problembewusstsein bezüglich der hygienischen und stofflichen Belastung der Umwelt und Lebensräume der Menschen durch Abwasser sowie hinsichtlich knapper werdender Ressourcen, bestehen heute definierte und gesetzlich verankerte Schutzgüter und Schutzziele der integralen Siedlungsentwässerung, die es bei der Konzeption, des Betriebs sowie des Unterhalts von Entwässerungssystemen zu berücksichtigen gilt. Hier finden sich ebenso relevante Schnittstellen zur örtlichen und überörtlichen Gesamtplanung sowie anderer Wirtschaftszweige, insbesondere zur Land- und

⁹⁶ Z.B. in Abhängigkeit der Medikamenteneinnahme oder der im Haushalt verwendeten Reinigungsmittel.

Energiewirtschaft, mit potenziellen Synergieeffekten gerade in der Kreislaufführung, wie die Praxisbeispiele der Stadtentwässerung Braunschweig, der Roof Water Farm oder des HWC® aufzeigen.

Das komplexe gewachsene kommunale Abwasserentsorgungssystem unterliegt exogenen Einflüssen, welche die Konzeption der Systeme zur Disposition stellen:

Im Zusammenhang immer länger anhaltender Trockenperioden, mit phasenweise erheblich sinkenden Grundwasserspiegeln sowie häufiger und stärker auftretenden Starkregenniederschlagsereignissen, geraten zentrale Systeme der Mischwasserkanalisation zunehmend an ihre Funktionsgrenze. Aber auch die Funktionalität von Trennsystemen gerät im Hinblick auf rückläufige Abwasservolumina, gerade in ländlichen, stark von demographischem Rückgang betroffenen Städten und Dörfern, zunehmend unter Druck. Die Endlichkeit der kostbaren im kommunalen Abwasser enthaltenen Ressource Phosphor, aber auch anderer potentiell rückzugewinnender, wiederverwert- und weiterverwendbarer Stoffe, z.B. Stickstoff, Kalium, Kohlenstoff oder Schwefel bzw. die Ressource Wasser selbst, machen eine Weiterentwicklung des Abwasserentsorgungssystems, unter ökologischen und ggfs. ökonomischen⁹⁷ sowie moralischen Gesichtspunkten unabdingbar.

Heute gibt es eine große Bandbreite dezentraler und flexibler Verfahren der Abwasserbehandlung und -entsorgung, die als Alternativen zum starren zentralisierten System in Betracht gezogen werden können. So sind verschiedene Reinigungsverfahren auch in Kleinkläranlagen technisch erprobt und bieten, neben den ökologischen⁹⁸ und ökonomischen Vorteilen, den gleichen hohen Standard in der Reinigungsleistung wie kommunale Kläranlagen. Hinsichtlich der zukünftigen Systemkonzeption, gerade in Anbetracht der sich ändernden Rahmenbedingungen, ergibt sich die ganz grundsätzliche Frage, wie Abwasserentsorgungssysteme, gerade in ländlichen Schrumpfungsräumen, konzipiert sein sollten, um den zukünftigen Herausforderungen, z.B. hinsichtlich der Ressourcenknappheit, der Starrheit und belasteten Funktionalität der Systeme, der rechtlichen und ökonomischen Belange, der demographischen Herausforderungen sowie der ökologischen Zielkonflikte, gerecht zu werden. Eine potenzielle Alternative zum klassischen Misch- oder Trennsystem bieten Neuartige Sanitärsysteme, die wiederum hinsichtlich der separaten Erfassung und Ableitung der Stoffströme sehr unterschiedlich konzipiert sein können, in jedem Fall aber das Spektrum möglicher Konzepte zum Umgang mit Abwasser erweitern.

⁹⁷ Hier wird weiterer Forschungsbedarf konstatiert.

⁹⁸ Z.B. gegenüber häufigen Kanalspülungen in von Unterauslastung betroffenen zentralen Systemen.

NASS folgen dem Grundsatz der Abwasserwiedernutzung und dem Schließen von Stoffkreisläufen im Einzugsgebiet. Zur Wiedernutzung des häuslichen Abwassers werden die Teilströme separat abgeleitet, evtl. gespeichert, behandelt und einer Wiederverwertung oder Weiterverwendung zugeführt.

Neben dem separaten Ableiten und Versickern von Regenwasser, können - je nach System - auch Gelb-, Braun-, Schwarz- und Grauwasser zum weiteren Verfahren separiert erfasst und die anfallenden Ressourcen in Konzepten, die über die Siedlungswasserwirtschaft hinaus gehen, verwendet werden. Zur Abwasserreinigung sind verschiedene mechanische, physikalisch-chemische und biologische Verfahren technisch ausgereift. Als naturnahes Reinigungsverfahren bieten sich z.B. für ländliche Räume Pflanzenkläranlagen zur Behandlung von Abwasser oder Teilströmen an. Das getrennte Erfassen und Ableiten vereinfacht zudem die gezielte Nährstoffrückgewinnung und Schadstoffelimination, entsprechend der sich durch die Belastung ergebenden Anforderungen. Gerade vor dem Hintergrund einer alternden Gesellschaft wird die flächendeckende Einführung einer 4. Reinigungsstufe, z.B. als End-of-pipe Lösung zur Elimination von Mikroschadstoffen notwendig, um den Schutzgütern und Schutzziele gerecht zu werden. Hierfür etabliert sich vor allem die Verwendung von Aktivkohle als praktikable Lösung. Schwach belastetes Grauwasser kann z.B. als Brauchwasser, nach erfolgtem Abbau von Kohlenstoffverbindungen sowie einer Hygienisierung, einer Erneuten Nutzung zugeführt werden.

Aus Urin oder Gelbwasser kann, nach einem standardisierten Behandlungsverfahren, fester oder Flüssiger Mineraldünger gewonnen werden. Ebenso entstehen aus Braunwasserströmen nach einer entsprechenden Behandlung organisch-mineralische Pflanzennährstoffe und u.U. Biogas.

Bei der stofflichen Wiederverwertung von Schwarzwasser stehen organisch-mineralische Pflanzennährstoffe im Vordergrund, aber auch behandeltes Abwasser fällt als Produkt und wiederverwertbare Ressource an. Zudem kann das im Schwarzwasser enthaltene organische Material, ggfs. unter Verwendung von Cosubstraten aus der Landwirtschaft oder (häuslichen) Bioabfällen, zu Biogas vergärt und zur Energiegewinnung genutzt werden. Ein weiteres energetisches Potential ergibt sich aus der Abwasserabwärme. Separat abgeleitetes Niederschlagswasser kann entweder dezentral versickert oder als Brauch- oder Pflegewasser wiedergenutzt werden. Grundvoraussetzung für die Integration von NASS in ein bestehendes System ist jedoch die Funktionstüchtigkeit der restlichen Systemkomponenten, was hochgradig einzelfallabhängig ist.

Die flächendeckende Integration von NASS im Einzugsbiet einer bestehenden Kläranlage verändert das Abflussverhalten sowie die Zusammensetzung durch das Reduzieren der Anschlüsse oder das Nichteinleiten der Stoffströme. Das verringerte Schmutzwasservolumen und die reduzierte Fließgeschwindigkeit können sich so auf die Sedimentbildung auswirken und ggfs. zu längeren Verweildauern, Korrosion und Geruchsbildung durch Faulung führen. Neben der Schädigung zementgebundener Werkstoffe durch die Sulfidbildung, kann sich ein verstärkter Vorabbau im Kanalsystem negativ auf den Betrieb der Kläranlage auswirken. Diesen negativen Auswirkungen kann durch bauliche oder betriebliche Maßnahmen begegnet werden.

II-3.5 Raumplanung und wasserinfrastrukturelle Fachplanungen

Die Ver- und Entsorgungssysteme in Deutschland weisen eine gewisse Beharrlichkeit auf, die sie naturgemäß konservativ machen. Wesentliche Merkmale sind ihre Standort- und Leitungsgebundenheit. Diese Netzinfrastruktur der Ver- und Entsorgungssysteme wird zumeist im Rahmen der Erschließung von Siedlungsgebieten geplant und bezieht sich auf die angeschlossenen Grundstücke. Durch die weitreichenden Suburbanisierungsprozesse der Nachkriegszeit haben sich die Netzinfrastrukturen weit ausgedehnt und damit ebenso an Komplexität gewonnen. Die Siedlungen und deren schwerpunktmäßig im zentralisierten System konzipierten Netzinfrastrukturen sind damit über Jahre hinweg gewachsen. Nachhaltigkeitskriterien und rechtliche Anforderungen an technische Systeme ändern sich nur relativ langsam und viele der anfallenden Aufgaben im Wassersektor lassen sich nur über längere Zeiträume beobachten oder durch tiefgreifende Kenntnis des Systems wirtschaftlich erledigen, so z.B. nach mehrjährigen statistischen Auswertungen von Niederschlägen oder Hochwässern. Analog hierzu sind auch die Planungshorizonte von Wasserinfrastrukturen auf mehrere Jahrzehnte ausgelegt. Diese Beharrlichkeit der technischen Systeme wirkt sich ebenso auf eine stabile Administration aus, steht allerdings den zunehmend schnelllebigen globalgesellschaftlichen sowie technischen Entwicklungen gegenüber. Durch diese Divergenz ist es nicht nur wichtig, die Auswirkungen der schnellen wirtschaftlichen, demographischen und technischen Veränderungen auf den Wassersektor möglichst sicher abzuschätzen und daraus dem gesellschaftlichen Willen entsprechende Systemalternativen umzusetzen (vgl. Grambow 2008: 149; Tietz, Hühner 2011: 3), sondern ebenso möglichst flexibel auf strukturelevante Veränderungen, z.B. im Rahmen der Siedlungsentwicklung in vom demographischen Wandel verstärkt betroffenen ländlichen Räumen eingehen zu können.

Im Folgenden sollen nun die für die Fach- und Stadtplanung relevanten rechtlichen Belange der Abwasserentsorgung sowie die organisatorischen Strukturen und institutionellen Rahmenbedingungen der Wasserwirtschaft aufgezeigt werden.

II-3.5.1 Wasserrechtliche Grundlagen und Regelwerke

In Deutschland sind für die wasserrechtlichen Bestimmungen vor allem drei Ebenen zu unterscheiden. Die oberste Ebene bildet dabei das EU-Recht, in Form von Verordnungen und Richtlinien. Die Verordnungen haben dabei grundsätzlich Vorrang vor dem nationalen Recht. Richtlinien der Europäischen Gemeinschaft haben verbindliche Zielwirkung für die Mitgliedsstaaten und sind in nationales Recht, in Deutschland in das Wasserrecht, umzusetzen. Zuletzt ist auf die Landeswassergesetze der Bundesländer, Landesbauverordnungen und Gemeindeverordnungen zu verweisen. Technische Regeln zur Bemessung, dem Bau und Betrieb sind in Normen und Regelwerken fachtechnischer Vereinigungen festgehalten. Hier werden der aktuelle Stand über geeignete Verfahren, Maßnahmen, Konstruktionen und Betriebsweisen zum Erfüllen der rechtlichen Vorgaben aufgezeigt. Neben den DIN- und den europäischen EN-Normen ist auf das DWA-Regelwerk mit seinen Arbeits- und Merkblättern hinzuweisen (vgl. Wbbau 2013: 11).

Auf europäischer Ebene kommen die EU-Wasserrahmenrichtlinie [RL 2000/60/EG], zum Sichern bzw. Erreichen eines guten Zustandes aller Gewässer, die EU-Kommunalabwasserrichtlinie [RL 91/271/EWG], die unter anderem auch auf die Möglichkeit einer dezentralen Abwasserentsorgung hinweist (vgl. Abschnitt II-2.2.2) sowie die EU-Badegewässer-Richtlinie [RL 2006/7/EG], mit Immissionsorientierten Anforderungen an die Hygiene eingeleiteten Abwassers zum Einsatz (vgl. Wbbau 2013: 11).

Mit dem Wasserhaushaltsgesetz [WHG] besteht auf Bundesebene eine einheitliche rechtliche Rahmgebung als Umsetzung der EU-Richtlinien. Zweck des Gesetzes ist es, die Gewässer als Lebensraum, Lebensgrundlage und Teil des Naturhaushaltes durch eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung zu schützen. Dabei werden in Kapitel 3 auch Grundsätze der Abwasserbeseitigung (§ 55) sowie Grundsätze für das Einleiten von Abwasser in Gewässer (§ 57) definiert (vgl. Wbbau 2013: 12f.).

Die Mindestanforderungen an die Reinigung kommunaler Abwässer gehen aus der Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer [AbwV] hervor. Hier werden, entsprechend des aktuellen technischen Standes von Verfahren und der Herkunft der Abwässer, Anforderungen an die Reinigung, das Reduzieren von Schadstoffen sowie das Einleiten in Gewässer festgeschrieben. Die Anforderungen an das Abwasser an der Einleitstelle der Gewässer richten sich dabei nach der Größenklasse der Behandlungsanlagen. Bei kleineren Abwasserbehandlungsanlagen werden die Anforderungen über die angeschlossenen Einwohner (Größenklasse 1: < 1.000 EW; Größenklasse 2: 1.000 bis 5.000 EW) bzw. über den BSB₅ und CSB des unbehandelten Abwassers zugeordnet. Bei größeren Anlagen sind neben geringeren

CSB- und BSB₅-Konzentrationen auch Anforderungen an die N- und P-Konzentrationen einzuhalten. In Einzelfällen, z.B. in besonders sensiblen Gebieten können auch verschärfte Grenzwerte behördlich gefordert werden (vgl. Wbbau 2013: 14).

Für das Einleiten von Abwasser in ein Gewässer wird eine Abwasserabgabe nach dem Abwasserabgabengesetz [AbwAG] erhoben, die sich nach der Zahl der Schadeinheiten richtet und über die Schadstofffracht ermittelt wird. Kleineinleitungen mit weniger als 8m³ Schmutzwasser pro Tag, die mindestens dem Stand der Technik entsprechen und allen Anforderungen und Normen hinsichtlich der Installation, des Betriebes, inklusive der Schlammabeseitigung und der Wartung genügen, sind genehmigungsfrei und werden nicht mit Abgaben belegt (vgl. Wbbau 2013: 14f.).

Die Ausführungen zur Klärschlammverordnung [AbfKlärV] werden in Abschnitt II-3.2.1 erläutert.

Auf der Ebene der Bundesländer treten die Landeswassergesetze [LWG] in Kraft. Alle LWG formulieren die Abwasserbeseitigung als Pflichtaufgabe der Gemeinden (Abwasserbeseitigungspflicht). Dieser Pflicht entziehen können sich Gemeinden jedoch dann, wenn sie z.B. in Abwasserbeseitigungsplänen, -konzepten oder in Satzungen festgelegt haben, dass Teile des Gemeindegebietes befristet oder auf Dauer nicht über die öffentliche Kanalisation entwässern. Die Abwasserbeseitigungspflicht wird dann auf die Nutzungsberechtigten der Grundstücke übertragen. Die Schlammabeseitigung aus Kleinkläranlagen bleibt dabei Pflichtaufgabe der Gemeinde, kann jedoch auch auf Dritte übertragen werden. Für den Vollzug der Landeswassergesetze sind die unteren Wasserbehörden, also die kreisfreien Städte, Landkreise oder Landratsämter zuständig und mit der weitestgehenden Befugnis zur Kontrolle der Einleitung in Gewässer ausgestattet. Das betrifft z.B. ein uneingeschränktes Betretungsrecht der Grundstücke mit Abwasseranlagen und Einleitungsstellen (vgl. Wbbau 2013: 15f.)

Die rechtlichen Regelungen auf kommunaler Ebene geben die Gemeindeordnungen [GemO] vor. Darin werden die Kommunen ermächtigt, Satzungen über die Wahrnehmung ihrer Aufgaben zu erlassen (vgl. dazu Abschnitt II-1.2.3). Zum eigenen Wirkungskreis gehören u.a. die Instandhaltung und der Betrieb der Kanalisation und die Abwasserbehandlung in einer Kläranlage. So werden über Satzungen z.B. auch Regelungen zur Benutzung des Eigentums der Gemeinde sowie ihrer öffentlichen Einrichtungen und Gebühren für die Benutzung festgesetzt. Im Interesse des Allgemeinwohls können ferner der Anschlusszwang für Grundstücke an z.B. Wasserleitungen, die Abfallentsorgung, an Fernwärmeleitungen oder die Abwasser-

entsorgung über die öffentliche Kanalisation sowie der Benutzungszwang zugehöriger Einrichtungen vorgeschrieben werden (vgl. Wbbau 2013: 15f.).

II-3.5.2 Wasserinfrastruktursysteme in der örtlichen und überörtlichen Planung

Versteht man Wasserinfrastruktursysteme, z.B. der Abwasserentsorgung, als Schnittstelle zwischen der Raumentwicklung und Wassernutzungen, so ist deren effektive Steuerung wesentlich von der Zusammenarbeit der infrastrukturellen Fachplanung, der gesamtäumlichen (überörtlichen) sowie der örtlichen Planung abhängig. So sind die Trinkwasserversorgung sowie die sichere Abwasserentsorgung Grundvoraussetzungen für die Siedlungsentwicklung, Teil der kommunalen Daseinsvorsorge nach dem Art. 28 Abs. 2 GG und ebenso Teil der räumlichen Planung. In der raumplanerischen Praxis allerdings nimmt die Infrastrukturplanung keinen besonderen Stellenwert ein, was die Abstimmung zwischen Akteuren der Raumplanung mit denen der Fachplanungen erschwert. Zudem existiert kein einheitliches, flächendeckendes oder verbindlich-hierarchisches Planungssystem, auf das die relevanten Akteure zurückgreifen können, sodass die Infrastrukturplanung von mehreren Planungsinstrumenten und -trägern charakterisiert und vielmehr „von unten“ durch die zuständigen kommunalen Behörden bzw. die Ver- und Entsorgungsbetriebe gestaltet wird. So reichen die Fachplanungen von betrieblichen Sanierungs- oder Investitionsstrategien, über freiwillige Vereinbarungen z.B. über Abwasserkonzeptionen bis hin zu kodifizierten Planwerken, wie z.B. einem Abwasserbeseitigungsplan, die sich hinsichtlich ihrer Rechtsform und -wirkungen, den Planungserfordernissen, den Konkretisierungsgraden und den Planungsräumen erheblich unterscheiden. Gemeinsame Planungen, die das Verhältnis von Infrastruktur und Raumentwicklung aufgreifen, sind dabei selten (vgl. Moss 2011: 170 ff.). Sie sollten aber gerade hinsichtlich der Kapitalintensität leitungsgebundener Infrastrukturen und deren Planungen, großer Unsicherheiten der zukünftigen Entwicklung von Siedlungen, gerade ländlicher Räume im demographischen Wandel sowie vor dem Hintergrund ökologischer Faktoren als Standard unter dem Nachhaltigkeitsparadigma gelten.

Praxisbeispiel - Verzahnung von Raum- und Infrastrukturplanung in Berlin

Im Rahmen des Verfahrens zur Flächennutzungsplanung von Berlin, wurde im Jahr 1994 die Aufstellung eines sektoralen Stadtentwicklungsplanes der Ver- und Entsorgung beschlossen. Dieser Beschluss fiel anlässlich der Notwendigkeit einer besonders engen Abstimmung zwischen der Entwicklung der Stadt und der Infrastruktursysteme nach der Wiedervereinigung. Ein Stadtentwicklungsplan für die Ver- und Entsorgung [StEP] ersetzt jedoch weder Fach- noch Unternehmensplanungen, sondern hat vielmehr einen empfehlenden Charakter als Leitlinie für koordiniertes Planen und Handeln für die beteiligten Akteure und überlagert demnach die grundsätzlichen Ziele und Inhalte mit der räumlichen Stadtentwicklungsplanung (vgl. SenSUT, IHKB 1999). Der StEP Ver- und Entsorgung liegt flächendeckend für den Berliner Raum vor, wird jedoch aufgrund sich verändernder Rahmenbedingungen aktuell überarbeitet. In diesem Zusammenhang sollen auch Verflechtungen von Berlin und seinem Umland sowie die Auswirkungen aus den aktuellen Themen Klimawandel und Energiewende Berücksichtigung finden. Hierbei werden auch innovative Systemlösungen geprüft (vgl. SenSUT, IHKB 1999). Aus Abbildung II-3-8 wird eine Teilkarte des StEP für die Abwasserentsorgung im Bezirk Mitte abgebildet.



Abb. II-3-8: StEP-Teilkarte Abwasserentsorgung Bezirk Mitte (Quelle: StEP, IHKB 1999)

II-3.5.3 Abwasserinfrastrukturen auf kommunaler Ebene

Im Rahmen der kommunalen Selbstverwaltung obliegt den Gemeinden nach Art. 28 Abs. 2 GG eine Reihe von pflichtigen und freiwilligen Infrastrukturaufgaben. Während die freiwilligen Aufgaben oftmals für den kulturellen Bereich gelten, besteht die Pflichtigkeit insbesondere für technische Infrastrukturen, bei denen der öffentlichen Hand eine Aufgabenrelevanz im Sinne der kommunalen Planung zusteht. Nach § 1 Abs. 3 BauGB sind durch die Gemeinden *„Bauleitpläne aufzustellen, sobald und soweit es für die städtebauliche Entwicklung förderlich ist“*. In § 1 Abs. 6 BauGB werden die verschiedenen Belange genannt, für die Vorsorge getroffen werden muss. Das betrifft grundsätzlich die Bedürfnisse der Bevölkerung in den Bereichen Kultur, Soziales und Wohnen und ebenso den Bereichen Verkehr, der Wirtschaft sowie dem Umweltschutz. Bei der Erarbeitung von Erschließungs- und Verkehrskonzepten im städtebaulichen Entwurf müssen daher auch sich verändernde endo- und exogene Rahmenbedingungen Beachtung finden. Insbesondere netzgebundene Infrastrukturen, wie z.B. die der Abwasserentsorgung, sind in hohem Maße abhängig von der baulichen Dichte und der Bevölkerungs- bzw. Nutzungsstruktur und reagieren sensibel auf Veränderungen der Nutzungsintensität. Die Beschaffenheit der Infrastruktur ist zudem in hohem Maße von der Größe und räumlichen Struktur des Netzgebietes abhängig (vgl. Libbe et al. 2010: 79ff.).

II-3.5.3.1 Abwasserinfrastrukturen in der Bauleitplanung

Die Bauleitplanung unterscheidet zwischen zwei Ebenen; der Flächennutzungsplanung und der Bebauungsplanung. Im Flächennutzungsplan bzw. vorbereitenden Bauleitplan ist nach § 5 Abs. 1 BauGB für das gesamte Gemeindegebiet die sich aus der beabsichtigten städtebaulichen Entwicklung ergebende Art der Bodennutzung, nach den voraussehbaren Bedürfnissen der Gemeinde, in den Grundzügen darzustellen, wobei keine unmittelbare Rechtswirkung nach außen entfaltet wird. Jedoch müssen die verbindlichen Bauleitpläne bzw. Bebauungspläne aus den Flächennutzungsplänen entwickelt werden und binden somit vor allem Entscheidungen durch die Gemeinde. Für bestimmte Gebiete der Gemeinde und im Einzelfall auch für bestimmte Grundstücke wird der rechtliche Rahmen für die Zulässigkeit von Nutzungen verbindlich festgelegt, wobei sich die Festsetzungsmöglichkeiten aus § 9 BauGB sowie aus der BauNVO ergeben. Insbesondere gibt der Bebauungsplan damit den planungsrechtlichen Maßstab zur Beurteilung der Zulässigkeit der Errichtung oder Änderung von baulichen Angaben vor (vgl. Libbe et al. 2010: 84).

Die Berücksichtigung relevanter Infrastrukturausstattung in der Bauleitplanung

Bei der Aufstellung der Bauleitplanung ist durch die Gemeinde folglich auch die Infrastrukturausstattung zu berücksichtigen. Im Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit sind dabei insbesondere angesprochen:

- die Vermeidung von Emissionen sowie der sachgerechte Umgang mit Abfällen und Abwässern (§1 Abs. 6 Nr. 7e BauGB)
- der Umwelt- und Naturschutz sowie die Landschaftspflege, insbesondere des Wasser-, Abfall- und Emissionsschutzrechts (§1 Abs. 6 Nr. 7g BauGB)
- die Versorgung mit Energie und Wasser (§1 Abs. 6 Nr. 8e BauGB).

Zudem ist das Errichten, Ändern oder die Nutzungsänderung eines baulichen Vorhabens ohne gesicherte Erschließung nach den §§ 30 und 33 - 35 BauGB unzulässig, wodurch die Infrastrukturausstattung um Straßen und Wege, die Versorgung mit Strom, Gas, Wasser und Wärme sowie die Abwasserbeseitigung notwendiger Gegenstand der Bauleitplanung werden. Die Berücksichtigungspflicht der Infrastrukturerfordernisse ergibt sich folglich aus der Natur der Sache, mit entsprechender Wirkung auf die wirtschaftliche, technische und rechtliche Umsetzbarkeit der Bauleitplanung (vgl. Libbe et al. 2010: 84). In der Schwerpunktbetrachtung bietet der Bebauungsplan nach § 9 Abs.1 Nr. 14 BauGB die Möglichkeit „*Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung einschließlich der Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser sowie für Ablagerungen*“ festzusetzen. Im praktischen Sinne können Flächen über die kommunale Bauleitplanung, z.B. für quartiersbezogene integrierte und gekoppelte Konzepte der Abwasserentsorgung und energetischen Wiederverwendung von Teilströmen ggfs. unter Berücksichtigung weiterer Energiequellen festgesetzt werden. Ebenso finden Flächen für Versorgungsanlagen, für die Abwasserbeseitigung und für Hauptversorgungs- und Hauptabwasserleitungen im Flächennutzungsplan Darstellungsmöglichkeiten (vgl. Libbe et al. 2010: 86f.).

Die Festsetzung der ober- und unterirdischen Versorgungsanlagen und -leitungen kann auf Grundlage des § 9 Abs. 1 Nr. 13 BauGB im Bebauungsplan erfolgen. Zwar werden hier die Entsorgungsanlagen- und -leitungen, wie Abwasserkanäle nicht ausdrücklich erwähnt, jedoch besteht auch für diese Trassen die Möglichkeit der Festsetzung. Die Festsetzung der Leitungsführung schließt auch die leitungszugehörigen Anlagen, wie z.B. Revisionsschächte, Pumpen, Tunnel und Kanäle mit ein, für die keine eigenständige flächenmäßige Festsetzung nach § 9 Abs. 1 Nr. 12 vorgesehen ist, jedoch nur dann, wenn städtebauliche Gründe vorliegen, z.B. in dem Fall, dass sich der Leitungsverlauf auf die Art oder den Umfang der Bodennutzung auswirkt oder eine bestimmte

Leitungsführung vorgesehen werden soll. Für private Grundstücke oder Festlegungen innerhalb der Gebäude, z.B. im Bereich der Haustechnik oder der Stoffstromtrennung sind keine Festsetzungen oder Vorgaben über den Bebauungsplan möglich. Bei einem solchen Erfordernis für kommunale Infrastrukturen sind Regelungen jedoch über Verträge, z.B. Durchführungsverträge oder einen Grundstückskauf vereinbar. Grundsätzlich bietet das Bauplanungsrecht vielfältige Möglichkeiten neuartige Konzepte umzusetzen. Im Speziellen bieten sich hierfür vorhabenbezogene Bebauungspläne oder städtebauliche Verträge an (vgl. Libbe et al. 2010: 140f.).

Das Bauplanungsrecht bietet hinsichtlich des Gewässerschutzes nur eingeschränkte Möglichkeiten, z.B. im Bereich der Regenwasserversickerung nach § 9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB. Die entscheidenden Regelungen zum Gewässerschutz finden sich in europäischen, Bundes- oder Landesgesetzen. Aus der kommunalen Abwasserbeseitigungspflicht kann sich jedoch die Notwendigkeit ergeben, Abwassersatzungen zu erlassen, aus denen die Rechte und Pflichten der Nutzer geregelt werden. So ergeben sich aus den Abwassersatzungen z.B. die Begrenzungen der Schadstoffeinleitungen sowie der Anschluss- und Benutzungszwang⁹⁹ (vgl. Libbe et al. 2010: 141).

II-3.5.3.2 Informelle Planungen von Infrastrukturen

Die Art und Weise der Infrastrukturplanung ist nicht nur sektoral sehr unterschiedlich, sondern auch hinsichtlich der rechtlichen Bindungswirkung von gesetzlich vorgeschriebenen Planungen einerseits und informellen Planungen der Infrastrukturträger andererseits. Rechtsgestaltende Bindungswirkungen gehen insbesondere aus Planfeststellungsbeschlüssen hervor, so z.B. für Planungen des ÖPNV. Informelle Pläne haben jedoch keine strikte gesetzliche Bindungswirkung. So kommen als informelle Instrumente der Stadtentwicklungsplanung¹⁰⁰ zum Beispiel Stadtentwicklungskonzepte, Leitbilder, Quartiersentwicklungskonzepte und/oder sektorale Konzepte auf unterschiedlichen Ebenen und mit unterschiedlichen Zielen und sogar verschiedenen Begriffsverständnissen zum Einsatz. Traditionell finden die Sektoren Verkehr, Wohnen, Gewerbe und Einzelhandel und auch zunehmend Energie

⁹⁹ Die Anwendung des Anschluss- und Benutzungszwangs ergibt sich vorbehaltlich der Klassifizierung der technischen Anlagen als öffentliche Einrichtungen.

¹⁰⁰ „Integrierte Stadtentwicklungsplanung ist keine zusätzliche formelle Planungsebene, sondern ein informelles, ziel- und umsetzungsorientiertes strategisches Steuerungsinstrument. Wachsende Prognoseunsicherheit und immer schnellere Veränderungen globaler und regionaler Rahmenbedingungen erfordern mehr und mehr anpassungsfähige Konzepte und Planungsprozesse.“ (Deutscher Städtetag 2013: 11)

die stärkste Berücksichtigung in Stadtentwicklungskonzepten. Weniger prominent behandelt werden allerdings die Sektoren Gesundheit und Wasser. Hier wird noch entsprechender Differenzierungsbedarf konstatiert, nicht zuletzt, weil die Berücksichtigung der gängigen Sektoren ohne das Grundgerüst, insbesondere der technischen Infrastrukturen, nicht funktioniert (vgl. Libbe et al. 2010: 87ff.).

II-3.5.3.3 Infrastruktur und Erschließung

Die Begriffe der inneren und der äußeren Erschließung beziehen sich in erster Linie auf technische Infrastrukturen. Nach STREICH beschreibt der Begriff äußere Erschließung alle Anlagen außerhalb einer betrachteten Siedlung bzw. des Gebietes. Die innere Erschließung ist planungsrechtlich unabdingbare Voraussetzung für eine Bebauung (ebd. 2005: 404f., nach Libbe et al. 2010: 97). Nach § 127 BauGB umfasst die Erschließung eines Baugebietes bis zur Grundstücksgrenze die folgenden Anlagen:

- die öffentlichen Straßen, Wege, Plätze, Fuß- und Wohnwege sowie Sammelstraßen
- die öffentlichen Parkflächen, Grünanlagen
- Anlagen zum Schutz von Baugebieten nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz [BImSchG]

Zudem ist durch die Gemeinde im Rahmen der Erschließungsmaßnahmen für die Wasserversorgung, die Abwasserentsorgung sowie für die Abfallbeseitigung zu sorgen (vgl. Streich 2005: 404f., nach Libbe et al. 2010: 97).

Die Erschließung von Baugebieten mit technischer netzgebundener Infrastruktur erfolgt im Grundsatz entsprechend der lokalen Erfordernisse und damit potentiell entlang unterschiedlicher Netzformen. Abbildung II-3-9 zeigt schematisch auf, dass neben einem *Ringnetz*, ebenso ein *vermaschtes Netz* oder ein *verästeltes Netz* im Rahmen der Erschließung möglich sind. Im Zusammenhang mit möglichen Netzbau-, Netzurückbau- oder Netzausbaumaßnahmen ergeben sich durch die spezifische Beschaffenheit der Infrastrukturen entsprechend unterschiedliche Implikationen.

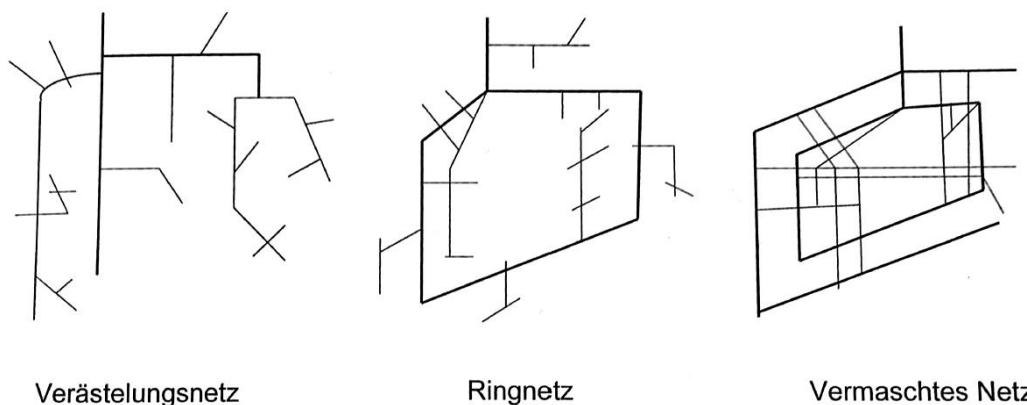


Abb. II-3-9: Netzformen technischer Infrastrukturen bei der inneren Erschließung
(Quelle: Libbe et al. 2010, nach Korda 2005: 402)

Die Dimensionierung der technischen, netzgebundenen Infrastrukturen der Baugebiete hängt von verschiedenen Charakteristika ab. In erster Linie sind hier der Raumbezug, also die Größe des Baugebietes und zudem die bauliche bzw. die Einwohnerdichte zu nennen, die davon wechselseitig abhängige Lage des Baugebietes sowie die Erschließungsform. Für eine adäquate Dimensionierung werden quantitative Richt- und Orientierungswerte als Standards herangezogen. Während Orientierungswerte oftmals durch Fachverbände oder Interessengruppen herausgegeben werden, zeichnen sich Richtwerte durch ihre gesetzliche Verankerung sowie einen Zielcharakter aus (vgl. Korda 2005: 119; Libbe et al. 2010: 99). Durch die sich grundsätzlich verändernden Rahmenbedingungen, z.B. sich wandelnde Anforderungen an Siedlungsstrukturen, den demographischen Wandel oder den technischen Fortschritt ändern sich ebenso die Ansprüche an sowie die Richt- und Orientierungswerte selbst, wodurch sie bei prägenden Veränderungen einer lokalspezifischen Weiterentwicklung bedürfen (vgl. Westphal 2008).

II-3.5.4 Organisatorische Strukturen und institutionelle Rahmenbedingungen in der Wasserwirtschaft

Die institutionellen Rahmenbedingungen der Wasserwirtschaft werden in Deutschland durch die einzelnen Gebietskörperschaften geprägt. Der deutsche Bund nimmt dabei zwar die Rahmengesetzgebung durch das Wasserhaushaltsgesetz [WHG] und Abwasserabgabengesetz [AbwAG] vor, die Konkretisierung und Umsetzung erfolgt jedoch auf Länderebene durch die Landeswassergesetze und deren Rechtsverordnungen.

Die Kommunen agieren im Sinne ihrer hoheitlichen Pflichtaufgabe als Betreiber der Wasserver- und Abwasserentsorgungsinfrastruktur. Die Wasserversorgung der Bevölkerung, der gewerblichen oder sonstigen Einrichtungen, mit ausreichendem und den qualitativen Anforderungen genügendem Trink- und Betriebswasser ist dabei vorwiegend institutionell von der Abwasserentsorgung getrennt und kann entweder selbst durch die Kommune durchgeführt werden oder ist, unter Umständen zeitlich befristet, durch private Drittanbieter zu gewährleisten. Der Anteil an Privatanbietern der Wasserversorgung ist mit 35 % (2012) jedoch eher gering. Der Großteil der kommunalen Wasserversorgung erfolgt mit 65 % (2012) über öffentlich-rechtliche Organisationsformen, insbesondere durch Eigenbetriebe oder Zweckverbände. Gemischtwirtschaftliche Unternehmen sind jedoch keine Seltenheit mehr und auch dem Anteil der privatrechtlichen Eigengesellschaften, z.B. in Form einer Aktiengesellschaft [AG] oder Gesellschaft mit beschränkter Haftung [GmbH] kommt Bedeutung in der Wasserversorgung zu. Gemessen am absoluten Wasseraufkommen dominieren jedoch die privatrechtlichen Anbieter mit 60 % gegenüber den öffentlich-rechtlichen Organisationsformen mit 40 % (2012) (vgl. Libbe et al. 2010: 130; ATT et al. 2015: 31).

Der Anteil privatrechtlicher Unternehmensformen in der Abwasserentsorgung ist ebenso gering. Die operative Beteiligung privatrechtlicher Abwasserentsorgungsunternehmen erfolgt zumeist in Form von Betriebsführungs- und Betreiberverträgen. Der Großteil der Abwasserentsorgung, gewichtet an den angeschlossenen Einwohnern, erfolgt über Anstalten des öffentlichen Rechts, Eigenbetriebe, eigenbetriebsähnliche Einrichtungen oder Regiebetrieben. Der Anteil an Zweckverbänden, Wasser- und Bodenverbänden oder sondergesetzlichen Verbänden liegt bei etwa einem Drittel (vgl. Libbe et al. 2010: 130; ATT et al. 2015: 32). Bei der Abwasserableitung liegt der Anteil der privatrechtlichen Unternehmen, bezogen auf die Einwohner, bei 5 % und bei der Abwasserbehandlung bei 6 %. Grundsätzlich gilt, dass wenige große Anlagen, die von wenigen großen Institutionen betrieben werden, insbesondere in den Ballungsräumen das Abwasser einer großen Anzahl an Einwohnern reinigen (vgl. ATT 2015: 34).

Die bestehende Struktur der deutschen Wasserwirtschaft ist naturgemäß nicht frei vom gegenwärtigen Veränderungsdruck. Die Modernisierungsstrategie für die Deutsche Wasserwirtschaft sieht per Beschluss des Deutschen Bundestages das Ziel der Schaffung von „effizienten, kundenorientierten und wettbewerbsfähigen Dienstleistungsunternehmen der Wasserver- und Abwasserentsorgung“ vor (Deutscher Bundestag 2006: 4). Trotz seiner wettbewerbsrechtlichen Sonderstellung soll der Wassersektor über das Schaffen marktähnlicher Anreize effizientere Strukturen und Verfahren erlangen, z.B. durch den Effizienzdruck und das Kostendeckungsprinzip. Aus

räumlicher Perspektive bedeutet die Modernisierungsstrategie ebenso eine Interkommunalisierung: Interkommunale und überregionale Kooperationen können zu einer organisatorischen Konzentration - ob privat oder öffentlich-rechtlich - führen, sodass größere und leistungsfähigere Unternehmensformen zu Effizienzgewinnen und Größenvorteilen führen können (vgl. Libbe et al. 2010: 131). Gerade im Bereich der Abwasserentsorgung kommen verschiedene organisatorische und intersektorale Kooperationsformen, z.B. in Form von Betriebsführungs- oder Betreibermodellen mit der Energiewirtschaft in Frage.

Veränderungen ergeben sich auch aus der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie [RL 2000/60/EG]. Im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie [WRRL] sind unter der Wassernutzung alle menschlichen Eingriffe verstanden, die signifikante Auswirkungen auf den Wasserzustand haben. Gemeinsam mit europäischen Qualitätsrichtlinien erhöhen sich nicht nur die Anforderungen an die Wasserqualität und nachgeordnet die Investitionsvolumina der Versorgungsunternehmen, sondern auch die Erfordernis über den Nachweis der ökonomischen Effizienz, in der neben den betriebswirtschaftlichen Kosten auch die Umwelt- und Ressourcenkosten Berücksichtigung finden müssen. Kommunales Abwasser ist demzufolge und im Zusammenhang mit der Vorschrift zum verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien nicht mehr nur als zu behandelndes Produkt, sondern als Ressource zur Minimierung von CO₂-Emissionen und Verbesserung der Energieeffizienz zu begreifen. Aus der WRRL ergibt sich also nicht nur ein institutionalisiertes Management der Ressource Wasser, sondern mit dem vorgegebenen Flussgebietsmanagement, welches der WRRL innewohnt, auch ein erweiterter Handlungsspielraum für die kommunale und regionale Planung (vgl. Libbe et al. 2010: 132f.).

II-3.5.5 Zwischenfazit: Raumplanung und wasserinfrastrukturellen Fachplanungen

Die standort- und Leitungsgebundenen Ver- und Entsorgungssysteme in Deutschland weisen eine gewisse Beharrlichkeit auf. Die typischerweise ringförmig, vermascht oder verästelt konzipierte Netzinfrastruktur, wird zumeist im Rahmen der Erschließung von Siedlungsgebieten geplant und ist entsprechend der Siedlungsmorphogenese gewachsen. Durch die weitreichenden Suburbanisierungsprozesse der Nachkriegszeit haben sich die Netzinfrastrukturen im zentralisierten System weit ausgedehnt und damit ebenso an Komplexität gewonnen. Rechtliche und ökologische Anforderungen an technische Systeme ändern sich nur relativ langsam. Die Planungshorizonte von

Wasserinfrastrukturen sind auf mehrere Jahrzehnte, üblicherweise auf 50 bis 100 Jahre, ausgelegt. Diese Beharrlichkeit steht allerdings den zunehmend schnelllebigen globalgesellschaftlichen sowie technischen Entwicklungen gegenüber. Insbesondere aufgrund der demographischen Veränderungen, vornehmlich der negativen Entwicklung der Bedarfsträger in im Schwerpunkt ländlichen Städten und Dörfern, wird in der Fachöffentlichkeit zunehmend eine größere Flexibilität der Systemstrukturen gefordert. Jedoch ist nicht nur das technische System der Abwasserentsorgung komplex, sondern ebenso die rechtlichen, organisatorischen und institutionellen Rahmenbedingungen. Ferner gibt es bislang nur wenige Ansätze, die eine integrierte, gemeinsame und überfachliche Betrachtung aus abwasserinfrastruktureller Fachplanung sowie örtlicher und überörtlicher Gesamtplanung fokussieren.

Die rechtliche Grundlage der Wasserwirtschaft in Deutschland bildet in vorrangiger Form das EU-Recht, durch die EU-Wasserrahmenrichtlinie [RL 2000/60/EG], die EU-Kommunalabwasserrichtlinie [RL 91/271/EWG], die unter anderem auch auf die Möglichkeit einer dezentralen Abwasserentsorgung hinweist sowie die EU-Badegewässer-Richtlinie [RL 2006/7/EG]. Mit dem Wasserhaushaltsgesetz [WHG] besteht auf Bundesebene eine einheitliche rechtliche Rahmgebung als Umsetzung dieser EU-Richtlinien, die die Grundsätze der Abwasserbeseitigung sowie für das Einleiten von Abwasser in Gewässer definiert. Die Mindestanforderungen an die Reinigung kommunaler Abwässer gehen aus der Abwasserverordnung [AbwV] hervor. Auf der Länderebene formulieren die Landeswassergesetze [LWG] die Abwasserbeseitigung als Pflichtaufgabe der Gemeinden (Abwasserbeseitigungspflicht). Dieser Pflicht können sich Gemeinden jedoch entziehen, wenn sie z.B. in Abwasserbeseitigungsplänen, -konzepten oder in Satzungen (gemäß den Gemeindeordnungen [GemO]) festlegen, dass Teile des Gemeindegebietes befristet oder auf Dauer nicht über die öffentliche Kanalisation entwässern. Entsprechend der kommunalen Planungshoheit obliegt die Instandhaltung und der Betrieb der Kanalisation sowie die Abwasserbehandlung in einer Kläranlage den Gemeinden. Über Satzungen werden Regelungen zur Benutzung des Eigentums der Gemeinde sowie ihrer öffentlichen Einrichtungen und Gebühren für deren Benutzung festgesetzt. Dazu gehören ebenso der Anschlusszwang für Grundstücke, z.B. an die Abwasserentsorgung über die öffentliche Kanalisation sowie der Benutzungszwang zugehöriger Einrichtungen im Interesse des Allgemeinwohls. Die (Verbands-)Gemeinden geben, nach den voraussehbaren Bedürfnissen der Gemeinde, die sich aus der beabsichtigten städtebaulichen Entwicklung ergebende Art der Bodennutzung durch die vorbereitende Bauleitplanung vor. Der Bebauungsplan gibt den planungsrechtlichen Maßstab zur

Beurteilung der Zulässigkeit der Errichtung oder Änderung von baulichen Angaben vor und somit auch die Infrastrukturausstattung, z.B. hinsichtlich der Abwasserbeseitigung. Praktisch finden also Flächen für integrierte und gekoppelte Konzepte der Abwasserentsorgung, für die energetische Wiederverwendung von Teilströmen, die Versickerung von Niederschlagswasser, die Abwasserbeseitigung sowie für Hauptabwasserleitungen Darstellungsmöglichkeiten in der Bauleitplanung. Zuletzt bieten vorhabenbezogene Bebauungspläne, städtebauliche Verträge sowie Durchführungsverträge zusätzliche Möglichkeiten für Festsetzungen der Erfordernisse kommunaler Infrastrukturen, z.B. der Abwasserentsorgung. Bei informellen Planungen, z.B. Stadt- oder Quartiersentwicklungskonzepten, ist die Berücksichtigung von integrierten Abwasserentsorgungskonzepten nur selten Gegenstand (vgl. Praxisbeispiel, Abschnitt II-3.4.2). In Deutschland ist der Großteil der Abwasserentsorgung über Anstalten des öffentlichen Rechts, Eigenbetriebe, eigenbetriebsähnliche Einrichtungen oder Regiebetriebe organisiert. Ebenso sind Zweck-, Wasser- oder Bodenverbände keine Seltenheit. Die Modernisierungsstrategie für die Deutsche Wasserwirtschaft sieht auch für die Abwasserentsorgung effizientere Strukturen und Verfahren vor, was ebenso Spielraum für interkommunale und überregionale Kooperationen aufwirft. Im Bereich der Abwasserentsorgung kommen verschiedene organisatorische und intersektorale Kooperationsformen, z.B. in Form von Betriebsführungs- oder Betreibermodellen mit der Energiewirtschaft in Frage. Aus der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie [WRRL] ergibt sich, im Zusammenhang mit der Vorschrift zum verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien, auch ein erweiterter Handlungsspielraum für die kommunale und regionale Planung zum Minimieren von CO₂-Emissionen und zur Verbesserung der Energieeffizienz.

Versteht man Wasserinfrastruktursysteme, als Schnittstelle zwischen der Raumentwicklung und Wassernutzungen, so ist deren effektive Steuerung wesentlich von der Zusammenarbeit der infrastrukturellen Fachplanung, der gesamträumlichen (überörtlichen) sowie der örtlichen Planung abhängig. Die Fachplanung von Abwasserentsorgungssystemen, mitsamt ihren Rechtsgrundlagen, Regelwerken und organisatorischen sowie institutionellen Strukturen, greift auf einen ebenso verbindlichen Orientierungsrahmen zurück, wie die Stadtplanung. Jedoch existiert kein einheitliches, flächendeckendes oder verbindlich-hierarchisches Planungssystem als Orientierungsrahmen für eine gemeinsame effektive Steuerung der gesamträumlichen (überörtlichen) sowie der örtlichen Planung und der abwasserinfrastrukturellen Fachplanung. Gemeinsame Planungen, die das Verhältnis von Infrastruktur und Raumentwicklung aufgreifen, sind primär aufgrund der Multiakteurskonstellation selten.

Sie sollten aber gerade hinsichtlich der Kapitalintensität leitungsgebundener Infrastrukturen und deren Planungen, großer Unsicherheiten der zukünftigen Entwicklung von Siedlungen, gerade ländlicher Räume im demographischen Wandel sowie vor dem Hintergrund ökologischer Faktoren als Standard gelten.

II-3.6 Auswirkungen des demographischen Wandels auf Abwasserinfrastrukturen

In der folgenden problemorientierten Darstellung werden die Zusammenhänge zwischen sinkenden Bevölkerungszahlen und Abwasserentsorgungssystemen zusammengeführt und Konsequenzen dieser in großen Teilen Deutschlands stattfindenden Entwicklung für leitungsgebundene Infrastrukturen, am Beispiel von Abwasserentsorgungssystemen, aufgeführt.

II-3.6.1 Zusammenhang zwischen der Siedlungsstruktur und dem Ausstattungsniveau mit Infrastrukturen

Dass ein Zusammenhang zwischen baulicher bzw. Einwohnerdichte und der Infrastrukturausstattung besteht, ist wissenschaftlich belegt (vgl. z.B. Westphal 2008; Koziol, Walther 2006). Ebenso besteht auch ein differenzierter Zusammenhang zur Siedlungsstruktur und deren strukturprägenden Merkmalen, welche sich auf die jeweilige Nutzungsintensität und Erschließungsform auswirken (vgl. Abschnitt II-3.5.3.3). Unterschiede bestehen nicht nur auf der gesamtstädtischen bzw. gemeindlichen Ebene (vgl. Abschnitt II-1.2.4), sondern es ergeben sich auch Differenzierungen über verschiedene Gebiets- bzw. Quartierstypen hinweg, hier beispielhaft veranschaulicht anhand des geographischen Zentralitätskonzeptes nach BOUSTEDT (ebd. 1953). Entsprechend der in Abbildung II-3-10 veranschaulichten klassischen Lagetypen wird von vier innerstädtischen Ausprägungen der Stadt sowie der Ergänzung des Nahbereichs zur Stadtregion ausgegangen.

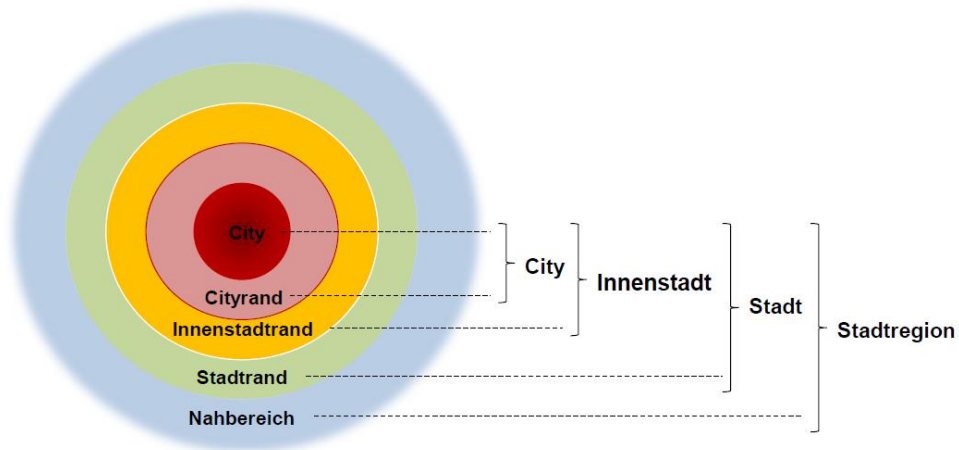


Abb. II-3-10: Lagetypen nach klassischer Zentrenkonzeption
 (Quelle: eigene Darstellung nach BBR 2010)

Das Modell bezieht sich auf die Annahme, dass die Einwohnerdichte vom Zentrum zum Rand der Stadtregion abnimmt (vgl. dazu Abschnitt II-1.2.2) und analog zur abnehmenden Anzahl und Dichte der Bedarfsträger auch das Ausstattungsniveau mit Infrastrukturen sinkt. Damit variieren nicht nur die sozialen und technischen Infrastrukturen in Abhängigkeit von Dichte und Bevölkerung sowie hinsichtlich der historischen Stadtentwicklung, ausgehend vom Kern in das Umland, sondern auch weitere siedlungsstrukturelle Merkmale, wie in Tabelle II-3-2 aufgeführt.

Tab. II-3-2: Unterscheidungskriterien von Siedlungsstrukturtypen in Städten
 (Quelle: Eigene ergänzte Darstellung nach Libbe et al. 2010: 101, Westphal 2008: 53)

Kriterium	Ausprägung
Nutzung	<ul style="list-style-type: none"> - Funktionsmischung - Wohnen - Gewerbe - Potenzialflächen
Städtebauliche Merkmale	<ul style="list-style-type: none"> - Dichte und Bebauung - Größe, Form und Anordnung der Gebäude - Konfiguration von Bebauung und Freiflächen
Erschließungsprinzipien	<ul style="list-style-type: none"> - Anordnung der Leitungstrassen für Wasser und Abwasser - Zentrale oder dezentrale Ausrichtung der Wärmeversorgung

Anhand des Ausprägungskataloges lassen sich also unterhalb der gesamtstädtischen Ebene einzelne Siedlungsstrukturtypen erfassen und präzisieren. Diese Siedlungsstrukturtypen stellen städtische Teilgebiete dar, die „*hinsichtlich Nutzungsart,*

Nutzungsintensität und Bebauungsform weitgehend homogen sind und sich physiognomisch von benachbarten Flächen unterscheiden“ (vgl. Libbe et al. 2010: 102f; Westphal 2008: 53; Siedentop et al. 2006: 16).

Anhand solcher Siedlungsstrukturtypen lassen sich Orientierungen für grundlegende Infrastrukturanforderungen, infrastrukturelle Problem- oder Gunstlagen bzw. sanierte oder unsanierte Bestände mit oder ohne Ausstattungsdefiziten und darauf aufbauend Handlungs- und Anpassungsoptionen abgrenzen. So können sich beispielweise einzelne abwasserinfrastrukturelle Anpassungs- oder Transformationsmaßnahmen entsprechend der baulichen Dichte signifikant unterscheiden, wenn bei Siedlungsstrukturtypen mit überwiegender oder ausschließlicher Wohnnutzung z.B. nach Geschossflächen-dichtewerten [GFD] von 0,15 bei freistehenden Einfamilienhäusern oder GFD von 2,5 bei gründerzeitlicher Blockrandbebauung differenziert werden kann (vgl. Libbe et al. 2010: 103).

So kann der spezifische Erschließungsaufwand, gemessen in Metern pro Einwohner, bei einem einprozentigen Anstieg der Einwohnerdichte um 0,3 - 0,5 % abnehmen. In stärker verdichteten Stadtstrukturtypen, wie man sie bei gründerzeitlicher Blockrandbebauung oder in Plattenbausiedlungen vorfindet, liegt der Erschließungsaufwand bei etwa einem Meter Kanalisation pro Einwohner. Bei gering verdichteten Einfamilienhaussiedlungen hingegen beträgt der Erschließungsaufwand das Zwei- bis Siebenfache und bei ländlichen geprägten dispersen Siedlungsstrukturen sogar bis zum Zehnfachen. Demzufolge besteht auch ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem einwohnerspezifischen Erschließungsaufwand und den Kosten für die Ver- und Entsorgung, z.B. im Abwassersektor. Die Kosten der Abwasserentsorgung sind entsprechend in ländlich geprägten dispersen Siedlungsstrukturen ungleich höher als in stärker verdichteten Siedlungsstrukturtypen, wobei der größte Kostenfaktor mit 65 - 80 % das Leitungs- bzw. Kanalnetz selbst darstellt. Aufgrund des hohen Verlegeaufwandes steigen die Kosten in stark verdichteten Gebieten wieder an, jedoch nicht so stark wie in Gebietstypen geringerer Dichte (vgl. Westphal 2008, nach Libbe et al. 2010: 139).

II-3.6.2 Investitionen in Abwasserinfrastrukturen

Die langfristige Ver- und Entsorgungssicherheit im Wassersektor hängt maßgeblich an kontinuierlichen Investitionen in die Erneuerung und Instandhaltung der Netze. Stetige Investitionen führen jedoch ebenso zu einer Durchmischung des Alters der Ver- und Entsorgungsanlagen und -netze. Allerdings lassen sich durch die Kontinuität plötzliche Investitionsschübe und damit deutliche Entgelterhöhungen vermeiden. Im internationalen

Vergleich ist das deutsche Wasser- und Abwassernetz mit seinen zugehörigen Anlagen in einem grundsätzlich guten Zustand. Die Investitionen in Abwasserinfrastrukturen belaufen sich seit dem Jahr 2010 auf durchschnittlich rund 4 Mrd. € jährlich (vgl. Libbe et al. 2010: 134; ATT 2015: 77). Ausnahmen zum verhältnismäßig guten Zustand der wasserspezifischen Leitungsinfrastrukturen sind jedoch gerade in peripheren ländlichen Räumen möglich.

Bis zum Jahr 2020 besteht im Bereich der kommunalen Abwasserentsorgung in Deutschland ein Investitionsbedarf von 58 Mrd. € (bemessen seit dem Jahr 2006), der zu rund 75 % (44 Mrd. €) auf einen Ersatzbedarf bei Kläranlagen und Kanalnetzen entfällt. Der übrige Erweiterungsbedarf ergab sich aus der Erhöhung des Anschlussgrades an Abwasserbehandlungsanlagen (vgl. Reidenbach et al. 2008). Heute kann jedoch von einem Bundesweit hohen Anschlussgrad der Haushalte an zentrale Abwassersysteme gesprochen werden (vgl. Abschnitt II-3.2.2).

Im europäischen Vergleich liegt Deutschland mit dem Gesamtvolumen an gereinigtem Abwasser nach dem höchsten EU-Standard, entsprechend biologischer Abwasserbehandlungsanlagen der 3. Reinigungsstufe, also mit Nährstoffelimination, auf einer Spitzenposition. Das Abwasser der Haushalte, die nicht an zentrale Abwassersysteme angeschlossen sind, wird zumeist in Kleinkläranlagen aufbereitet (vgl. ATT 2015: 55).

Die betriebswirtschaftlich bedingten Abschreibungszeiträume für die Gebührenkalkulation bzw. das Unterhalten der Netze und Anlagen unterscheidet sich jedoch je nach Region und Einzelfall erheblich von der technisch erreichbaren Nutzungsdauer. Erneuerungsraten zur langfristigen Substanzerhaltung können nicht immer eingehalten werden, zudem unterscheiden sich die Anlagen und Netze teilweise erheblich in ihrer Altersstruktur und der demographisch bedingten Nachfrageentwicklung. Die Wahl von Sanierungs- oder auch Transformationsmaßnahmen der Abwasserinfrastrukturen, aber auch technologische Entwicklungen und Standards schlagen sich signifikant auf die tatsächlich anfallenden Kosten nieder. Kleinere Betriebsformen, insbesondere in ländlich geprägten Regionen, können mitunter erhebliche Probleme hinsichtlich ihrer Investitionsverpflichtung bekommen (vgl. Libbe et al. 2010: 135).

Abwasserbeseitigungsbetriebe in öffentlich-rechtlicher Organisationsform sind als Hoheitsbetriebe von der Körperschafts- und Umsatzsteuer befreit, im Gegensatz zu den in privaten Rechtsformen geführten Unternehmen, die mit den vollen 19 % umsatzsteuerpflichtig sind. Die öffentlich-rechtlichen Unternehmen unterliegen bei der

Kalkulation ihrer Gebühren den Kommunalabgabengesetzen der Länder, die das Kostendeckungsprinzip, unter Berücksichtigung der Sanierungskosten und Refinanzierung der Anlagen verbindlich vorschreiben. Die Gebührenerhebung ist damit gesetzlich geregelt und unterliegt einer parlamentarischen Kontrolle. Die räumlichen und politischen Rahmenbedingungen sind in den Bundesländern jedoch sehr unterschiedlich, was ebenso auf die Gebühren zutrifft. Darüber hinaus gibt es in der kommunalen Praxis durchaus Abweichungen vom Kostendeckungsprinzip, was in den vergangenen Jahren einmal mehr zur Diskussion einer einheitlichen bundesdeutschen Regelung führte. Grundsätzlich kann jedoch festgehalten werden, dass bis zu 80 % der Kosten in der Wasser- und Abwasserwirtschaft durch Fixkosten, insbesondere für den Bau und das Unterhalten des Leitungs- bzw. Kanalnetzes, gebunden werden und zunächst einmal unabhängig von der Durchflussmenge anfallen (vgl. Libbe et al. 2010: 135).

Zusätzlich besteht ein Trend zu weiteren Behandlungsstufen in End-of-pipe Anwendungen wie der Elimination von Mikroschadstoffen, z.B. mit Aktivkohle oder Ozon, die potentiell kostenträchtig sind (vgl. Londong et al. 2011: 153)

Im direkten Zusammenhang zu den Investitionen in kommunale Infrastrukturen stehen Investitionen in Städtebau und in die städtebauliche Erneuerung. Nach REIDENBACH ET AL. sind dabei im Besonderen „kommunale Investitionsmaßnahmen zum Neu- und Umbau sowie zur Sanierung kommunaler Einrichtungen, zur Anpassung der leitungsgebundenen technischen Infrastruktur, zur Verbesserung des öffentlichen Raumes und Wohnumfeldes, im Zusammenhang mit der Beseitigung von Verkehrsproblemen und Umweltbelastungen sowie der Renaturierung von Rückbauflächen“ angesprochen (ebd. 2008: 352).

II-3.6.3 Technisch-betriebliche und ökonomische Konsequenzen des Nachfragerückgangs

Der seit einigen Dekaden rückläufige Wasserverbrauch und die demzufolge auch rückläufigen Volumina der Abwässer, deren Abnahme durch den demographisch bedingten Rückgang an Bedarfsträgern in einigen Regionen Deutschlands verschärft wird, führen vielerorts zu technisch-betrieblichen Schwierigkeiten, wie Unterauslastungen der Netzkapazitäten, verlängerte Verweildauern der Abwässer, erhöhte Sedimentation und Korrosion sowie Geruchsbildung und in der Folge zu erhöhten Ausgaben der Betriebskosten, z.B. durch notwendige Kanalspülungen. Anders als im Bereich der elektrischen Energie, in dem in stetig steigendem Ausmaß neue Geräte, insbesondere im Bereich der Unterhaltungselektronik hinzukommen, steigt die

Anzahl der wasserverbrauchenden Haushaltsgeräte nicht. Seit den 1960er Jahren sind nach der Wasch- und Spülmaschine keine neuen Haushaltsgerätetypen mit Wasserdurchsatz hinzugekommen. Zudem weisen neuere Geräte merklich geringere Wasserverbräuche auf, was insbesondere ökologisch motiviert ist und letzten Endes dazu führt, dass der Wasserverbrauch pro Kopf nicht nur nicht steigt, sondern sinkt (vgl. Libbe et al. 2010: 138; Londong et al. 2011: 153).

Bis zu einem gewissen Punkt (1. Funktionsgrenze) reichen betriebliche Maßnahmen wie Kanalspülungen aus, um die Funktionalität der Abwasserkanäle zu erhalten und das gestörte Abflussverhalten zumindest aus technisch-betrieblicher Sicht zu kompensieren. Das Unterschreiten (sowie das Überschreiten) der 2. Funktionsgrenze, wie in Abbildung II-3-11 veranschaulicht, führt jedoch zum Versagen des Kanalsystems und es werden bauliche Maßnahmen jenseits der Instandhaltung erforderlich (vgl. Koziol, Walter 2006: 261).

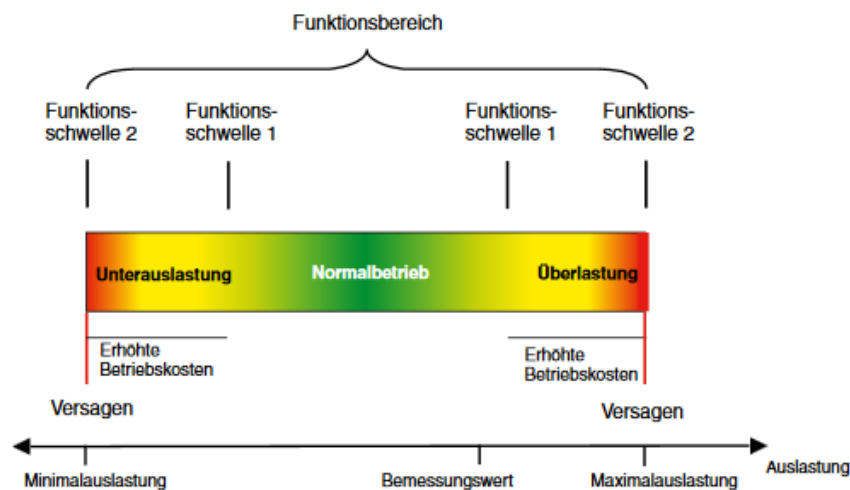


Abb. II-3-11: Auslastung und Funktionsbereiche bei technischen Infrastrukturen
(Quelle: Koziol, Walther 2006: 261)

Bauliche Anpassungsmaßnahmen leitungsgebundener Infrastrukturen sind jedoch nicht kurzfristig, sondern aufgrund der Abschreibungszeiträume nur innerhalb kurzer Gelegenheitsfenster ökonomisch sinnvoll, sodass die Gesamtausgaben durch die Starrheit des Systems nur in unterproportionalem Umfang abgebaut werden können. Folglich führt das erhebliche Abweichen der in der ursprünglichen Planung der Abwasserkanäle bilanzierten Systemauslastung durch den Rückgang der Nachfrager zu immer höheren Pro-Kopf-Kosten (Remanenzkosten). Für die Wasserversorgungs- bzw. Abwasserentsorgungsunternehmen in demographischen Schrumpfungsregionen ergibt sich dadurch die prekäre Situation, dass die Einnahmen durch die Gebührenerhebung

im zeitlichen Verlauf rückläufig sind und zudem die Kosten für den Erhalt und Betrieb der Infrastrukturen nicht kurzfristig reduziert werden können. Teilweise führt dieser Konflikt zu erheblichen wirtschaftlichen Standortnachteilen (vgl. Libbe et al. 2010: 139).

In vielen Fällen kommt es durch die finanzielle Knappheit und den Mangel an (demographischer) Perspektive (vgl. Abschnitt II-2.1.2) zu einer verkürzten Problemlösungsstrategie, in dem Sinne, dass das zentralisierte System - trotz steigender spezifischer Kosten - als alternativlos dargestellt und so die Problemlösung allein auf relativ kurzfristig tragbare Kosten reduziert wird. Eine weitere tatsächlich praktizierte und insbesondere kommunalpolitisch motivierte Möglichkeit des „nicht Hinsehens in Amtsperioden“, gleicht vielmehr einer „Vogel-Strauß-Taktik“ als einer ernstzunehmenden längerfristigen Strategie (vgl. Londong et al. 2011: 153).

II-3.6.4 Ökologische Konsequenzen

Im konventionellen Abwassersystem ist die Rückgewinnung kostbarer Ressourcen bislang nur von geringer Bedeutung. Die Endlichkeit von Ressourcen, wie Phosphor oder fossilen Brennstoffen, erhöhen jedoch den Handlungsdruck Stoffkreisläufe zu schließen. Ferner können immer häufiger notwendig werdende Kanalspülungen nicht als Standard unter dem Nachhaltigkeitsparadigma gelten. Zwar ist das Minimieren von Schadstoffeinträgen aus den Abwässern, wie in konventionellen Systemen vordergründig, ökologisch unabdingbar, jedoch entspricht das Rückgewinnen und das effiziente Nutzen elementarer Ressourcen nicht dem Status Quo der Systeme. Vielmehr wird bei der stofflichen und energetischen Nutzung von Teilströmen des Abwassers erhebliches Potential konstatiert, dessen Nutzung zum Erreichen umweltpolitischer Ziele signifikant beitragen kann (vgl. Rost et al. 2015: 347).

II-3.6.5 Schrumpfsstrategien in Städten unter Berücksichtigung ökonomischer Schwellenwerte technischer Infrastrukturen

Die durch den Bevölkerungsrückgang entstehenden Remanenzkosten technischer Infrastrukturen stellen eine Herausforderung für die Entwicklung vieler vom Bevölkerungsrückgang betroffener Städte dar und machen das Ableiten von schrumpfsorientierten Entwicklungsstrategien unabdingbar. KOZIOL & WALTHER befassten sich in einer Studie mit ökonomischen Schwellenwerten bei der Rücknahme technischer Infrastruktur in der Stadt und bezogen ihre Untersuchungen auf drei Siedlungsstrukturtypen bzw. städtische Quartierstypen der neuen Bundesländer, die im

städtischen Kontext besonders vom Problem des demographischen Rückgangs betroffen sind: die traditionelle Blockstruktur, Zeilenbebauung sowie Plattenbausiedlungen. Ziel der Untersuchungen war es, Schrumpfsstrategien im Sinne einer Gesamtstrategie aus Stadtplanung, Städtebau und den Fachplanungen abzuleiten (vgl. ebd. 2006).

Im Falle der Abwasserinfrastrukturen treten technisch-betriebliche Probleme durch die durch sinkende Nutzerzahlen hervorgerufene Unterlast auf, die zudem entsprechend höhere Pro-Kopf-Kosten nach sich ziehen. Für die gesamtökonomische Betrachtung einer Schrumpfsstrategie müssen allerdings alle Lebenszykluskosten, also Kosten für die Bereitstellung, den Betrieb sowie den Rückbau der Infrastrukturen berücksichtigt werden. Für die Bewertung der abgeleiteten Schrumpfsstrategien müssen also neben den regulären Kosten auch die schrumpfsbedingten Kosten Berücksichtigung finden. Die regulären Kosten bezeichnen die Gesamtheit der Kosten, die unter Normalbedingungen zur Bereitstellung und zum Betrieb der Infrastrukturen anfallen. Die schrumpfsbedingten Kosten bezeichnen alle Kosten, die zusätzlich zu den regulären Kosten in Folge der sinkenden Auslastung bzw. durch betriebstechnische oder bauliche Maßnahmen anfallen (vgl. ebd. 2006: 262).

Bei Abwasserentsorgungssystemen fallen zusätzliche *Sprungkosten* bei der Umsetzung baulicher Maßnahmen zur Wiederherstellung oder Instandhaltung (Beibehaltung der Funktionsfähigkeit) an. Diese Sprungkosten sind somit von den regulären Kosten zu unterscheiden, die durch die standardmäßige Bereitstellung und den Betrieb auf die nutzenden Einwohner gebührenrechtlich umgelegt werden. Bei der Betrachtung von KOZIOL & WALTHER gilt der ökonomische Schwellenwert im Quartier als unterschritten, sobald ein positiver Kostenbeitrag zum Gesamtsystem nicht mehr erfüllt werden kann (vgl. ebd. 2006: 261).

Je nach System, ergeben sich (technische) Funktionsgrenzen in Abhängigkeit der Stofffracht bzw. der zugreifenden Nutzer auf das Abwasserentsorgungssystem. Für die Kostenmodellierung ist somit die Einwohnerzahl des Bezugsraumes und deren Entwicklung von entscheidender Bedeutung.

KOZIOL & WALTHER unterscheiden für die Berechnung/Modellierung der Kosten drei verschiedene Annahmen der Siedlungsentwicklung bzw. der Rückbauaktivität.

1. Disperser Rückbau und Verfall (Liegenlassen)
2. Disperser Rückbau und Erneuerung von Infrastruktur (Liegenlassen)
3. Flächiger Rückbau

Ebenso entscheidend für die vorzeitigen Rückbau- oder Sanierungskosten ist der Restwert der Infrastrukturen. So beträgt der Restwert des Netzes für verdichtete Wohnstrukturen der 70er und 80er Jahre typischerweise 50 % (vgl. ebd. 2006: 263). Werden bei einem dispersen Schrumpfungstrend einzelne sanierungsbedürftige Netzbereiche erneuert, so können zwar die Betriebskosten nahezu stabilisiert werden, es geht jedoch auch ein erheblicher baulicher Aufwand einher, der sich bezüglich der Kosten im Fall nicht abgeschriebener Netze als Sonderabschreibung auf das Altnetz niederschlägt (vgl. ebd. 2006: 264).

Die flächige Rücknahme technischer Infrastrukturen, analog zum Einwohnerrückgang, also der Rückbau einzelner Siedlungsteile senkt die flächenspezifischen Kosten. Die Analyse von KOZIOL & WALTHER verdeutlicht, dass der flächendeckende Rückbau, gegenüber dem partiellen Entdichten bzw. punktuellen Rückbauen als Strategie den größten Kostenvorteil bringt. Voraussetzung ist jedoch, dass durch den Rückbau keine Folgeanpassungen im Netz notwendig werden (vgl. ebd. 2006: 264). Die kumulativen Kosten der Infrastrukturen werden im Vergleich in Abbildung II-3-12 dargestellt.

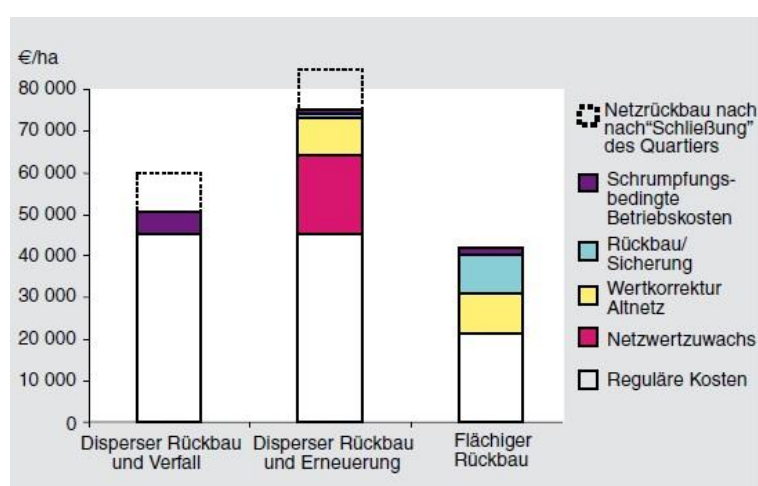


Abb. II-3-12: Vergleich der über 20 Jahre entstehenden kumulativen Kosten am Beispiel Schmutzwasser (Quelle: Koziol, Walther 2006: 265)

Im Vergleich zu den dispersen Rückbaustrategien verursacht die Strategie des flächendeckenden Rückbaus, selbst bei Berücksichtigung des vollständigen Leitungsrückbaus, die geringsten einwohnerbezogenen Kosten in den Untersuchungsräumen (vgl. ebd. 2006: 267). Beim flächendeckenden Rückbau müssen zwar erhebliche schrumpfungsbedingte Kosten berücksichtigt werden, jedoch werden diese durch die erheblichen Einsparungen bei den regulären Netzkosten sogar überkompensiert. Zusätzlich wird durch den flächendeckenden Rückbau ein Anstieg der Betriebskosten begrenzt und dies im gleichen Verhältnis, wie es im Falle der Netzerneuerung der Fall wäre (vgl. ebd. 2006: 264).

Dem flächendeckenden Rückbau gegenüber steht die Strategie der dispersen Schrumpfung. Diese ist mit den höchsten schrumpfungsbedingten Kosten assoziiert. Insbesondere im Falle der Erneuerung von Netzteilen bzw. deren baulicher Umsetzung steigt der Netzwert erheblich. Wie in Abbildung II-3-10 dargestellt, wirkt sich der Verzicht auf die Realisierung baulicher Maßnahmen deutlich positiv auf die Kosten der Netze aus. Die in der Strategie der dispersen Schrumpfung ohne Erneuerung, demnach dem Verfall des Netzes, entstehenden hohen Betriebskosten liegen dabei unterhalb der Kosten für die Erneuerung der Netzstrukturen. Damit bleibt festzuhalten, dass die Gesamtkosten bei flächigem Rückbau in den betrachteten Räumen grundsätzlich sinken. Die Kostensenkung ist dabei insbesondere auf die eingesparten regulären Kosten des Netzbetriebs zurückzuführen. Die Modellrechnung von KOZIOL & WALTHER verdeutlicht, dass die Gesamtkosten stark mit der grundsätzlichen Entwicklungsstrategie zusammenhängen (vgl. ebd. 2006: 266).

Durch den Zusammenhang der Kosten und den nachfragenden Einwohnern der Räume steigen die Kosten bei dispersen Schrumpfungsstrategien exponentiell. Im Falle des Rückbaus, so zeigen die Modellrechnungen, können die Kosten stabilisiert werden. Die flächendeckende Rückbaustrategie verursacht die geringsten einwohnerbezogenen Kosten. Ohne Erneuerung des Netzes tritt die Kostenunterdeckung im Modellquartier bei einem Einwohnerrückgang von 75 % bei nichtabgeschriebenen Netzen und bei abgeschriebenen Netzen bei einem Einwohnerrückgang von 85 % ein. Die Kostenunterdeckung verschiebt sich signifikant, sobald Teile des nicht abgeschriebenen Netzes erneuert werden. In diesem Fall ist bereits bei einem Einwohnerrückgang von 55% von einer Kostenunterdeckung auszugehen. Die im Modellcharakter errechneten Werte der Kosten(unter)deckung stehen im Verhältnis zur gesamtstädtischen Struktur und den spezifischen Dichtewerten.

So kann bereits bei geringfügigem Rückgang der Bevölkerungsdichte einzelner Stadtteile/Quartiere der ökonomische Schwellenwert der Abwasserinfrastrukturen unterschritten werden, was in diesem Fall auf die Disproportion der Bevölkerungsdichte in Relation zu anderen Stadtteilen/Quartieren zurückzuführen ist. Durch entsprechende Nachverdichtung bzw. gezieltes Umzugsmanagement zugunsten der relativ einwohnerschwächeren Stadtteile/Quartiere ist diese Disproportion und somit auch die Kostenunterdeckung jedoch auszubalancieren (vgl. ebd. 2006: 267). Ein solcher Steuerungsmechanismus ist ausschließlich auf Wachstumsregionen anwendbar und nicht auf alle Infrastrukturen, so z.B. nicht auf Straßen übertragbar. Jedoch kann bei leitungsgebundenen Infrastrukturen, die dem Kostendeckungsprinzip unterliegen, von einer Übertragbarkeit ausgegangen werden. So nehmen KOZIOL & WALTHER an, dass

bei einem dispers schrumpfenden Quartier mit moderater Bevölkerungsdichte der ökonomische Schwellenwert der Tragfähigkeit der leitungsgebundenen Infrastrukturen, wie Abwasser, Trinkwasser und Fernwärme, bei einem Bevölkerungsverlust von 75 % liegt. Der ökonomische Schwellenwert liegt jedoch grundsätzlich im Zusammenhang mit der Abschreibung der Infrastrukturen. Sofern die Leitungen bereits abgeschrieben sind, wird die ökonomische Tragfähigkeit erst bei höherem Dichteverlust überschritten. Werden Teile des Netzes aber baulich erneuert, so tritt der Schwellenwert bei diesen Infrastrukturen bereits bei etwa 55 % Einwohnerverlust ein (vgl. Koziol, Walther 2006: 268).

Netze, die für stärker verdichtete Strukturen dimensioniert sind, sind im Vergleich hinsichtlich der Gesamtkosten teurer, als Netze die für weniger stark verdichtete Strukturen, wie z.B. im Ein- und Zweifamilienhausbau errichtet wurden. Jedoch fallen die einwohnerbezogenen Kosten in weniger stark verdichteten Gebieten wesentlich höher aus. KOZIOL & WALTHER nehmen hier den Vergleich an, dass die einwohnerbezogenen Kosten der dünner besiedelten Wohnstrukturen (EFH-ZFH) ohne Leerstand bereits der Höhe der Kosten pro Einwohner eines Plattenbauquartiers mit 55 % Leerstand entsprechen. Die Autoren regen an, den Entleerungszeitraum eines Quartiers im Falle eines geplanten Rückbaus zu verkürzen, um die Kosten zusätzlich zu reduzieren. Insbesondere im Falle des Rückbaus nicht abgeschriebener Netze reduzieren sich damit neben den Betriebskosten auch die Kapitalkosten (Zinsanteil) (vgl. Koziol, Walther 2006: 268).

Die getroffenen Aussagen wurden für die Typen der verdichteten Strukturen angewendet und im Verhältnis zum Referenztyp der Ein- bis Zweifamilienhäuser betrachtet. Eine Übertragung der Aussagen auf den Referenztyp ist jedoch nicht ohne weiteres möglich. Grund hierfür sind potenziell abweichende Kostenverläufe (vgl. Koziol, Walther 2006: 269).

Grundsätzlich ist der Schwellenwert von der gesamtstädtischen Struktur abhängig, sodass dünner besiedelte Quartiere von stärker verdichteten Quartieren bis zum Schwellenwert (etwa 75 %) quersubventioniert werden können. Ferner steht der Schwellenwert in Abhängigkeit zur Preis- und Gebührenpolitik sowie zum Netzalter. Trotzdem, so halten die Autoren fest, ist der Erhalt der baulichen Dichte vorrangiges Ziel bei der Siedlungsentwicklung, um die einwohnerspezifischen Infrastrukturkosten möglichst gering zu halten. Der Rückbau der städtischen Strukturen, somit der Infrastrukturen sowie des Gebäudebestands, sollte somit flächendeckend und logischerweise vom Netzende her erfolgen (vgl. Koziol, Walther 2006: 269). KOZIOL & WALTHER (2006) weisen ausdrücklich auf die Notwendigkeit der örtlichen

Gesamtplanung hin, die alle Netz- und Siedlungsteile mit unterschiedlichen Netzaltern und Bevölkerungsdichten berücksichtigt. Nur mit der gesamtstädtischen Betrachtung ist die längerfristige Sicherstellung des Infrastrukturangebots zu gewährleisten. Die Schrumpfsstrategie der Siedlung sollte mehrdimensional eruiert werden. Neben der Leerstandsentwicklung und somit immobilienwirtschaftlicher bzw. demographischer Fragestellungen, sollten vor allem die Kostenfaktoren der Infrastrukturbereitstellung vorrangig betrachtet werden. Bei der geplanten Schrumpfung und deren Umsetzung ist die Beschleunigung, etwa durch Anreize, vorteilhaft für die Kostenentwicklung der Infrastrukturen. So bringt eine schnellere Entleerung der Quartiere Kostenvorteile hinsichtlich der Betriebskosten und bei nicht abgeschriebenen Netzen Vorteile hinsichtlich der Kapitalkosten (vgl. ebd. 2006: 269).

Die strategische Schrumpfung von Siedlungen ist als Schrumpfung*prozess* zu verstehen, bei dem fortlaufende Anpassungen im Sinne von Flexibilisierungen der Netzstrukturen vorgenommen werden sollten. Somit ist der Schrumpfung*prozess* als fortlaufende Entwicklung, weg von zentralisierten Systemen, zu verstehen, bei dem sukzessive flexible Systemlösungen baulich umgesetzt werden können. Hierbei sollten aber Folgekosten für die verbleibenden Infrastrukturen durch den flächigen Rückbau vermieden werden.

II-3.6.6 Zwischenfazit: Auswirkungen des demographischen Wandels auf Abwasserentsorgungssysteme

Zwischen der Struktur einer Siedlung, d.h. der Komposition ihrer strukturprägenden Merkmale sowie ihrer baulichen und Einwohnerdichte besteht ein grundsätzlicher Zusammenhang, der sich auch auf die Nutzungsintensität und Erschließungsform auswirkt. So können sich auch unterhalb der Ebene von Städten und Dörfern signifikante Unterschiede, z.B. in der Bevölkerungs- und Bebauungsdichte, Funktionsmischung, der Größe, Form und Anordnung der Gebäude oder der Leitungstrassen von Abwassersystemen ergeben.

Entlang solcher siedlungsstrukturellen Unterscheidungskriterien lassen sich Siedlungsstrukturtypen abgrenzen, die innerhalb ihrer Nutzungsart, Nutzungsintensität und Bebauungsform weitgehend homogen sind und sich dem entsprechend physiognomisch von benachbarten Flächen unterscheiden. Darüber lassen sich grundlegende Anforderungen, Problem- oder Gunstlagen bzw. sanierte und unsanierte Bestände und darauf aufbauend Handlungsoptionen abgrenzen. In Abhängigkeit der Bevölkerungsdichte kann sich der Erschließungsaufwand erheblich unterscheiden. So ist

z.B. bei Plattenbauten von einem Erschließungsaufwand von etwa 1m/Einwohner auszugehen, während er bei gering verdichteten EFH-Siedlungen gerade ländlicher Räume das Zehnfache betragen kann. Aufgrund der hohen Fixkosten des Kanalnetzes sind die Kosten der Abwasserentsorgung in dispersen ländlichen Räumen somit ungleich höher. Gleichzeitig sind kontinuierliche Investitionen in die Instandhaltung, die Sanierung und den Betrieb der Systeme notwendig, um hohe Entgelterhöhungen zu vermeiden. Erneuerungsraten zur langfristigen Substanzerhaltung können aber nicht immer eingehalten werden und die Anlagen und Netze unterscheiden sich teilweise erheblich in ihrem Baualter sowie der demographisch bedingten Nachfrageentwicklung.

Gerade in ländlichen Gemeinden mit disperser Siedlungsstruktur können so erhebliche Probleme hinsichtlich der Investitionsverpflichtung aufkommen. In direktem Zusammenhang mit Investitionen in die kommunalen Abwasserentsorgungssysteme stehen Investitionen in den Neu- und Umbau sowie die Sanierung kommunaler Einrichtungen, in die Verbesserung des öffentlichen Raumes, des Wohnumfeldes, die Beseitigung von Verkehrsproblemen, Umweltbelastungen sowie die Renaturierung von Rückbauflächen. Durch den Rückgang von Bedarfsträgern wird nicht nur das Problem sinkender Beitragspflichtiger und somit der Remanenzkosten verschärft, sondern ebenso jenes der rückläufigen Abwasservolumina. Die Unterauslastung der Netzkapazitäten führt so zu technisch-betrieblichen Schwierigkeiten, durch die verlängerte Verweildauer der Abwässer, erhöhte Sedimentation und Korrosion sowie Geruchsbildung und damit zu erhöhten Betriebskosten und ökologischen Konsequenzen durch häufiger notwendige Kanalspülungen beim Unterschreiten der ersten Funktionsgrenze. Das Unterschreiten der 2. Funktionsgrenze macht bauliche Anpassungsmaßnahmen notwendig. Durch die langen Abschreibungszeiträume von Abwasserentsorgungssystemen sind bauliche Anpassungsmaßnahmen nur innerhalb relativ kurzer Gelegenheitsfenster ökonomisch sinnvoll. Viele ländliche Gemeinden stehen daher in dem Konflikt, dass sich die Kosten für den Erhalt und Betrieb der Abwasserentsorgungssysteme erhöhen, nicht kurzfristig gesenkt werden können und zudem die Einnahmen über die Abwassergebühren durch den Rückgang der Bedarfsträger sinken. Diese durch den Bevölkerungsrückgang entstehende Kostenremanenz stellt eine Herausforderung für die Entwicklung vieler vom Bevölkerungsrückgang betroffener Städte dar und macht das Ableiten von intersektoralen schrumpfungorientierten Entwicklungsstrategien unabdingbar. Bei der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung einer schrumpfungorientierten Stadtentwicklung müssen alle Lebenszykluskosten, d.h. Kosten für die Bereitstellung, den Betrieb, ggfs. die Sanierung sowie den Rückbau der Infrastrukturen berücksichtigt werden.

Werden bei einer dispersen Rückbaustrategie einzelne Haltungen, z.B. mit reduzierter Nennweite erneuert, so können zwar die Betriebskosten nahezu stabilisiert werden, jedoch treten folglich Sprungkosten als Sonderabschreibungen auf und der Netzwert wird erhöht. Der flächig angestrebte Rückbau der Haltungen bzw. einzelner Stadtteile senkt die flächenspezifischen Kosten. Die Rückbaukosten wiederum sind ebenso maßgeblich abhängig vom Restwert der Infrastrukturen. Hinsichtlich des Zeitpunktes richtet sich der flächenmäßige Rückbau nach der technischen Funktionsgrenze und damit nach der Entwicklung der Bedarfsträger und anfallenden Abwasservolumina. Sofern keine baulichen Folgenpassungen im Gesamtsystem der Abwasserentsorgung notwendig werden, bringt der flächige Rückbau den größten Kostenvorteil, selbst unter Rücknahme der abwassertechnischen Erschließung. In dünner besiedelten Strukturen, z.B. in EFH- und ZFH-Bauweise sind die einwohnerbezogenen Kosten erheblich höher, wodurch im Falle eines avisierten flächenmäßigen Rückbaus der Entleerungszeitraum des Siedlungsteils möglichst geringgehalten werden sollte. Auch vor dem Hintergrund, dass im Falle nichtabgeschriebener Netzteil, neben den Betriebskosten auch die Kapitalkosten sinken. Grundsätzlich stehen Schrumpfsstrategien aber immer im Verhältnis der spezifischen Beschaffenheit des Systems. So können die verschiedenen Kosten in Abhängigkeit der Systemkonzeption und der Kanalalter erheblich abweichen, was die Notwendigkeit einer gesamtstädtischen (oder gesamtdörflichen) Betrachtung nach sich zieht.

Kommunales Abwasser enthält kostbare endliche Ressourcen, deren Rückgewinnung im konventionellen Entsorgungssystem nicht primär fokussiert wird. Vielmehr ist das Minimieren von Schadstoffeinträgen in den Wasserkreislauf vordergründig. Der stofflichen und energetischen Wiederverwertung und Verwendung von Teilströmen kommunalen Abwassers und dem Schließen von Stoffkreisläufen wohnt jedoch erhebliches Potential inne, dessen Nutzung zum Erreichen umweltpolitischer Ziele signifikant beitragen kann.

III - Methodik

Der Abschnitt III - Methodik beinhaltet die methodische Grundlagendarstellung und Operationalisierung der in dieser Arbeit verfolgten kleinräumigen, szenariobasierten Analyse¹⁰¹ der Strukturen im stadtplanerischen und abwasserinfrastrukturellen Sinne, aus der Möglichkeiten einer kommunalen Schrumpfung eruiert werden sollen.

Ausgangsbasis für die methodische Beschreibung dieser Arbeit ist die Definition verwendeter Grundlagen und Begriffe. Für die Diskussion und Definition der benötigten Bezugsebene ist die Beschreibung des Datenbedarfs ein wesentlicher Faktor.

Wie in Abschnitt II-3.6.3 erläutert, ergeben sich zeitliche Gelegenheitsfenster aufgrund der langen Abschreibungszeiträume von Abwasserinfrastrukturen über mehrere Jahrzehnte nur selten. Daher ist es wichtig, solche Zeitkorridore, z.B. bei ohnehin anstehenden Sanierungsintervallen der Abwasserinfrastrukturen, zu nutzen. Die Flexibilisierung der Infrastrukturen sollte daher längerfristig als integrierter strategischer Ansatz geplant werden. Das integrierte Vorgehen verlangt dabei eine umfassende Diagnose der räumlichen, baulich-strukturellen und (sozio-) demographischen Gegebenheiten als Ist-Zustand, auf dessen Basis die räumliche Bezugsebene der Transformation definiert werden kann. Basierend auf der räumlichen Ausgangssituation werden Szenarien mithilfe verschiedener Instrumente und Techniken zur Analyse potenzieller Entwicklungen erstellt und verglichen.

¹⁰¹ Die in Abschnitt III erläuterten methodischen Grundlagen wurden zu großen Teilen im Rahmen des BMBF-Verbundprojektes SinOptiKom erarbeitet und sind somit keine eigenständige Forschungsleistung des Autors im Rahmen dieser Dissertation. Die methodischen Grundlagen der Szenarien zur Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung sowie die Erstellung dieser Szenarien wurden im Rahmen des BMBF-Verbundprojektes SinOptiKom maßgeblich durch den Autor dieser Dissertation bearbeitet und sind in Teilen in das Kapitel 2.2.2 des Abschlussberichts zum Projekt SinOptiKom (2016c) eingeflossen.

III-1 Definition von Grundbegriffen der Szenario-Methode

In der Basisliteratur werden über unterschiedliche Fachdisziplinen hinweg Aussagen zu den für das Themenfeld der Zukunftsforschung relevanten Grundbegriffen geliefert. Im Folgenden sollen relevante Begriffe der Szenario-Technik erläutert werden, um die definitorische Ausgangslage für die in dieser Arbeit verwendeten Methoden zu schaffen.

Gemeinhin kann postuliert werden, dass die Zukunftsforschung *prospektives Wissen* generiert und damit die Grundlage für die Beurteilung, Meinungs- und Entscheidungsfindung möglicher Zukünfte bildet. Im wissenschaftlichen Kontext liegt jedoch ein Problem in der Validität des erkenntnistheoretischen Gewinns (vgl. Grunwald 2007: 54). So muss bei zukünftigem Wissen die Differenzierung zwischen wohlbegründeter Erwartungspräferenz zur unwissenschaftlichen Prophezeiung (vgl. Steinmüller 1997: 17) bzw. zwischen Wissen und bloßem Meinen gewahrt bleiben. Eine zentrale Aufgabe der Zukunftsforschung ist es somit, *prospektives Wissen* unter wissenschaftlichen Bedingungen zu systematisieren (vgl. Grunwald 2007: 54).

Eine für diese Arbeit relevante Unterscheidung liegt damit zunächst in der Gegenüberstellung des Begriffspaares *Diagnose* und *Prognose*. Während bei der Diagnose eine konkrete Situation im deskriptiven Sinne im Mittelpunkt steht, ist die Prognose auf die Zukunft ausgerichtet. Der Begriff Prognose wird dabei oftmals mit Projektion oder Projizierung, Vorhersage und Vorausschätzung synonym verwendet (vgl. Wille 1970: 80). GRUNWALD (2007) verweist ebenso auf die Zukunftsbezogenheit des Begriffs Prognose, hebt jedoch die Wichtigkeit der empirischen Begründung der Aussage oder mehrerer Aussagen über die Zukunft hervor. Der Prognose liegt somit grundsätzlich eine wissenschaftliche Fundierung zugrunde (vgl. ebd. 2007: 56). Darüber hinaus werden Prognosen in den Zusammenhang eines theoretischen Bezuges gesetzt, sodass die Aussagekraft von Prognosen über Prämissen sichergestellt wird (vgl. Böning-Spohr 1999: 3, Grunwald 2007: 56, Steinmüller 1997: 6). Prognosen erlangen damit nur in Verbindung mit *ceteris-paribus*-Bedingungen eine wissenschaftliche Gültigkeit (vgl. Grunwald 2002). Aussagen über die Zukunft, die eine empirische Fundierung vermissen lassen, können demgegenüber als irrationale Prophetien eingeordnet werden. Prognosen werden somit als „*Aussagen über erwartbare zukünftige Entwicklungen*“ beschrieben, die auf eine insbesondere quantitative Wissensbasis gestützt sind (vgl. Grunwald 2007: 56; Kosow, Gaßner 2008: 11).

Die als Prognosen definierten „*statistischen Extrapolationen gegenwärtiger und vergangener Trends*“ (Grunwald 2002: 181) unterscheiden sich wiederum von den für diese Arbeit relevanten Szenarien, obgleich einige Autoren die Begriffe Prognose und Szenario laut KOSOW, GAßNER gleichsetzen (vgl. ebd. 2008: 11).

Zweifelsohne weisen Prognosen und Szenarien Gemeinsamkeiten auf. In dieser Arbeit werden die Begriffe und als logische Konsequenz auch ihre methodischen Grundlagen differenziert behandelt, wie es die einschlägige fachliche Sichtweise aus gutem Grund vorgibt (vgl. Grunwald 2007: 57; Heinecke, Schwager 1995: 3).

III-1.1 Definition des Szenariobegriffs

Um mit der Szenario-Technik und deren Anforderungen arbeiten zu können, soll nachfolgend der Begriff des Szenarios, der in verschiedenen Fachdisziplinen (Unternehmensplanung, Volkswirtschaftslehre, Technikfolgenabschätzung, Entwicklungspolitik, Regional- und Stadtplanung, u.a.) Anwendung findet, definiert werden. Bei Szenarien handelt es sich um „*alternative plausible und konsistente Zukunftsbilder [...], die aus in sich stimmigen, logischen zusammenpassenden Prämissen(-bündeln) bestehen sowie die Beschreibung der Entwicklungspfade einer möglichen Zukunftssituation aus der gegenwärtigen Struktur heraus, die zu diesen Zukunftsbildern hinführt*“ (Heinecke und Schwager 1995; vgl. auch Kahn, Wiener 1967: 6). Im Gegensatz zu Prognosen liefern Szenarien in sich stimmige Bilder, wie die Zukunft aussehen könnte, ohne dabei eine Wertung bezüglich der Wahrscheinlichkeit des Eintretens abzugeben. Daher ist es im Umgang mit Szenarien besonders wichtig, dass sie systematisch und nachvollziehbar erstellt werden, um realistische Ergebnisse und Entwicklungsverläufe für die Zukunft zu erhalten (vgl. Heinecke und Schwager 1995; Grunwald 2007: 60; SinOptiKom 2016: 38). Die Szenario-Technik, auch als Szenarioanalyse bezeichnet, ist somit eine Planungsmethode, bei der es möglich ist, unterschiedliche Ansätze der Zukunftsforschung miteinander zu kombinieren.

III-1.2 Geltung in der Zukunftsforschung und Szenario-Methode

Die Zukunftsforschung wird traditionell mit großen Unwägbarkeiten konfrontiert. Skeptische Positionen reduzieren mitunter das Generieren von Folgenwissen als Frühwarnung auf das „*Prozessieren von Nichtwissen*“ (vgl. Bechmann 1994, Grunwald 2007: 55).

Faktisch lassen sich zukünftige Sachverhalte und Abfolgen auch nicht logisch-rational aus dem gegenwärtigen Wissen ableiten und voraussagen, vielmehr können Aussagen über die Wahrscheinlichkeit bzw. Erwartbarkeit zukünftiger Situationen und Verläufe getätigt werden. Laut WEYER (1994) werden in der Technikfolgenabschätzung [TA] laufend Zukunftsstudien angefertigt, deren theoretische Unmöglichkeit gleichzeitig nachgewiesen werde. Hier erfolgt oftmals der Vergleich mit früheren nicht eingetroffenen Prognosen, insbesondere in der technischen Entwicklung, der vorschnell über die TA als in der Gänze aussichtslos generalisiert wird (vgl. ebd. 1994; Grunwald 2007: 55).

Als Alternative zum abstrakten Begriff der „wahrscheinlichen Zukunft“ wird sich oftmals des Begriffs *Szenario* bedient, der, anders als die oftmals eindimensionalen Prognosen, mit mehrdimensionalen Optionen und Alternativszenarien operiert (vgl. Steinmüller 1997: 50). Aussagen über Folgenwissen werden daher also nicht als „die eine erwartbare Zukunft“, sondern als übergreifende, ggfs. kontroverse und umstrittene Zukünfte formuliert, in denen mögliche Risiken *ex ante* erkannt werden können (vgl. Grunwald 2007: 55). GRUNWALD (2007) hebt dabei hervor, dass diese durch Sprache oder in einigen Fachdisziplinen (Architektur, Raumplanung) auch verbildlichten Zukünfte immer ein Produkt aus der Gegenwart bleiben und somit nur als alternative Entwicklungsmöglichkeiten, wie wir uns die Zukünfte aus der Gegenwart vorstellen, kommuniziert werden können. GRUNWALD (2007) postuliert damit, dass die obgleich wissenschaftlich fundierte Vorausschau grundsätzlich im Sinne der „*gegenwärtigen Zukünfte*“ zu behandeln ist und dem Betrachter die „*zukünftige Gegenwart*“ stets unzugänglich bleibt (ebd. 2007: 58). Im Besonderen trifft diese Immanenz der „*gegenwärtigen Zukunft*“ auf quantitativ fundierte Extrapolationen zu. Die, z.B. in Bevölkerungsprognosen, Wetterberichten oder Aussichten auf das Wirtschaftswachstum, getroffenen *ceteris-paribus*-Annahmen verdeutlichen, dass jene generierten „*gegenwärtigen Zukünfte*“ nur dann eintreten, wenn alle getroffenen theoretischen Annahmen zutreffen. Um jedoch zur Orientierung bei Planungs- und Entscheidungsprozessen beizutragen, soll das Folgenwissen *a priori* des Eintretens der Folgen analysiert und ausgewertet werden. Somit muss die *Geltung* des Folgenwissens, das unter den gegenwärtigen Prämissen getroffen wird, bis zur Widerlegung anerkannt werden. Das Prädikat *Geltung* wird in der Zukunftsforschung also *ex ante* getroffen und kann nur als „bis auf Weiteres“ bestehen (vgl. Grunwald 2007: 59; Steinmüller 1997: 97). Die mit der Szenario-Technik erstellten Zukunftsbilder können damit nur einen indikativen Charakter aufweisen. Aus Gründen der Handhabbarkeit wird sich zudem oftmals nur auf drei bis fünf Szenarien beschränkt (vgl. Braun et al. 2005: 33).

III-1.3 Vorteile der Szenario-Methode

Es besteht in der Zukunftsforschung keine einheitliche Typologie von Szenarien, jedoch werden nach WILSON (1978) mehrere Haupteigenschaften herausgestellt. Gegenüber den, z.B. auf statistischen Größen, basierenden Prognosen haben Szenarien den entscheidenden Vorteil, dass sie nicht nur auf quantitativen Daten fundierte Extrapolationen darstellen, sondern zusätzlich durch qualitative Rahmungen zu einer detaillierten Gesamtdarstellung vereint werden. Dabei sind die getroffenen Annahmen hypothetisch und holistisch, d.h. sie beziehen einen Kontext mit ein und kreieren damit ein konsistentes Zukunftsbild (vgl. Steinmüller 1997: 52). Ferner wird der Analytiker methodisch gezwungen, sich mit einzelnen Schlüsselfaktoren und deren Wechselwirkungen auseinanderzusetzen. Durch die Analyse der Systemdynamik können somit auch Störfaktoren in die Analyse einfließen und deren Wirkung eruiert werden (vgl. Steinmüller 1997: 58). Der Szenario-Ansatz ist somit ein Instrument, das in der Planung Anwendung finden kann, wobei verschiedene Methoden, z.B. Delphi-Befragungen oder Prognosen miteinander kombiniert werden können. Damit ist das Forschungsdesign verhältnismäßig flexibel und kann leicht an die gestellten Forschungsfragen angepasst werden (vgl. Steinmüller 1997: 59). Die Ziele und Funktionen von Szenarien sind dabei unterschiedlich. Grundsätzlich wird eine Situation der Zukunft entwickelt, in der verschiedene Trends aufgenommen werden, um eine Zukunft aus der Gegenwartsperspektive zu systematisieren und schrittweise aufzuzeigen. Die daraus gewonnen Erkenntnisse können genutzt werden, um verschiedene mögliche Szenarien einander gegenüber zu stellen und zu vergleichen. Die entstandenen Zukunftssituationen können zudem nach Bedarf visualisiert werden und dienen somit als Kommunikationsgrundlage. Darauf aufbauend, können Strategien zum Umgang mit möglichen Zukünften, z.B. im Kontext der Siedlungsentwicklung und Infrastrukturtransformation, abgeleitet werden (vgl. Braun et al. 2005: 31f.; Grunwald 2007: 56; Heinecke, Schwager 1995: 6; Kosow, Gaßner 2008: 10; Siedentop, Gornig, Weis 2011: 2f.; SinOptiKom 2016: 38; Steinmüller 1997: 55).

Als genuine Verbildlichung der Szenario-Technik, welche die Offenheit gegenwärtiger Zukünfte aufgreift, dient der Szenariotrichter (vgl. Abbildung III-1-1). Das Aufspreizen des Trichters verdeutlicht damit nicht nur die Möglichkeiten zukünftiger Entwicklungen und deren Multiplizität, sondern auch die Grenzen des Untersuchungsraumes.

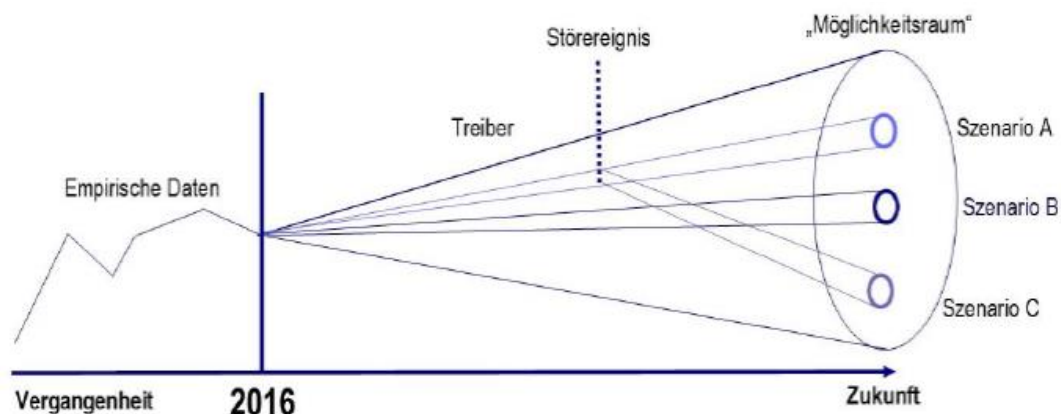


Abb. III-1-1: Der Szenariotrichter (Quelle: Hoek 2016 nach v. Reibnitz 1992; Kosow, Gaßner 2008: 13)

Insgesamt lassen sich Szenarien nach KOSOW, GAßNER (2008) in vier idealtypische Dimensionen einteilen (vgl. ebd. 2008: 14).

1. Wissensfunktion

Bei der Szenarioerstellung muss das gegenwärtige Wissen reflektiert werden, um plausible Grundannahmen für zukünftige Entwicklungen aufstellen zu können. Außerdem erfolgt eine Fokussierung auf mögliche Schlüsselfaktoren, deren Ausprägungen, Entwicklungswege sowie ihre Wechselwirkungen untereinander. In erster Linie wird also ein Systemverständnis generiert und strukturiert (vgl. Braun et al. 2005: 33; Kosow, Gaßner 2008: 14; Steinmüller 1997: 57; SinOptiKom 2016: 39). Das Systemverständnis und das generierte Wissen beinhaltet dabei ebenso den Umgang mit Unsicherheiten, der Komplexität und den sich daraus ergebenden Abstraktionen (vgl. Braun et al. 2005: 33; Greeuw et al. 2000: 9). Szenarien verhelfen, die Auseinandersetzung, über konventionelle Denkmuster hinweg, zu Alternativen zu erweitern (vgl. Greeuw et al. 2000: 7). Vor diesem Hintergrund erhält die Wissensfunktion damit besondere Relevanz für diese Arbeit: Nach TEGART, JOHNSTON (2004) ermöglichen Szenarien das Synthetisieren von Transformationsleistungen *ex ante* in einem Zukunftsraum (vgl. ebd. 2004: 35; Kosow, Gaßner 2008: 15).

2. Kommunikationsfunktion

Eine im Vergleich zur Wissensfunktion nicht minder hohe Relevanz hat die Kommunikationsfunktion von Szenarien, die auf mehreren Ebenen stattfinden kann.

Einerseits können Szenarien im Rahmen eines kommunikativen Prozesses, z.B. durch Akteure unterschiedlicher Fachdisziplinen, generiert werden und zum erweiterten Verständnis der spezifischen Sichtweisen der Fachdisziplinen zu einem Problemkomplex oder zur Diskursführung, Kooperation und Vernetzung der Akteure beitragen (vgl. Gaßner, Steinmüller 2006: 134; Kosow, Gaßner 2008: 15; Braun et al 2005: 12; SinOptiKom 2016: 39). Dieser Aspekt ist vor dem Hintergrund der in dieser Arbeit behandelten interdisziplinären Problemstellung in dem Sinne hervorzuheben, dass die Akteure der verschiedenen Fachdisziplinen der Forschung, z.B. Bauingenieure der Siedlungswasserwirtschaft, Raum- und Umweltplaner und/oder Geographen sowie der Praxis, z.B. kommunale Entscheidungsträger aus Politik und Abwasserwirtschaft, über das gemeinsame Erstellen der Szenarien eine methodische Basis zur Iteration vorfinden. Durch diese Basis, die im Prozess der Problemlösung wie ein roter Faden fungieren kann, ergeben sich kommunikative Möglichkeiten der Auseinandersetzung, die im konventionellen Planungsprozess von Infrastruktur- und Siedlungsentwicklung nicht vorgesehen sind.

Zum anderen ist der Einsatz von Szenarien sinnvoll, um über komplexe Problemstellungen anschaulich und ggfs. sogar visuell nach außen zu kommunizieren und zu informieren und somit das Verständnis zum Problemkomplex, dessen Schlüsselfaktoren und deren Wechselwirkungen sowie mögliche Lösungsstrategien zu erweitern (vgl. Kosow, Gaßner 2008: 15).

3. Zielbildungsfunktion

Die Erstellung von Szenarien kann zur Entwicklung und Konkretisierung von Zielvorstellungen beitragen. So können normative Wunschbilder der Zukunft kommuniziert und entwickelt bzw. hinsichtlich ihrer Wünschbarkeit untersucht werden. Diese klassische, gemeinhin als "backcasting" bekannte Methode (vgl. Kosow, Gaßner 2008: 15) findet in dieser Arbeit jedoch keine weitere Beachtung. Insbesondere wird hier auf die Gefahr hingewiesen, dass Szenarien im Allgemeinen und normative Wunschbilder im Besonderen als die einzigen Zukünfte oder auch nur als „wahrscheinlichstes Szenario“ antizipiert werden könnten, wovon mit wissenschaftlichem Anspruch klar Abstand genommen werden muss (vgl. Abschnitt III-1.2) (vgl. Braun et al 2005: 31; SinOptiKom 2016: 39).

4. Entscheidungsfindungs- und Strategiebildungsfunktion

Szenarien werden in der strategischen Planung als Instrumente der Entscheidungsfindungs- und Strategiebildungsfunktion eingesetzt. Neben dem Darstellen von Indikatoren, Systemzusammenhängen und Grenzen werden Handlungsoptionen aufgezeigt. Mit der Szenariotechnik wird ein komplexes Wirkungsgefüge somit *dekomponiert* und in eine neue Ordnung gebracht. Dadurch kann dessen Entstehung schrittweise nachvollzogen und unter Einflussnahme, z.B. durch ein Störereignis zu alternativen Zukünften verändert werden. Szenarien bieten somit Orientierungspunkte für die involvierten Akteure und ermöglichen so die Untersuchung und Bewertung von Entscheidungen, Maßnahmen und Strategien (vgl. Braun et al. 2005: 34; Heinecke, Schwager 1995: 16; Kosow, Gaßner 2008: 16; SinOptiKom 2016: 39). Durch die Möglichkeit Szenarien durch unterschiedliche Medien, sowohl qualitativ als auch quantitativ darzustellen, ergeben sich vielfältige Möglichkeiten der Analyse. So können, wie im Schwerpunkt dieser Arbeit, Entscheidungen auf ihre Robustheit, Tragfähigkeit und Effizienz bildlich-visuell dargestellt und analysiert werden (vgl. Kosow, Gaßner 2008: 16). Im raumplanerischen Kontext können mit Hilfe von Szenarien Leitbilder der strukturellen Schrumpfung ländlicher Siedlungen erstellt werden.



Abb. III-1-2: Vier idealtypische Funktionen von Szenarien (Quelle: Eigene Darstellung)

III-2. Operationalisierung der Szenario-Methode

Aufgrund der Vielzahl an Möglichkeiten, die die Szenario-Technik bietet, gibt es auch unterschiedliche Verfahren zur Erstellung der Szenarien. Diese besitzen ihre jeweils spezifischen Vor- und Nachteile bzw. je nach Anforderung unterschiedliche Komplexitätsgrade sowie Anforderungen und Schrittfolgen (vgl. Kosow, Gaßner 2008: 18; Richter 2013).

III-2.1 Zukunftsforschung und Szenarien

Die Szenario-Technik umfasst somit mehrere Methoden zur Szenarioentwicklung und kann folglich nicht als eine fest definierte Methode angesehen werden. Szenario-Ansätze können dabei als komplexe Methode gelten, die immer aus mehreren methodischen Schritten oder Phasen besteht (vgl. Heinecke, Schwager 1995: Kosow, Gaßner 2008: 18; Steinmüller 1997: 50). Gründe hierfür sind die zunehmende Verbreitung von Szenarien in unterschiedlichen Anwendungsfeldern, wie z. B. der Stadt- und Raumplanung, der Unternehmensplanung, der Politik, Forschung oder Beratung, aber auch die große Bandbreite an Zielen und Funktionen, die die Szenario-Technik erfüllen soll und an denen die Methodik ständig wächst (SinOptiKom 2016: 40).

Die in dieser Arbeit verwendete Methode bezieht sich auf einen sowohl *induktiven* (Verknüpfung von Faktoren und Trends) als auch *explorativen* (Szenariotechnik und Wechselwirkungsszenarien) Ansatz, der im kontinentaleuropäischen Raum weit verbreitet ist (vgl. Richter 2013; Steinmüller 1997: 51). Da hier neben den quantitativen auch qualitativen Daten hinzugezogen werden, unterscheidet sich die hier verfolgte „*weiche Methode*“ von den „*harten Methoden*“ der Szenario-Technik, die nur auf Computersimulationen zurückgreifen (vgl. Heinecke, Schwager 1995: 15).

Bei *induktiven* Ansätzen werden Faktoren und ihre Trends in Beziehung zueinander, d.h. unter Berücksichtigung ihrer Wechselwirkung in einer systematisch formalisierten Vorgehensweise fortgeschrieben. Dabei kommen zumeist Rechenprogramme zum Einsatz, die aus der Vielzahl an Informationen mit einer modellgestützten Logik konsistente Bilder der Zukunft konstruiert. Ein Mittel, um diesem Informationsfluss gerecht zu werden, ist z.B. die Cross-Impact-Analyse (vgl. Heinecke, Schwager 1995: 15).

III-2.1.1 Phasen der Szenario-Methode

Trotz des breiten Anwendungsfeldes der Szenario-Methode lassen sich verschiedene Phasen in der Methodik festmachen, die in den meisten Anwendungsfällen schrittweise durchlaufen werden. Die Inhalte der Phasen sind oftmals je Anwendungsfeld der Szenario-Technik unterschiedlich ausgelegt und auch die Anzahl der identifizierten Phasen variiert je nach Autor stark (vgl. Burmeister et al. 2004; Dießl 2006; Gausemeier et al. 1996, Phelbs et al. 2001; Steinmüller 2002 nach Kosow, Gaßner 2008: 19).

In Abbildung III-2-1 sind die für diese Arbeit¹⁰² relevanten Abfolgen nach HEINECKE, SCHWAGER (1995) und KOSOW, GAßNER (2008) in fünf Phasen der Szenario-Technik dargestellt (vgl. ebd. 1995: 16; ebd. 2008: 19; SinOptiKom 2016: 41).

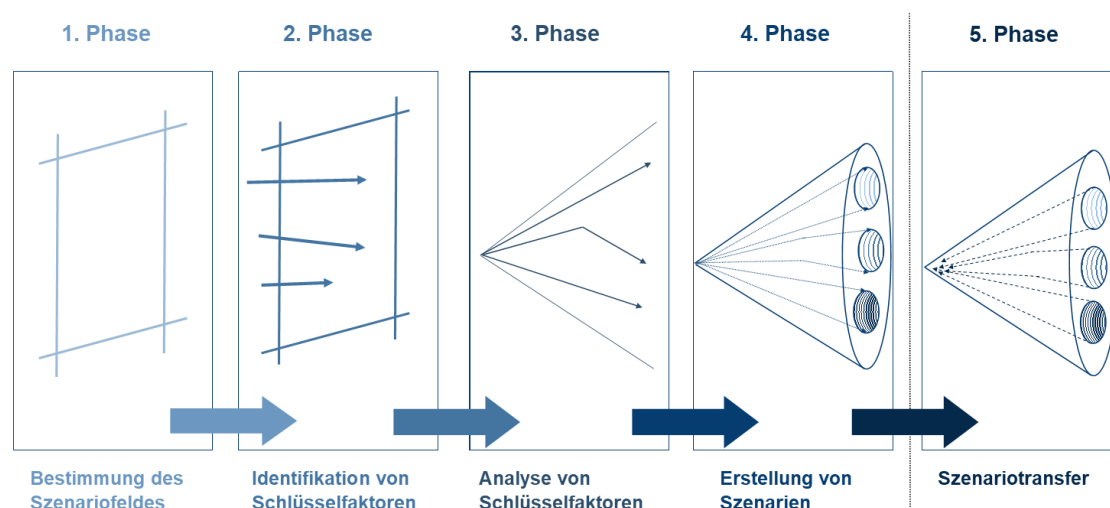


Abb. III-2-1: Phasen der Szenario-Methode (Eigene Darstellung nach Kosow, Gaßner 2008: 20)

1. Diagnose & Szenariofeldbestimmung

Im ersten Schritt erfolgt die Diagnose des Untersuchungsgegenstandes. In dieser Phase wird das Szenariofeld eingegrenzt für das alternative Zukünfte entwickelt werden sollen.

2. Identifikation von Schlüsselfaktoren

In der zweiten Phase werden die Schlüsselfaktoren identifiziert. Schlüsselfaktoren beschreiben die zentralen Größen, die das Szenariofeld beschreiben, die auf das Szenario einwirken, bzw. über die das Szenario nach außen wirkt. Sie werden auch als Deskriptoren bezeichnet. Schlüsselfaktoren sind die zentralen Variablen, Parameter, Entwicklungen oder Trends, die im weiteren Prozess der Szenario-Technik betrachtet werden.

¹⁰² Das Kapitel III-2.1.1 dieser Dissertation ist in großen Teilen in Kapitel 2.2.2 des Abschlussberichts zum BMBF-Verbundprojekt SinOptiKom (2016c) eingeflossen. Diese Thematik wurde in SinOptiKom maßgeblich vom Autor dieser Dissertation bearbeitet.

3. Analyse von Schlüsselfaktoren

Im dritten Schritt folgt mit der Schlüsselfaktoranalyse die typische Vorgehensweise der Szenario-Technik, die sie auch von anderen Methoden abgrenzt. Die ermittelten Schlüsselfaktoren werden daraufhin analysiert, wie ihre Entwicklung in alternativen Zukünften aussehen kann. Die Analyse erfolgt indikatorbasiert.

4. Annahmenbündelung & Projektion (Quantifizierung)

Der vierte Schritt dient der Szenario-Erstellung. Die entstandenen Faktorenbündel werden ausgewählt, zusammengefasst und zu verschiedenen annahmenbasierten Szenarien ausgearbeitet. In der zugrundeliegenden Arbeit erfolgt die Erstellung von Szenarien zur Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung ländlicher Raumstrukturen zunächst mit Hilfe der Software Microsoft Excel, im Sinne von annahmenbasierten kleinräumigen Bevölkerungsszenarien.

5. Szenario-Transfer (Kommunikation, Schlussfolgerungen, Konzeption/Leitbild-Bestimmung)

Der fünfte Schritt enthält den Szenario-Transfer und ist je nach Szenario-Technik optional bzw. wird nicht mehr zur Methodik gezählt. Je nach Anwendungsbereich bestehen verschiedene Möglichkeiten zur weiteren Nutzung. In dieser Arbeit stellt diese Phase den finalen Schritt zur Analyse möglicher Transformationspfade von Abwasserinfrastrukturen dar und ist somit von zentraler Funktion.

III-2.1.2 Konzeption von Alternativszenarien

Eine in der Forschung konventionelle Vorgehensweise der Szenario-Technik ist das Erstellen eines Referenzszenarios, welches die heutige Entwicklung in die Zukunft fortschreibt. Dieses „*Business as usual-Szenario*“ dient vornehmlich dazu, als Vergleichsbasis für alternative Zukünfte herangezogen werden zu können. Das sog. „*BAU-Szenario*“ verfolgt in dieser Arbeit also die Fragestellung: „Was passiert, wenn alles so bleibt wie bisher und keine konkreten Maßnahmen in der Siedlungsentwicklung ergriffen werden?“. Alternative Zukünfte können auf dieser Frage bzw. auf diesem Referenzszenario aufbauen und hier konkrete Maßnahmen definieren und ihre Wirkung szenariobasiert analysieren. Idealerweise sollten diese durchgeführten Tests, um die Wirkung alternativer Zukünfte aufzuzeigen, derart konzipiert sein, dass sie auch radikale Änderungen berücksichtigen. GREEUW ET AL. (2000) kritisieren, dass die meisten szenariobasierten Analysen lediglich inkrementelle Änderungen in ihren Szenarien aufnehmen (vgl. ebd. 2000: 8; Kosow, Gaßner 2008: 26).

Um dieser fehlenden Kreativität zu begegnen, wird in der einschlägigen Literatur auf das Verwenden von Störereignissen hingewiesen. So können auch für die Strategiebildung potenziell ausschlaggebende Diskontinuitäten angemessene Berücksichtigung finden (vgl. Gausemeier et al. 1996; Kosow, Gaßner 2008: 26). Bei dem in dieser Arbeit¹⁰³ betrachteten Untersuchungskontext werden Störereignisse durch Dorfkernsanierungen bzw. Nachverdichtungen, im Randbereich der Siedlungen, simuliert. Die Simulation erfolgt über angepasste Migrationssalden in der Berechnung der kleinräumigen Bevölkerungsszenarien. Daraus ergeben sich verschiedene Werte der Bevölkerungsdichte, die auf das Abwasserinfrastruktursystem einwirken und als Vergleichsbasis herangezogen werden können.

III-2.1.3 Plausibilität und das Ausmaß von Diskontinuitäten

Szenarien müssen sowohl glaubwürdig als auch der Fragestellung zweckdienlich sein. Somit ist die Konsistenz, d.h. das Folgen einer inhaltlich-logischen Stringenz bzw. die Widerspruchsfreiheit der Grundannahmen die unumgängliche Prämisse (vgl. Greeuw et al. 2000; Kosow, Gaßner 2008: 29; Steinmüller 1997: 63). Ferner ist die vollständige Darstellung aller wesentlichen Aspekte notwendige Voraussetzung. Maßgeblich mitentscheidend für die erfolgreiche Operationalisierung der Szenario-Technik, ist neben diesen oben angeführten forschungspraktischen Kriterien, die Definition angemessener Diskontinuitäten für alternative Zukünfte (vgl. Steinmüller 1997: 63, Van Notten et al. 2003). Hier hat der Analytiker durch das Synthetisieren strategischer Maßnahmen die Möglichkeit, einen Handlungsspielraum strategischer Optionen aufzuspannen. STEINMÜLLER (1997) bemerkt dazu, dass *„langweilige Szenarien“, so korrekt erstellt, kohärent und transparent sie auch sein mögen, [...] kaum die Phantasie stimulieren, kaum längerfristig im Gedächtnis bleiben, weniger zum Nachdenken über strategische Optionen anregen, also weniger Wirkung zeigen [werden]“* (Anführungszeichen im Original, ebd. 1997: 63). Neben einer angemessenen Bandbreite zukünftiger Entwicklungen, müssen die dargestellten alternativen Zukünfte also auch als mögliche Entwicklungen in Betracht kommen und vorstellbar sein (vgl. Greeuw et al. 2000; Kosow, Gaßner 2008: 29). Gleichwohl müssen sie sich auch in dem Maße unterscheiden, dass sie tatsächlich als verschiedene alternative Zukünfte identifizierbar sind. Folglich sollten sie in sich logische und klar trennbare Unterscheidungen aufweisen. Erst über die Trennschärfe sind Szenarien einander gegenüberzustellen und als alternative Zukünfte miteinander vergleichbar (vgl. Heinecke, Schwager 1995; Kosow, Gaßner 2008: 29).

¹⁰³ Die in dieser Dissertation dargestellten Szenarien der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung wurden im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts SinOptiKom (2016c) erstellt. Diese Thematik wurde in SinOptiKom (2016c) maßgeblich vom Autor dieser Dissertation bearbeitet.

III-2.1.4 Betrachtungszeitraum von Szenarien

Grundsätzlich wird bei der Szenario-Technik hinsichtlich der Fristigkeit der Entwicklung möglicher Zukünfte unterschieden. Je nach Zweck der Szenarien, können so verschiedene Betrachtungszeiträume gewählt werden, die entweder *statisch*, einen konkreten „*end of state*-Zeitpunkt“ betrachtend, oder *dynamisch*, eine Entwicklung im zeitlichen Verlauf, mit möglichen Intervallen, betrachtend, aufgestellt werden (vgl. Van Notten et al. 2003). Hinsichtlich der Zeithorizonte wird nach kurzfristigen, mittel- oder langfristigen Entwicklungen unterschieden:

Tab. III-1: Zeithorizonte von Szenarien nach Fristigkeit

(vgl. Kreibich 2006: 3; Van Notten et al. 2003; Heilandt et al. 2004: 50)

Fristigkeit	kurzfristig	mittelfristig	langfristig
Zeithorizont	< 10 Jahre	11 - 25 Jahre	> 25 Jahre

III-2.1.5 Geographische Reichweite von Szenarien

GREEUW ET AL. beschreiben das Aufstellen von Szenarien entsprechend verschiedener geographischer Reichweiten (vgl. ebd. 2000: 9). So werden insgesamt fünf Bezugsebenen herausgestellt:

1. globale Ebene
2. internationale Ebene in Regionen
3. nationale Ebene
4. subnationale Ebene nach Regionen
5. lokale Ebene

Die nach GREEUW ET AL. (2000) aufgeführten Raumtypologien weisen erhebliche Unschärfen auf, sodass die Bezugsebene der Typologie „lokal“ in dieser Arbeit noch definiert werden muss. An dieser Stelle bleibt nur der Verweis auf die Unterschiedlichkeit möglicher geographischer Bezugsebenen.

Die im klassischen raumwissenschaftlichen Kontext üblicherweise genutzten Prognosen beziehen sich verstärkt auf übergeordnete Ebenen, wie z.B. Landkreise, Planungsregionen oder Gemeinden und können so zu regionalpolitischen Entscheidungen beitragen. Für integrierte kommunalpolitische Entscheidungen auf kleinräumiger Ebene, wie z.B. auf der Ebene der Ortsgemeinden, reichen diese Prognosen der entsprechend hohen Abstraktionsebene mit tendenziell geringen Betrachtungszeiträumen aber oftmals nicht aus (vgl. Heiland et al. 2004: 50).

Hier besteht, gerade in Hinblick auf das Planungsparadigma der kommunalen Selbstverwaltung, Forschungsbedarf zu den lokalen Ausprägungen der demographischen Entwicklung.

III-2.1.6 Thematische Reichweite von Szenarien

Mit Bezug zu den Abschnitten III-2.1.4 und III-2.1.5 ergibt sich hinsichtlich ihrer *thematischen* Reichweite eine grundsätzliche positive Abhängigkeit. So unterliegen Szenarien mit hoher zeitlicher und geographischer Reichweite oftmals einem hohen thematischen Abstraktionsgrad. Gleichwohl werden Szenarien mit kleiner räumlicher Bezugsebene und hohem Abstraktionsgrad nur geringe Aussagekraft liefern. Durch das Thema dieser Arbeit, der integrierten Transformation von Abwasserinfrastrukturen in vom demographischen Wandel betroffenen ländlichen Siedlungen, wird ein den Abschreibungszeiträumen der Infrastrukturen gerecht werdender langfristiger Betrachtungshorizont vorgegeben, bei gleichzeitig lokaler Betrachtungsebene. Aus diesem Betrachtungskontext ergibt sich das Problem der Unschärfe, dem hier begegnet werden muss: Die einschlägige Literatur schlägt hier eine integrierte Betrachtung unter Verknüpfung verschiedener räumlicher Ebenen vor (vgl. Kosow, Gaßner 2008: 27, Van Notten 2003). Diesem Vorschlag wird unmittelbar entsprochen, indem die Entwicklung auf der lokalen Ebene dieser Betrachtung, um die Strukturen innerhalb der Siedlungseinheiten, über Migrationssalden der Bevölkerung bzw. eine angenommene örtliche und überörtliche Entwicklungsstrategie, simuliert wird. Dadurch können die lokalen Implikationen, aus der Szenarioerstellung in Siedlungseinheiten, auf die örtliche und überörtliche Ebene aggregiert werden.

III-2.2 Der *SinOptiKom-Demonstrator* als Visualisierungs- und Kommunikationstool

Für die Analyse und Auswertung der in dieser Arbeit zugrundegelegten Szenarien wird der *SinOptiKom-Demonstrator* eingesetzt¹⁰⁴. Beim *SinOptiKom-Demonstrator* handelt es sich um ein innovatives, interaktives Visualisierungs- und Kommunikationsinstrument, das als Prototyp im Rahmen des BMBF-INIS Verbundvorhabens *SinOptiKom* (2016c) zur Unterstützung kommunalpolitischer Entscheidungsprozesse im Themenfeld der Transformation von Abwasserentsorgungssystemen entwickelt wurde (vgl. ebd. 2016: 3). Ein wesentlicher Gunstfaktor der Analyse lokaler Strukturen mit dem *SinOptiKom-Demonstrator* ist die Notwendigkeit der strukturierten und ergebnisorientierten Aufbereitung der Daten. Die szenariobasierte Analyse, die grundsätzlich ebenso eine strukturierte Vorgehensweise erfordert, wird damit aufgrund der Anforderungen an die Datenstruktur erleichtert. In beiden Fällen werden komplexe Sachverhalte und thematische Verknüpfungen dekomponiert und isoliert aufbereitet, somit grundsätzlich „geordnet“ (vgl. Abschnitt III-1.3). Die Vorbereitung und Aufstellung der Szenarien kann sich an den Datenanforderungen, welche die integrierte Analyse der Bevölkerungs-, Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung im *Demonstrator* erfordert, orientieren. Damit kann einem grundsätzlichen Leitfaden zur Datenaufbereitung gefolgt werden. Hierbei erfolgt zugleich die Bestimmung des Szenariofeldes und die Identifikation der für diese Arbeit relevanten Schlüsselfaktoren (nach SinOptiKom 2016c: 67; vgl. Abschnitt III-2.1.1).

Der *Demonstrator* verfügt darüber hinaus über ein integriertes Optimierungs- und Entscheidungsmodell, welches auf Basis der zugrundegelegten Szenarien optimierte Systemlösungen entsprechend der Gewichtung verschiedener Einflusskriterien erstellt. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf der langfristig ausgerichteten Anpassung und Transformation der Abwasserinfrastrukturen und damit auf der analog zum Planungshorizont zunehmenden Ungewissheit zukünftiger Ausprägungen der Einflussfaktoren und Rahmenbedingungen. Der Wert des Modells zur Entscheidungsunterstützung wird somit vor dem Hintergrund des großen Spektrums möglicher zukünftiger Entwicklungspfade im sektorübergreifenden Themenkomplex deutlich. Die für diese Arbeit als relevant eingestuften Treiber für Wasserinfrastrukturen

¹⁰⁴ Der Ansatz sowie die Analyse der in dieser Dissertation behandelten Szenarien, z.B. der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung sowie der Transformation von Abwasserentsorgungssystemen, wurden im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts SinOptiKom (2016c) erarbeitet und sind somit keine eigene Forschungsleistung des Autors im Rahmen dieser Dissertation. Der Autor war im BMBF-Verbundprojekt SinOptiKom (2016c) jedoch maßgeblich an der Erarbeitung der Szenarien zur Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung beteiligt.

gehen aus den in Abbildung III-2-2 dargestellten Einflussfaktoren aus dem Projekt *SinOptiKom* hervor. Für jeden Einflussfaktor können somit verschiedene mögliche Entwicklungen im Sinne des „Szenariotrichters“ (vgl. Abschnitt III-1.3) angenommen werden (vgl. Worreschk et al. 2015; SinOptiKom 2016: 67).

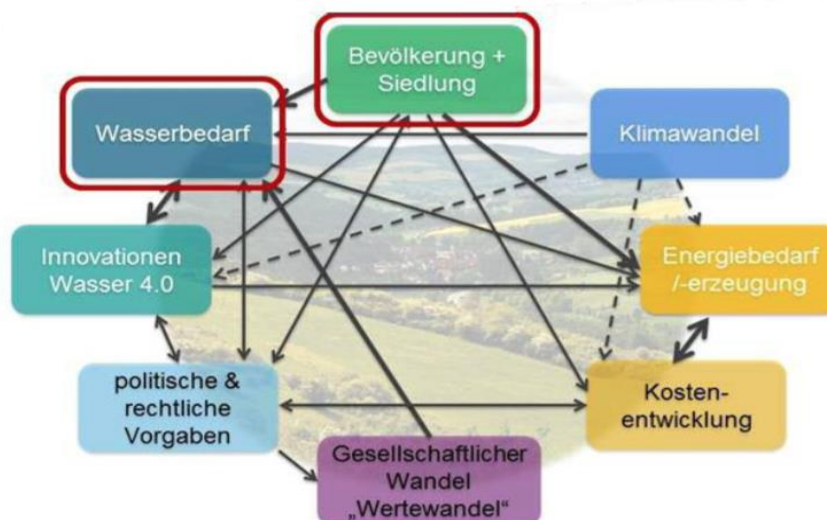


Abb. III-2-2: Treiber von Wasserinfrastrukturen (Quelle: SinOptiKom 2016c: 67)

Zuletzt verfügt der *Demonstrator* über eine Schnittstelle zu einem GIS, welches es ermöglicht die optimierten Systemlösungen der Infrastrukturtransformation, auf Basis der Szenarien der Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung, zu visualisieren. Diese ergebnisorientierten, grafischen Darstellungen machen den *Demonstrator* mit der Vermittlung des komplexen Themengegenstandes damit äußerst zweckdienlich. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass verschiedene zentrale Akteure, z.B. politische Entscheidungsträger, Planer, Betreiber und Nutzer von Infrastrukturen aus verschiedenen Fachrichtungen und mit unterschiedlichen Interessen zur Konsensfindung aufeinandertreffen (vgl. Bock, Libbe 2016: 7; SinOptiKom 2016: 3), wird der Szenario-Transfer (vgl. Abschnitt III-2.1.1) signifikant erleichtert.

Der *Demonstrator* greift bei der Darstellung der Transformationspfade für Wasserinfrastrukturen auf eine Wissens- und Bewertungsdatenbank zurück, in der alle notwendigen Datengrundlagen im erforderlichen Format hinterlegt sein müssen. Die Daten der Treiber, die auf Wasserinfrastrukturen einwirken und somit die zukünftige Ausrichtung der Systemstrukturen determinieren, müssen somit im Rahmen der Akquise- und Aufbereitungsphase in diskrete Datenreihen in Szenarien und mit Zeitbezug formatiert werden. In dieser Arbeit wird die Vorgehensweise aus dem Projekt

SinOptiKom adoptiert, in welchem umfassende Recherchen zu den Bereichen Datenbedarf, Datenverfügbarkeit und Datenaustauschformate durchgeführt wurden (vgl. *SinOptiKom* 2016c: 62). Auch wurden hier Methoden und Werkzeuge zur Integration des umfangreichen und sehr heterogenen Datenbestandes in ein für das Projekt definiertes Datenschema überführt. Die als diskrete Zeitreihen darzustellenden Szenarien entstammen, nicht zuletzt aufgrund der Interdisziplinarität der Betrachtung, aus unterschiedlichen Datenformaten und Datenquellen. Ebenso muss die Verknüpfung der quantifizierten Daten entsprechend der Gewichtungen der Einflussfaktoren gewährleistet werden. Zur Berechnung der optimierten Systemlösungen zur Transformation der Abwasserinfrastrukturen müssen zudem die Grundlagen und Bemessungsansätze zum öffentlichen Entwässerungssystem berücksichtigt und dem *Demonstrator* als Datengrundlage hinterlegt werden. Sie können dem technischen Regelwerk entnommen werden. Hierbei sind vorrangig die DWA-Arbeits- und Merkblätter zugrunde gelegt worden (vgl. *SinOptiKom* 2016c: 47).

Für die Bemessung und Nachweisrechnungen der Anlagen des öffentlichen Entwässerungssystems wurden für das Projekt *SinOptiKom* (2016c) folgende DWA-Arbeits- und Merkblätter ausgewertet, die auch für diese Betrachtung durch die Nutzung des *Demonstrators* zugrunde gelegt werden (ebd. 2016c: 47):

- DWA-A 118 - Hydraulische Berechnung und Nachweis von Entwässerungssystemen
- DWA-A 128 - Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen
- DWA-M 153 - Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser

Für die Bemessung und Nachweisrechnungen der Abwasserbehandlung in zentralen Kläranlagen sowie zu dezentralen Ansätzen der Stoffstromtrennung und ressourcenorientierten Sanitärsystemen wurden für das Projekt *SinOptiKom* (2016c) folgende DWA-Arbeits- und Merkblätter ausgewertet (ebd. 2016c: 48):

- DWA-A 131 - Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen
- DWA-A 200 - Grundsätze für die Abwasserentsorgung im ländlichen Raum
- DWA-A 272 - Grundsätze zur Planung und Implementierung Neuartiger Sanitärsysteme (NASS)

Der Szenarioanalyse mithilfe des *Demonstrators* sind *per definitionem* Grenzen gesetzt (vgl. dazu Abschnitt III-1.2). Der *Demonstrator* greift für die vergleichende Analyse und Darstellung lediglich auf eigens und zweckdienlich erstellte Szenarien in quantifizierter Formatierung zurück. Folglich können die Ergebnisse der Szenarioanalyse nur so

aussagekräftig sein, wie es die Qualität der Annahmen zulässt und die dargestellten Entwicklungen nur dann eintreten, wenn alle Annahmen auch tatsächlich zutreffen. Ferner handelt es sich grundsätzlich um einen modellbasierten Ansatz der Analyse, sodass Abstraktionen und Regelmäßigkeiten definiert werden müssen. Die optimierten Systemlösungen haben somit nur entsprechend der hinterlegten Annahmen zur Entwicklung der Einflussfaktoren Gültigkeit. Trotzdem haben die gewonnenen Erkenntnisse indikativen Charakter, und können mit dem Aufzeigen von Handlungsoptionen zur Strategiebildung beitragen (vgl. SinOptiKom 2016c: 11).

III-2.2.1 Datenanforderungen und Datenerhebung

Aufgrund der Komplexität des Themas und der sehr heterogenen Datengrundlagen werden im Folgenden die Anforderungen an die Daten, die Datenverfügbarkeit sowie die Aufbereitung der Daten erläutert. Bei dem in dieser Arbeit verfolgten Ansatz handelt es sich nur um *eine*, jedoch nicht um die *einzig* mögliche Vorgehensweise zur szenariobasierten Analyse der integrierten strategischen Schrumpfung ländlicher Siedlungen und der Flexibilisierung der Abwasserinfrastrukturen. Entsprechend der im vorherigen Abschnitt III-2.2 identifizierten Treiber¹⁰⁵ bei der Transformation von Abwasserinfrastrukturen, liegen die in dieser Betrachtung relevantesten Auswirkungen in der Entwicklung der Bevölkerungsdichte und dem Wasserbedarf innerhalb der definierten Siedlungseinheiten. Folglich liegt das Hauptaugenmerk der Szenarioerstellung bei der Betrachtung dieser beiden Treiber und deren Wirkung auf die Abwasserinfrastrukturen. Natürlicherweise besteht eine positive Abhängigkeit zwischen demographischer Entwicklung und dem Wasserverbrauch bzw. anfallendem Abwasser pro Kopf innerhalb der Siedlungseinheiten. In dieser Arbeit werden jedoch insbesondere die siedlungs- und bevölkerungsstrukturellen Implikationen analysiert und ausgewertet. Somit liegt der Fokus auf der Untersuchung der Entwicklung der Einflussfaktoren Demographie und Wasserverbrauch und deren Wirkung auf die im stadtplanerischen Sinne relevanten Belange, welche die Infrastrukturentwicklung in dieser integrierten Betrachtung miteinschließt. Über die Abbildung der Entwicklung der Treiber Demographie und Wasserverbrauch auf die Kanalinfrastrukturen lassen sich Implikationen für die strukturelle Schrumpfung der Siedlungskörper ableiten, aus denen sich auch neue Konzepte zur Flexibilisierung der Infrastrukturen ergeben sollen. Die Grundlagen zur Bemessung und der Nachweisrechnungen der Anlagen des öffentlichen Entwässerungssystems, zur Abwasserbehandlung in zentralen Kläranlagen sowie zu dezentralen Ansätzen der Stoffstromtrennung und ressourcenorientierten Sanitär-

¹⁰⁵ Nach SinOptiKom 2016c: 67

systemen werden als definiert angenommen und über den *SinOptiKom-Demonstrator* adoptiert. Ebenso wird das im *Demonstrator* hinterlegte mathematische Optimierungsmodell als gegeben angenommen und fällt somit nicht in die genauere Betrachtung. Hier baut diese Arbeit auf dem aktuellen Stand der Praxis und Forschung auf. Die Basisdaten zur Abwasserentsorgungsinfrastruktur werden im Folgenden beschrieben, da sie vordergründige Relevanz in der integrierten Betrachtung der Siedlungsentwicklung aufweisen.

III-2.2.2 Basisdaten zur Abwasserentsorgungsinfrastruktur

Für die integrierte Betrachtung der Siedlungsentwicklung unter stadtplanerischen sowie ingenieurtechnischen Gesichtspunkten der Siedlungswasserwirtschaft sind grundsätzlich umfassende Kennwerte des öffentlichen Entwässerungssystems unumgänglich. Folglich sind neben der Art des Entwässerungssystems (Misch- oder Trennsystem bzw. modifizierte Systeme) und sonstigen Abwasserleitungen sowie ggfs. Speicherbauwerken auch die Anzahl der Kontrollschächte bzw. die Nennweite der Haltungen sowie deren Georeferenzierung als Datengrundlagen elementar. Im Falle der Entwässerung im Mischsystem werden Daten zu Regenentlastungsbauwerken und sofern vorhanden zu dezentralen Anlagen der Regenwasserbewirtschaftung benötigt. Darüber hinaus müssen Angaben zu Verbindungssammlern sowie Anschlussleitungen zu Abwasserbehandlungsanlagen genauso Berücksichtigung finden wie Daten zu vorhandenen Kläranlagen (vgl. *SinOptiKom* 2016c: 47). Die infrastrukturenspezifischen Grundlagendaten sind prinzipiell über die Verbandsgemeinden bzw. deren Werke zu beziehen. Die Daten, für die in dieser Arbeit resümierte ingenieurtechnische Betrachtung, lagen im Verbundprojekt *SinOptiKom* flächendeckend für die Verbandsgemeinden Enkenbach-Alsenborn und Rockenhausen vor. Durch das Ingenieurbüro igr AG, mit Sitz in Rockenhausen, wurde bereits eine Datenbank zu den Infrastrukturdaten entwickelt, welche die benötigten georeferenzierten Daten bereithält. Die igr AG hat die Datenbank als Projektpartner dem Projekt *SinOptiKom* zur Verfügung gestellt (vgl. *SinOptiKom* 2016c: 62).

Es ist in dieser Arbeit nicht abzuschätzen, ob solch differenzierte Basisdaten zum Abwasserentsorgungssystem für alle Orts- und Verbandsgemeinden in Deutschland flächendeckend und lückenlos vorliegen. Jedoch wird mit dem ISYBAU-Format ein etablierter Standard genutzt, der den Austausch von Infrastrukturdaten zur Planung, dem Bau und dem Betrieb von Abwasserentsorgungsanlagen ermöglicht. Die Daten werden im Extensible Markup Language-Format (.xml) in einer Datenbank hinterlegt (vgl. *SinOptiKom* 2016c: 62).

III-2.2.3 Raumplanerisch relevante Basisdaten

Die integrierte Analyse erfolgt innerhalb der Systemgrenzen, die durch das technische System sowie dessen betriebliche Organisationsform definiert wird (vgl. Abschnitt III-2.1.5). Die Ausgangsbasis wird dabei entsprechend der rechtlichen Legitimation der Flächennutzungsplanung durch die Verbandsgemeinde vorgegeben. Der Flächennutzungsplan bildet, wie in Abschnitt III-3.2 erläutert, einen wesentlichen Anhaltspunkt zur Systematisierung der Szenarien. Die in den letzten Jahren neu aufgestellten Flächennutzungspläne können in der Regel digital, z.B. als Shapefile [.shp] oder Portable Document File [pdf] von den Verbandsgemeinden bezogen werden. So auch jene in dieser Arbeit dargestellten Flächennutzungspläne. Ältere Flächennutzungspläne, die noch vor der Jahrtausendwende erstellt wurden, liegen oftmals nicht vektorbasiert im digitalen Datenformat vor und sind daher auch nicht GIS-kompatibel. Ein weiterer wesentlicher Aspekt sind die Liegenschaftsdaten, die über das amtliche Liegenschaftskataster Informationssystem [ALKIS] im XML-Format vorliegen und über die normbasierte Austauschchnittstelle [NAS] einen standardisierten Datenaustausch ermöglichen. Die Daten können über die entsprechenden Länderportale, z.B. über das Geoportal RLP bezogen werden. Somit liegen die Liegenschaftsdaten, aus denen auch der für die Analyse wichtige Schwarzplan hervorgeht, flächendeckend für alle Verbandsgemeinden im georeferenzierten digitalen Format vor und können damit auch im GIS analysiert werden. Durch die entsprechend des raumordnungsrechtlichen Grundsatzes der Subsidiarität zu erbringende Selbstverwaltungsfunktion obliegt die Gestaltung des eigenen Ortsbildes den Ortsgemeinden und somit auch die Aufstellung der Bebauungspläne, das Erlassen von Innenbereichssatzungen sowie das Ausweisen von Sanierungsgebieten. Als Übersichtskartierung baurechtlich relevanter Datengrundlagen fungiert das Baurechtskataster. Diese formellen Daten- bzw. Planungsgrundlagen haben entsprechend ihrer Raumwirksamkeit eine hohe Relevanz für die strategische Ausrichtung der Siedlungsentwicklung unterhalb der Ebene der Ortsgemeinden, auch unter demographischen Aspekten.

Über den Beschluss von städtebaulichen Sanierungsvorhaben wird die Attraktivität einzelner Siedlungseinheiten beeinflusst, was wiederum Auswirkungen auf Wanderungsbewegungen und lokale Milieukonstellationen haben kann (vgl. Hoek et al. 2016: 143).

Darüber hinaus werden strategische Entscheidungen zugunsten des Erhalts definierter Ortslagen getroffen, die somit auch das Abwasserinfrastruktursystem hinsichtlich der Systemart bzw. der Instandhaltung bzw. Sanierung beeinflussen können. Aber auch sonstige informelle Planungsgrundlagen, wie Dorferneuerungskonzepte, die allerdings nur als planerische Selbstbindung aufgestellt werden, können Auswirkungen auf die bauliche und demographische Siedlungsentwicklung haben und sollten somit für die Untersuchung der Ortsgemeinden und zur Szenarioerstellung herangezogen werden. Zudem können ein Leerstands- oder Baulückenkataster, sofern vorhanden, oder aber ein Luftbild, und dieses insbesondere im Zusammenhang mit den genannten Datengrundlagen, Informationen über mögliche Entwicklungen, z.B. zu vorhandenen Baulücken geben (vgl. SinOptiKom 2016: 52).

Die räumlichen Grundlagendaten liegen typischerweise in sehr unterschiedlichen Datenformaten vor. Neben vektorbasierten Daten im XML-Format, die über ein GIS auszuwerten sind, liegen andere Daten, wie ältere Bebauungspläne oder Dorferneuerungskonzepte, nicht in digitalisierter Fassung vor. Zu den Plangrundlagen und kartographischen Darstellungen kommen qualitative Beschreibungen der Planwerke, z.B. aus dem LEP IV, dem RegROP oder Dorferneuerungskonzepten sowie quantitative Angaben, z.B. zu der wirtschaftlichen Situation und Entwicklung innerhalb der Gemeinde, oder der Siedlungsflächenentwicklung. Die beschriebenen Datengrundlagen sollten, um ihrer Aussagekraft und räumlichen Relevanz entsprechend in der Szenarioerstellung Berücksichtigung finden zu können, entlang der Parameter Raumbezug und Relevanz kategorisiert werden (vgl. SinOptiKom 2016: 54).

Auch die demographischen Datengrundlagen, z.B. zum Bestand und ebenso zur Entwicklung auf örtlicher und überörtlicher Ebene sind raumwirksam und planungsrelevant. Aufgrund ihrer Relevanz der in dieser Arbeit dargelegten Szenarioerstellung¹⁰⁶ werden sie aber im folgenden Abschnitt gesondert dargestellt.

¹⁰⁶ Nach SinOptiKom 2016c

III-2.2.4. Basisdaten zur Demographie

Die Inhalte der dargestellten raumplanerisch relevanten Datengrundlagen, die als übergeordnete und gemeindespezifische Planungs- und Entwicklungsgrundlagen in unterschiedlicher Art und Aussagekraft vorliegen, müssen auf die Mikroebene der Siedlungseinheiten übertragen werden. Ebenso muss der Status Quo der lokalen Beschaffenheit bei der Szenarioerstellung berücksichtigt werden. Somit werden die umfangreichen qualitativ und quantitativ vorliegenden Datengrundlagen zu konsistenten Szenarien verschnitten. Die Verknüpfung der Entwicklungen auf den verschiedenen Betrachtungsebenen erfolgt in der Szenarioerstellung über die Migrationssalden (vgl. dazu Abschnitt III-3.1.3). Die demographischen Datengrundlagen für die Szenarioerstellung auf der Mikroebene werden als *de facto*-Bevölkerung über Meldedaten abgerufen. Sie sind grundsätzlich zu Forschungszwecken über die verbandsgemeinde-eigenen Melderegister auslesbar und in anonymisierter Form auszuwerten. Neben Angaben zum Geburtsdatum und somit dem Alter sowie dem Geschlecht der ortsansässigen gemeldeten Personen, geht aus den Meldedaten also auch der Adressbezug hervor. Näherungsweise lässt sich daraus auch die Haushaltsgröße ableiten. Diese lässt sich in aggregierter Form ebenso aus der amtlichen Statistik auf Kreisebene abrufen, was für die Betrachtung in Szenarien grundsätzlich ausreicht. Ferner sind die Leerstandsquoten über die Zensuserhebungen ortsgemeindespezifisch aus der amtlichen Statistik zu entnehmen. Da in der Regel für Gemeinden kein umfassendes und flächendeckendes Leerstandskataster vorliegt, können entsprechende Angaben über Ortsgemeindebegehungen nacherhoben werden. Die Begehungen wurden in der Betrachtung für die Ortsgemeinden Neuhemsbach, VG Enkenbach Alsenborn, Landkreis Kaiserslautern sowie für die Gemeinde Gerbach, VG Rockenhausen, Donnersbergkreis durchgeführt. Neben den Leerständen wurden im Rahmen der Begehung auch der Zustand der Gebäude, nach dreistufiger Kategorisierung um *sehr gut*, *gut*, *sanierungsbedürftig* erhoben und in eine Excel-Datenbank (.xlsx) XML-kompatibel formatiert. Über die Beschreibung der Gebäudezustände lassen sich die grundsätzliche Attraktivität abschätzen und mögliche szenariobasierte Entwicklungen der Siedlungseinheiten erstellen, da sich neben der Lage bzw. der Erreichbarkeit der Ortsgemeinden im überörtlichen Bezug grundsätzlich auch das Ortsbild auf die bevölkerungsspezifischen Migrationssalden bzw. die Milieukonstellationen auswirken kann. Über den Adressbezug lassen sich die über die Meldedaten erhobenen klassischen soziodemographischen Angaben mit den über die microm Geo-Milieus[®] abgebildeten soziokulturellen Angaben verbinden. Damit erhalten die demographiespezifischen Angaben der Siedlungseinheiten eine zusätzliche Dimension, wodurch sich mögliche Entwicklungen noch spezifischer und begründeter darstellen lassen.

III-3. Systematisierung kleinräumiger Szenarien der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung

Entsprechend der in Abschnitt III-2 beschriebenen theoretischen Grundlagen zur Szenariotechnik ist die in dieser Arbeit verfolgte Vorgehensweise¹⁰⁷ keineswegs die einzig mögliche, sondern vielmehr eine von vielen Kombinationen der für die Szenariotechnik verfügbaren Instrumente. Im Folgenden wird die Operationalisierung der kleinräumigen Szenarien der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung dargestellt. Bei der hier verfolgten Vorgehensweise wird grundsätzlich auf das konventionelle Prognoseinstrument, das auf quantitativen Daten beruht, zurückgegriffen. Jedoch werden die Vorausberechnungen durch qualitative Grundlagen ergänzt, sodass differenzierte Szenarien generiert werden, wie im Folgenden beschrieben.

III-3.1 Definition der Bezugsebenen: Makro-, Meso- und Mikroebene

Beim Thema der Transformation von Abwasserinfrastrukturen, das hier im Kontext der demographischen Entwicklung ländlicher Siedlungen betrachtet wird, wird die Dimensionierung der geographischen Reichweite der Szenarien, entsprechend der Ausmaße des technischen Systems, betrachtet.

III-3.1.1 Definition der Makroebene

Nach der geltenden Rechtsprechung sind nach Art. 28 Abs. 2 GG die Verbandsgemeinden¹⁰⁸ in Rheinland-Pfalz [RLP] zur Planungshoheit der ihnen übertragenen Aufgaben legitimiert. Im Rahmen ihrer kommunalen Selbstverwaltung obliegt neben der Bauleitplanung nach § 1 BauGB bzw. § 67 Abs. 2 Gemeindeordnung [GemO] auch die Fachplanung der Wasserversorgung nach § 48 Abs. 1 Landeswassergesetz RLP [LWG RLP] bzw. nach § 67 Abs. 1 Satz 5 GemO RLP und ebenso die Abwasserentsorgung nach § 52 Abs. 1 LWG RLP bzw. § 67 Abs. 1 Satz 6 GemO RLP den Verbandsgemeinden. Rechtlich ergibt sich hieraus die Konsequenz, dass sich das technische System im Regelfall auf die Gemarkung einer Verbandsgemeinde bezieht. Auf dieser Makroebene werden grundsätzliche Entscheidungen zur Systemstruktur getroffen und bewertet sowie Systemanpassungen veranlasst. Ebenso werden überörtliche Planungen, z.B. aus den Regionalen Raumordnungsplänen [RegROP] im Sinne des Gegenstromprinzips nach § 1 Abs. 3 Raumordnungsgesetz [ROG] berücksichtigt. Sonderregelungen, z.B. der Betriebsformen

¹⁰⁷ Nach SinOptiKom 2016c: 67

¹⁰⁸ Verbandsgemeinden operieren als Rechtsform einer Körperschaft des öffentlichen Rechts in Rheinland-Pfalz. Andere Bundesländer wählen für diesen Begriff auch Gemeindeverband.

im wasserwirtschaftlichen Sinne können im Falle interkommunaler Kooperationen gelten (vgl. z.B. Steinebach, Gilcher 2016: 76).

In den in dieser Arbeit betrachteten Modellgemeinden wird das Abwasser mehrerer Ortsgemeinden zentral, in einer der Verbandsgemeinde zugehörigen Kläranlage, gereinigt. Die abstrakteste Betrachtungsebene der Szenarien bezieht sich hier folglich auf die Verbandsgemeinden und wird im Rahmen dieser Arbeit als die Makroebene der Betrachtung typisiert. Folglich wird die Flexibilisierung der Infrastrukturen grundsätzlich auch hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Kläranlagen untersucht. Gleichzeitig wird die Ausprägung der demographischen Entwicklung, die sich auf der lokalen Mikroebene vollzieht, auch im Zusammenhang der überörtlichen bzw. regionalen Einbettung, betrachtet. Aufgrund der Komplexität des Gesamtsystems und des hohen Datenaufkommens ist die Betrachtung des gesamten Einzugsgebiets der Kläranlage komplex. Gleichwohl sind die Gesamtzusammenhänge, nicht zuletzt aufgrund der Dimensionierung als Gesamtsystem und aufgrund der Gebührenstruktur, zu berücksichtigen.

III-3.1.2 Definition der Mesoebene

Die Mesoebene ergibt sich aus dem Umstand, dass die Ortsgemeinden verfassungsrechtlich als eigene Gebietskörperschaften operieren und damit als Zwischenebene der Betrachtung zur lokalen Bezugsebene definiert werden sollten. Zwar obliegt in Rheinland-Pfalz die planungshoheitliche Aufgabe der vorbereitenden Bauleitplanung nach § 67 Abs. 2 GemO RLP den Verbandsgemeinden, jedoch sind die Ortsgemeinden im Sinne des Subsidiaritätsprinzips berechtigt, über die Nutzung des Gemeindegrundes im Rahmen der gesetzlichen Beschränkungen und im Sinne des Gemeinwohls frei zu bestimmen bzw. durch Ortsbürgermeister im Verbandsgemeinderat der Aufstellung, Änderung, Ergänzung oder Aufhebung der Flächennutzungspläne zuzustimmen. Den Ortsgemeinden obliegt damit nach Art. 28 Abs. 2 GG S.1 die Zuständigkeit über das eigene Ortsbild zu entscheiden. Dieses Recht wird im klassischen Sinne mit der Aufstellung der Bebauungspläne realisiert, kann aber auch über Maßnahmen des allgemeinen und besonderen Städtebaurechts, z.B. der Ausweisung besonderer Gebietstypen, wie Sanierungsgebieten nach § 126 BauGB oder dem Erlass von Erhaltungssatzungen nach §§ 172 ff. BauGB, erfolgen. Entsprechend der Rechtsgrundlage obliegt somit, unter Berücksichtigung der Ziele der Raumordnung (nach § 1 Abs. 4 BauGB), die Aufstellung der vorbereitenden Bauleitplanung den Verbandsgemeinden unter Beachtung des Gemeinwohls. Notwendig ist dabei jedoch die Zustimmung der Ortsgemeinden, deren Interessen als unterste Planungsebene im Sinne

des Subsidiaritätsprinzips Berücksichtigung finden müssen. Ferner obliegt den Ortsgemeinden im Rahmen der Erfüllung ihrer Selbstverwaltungsfunktion zumindest planungsrechtlich die Aufstellung der verbindlichen Bauleitplanung.

III-3.1.3 Definition der Mikroebene

Aufgrund des morphologisch bedingten konzentrischen Wachstums von Siedlungen sind auch unterhalb der Ebene der Ortsgemeinden, auf der Mikroebene, Differenzierungen sowohl hinsichtlich der baulichen als auch der soziodemographischen Strukturen vorzufinden. (vgl. Baron et al. 2016; Dilly et al. 2016: 10; Hoek 2016; Hoek et al. 2016: 143). So sind ländliche Siedlungen unter Wachstumsbedingungen, z.B. im Zuge von Dorferweiterungsplanungen evolviert, sodass sie sich anhand unterschiedlicher Baualtersklassen leitungsgebundener Infrastrukturen, der Gebäude und in der Regel auch unterschiedlichen Altersstrukturen der lokal ansässigen Bevölkerung charakterisieren lassen. Diese Charakterisierung setzt jedoch eine fundierte Diagnose voraus, die in Abschnitt III-3.2 behandelt wird (vgl. SinOptiKom 2016: 46). Die relativ heterogenen Ausgangssituationen innerhalb ländlicher Siedlungen können somit, gerade hinsichtlich der soziodemographischen Strukturen, sehr unterschiedliche Entwicklungen annehmen. Um den demographischen Wandel in seiner lokalen Ausprägung also systematisch zu erfassen und Handlungsstrategien für die siedlungsstrukturelle Schrumpfung ableiten zu können, wird daher in der einschlägigen Literatur die Bereitstellung kleinräumiger Bevölkerungsprognosen auf zumindest kommunaler Ebene gefordert (vgl. Effenberger et al. 2003; Seitz 2004; Müller, Wiechmann 2003; Link 2004; Eichert 2004; nach Heiland et al. 2004: 50). Die Entwicklung der lokalen Ebene, auf und unterhalb der Ebene der Ortsgemeinden, ist dabei untrennbar mit der überörtlichen Entwicklung verbunden. Bezugnehmend auf die in KOSOW, GÄßNER (2008) und VAN NOTTEN ET AL. (2003) vorgeschlagene integrierte Betrachtung, unter Verknüpfung der verschiedenen Betrachtungsebenen, (vgl. Abschnitt III-2.1.6) bietet sich somit die Einbettung der lokalen demographischen Entwicklung in einen regionalen Kontext an, um den Szenarioprämissen der Plausibilität und Konsistenz gerecht zu werden. Hierbei kann auf kohortenspezifische statistische Daten von Wanderungsbewegungen auf regionaler (Gemeinde- bzw. Kreis-) Ebene zurückgegriffen werden, die mit dem Status quo der lokal ansässigen *de facto*-Bevölkerung in Szenarien überlagert werden können. So lässt sich die lokale Ebene in einer integrierten Betrachtung mit der überörtlichen Entwicklung verknüpfen (vgl. SinOptiKom 2016: 34). Die kohortenspezifischen Wanderungsbilanzen übernehmen somit für die Herstellung der Verknüpfung der lokalen Bezugsebene mit der überörtlichen Entwicklung eine „Stellschraubenfunktion“, da die

spezifischen Wanderungsbilanzen der Alterskohorten deren unterschiedliche Motive bzw. Raumansprüche beinhalten. So hat jede Region¹⁰⁹ entsprechend ihrer Ausgangssituation, d.h. entsprechend der geographischen Lage und folglich der überregionalen Anbindung, der lokalen und regionalen Wertschöpfung, der lokalen und regionalen Ausstattung mit (sozialen) Infrastrukturen etc., ihre kohortenspezifischen Wanderungsbilanzen. Diese können jedoch nur als *ceteris-paribus*-Annahmen in die Berechnung einfließen (vgl. Abschnitt III-1.2). Einige raumwissenschaftliche Arbeiten setzen sich bereits mit der demographischen Entwicklung und den Auswirkungen auf leitungsgebundene Infrastrukturen auseinander, wählen hier jedoch den städtischen Kontext (vgl. Ecoplan 2000; Siedentop et al. 2006; UBA 2010), städtische Quartiere (vgl. Koziol, Walther 2006; Koziol 2007; Herz et al. 2002, Westphal 2008) oder aber Regionen und Gemeinden als kleinste Bezugsebene (vgl. Londong et al. 2010).

¹⁰⁹ Der Begriff *Region* bezieht sich an dieser Stelle auf dessen Verwendung in den, regionalisierten Bevölkerungsvorausberechnungen des Landes Rheinland-Pfalz, die als Bezugsebene Gemeinden mit mindestens 5000 Einwohnern als Grundgesamtheit zugrunde legen. Sofern eine Gemeinde die Mindestanforderung von 5000 Einwohnern nicht erfüllt, wird die nächstgrößere Bezugseinheit der Landkreise für die Bevölkerungsvorausberechnung zugrunde gelegt.

III-3.2 Datenanalyse lokaler Strukturen zur Definition der Mikroebene

Zur räumlich-strukturellen Analyse und Definition der Bezugsebene innerhalb der Ortsgemeinden, der Siedlungseinheiten auf der Mikroebene, werden verschiedene Datengrundlagen herangezogen. Die hier durchgeführte Herangehensweise ist dem Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit zweckdienlich. Es wird explizit darauf hingewiesen, dass es sich nur um eine mögliche, jedoch nicht um die einzige Herangehensweise zur Definition der Mikroebene handelt. Grundsätzlich sollte das Ziel verfolgt werden, möglichst homogene Siedlungseinheiten zu erfassen, um grundsätzliche Muster charakterisieren zu können. Jenes Vorgehen ist vor dem Hintergrund der morphologischen Betrachtung ländlicher Siedlungen möglich. Um Raummuster unterhalb der Ebene der Ortsgemeinden erfassen zu können, sind folgende raumrelevante Daten zu beziehen und auszuwerten (vgl. SinOptiKom 2016c: 55ff.):

Die Art der Bodennutzung gemäß § 1 Baunutzungsverordnung [BauNVO], die städtebauliche Struktur entsprechend des Liegenschaftskatasters bzw. des Schwarzplans, die Baualtersklassen der Gebäude, die entweder erhoben werden können oder sich näherungsweise über den Schwarzplan ableiten lassen, die auf anonymen Meldedaten basierenden soziodemographischen Strukturen sowie die soziokulturellen Strukturen nach den microm Geo-Milieus[®] sind für stadtplanerische Fragestellungen in dieser Betrachtung ausschlaggebend. Für die integrierte strategische Schrumpfung, die auch die Transformation von Abwasserinfrastrukturen (und nachgeordnet ggfs. auch weitere leitungsgebundene Infrastrukturen) berücksichtigt, sind zudem Daten zum Abwasserinfrastruktursystem relevant. Hier werden Angaben zur Netztopologie, zum Alter und der Nennweite der Kanäle, der Fließrichtung, der Lage der Hausanschlüsse und Kontrollschächte sowie die Art und relative Lage der Kläranlage benötigt, um die Siedlungseinheiten (Mikroebene) auch unter abwasserinfrastrukturellen Gesichtspunkten sinnvoll zu konzipieren. Zur Definition der Mikroebene sind jedoch nicht alle Parameter von gleicher Relevanz, sodass sich eine Hierarchisierung der zu analysierenden Daten ergibt. Die Analyse und Definition der Siedlungseinheiten wird schrittweise, in folgender absteigender Hierarchie der Datengrundlage vorgenommen:

1. Flächennutzungsplan
2. Liegenschaftskataster (Schwarzplan)
3. Baualtersklassen als Hilfsgröße
4. Sinus-microm Geo-Milieus[®]
5. Anschluss an Haltungen (Straßenzugehörigkeit)
6. Meldedaten
7. Luftbild

Jede der genannten Datengrundlagen enthält verschiedene Eigenschaften, die für die Definition der Siedlungseinheiten ausschlaggebend sind (vgl. Dilly et al. 2016: 13; Hoek 2016; Hoek et al. 2016: 142; SinOptiKom 2016: 56). Nachfolgend werden die Eigenschaften der Datengrundlagen und die Vorgehensweise¹¹⁰ zur Differenzierung der Siedlungseinheiten erläutert.

1. Flächennutzungsplan

Die für die Definition der Siedlungseinheiten wichtigste Information aus dem Flächennutzungsplan [FNP] ist die Art der Bodennutzung nach § 1 der BauNVO. Hieraus lässt sich eine erste Abgrenzung zwischen einzelnen Siedlungsteilen ableiten, indem zwischen Wohnbauflächen (4 Typen), gemischten Bauflächen (2 Typen), gewerblichen Bauflächen und Sonderbauflächen (4 Typen) unterschieden wird. Während Wohnbauflächen überwiegend für die Wohnnutzung vorgesehen sind, ist für gemischte Bauflächen eine Mischnutzung von Wohnen und Kleingewerbe zulässig. Entsprechend der Art der Bodennutzung lassen sich in den Modellgemeinden neuere Baugebiete von den älteren Dorfkernen unterscheiden. Nach aktuellem Kenntnisstand sind die älteren Dorfkern in der Regel als gemischte Bauflächen und neuere Baugebiete als Wohnbauflächen ausgewiesen (vgl. Dilly et al. 2016: 13; Hoek et al. 2016: 142; SinOptiKom 2016). Sonderbauflächen und gewerblich genutzte Gebiete sind aufgrund des planungsrechtlichen Ausschlusses von Wohnnutzungen in dieser Betrachtung nachrangig relevant. Die Praxis zeigt jedoch, dass auch die in Flächennutzungsplänen dargestellten Gewerbegebiete über untergeordnete Wohnnutzungen verfügen, die nach § 8 BauNVO Abs. 3 auch zulässig sind, sofern eine betriebsbezogene Nutzung des Wohnhauses vorliegt. Die Wohnnutzung ist somit für Betriebsleiter und Betriebsinhaber sowie Aufsichts- und Bereitschaftspersonen zulässig. Für die Analyse der Wohnnutzungen ist insbesondere die Auswertung der Meldedaten erkenntnisreich. Für die weitere Vorgehensweise in der Definition der Siedlungseinheiten muss hier im Einzelfall entschieden werden: Möglich ist das Einbeziehen solcher durch Wohnen genutzten Gewerbeflächen in benachbarte Siedlungseinheiten. Auch das gesonderte Abgrenzen von Gewerbeflächen mit Wohnnutzungen ist möglich. Der in Abbildung III-3.1 dargestellte FNP (in Überarbeitung) der Ortsgemeinde Neuhemsbach, VG Enkenbach-Alsenborn, veranschaulicht exemplarisch die Mischnutzung im Dorfkern, während die neueren Randgebiete als Wohnbauflächen ausgewiesen sind. Ferner werden in Planung befindliche Wohngebiete als Neuausweisungen ersichtlich (vgl. SinOptiKom 2016: 57).

¹¹⁰ Nach SinOptiKom 2016c: 55ff.

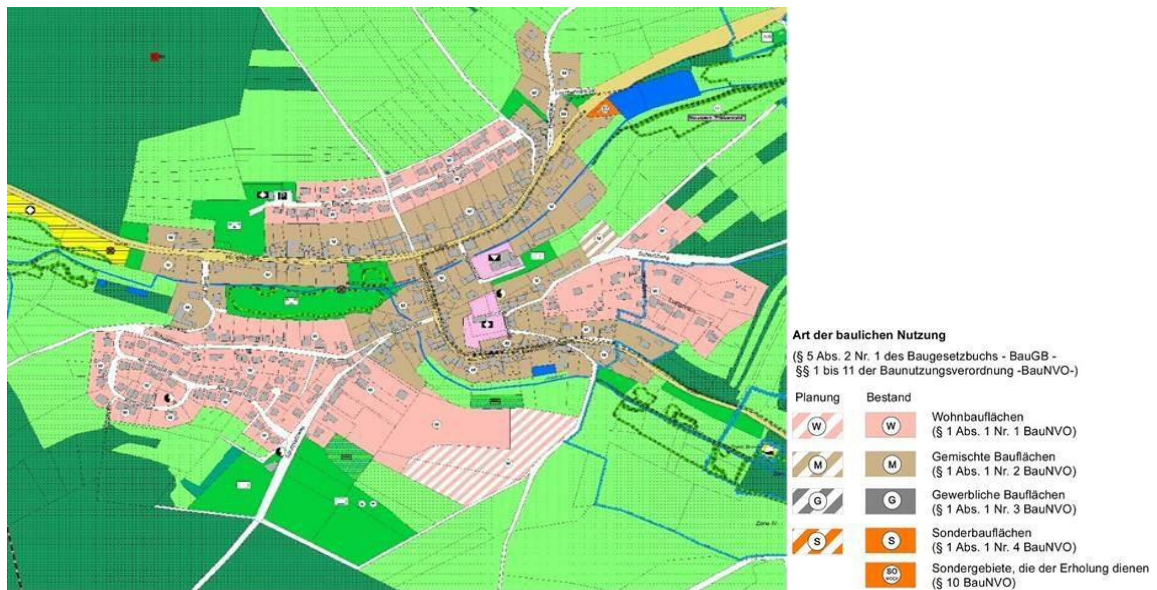


Abb. III-3-1: Flächennutzungsplan Neuhemsbach, VG Enkenbach-Alsenborn (in Überarbeitung) (Quelle: igr AG i. A. der Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn 2014)

2. Liegenschaftskataster (Schwarzplan)

Im über das Liegenschaftskataster darstellbaren Schwarzplan wird sowohl die bauliche Struktur als auch die relative Lage einer Siedlungseinheit innerhalb einer Ortsgemeinde ersichtlich. Hinsichtlich der Siedlungsstruktur kann zwischen geschlossener und offener Bebauung der Grundstücke unterschieden werden. Hierbei wird auch die über den FNP abgeleitete Differenzierung zwischen den älteren Dorfkernen und neueren Baugebieten an den Siedlungsrändern über die städtebauliche Dichte bestätigt: Während die älteren Dorfkerne im Regelfall eine verdichtete, geschlossene Bebauung mit kleineren Grundstücken, z.B. in Zeilenbebauung vorweisen, fallen neuere Baugebiete an den Randlagen durch größere Grundstücke mit offener Ein- und Zweifamilienhausbebauung [EFH, ZFH] auf. Die zweite wichtige Aussage wird über die relative Lage der Siedlungseinheit bestimmt. Morphologisch bedingt sind Gemeinden vom Dorfkern ausgehend in die Außenbereiche baulich-strukturell gewachsen. Neuere Bauflächen wurden traditionell als Dorferweiterungsplanungen der historischen Dorfkerne erschlossen. Die Dorfkerne im Innenbereich der Siedlungen weisen somit die ältesten baulichen Strukturen auf. Nach der Analyse des Schwarzplans ist davon auszugehen, dass die neueren Baugebiete in den Randlagen der Gemeinden erst nach dem Inkrafttreten der BauNVO, also erst nach 1962 erschlossen wurden (vgl. SinOptiKom 2016: 57).

3. Baualtersklassen

Die Erkenntnisse aus der Analyse des Schwarzplans können durch eigene Erhebungen der Baualtersklassen der Wohnbebauung näherungsweise verifiziert werden. Die Unterteilung in eine überwiegend ältere Bebauung der Dorfkerns bzw. die strukturell neueren Randlagen wird hier deutlich. Abbildung III-3-2 veranschaulicht diese Siedlungsmorphogenese am Beispiel der Ortsgemeinde Gerbach, VG Rockenhausen (vgl. SinOptiKom 2016: 58).

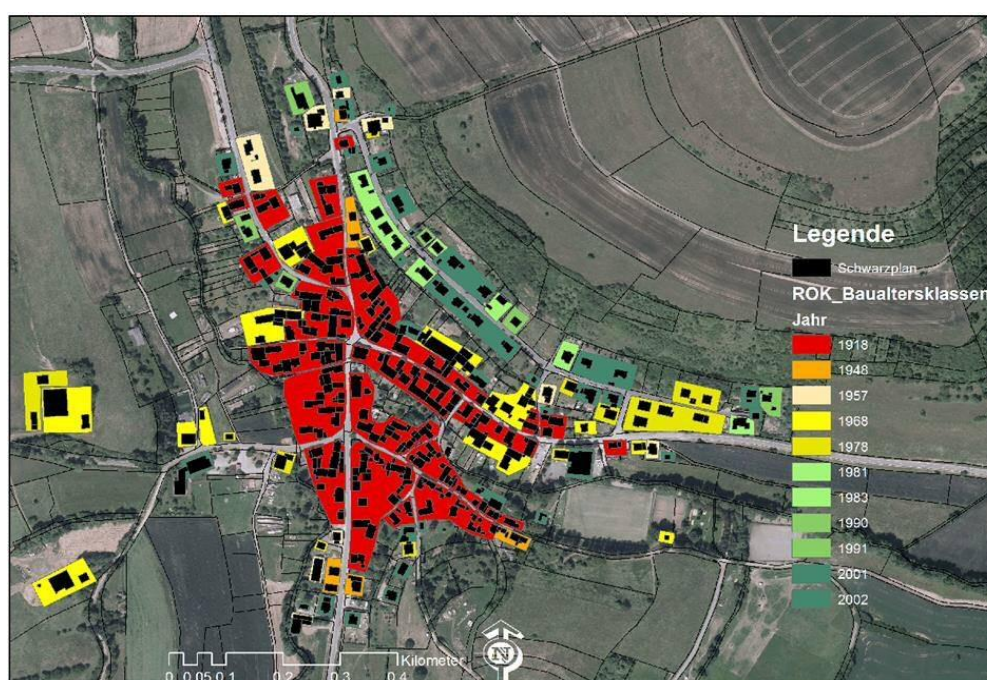


Abb. III-3-2: Übersicht der Wohnbebauung nach Baualtersklassen in Gerbach, VG Rockenhausen (Quelle: SinOptiKom 2016c: 58)

4. Die microm Geo-Milieus®

Durch die Datenauswertung der microm Geo-Milieus® werden insbesondere soziokulturelle aber auch soziodemographische Unterschiede in der Bevölkerungsstruktur deutlich. Während sich im direkten Vergleich auf Verbands- und Ortsgemeindeebene keine signifikanten Unterschiede der soziokulturellen Struktur erkennen lassen und alle Milieus in Deutschland vertreten sind, lassen sich auf der Mikroebene soziokulturelle Charakteristika bzw. Segregationstendenzen zwischen den verschiedenen Siedlungsteilen feststellen. Die Analyse der auf Adressebene georeferenzierten microm Geo-Milieus® ermöglicht, neben der konventionellen soziodemographischen Betrachtung der kommunalen Meldedaten, einen erweiterten Einblick

in die soziokulturelle Struktur der Gemeinde. Die soziokulturelle Analyse über die Auswertung der microm Geo-Milieus[®] zeigt auf, dass sich neben den baulichen Strukturen auch die sozialen Milieus entsprechend der Siedlungsmorphogenese auf die Ortslagen aufteilen. Die Milieus, die sich überwiegend in der Familienphase befinden, sind schwerpunktmäßig in den Randlagen mit offener Ein- und Zweifamilienhausbebauung vorzufinden. Die in ihrer Gesinnung eher traditionellen Milieus, mit älteren Sozialstrukturen und tendenziell mittleren bis unteren sozialen Lagen, sind überwiegend in der älteren baulichen Struktur der Dorfkerne wohnhaft. Die zusätzliche Dimension bestätigt die Differenzierung der baulichen Struktur und zeigt damit auch eine soziokulturelle Segregationstendenz auf. Durch die nach ihrer Wertorientierung und sozialen Lage überwiegend homogenen Nachbarschaften, innerhalb der Siedlungen, wird die Differenzierung der Siedlungen in Siedlungseinheiten vereinfacht. Ferner lässt die tendenzielle Ansammlung ähnlicher Milieutypen in Nachbarschaften, durch ihre Anforderungen an den Wohnraum, einen Rückschluss auf die Attraktivität der jeweiligen Siedlungseinheiten zu. Zuletzt erleichtert die Segregationstendenz unter Umständen eine zielgruppenspezifische Bürgeransprache im Planungsprozess (vgl. Dilly et al. 2016: 13; Hoek et al. 2016: 143; SinOptiKom 2016c: 59).

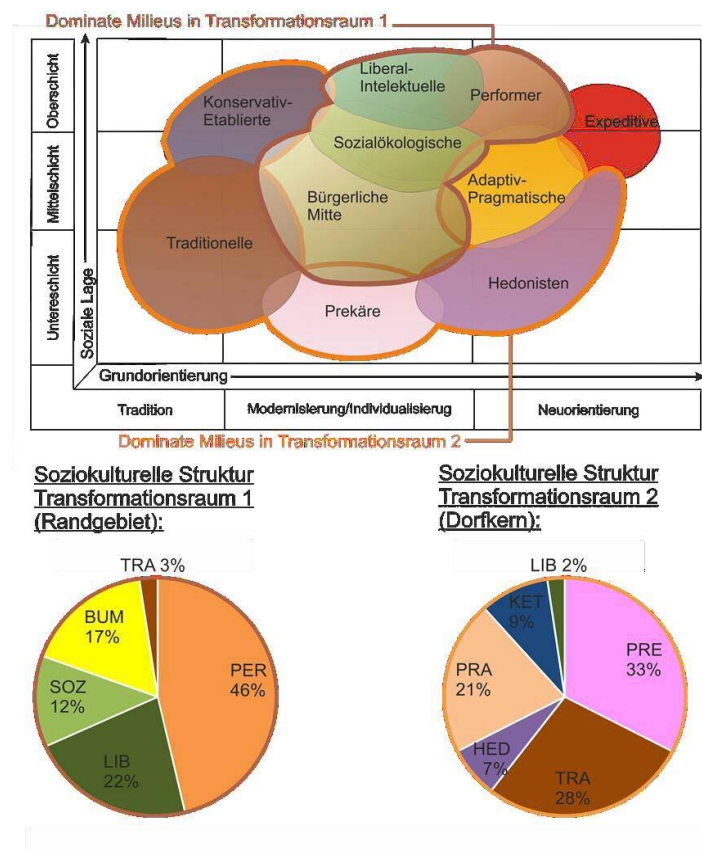


Abb. III-3-3: Beispiele von Transformationsräumen nach Milieustruktur
(Quelle: SinOptiKom 2016c: 59)

5. Hausanschlüsse an Haltungen (Straßenzugehörigkeit)

Durch den Anschluss der Wohnbebauung an das Abwasserentsorgungssystem ist bei der Definition der Siedlungseinheiten die differenzierte Zuweisung der Gebäude an Straßenzüge bzw. die jeweiligen Haltungen zu berücksichtigen. Besonders für Eckgrundstücke, die an zwei Straßenzügen liegen, muss über die Ausrichtung der Hausanschlüsse eine exakte Zuteilung der Gebäude an das Abwasserentsorgungssystem erfolgen. Dieser Betrachtungsschritt ist für die Entwicklung einer integrierten Schrumpfsstrategie der Siedlungskörper, die auch die Abwasserinfrastrukturen berücksichtigt, elementar. Die Betrachtung sollte sich somit an der Auslastung sowie dem Alter und folglich den Sanierungsintervallen der Infrastrukturen orientieren, damit die Infrastrukturkosten bei der Entwicklung der Schrumpfsstrategie ländlicher Siedlungen berücksichtigt werden können (vgl. Abbildung III-3-4) (vgl. Herz et al. 2002; Koziol, Walther 2006; Koziol 2007; Siedentop et al. 2006; SinOptiKom 2016c: 60).

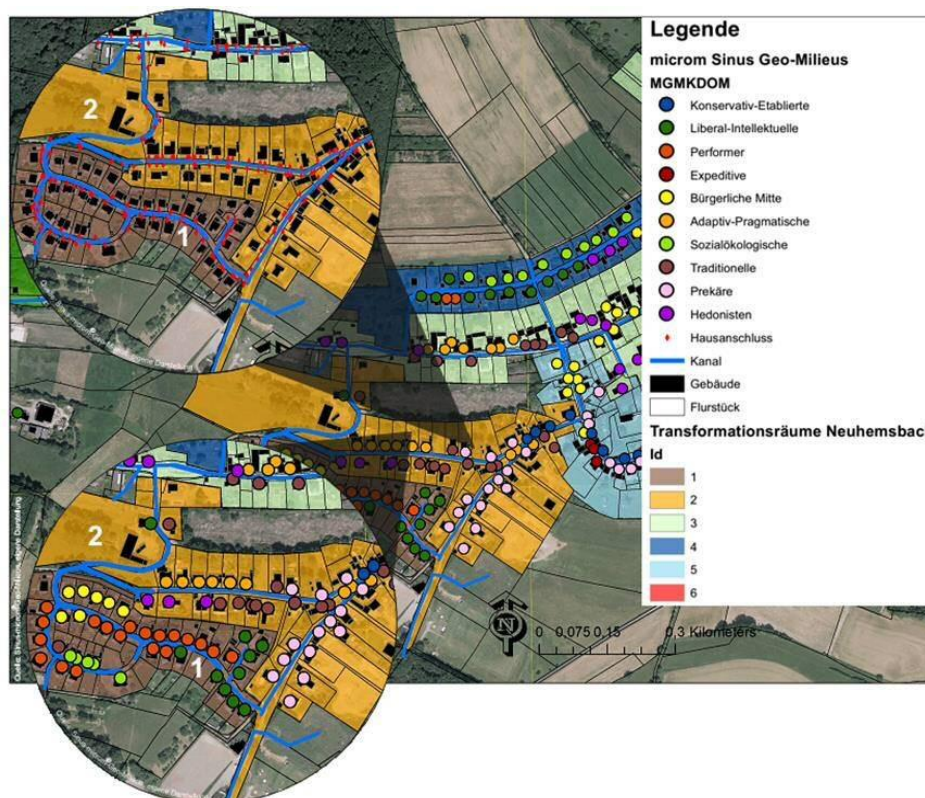


Abb. III-3-4: Siedlungseinheiten nach Anschluss an Haltungen und soziale Milieus (Quelle: SinOptiKom 2016c: 60)

6. Meldedaten

Meldedaten, die über die Verbandsgemeindeverwaltungen zu Forschungszwecken anonymisiert abgerufen werden können, können zur Definition der Siedlungseinheiten als Hilfsgröße herangezogen werden. Aus deren Analyse geht vor allem eine grundsätzliche Aussage über die Haushaltsgrößen und Altersstrukturen der Haushalte hervor. Die soziodemographischen Daten sind prinzipiell in den Milieudaten integriert und werden somit durch deren Verortung auf Adressebene abgebildet (vgl. SinOptiKom 2016c: 60).

7. Luftbild

Das Luftbild wird als Grundlage herangezogen um einzelne Flurstücke mit sonstiger Nutzung, z.B. als Grünfläche, Schutzgebiet, Park- oder Spielplatz zu identifizieren und somit als Fläche zur Nachverdichtung im Innenbereich der Siedlungen auszuschließen. Dieser Schritt hat neben der Definition der Siedlungseinheiten insbesondere für die Erstellung quantitativer Szenarien der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung Relevanz (vgl. SinOptiKom 2016c: 60).

III-3.3 Definition der Mikroebene (Siedlungseinheiten)

Die Definition der Siedlungseinheiten basiert auf der Erfassung und differenzierten Analyse der im Vorfeld beschriebenen Grundlagendaten. Die Kennzeichnung der Mikroebene sollte manuell in einem Geographischen Informationssystem [GIS] auf Basis des Liegenschaftskatasters erfolgen. Dort werden alle der Siedlungseinheit zugehörigen Flurstücke zu einem Polygon zusammengefügt. Die aggregierten Polygone (Siedlungseinheiten) einer Ortsgemeinde werden als Flächenbezug für die Bevölkerungsvorausberechnung (siehe Abschnitt III-4.2) als Shapefiles (.shp) zugrunde gelegt. Die Auswahl der Flurstücke erfolgt in dieser Modellrechnung nach Möglichkeit unter Ausschluss des öffentlichen Raumes, der nicht an das Abwassersystem angeschlossen ist. Grünflächen sind somit von der Auswahl ausgeschlossen. Öffentliche Gebäude sowie kleinere und mittlere Unternehmen [KMU], die über einen Anschluss an das Kanalsystem verfügen, sind durch ihre Relevanz für die Auslastung der Infrastrukturen in der Auswahl inbegriffen. Die Polygone orientieren sich somit grundsätzlich an der bestehenden Siedlungsfläche, der Wohnbebauung sowie gewerblich genutzter und öffentlicher Liegenschaften, mit Anschluss an das Kanalsystem. Die Größeneinteilung der Polygone ist prinzipiell von den individuellen örtlichen Gegebenheiten und vom Untersuchungsgegenstand abhängig. Grundsätzlich sollte sich die Definition der Siedlungseinheiten an den siedlungsmorphologischen Bedingungen, d.h. an der Art der Bodennutzung, dem Schwarzplan und dem Alter der Gebäude und Infrastrukturen orientieren. Sofern die Daten aus der Mikromodellierung der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung über ein Berechnungstool, z.B. den *SinOptiKom-Demonstrator* ausgewertet werden, sollten die Siedlungseinheiten nicht zu klein definiert werden, um die Rechenleistung möglichst gering zu halten. Bei den in dieser Arbeit dargestellten Mikromodellierungen der Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung entscheidet die Definition der Siedlungseinheiten über die Grundgesamtheit der Bevölkerung, die mit der *cohort-survival-Methode* fortgeschrieben wird (vgl. SinOptiKom 2016c: 61). Die Einteilung der Siedlungseinheiten folgt dabei der Hierarchie der räumlichen Datengrundlagen, wie in Abschnitt III-3.2 dargestellt und damit keinem klaren Regelwerk, sondern einem grundsätzlichen Leitfaden. Durch die Heterogenität der Siedlungen ergeben sich für die Mikromodellierung unterschiedliche Grundgesamtheiten, die unter statistischen Gesichtspunkten durch ihre geringe Größe *nicht* als belastbar eingestuft werden können. Die Erläuterung zur Belastbarkeit der quantifizierten Szenarien erfolgt in Abschnitt III-4.

III-4. Schematisches Vorgehen zur Szenarioerstellung der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung

Die Szenarioerstellung in dieser Arbeit orientiert sich an einer über die Erfordernisse des *Demonstrators* definierten Struktur. Die Besonderheit dieses Szenarioansatzes¹¹¹ liegt in der Überlagerung qualitativer Daten und Annahmen zur Entwicklung auf der örtlichen und überörtlichen Ebene, mit den über die Meldedaten gewonnenen quantitativen primären Grundlagendaten, die für den *ceteris-paribus-Ansatz* der Bevölkerungsvorausberechnung genutzt werden. So werden die in Abschnitt III-2.2.3 als raumplanerisch relevanten Grundlagendaten, die grundsätzliche Entscheidungen zur Siedlungsentwicklung im Sinne der formellen und informellen Planung beinhalten sollten, auf der Mikroebene der Siedlungseinheiten widergespiegelt. Zwar wurde der sich in den Räumen vollziehende demographische Wandel in der Regel als gegenständliche Alltagsrealität anerkannt, jedoch fehlt es den meisten Kommunen an konkreten Konzepten der schrumpfungorientierten, strategischen und integrierten Siedlungsentwicklung auf örtlicher Ebene, die auch die Kosten von (Abwasser-)Infrastrukturen berücksichtigen (vgl. Köppen 2008: 271). Ebenso ist es der Regionalplanung, über die vorhandenen regulativen Instrumente und abstrakten Vorgaben kaum möglich, einen strukturellen Schrumpfungsprozess auf Gemeindeebene in Form verbindlicher Leitbilder mitzugestalten bzw. vorzugeben (vgl. Müller, Otto 2007: 28; Siedentop 2016: 53). Eine vorausschauende Raumentwicklungspolitik einer jeden Gemeinde sollte jedoch regionale Trends, die auf die Bevölkerungsverteilung wirksam sind, aufgreifen und die Folgeeffekte, die auf die Siedlungsstruktur einwirken, in einem strategischen Handlungsrahmen definieren (vgl. Siedentop, Gornig, Weis 2011: 2) (vgl. Abschnitt I-Problemstellung). Eine Strategie sollte dabei, gemäß des Grundsatzes der Planungshoheit der Gemeinden nach Art. 28 Abs. 2 GG bzw. § 2 Abs. 1 GemO RLP, auf der Ebene der Verbandsgemeinden, idealerweise durch die Verbandsgemeinderäte beschlossen oder zumindest auf Kreisebene durch ein Leitbild vorgegeben werden. Die Forschungspraxis aus dem Projekt *SinOptiKom* hat jedoch gezeigt, dass die große Mehrheit der kommunalen Vertreter der betrachteten Modellgemeinden durch die begrenzte Fristigkeit der Planungsinstrumente, z.B. der vorbereitenden Bauleitplanung, keine strategischen Entscheidungen langfristiger Planungshorizonte (vgl. Abschnitt III-2.1.4) treffen. Zugleich gilt die flächenbezogene Wachstumsausrichtung vielerorts noch

¹¹¹ Der hier resümierte Ansatz, der Erstellung von Szenarien der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung, wurde im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts SinOptiKom (2016c) erarbeitet und ist somit keine eigene Forschungsleistung des Autors im Rahmen dieser Dissertation. Der Autor war im BMBF-Verbundprojekt SinOptiKom (2016c) jedoch maßgeblich an der Erarbeitung der Szenarien zur Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung beteiligt. Dieses Kapitel entstammt zu großen Teilen dem Kapitel 5.2 des Abschlussberichts zum BMBF-Verbundprojekt SinOptiKom (2016c: 73ff.).

immer als Planungsparadigma (vgl. Siedentop 2016: 53). Grundsätzlich gilt, dass die Steuerung und Stabilisierung des Verhältnisses von Siedlungsfläche und Bevölkerungszahl, also der Bevölkerungsdichte, zentrales Anliegen einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung sein sollte (Koziol, Walther 2006: 259, Siedentop 2016: 53, Müller, Otto 2007: 30). Demzufolge sollte, in absehbar demographisch schrumpfenden Regionen, die Erschließung neuer Bauflächen durch die öffentliche Hand grundsätzlich vermieden werden (vgl. Müller, Otto 2007: 30).

Das Planungsparadigma in demographisch schrumpfenden Regionen sollte daher vielmehr einem Leitbild der geplanten Schrumpfung, der Konsolidierung bzw. des Umbaus folgen und damit mehr auf die Bestandsentwicklung, Revitalisierung und insbesondere den gesteuerten Rückbau von Gebäuden und das Flächenrecycling zielen (vgl. Müller, Otto 2007: 31; Koziol, Walther 2009: 83; Ruther-Mehlis 2009: 69). Somit werden integrierte Konzepte der Transformation von Wasserinfrastrukturen, die auch die Siedlungsentwicklung berücksichtigen, im wissenschaftlichen Diskurs gefordert (vgl. Bock, Libbe 2016; Müller, Otto 2007: 31, Preuß, Floeting 2009; SinOptiKom 2016c; Siedentop et al. 2006) Durch das Formulieren des Forschungsziels, der Entwicklung integrierter Konzepte der Siedlungsentwicklung und Wasserinfrastrukturplanung, z.B. im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme *NaWaM INIS*, wird das Fehlen eines verbindlichen Planungsparadigmas der integrierten multisektoralen Betrachtung, welches z.B. über Leitbilder als „politischer Druck von oben“ formuliert werden kann, deutlich (vgl. INIS Expertenkreis 2015: 5; Siedentop 2016: 53).

Das gezielte Erfassen der Entwicklung der überörtlichen und örtlichen Strukturen über Szenarien ist ein zielorientiertes Instrument, um Handlungsoptionen zu kommunizieren und Strategien abzuleiten. Die Delphi-Methode ist in der einschlägigen Literatur ein wiederholt genanntes Instrument, um über Expertenwissen Einblicke in mögliche Entwicklungen zu erlangen, insbesondere jedoch um ein iteratives Verfahren über Leitbilder und Entwicklungswege der Gemeinde anzustoßen (vgl. Steinmüller 1997: 85; Kosow, Gaßner 2008: 63; Ulmer et al. 2007; Haan et al. 2009). Die Delphi-Methode kann dabei z.B. als Expertenbefragung mit der Szenariomethode kombiniert werden und so der Szenarioanalyse als strukturierendes Element vorgeschaltet werden (vgl. Kosow, Gaßner 2008: 64). Im zugrundeliegenden Ansatz wird auf die Delphi-Methode, im Sinne einer Expertenbefragung mit mehreren Befragungsrunden, aufgrund des zeitintensiven Prozederes verzichtet.

Die Fachliteratur offenbart mögliche schematische Entwicklungen aus Untersuchungen, z.B. in Klein- und Mittelstädten (vgl. z.B. Koziol, Walther 2006; Koziol 2007), die für die Erstellung von Szenarien als fundierte mögliche Grundprinzipien der Siedlungs-

entwicklungen zugrunde gelegt und in deren Anlehnung mögliche szenariobasierte Handlungsstrategien in der Entwicklung ländlicher Siedlungen, unter Berücksichtigung von Abwasserinfrastrukturen und möglicher Transformationspfade für die Analyse abgeleitet werden können (vgl. Koziol, Walther 2006, Abschnitt II-3.6.5). Diese Vorgehensweise bietet sich im Zusammenhang des Themas der vorliegenden Arbeit insbesondere an, um eine Diskussion, z.B. innerhalb eines Verbandsgemeinderates, der für viele ländliche Gemeinden zu erwartenden Siedlungsentwicklung anzustoßen, grundsätzliche Erkenntnisse über strategische Entscheidungen in der integrierten Siedlungsentwicklung zu erlangen und um daraus, in einem analytischen Verfahren, Strategien für ländliche, vom demographischen Wandel betroffene Siedlungen abzuleiten.

In der zugrundeliegenden Arbeit wird das Szenariofeld, der hier im Folgenden betrachteten Szenarien, durch die in Abschnitt III-2.2 definierten Treiber, die auf Wasserinfrastrukturen einwirken, definiert. Somit gilt die folgende Betrachtung dem Aufstellen von Szenarien zur Bevölkerungsdichte ländlicher Modellgemeinden. Die Auswertung der Szenarien mitsamt der mathematischen Optimierung von Transformationstrategien der (Ab-)Wasserinfrastrukturen erfolgte im Rahmen des BMBF-Verbundprojektes SinOptiKom, über den *SinOptiKom-Demonstrator*. Der Transfer der sektorübergreifenden Szenarien erfolgt aufbauend auf den Projektergebnissen.

Für die hier betrachtete Forschungsfrage, zu den Auswirkungen demographischer Schrumpfung auf Abwasserinfrastrukturen und deren mögliche Transformationspfade, ist die Bevölkerungsdichte ein entscheidender Faktor. Die hier verfolgte Vorgehensweise ist angelehnt an die Vorarbeit von SIEDENTOP, GORNIG, WEIS (2011: 26), WESTPHAL (2008: 107) und KOZIOL, WALTHER (2006: 262). Es wurden, als zweite Phase der Szenarioerstellung, folgende Schlüsselfaktoren, die sich direkt auf mögliche Transformationspfade von Abwasserinfrastrukturen auswirken, für ländliche Siedlungen identifiziert:

1. Entwicklung der Wohneinheiten
2. Entwicklung der Leerstände
3. Entwicklung der Bevölkerung

Besonderes Augenmerk gilt hierbei der unterschiedlichen Wirkung der Schlüsselfaktoren auf die Siedlungseinheiten sowie deren Interdependenzen. So ist der Schlüsselfaktor der Bevölkerungsentwicklung in seinen Ausprägungen sowohl übergeordneten Einflüssen, im Sinne von Makrotrends, als auch lokalen Besonderheiten ausgesetzt: Die Bevölkerungsentwicklung ist z.B. von der regionalen Wirtschafts- und Arbeitsplatz-

struktur, den Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten, der überörtlichen Erreichbarkeit, der raumwirksamen Veränderung von Lebensstilen bzw. Haushaltsstrukturen, mit seinen jeweiligen Ausprägungen auf der Makroebene, charakterisiert. Zudem ist auch die lokale Beschaffenheit der Siedlungsstrukturen, z.B. der lokal verfügbaren (sozialen) Infrastrukturen oder das Erscheinungsbild der Siedlung, als sozialpsychologischer Faktor, auf den Status quo der *de facto*-Bevölkerung und deren Entwicklung wirksam. Die verschiedenen Ebenen bedingen sich.

Die ermittelten Schlüsselfaktoren sollen, in der dritten Phase der Szenarioerstellung, daraufhin analysiert werden, wie ihre Entwicklung in Zukunft aussehen kann. Verschiedene Ausprägungen möglicher zukünftiger Entwicklungen, mit Relevanz für die Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung der Gemeinde, sollen als Szenario definiert werden (vgl. Kosow, Gaßner 2008: 21).

Hierbei ist neben der inhaltlich konsistenten Beschaffenheit der Szenarien auch die Verknüpfung der Ebenen über die Wanderungssalden zu berücksichtigen (vgl. Abschnitt III-3.1.3). Um neben dem Referenzszenario, das hier als "Trendszenario" beschrieben wird, auch alternative Zukünfte abbilden zu können, wird bei der Szenariodefinition auf die Vorarbeit anderer Studien zur szenariobasierten Untersuchung der Entwicklung von Siedlungen zurückgegriffen (vgl. Koziol, Walther 2006: 262; Koziol, Walther 2009: 76; Ruther-Mehlis 2009: 66; Siedentop, Junesch, Uphues 2011: 139f.; Westphal 2008: 107). In dieser Arbeit werden baulich-strukturelle Eingriffe als aktive Gestaltung der Siedlungsentwicklung synthetisiert und in der Bevölkerungsvorausberechnung als „Störfaktoren“ berücksichtigt. Entsprechend der über die strukturellen Eingriffe synthetisierten Entwicklungen bzw. der daraus synthetisierten Attraktivität der Ortslagen auf der Mikroebene, werden die Migrationssalden der *de facto*-Bevölkerung angepasst und somit unterschiedliche Entwicklungen der Schlüsselfaktoren simuliert. Die Szenarien werden als diskrete Zeitreihen der Entwicklung der Wohneinheiten, der Leerstände und der Bevölkerung, auf der Mikroebene der Siedlungseinheiten, generiert. Dieser Untersuchung werden drei verschiedene qualitative Szenarien zugrunde gelegt, die mit dem Status quo der lokalen Gegebenheiten, um die *de facto*-Bevölkerung, die Leerstände und die Wohneinheiten verrechnet werden (vgl. SinOptiKom 2016c: 73).

Im vierten Schritt der Szenarioanalyse werden die Szenarien zu konsistenten Bündeln ausdifferenziert. Dieser Schritt wird hier mit der quantitativen Darstellung im Sinne des *ceteris-paribus*-Ansatzes vollzogen. Die generierten Szenarien bilden somit die räumliche Untersuchungsbasis. Gemeinhin wird bei Bevölkerungsvorausberechnungen mit Regionalbezug die Kreisebene als Grundgesamtheit vorausgesetzt, um dem

Mindestmaß der Belastbarkeit zu entsprechen und gleichzeitig die regionalen Spezifika für die Modellrechnungen zu berücksichtigen. Grundsätzlich gilt, dass die Unsicherheiten umso größer sind, je kleinräumiger die Bezugsräume gewählt werden. Dieses Phänomen ist weniger auf die natürlichen Bevölkerungsentwicklungen zurückzuführen, als auf die Wanderungsströme. Letztere können mitunter gerade bei kleinmaßstäblichen Betrachtungen entsprechende Sondereffekte aufweisen (vgl. Stat. LA RLP 2015: 51). Dieser statistischen Unschärfe wird mit der Argumentation begegnet, dass es sich um alternative mögliche Zukünfte aus der Gegenwartsperspektive handelt, die als Vergleichsbasis herangezogen werden. Folglich ist hier nicht die statistische Belastbarkeit ausschlaggebend, sondern die prinzipielle Möglichkeit des Eintretens der Szenarien (vgl. dazu Abschnitt III-1.2).

Im fünften und letzten Schritt der Analyse, dem Szenario-Transfer, werden die drei Szenarien im Demonstrator hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Abwasserinfrastrukturen evaluiert. Hierbei kann auf die Untersuchungsergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt *SinOptiKom* (2016c) zurückgegriffen werden. Die Transferleistung ergibt sich aus dem Vergleich der über die Berechnung im *Demonstrator* gewonnenen Ergebnisse, mit jenen Ergebnissen aus Vorstudien zum Verhältnis der Faktoren Besiedlungsdichte und Infrastrukturkosten anderer Räume. Insbesondere auf dieser Vergleichsbasis können Strategien für die zukünftige Entwicklung ländlicher Siedlungen abgeleitet und Implikationen für die zukünftige Gestaltung der Abwasserinfrastrukturen gewonnen werden. Das Schema der Szenarioerstellung, nach *SinOptiKom* (2016c), ist in der folgenden Abbildung III-4-1 dargestellt.

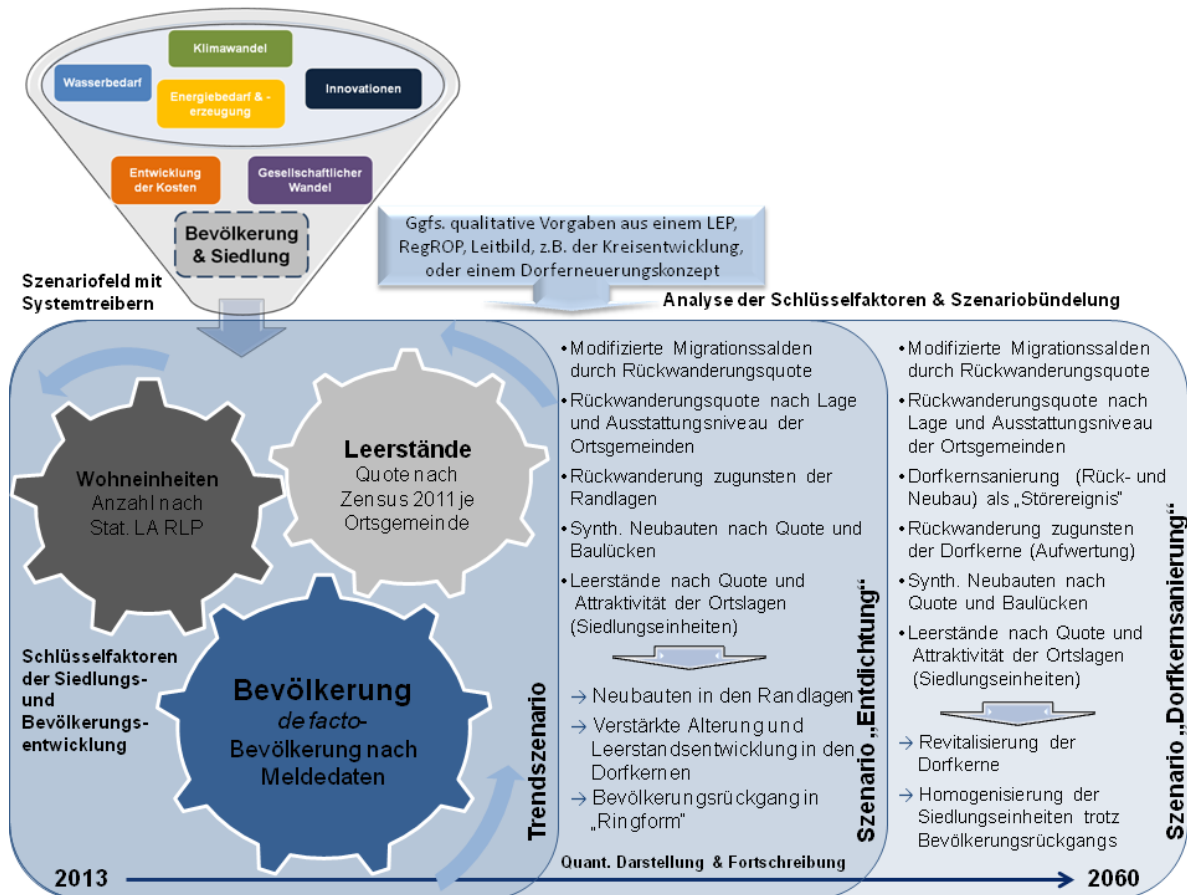


Abb. III-4-1: Schematisches Vorgehen zur Szenarioerstellung (Quelle: Eigene Darstellung)

III-4.1 Qualitative Szenarien

Die im Folgenden dargestellten qualitativen Szenarien¹¹² simulieren unterschiedliche Strategien der Siedlungsentwicklung ländlicher Räume, die in dieser Arbeit als Ersatz für mögliche Leitbilder der Siedlungsentwicklung ländlicher Räume operieren. Im Falle des Referenzszenarios „Trend“ wird die Entwicklung der Siedlungen somit ohne synthetische siedlungsstrukturelle Eingriffe modelliert. Die Szenarien „Entdichtung“ und „Dorfkernsanierung“ synthetisieren dagegen strukturelle Eingriffe, die zu alternativen Entwicklungen der Besiedlungsdichte, Bevölkerungsstruktur sowie -anzahl führen.

¹¹² Der hier resümierte Szenarioansatz entstammt zu großen Teilen dem Kapitel 5.2 des Abschlussberichts zum BMBF-Verbundprojekt *SinOptiKom* (2016c: 73ff.). Der Autor war maßgeblich an der Erstellung der Szenarien im BMBF-Verbundprojekt *SinOptiKom* sowie am Verfassen des Kapitels 5.2 des Abschlussberichts beteiligt.

III-4.1.1 Referenzszenario „Trend“

Die in Abbildung III-4-2 dargestellte Modellillustration gibt einen schematischen Überblick über die annahmenbasierte Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung im Referenzszenario „Trend“ (vgl. SinOptiKom 2016c: 74ff.).

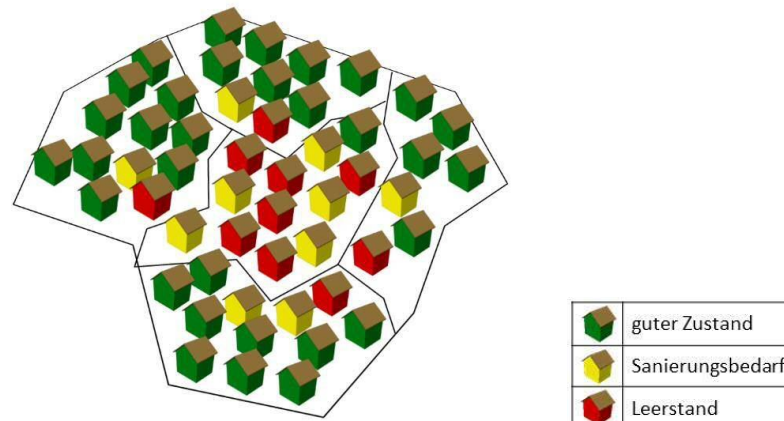


Abb. III-4-2: Modellillustration zur Bevölkerungs- und Leerstandsentwicklung im Bestandsszenario (Quelle: SinOptiKom 2016c: 79)

In diesem Trendszenario ergeben sich keine wesentlichen Veränderungen in der Siedlungsstruktur. Somit werden keine baulich-strukturellen Eingriffe im Sinne eines Neu- oder Rückbaus von Gebäuden synthetisiert und es werden keine Änderungen im Flächenmanagement vorgenommen.

Das Szenario orientiert sich am baulichen sowie bevölkerungsstrukturellen Bestand und berechnet die Bevölkerungsentwicklung auf Basis der Standardannahmen für alle Siedlungseinheiten gleich. Die Standardannahmen betreffen die regionalen Migrationsbewegungen aus der amtlichen Statistik, die bundesdeutsche Periodensterbetafel sowie kohortenspezifischen Geburtenziffern. Es gibt in diesem Szenario folglich keine Binnenwanderungsbewegungen, die auf baulich-strukturelle Eingriffe zurückzuführen sind und somit auch keine darauf zurückzuführenden bevölkerungsstrukturellen Verschiebungen. Alle über die Meldedaten erhobenen Einwohner (*de facto*-Bevölkerung) altern entsprechend der *cohort-survival-Methode* und den soziodemographischen Standardannahmen bis zum statistischen Ableben (vgl. SinOptiKom 2016: 79).

III-4.1.2 Szenario „Entdichtung“

In diesem Abschnitt wird die methodische Vorgehensweise zum Szenario „Entdichtung“ beschrieben. Das Alternativszenario „Entdichtung“ baut auf den im Referenzszenario dargestellten Grundlagen auf. Entsprechend der synthetischen strukturellen Eingriffe werden zusätzliche Faktoren in der *cohort-survival-Methode* berücksichtigt. Die im Trendszenario dargestellten Faktoren sind auch in diesem Szenario relevant und werden durch die Folgenden ergänzt (vgl. SinOptiKom 2016c: 79ff.):

1. Rückwanderung Bildungswanderer

Bei der Berechnung der Migrationssalden wird von der Annahme ausgegangen, dass eine definierte Quote der Kohorte der Bildungswanderer, die für ihre Ausbildung oder das Studium vom Wohnort wegziehen, nach deren/dessen Beendigung wieder zurück in ihre Heimatgemeinde ziehen. Ein entsprechender Faktor wird dafür der Modellrechnung hinterlegt. Somit wird davon ausgegangen, dass ein Anteil der Bildungswanderer nach einem Berechnungsintervall als Zuwanderer in die Gruppe der Arbeitswanderer einfließt. Einer im Projekt *SinOptiKom* (2016) durchgeführten Befragung der Verbandsgemeinderäte entsprechend, ergibt sich ein differenziertes Bild zur Attraktivität und der zukünftigen Entwicklung der betrachteten Ortsgemeinden, aus dem der Anteil der Bildungswanderer, die in ihre Heimatgemeinde zurückkehren, ermittelt wurde. Im Szenario „Entdichtung“ werden dabei folgende Werte angenommen:

- Enkenbach-Alsenborn: 15 % rückwandernde Bildungswanderer
- Mehlingen, Sembach und Neuhemsbach: jeweils 10 % rückwandernde Bildungswanderer
- Gerbach und St. Alban: jeweils 6 % rückwandernde Bildungswanderer

Ferner wird die Annahme getroffen, dass die berechneten Rückwanderer die vorhandenen Baulücken, die sich insbesondere in den Randlagen der Gemeinde befinden, mit neuen Wohneinheiten bebauen. Die Randlagen weisen dabei die höhere Attraktivität für die Wohnansprüche dieser Bevölkerungsgruppe auf, so die Annahme. Da für diesen Sachverhalt keine Daten vorliegen, handelt es sich hierbei um szenariobasierte Annahmen, die mit dem Ziel, möglichst realistische alternative Entwicklungen aufzuzeigen, in die Berechnung aufgenommen wurden. Zur Berechnung der absoluten Anzahl der Rückwanderer wurden alle Bildungswanderer aus den Ortsgemeinden, folglich allen Siedlungseinheiten, errechnet und aus deren Summe anschließend die absolute Anzahl der Rückwanderer für jede Gemeinde gebildet. Entsprechend der getroffenen Annahmen, kommt es im Zeitverlauf dieses Szenarios

verstärkt zum sukzessiven Ableben der in den Dorfkernen lebenden Bevölkerung, wobei die Randlagen der Ortsgemeinden von Zuwanderern jüngerer Kohorten profitieren, was in diesen Randlagen zu einer Verzögerung der sterbe- und wanderungsbedingten Entdichtung führt (vgl. SinOptiKom 2016c: 79).

2. Verteilung der Rückwanderer

Hinsichtlich der Rückwanderer jüngerer Kohorten in der Familiengründungsphase, wird die Annahme getroffen, dass sie sich zur Haushaltsgründung potenziell stärker für Bauland in neueren Baugebieten der Randlagen interessieren, als im unsanierten Dorfkernbereich Neubauten zu errichten. Um die Anzahl an Rückwanderern zu verteilen, wurden alle Siedlungseinheiten einer Gemeinde entsprechend ihres verfügbaren Baulandes im Innenbereich sowie ihrer Attraktivität analysiert. Die Anzahl der Baulücken wurde mithilfe des Flächennutzungsplanes und des Luftbildes der Verbandsgemeinden ermittelt. Nachfolgend wurde ein Verteilungsschlüssel aufgestellt, über den die Anzahl der Rückwanderer auf die jeweiligen Siedlungseinheiten umgelegt wird. Siedlungseinheiten ohne frei verfügbarem Bauland, werden somit nicht mit Rückwanderern belegt. Zuletzt wird immer ein Maximum potenzieller Neubauten definiert, welches in der Berechnung naturgemäß nicht überschritten werden kann. Die Anzahl an Rückwanderern, die eine Baulücke mit einer Wohneinheit belegen, ergibt sich aus der durchschnittlichen Bevölkerung pro Wohneinheit aus allen Neubaugebieten der jeweiligen Gemeinde. Diese Zahl bleibt konstant, es werden keine Anpassungen für die Zukunft vorgenommen (vgl. SinOptiKom 2016c: 80).

3. Fortschreibung der Wohnbebauung

Aus der Anzahl der Rückwanderer wird die Anzahl neuer Wohneinheiten, die in einer Gemeinde synthetisiert werden, gebildet. Nach jedem Berechnungsintervall entstehen im Verhältnis zur Summe der Rückwanderer neue Wohneinheiten. Diese werden zu den bereits bestehenden Wohneinheiten einer Siedlungseinheit addiert. In diesem Szenario erhöht sich die Anzahl der Wohneinheiten in den Gemeinden konstant, da kein Abbruch an den bestehenden Gebäuden vorgenommen wird. Das hat zunächst insbesondere Auswirkungen auf die Fortschreibung der Leerstände, die im Zeitverlauf entsprechend steigen (vgl. SinOptiKom 2016c: 80).

4. Leerstandsfortschreibung

Um ein detailliertes Bild der Gemeinden zu erhalten, wurde neben der Wohneinheiten- und Bevölkerungsvorausberechnung auch eine Leerstandsfortschreibung auf Grundlage der amtlichen Daten durchgeführt. Die Datengrundlage zur Leerstandsrechnung basiert auf den Angaben zu den Leerstandsquoten der Ortsgemeinden, die aus der Zensusdatenbank (2011) hervorgehen. Die vorhandenen Daten beziehen sich auf alle Wohneinheiten einer Gemeinde, ausgeschlossen sind Ferienwohnungen, Wohnungen ausländischer Streitkräfte und gewerbliche Nutzungen (vgl. Stat. LA RLP 2011). In der Modellgemeinde Neuhemsbach wird der Verbandsgemeindedurchschnitt als Wert zugrunde gelegt, da hier keine amtlichen Daten zur Leerstandsquote vorliegen. Um die zukünftige Leerstandsquote zu berechnen, wird angenommen, dass das Abwandern und das statistische Ableben der Bevölkerung, um den Durchschnittswert der Bevölkerung pro Wohneinheit innerhalb der Gemeinde, zum Leerstand einer Wohneinheit führt. Dieser Wert wird für jedes Berechnungsintervall auf die bestehenden Leerstände aus dem vorangegangenen Intervall addiert. Die erste Leerstandsquote bezieht sich auf die Daten des Zensus 2011 und den bestehenden Wohneinheiten jeder Ortsgemeinde. Nach diesem Schema wird die Berechnung der intervallspezifischen Leerstandsquote fortgeschrieben. In einem weiteren Schritt werden die absoluten Leerstände berechnet. Diese wurden ebenfalls entsprechend der Bevölkerungsvorausberechnung ermittelt. Die Datengrundlage, basierend auf den Daten des Zensus 2011, wird über einen Verteilungsschlüssel gebildet, der die Attraktivität der Siedlungseinheiten widerspiegelt. Hinsichtlich des Verteilungsschlüssels der Leerstände werden folgenden Annahmen getroffen (vgl. SinOptiKom 2016c: 81):

- Attraktive Transformationsräume (Neubaugebiete) enthalten 5% des vorhandenen Leerstands
- Durchschnittlich attraktive Transformationsräume (ehemalige Neubaugebiete) enthalten 30% des vorhandenen Leerstands
- Weniger attraktive Transformationsräume (Dorfkerne) enthalten 65% des vorhanden Leerstands

Aufbauend auf diesem Verteilungsschlüssel wird die Leerstandsentwicklung in die Zukunft fortgeschrieben. Die Summe der Leerstände aller Siedlungseinheiten muss dabei deckungsgleich mit der Leerstandsquote für die Ortsgemeinde sein. Ein Sonderfall bei der Ermittlung der Leerstände ergibt sich durch die Bevölkerungszunahme in einer Siedlungseinheit. Die Bevölkerungszunahme entspricht im Modell dem Bewohnen von Leerständen, somit also einer Reduzierung bzw. Revitalisierung des Leerstands. Durch den bereits geringen Leerstand einer Siedlungseinheit kann es daher vorkommen, dass

die Anzahl der Leerstände unter 0, also in den negativen Bereich fällt. Negative Leerstände können faktisch nicht existieren und sind hier gleichbedeutend mit Wohnraumbedarf. Da die Modellrechnung in diesem Szenario jedoch keinen Neubau von Wohneinheiten vorsieht, wird der berechnete Bevölkerungsüberschuss und ihr Wohnraumbedarf auf andere Transformationsräume übertragen. Dieses Vorgehen führt folglich zu einer Reduzierung der Leerstände in diesen Siedlungseinheiten. In der Siedlungseinheit mit berechnetem Bevölkerungsüberschuss wird der Leerstand auf 0 beziffert (vgl. SinOptiKom 2016c: 81).

5. Baulücken und Baulückenauslastung

Als Baulücken werden nicht bebaute Flurstücke innerhalb des Gemeindegebietes definiert, die zusätzlich im Flächennutzungsplan als Wohnbauflächen oder als Wohnbauflächen in Planung ausgewiesen sind. In dieser Vorgehensweise werden für jede Siedlungseinheit Baulücken identifiziert, wobei grundsätzlich auch die Größe der zu bebauenden Grundstücke berücksichtigt wird. Baulücken dienen in der Modellrechnung als Bauplatz für neue Wohneinheiten der Rückwanderer. Um die Möglichkeit auszuschließen, dass mehr Rückwanderer neue Wohneinheiten synthetisch bauen, als in einer Siedlungseinheit Baulücken vorhanden sind, wird zusätzlich eine Überprüfung der Belegung durchgeführt. Für jedes Berechnungsintervall wird überprüft, ob genügend Baulücken vorhanden sind. Sollten in einem Transformationsraum nicht genügend Baulücken zur Verfügung stehen, muss der Verteilungsschlüssel der Rückwanderer angepasst werden. Im Gegensatz zur realen Gemeindeentwicklung enthalten die Szenarien keine Neuausweisung von Wohnflächen. Die Betrachtung über die Struktur des *Demonstrators* gibt vor, dass nur die Transformation bestehender Siedlungsflächen bzw. der bestehenden Wasserver- und Abwasserentsorgungsinfrastruktur analysiert werden kann. Die in Abbildung III-4-3 dargestellte Modellillustration gibt einen schematischen Überblick über die annahmenbasierte Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung im Szenario „Entdichtung“ (vgl. SinOptiKom 2016c: 82).

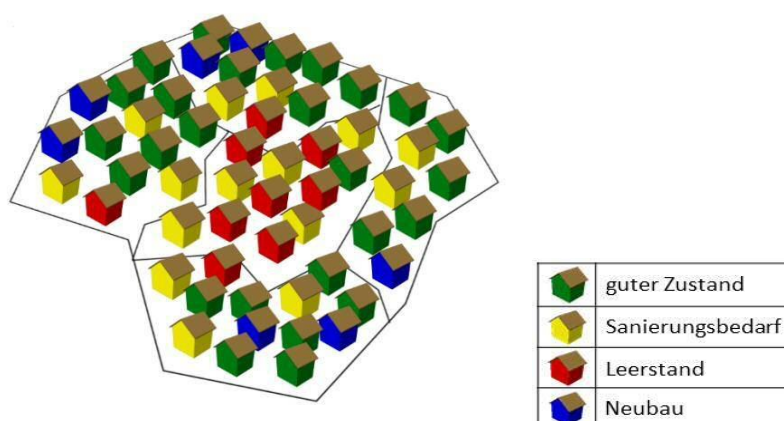


Abb. III-4-3: Modellillustration zur Bevölkerungs- und Leerstandsentwicklung im Szenario „Entdichtung“ (Quelle: SinOptiKom 2016c: 82)

III-4.1.3 Szenario „Dorfkernsanierung“

Das Szenario „Dorfkernsanierung“ baut hinsichtlich der Vorgehensweise und Modellbausteine auf den Szenarien „Trend“ und „Entdichtung“ auf, jedoch werden einige Annahmen modifiziert. Die Modifikation der Annahmen erfolgt wie beschrieben.

1. Rückwanderung der Bildungswanderer

Die im Szenario „Entdichtung“ getroffenen Annahmen zur Rückkehr der Bildungswanderer bleiben bestehen, jedoch wird eine andere Verteilung vorgenommen. Mit der synthetisierten Dorfkerne sanierung erhalten die Zentren der Ortsgemeinden eine Revitalisierung und somit eine Attraktivitätssteigerung. So wird die Annahme getroffen, dass sich die Anzahl der Rückwanderer in die sanierten Siedlungseinheiten der Dorfkerne erhöht. In diesem Szenario wird von folgenden Werten ausgegangen, die ebenfalls auf der Befragung der Verbandsgemeinderäte aus *SinOptiKom* aufbauen (vgl. SinOptiKom 2016c: 82 f.):

- Enkenbach-Alsenborn mit 18 % der rückkehrenden Bildungswanderer
- Sembach und Neuhemsbach mit jeweils 15 % der rückkehrenden Bildungswanderer
- Mehlingen, Gerbach und St. Alban mit jeweils 10 % der rückkehrenden Bildungswanderer

2. Verteilung der rückkehrenden Bildungswanderer

Durch die Attraktivitätssteigerung der dorfkernzugehörigen Siedlungseinheiten wird die Annahme getroffen, dass sanierte und teilweise rückgebaute Dorfkernkerne nun auch für rückkehrende Bildungswanderer, verbunden mit dem Neubau von Wohneinheiten, interessant sind. Neuere Baugebiete der Randlagen sind allerdings auch weiterhin potenzielle Nachverdichtungsräume, sodass grundsätzlich eine gleichmäßigere Verteilung der Rückwanderer über die Ortsgemeinden vorgenommen wird. In diesem Szenario wird die Dorfkernsanierung als Störereignis in der Vorausberechnung berücksichtigt. Die synthetische Dorfkernsanierung beginnt damit zeitlich versetzt und sukzessive ab den 2030er Jahren. Hier wird von einem alterungsbedingten demographischen Bruch ausgegangen, der die baulich-strukturelle Anpassung der Wohnbebauung unabdingbar macht, um der Degradation der Dorfkernkerne entgegenzuwirken. In den Berechnungsintervallen bis zur synthetisierten Dorfkernsanierung werden die gleichen Annahmen getroffen, die auch in dem Szenario „Entdichtung“ zugrunde gelegt wurden (vgl. SinOptiKom 2016c: 83).

3. Fortschreibung der Wohnbebauung

Auch im Szenario „Dorfkernsanierung“ wird die Annahme getroffen, dass rückkehrende Bildungswanderer Neubauten bevorzugen. Folglich wird der Neubau von Wohneinheiten synthetisiert und der Innenbereich der Ortsgemeinden entsprechend des real verfügbaren Baulandes nachverdichtet. Im Vergleich zum Szenario „Entdichtung“ wird jedoch eine Rückbauquote in den Siedlungseinheiten der Dorfkernbereiche in der Berechnung berücksichtigt. Diese Rückbauquote beziffert die Anzahl an Wohneinheiten, die in Dorfkernen rückgebaut werden. Darauf aufbauend wird neues Bauland recycled und synthetisch bebaut. Die Rückbauquote wird auf 20% des Bestands der Wohneinheiten definiert. Die Rückbauquote, als Störereignis, wird erst ab den 2030er Jahren mit dem sukzessiven Beginn der Dorfkernsanierung in der Berechnung berücksichtigt. Im Szenario Dorfkernsanierung soll der Rückbau der Gebäude sukzessive über einen Zeitraum von 20 Jahren erfolgen. Folglich wird der Rückbau der Wohneinheiten (20 %) auf vier Berechnungsintervalle in Fünfjahresschritten verteilt. Im ersten Intervall wird eine Rückbauquote von 3% angenommen, danach folgen 5%, 8% und 4% rückgebauter Wohneinheiten. Die verwendeten Werte sind annahmenbasiert und haben somit einen indikativen Wert. Die Rückbauquote wird in allen Dorfkernbereichen im gleichen Verhältnis angenommen, auch wenn unterschiedliche absolute Anzahlen an Wohneinheiten vorliegen (vgl. SinOptiKom 2016c: 83).

4. Leerstandsfortschreibung

Die Leerstandsfortschreibung wird wie im Szenario „Entdichtung“ berechnet, allerdings haben die Abbrüche der Gebäude eine unmittelbare Auswirkung auf die Leerstandsquote. Im Szenario „Dorfkernsanierung“ wird angenommen, dass nur leerstehende Gebäude rückgebaut werden. Daher sinkt sowohl die absolute Anzahl an Wohneinheiten in der Gemeinde als auch unmittelbar die absolute Anzahl an Leerständen. Damit wird die Leerstandsquote deutlich geringer als im Szenario „Entdichtung“. Zusätzlich wirkt sich die höhere Zahl an Rückwanderern positiv auf die Entwicklung der Leerstandsvorausberechnung aus (vgl. SinOptiKom 2016c: 84). Das Szenario der Dorfkernsanierung kann somit grundsätzlich als Revitalisierungsszenario betrachtet werden, in dem sich die Dichtewerte der Besiedlung, im Sinne der Bevölkerungszahl in den Siedlungseinheiten, verändert. Die Anzahl der Wohneinheiten sinkt analog zu den Leerständen, aber auch zu der Bevölkerungsdichte der Innenbereiche.

5. Baulücken und Baulückenauslastung

Im Vergleich zum Szenario „Entdichtung“ bleibt die Baulückenerfassung unverändert. Jedoch entsteht in diesem Szenario durch den synthetischen Rückbau von Wohneinheiten recycletes Bauland. Es wird angenommen, dass sich aus zwei rückgebauten Wohneinheiten ein neues zu bebauendes Grundstück ergibt. Die bebauten Grundstücke im Dorfkernbereich weisen geringere Grundflächenzahlen auf als in den Randlagen, was nicht den heutigen Wohnwünschen entspricht. Zusätzlich soll eine Entdichtung der Dorfkerne trotz Sanierung simuliert werden. Die durch Rückbau entstandenen neuen Baugrundstücke werden als synthetische Neubauten, im jeweiligen Berechnungsintervall der Dorfkernsanierung, zugeordnet. Die Auslastung der Baulücken wird berücksichtigt, sodass nicht mehr Wohneinheiten synthetisiert werden können als theoretisch möglich (vgl. SinOptiKom 2016c: 84). Die in Abbildung III-4-4: dargestellte Modellillustration gibt einen schematischen Überblick über die annahmenbasierte Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung im Szenario „Dorfkernsanierung“ (vgl. SinOptiKom 2016c: 84).

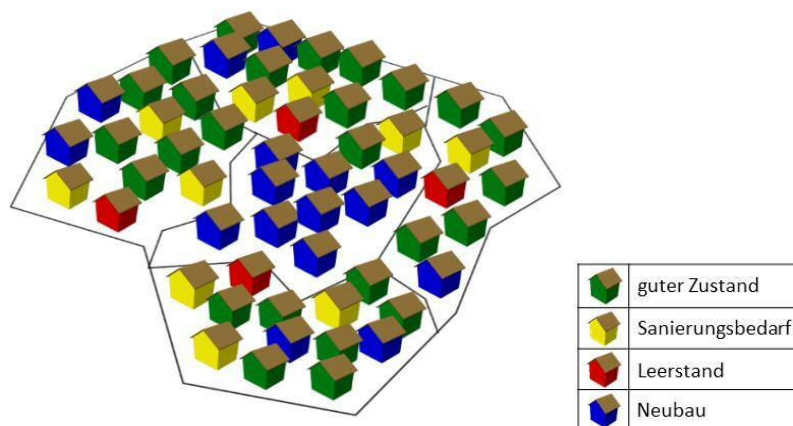


Abb. III-4-4: Modellillustration zur Bevölkerungs- und Leerstandsentwicklung im Szenario Dorfkernsanierung (Quelle: SinOptiKom 2016c: 84)

III-4.2 Quantitative Szenarien

Für die Analyse im *SinOptiKom-Demonstrator* müssen die Szenarien der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung als diskrete Zeitreihen vorliegen. Die Berechnung erfolgt als szenariobasierte Fortschreibung („cohort-survival-Methode“) der Grundlagendaten, aufbauend auf der über Meldedaten erhobenen *de facto*-Bevölkerung nach Alter und Geschlecht auf der Ebene der Siedlungseinheiten. Für die szenariobasierte Fortschreibung werden die deutsche Sterbetafel, nach kohortenspezifischen Überlebenswahrscheinlichkeiten, sowie die kohortenspezifischen Geburtenraten auf Bundesebene herangezogen. Die Migrationssalden liegen für die Kohorten auf Kreisebene vor. Die Methodik ist angelehnt an eine klassische Bevölkerungsvorausberechnung, wie sie z.B. auf der Ebene der Verbandsgemeinden und verbandsfreien Gemeinden für Rheinland-Pfalz, in mittelfristiger Perspektive bis zum Jahr 2035, vorliegt (vgl. Kirschey 2015: 961). Der Unterschied liegt jedoch darin, dass nicht aggregierte Daten auf eine neue, z.B. administrative Ebene, heruntergebrochen, sondern langfristige Szenarien mit Primärdaten „von unten“ in den Siedlungseinheiten entwickelt werden. Damit wird gewährleistet, dass die Siedlungseinheiten in den Szenarien, als „Transformationsräume“, unterschiedliche Dynamiken, entsprechend ihrer baulich-strukturellen und soziodemographischen Ausgangslagen sowie raumwirksamer Planungen, annehmen können (vgl. SinOptiKom 2016c: 73ff.).

III-4.2.1 Migrationssalden

Die Migrationssalden werden zunächst in Außen- und Binnenwanderungssalden differenziert. Für die Kohorten ergeben sich nicht nur entsprechend ihrer Altersstruktur unterschiedliche Wanderungsmotive und folglich Ausprägungen der Salden, sie unterscheiden sich auch hinsichtlich der Geschlechter (vgl. dazu Abschnitt II-2.1.4). Zur kohortenspezifischen Berechnung wird, um die regionale Ausprägung der Binnenwanderungssalden zu erfassen, auf die kleinste verfügbare Datenebene zurückgegriffen. Auf der Ebene der Ortsgemeinden liegen keine flächendeckenden demographischen Daten zur Fertilitäts-, Mortalitäts- oder Wanderungsstatistik vor. Diese müssen somit von höheren Ebenen bezogen werden (vgl. Kirschey 2012: 1098). In den Modellräumen liegen keine Daten zu kohortenspezifischen Migrationssalden der Ortsgemeinden vor, sodass sie über die amtliche Statistik auf Kreisebene herangezogen werden müssen.

Für die kleinräumige Modellrechnung werden die Migrationssalden des jeweiligen Landkreises (Landkreis Kaiserslautern für die VG Enkenbach-Alsenborn und Donnersbergkreis für die VG Rockenhausen) über die Online-Datenbank INKAR [Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung] des BBSR zugrunde gelegt.

Der hier verwendete Binnenwanderungssaldo wird als Saldo-Mittelwert aus den Einzeljahren 2003 bis 2012 gebildet, da die Binnenwanderungssalden in den Einzeljahren sehr starken Schwankungen unterlegen sein können. Um keine kurzfristigen Spitzen oder Tiefpunkte der Wanderungssalden zu extrapolieren, wurde hier ein längerer Zeitraum zur Trendermittlung gewählt (vgl. Kirschey 2012: 1097). Exemplarisch wird der gemittelte Binnenwanderungssaldo (2003 - 2012) für den Landkreis Kaiserslautern in Tabelle III-4-1 veranschaulicht. Insbesondere das verstärkte Abwandern der jüngeren Bildungswanderer, zwischen 18- und 25 Jahren und (männlichen) Arbeitsplatzwanderer wird hier ersichtlich, während die Familienwanderer, dem Raumtyp entsprechend, positive Migrationssalden aufweisen (vgl. SinOptiKom 2016c: 78).

Tab. III-4-1: Kohortenspezifische Binnenmigrationssalden im LK Kaiserslautern [gemittelt 2003-2012]

(Quelle: Eigene Darstellung nach INKAR-Datensatz)

Alter	männlich	weiblich
Familienwanderer (<18 und 31-50)	0,22 %	0,22 %
Bildungswanderer (18-25)	-2,08 %	-2,26 %
Arbeitsplatzwanderer	-1,50 %	-0,03 %
Jüngere Ruhestandswanderer (51-65)	-0,04 %	-0,04 %
Ältere Ruhestandswanderer (>65)	-0,05 %	-0,05 %

Der Außenwanderungssaldo in den Modellräumen war im Betrachtungszeitraum zur Trendermittlung (2003 - 2012) nahe Null und fällt daher kaum ins Gewicht.

Die Erfahrungen aus der bisherigen Migrationsforschung bzw. mit Außenwanderungen nach Deutschland zeigen, dass Einwanderer im Schwerpunkt die Nähe hochverdichteter Räume suchen (vgl. Abschnitt II-2.1.1) und als Zuwanderer in den ländlichen Räumen in Rheinland-Pfalz weniger Relevanz haben (vgl. Böckmann 2016: 461). Der Außenmigrationssaldo wird für alle Kohorten gleichgesetzt (vgl. SinOptiKom 2016c: 78).

III-4.2.2 Fertilitätsrate

Die Geburtenrate in Deutschland unterliegt seit den 1970er Jahren lediglich geringen Schwankungen (vgl. Abschnitt II-2.1). Die Zahl der Geburten pro Frau spiegelt das generative Verhalten der Menschen im reproduktiven Alter wider. Daher ist zusätzlich auch das Alter der Frauen ein entscheidender Faktor der Modellrechnung. Für die Berechnung wurden die altersspezifischen Angaben der Lebendgeborenen je 1000 Frauen auf Grundlage des Zensus 2011 genutzt (vgl. destatis 2018c). Die Lebendgeborenen wurden in Fünfjahresintervallen auf die

Kohorten umgerechnet, wie in Tabelle III-4-2 dargestellt.

Tab. III-4-2: Geburtenhäufigkeit nach Kohorten

(Quelle: Eigene Darstellung nach destatis 2018c)

Alter	Geburten pro 1000 Frauen
15-19	32,1
20-24	171,5
25-29	376,4
30-34	473,5
35-39	274,3
40-44	56,7
45-49	5

Nach einem Intervall ergeben sich die (absoluten) Lebendgeborenen, aus der Anzahl der gebärfähigen Frauen im Alter zwischen 15 und 49 Jahren und deren altersspezifischer Fertilitätsrate, die in die Kohorte zwischen 0-4 Jahren addiert und so in der Fortschreibung berücksichtigt werden (vgl. SinOptiKom 2016c: 76f.).

III-4.2.3 Geburtenhäufigkeit

Die Geburtenhäufigkeit ist bei Jungen und Mädchen nicht ganz normalverteilt, sodass hier eine geringe Differenzierung angenommen wird (vgl. Kirschey 2012: 1098; Wang, Hofe 2007:383f.). Im langfristigen Durchschnitt kommen in Deutschland 1058 Jungen je 1000 Mädchen zur Welt (vgl. Emmerling 2012: 1066).

III-4.2.4 Mortalitätsrate

Die Extrapolation der Lebenserwartung basiert auf Annahmen, die die Berechnung der Bevölkerungsfortschreibung komplexer gestaltet, jedoch ohne, im Zusammenhang mit kleinräumigen Szenarien, einen signifikanten Mehrwert zur Belastbarkeit zu erzielen. An dieser Stelle wurde in der Berechnung abstrahiert und die weiterhin steigende Lebenserwartung der Deutschen nicht berücksichtigt. Um die Mortalitätsrate in der Modellrechnung zu berücksichtigen, wurde die amtliche Sterbetafel für Deutschland aus der amtlichen Statistik zugrunde gelegt. Diese differenziert nach Alter und Geschlecht in Einzeljahren. Für die Modellrechnung wurden die Einzeljahre zu kohortenspezifischen Überlebenswahrscheinlichkeiten aggregiert. Der gemittelte Wert der kohortenspezifischen Überlebenswahrscheinlichkeiten wird in Tabelle III-4-3 dargestellt.

Tab. III-4-3: Kohortenspezifische Überlebenswahrscheinlichkeit in Deutschland

(Quelle: destatis 2018c)

Alter	Männer	Frauen
0-4	0,9995	0,9996
5-9	0,9995	0,9996
10-14	0,9983	0,9991
15-19	0,9973	0,9989
20-24	0,9970	0,9987
25-29	0,9964	0,9983
30-34	0,9951	0,9974
35-39	0,9921	0,9955
40-44	0,9857	0,9919
45-49	0,9748	0,9865
50-54	0,9602	0,9797
55-59	0,9411	0,9689
60-64	0,9136	0,9550
65-69	0,8689	0,9283
70-74	0,7839	0,8657
75-79	0,6557	0,7498
80-84	0,4806	0,5583
85-89	0,2952	0,3458
90-94	0,1520	0,1860
95-99	0	0

II-4.3 Zwischenfazit

Der in dieser Arbeit dargestellte Ansatz¹¹³, der kleinräumigen Szenarien zur Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung ländlicher Räume, ist angelehnt an die Methodik einer kleinräumigen Bevölkerungsvorausberechnung, wie sie, z.B. durch das statistische Landesamt Rheinland-Pfalz, in regelmäßigen Abständen durchgeführt wird. Die Besonderheit der Methodik liegt neben der räumlichen Bezugsebene, der Siedlungseinheiten, in der Simulation möglicher baulich-struktureller Planungen und deren Auswirkungen auf die Bevölkerungsentwicklung und -verteilung innerhalb der ländlichen Modellsiedlungen. Die über Meldedaten erhobene *de facto*-Bevölkerung wird nach dem *cohort-survival-Prinzip* fortgeschrieben und dabei mit den Migrationssalden, Überlebenswahrscheinlichkeiten und Geburtenraten, der kleinsten verfügbaren Raumbene, überlagert.

¹¹³ Nach SinOptiKom (2016c)

Als Produkt stehen langfristige diskrete Zeitreihen, ausgehend vom Basisjahr 2013 (2012 in Gerbach, VG Rockenhausen) und aufbauend auf drei unterschiedlichen möglichen Zukünften der Siedlungsentwicklung, in Fünfjahresintervallen bis zum Jahr 2062. Auf dieser Grundlage können Auswirkungen der demographischen Entwicklung auf Abwasserinfrastrukturen und mögliche langfristige Transformationsstrategien auf der Mikroebene analysiert, diskutiert, visualisiert und kommuniziert werden.

III-4.4 Methodik zur Analyse und Auswertung der Szenarien

Die kleinräumigen Szenarien, der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung in den Modellgemeinden, wurden im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts *SinOptiKom* entlang der Projekterfordernisse entwickelt. Der in der zugrundeliegenden Arbeit dargestellte Ansatz, ist jedoch grundsätzlich auch isoliert, d.h. ohne Anwendungsbezug zum *SinOptiKom-Demonstrator*, für wissenschaftliche oder analytische Zwecke im Rahmen von Fachplanungen oder Strategieentwicklungen einsetzbar. Zentrales Anliegen ist die Darstellung diskreter Zeitreihen der Entwicklung der Bevölkerung, Leerstände und Wohneinheiten in definierten Siedlungseinheiten der Modellräume. Insbesondere die Entwicklung der Bevölkerung nach EW sowie die Art und das Volumen anfallender Abwässer sind in der Praxis abwasserinfrastruktureller Fachplanungen, z.B. zur Art und der Nennweite des Leitungssystems oder der Bemessung einer Kläranlage, gegenständlich (vgl. Abschnitt II-3.).

Die in dieser Arbeit dargestellte Methode der Bevölkerungsszenarien kann für abwasserinfrastrukturelle Fachplanungen somit einen Mehrwert bieten. Grundsätzlich lassen sich aus den Szenarien auch weitere kommunale Fragestellungen, z.B. zur Ausstattung sozialer oder anderer leitungsgebundener Infrastrukturen, diskutieren. Grundsätzlich, so kann konstatiert werden, eignet sich der Ansatz zur Bedarfsermittlung für Fragen der kommunalen Daseinsvorsorge. Dem definierten Zweck entsprechend, lassen sich die Bevölkerungsdatenreihen, z.B. hinsichtlich der Jugend- und Altenquotienten in den Ortsgemeinden, zur Ermittlung des zukünftigen Altenpflege- oder Grundschulplatzbedarfs oder zum Umgang mit alternden EFH- und ZFH-Quartieren auswerten.

In dieser Arbeit ist zunächst jedoch lediglich die absolute Anzahl der Einwohner, die per Hausanschluss an das Abwasserentsorgungssystem angeschlossen sind und ihre Abwässer der Kläranlage zuführen, von Relevanz. Aus den Ausprägungen, der szenariobasierten Einwohnerentwicklung in den Siedlungseinheiten und der Auswirkungen auf das Abwasserentsorgungssystem, lassen sich Möglichkeiten für

alternative Systemkonzeptionen analysieren und diskutieren. Die Bevölkerungsszenarien sollen zunächst graphisch-deskriptiv aufgezeigt werden. Im Zusammenhang mit Abwasserinfrastrukturen kann ein grundsätzlich absehbarer demographischer Bruch in seiner lokalen Ausprägung eine Systemtransformation notwendig werden lassen (vgl. Abschnitte II-2.1; II-3.6.3).

Im Folgenden sollen zunächst die szenariobasierten Zeitreihen der Einwohnerentwicklung in den Siedlungseinheiten und Ortsgemeinden dargestellt werden. Ferner werden die Analyseergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt *SinOptiKom* zielgerichtet resümiert und dargestellt. Aus der Überlagerung geht die Diskussion zur schrumpfungorientierten Siedlungsentwicklung ländlicher Räume hervor, die auch die Transformation von Abwasserinfrastrukturen berücksichtigt. Zuletzt sollen mögliche Transformationspfade der Abwasserinfrastruktursysteme mit möglichen Schrumpfungstrategien, aufbauend auf der Literaturlauswertung aus Abschnitt II, diskutiert werden.

IV - Analyse

Im folgenden Abschnitt IV - Analyse sollen die Siedlungsstrukturen hinsichtlich ihrer möglichen Einwohnerentwicklung und den Auswirkungen auf die Abwasserinfrastrukturen ausgewertet werden. Die Analyse erfolgt gemeindespezifisch und zunächst entlang der demographischen Bedingungen in den Modellgemeinden (vgl. Abschnitt II-1.2.4) sowie entlang der baulich-strukturellen Gegebenheiten (vgl. Abschnitt III-3.2).

Zunächst sollen die szenariobasierten Zeitreihen der Einwohnerentwicklung in den Siedlungseinheiten und Ortsgemeinden dargestellt sowie Unterschiede und Gemeinsamkeiten hervorgehoben werden. Die Detaildarstellung erfolgt exemplarisch für die Ortsgemeinden Neuhemsbach (VG Enkenbach-Alsenborn) sowie Gerbach und St. Alban (VG Rockenhausen) im Trendszenario. Für das Einzugsgebiet der GKA Enkenbach-Alsenborn wird die demographische Analyse auf Ortsgemeindeebene, ebenfalls im Trendszenario, visualisiert und vor dem Hintergrund der theoretischen Grundlagen zur Demographieforschung (vgl. Abschnitt II-2.) diskutiert.

Die Darstellung der übrigen Szenarien erfolgt quantitativ in Zeitreihen (vgl. Tab. A-1).

Ferner werden Analyseergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt *SinOptiKom* zielgerichtet resümiert und dargestellt. Die Analyse im *Demonstrator* basiert auf den Szenarien zur Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung in den betrachteten Modellgemeinden. Aus der Überlagerung der Ergebnisse geht die Diskussion zur schrumpfungsorientierten Siedlungsentwicklung ländlicher Räume hervor, die auch die Transformation von Abwasserinfrastrukturen berücksichtigt. Die Diskussion möglicher Schrumpfungstrategien und Transformationspfade der Abwasserinfrastruktursysteme greift ebenso die Auswertung relevanter Literatur aus Abschnitt II auf.

IV-1. Szenariobasierte Analyse der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung

Die folgende Darstellung konzentriert sich auf die szenariobasierte Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung in den Modellgemeinden, nach der in Abschnitt III-4. erläuterten Vorgehensweise aus *SinOptiKom* (2016c). Entlang der Szenarien wird, exemplarisch für die Ortsgemeinden Gerbach und St. Alban (VG Rockenhausen) und Neuhemsbach (VG Enkenbach-Alsenborn), die kohortenspezifische Bevölkerungsentwicklung im Detail der einzelnen Siedlungseinheiten (Mikroebene) sowie auf der Ortsgemeindeebene (Makroebene) aufgezeigt und interpretiert (vgl. Abschnitt III-3.1). Ferner wird die kohortenspezifische Bevölkerungsentwicklung der übrigen Gemeinden Enkenbach-Alsenborns dargestellt. Die hier visualisierten Daten liegen auch der Analyse in Abschnitt IV-2. zugrunde, welche die ingenieurtechnische Betrachtung über den *SinOptiKom-Demonstrator* beinhaltet (vgl. *SinOptiKom* 2016). Aus der Perspektive bis zum Szenariojahr 2062 resultiert eine erhebliche Unschärfe, die dennoch einen indikativen Mehrwert zur Diskussion von Unsicherheiten und möglichen Entwicklungen bieten kann, um auf deren Basis Handlungsstrategien für die Siedlungsentwicklung ableiten zu können.

IV-1.1 Szenariobasierte Analyse der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung in den Modellgemeinden Rockenhausens

Aus Abstraktionsgründen wird auf die vollständige Analyse aller Ortsgemeinden Rockenhausens verzichtet. Die Analyse der demographischen Strukturen wird anhand der beiden Modellsiedlungen St. Alban und Gerbach, die an die gemeinsame PKA angeschlossen sind, exemplarisch durchgeführt.

IV-1.1.1 St. Alban

Aufgrund der geringen Einwohnerzahl der Ortsgemeinde St. Alban, erfolgt die szenariobasierte Bevölkerungsfortschreibung nur in einer Siedlungseinheit, folglich auf der Ortsgemeindeebene. Ausgehend von der *de facto*-Bevölkerung im Basisjahr 2012, wird die Bevölkerung in ihrer natürlichen Bilanz fortgeschrieben und mit den kohortenspezifischen Migrationssalden überlagert (vgl. Abschnitt III-4.2.1). Die demographische Entwicklung St. Albans im Trendszenario wird in Abbildung IV-1 veranschaulicht.

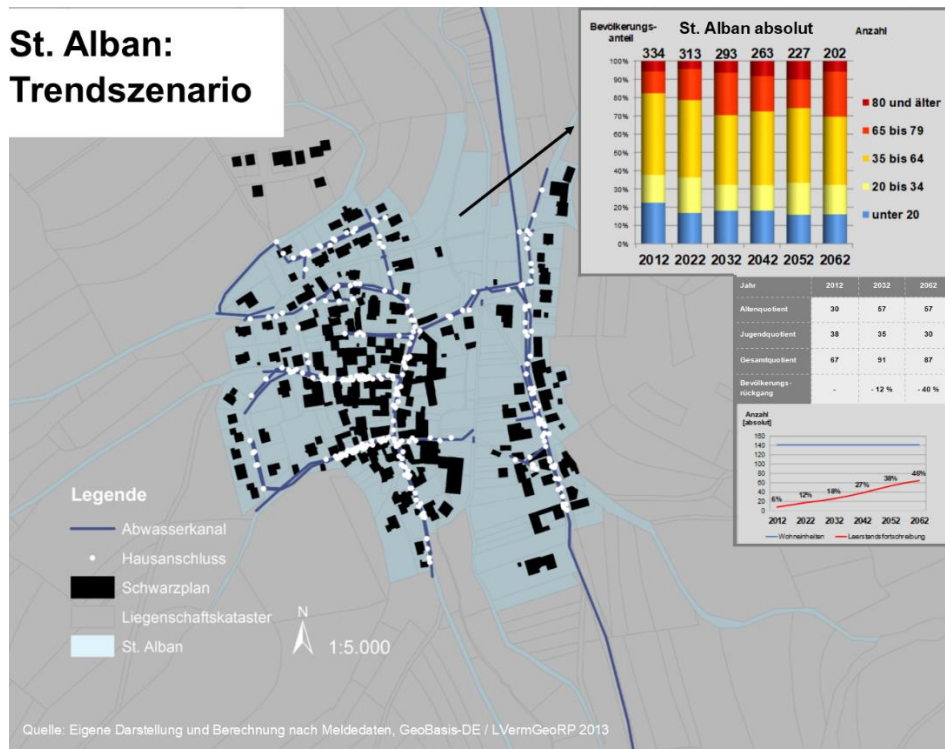


Abb. IV-1: Demographische Entwicklung St. Albans im Trendszenario
(Quelle: Eigene Darstellung nach SinOptiKom-Datensatz o.J.)

Entsprechend der für das Szenario getroffenen Annahmen ist in St. Alban ein wesentlicher Bevölkerungsrückgang im Betrachtungszeitraum zu verzeichnen, der für das Jahr 2032 mit -12 % und für das Jahr 2062 mit -40 % beziffert wird. Wie in Abschnitt II-2.3.2.2, in der demographischen Rückschau aufgezeigt, ist der in familiären Verhältnissen lebende Anteil der Bevölkerung in St. Alban relativ hoch, was maßgeblich durch den Grundschulstandort bestimmt wird. So beträgt der Anteil der Kinder- und Jugendlichen unter 20 Jahren im Basisjahr 2012 noch 22 %. Die Kohorte der 34- bis 64-Jährigen stellt erwartungsgemäß den größten Anteil mit 44 % der Bevölkerung (2012), die auch gleichzeitig mit der höchsten räumlichen Persistenz, z.B. durch das Bilden von Wohneigentum, gerade in suburbanen und ländlichen Räumen assoziiert sind (vgl. Abschnitt II-2.1.3). Durch das sukzessive Altern der Bevölkerung am Wohnort, durch deren starke Raumbindung, ergibt sich gleichzeitig die demographische Problemstellung auf lokaler Ebene, der „Alterung von unten“ sowie der „Alterung von oben“ (vgl. Abschnitt II-2.1.4): Während die Kohorte der 20- bis 34-Jährigen mit verhältnismäßig hohen (geschlechtsspezifischen) Abwanderungssalden in dieser Raumkategorie belegt ist, sind nur geringe Rückwanderungsvolumina in den Heimatort bzw. die -region zu erwarten. Gemeinsam mit der geringen Geburtenziffer, unterhalb des Bestandserhaltungsniveaus, ist zunächst von rückläufigen Bevölkerungszahlen dieser Kohorten unter 35 Jahren auszugehen.

Die kohortenspezifische Bevölkerungsanalyse im Trendszenario bestätigt diese Tendenz, wie in Tabelle IV-1 angezeigt. Die „Alterung von oben“ äußert sich dadurch, dass die Kohorte der 35- bis 64-Jährigen im Betrachtungszeitraum sukzessiv altert, was sich im proportionalen Rückgang dieser Kohorte, wie in Tabelle IV-1 verdeutlicht, äußert. Folglich nehmen die Kohorten der Bevölkerung im Rentenalter in der Summe bis zum Szenariojahr 2032 proportional zu, wie in Abbildung IV-1 veranschaulicht. Als Indikator kann hier der Altenquotient herangezogen werden, der in St. Alban, entsprechend der Annahmen und bis zum Jahr 2032, von 30 (2012) auf 57 (2032) steigen wird. Die „Alterung von unten“ wird durch den sinkenden Jugendquotienten, von 38 (2012) auf 35 bis zum Jahr 2032 und 30 bis zum Jahr 2062 bzw. durch die proportionale Abnahme der Kinder und Jugendlichen unter 20 Jahren im Verhältnis zu den Erwerbstätigen, angezeigt.

Tab. IV-1: Bevölkerungsentwicklung St. Albans in Kohorten [Angaben in %]
(Quelle: Eigene Darstellung nach *SinOptiKom*-Datensatz o.J.)

Jahr	2012	2022	2032	2042	2052	2062
unter 20	22	17	18	18	16	16
20 bis 34	15	20	14	14	18	16
35 bis 64	45	42	38	40	41	37
65 bis 79	12	17	23	19	16	25
80 und älter	6	4	6	8	10	6
Summe	100	100	100	100	100	100

In der Summe hat St. Alban über den gesamten Betrachtungszeitraum einen erheblichen Bevölkerungsrückgang zu verzeichnen. Mit der sukzessiven Alterung der ortsansässigen Bevölkerung verschieben sich die Kohorten bis zum Jahr 2032 der Betrachtung, derart, dass sich in den Folgejahren ein demographischer Bruch abzeichnet (vgl. Abschnitt II-2.1.6). Das Szenario verdeutlicht, dass der relativ hohe Anteil der Bevölkerung im Rentenalter, entsprechend ihrer statistischen Überlebenswahrscheinlichkeiten, in den Folgeintervallen nach dem Jahr 2032, verstärkt zum Bevölkerungsrückgang beitragen wird. Auf Basis der im Trendszenario getroffenen Annahmen, beträgt der Bevölkerungsrückgang seit dem Basisjahr 2012 12 % zum Szenariojahr 2032, bereits 21 % zum Jahr 2042 und letztlich 40 % zum Ende des Betrachtungszeitraumes (2062). Von den im Basisjahr 334 ortsansässigen Einwohnern verbleiben nach den hier getroffenen Annahmen lediglich 202 Bedarfsträger von Infrastrukturen im Szenariojahr 2062. Analog zur Bevölkerungsentwicklung verhält sich die Leerstandsfortschreibung. Mit dem absehbaren demographischen Bruch steigt auch der Anteil der Leerstände in St. Alban erheblich. In der Bilanz dieser Szenariobetrachtung steigt die Leerstandsquote auf 18 % im Szenariojahr 2032, 46 % im Szenariojahr 2062 und somit zu einer erheblichen demographischen Entdichtung der Ortsgemeinde.

IV-1.1.2 Gerbach

Die Detailbetrachtung Gerbachs erfolgt auf der Mikroebene der Siedlungseinheiten sowie in aufsummierter Form auf der Ortsgemeindeebene. Auf der Mesoebene, der Ebene der Ortsgemeinde, ergibt sich ein sehr ähnliches demographisches Bild wie in St. Alban. Die Bevölkerung verzeichnet im Trendszenario einen Verlust von -18 % bis zum Szenariojahr 2032 und -43 % bis zum Ende der Szenariobetrachtung (2062). Ausschlaggebend hierfür ist einerseits der sinkende Anteil der Kinder- und Jugendlichen unter 20 Jahren, der, neben der geringen Geburtenrate, auch auf die alternde, lokal ansässige Bevölkerung mit wiederum entsprechend geringen Geburtenzahlen, zurückzuführen ist. So sinkt der Jugendquotient, gemäß der im Trendszenario getroffenen Annahmen, von 39 (2012) auf 32 im Szenariojahr 2032 und stagniert fortan, wie in Abbildung IV-2 dargestellt. Insgesamt profitiert die Ortsgemeinde demographisch vom Grundschulstandort, was dadurch deutlich wird, dass sich, trotz der Lage im ländlich-peripheren Raum mit disperser Siedlungsstruktur (vgl. Abschnitt II-1.2.4.2), viele Einwohner in der Familienphase befinden. Die Proportionen in der Altersstruktur der Bevölkerung verschieben sich im Zeitverlauf jedoch deutlich zugunsten der älteren Kohorten, was sich ebenso im Anstieg des Altenquotienten (2012: 41 / 2032: 51 / 2062: 49) äußert. Insgesamt, so wird aus Tabelle IV-2 deutlich, spiegeln die Quotienten erwartbare Proportionen für diesen ländlichen Raumtyp wider: Der Altenquotient liegt deutlich über jenem auf Bundes-, Landes- sowie Kreisebene. Der Jugendquotient bildet ab, dass es überproportional wenig Personen unter 20 Jahren, im Verhältnis zu den Erwerbstätigen im Alter zwischen 20 und 64 Jahren, gibt.

Tab. IV-2: Jugend-, Alten- und Gesamtquotienten im Vergleich

(Quelle: destatis 2015: 45, Stat. LA RLP 2018j, Stat. LA RLP 2018f)

Raumbezug	Deutschland ¹¹⁴	Rheinland-Pfalz ¹¹⁵	Donnersbergkreis ¹¹⁶	Verbandsgemeinde Rockenhausen ¹¹⁷
Jugendquotient	29,8	31,3	31,6	28,6
Altenquotient	34,2	36,3	34,4	40,5
Gesamtquotient	64,1	67,4	66	69,1

¹¹⁴ Datenstand 2013

¹¹⁵ Datenstand 2016

¹¹⁶ Datenstand 2016

¹¹⁷ Datenstand 2016

Die altersstrukturellen Proportionen der Kohorten sind denen in St. Alban, durch die direkte Nachbarschaft der Ortsgemeinden und deren ähnlich geringe Ausstattungsniveaus, sehr ähnlich, wie in Tabelle IV-3 veranschaulicht wird.

Mit der sukzessiven Alterung der ortsansässigen Bevölkerung, die insbesondere im Kohortenschwerpunkt der 35- bis 64-Jährigen eine hohe räumliche Persistenz aufweist, zeichnet sich im Trendszenario auch für Gerbach ein demographischer Bruch ab, sobald die statistische Überlebenswahrscheinlichkeit der geburtenstarken Jahrgänge, der 1960er Jahre, auf ein Minimum fällt. Von den 545 Einwohnern Gerbachs verbleiben in dieser Betrachtung noch 456 E im Szenariojahr 2032 und 316 E am Ende der Betrachtung.

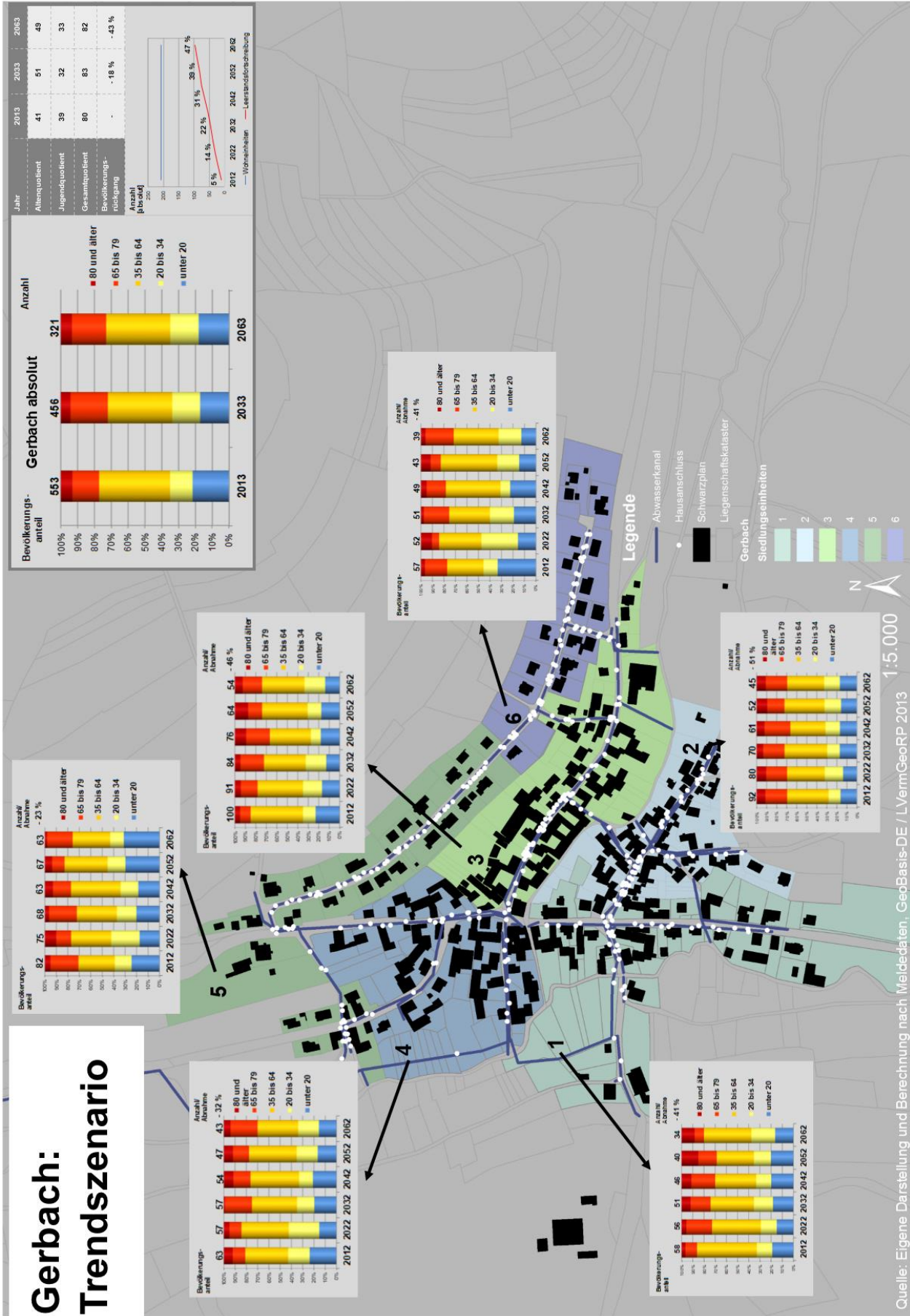
Tab. IV-3-1: Bevölkerungsentwicklung Gerbachs in Kohorten [Angaben in %] (Quelle: Eigene Darstellung nach *SinOptiKom*-Datensatz o.J.)

Jahr	2012	2032	2062
unter 20	22	17	18
20 bis 34	13	17	17
35 bis 64	42	38	38
65 bis 79	16	22	20
80 und älter	7	6	7
Summe	100	100	100

Der Bevölkerungsrückgang ist also im Schwerpunkt auf das Altern der 35- bis 64-Jährigen am Wohnort zurückzuführen, deren Proportionen sich im Szenarioverlauf verschieben: Während die Kohorte der 35- bis 64-jährigen proportional abnimmt, steigt der Anteil der 65- bis 79-Jährigen. Gleichzeitig werden, durch den erhöhten Altersdurchschnitt der Einwohner sowie der geringen Geburtenrate, weniger Kinder geboren.

Entsprechend drastisch verläuft auch die Leerstandsfortschreibung im Trendszenario, deren Quote von 5 % (2012), über 22 % (2032), auf 47 % (2062) steigt. Gemäß der für das Szenario getroffenen Annahmen ist von einer erheblichen Entdichtung der Ortsgemeinde auszugehen, die strukturelle Eingriffe der Siedlungsentwicklung, im stadtplanerischen sowie infrastrukturellen Sinne, notwendig macht. Von erheblichem Mehrwert ist daher die Detailbetrachtung auf der Mikroebene, aus der grundsätzliche demographische Tendenzen analysiert und diskutiert werden können, um Handlungsstrategien für die kommunale Schrumpfung abzuleiten.

Aus Abbildung IV-2 gehen die Bevölkerungsentwicklungen der einzelnen Siedlungseinheiten im Trendszenario hervor. In der Detailbetrachtung des Trendszenarios wird deutlich, dass sich die Struktur der *de facto*-Bevölkerung (Basisjahr 2012) innerhalb der Ortsgemeinde, auf der Mikroebene der Siedlungseinheiten, in Gerbach kaum signifikant unterscheidet. Vereinzelt sind im Durchschnitt geringfügig jüngere oder ältere Bestandspopulationen zu erkennen: So verfügt die Siedlungseinheit 1, am südwestlichen Rand der Ortsgemeinde, über einen hohen Anteil an Familien und nur wenige Personen der Kohorten über 65 Jahren. Siedlungseinheit 2 dagegen, weist einen leicht überdurchschnittlichen Anteil an Personen im Rentenalter auf, bei einem geringfügig unterdurchschnittlichen Anteil an Einwohnern unter 20 Jahren. Der Anteil der Kinder und Jugendlichen unter 20 Jahren wiederum ist in Siedlungseinheit 6 überdurchschnittlich stark vertreten. Die übrigen Siedlungseinheiten sind in ihrer Altersstruktur weitestgehend homogen und entsprechen in ihrer Altersstruktur dem Durchschnitt der Ortsgemeinde. Stark abstrahiert lässt sich die Tendenz erkennen, dass in den neueren Baugebieten, analog zur Siedlungsmorphogenese, eine geringfügig jüngere Altersstruktur, mit einem erhöhten Anteil an Familien vorzufinden ist, die als Basispopulation auch die Bevölkerungsszenarien beeinflusst. Ferner wird aus dem Schwarzplan deutlich, dass die in den Randgebieten der Siedlung liegenden Siedlungseinheiten (1, 5, 6) eine offene Bebauung, mit verstärkt EFH oder ZFH, aufweisen.



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung nach Meldedaten, GeoBasis-DE / LVermGeoRP 2013

Abb. IV-2: Demographische Entwicklung Gerbachs im Trendszenario (Quelle: Eigene Darstellung nach SinOptiKorm-Datensatz o.J.)

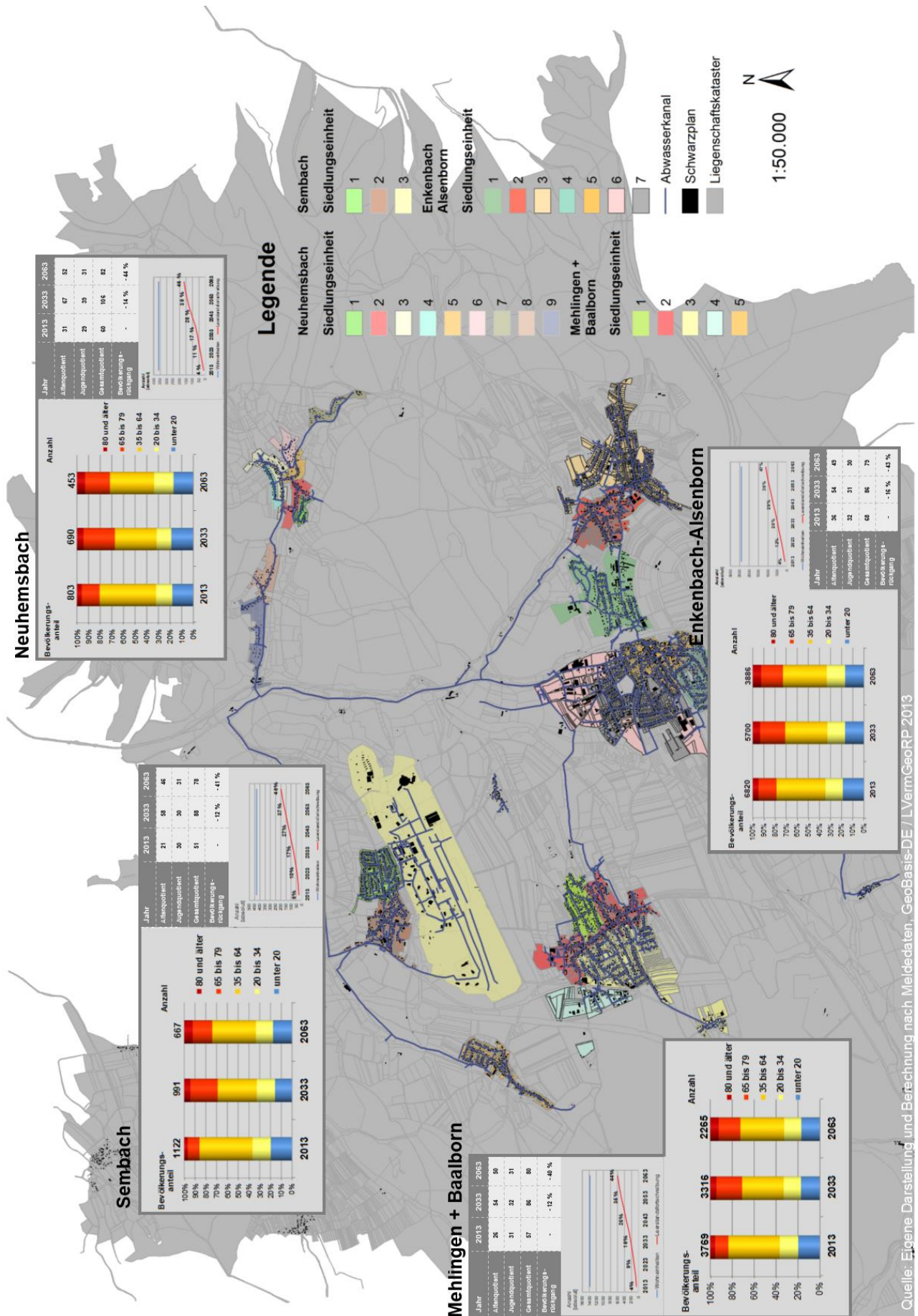
Die Altersstruktur der *de facto*-Bevölkerung im Basisjahr beeinflusst grundlegend die demographische Entwicklung. Im Trendszenario ist der Bevölkerungsrückgang damit maßgeblich von der Einwohnerstärke der ortsansässigen 35- bis 64-Jährigen abhängig, die im Szenarioverlauf am Wohnort altern. Dem entsprechend haben die einzelnen Siedlungseinheiten unterschiedliche absolute Bevölkerungsverluste zu verzeichnen, die im Trendszenario für Gerbach zwischen 23 % (Siedlungseinheit 5) und 51 % (Siedlungseinheit 5) schwanken. Aufgrund der geringen Grundgesamtheiten der Siedlungseinheiten kann es sich insbesondere in der Detailbetrachtung jedoch nur um grundlegende Tendenzen handeln, die ebenso Zweifel an der statistischen Validität aufkommen lassen. Diesem Umstand kann mit dem Argument begegnet werden, dass es sich bei der Berechnung der diskreten Zeitreihen um eine abstrahierende Indikatoranalyse handelt. Die Fortschreibung der Bevölkerungszahlen erfolgt unter Berücksichtigung der Nachkommastellen, sodass hier nicht von realen Einwohnerwerten ausgegangen werden kann (vgl. Abschnitt III-1.2). Der Mehrwert der Analyse ergibt sich durch das Anzeigen des Zeitpunktes und des möglichen Ausmaßes des demographischen Bruchs, unter *ceteris paribus*-Bedingungen, der sich innerhalb der Siedlungseinheiten unterschiedlich ausprägen kann.

IV-1.2 Szenariobasierte Analyse der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung in den Modellgemeinden Enkenbach-Alsenborns

Die nachfolgende Analyse wird entlang der räumlichen Bezugsebenen differenziert. So werden zunächst die demographischen Strukturen und deren Entwicklungen auf der Ebene der Ortsgemeinden analysiert. Die Detailanalyse auf der Mikroebene erfolgt für die Modellgemeinde Neuhemsbach.

IV-1.2.1 Szenariobasierte Analyse der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung auf der Ebene der Ortsgemeinden

In der nachfolgenden Abbildung IV-3 wird die Bevölkerungsentwicklung im Trendszenario der Ortsgemeinden im Einzugsgebiet der GKA Enkenbach-Alsenborn dargestellt. Ferner gehen aus der Abbildung Indikatoren zur demographischen Struktur hervor, die durch die Jugend- und Altenquotienten beziffert werden. Zuletzt wird die Entwicklung der Leerstände in Abhängigkeit der Bevölkerungsentwicklung szenariobasiert angezeigt.



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung nach Meldedaten, GeoBasis-DE / LVermGeoRP 2013
Abb. IV-3: Demographische Entwicklung der Ortsgemeinden Enkenbach-Alsenborns im Trendszenario
 (Quelle: Eigene Darstellung nach SinOptiKom-Datensatz o.J.)

Im Vergleich der *de facto*-Bevölkerung im Basisjahr 2012 wird deutlich, dass sich die vier Modellgemeinden Enkenbach-Alsenborns in ihrer demographischen Struktur unterscheiden und folglich auch unterschiedliche Entwicklungen der Alterung und Schrumpfung annehmen werden. Insbesondere die Bevölkerungsanteile im Rentenalter tragen auf der Ortsgemeindeebene maßgeblich zum Bevölkerungsrückgang bis zum Szenariojahr 2032 bei, sobald sie in der Berechnung ihre statistische Überlebenswahrscheinlichkeit überschritten haben. Die einwohnerstärkste und zugleich größte Kohorte der 35- bis 64-Jährigen ist ebenso entscheidend für die Bevölkerungsentwicklung mit der Perspektive bis zum Szenariojahr 2062.

Aus Abbildung IV-3 geht hervor, dass die Ortsgemeinde Sembach im Basisjahr die jüngste Bevölkerungsstruktur der vier Ortsgemeinden aufweist. Nach der Auswertung der Meldedaten wird hier der Altenquotient mit 21 beziffert. Die übrigen Ortsgemeinden weisen eine geringfügig ältere Bevölkerung auf, was sich folglich in deren Altenquotienten widerspiegelt. Mehlingen, mit Baalborn, hat, ähnlich wie Sembach, ebenfalls einen unterproportionalen Anteil der Bevölkerung im Rentenalter, bei gleichzeitig starkem Anteil der Kohorte der 35- bis 64-Jährigen, was sich auch im niedrigen Altenquotienten von 29 ausdrückt. Die relativ junge Bevölkerungsstruktur im Basisjahr belegt die in Abschnitt II-1.2.4.1 dargestellte Struktur der Ortsgemeinde Sembach: Der Großteil der Berufstätigen sind Tagespendler, die Sembach als ihren Wohnstandort nutzen. Die Konversion des ehemaligen Militärstandortes zu einem Gewerbepark verstärkt die Standortgunst, die sich positiv in der demographischen Perspektive widerspiegelt. Die Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn verfügt über die Standortgunst eines ländlichen Raumtyps im direkten Einzugsgebiet eines Oberzentrums (Kaiserslautern) und ist damit eine attraktive Zielgemeinde für Familien- und Arbeitsplatzwanderer (vgl. Abschnitt 2.1.3).

Auf ähnlichem Niveau, im Verhältnis der Erwerbstätigen zur Bevölkerung im Rentenalter, liegt die Ortsgemeinde Neuhemsbach (31). Enkenbach-Alsenborn hat den höchsten Altenquotienten im Vergleich (36) zwischen den Ortsgemeinden, ebenso wie im Bundes-, Landes- und Kreisvergleich. Hinsichtlich des Jugendquotienten ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Modellgemeinden Enkenbach-Alsenborns. Sie bewegen sich zwischen 29 und 32 ungefähr auf dem Bundes- bzw. Landesniveau, wie in Tabelle IV-3 aufgeführt.

Tab. IV-3-2: Jugend-, Alten- und Gesamtquotienten im Vergleich

(Quelle: destatis 2015: 45, Stat. LA RLP 2018i, Stat. LA RLP 2018b-VG E-A)

Raumbezug	Deutschland ¹¹⁸	Rheinland-Pfalz ¹¹⁹	Landkreis Kaiserslautern ¹²⁰	Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn ¹²¹
Jugendquotient	29,8	31,3	32,3	31,9
Altenquotient	34,2	36,3	35,3	35,2
Gesamtquotient	64,1	67,4	67,6	67,1

Aus der guten verkehrsinfrastrukturellen, überörtlichen Anbindung der Ortsgemeinden Enkenbach-Alsenborns, z.B. über die BABen 6 und 63, ergibt sich die für die Bevölkerung hohe Zentrenreichbarkeit und -auswahl (vgl. Abschnitt II-1.2.4.1), die sich auch auf die Bevölkerungszusammensetzung auswirken kann. Dieser Lage entsprechend, sind die Kohorten in der Familienphase stark besetzt, mit einem folglich hohen Anteil Berufstätiger.

Ausgehend von der relativ heterogenen Bevölkerungsstruktur der Ortsgemeinden im Basisjahr 2012, zeichnet sich auch die Bevölkerungsentwicklung im Trendszenario durch unterschiedliche Verläufe aus. Insbesondere die Ortsgemeinde Enkenbach-Alsenborn hat, durch ihre relativ alte *de facto*-Bevölkerung, die größten Bevölkerungsverluste zu erwarten. Entsprechend der Szenariobetrachtung, wie in Abbildung IV-3 visualisiert, ist davon auszugehen, dass ein Großteil der Kohorte der über 65-Jährigen, mit der Perspektive bis zum Szenariojahr 2032, am Wohnort altern und ableben wird. Im Trendszenario wird der Bevölkerungsrückgang bis zum Szenariojahr 2032 auf -16 % bilanziert. In den übrigen Ortsgemeinden ist der erwartbare Bevölkerungsrückgang zum Jahr 2032 zunächst weniger stark ausgeprägt, bei -12 % in Sembach sowie Mehlingen mit Baalborn. Der Bevölkerungsrückgang in Neuhemsbach wird im Trendszenario mit -14 % bis zum Jahr 2032 beziffert. Als Orientierungswert kann hier der Bevölkerungsrückgang auf der Kreisebene herangezogen werden: Gemäß der vierten regionalisierten Bevölkerungsvorausberechnung für den Landkreis Kaiserslautern wird der Bevölkerungsrückgang, entsprechend der Annahmen der mittleren Variante, auf etwa -7 % bis zum Jahr 2030 und -9 % bis zum Jahr 2035 beziffert. Hinsichtlich der Vergleichbarkeit ergibt sich jedoch der methodische Konflikt, dass die Daten von der

¹¹⁸ Datenstand 2013¹¹⁹ Datenstand 2016¹²⁰ Datenstand 2016¹²¹ Datenstand 2016

Kreisebene auf die Ebene der Verbandsgemeinden heruntergebrochen werden, sich die vierte regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung des Stat. LA RLP also auf disaggregierte Daten stützt (vgl. Abschnitt III-4.2).

Auf der Verbandsgemeindeebene, mit dem Gebietsstand vom 01. Juli 2014¹²², wird der Bevölkerungsrückgang in Enkenbach-Alsenborn bis zum Jahr 2030 auf etwa -4 % und bis zum Jahr 2035 auf -6 % bilanziert (vgl. Stat. LA RLP 2015a: 7, 9). Maßgeblich beeinflusst wird die Vorausberechnung durch die Annahmen zum Wanderungsgeschehen, deren Salden in Einzelfällen, z.B. durch den Ausbau einer Verkehrsachse oder eines Gewerbegebietes, gerade auf der kleinräumigen Ebene starken Schwankungen unterliegen können (vgl. Stat. LA RLP 2015a: 2). Gerade für die benachbarten Ortsgemeinden Sembach und Mehlingen, mit Baalborn, sind hier positive demographische Auswirkungen zu erwarten. Die hier dargestellten statistischen Vergleichsdaten können aufgrund der methodischen Abweichung und des kleinräumigen Maßstabes maximal als Orientierungswerte dienen und die resultierende Unschärfe als statistisch naturgemäß beurteilt werden. Dennoch bieten die in dieser Arbeit behandelten Szenarien der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung, einen Mehrwert zur Problemstellung, als mögliche alternative Zukünfte, um Handlungsstrategien für die Transformation von Abwasserinfrastrukturen zu eruieren: Aus dem Aufzeigen der verschiedenen Basispopulationen der Ortsgemeinden und dem Fortschreiben möglicher demographischer Entwicklungen auf der Meso- und Mikroebene, werden demographische Differenzierungen deutlich, die durch die disaggregierte Vorgehensweise klassischer Bevölkerungsvorausberechnungen der statistischen Ämter weitestgehend verborgen bleiben, wie hier der Vergleich auf der Ortsgemeindeebene veranschaulicht. Somit lassen sich zwar keine statistisch belastbaren Quantifizierungen generieren, jedoch demographische Grundtendenzen aufzeigen.

In der langfristigen Betrachtung bis zum Szenariojahr 2062, werden belastbare Aussagen zur demographischen Entwicklung auf der kleinräumigen Ebene faktisch unmöglich. Die hier im Trendszenario aufgeführten quantitativen Darstellungen können daher nur einen indikativen Mehrwert bieten. Entsprechend der Annahmen ist im Trendszenario für alle Ortsgemeinden Enkenbach-Alsenborns von einem Bevölkerungsrückgang um etwa -40 % bis zum Szenariojahr 2062 auszugehen. Unter *ceteris paribus*-Bedingungen ist davon auszugehen, dass die in allen vier Ortsgemeinden der Betrachtung lebende Bevölkerung über 65 Jahren, aufgrund ihrer hohen Wohnortbindung, zum Großteil am Wohnort altern und dort auch ableben wird.

¹²² Der Gebietsstand der VG Enkenbach-Alsenborn, vom 01. Juli 2014, schließt die Ortsgemeinden Fischbach, Frankenstein, Hochspeyer und Waldleiningen mit ein (vgl. Abschnitt II-1.2.4).

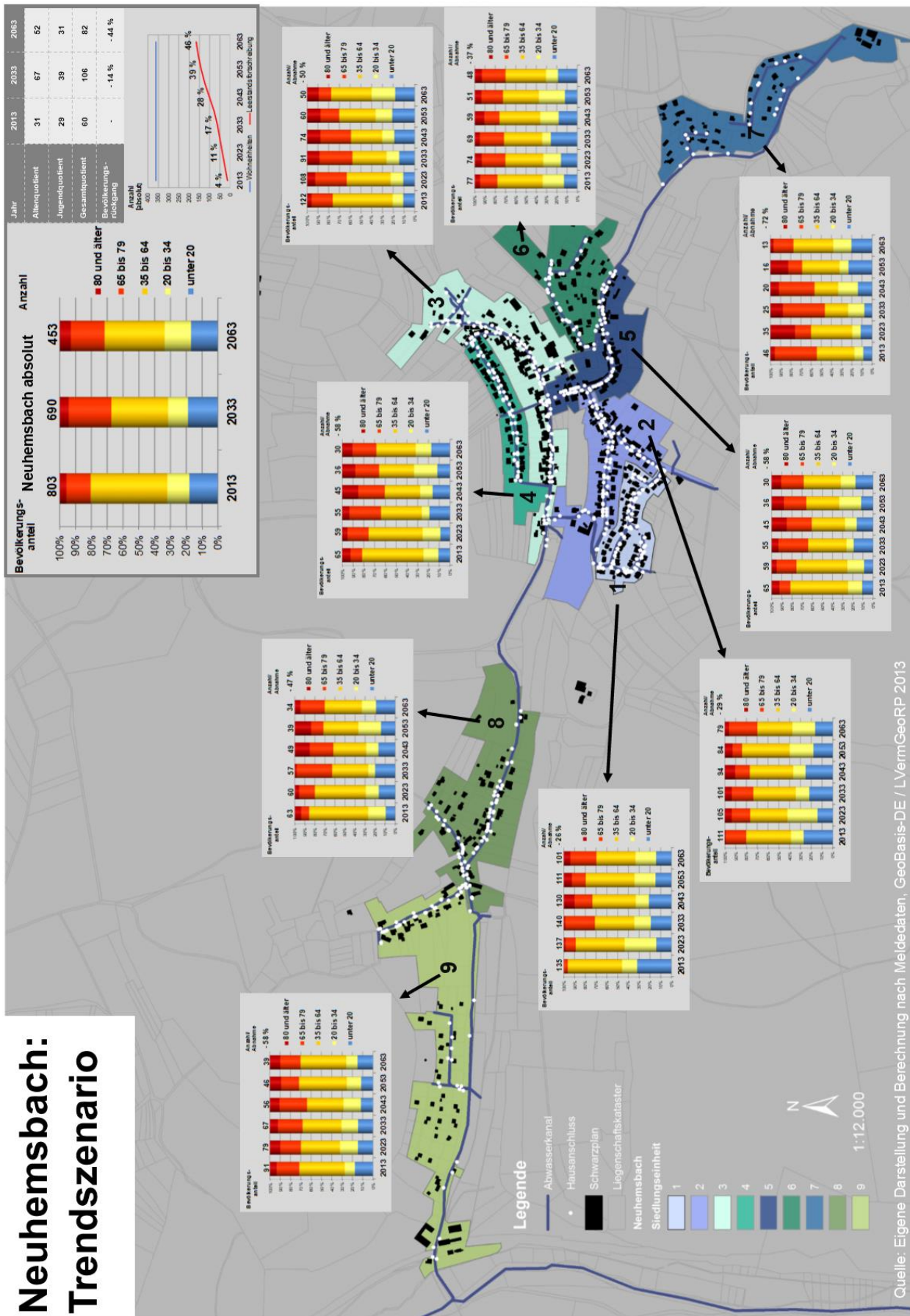
Aus Abbildung IV-3 geht hervor, dass der Anteil der Bevölkerung über 65 Jahre, im Szenariojahr 2032, in allen Ortsgemeinden rund 30 % beträgt. Aufbauend auf den getroffenen Annahmen ist also davon auszugehen, dass sich der Anteil dieser Kohorten in den Folgejahren, etwa ab dem Jahr 2040 (vgl. Abschnitt II-2.1.6) bruchhaft verringern wird. Der Effekt des Bevölkerungsrückgangs wird durch sukzessiv sinkende Geburtenzahlen verstärkt (vgl. Abschnitt II-2.1.4).

Sofern die getroffenen Annahmen zutreffen werden, ist von einer entsprechend hohen Leerstandsquote in den Ortsgemeinden auszugehen, die im Trendszenario für das Jahr 2062, auf rund 44 – 47 % bilanziert werden. Jedoch stellt sich auch hier nicht die Frage der statistischen Belastbarkeit, sondern vielmehr die Folgefrage, wie mit beträchtlichen Leerstandsquoten, im stadtplanerischen sowie im fachplanerischen Sinne, umgegangen werden kann. Hier knüpft die Detailanalyse auf der Mikroebene an.

IV-1.2.2 Szenariobasierte Detailanalyse auf der Mikroebene der Siedlungseinheiten in Neuhemsbach

Aufgrund der sehr geringen Grundgesamtheiten der Basispopulationen in den Siedlungseinheiten, lassen sich nur sehr abstrakte Aussagen zur Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung auf der Mikroebene treffen. Grundsätzliche Unterschiede, insbesondere die *de facto*-Bevölkerung betreffend, lassen sich dennoch herausstellen. In der nachfolgenden Abbildung IV-4 wird im Trendszenario eine mögliche Bevölkerungsentwicklung visualisiert.

Der Bevölkerungsrückgang in Neuhemsbach wird im Trendszenario auf -14 % zum Jahr 2032 und auf -44 % zum Jahr 2062 bilanziert. Aus Abbildung IV-4 geht jedoch hervor, dass die *de facto*-Bevölkerung der einzelnen Siedlungseinheiten, im Basisjahr 2013, in ihrer Altersstruktur keineswegs homogen ist. Vielmehr sind in einzelnen Siedlungseinheiten, bemessen am Anteil der Bevölkerung im Rentenalter, überdurchschnittlich jüngere (Siedlungseinheiten 1 und 8) und ebenso ältere Basispopulationen (Siedlungseinheiten 7 und 9) auszumachen. Davon ausgehend, dass ein wesentlicher Teil der Bevölkerung, insbesondere der Kohorten über 35 Jahren, entsprechend der ermittelten Migrationssalden (vgl. Abschnitt III-4.2.1), am Wohnort altern und im Szenarioverlauf perspektivisch ableben wird, bestimmt die *de facto*-Bevölkerung auch maßgeblich deren (szenariobasierte) Fortschreibung. Zudem ist die jüngere Kohorte der Bildungs- und Berufswanderer in diesem Typ des ländlich-peripheren Raumes mit disperser Siedlungsstruktur, mit relativ hohen Abwanderungssalden belegt, was dem Bevölkerungsrückgang im Grundsatz zuträglich ist. Entsprechend der in Abschnitt II-2.1.4 dargelegten Wanderungsmotive, ist Neuhemsbach, trotz der im Schwerpunkt bildungs- und berufsbedingten Abwanderungen, ein ebenso attraktiver Wohnstandort mit hoher Zentrenreichbarkeit und -auswahl und dementsprechend mit Zuwanderungen von Familien belegt, die dem Bevölkerungsrückgang wiederum entgegenwirken.



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung nach Meldedaten, GeoBasis-DE / LVermGeoRP 2013

Abb. IV-4: Demographische Entwicklung Neuhemsbachs im Trendszenario
(Quelle: Eigene Darstellung nach SinOptiKom-Datensatz o.J.)

Durch die geringen Grundgesamtheiten ist der Interpretationsspielraum für die Szenarien zur Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung relativ gering und sollte idealerweise mit „vor-Ort-Kenntnissen“ ergänzt werden (vgl. Stat. LA RLP 2015a: 2). Auffällig im Trendszenario ist jedoch, dass sich, gerade im Alterssockel der Bevölkerung, unterschiedliche Entwicklungen in den Siedlungseinheiten abzeichnen, die auf die *de facto*-Bevölkerung zurückgehen.

So sticht die Siedlungseinheit 1, die im Basisjahr mit einer verhältnismäßig jungen Altersstruktur belegt ist, am Rand des Siedlungskörpers und von offener EFH- und ZFH-Bauweise geprägt, mit einem starken Anstieg des Durchschnittsalters hervor, was sich im proportionalen Bevölkerungsverlust jedoch nur gering ausprägt (-26 % bis zum Szenariojahr 2063). Die relativ neue und durch die Lage und Bebauungsstruktur für Familien attraktive Siedlungseinheit lässt potentiell eine erneute Zuwanderung nach dem Generationenwechsel erwarten, was sich so auch im Szenario widerspiegelt. In anderen Siedlungseinheiten, weniger attraktiver Ortslagen, so wird im Szenario deutlich, wirkt sich der demographische Bruch, nach dem synthetischen Ableben der geburtenstarken Jahrgänge der 1960er Jahre, wesentlich stärker aus, z.B. in Siedlungseinheit 4, die ebenfalls am Rande des Siedlungskörpers verortet ist und auch über eine offene EFH- und ZFH-Bebauung verfügt. Hier (SE 4) wird der Bevölkerungsverlust jedoch für das Szenariojahr 2063 auf -58 % berechnet, was maßgeblich auf die Struktur der *de facto*-Bevölkerung zurückgeht: Aus der Darstellung in Abbildung IV-4 wird deutlich, dass, gerade im Vergleich zur Siedlungseinheit 1, starke Unterschiede in den Proportionen der Kohorten bestehen. Während in SE 4 die Bevölkerung im Rentenalter bzw. über 65 Jahren im Neuhemsbacher Durchschnitt liegt, ist die Kohorte der Kinder und Jugendlichen unter 20 Jahren, unterdurchschnittlich vertreten. Im Verlauf des Szenarios zum Jahr 2023, wächst die Kinder- und Jugendlichenkohorte in die mit hohen Abwanderungsalten belegte Kohorte der Bildungs-wanderer hinein, mit entsprechender Konsequenz für das nächste Intervall (2033), in dem, gemäß der begründeten Annahmen, stark rückläufige Zahlen der 20- bis 34-Jährigen zu verzeichnen sind. Gleichzeitig altert ein hoher Anteil der Kohorte der 35- bis 64-Jährigen in die Kohorte der 65- bis 79-Jährigen hinein. Der Anteil der Hochbetagten wächst parallel geringfügig und zum Szenariojahr 2043 erheblich. Hier beträgt der Anteil der Bevölkerung im Rentenalter rund 40 % (vgl. Abschnitt II-2.1.6). Die demographischen Konsequenzen äußern sich im erheblichen Einwohnerrückgang in der weiteren Fortschreibung des Szenarios, der sich entsprechend des hohen Altersdurchschnitts bruchhaft ausprägt:

Im Zehnjahresvergleich, zwischen 2043 und 2053, beträgt der Einwohnerrückgang 20 %. Zwischen 2053 und 2063 werden in SE 4 rund 17 % Bevölkerungsrückgang vorausberechnet.

Für SE 7, in peripherer Randlage Neuhemsbachs am Netzende, wird die im Vergleich drastischste Bevölkerungsentwicklung vorausberechnet, die zum Szenariojahr 2063 mit einem erheblichen Bevölkerungsrückgang von -73 % beziffert wird. Aus Abbildung IV-4 wird deutlich, dass der Anteil der *de facto*-Bevölkerung im Rentenalter über 65 Jahren, im Basisjahr (2013) bereits etwa 45 % beträgt. Im Szenarioverlauf steigt das Durchschnittsalter signifikant und damit auch der Anteil der Hochbetagten. Den angenommenen Überlebenswahrscheinlichkeiten entsprechend, ereignet sich der demographische Bruch in SE 7 dadurch erheblich früher und in stärkerer Ausprägung als in den anderen Siedlungseinheiten Neuhemsbachs.

Diese statistischen Werte können, unter dem Grundsatz der Vernunft, nur indikativ interpretiert werden. Gleichwohl verdeutlichen Sie, dass sich demographische Entwicklungen innerhalb der Siedlungen, bei gleichen Annahmen, sehr unterschiedlich ausprägen können. Mit entsprechender Konsequenz auf die Leerstandsentwicklung innerhalb der Siedlung, das Ortsbild und ebenso, im technisch betrieblichen Sinne, auf leitungsgebundene Infrastrukturen, z.B. der Abwasserentsorgung. Vor dem Hintergrund der demographischen Perspektive werden differenzierte Strategien der Siedlungsentwicklung, die auch siedlungswasserwirtschaftliche Infrastrukturen betreffen, unabdingbar.

Abbildung IV-4 verdeutlicht ebenso, dass sich die baulichen Strukturen innerhalb der Siedlung teilweise erheblich unterscheiden. Anhand des Schwarzplans wird die geschlossene Zeilenbebauung im Ortskern sichtbar. Die im Ortskern gelegene SE 5 nimmt im Trendszenario eine sehr ähnliche demographische Entwicklung an, wie die SE 4 am Rand der Siedlung. Aus den jedoch unterschiedlichen Baualtern der Gebäude, der Leitungsinfrastrukturen und der Netzstruktur ergeben sich ebenso unterschiedliche Ausgangssituationen für die Transformation des Infrastruktursystems sowie für die städtebaulichen Perspektiven der Siedlungseinheiten, z.B. durch den Rückbau der alten Zeilenbebauung. Unter dem Anspruch einer ganzheitlichen Betrachtung, müssen diese Faktoren in jedem Fall Berücksichtigung finden, um eine planerisch sinnvolle Gesamtstrategie konzipieren zu können.

Exkurs: Begriffsabgrenzung – Stadtplanung und Städtebau

ALBERS UND WÉKEL beschreiben die zentrale Aufgabe der Stadtplanung, dass sie „*eine zweckmäßige räumliche Verteilung und wechselseitige Zuordnung für die unterschiedlichen Nutzungsbereiche in der Stadt finden und verwirklichen soll*“ (ebd. 2016: 15). Neben der umfassenden Steuerung dynamischer Prozesse mitsamt ihren Wechselwirkungen, kommt der Stadtplanung damit insbesondere die Aufgabe der systematischen Vorbereitung raumbezogener Maßnahmen zu, die zur Lösung bereits bestehender oder zu erwartender Problem- oder Fragestellungen führt (vgl. Braam 1999: 2).

Damit unterscheidet sich die Disziplin der Stadtplanung vom Städtebau. Zwar sind beide Disziplinen in der Vorausschau ihres Handlungsfeldes vereint, jedoch wird unter dem Begriff des Städtebaus die „*zusammenfassende Tätigkeit der Gemeinde zur plan- und rechtmäßigen Ordnung und Lenkung der räumlichen und baulichen Entwicklung innerhalb ihres Hoheitsgebiets [verstanden]*.“ (Borchard 2005: 1054) Der Städtebau ist damit vielmehr Mittel zur Umsetzung politischer Wertevorstellungen der Gesellschaft, gestalterisch-architektonischer sowie technischer Fragestellungen mit „*quantitativ, örtlich und zeitlich klar festgelegten Maßnahmen mit Endgültigkeitscharakter und direktem Bezug zum Erstellen von baulichen Anlagen*.“ (Stepper 2011: 23, nach Müller-Ibold 1996: 51) Folglich behandelt der Städtebau also die Disposition der Bodennutzung und Ausgestaltung von Infrastrukturen sowie die Gestaltung des Orts- und Landschaftsbildes im Gebiet einer Gemeinde oder in ihren Teilbereichen (vgl. Borchard 2005: 1054) und unterscheidet sich damit grundsätzlich von der Entwicklungsfunktion der Stadtplanung und den behandelten kontinuierlichen Veränderungsprozessen in Städten (Stepper 2011: 23, nach Müller-Ibold 1996: 51).

IV-2. Analyse zur Systemumstellung mit dem SinOptiKom-Demonstrator

Die folgende Darstellung resümiert ausgewählte Ergebnisse aus der ingenieurtechnischen *Demonstrator*-Analyse des BMBF-Verbundprojekts *SinOptiKom* (2016b)¹²³.

Die entwickelten Szenarien zur Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung der Gemeinden (vgl. Abschnitt IV-1), wurden mit Hilfe des Optimierungsmodells des *SinOptiKom-Demonstrators* evaluiert. Die Möglichkeit, verschiedene Bewertungskriterien (Kosten, Wasserhaushalt, Wasserrecycling, Nährstoffrecycling, Energieeffizienz, Akzeptanz oder Flexibilität) entlang unterschiedlicher Gewichtungen in der Optimierung zu berücksichtigen, ist gegeben. Hierfür wurden im Projekt verschiedene konkrete Maßnahmen, z.B. zum dezentralen Umgang mit Niederschlagswasser, Kanalsanierung im Freispiegelsystem, mit oder ohne Stoffstromtrennung oder die Umstellung auf eine Druckentwässerung mit Stoffstromtrennung, hinsichtlich ihrer Plausibilität evaluiert (vgl. SinOptiKom 2016c: 6).

IV-2.1 Analyseergebnisse des SinOptiKom-Demonstrators

Die Ergebnisse der über den *SinOptiKom-Demonstrator* im BMBF-Verbundprojekt *SinOptiKom* (2016b, c) durchgeführten Analyse stehen in starker Abhängigkeit zur Gewichtung der Bewertungskriterien. Im Folgenden sollen daher grundsätzliche Pfadabhängigkeiten bei der hundertprozentigen Gewichtung einzelner Bewertungskriterien dargestellt werden, die einzelne Maßnahmenumsetzungen entsprechend der Zielfunktion besonders empfehlen. Ziel dieser Analyseform ist es, mögliche Transformationspfade gegeneinander abzuwägen und zur Diskussion zu stellen (vgl. Abschnitt III-4.4). In diesem Zusammenhang ist ebenso die multikriterielle Bewertung, d.h. das gleichzeitige Gewichten mehrerer Bewertungskriterien, aufschlussreich. In der Summe lassen sich Pfadabhängigkeiten möglicher Maßnahmenumsetzungen und damit verschiedene Transformationspfade der Abwasserinfrastruktursysteme ableiten, welche in den Zusammenhang der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung gebracht und diskutiert werden können.

¹²³ Die in Abschnitt IV-2. resümierten ingenieurtechnischen Analyseergebnisse wurden im BMBF-Verbundprojekt SinOptiKom (2016b, c) durch das Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft bearbeitet und sind keine eigene Forschungsleistung des Autors im Rahmen dieser Dissertation.

IV-2.1.1 Gewichtung einzelner Bewertungskriterien und resultierende Grundtendenzen

Im Folgenden sollen die berücksichtigten Bewertungskriterien mitsamt der aus der Gewichtung resultierenden grundsätzlichen Abhängigkeiten resümiert werden.

IV-2.1.1.1 Kosten

Werden allein die Kosten bei einer Systemumstellung maximal gewichtet, so zeigen die Analyseergebnisse die Empfehlung vereinzelter Dezentralisierungsmaßnahmen ohne Stoffstromtrennung auf. Sanierungsbedürftige Rohrrhaltungen sollten neu gebaut bzw. modernisiert und das Niederschlagswasser, z.B. in Rinnen, getrennt abgeleitet und dezentral, z.B. in Mulden, versickert werden. Für periphere, verstärkt vom Bevölkerungsrückgang betroffene und am Netzende gelegene Siedlungseinheiten wird das Abtrennen von der zentralen Abwasserbehandlung vorgeschlagen. Die Abwasserbehandlung sollte hier dezentral über PKAn erfolgen (vgl. SinOptiKom 2016b: 12).

IV-2.1.1.2 Flexibilität

Durch das alleinige Gewichten des Kriteriums Flexibilität wird eine sofortige Transformation des Gesamtsystems vorgeschlagen. Die Abwasserbehandlung sollte dezentral über KKAAn bzw. PKAn erfolgen und die Niederschlagswasserbewirtschaftung ebenfalls maximal, z.B. durch Muldenversickerung, Dachbegrünung und Flächenentsiegelung flexibilisiert werden. Übriges Niederschlagswasser kann über ein oberirdisches Rinnensystem und an ehemaligen Mischwasserüberläufen in den Vorfluter eingeleitet werden. Mit der vollständigen Systemumstellung steigen die Kosten ab der Maßnahmenumsetzung, die ebenso in den Zusammenhang mit zyklischen Erneuerungsmaßnahmen des Systems gestellt werden müssen. Insgesamt verhält sich der Kostenfaktor bei der Umsetzung dieser verhältnismäßig kostensparenden Maßnahmen relativ unauffällig. Dezentrale Maßnahmen der Niederschlagswasserbewirtschaftung wirken sich positiv auf das Kriterium des lokalen Wasserhaushalts aus (vgl. SinOptiKom 2016b: 13).

IV-2.1.1.3 Wasserhaushalt

Wird das Kriterium des Wasserhaushaltes mit besonderer Gewichtung verfolgt, so werden dezentrale Maßnahmen der Niederschlagswasserbewirtschaftung, z.B. durch Muldenversickerung, Dachbegrünung oder Flächenentsiegelung, verstärkt empfohlen. Dadurch anfallende Kosten richten sich zunächst nach dem Pfad der Systemumstellung und später nach dem zyklischen Erhalt des Systems (vgl. SinOptiKom 2016b: 13). Hinsichtlich der Bewirtschaftung von Niederschlagswasser bieten sich sehr flexible Lösungen an, die neben dem ökologischen Mehrwert ebenso zur Freiraumqualität beitragen können.

IV-2.1.1.4 Emission

Das verstärkte Bestreben, abwasserwirtschaftliche Emissionen zu reduzieren, kann insbesondere durch die schrittweise Transformation der Infrastruktursysteme zugunsten einer Stoffstromtrennung in einzelnen Siedlungseinheiten erfolgen. So kann z.B. das Grauwasserrecycling auf Hausebene eingeführt werden. Niederschlagswasser kann ebenso dezentral abgeleitet und versickert werden. Die Haltungen des zentralen Entwässerungssystems können, eine Sanierung oder ggfs. einen Umbau vorausgesetzt, zum Ableiten der übrigen Stoffströme (Braun- oder Schwarzwasser) genutzt werden. Das Abtrennen der Grau- und Niederschlagswasserströme bewirkt zudem die Frachtminimierung im Zulauf der zentralen bzw. dezentralen Behandlungsstufen und kann so, neben dem reduzierten Behandlungsaufwand, für einen reduzierten Schadstoffeintrag in die Gewässer sorgen (vgl. SinOptiKom 2016b: 13f.).

IV-2.1.1.5 Wasserrecycling

Ausgehend vom Netzende bewirkt das Wasserrecycling die Dezentralisierung der Abwasserbehandlung in der gesamten Gemeinde. Mögliche Transformationspfade geben Rohrsanierungen und teilweise Neubauten, in Kombination mit dezentralen Maßnahmen der Bewirtschaftung von Niederschlagswasser, vor. Die Abwasserbehandlung kann in KKA oder PKA erfolgen. Wird das Recycling von (Grau-)Wasser angestrebt, so wirkt sich die Transformation ebenso positiv auf die Immission von Schadstoffen in die Gewässer und die Flexibilität des Systems aus (vgl. SinOptiKom 2016b: 14). Die Stoffstromtrennung und das Recyceln sind jedoch grundsätzlich mit erhöhten öffentlichen und privaten Investitionskosten assoziiert.

IV-2.1.1.6 Nährstoffrecycling

Das Nährstoffrecycling erfolgt, entsprechend der in *SinOptiKom* getroffenen Annahmen, durch das Implementieren einer Technologie auf der Kläranlage, sodass das vorhandene zentrale Abwasserinfrastruktursystem beibehalten werden kann. Das Implementieren der Technologie zur Nährstoffrückgewinnung wirkt sich zudem positiv auf den Eintrag von Schadstoffen in die Gewässer aus. Sofern Haltungen neu gebaut werden müssen, wird eine Verringerung der Rohrdurchmesser, z.B. in Kombination mit einer Muldenversickerung, im Mischsystem angestrebt (vgl. *SinOptiKom* 2016b: 14).

IV-2.1.1.7 Energieeffizienz

Das Priorisieren der Energieeffizienz setzt, entsprechend der Annahmen, die Stoffstromtrennung im gesamten Gemeindegebiet voraus. Schwarzwasser wird über Druckleitungen der Kläranlage zugeführt und in einer anaeroben Reinigungsstufe behandelt. Das bestehende Kanalnetz kann zum Entwässern der Grau- und Niederschlagswasserströme genutzt werden, was allerdings das zyklische Sanieren der Haltungen voraussetzt. Zusätzliche Maßnahmen zur dezentralen Bewirtschaftung von Niederschlagswasser sind grundsätzlich möglich und anzustreben. Maßnahmen zum Versickern von Niederschlagswasser wirken sich positiv auf den (lokalen) Wasserhaushalt aus und ermöglichen, durch die reduzierte Stofffracht, geringere Rohrdurchmesser, was sich ebenso monetär niederschlägt (vgl. *SinOptiKom* 2016b: 14f.).

IV-2.1.1.8 Akzeptanz

Entsprechend der in *SinOptiKom* (2016b, c) getroffenen Annahmen, wird das Akzeptanzniveau insbesondere beim Festhalten an zentralen Abwasserinfrastrukturen hoch eingestuft. Ebenso können sich Maßnahmen der dezentralen Niederschlagswasserbewirtschaftung positiv auf die Akzeptanz auswirken. Blaue und grüne Infrastrukturen, z.B. in Form von oberirdischen Rinnen, Retentionsbecken, Dachbegrünungen oder Flächenentsiegelungen, sind hier mit der Sichtbarkeit der Maßnahmen und mit erhöhter Freiraumqualität assoziiert. Kleinere Kanaldurchmesser und die verminderte Stofffracht können sich positiv auf die Energieeffizienz, z.B. bei der Abwasserbehandlung, auf die Kosten sowie die Flexibilität des Systems auswirken (vgl. *SinOptiKom* 2016b: 15).

IV-2.2 Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn

Für die VG Enkenbach-Alsenborn wurde im Verlauf des BMBF-Verbundprojektes *SinOptiKom* (2016b, c), neben den Basisdaten zur Ver- und Entsorgungsinfrastruktur in den vier Ortsgemeinden Enkenbach-Alsenborn, Mehlingen, Neuhemsbach, Sembach sowie zur Gruppenkläranlage, eine Vielzahl weiterer projektrelevanter Daten, insbesondere zur Siedlungs- und Bevölkerungsstruktur, aber auch Angaben zur Gebührenkalkulation, als Input für neue Gebührenmodelle, berücksichtigt (vgl. *SinOptiKom* 2016c: 61).

Die relevanten kommunalen Basisdaten zur Ver- und Entsorgungsinfrastruktur wurden für die ingenieurtechnische Betrachtung im Projekt *SinOptiKom* (2016b, c) zielgerichtet aufbereitet. Sie werden im Rahmen der zugrundeliegenden Arbeit als gegeben angenommen. Die detaillierte Betrachtung und Analyse der Ortsgemeinde Neuhemsbach bildete den Analyseschwerpunkt in der VG Enkenbach-Alsenborn. Um die Auswirkungen der demographischen Entwicklung sowie struktureller Eingriffe auf die Gruppenkläranlage zu analysieren, wurden auch die Ortsgemeinden Enkenbach-Alsenborn, Mehlingen und Sembach einer abstrahierten Analyse unterzogen. In diesen drei wesentlich größeren und einwohnerstärkeren Ortsgemeinden wurden die Siedlungseinheiten größer gefasst. Somit ist hier von größeren Grundgesamtheiten der Bevölkerung auszugehen. Die Vorgehensweise sowie die getroffenen Annahmen zur Entwicklung der Szenarien bleiben jedoch bestehen. Der Status Quo und aktuelle Herausforderungen, im abwasserinfrastrukturellen Sinne, können für die Ortsgemeinde Neuhemsbach folgendermaßen resümiert werden (vgl. *SinOptiKom* 2016c: 61f.):

- Aktuell wird das Abwasser überwiegend im Mischsystem gesammelt und der zentralen Kläranlage Enkenbach-Alsenborn zur Reinigung zugeführt.
- Es besteht ein sehr hoher baulicher und hydraulischer Sanierungsbedarf, der sich im Schwerpunkt auf den westlichen sowie östlichen Randbereich der Ortsgemeinde, in den Siedlungseinheiten 2 (Schulstraße/Sportplatzweg) und 6 (Lustgarten), konzentriert. Die Siedlungseinheiten mitsamt ihrer technischen Infrastruktur wurden im Jahr 1968 erschlossen; entsprechend alt sind die Kanäle. Die Daten zum Kanalzustand basieren auf einer Inspektion der igr AG.

Abbildung IV-2-1 veranschaulicht den hydraulischen und baulichen Sanierungsbedarf in den benannten Siedlungseinheiten 2 und 6. Ferner wird die Differenzierung der Siedlungseinheiten in der Ortsgemeinde Neuhemsbach visualisiert. Das Mischsystem entwässert in westlicher Richtung zur Gruppenkläranlage in Sembach (vgl. Abbildung II-1-10).

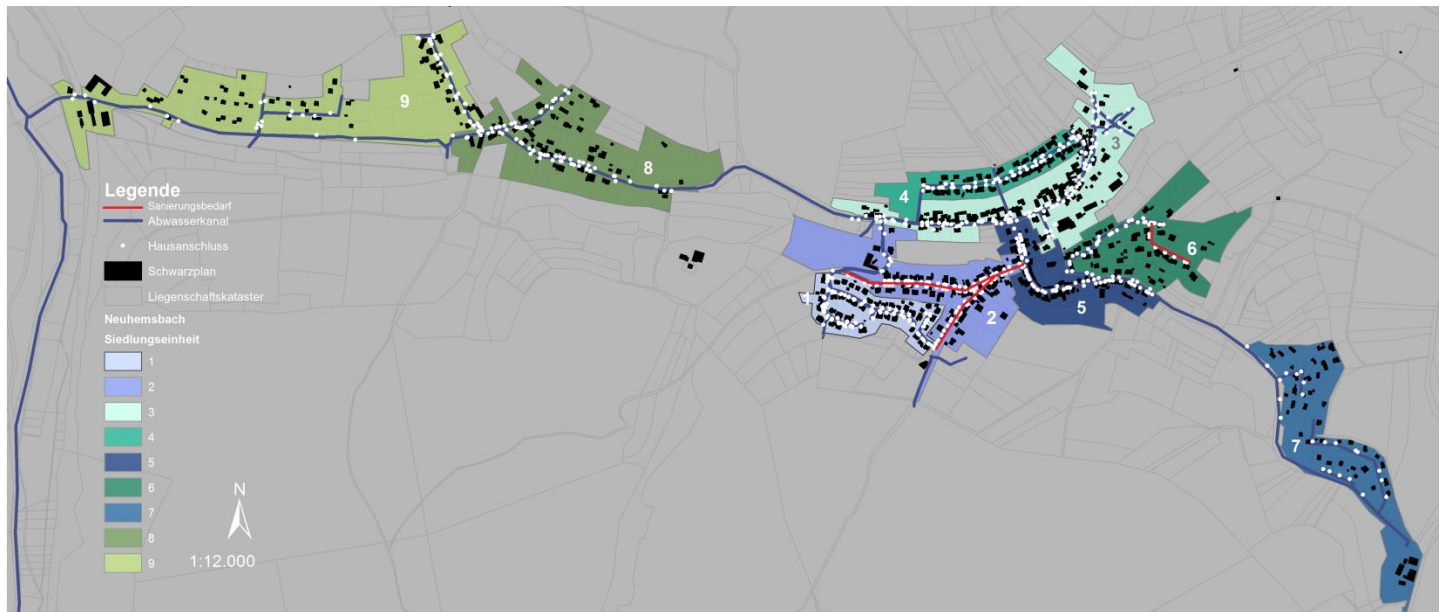


Abb. IV-2-1: Siedlungseinheiten und Abwasserinfrastruktursystem in Neuhemsbach

(Quelle: Eigene Darstellung nach *SinOptiKom*-Datensatz, ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (2013), Datenlizenz DE 2.0 [Daten bearbeitet])

IV-2.2.1 Multikriterielle Bewertung

Handlungsstrategien verfolgen nur in den seltensten Fällen singuläre Optimierungsziele. Gerade bei der Betrachtung unterschiedlicher Kriterien und zweier Disziplinen, der Stadtplanung und Siedlungswasserwirtschaft, können auch optimierte Lösungen mehr einem Kompromiss als einer einzigen Ideallösung gleichen. Grundsätzlich sollten alle der in dieser Arbeit betrachteten Kriterien in einem intelligenten Abwägungsprozess berücksichtigt werden. Im Folgenden wird eine Auswahl von Ergebnissen, der ingenieurtechnischen Analyse aus *SinOptiKom* (2016b), unterschiedlicher multikriterieller Priorisierungen mit der Bezugsebene Neuhemsbach dargelegt, die grundlegende Transformationspfade aufzeigen.

IV-2.2.1.1 „Konservative Betrachtung“

Der „konservativen Betrachtung“ unterliegt die Voraussetzung, dass der einzuschlagende Transformationspfad möglichst kosteneffizient und flexibel sein und ebenso auf eine möglichst hohe Akzeptanz der Akteure stoßen soll. Die szenariobasierte Auswertung sieht dabei, ausgehend vom Netzende, das Abtrennen von Siedlungseinheiten vor, die besonders stark vom Bevölkerungsrückgang betroffen sind. Der kritische Schwellenwert des Einwohnerrückgangs (vgl. Abschnitt II-3.5.3) mit erheblichen technisch-betrieblichen Konsequenzen, wird, entsprechend der Berechnungen in *SinOptiKom* (2016b), in Siedlungseinheit 7 bereits im Jahr 2020, bei einem Einwohnerrückgang von rund 20 % erreicht. Für Siedlungseinheit 4 wird der kritische Schwellenwert, unter der Priorisierung der

Kosten, Flexibilität und Akzeptanz, im Jahr 2040, bei einem Bevölkerungsrückgang von rund 25 % bzw. zu dem Zeitpunkt, der einen demographischen Bruch erwarten lässt, erreicht. Die Abwasserreinigung kann nach dem Abtrennen der SE dezentral über PKAn und das Ableiten von Niederschlagswasser über oberirdische Rinnen erfolgen. Ebenso sind der Neubau bzw. die Sanierung einzelner Haltungen, neben der Umsetzung dezentraler Maßnahmen der Niederschlagswasserbewirtschaftung und dem Entsiegeln von Teilflächen, angezeigt (vgl. SinOptiKom 2016b: 16).

IV-2.2.1.2 „Nachhaltige Wasserbewirtschaftung“

Bei der „nachhaltigen Wasserbewirtschaftung“ werden die Kriterien Wasserhaushalt, Wasserrecycling und Energieeffizienz prioritär behandelt und damit eine vollständige jedoch sukzessive Systemumstellung in der Gemeinde fokussiert. Ab dem Beginn der Systemtransformation wird eine Stoffstromtrennung auf Hausebene initiiert, bei der Schwarzwasser über Druckleitungen zur Co-Fermentation abgeleitet sowie das Recycling von Grauwasser implementiert wird. Analog sind verschiedene dezentrale Maßnahmen zur Niederschlagswasserbewirtschaftung angezeigt. Grundsätzlich wird das Grau- und Niederschlagswasser weiterhin der zentralen GKA zugeführt, jedoch einzelne Siedlungseinheiten (3, 4, 7) frühzeitig, im Jahr 2020, vom System abgetrennt. Anfallendes Grau- und Niederschlagswasser wird hier dezentral mit PKAn behandelt. In Abhängigkeit des Baualters bzw. Zustands der Kanäle, werden, im Jahr 2050 der Szenariobetrachtung, zwei weitere Siedlungseinheiten (5, 6) zur dezentralen Grauwasserbehandlung abgetrennt. Ferner erfolgt die abschließende Systemtransformation, ausgehend vom zentralen Abwasserinfrastruktursystem, zu einer dezentralen Behandlung von Grau- und Niederschlagswasser mit zentraler Schwarzwasserableitung und Behandlung auf der Kläranlage. Gereinigtes Grauwasser sowie das Niederschlagswasser können direkt in den Vorfluter eingeleitet werden. Die südwestlich gelegenen Siedlungseinheiten (1 und 2) entwässern ihr Grauwasser bis zur vollständigen Systemumstellung, im Szenariojahr 2055, weiterhin zur GKA. Das Schwarzwasser wird nach der vollständigen Systemumstellung weiterhin zentral in Richtung der GKA abgeleitet und kann dort für weitere Verfahren, z.B. zur Herstellung von Bodenverbessern durch eine Wurm- oder thermische Kompostierung oder die Energieherstellung durch anaerobe Vergärung des Schwarzwassers zu Biogas, Anwendung finden. Durch die umfassenden Dezentralisierungsmaßnahmen wird jedoch die Stilllegung der GKA bewirkt. Hinsichtlich der dezentralen Bewirtschaftung von Niederschlagswasser können frühzeitig Maßnahmen zur Flächenentsiegelung, Muldenversickerung und Dachbegrünung umgesetzt werden. Abbildung IV-2-2 visualisiert auszugsweise die Analyseergebnisse des *Demonstrators* im Szenario der „nachhaltigen Wasserbewirtschaftung“ (vgl. SinOptiKom 2016b: 18).

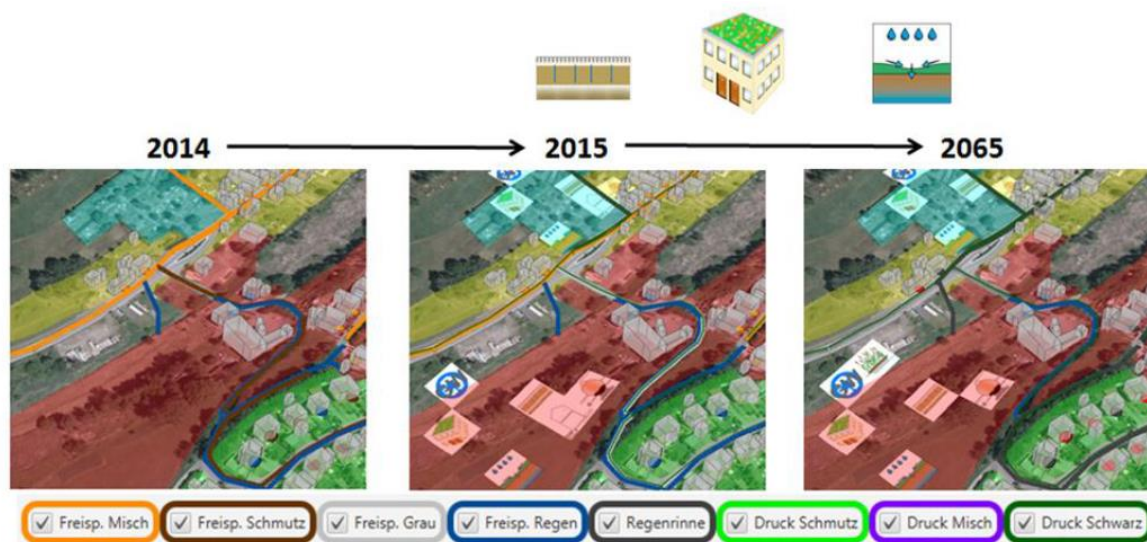


Abb. IV-2-2: Auszug der *Demonstrator*-Analyse im Szenario „nachhaltige Wasserbewirtschaftung“ (Quelle: SinOptiKom 2016b: 18)

IV-2.2.1.3 „Multikriterielle Betrachtung“

Die gleichzeitige hohe Gewichtung aller Kriterien bewirkt im Szenario einen frühzeitigen und weitreichenden Umbau des Wasserinfrastruktursystems. In allen Siedlungseinheiten der Gemeinde mit Mischwasserkanalisation wird eine direkte Systemumstellung angestrebt, welche die Stoffstromtrennung einführt und das Schwarzwasser in Druckleitungen der GKA zuführt. Gleichzeitig werden Maßnahmen zur Kanalsanierung und zum dezentralen Umgang mit Grau- und Niederschlagswasser angezeigt. Grundsätzlich bewirkt das Gleichgewichten aller Kriterien, dass einzelne Kriterien die Zielfunktion nur geringfügig beeinflussen. Daraus wiederum resultiert, dass auch relativ kostenintensive Maßnahmen im Szenario umgesetzt werden, um andere Kriterien, z.B. die Flexibilität, Schadstoffemission oder Energieeffizienz, ebenfalls zu berücksichtigen. Zur dezentralen Grauwasserbehandlung werden im Szenario insgesamt zwei Siedlungseinheiten am Netzende (1, 7) mit Membranbelebungs-Kleinkläranlagen ausgestattet. Für die Behandlung von Niederschlagswasser bieten sich in Siedlungseinheit 7 verschiedene dezentrale Maßnahmen, z.B. die Versickerung, an. Für die Siedlungseinheit 1, in der bereits heute Schmutz- und Niederschlagswasser getrennt abgeleitet wird, ist ebenso die Nutzung von Niederschlagswasser vorgesehen (vgl. SinOptiKom 2016b: 19). Aus Abbildung IV-2-3 geht die sukzessive Transformation des Abwasserinfrastruktursystems hervor.

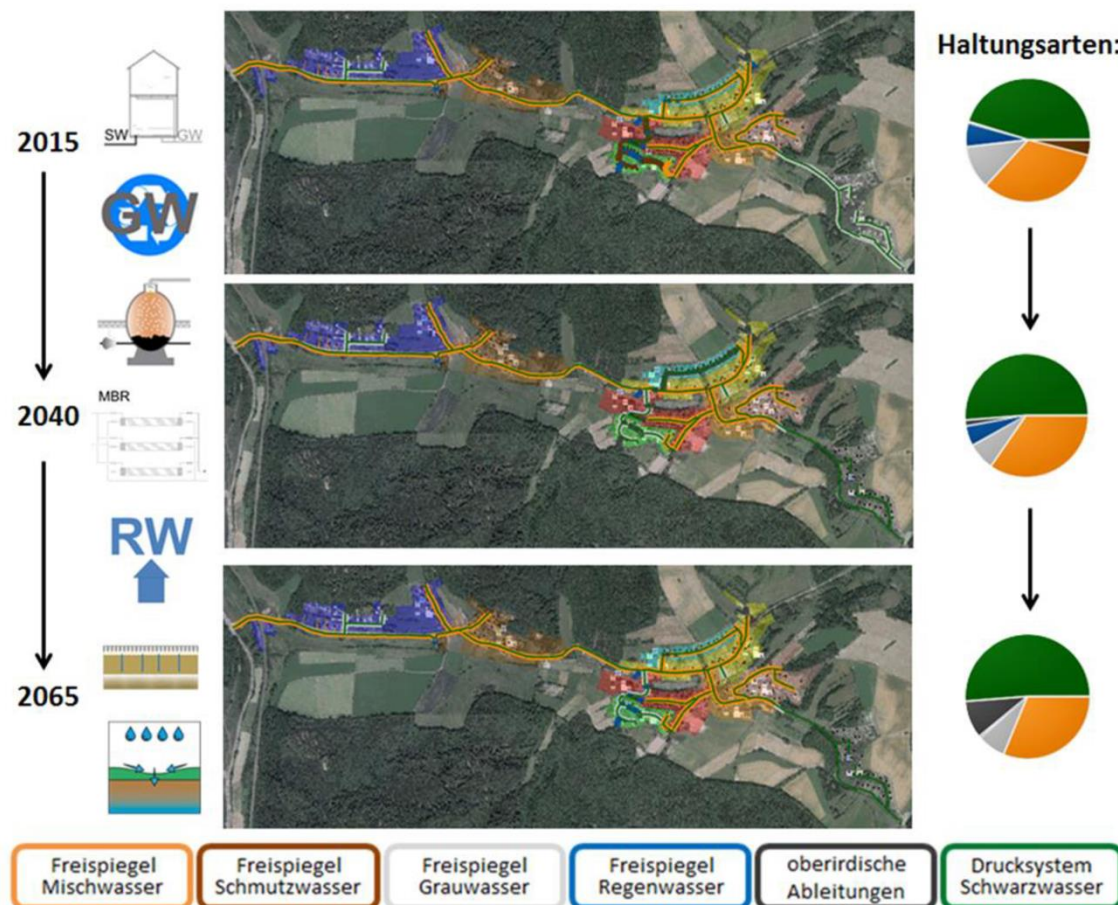


Abb. IV-2-3: Optimierter Transformationspfad bei „multikriterieller Betrachtung“

(Quelle: SinOptiKom 2016b: 20)

IV-2.2.1.4 „Recycling und Minimieren von Schadstoffemissionen“

Werden die Kriterien des Wasser- und Nährstoffrecyclings sowie das Minimieren von Schadstoffemissionen im Szenario priorisiert, so wird das zentrale System der Abwasserbehandlung in Neuhemsbach weitestgehend beibehalten, jedoch ebenso eine Stoffstromtrennung eingeführt. Dabei wird das Grau- und Schwarzwasser auf Gebäudeebene getrennt erfasst, das Schwarzwasser weiterhin zentral über die Mischwasserkanalisation abgeleitet und das Grauwasser anteilig einer erneuten Nutzung als Brauchwasser, z.B. zur Toilettenspülung, zugeführt. Das übrige Grauwasser wird, gemeinsam mit dem Schwarzwasser, ebenfalls über die Mischwasserkanalisation zur GKA abgeleitet. Die Klärschlammbehandlung wird dort mit Maßnahmen zum Nährstoffrecycling ergänzt. Die Systemtransformation erscheint vor dem Hintergrund baulicher Maßnahmen, z.B. zum Nährstoffrecycling in der GKA, der Stoffstromtrennung auf Hausebene und der Umsetzung von Maßnahmen zum Grauwasserrecycling, relativ kostenintensiv, obgleich

weiterhin die Mischwasserkanalisation im Freispiegelsystem genutzt werden kann. Für die Niederschlagswassernutzung bieten sich zudem die gängigen dezentralen Maßnahmen, z.B. der dezentralen Versickerung über Mulden oder durch die Entsiegelung von Flächen an (vgl. SinOptiKom 2016b: 20f.). Der finale Zustand der Transformation des Abwasserinfrastruktursystems in Neuhemsbach, mit der Priorisierung des Wasser- und Nährstoffrecyclings sowie der Minimierung von Schadstoffemissionen, wird in Abbildung IV-2-4 veranschaulicht.

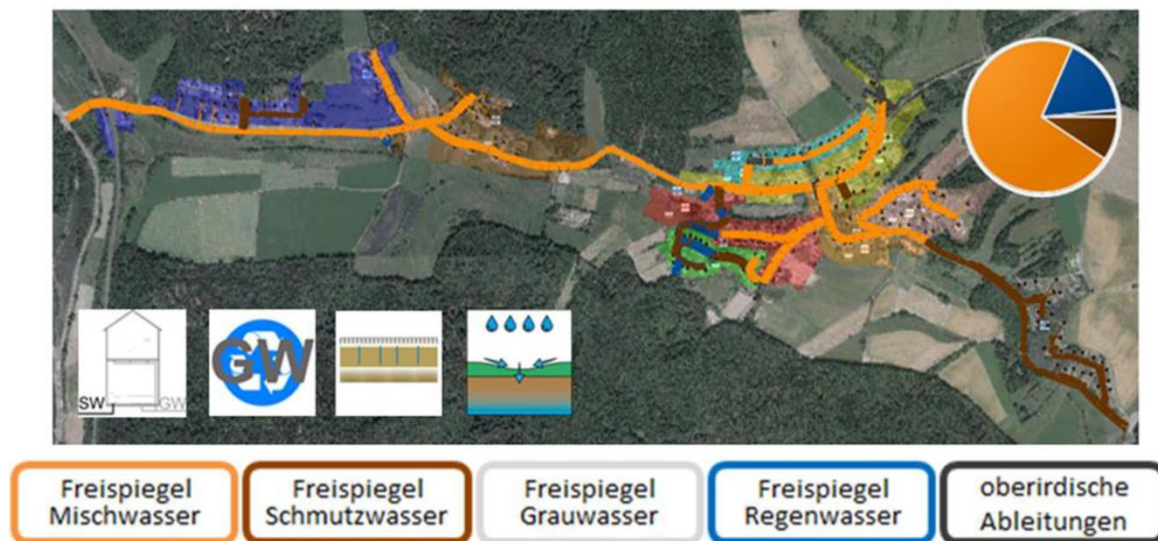


Abb. IV-2-4: Finalzustand der Systemtransformation „Recycling und Minimierung von Schadstoffemissionen“ in Neuhemsbach (Quelle: SinOptiKom 2016b: 21)

IV-2.2.1.5 „Ökologisch-ökonomische Systemtransformation“

Eine Systemlösung, die die Kosten in den Vordergrund rückt und gleichzeitig andere Kriterien, z.B. das Wasserrecycling und die Energieeffizienz, zumindest moderat gewichtet, setzt eine sukzessive und dynamisch vollzogene Transformation voraus, welche ebenso die Bevölkerungsentwicklung, das Baualter und die Struktur der bestehenden Haltungen berücksichtigt. Wird eine längerfristige Systemtransformation unter den genannten Kriteriengewichtungen angestrebt, werden in der Modellbetrachtung bauliche Maßnahmen, wie die Sanierung von älteren Haltungen, aber auch dezentrale Maßnahmen zum Umgang mit Niederschlagswasser, z.B. durch Muldenversickerung oder Flächenentsiegelung, angezeigt. Einzelne Siedlungseinheiten werden im Szenario, vom Netzende ausgehend und bedingt durch die demographische Entwicklung, vom übrigen zentralen System abgetrennt (7, 4). Das dort anfallende Abwasser wird dezentral, z.B. durch PKAn, behandelt. Ausgehend von der Kläranlage wird eine Stoffstromtrennung in den übrigen Siedlungseinheiten etabliert,

in der das Schwarzwasser über Druckleitungen zur Co-Vergärung auf der GKA abgeleitet wird. Das Niederschlagswasser wird über Rinnen an die (ehemaligen) Mischwasserüberläufe ab- und in die umliegenden Gewässer eingeleitet. Insgesamt wird das Misch- und Schmutzwassersystem sukzessive von einem Freispiegel- auf ein Drucksystem, mit getrennter Schwarzwasserableitung, umgestellt. Anfallendes Grauwasser kann einer erneuten Nutzung, z.B. als Toilettenspülwasser, zugeführt und überschüssiges Grauwasser dezentral in KKA oder PKA behandelt werden. Als Toilettenspülwasser genutztes Grauwasser gelangt somit auf Umwegen als Schwarzwasser in den Zulauf der Kläranlage, was sich somit auch auf die CSB-Frachtentwicklung auswirkt. Relativ kostengünstig und zugleich unter ökologischen Kriterien sinnvoll, erscheint das vereinzelte Abtrennen von Siedlungseinheiten, deren anfallendes Abwasser dezentral über PKA behandelt werden kann. Für das Niederschlagswasser dieser Siedlungseinheiten bieten sich ebenfalls dezentrale Maßnahmen, z.B. zur Versickerung oder Wiedernutzung an (vgl. SinOptiKom 2016b: 21f.). Die dynamisch und vollständig erfolgte Systemumstellung dieses Szenarios, im Jahr 2065, in dem die Kosten und der ökologische Mehrwert priorisiert werden, geht aus Abbildung IV-2-5 hervor.

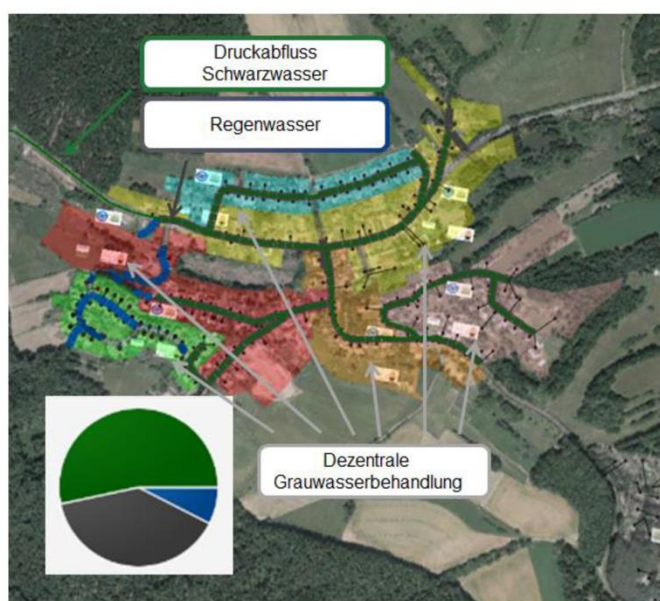


Abb. IV-2-5: Finalzustand der Systemumstellung bei „ökonomisch-ökologischer Priorisierung“ im Jahr 2065
(Quelle: SinOptiKom 2016b: 22)

IV-2.2.2 Auswirkungen der Transformationspfade auf die Frachtentwicklung

Die GKA der VG Enkenbach Alsenborn wird mit dem Abwasserstrom aus Neuhemsbach belastet. In Abhängigkeit zur Systemkonzeption bzw. -transformation verändert sich das Frachtvolumen und die -zusammensetzung im Zulauf der Kläranlage, aus den Freispiegelkanälen oder dem Schwarzwasserstrom zur Co-Fermentation bzw. Schlammbehandlung.

Im Projekt *SinOptiKom* wurde eine szenariobasierte Sensitivitätsanalyse für die „ökologisch-ökonomische Systemtransformation“ (vgl. Abschnitt IV-2.2.1.5) durchgeführt, bei denen die Kriterien Kosten, Wasserrecycling und Energieeffizienz unterschiedlich gewichtet wurden. Die Sensitivitätsanalyse erfolgte zum Erreichen der Ziele in der Optimierung entlang der folgenden Gewichtungen:

- ökologisch-ökonomische Systemtransformation I:
Kosten 100 % - Wasserrecycling 100 % - Energieeffizienz 100 %
- ökologisch-ökonomische Systemtransformation II:
Kosten 100 % - Wasserrecycling 50 % - Energieeffizienz 50 %
- ökologisch-ökonomische Systemtransformation III:
Kosten 50 % - Wasserrecycling 100 % - Energieeffizienz 50 %

Alle drei der durchgeführten Berechnungen für Neuhemsbach zeigen hinsichtlich ihrer über den *Demonstrator* vorgeschlagenen technischen Lösungen sehr ähnliche Transformationspfade, die sich nur in dem Detail der zeitlichen Umsetzung ihrer Maßnahmen unterscheiden (vgl. SinOptiKom 2016: 23), woraus jedoch ebenso Auswirkungen auf die Frachtentwicklung resultieren. Wird die Kosteneffizienz höher gewichtet, so besteht ein verstärktes Beharrungsvermögen des Systems. Die Umsetzung der Maßnahmen sollte dann zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen als in den Referenzszenarien. Die Nutzung von Niederschlagswasser wird bei einer hohen Gewichtung ökologischer Kriterien bzw. bei der Gleichgewichtung der Kriterien gleich zu Beginn der Systemtransformation vorgeschlagen, jedoch nicht bei der prioritären Berücksichtigung der Kosten. Eine Erklärung hierfür ist der mit dem Bau von dezentralen Installationen zur Versickerung von Niederschlagswasser verbundene monetäre Aufwand. Durch das Recyceln von Niederschlags- oder Grauwasser, z.B. als Brauchwasser, gelangen die Stoffströme in den Zulauf der Kläranlage, womit sich die CSB-Fracht entsprechend erhöht. Wird anfallendes Grauwasser, z.B. in einzelnen Siedlungseinheiten, mit einer PKA behandelt, so reduziert sich die CSB-Fracht im Zulauf der Kläranlage erheblich, wie Abbildung IV-2-6 szenariobasiert veranschaulicht. Ebenso wirkt eine solche Dezentralisierungsmaßnahme, durch den verminderten Behandlungsaufwand auf der Kläranlage, kosten- sowie energieeffizient. Grundsätzlich, so zeigen es die Szenarien auf, sind Maßnahmen, die das Wasserrecycling und die Energieeffizienz priorisieren, deutlich teurer (vgl. SinOptiKom 2016b: 28). So z.B. im Falle der Neuinstallation von Maßnahmen zum Umgang mit Niederschlags- oder Grauwasser.

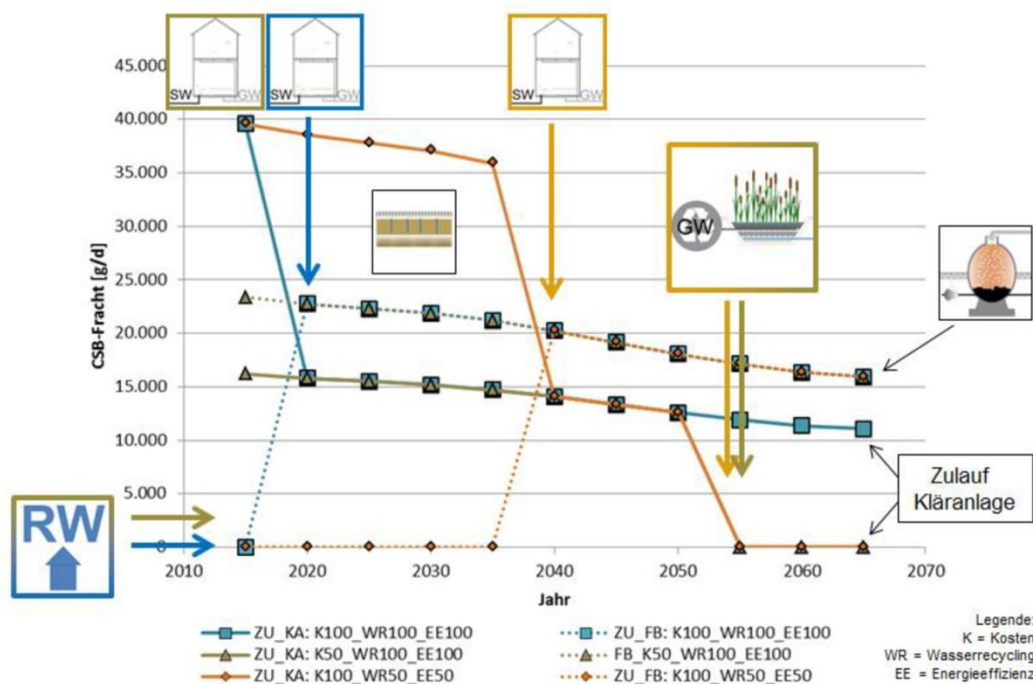


Abb. IV-2-6: Sensitivitätsanalyse der CSB-Frachten in Abhängigkeit zur Maßnahmenumsetzung in der „ökologisch-ökonomischen Systemtransformation“ (Quelle: SinOptiKom 2016b: 27)

IV-2.2.3 Einfluss der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung auf die Transformationspfade des Abwasserinfrastruktursystems

Um die Auswirkungen der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung auf die Transformationspfade des Abwasserinfrastruktursystems in Neuhemsbach zu untersuchen, wurden für alle drei möglichen Szenarien (vgl. Abschnitte III-4.1 und III-4.2) im *Demonstrator* Berechnungen durchgeführt, die von den gleichen Grundannahmen ausgehen. Es wurden für die drei Szenarien (*Referenzszenario*, *Entdichtung*, *Dorfkernsanierung*) die folgenden Annahmen gleichgesetzt (vgl. SinOptiKom 2016b: 29ff.):

- Die Stoffstromtrennung ist möglich
- Der Wasserverbrauch und die Stromkosten bleiben konstant
- Der Klimawandel, z.B. durch Starkregenniederschlagsereignisse hat keinen Einfluss
- Die Faulungsanlage auf der Kläranlage Enkenbach-Alsenborn bleibt bestehen, eine Biogasanlage wird nicht berücksichtigt
- Das Recycling von Grauwasser im privaten Bereich wird umgesetzt
- Alle weiteren Maßnahmen, z.B. KKA, PKA oder ein dezentraler Umgang mit Niederschlagswasser sind zulässig

Im Ergebnis zeigen alle über den *Demonstrator* analysierten Szenarien nahezu die gleichen und im Verlauf sehr ähnliche Transformationspfade. Die zeitliche Umsetzung der angezeigten Maßnahmen variiert geringfügig. Folglich wird in allen drei Szenarien, zur Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung Neuhemsbachs, eine Stoffstromtrennung von Grau- und Schwarzwasser auf Hausebene eingeführt und separat zur Kläranlage abgeleitet. Das Schwarzwasser wird über Druckleitungen transportiert, während das Grauwasser recycelt wird. Der Umgang mit Niederschlagswasser erfolgt dezentral, z.B. durch Versickerung oder Recycling. Das bestehende Kanalnetz wird weitestgehend für die Entwässerung von (nicht recyceltem) Grau- und Niederschlagswasser beibehalten. Für zwei der drei Szenarien zur Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung, *Trendszenario* und *Entdichtung*, werden die gleichen Maßnahmen der Systemumstellung über den *Demonstrator* vorgeschlagen. Im Szenario der Dorfkernsanierung erfolgt die Systemumstellung in zwei am Rand der Ortsgemeinde gelegenen Siedlungseinheiten (4, 7) mit geringen Abweichungen. Die peripher gelegene Siedlungseinheit (7) wird hier nicht mit Druckleitungen zur Entwässerung von Schwarzwasser ausgestattet. Die Abwasserbehandlung erfolgt hier dezentral. Siedlungseinheit 4 entwässert das Schwarzwasser über Druckleitungen, die übrigen Stoffströme (Grau- und Niederschlagswasser) werden jedoch nicht durch eine KKA behandelt, sondern entwässern über die bestehenden Mischwasserkanäle im Freispiegelsystem (vgl. SinOptiKom 2016b: 29ff.). Im Bevölkerungs- und Siedlungsszenario der Dorfkernsanierung verlieren die am Rand der Gemeinde gelegenen Siedlungseinheiten im Vergleich zu den anderen Szenarien stärker an Bevölkerung (vgl. Tab A-1), wodurch hier andere Maßnahmen zur Systemumstellung vorgeschlagen werden.

Die Ähnlichkeit der Transformationspfade äußert sich folglich ebenso in der CSB- sowie N-Frachtentwicklung. Die Frachten entwickeln sich im betrachteten Szenario, ab dem Jahr 2025, sehr ähnlich. Die unterschiedlichen Frachtverläufe, die im Szenario vor dem Jahr 2025 bestehen, sind durch die zeitlich variierenden Maßnahmenumsetzungen zur Stoffstromtrennung einzelner Siedlungseinheiten zu erklären. Ebenso führt das synthetisierte Grau- und Niederschlagswasserrecycling zur Reduzierung der Stofffracht im Zulauf der Kläranlage. Der Zeitpunkt der Maßnahmenumsetzung entscheidet hier über das Volumen der Stoffströme und dadurch ebenso über die Entwicklung der CSB- und N-Fracht, wie in Abbildung IV-2-7 dargestellt. Da über den Schwarzwasserstrom deutlich mehr N-Fracht über das Drucksystem zur Faulung gebracht wird, steigt zudem das Verhältnis von C:N im Zulauf aus dem Freispiegelkanal deutlich an (vgl. SinOptiKom 2016b: 29ff.).

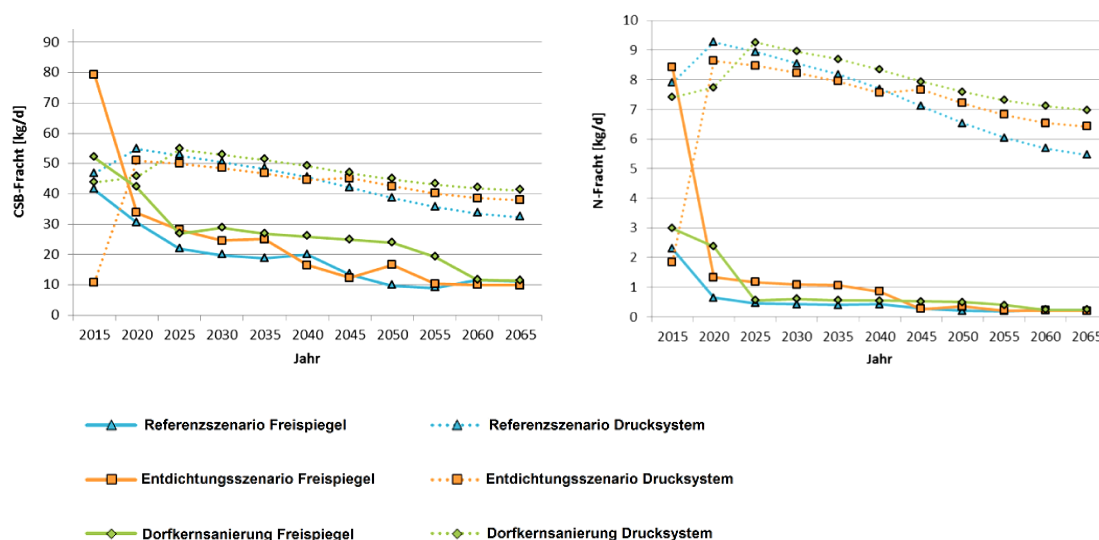


Abb. IV-2-7: CSB- und N-Frachtentwicklung in Abhängigkeit der Szenarien zur Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung (Quelle: SinOptiKom 2016b: 32)

IV-2.2.4 Szenariobasierte Kostenbetrachtung

Die Kosten zum Betrieb und Erhalt des Systems sind zum größten Teil mit Fixkosten begründet (vgl. Abschnitt II-3.6.5). Die betrachteten Szenarien, in Abhängigkeit der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung, weisen durch die sehr ähnlichen Transformationspfade auch ähnliche Entwicklungen der Sanierungs- und Investitionskosten für siedlungswasserwirtschaftliche Installationen auf: So befinden sich die Gesamtkosten (Kostenbarwerte) im Finalzustand der szenariobasierten Systemtransformation auf einem ähnlich hohen Niveau. Werden Maßnahmen zur Systemumstellung realisiert, z.B. der Stoffstromtrennung, z.B. unter Priorisierung der Kriterien Nährstoffrückrecycling und Wasserhaushalt, so steigen die Kosten erheblich. Die sich als Sprungkosten äußernden Investitionen betreffen in dieser Betrachtung sowohl den öffentlichen als auch den privaten Bereich, da neben Systemumstellungen im Kanal auch Stoffstromtrennungen sowie dezentrale Maßnahmen auf Hausebene, z.B. zum Recyceln von Niederschlags- und Grauwasser, durchgeführt werden. Öffentliche Investitionen werden bei allen verfolgten Transformationspfaden direkt zu Beginn der Systemumstellung, mit der Einführung einer Stoffstromtrennung, notwendig. Ferner fallen in den Szenarien Kosten für die Stilllegung alter Kanäle an. Die Kosten im öffentlichen Bereich steigen damit sprunghaft. Ein erneuter Anstieg der öffentlichen Kosten äußert sich im Zusammenhang mit der geplanten Sanierung der Kläranlage (Sanierungskosten), im Jahr 2040 der Szenarien. Im privaten Bereich äußert sich ein Anstieg der Betriebskosten, ebenfalls zu Beginn der Systemtransformation, mit der Installation einer Stoffstromtrennung und dem dezentralen Recyceln von Niederschlags- und Grauwasser (vgl. SinOptiKom 2016b: 33ff.).

IV-2.2.5 Mögliche Transformationspfade unter Priorisierung der Kosten, Akzeptanz und des Wasserhaushaltes für Neuhemsbach

Eine weitreichende Systemumstellung, z.B. unter Berücksichtigung einer Stoffstromtrennung auf Hausebene, der Ableitung von Schwarzwasser im Drucksystem sowie dezentraler Maßnahmen zum Recyceln von Niederschlags- und Grauwasser, ist mit Sprungkosten und einem relativ hohen Niveau der Kostenbarwerte und folglich privaten sowie öffentlichen Kosten verbunden (vgl. Abschnitt IV-2.2.4). Vor diesem Hintergrund wurde die Systemumstellung unter Priorisierung der Kriterien Kosten, Akzeptanz und Wasserhaushalt analysiert, um zur Abwägung mögliche Transformationspfade abzuleiten, die ein hohes Akzeptanzniveau seitens der öffentlichen und privaten Akteure erwarten lassen. Die Analyseergebnisse bei der Priorisierung der o.g. Kriterien verdeutlichen eine Beharrlichkeit des bestehenden zentralisierten Freispiegelsystems mit Mischwasserkanalisation. Ausschlaggebend hierfür ist das Kriterium der Kosten, im Zusammenhang mit der Akzeptanz der öffentlichen und privaten Akteure. Eine relativ kostenträchtige Stoffstromtrennung auf Hausebene entfällt hier. Obgleich das Mischsystem beibehalten wird, werden in den Siedlungseinheiten vereinzelt dezentrale Maßnahmen, z.B. zum Ableiten von Niederschlagswasser über Rinnen, vorgeschlagen. Verhältnismäßig geringe Kosten entstehen durch die Sanierung und den vereinzelt Neubau von Haltungen sowie im Zusammenhang mit der Bewirtschaftung von Niederschlagswasser. Auch in dieser Betrachtung wird das Abtrennen einzelner Siedlungseinheiten vom zentralisierten System angezeigt, in denen die Abwasserbehandlung dezentral über KKA oder PKA erfolgen kann. Das Abtrennen dieser Siedlungseinheiten Neuhemsbachs (1, 4, 7) erfolgt im Szenario vom Netzende ausgehend. Die Systemtransformation und die umgesetzten Maßnahmen, wie in Abbildung IV-2-8 veranschaulicht, gleichen sich unter den gegebenen Annahmen in zwei Szenarien, dem Referenzszenario und dem der Entdichtung im Dorfkern. Im dritten Szenario, der Dorfkernsanierung, weicht der Transformationspfad dahingehend ab, dass in den Siedlungseinheiten 4 und 6 keine dezentralen Maßnahmen zur Abwasserbehandlung umgesetzt werden (vgl. SinOptiKom 2016b: 36ff.).

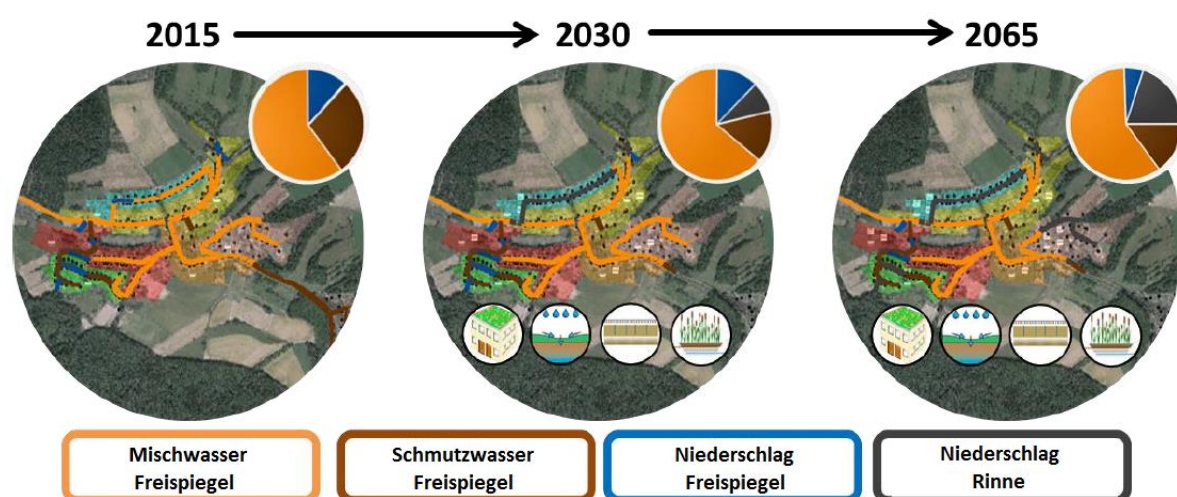


Abb. IV-2-8: Möglicher Transformationspfad bei der Priorisierung der Kosten, Akzeptanz und des Wasserhaushaltes (Quelle: SinOptiKom 2016b: 37)

Durch die große Ähnlichkeit bzw. Übereinstimmung der Transformationspfade weisen die Entwicklungen der CSB- und N-Frachten keine nennenswerten Unterschiede auf, die auf Systemkomponenten zurückzuführen sind. Hinsichtlich der Frachtentwicklung sind im Mischsystem insbesondere die EW entscheidend, die in den Szenarien abweichen. Das C:N-Verhältnis wird durch die Installation von KKA in dieser Systemkonzeption nicht beeinflusst (vgl. SinOptiKom 2016b: 36ff.).

IV-2.3 Auswirkungen auf die Gruppenkläranlage Enkenbach-Alsenborn

Die Umsetzung unterschiedlicher Maßnahmen, z.B. die Trennung von Stoffströmen und deren Recyceln oder das dezentrale Versickern von Niederschlagswasser entlang verschiedener möglicher Transformationspfade des Abwasserinfrastruktursystems, hat einen erheblichen Einfluss auf die Frachtentwicklung im Zulauf der Gruppenkläranlage Enkenbach-Alsenborn und somit auch auf deren Funktion. Entsprechend der szenariobasierten Analyseergebnisse aus dem Projekt *SinOptiKom* hat die Bevölkerungsentwicklung einen geringeren Einfluss auf die Funktionalität der GKA als die Kombination unterschiedlicher Maßnahmen der Siedlungsentwässerung. Jedoch wird auch deutlich, dass die zugrunde gelegte Bevölkerungsentwicklung die technisch-betriebliche Funktionalität der Kläranlage beeinflussen wird. Durch das Abtrennen einzelner Stoffströme wird die Unterauslastung der GKA weiterhin verstärkt und das Anpassen zentraler Elemente der GKA notwendig, um einen sinnvollen Betrieb weiterhin zu gewährleisten. In Abhängigkeit der Systemkonzeption, z.B. beim getrennten und zentralen Ableiten von Schwarzwasser zur GKA, können alternative Abwasserreinigungs- bzw. Behandlungsverfahren von Stoffströmen, z.B. die anaerobe Behandlung, Co-Fermentation oder das Nährstoffrecycling, notwendig bzw. sinnvoll werden. Zudem können bauliche Maßnahmen auf der Kläranlage, z.B. das Verringern der Beckenvolumina, in Abhängigkeit der Stofffracht bzw. der Transformationspfade für einen sinnvollen Betrieb unabdingbar werden (vgl. SinOptiKom 2016b: 76).

IV-2.4 Verbandsgemeinde Rockenhausen

Analog zur Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn wurden im BMBF-Verbundprojekt *SinOptiKom* (2016b, c) relevante Daten der Verbandsgemeinde Rockenhausen aufbereitet und ausgewertet. Diese umfassten im Wesentlichen die Basisdaten zur Ver- und Entsorgungsinfrastruktur sowie Daten zur Siedlungs- und Bevölkerungsstruktur. Den Schwerpunkt der Projektbearbeitung bildete hier die Detailbetrachtung und -analyse der Abwasserentsorgungsinfrastruktur in den Ortsgemeinden Gerbach und St. Alban. Für beide Ortsgemeinden wurden die Szenarien zur Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung im Projektverlauf über das Optimierungsmodell im *SinOptiKom-Demonstrator* ausgewertet und im Folgenden resümiert. Angaben zum Sanierungsbedarf der Abwasserinfrastrukturen liegen dieser Arbeit nicht vor.

Die beiden Ortsgemeinden Gerbach und St. Alban entwässern, gemeinsam mit einigen Annexen, ihr Schmutzwasser im Mischsystem in Richtung der Pflanzenkläranlage St. Alban. Mit einer Ausbaugröße von 1.150 EW ist sie eine der größten PKAn in Deutschland. Die PKA besteht aus einem Zulaufpumpwerk, einem Siebrechen mit Fett- und Sandfang, jeweils einem Absetzteich, Vorhaltebecken und Sedimentationsbecken, zwei Filterbeeten für den Trockenwetterzufluss, mit einer Größe von jeweils 1.375 m², zwei Filterbeeten für die Behandlung von Niederschlagswasser, mit einer Größe von jeweils 625 m², einer Installation zur Klärschlammvererdung sowie einem Auslaufmessschacht. Die Filterbeete sind mit Schilf bepflanzt. In längeren Trockenwetterphasen werden die Regenwetterbeete, um deren Austrocknen zu verhindern, horizontal durch einen Ablauf der Trockenwetterbeete beschickt. Der ausgefaulte Schlamm aus dem Absetzteich wird zur weiteren Behandlung in das Vererdungsbecken gepumpt. Das daraus abfließende Sickerwasser wird in den Vorhalteteich rückgeführt. Nicht zuletzt durch die vorgeschaltete Siebanlage ist das Aufbringen von Klärschlamm auf landwirtschaftlichen Flächen, unter Berücksichtigung der gesetzlichen Vorgaben, grundsätzlich möglich (vgl. dazu Abschnitt II-3.2.1). Anfallendes Schmutzwasser aus der Gemeinde Gerbach entwässert in nördlicher Richtung nach St. Alban, wo es auf die Abwasserströme St. Albans trifft und die Frachten dort die gemeinsame PKA belasten (vgl. MUEEF o.J.). Die beiden Ortsgemeinden, Gerbach und St. Alban, sind folglich hinsichtlich der Ableitung ihres anfallenden Schmutzwassers hintereinandergeschaltet (vgl. Abschnitt II-1.2.4.2 bzw. Abbildung II-1-12). Die szenariobasierte Betrachtung der Transformation der Abwasserinfrastrukturen, vor dem Hintergrund der Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung der Gemeinden, erfolgt dem Einzugsgebiet der PKA St. Alban entsprechend und aufgrund der geringen Größe beider Gemeinden gemeinsam.

IV-2.4.1 Mögliche Transformationspfade unter Priorisierung der Kosten, Flexibilität und Akzeptanz für Gerbach und St. Alban

Für alle drei der Szenarien zur Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung liegen über das Projekt *SinOptiKom* (2016b) Analyseergebnisse für mögliche Transformationspfade, unter der Priorisierung der Kosten, Flexibilität und Akzeptanz, vor.

Für die Ortsgemeinde St. Alban ergibt die Sensitivitätsanalyse, aus der Betrachtung aller drei Bevölkerungs- und Siedlungsszenarien, den gleichen finalen Zustand der Systemtransformation für das Jahr 2065: Hier wird die Erneuerung und Sanierung der bestehenden Haltungen sowie eine Ergänzung dezentraler Maßnahmen zur Bewirtschaftung von Niederschlagswasser vorgeschlagen. Abbildung IV-2-9 veranschaulicht die erfolgte Transformation, in der Schmutzwasser überwiegend im Trennsystem und nur teilweise im Mischsystem zur PKA abgeleitet wird. Dezentrale Maßnahmen zum Umgang mit Niederschlagswasser werden durch Flächenentsiegelung und Muldenversickerung umgesetzt (vgl. SinOptiKom 2016b: 40f.).

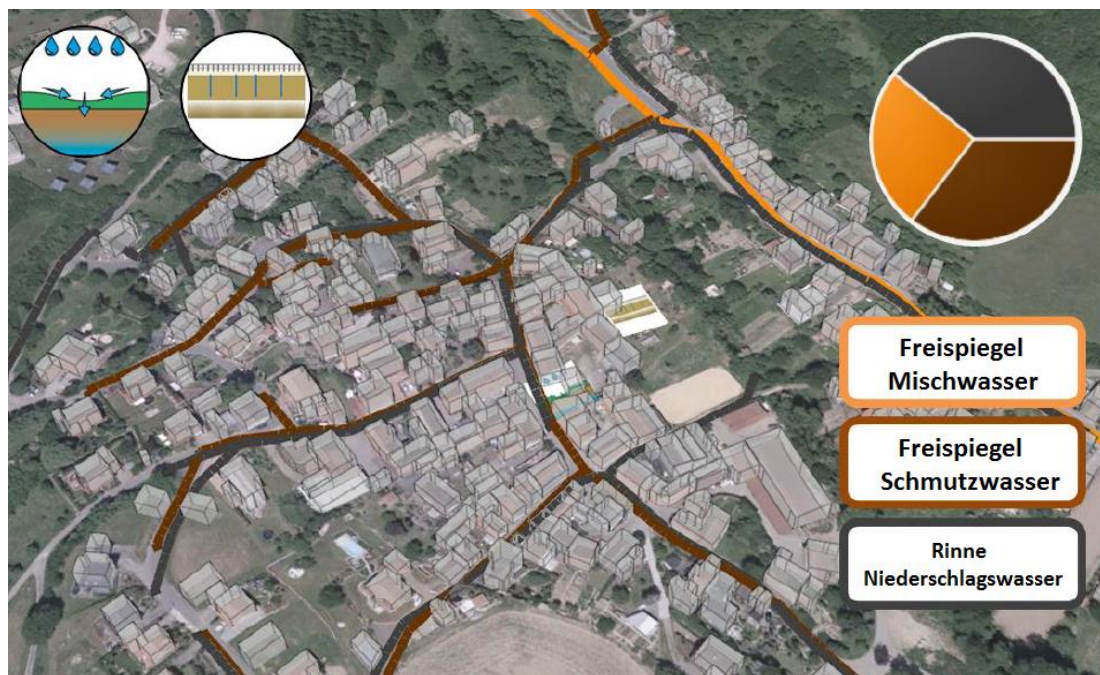


Abb. IV-2-9: Finaler Zustand der Systemtransformation in St. Alban unter Priorisierung der Kosten, Flexibilität und Akzeptanz (Quelle: SinOptiKom 2016b: 41)

Für Gerbach wird im Referenzszenario sowie im Szenario der Dorfkernsanierung der gleiche finale Zustand der Systemtransformation angezeigt. In einer Siedlungseinheit (1) wird im finalen Zustand des Szenarios, unter den getroffenen Annahmen und Priorisierungen, zum Jahr 2065 der Freispiegel- durch einen Druckkanal ersetzt. Der Großteil der Gemeinde entwässert weiterhin über die Mischwasserkanalisation im Freispiegelsystem. Einzelne Freispiegelhaltungen am Netzende werden mit Schmutzwasser belastet und die

entsprechenden Siedlungsteile entweder durch Freispiegelkanäle oder durch dezentrale Maßnahmen zum Umgang mit Niederschlagswasser, z.B. dessen Ableitung über Rinnen, ergänzt. Im Entdichtungsszenario wird kein Druckkanal in Siedlungseinheit 1 installiert (vgl. SinOptiKom 2016b: 40f.). Der Finalzustand des Abwasserinfrastruktursystems in Gerbach, unter der Priorisierung der Kriterien Kosten, Flexibilität und Akzeptanz, wird für das Jahr 2065 in Abbildung IV-2-10 veranschaulicht.

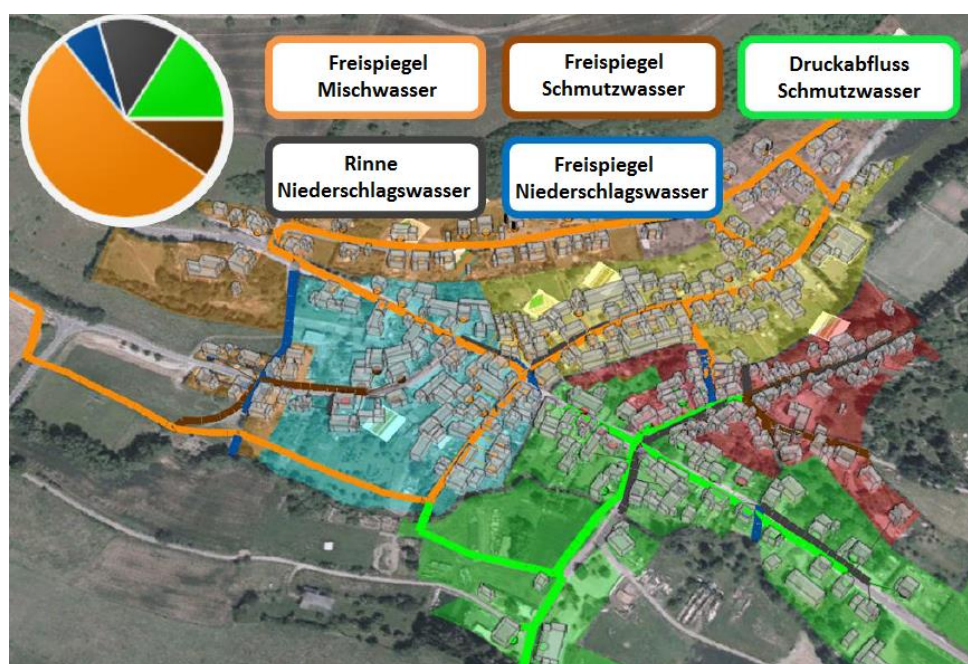


Abb. IV-2-10: Finaler Zustand des Abwasserinfrastruktursystems in Gerbach unter Priorisierung der Kosten, Flexibilität und Akzeptanz (Quelle: SinOptiKom 2016b: 41)

Da die gesamten Abwässer aus den Siedlungseinheiten, mit Ausnahme der dezentralen Maßnahmen zur Bewirtschaftung des Regenwassers, zur PKA abgeleitet werden, reduziert sich die CSB- und N-Frachtentwicklung in den Szenarien vor allem in Abhängigkeit zur Bevölkerungsentwicklung. Ebenso unterscheiden sich die Kostenbarwerte in den Szenarien nur geringfügig und sind durch relativ kostengünstige Maßnahmen insgesamt auf einem niedrigen Niveau (vgl. SinOptiKom 2016b: 43). Kosten ergeben sich im Schwerpunkt durch Investitionen entlang der Sanierungsmaßnahmen der Infrastrukturen im öffentlichen Raum, Betriebskosten sowie private Investitionskosten verlaufen bei diesem Transformationspfad ebenfalls auf niedrigem Niveau (vgl. SinOptiKom 2016b: 47).

IV-2.4.2 Mögliche Transformationspfade unter Priorisierung der Kosten, des Wasserrecyclings und Energieeffizienz für Gerbach und St. Alban

Finden bei der Entwicklung möglicher Transformationspfade der Systemstrukturen Gerbachs und St. Albans die Kriterien Kosten, Wasserrecycling und Energieeffizienz besondere Berücksichtigung bei der Systemumstellung, so wird in Gerbach eine Stoffstromtrennung als optimierte Strategie vorgeschlagen. Ein Teil des Grauwassers kann dabei recycelt und als Brauchwasser eingesetzt werden. Das übrige Grauwasser wird weiterhin im Freispiegelsystem zur PKA abgeleitet. Das in Gerbach anfallende Schmutzwasser gelangt über Druckleitungen zur PKA, wo es zur Energiegewinnung, z.B. auf der Kläranlage, verwendet werden kann. Auch in St. Alban wird in dieser Betrachtung eine Stoffstromtrennung mit Grauwasserrecycling avisiert. Die Optimierungsrechnung im *Demonstrator* lässt erkennen, dass die Maßnahmenumsetzung im Zusammenhang der EW steht und sich entsprechend in der zeitlichen Umsetzung der Maßnahmen, nicht aber in der Art der Maßnahmen unterscheidet. Für alle Szenarien der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung ergeben sich folglich sehr ähnliche Transformationspfade, die sich, wiederum in Abhängigkeit der zeitlichen Umsetzung der Maßnahmen, insbesondere der Stoffstromtrennung, in ihrer CSB- und N-Frachtentwicklung unterscheiden. Die Maßnahmenumsetzung erfolgt in diesem Szenario sukzessiv und ausgehend von der PKA (vgl. SinOptiKom 2016b: 47f.). Der finale Zustand der Systemtransformation, im Jahr 2065, wird in Abbildung IV-2-11 visualisiert.

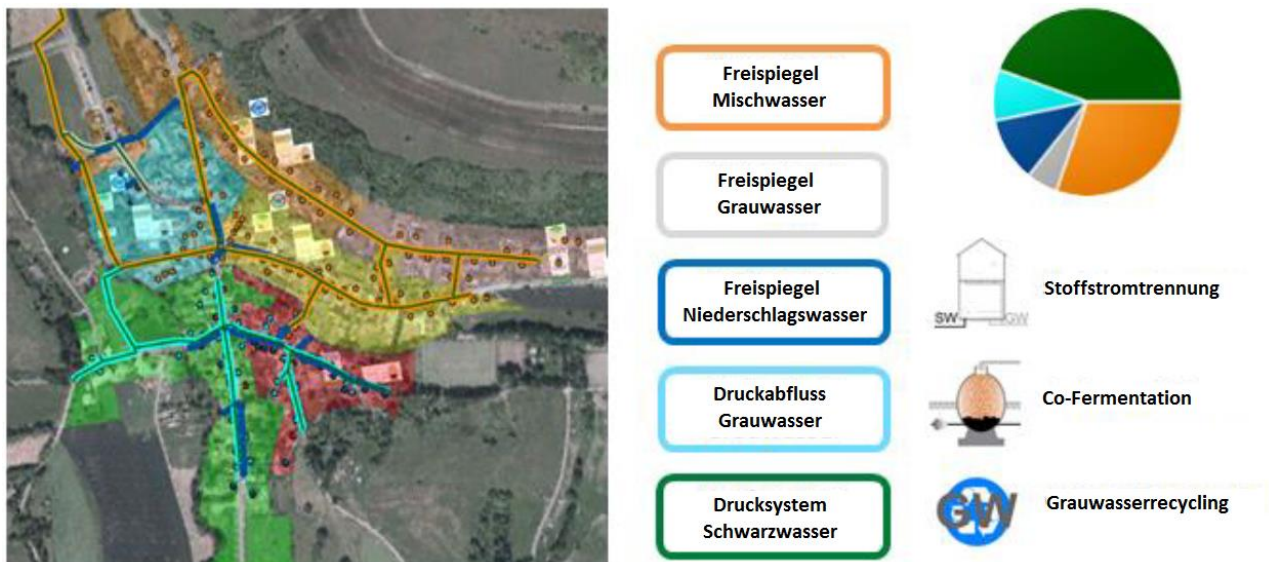


Abb. IV-2-11: Finaler Zustand des Abwasserinfrastruktursystems in Gerbach (2065) unter Priorisierung der Kosten, des Wasserrecyclings und Energieeffizienz (Quelle: SinOptiKom 2016b: 48)

Die Kostenbarwerte sind in den Transformationsszenarien verhältnismäßig hoch und sind maßgeblich von der Umsetzung der Maßnahmen abhängig. Die Stoffstromtrennung und das Grauwasserrecycling auf Hausebene sind mit relativ hohen privaten wie öffentlichen Investitionskosten verbunden, die sich als Sprungkosten in Abhängigkeit der zeitlichen Umsetzung der Maßnahmen äußern (vgl. SinOptiKom 2016b: 50).

IV-3 Zwischenfazit der Analyseergebnisse in den Abschnitten IV-1 und IV-2

Der Bevölkerungsrückgang erfordert die aktive und strategische Planung der Entwicklung aller Modellsiedlungen, sowohl hinsichtlich der Abwasserinfrastruktursysteme als auch im stadtplanerischen Sinne. Eine ökologisch, ökonomisch sowie technisch-betrieblich sinnvolle Transformation der Abwasserinfrastrukturen erfordert, vor dem Hintergrund der wechselseitigen Abhängigkeit, ebenso die integrierte Betrachtung der Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung. Die über das Projekt *SinOptiKom* (2016b, c) zugrundegelegten Analyseergebnisse der Modellgemeinden offenbaren verschiedene mögliche Transformationspfade der Abwasserinfrastruktursysteme, die primär in Abhängigkeit zu den präferierten Systemlösungen stehen und nur nachgeordnet durch die Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung vorgegeben werden. Dennoch lassen sich aus der *SinOptiKom*-Analyse (2016b, c) grundsätzlich mögliche Entwicklungspfade für die Modellsiedlungen ableiten, die sowohl die Transformation von Abwasserinfrastrukturen als auch Strategien der Siedlungsentwicklung berücksichtigen.

Aus dezentralen Maßnahmen zum Umgang mit Niederschlagswasser, ergeben sich ebenso Handlungsspielräume für die Freiraumplanung, die sich positiv auf das Ortsbild, den lokalen Wasserhaushalt sowie die Transparenz und Akzeptanz zu wasserwirtschaftlichen Themen auswirken können. Unter ökologischen Gesichtspunkten ist die Umsetzung von dezentralen Maßnahmen der Bewirtschaftung von Regenwasser anzustreben, z.B. zur Annäherung an die Wasserbilanz naturbelassener Freiräume (vgl. Hauber 2010: 59; SinOptiKom 2016b: 78).

Auf Basis der im BMBF-Verbundprojekt *SinOptiKom* (2016b, c) zugrunde gelegten Kostenansätze, besteht ein Beharrungsvermögen des zentralen Schmutzwassersystems. Sanierungs- und Neubaumaßnahmen des bestehenden zentralen Schmutzwassersystems werden in den Szenarien, unter ökonomischen Kriterien, bevorzugt durchgeführt. Die Trennung der Stoffströme auf Hausebene hingegen ist mit höheren Kosten assoziiert. Demgegenüber steht bei der Stoffstromtrennung die Ressourceneffizienz im Vordergrund.

Der zentrale Mehrwert, der Energie- und Nährstoffrückgewinnung sowie des Recyclens von Grau- und Niederschlagswasser, wird jedoch nicht in der auf Kostenbarwerten basierenden Bilanz berücksichtigt, sodass hier keine quantitative Abwägung getroffen werden kann. Vielmehr kann hier eine Diskussion zum Planungsparadigma anknüpfen. Die Gewichtung der Kriterien im *Demonstrator* hat signifikanten Einfluss auf die vorgeschlagenen Transformationspfade, sodass, über die Bildung von Schnittmengen der Transformationspfade unterschiedlicher Szenarien, konkrete Maßnahmen diskutiert und Handlungsstrategien abgeleitet werden können. Lediglich sekundär wirken sich die Szenarien der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung auf die Transformationspfade aus. Über die Analyse der Szenarien wird deutlich, dass sich die optimierten Transformationspfade, in Abhängigkeit der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung, sehr ähnlich sind (vgl. Abschnitt IV-2.2.3) und vor allem in der zeitlichen Umsetzung der Maßnahmen unterscheiden. Die Bevölkerungsentwicklung macht jedoch gerade vor dem Hintergrund der technisch-betrieblichen, ökonomischen und ökologischen Konflikte, die das derzeitige Abwasserinfrastruktursystem belasten, neben der Systemtransformation auch eine aktive Ortsplanung unumgänglich. Die im Demonstrator durchgeführten Analysen können seitens zentraler Akteure, z.B. der Stadt- oder siedlungswasserwirtschaftlicher Fachplanung, diskutiert werden, den Umgang mit Unsicherheiten erleichtern und Rückschlüsse über Detailbetrachtungen bieten. Detailbetrachtungen werden insbesondere über die Mikroebene ermöglicht, da sich die Transformationspfade in den Siedlungseinheiten in ihren Maßnahmen unterscheiden können (vgl. SinOptiKom 2016b: 78). Ferner wird in der Detailbetrachtung deutlich, dass sich gerade für peripher gelegene Siedlungseinheiten am Netzende, die verstärkt vom Bevölkerungsrückgang betroffen sind, dezentrale Lösungen zur Abwasserbehandlung anbieten. Um Kompromisslösungen zu eruieren, ist vor allem die multikriterielle Betrachtung aufschlussreich: Der Algorithmus des *SinOptiKom-Demonstrators* sieht hierbei vor, dass alle Kriterien mit maximaler Ausprägung erfüllt werden sollen. Unter dem Nachhaltigkeitsparadigma sollten die Kosten, als Kostenbarwerte, nicht prioritär behandelt werden (vgl. Abschnitt II-3.6.6) und auch ökologische Folgekosten, das Erschließen neuer Wirtschaftszweige, z.B. über die Nährstoffrückgewinnung, sowie soziale Belange, z.B. eine neue Freiraumqualität Berücksichtigung finden.

IV-4 Diskussion der Ergebnisse unter Berücksichtigung der theoretischen Grundlagen

Die folgende Darstellung führt zunächst die Analyseergebnisse zur strukturellen Ausgangssituation der Modellgemeinden aus Abschnitt II mit den Ergebnissen der demographischen Analyse aus Abschnitt IV-1. zusammen. Ferner werden die Analyseergebnisse vor dem Hintergrund einer integrierten Siedlungsentwicklung diskutiert, die sich im Spannungsfeld zwischen demographischer und siedlungsstruktureller Schrumpfung sowie des Abwasserentsorgungssystems bewegt.

IV-4.1 Diskussion der Analyseergebnisse vor dem Hintergrund der Faktoren Lage, Siedlungsstruktur und Ausstattungsniveau

Der Kostenfaktor für die leitungsgebundenen Infrastrukturen der Abwasserentsorgung ist in den betrachteten Modellgemeinden, durch deren geringe Bevölkerungsdichte, hohe Fixkosten und die disperse Siedlungsstruktur, besonders hoch (vgl. Abschnitt II-3.6.5). Aus der Gegenüberstellung der Bevölkerungsdichten geht hervor, dass sich diese entsprechend der Lage der Gemeinden, im überörtlichen Sinne, sowie in Abhängigkeit deren Ausstattungsniveaus deutlich unterscheiden.

IV-4.1.1 Modellgemeinden der VG Enkenbach-Alsenborn

Während das Grundzentrum Enkenbach-Alsenborn noch eine im Vergleich hohe Bevölkerungsdichte für eine Landgemeinde aufweist (234 E/km²) fallen die anderen drei betrachteten Ortsgemeinden der VG Enkenbach-Alsenborn, trotz der Typisierung als ländliche Siedlungen mit hoher Zentrenreichbarkeit und -auswahl, deutlich ab. So verfügt die Gemeinde Mehlingen, mit Baalborn noch über eine Bevölkerungsdichte von rund 177 E/km², während Sembach (etwa 122 E/km²) und Neuhemsbach (etwa 125 E/km²) im Vergleich die geringsten Bevölkerungsdichten aufweisen. Der Unterschied der Bevölkerungsdichte, in Abhängigkeit zur Lage im Raum, wird besonders im Vergleich zu den Modellgemeinden Rockenhausens, als ländliche Siedlungen mit geringerer Zentrenreichbarkeit und Auswahl, deutlich.

Hinsichtlich ihres Ausstattungsniveaus mit sozialen Infrastrukturen unterscheiden sich die betrachteten Gemeinden erheblich (vgl. Abschnitt II-1.2.4). Das Grundzentrum Enkenbach-Alsenborn, im Einzugsgebiet des Oberzentrums Kaiserslautern, sticht durch ein im Vergleich zwischen den Gemeinden verhältnismäßig hohes Ausstattungsniveau hervor. Neben verschiedenen Gewerbeeinrichtungen des primären und tertiären Sektors

verfügt die Gemeinde über ein diverses Angebot an Bildungseinrichtungen, niedergelassene Fachärzte sowie über unterschiedliche Einrichtungen des täglichen Bedarfs, z.B. der Nahversorgung. Das Ausstattungsniveau korreliert dabei mit der Anzahl der Bedarfsträger dieser Infrastrukturen im räumlichen Umgriff, zu dem auch die übrigen betrachteten Modellgemeinden der VG Enkenbach-Alsenborn gehören. Die Gemeinde Mehlingen, mit Baalborn, fällt hinsichtlich ihres Ausstattungsniveaus hinter der Gemeinde Enkenbach-Alsenborn ab. Jedoch sind auch hier Einrichtungen zur Deckung des täglichen Bedarfs vorhanden. Neben dem Einzelhandel verfügt die Gemeinde über eine Grundschule und verschiedene Betriebe des sekundären sowie tertiären Sektors. Die Gemeinde Sembach hebt sich strukturell, trotz ihrer verhältnismäßig geringen Einwohnerzahl, durch ihre große Gewerbefläche des Konversionsareals, positiv ab. Im Basisjahr der Betrachtung verfügt die Gemeinde jedoch nur über ein sehr geringes Ausstattungsniveau mit Einrichtungen der Daseinsvorsorge. Aufgrund der guten verkehrstechnischen Anbindung und der verfügbaren Gewerbefläche kann sich das Ausstattungsniveau jedoch signifikant ändern. Der Wohnstandort Sembach bleibt ferner erhalten und lässt eine weitere Attraktivitätssteigerung durch die erfolgte Erschließung der Konversionsfläche erwarten. Neuhemsbach, die nach der Bevölkerungszahl und Fläche kleinste Modellgemeinde Enkenbach-Alsenborns, stellt sich vor allem als Wohnstandort dar. Hinsichtlich der Bedarfsdeckung nach Leistungen der Daseinsvorsorge ist die Bevölkerung auf den räumlichen Umgriff angewiesen.

Hinsichtlich der demographischen Perspektive lassen sich auf der Ebene der Ortsgemeinden in der VG Enkenbach-Alsenborn keine signifikanten Unterschiede zwischen den Modellsiedlungen erkennen. Mit dem Zeithorizont bis zum Szenariojahr 2063 ist auf Basis der Berechnungen im Trendszenario ein Bevölkerungsrückgang um etwas mehr als 40 % zu erwarten. Das Niveau des alterungs- und wanderungsbedingten Bevölkerungsrückgangs ist in allen betrachteten Ortsgemeinden sehr ähnlich, was auf die überörtliche und funktionale Verflechtung der Ortsgemeinden, d.h. ihre Lage im Raum im Einzugsgebiet von Kaiserslautern, zurückgeführt werden kann. Innerhalb der Ortsgemeinden lassen sich jedoch Unterschiede herausstellen, wie am Beispiel von Neuhemsbach aufgezeigt wurde (vgl. Abbildung IV-4). Die teilörtlich unterschiedliche demographische Perspektive ergibt sich aus der in den Siedlungseinheiten variierenden Altersstruktur der *de facto*-Bevölkerung. Diese wiederum steht in Abhängigkeit zu den lokalen Gegebenheiten, um die Struktur der Wohnbebauung, der Gebäudealter sowie den -zuständen, der Lage der Siedlungseinheit in der Ortsgemeinde sowie den Wohnansprüchen der Bevölkerung.

In der demographischen Detailanalyse Neuhemsbachs hat sich insbesondere das neuere Baugebiet (Siedlungseinheit 1) als demographisch besonders stabil herausgestellt. Am Rande des Siedlungskörpers gelegene Siedlungseinheiten, insbesondere die Siedlungseinheiten 4 und 7, haben gemäß der Berechnungen die größten Bevölkerungsverluste zu erwarten.

IV-4.1.2 Modellgemeinden der VG Rockenhausen

Die beiden Modellgemeinden in der VG Rockenhausen, Gerbach und St Alban, verfügen ihrer Lage entsprechend über erheblich geringere Bevölkerungsdichten und Ausstattungsniveaus. Sowohl St. Alban (rund 52 E/km²) als auch Gerbach (rund 73 E/km²) verfügen über wesentlich geringere Bevölkerungsdichten sowie Einwohnerzahlen (vgl. Abschnitt II-1.2.4.2) als die Modellgemeinden der VG Enkenbach-Alsenborn, was sich grundsätzlich auf erhöhte Pro-Kopf-Kosten für die Leitungsinfrastrukturen auswirkt (vgl. Abschnitt II-3.6.3). Beide Siedlungen zeichnen sich durch ihre periphere Lage im ländlichen Rheinland-Pfalz aus und verfügen über ein naturgemäß geringes Ausstattungsniveau. Jedoch offenbart sich die Grundschule in Gerbach als positiver Strukturfaktor für die demographische Perspektive beider Ortsgemeinden. Dieser Strukturfaktor sorgt für eine, in Bezug auf die überörtliche Lage der Gemeinden, verhältnismäßig junge demographische Struktur der *de facto*-Bevölkerung. Auf Basis der Berechnungen im Trendszenario, liegt das Niveau des Bevölkerungsrückgangs bis zum Jahr 2062 auf dem in den Vergleichsgemeinden Enkenbach-Alsenborns bei rund 40 %. Im Vergleich zwischen den verschiedenen Modellgemeinden wird jedoch deutlich, dass die Pro-Kopf-Kosten für die leitungsgebundenen Infrastrukturen, aufgrund der geringen Bevölkerungsdichten, in Gerbach und St. Alban stärker steigen werden und folglich in dieser Lage die Fragen des ökonomisch sinnvollen Betriebes und der technisch-betrieblichen Funktionalität des Abwasserinfrastruktursystems besonders augenscheinlich werden. Hierbei ist jedoch im Einzelfall zu unterscheiden, da sich die ingenieurtechnische Konzeption des Systems erheblich unterscheiden kann. Mit der PKA in St. Alban und dem Entwässern im Freispiegel-Trennsystem ist eine verhältnismäßig kostengünstige und ebenso flexible Möglichkeit der Abwasserentsorgung gewählt worden. Im Zusammenhang mit der baulichen Struktur, im stadtplanerischen Sinne, ergibt sich dennoch die Problemsituation, dass sich beide Ortsgemeinden perspektivisch in einem Ausmaß entdichten werden, dass städtebauliche Maßnahmen notwendig werden, die mit der siedlungswasserwirtschaftlichen Planung harmonisiert werden sollten.

IV-4.2 Integrierte Siedlungsentwicklung im Spannungsfeld von demographischer und siedlungsstruktureller Schrumpfung sowie Abwasserinfrastrukturen

Nach STEINEBACH ET AL. (1993) ist die „ökologische Stadt- und Dorfplanung“ nach dem Bausteinprinzip ökologischer Gesamtkonzepte auf den verschiedenen Maßstabsebenen durchzuführen. Als räumliche Ebenen sind ökologische und intelligente Gesamtkonzepte sowohl auf Parzellen-, Block-, Quartiers- oder Gesamtstadtebene sowie auf abgrenzbare Einzugs- und Verflechtungsbereiche, wie z.B. im Wasser- und Energiesektor grundsätzlich anwendbar. Demnach kommt der ökologischen Stadt- und Dorfplanung eine Querschnittsaufgabe zur Organisation und funktionellen Entwicklung hin zu attraktiven Wohn- und Arbeitsverhältnissen, nach dem Bausteinprinzip zu (vgl. ebd. 1993: 14ff.). Das Bausteinprinzip sieht dabei die systematische Aufgabengliederung stadtökologischer Sachverhalte in planerisch erfassbare Handlungsbereiche vor. Die Bausteine bilden in ihrer Gesamtheit alle Einflussebenen städtebaulicher (Entlastungs-)Maßnahmen ab und bewegen sich in einem wechselseitigen Einflussverhältnis. Alle Bausteine tragen dabei den Grundgedanken der Stabilisierung, des Sparens, des Verminderns oder Vermeidens bzw. der sinnvollen (Wieder-)Nutzung in sich (vgl. ebd. 1993: 20ff.). Bei der komplementären Vernetzung der „Ökobausteine“ wird der Gesamtnutzen vergrößert, wodurch die Zielsystematik nicht nur innerhalb der Bausteine, sondern auch im Sinne von Synergieeffekten wirken kann (vgl. ebd. 1993: 23f.). Die Ökobausteine und deren Zielorientierung werden in Abbildung IV-4-1 veranschaulicht.

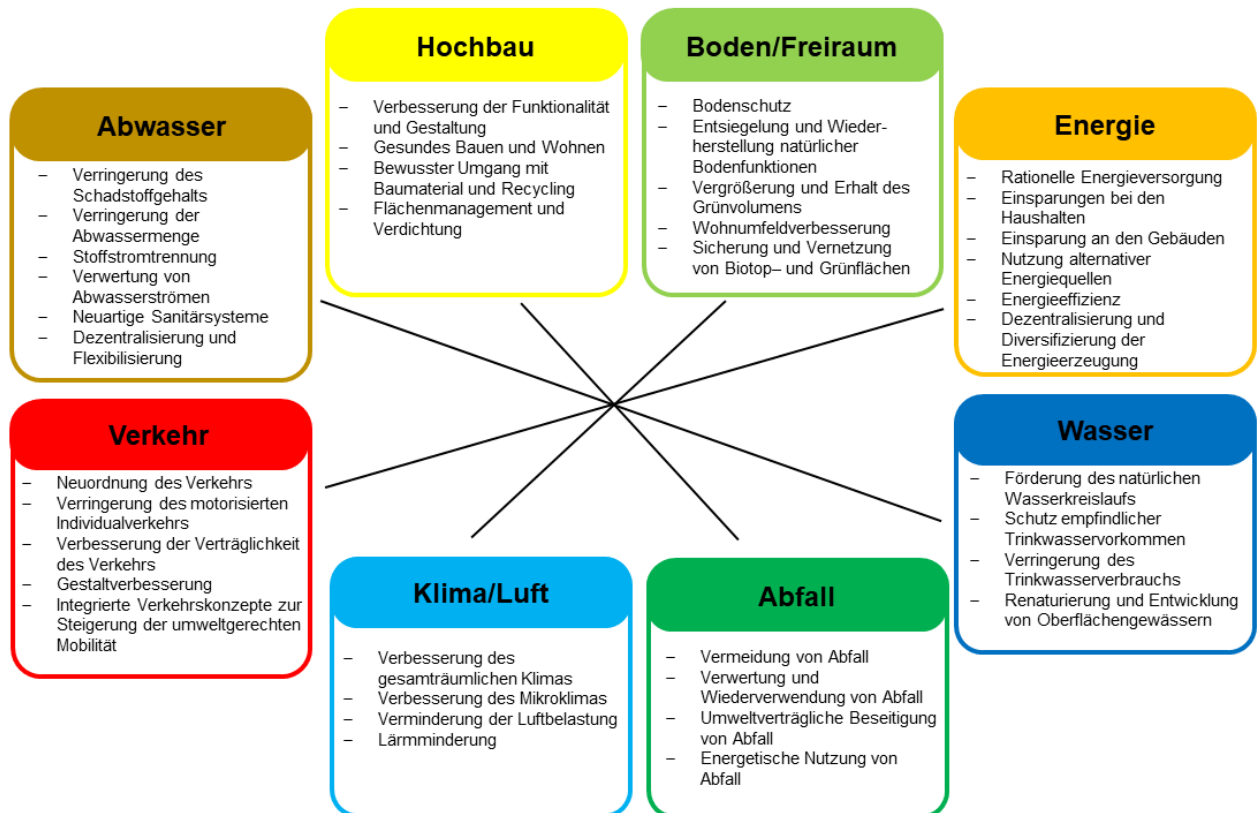


Abb. IV-4-1: Die Ökobausteine des ökologischen Gesamtkonzepts und ihre Zielbausteine
(Quelle: Eigene Darstellung und Ergänzung nach Steinebach et al. 1993: 24)

In der planerischen Anwendung finden die einzelnen Ökobausteine in ihrer wechselseitigen Wirkungsbeziehung in einem Gesamtkonzept Berücksichtigung. Bei der Konzeption ist es jedoch essenziell, die fachgesetzlichen Anforderungen und Vorgaben zu verknüpfen. Gegenstand einer jeden (Gesamt-)Planung sollte daher „ein *intelligenter Verarbeitungsprozess*“ [...] auf dem Niveau des in der Bauleitplanung üblichen *Abwägungsprozesses*“ sein, in dessen Vordergrund städtebauliche Strukturen und Rahmenbedingungen stehen (Steinebach et al. 1993: 26). Im Verarbeitungsprozess sind neben der Berücksichtigung möglicher Synergieeffekte und der stadtökologischen Zielsetzungen, Forderungen und Maßnahmen auch potenzielle Konflikte zu eruieren und gegeneinander abzuwägen. Daher ist die Erstellung eines Gesamtkonzeptes, aus ihren Teilkonzepten auch immer mit der Auswahl von Varianten und Prioritätszuweisungen verbunden. Das Ergebnis, im Hinblick auf die ökologische Gesamtkonzeption, bietet als Prozessbeschreibung eine Handlungsstrategie, deren Maßnahmen entsprechend einer definierten zeitlichen Abfolge umgesetzt werden können (vgl. ebd. 1993: 26).

Unter dem Paradigma einer nachhaltigen Planung, welches z.B. aus der Agenda 2030 der Vereinten Nationen hervorgeht (vgl. BMZ 2017), werden Gesamtstrategien jedoch nicht nur auf die Ökobausteine als singuläre ökologische Säule gestützt, sondern

vielmehr in einen Gesamtzusammenhang gestellt. Gemäß der Agenda 2030 sind deren 17 Ziele einer nachhaltigen Entwicklung untrennbar miteinander verwoben und beziehen alle sozialen, ökonomischen und ökologischen Belange, unter Berücksichtigung ihrer weltweiten Auswirkungen, mit ein. Das Nachhaltigkeitsparadigma der Agenda 2030, das stark abstrahiert global formuliert wird, ist für die Nationalstaaten verbindlich und sollte entsprechend des Subsidiaritätsprinzips „von unten“ auf kommunaler Ebene umgesetzt werden (vgl. Abschnitt II-1.2.3). Das Bausteinprinzip nach STEINEBACH ET AL. (1993) kann in diesem Zusammenhang zum Tragen kommen und ist im Grundsatz nach wie vor aktuell. Jedoch muss im Zusammenhang der zugrundeliegenden Arbeit in dem Sinne abstrahiert werden, dass gemäß der hier behandelten Problemstellung nicht alle der 17 Agendaziele Berücksichtigung finden können. Im Problemzusammenhang dieser Arbeit muss eine gesamtstrategische Konzeption auf die Systemzusammenhänge der Betrachtung reduziert werden. Das Bausteinprinzip kommt insbesondere über die in Abschnitt II-3.2 beschriebenen abwassertechnischen Komponenten zum Tragen, die zu jedem der „Ökobausteine“ nach STEINEBACH ET AL. (1993) einen Zusammenhang bilden. Unter dem Nachhaltigkeitsparadigma sind, im Zusammenhang der „Ökobausteine“, insbesondere NASS sowie ein dezentraler Umgang mit Regenwasser hervorzuheben. So können gestalterische Maßnahmen im Hochbausektor, die sich als Folge der demographischen Entwicklungen in den Ortsgemeinden im Rückbau von Gebäuden sowie Flächenentsiegelungen äußern können, zu einer verbesserten Funktionalität und Gestaltung der Siedlungen beitragen. Ferner stehen sie in wechselseitiger Abhängigkeit zu dezentralen Maßnahmen der Bewirtschaftung von Niederschlagswasser und können ebenso positive Veränderungen im Mikroklima, im Grundwasserhaushalt sowie der natürlichen Bodenfunktionen herbeiführen. Synergieeffekte zum Energie- und Abfallsektor ergeben sich insbesondere durch die Co-Fermentation von Schwarzwasser in einer Biogasanlage mit dezentraler Nutzung der erzeugten Energie (Strom und Abwärme). Grundsätzlich sind durch die Stromerzeugung auch Synergien zur Elektromobilität, d.h. zu integrierten Konzepten im Verkehrssektor möglich. Das Schließen von Stoffkreisläufen, im Schwerpunkt im Zusammenhang mit Grauwasser, trägt zur Verringerung des anfallenden Abwassers in der KA bei und reduziert somit ebenso den Aufwand der Abwasserreinigung, was sich monetär sowie unter dem Aspekt der Energieeffizienz niederschlagen kann, wobei ggfs. notwendig werdende bauliche Anpassungsmaßnahmen auf der Kläranlage berücksichtigt werden müssen.

Den in Abschnitt IV-2 dargelegten Analyseergebnissen entsprechend, findet das Bausteinprinzip nach STEINEBACH ET AL. (1993) in der Systemtransformation von ländlichen Abwasserinfrastrukturen und der Verknüpfung zur Siedlungsentwicklung Anwendung. Der Gesamtnutzen einer Systemtransformation von Abwasserinfrastrukturen im Zusammenhang mit der Siedlungsentwicklung wird dann vergrößert, wenn sich die in Abbildung IV-4-1 dargestellten „Ökobausteine“, wie in verschiedenen Systemkonzeptionen (vgl. Abschnitt IV-2) beispielhaft veranschaulicht, komplementär zusammenfügen.

Der Grundgedanke des Stabilisierens äußert sich insbesondere über die Gewährleistung der kommunalen Daseinsvorsorge im Entsorgungssektor. Die demographische Perspektive in den Modellräumen, um einen erheblichen Bevölkerungsrückgang und die Entdichtung der Siedlungen, hat neben den ökologischen Konsequenzen, z.B. häufigere Kanalspülungen, auch erhebliche technisch-betriebliche Konsequenzen (vgl. Abschnitt II-3.6.3). Mit einer Transformation des Abwasserinfrastruktursystems können ferner Ökosystemleistungen stabilisiert werden, z.B. in Form der lokalen Grundwasserneubildung durch die dezentrale Versickerung von Regenwasser, der dezentralen Nutzung von Grauwasser oder auch der Nutzung von Schwarz- oder Braunwasser als Quelle erneuerbarer Energie oder zur Herstellung von NPK-Dünger. Gerade die Weiterverwendung unterschiedlicher Stoffströme kann einen wesentlichen Beitrag zum Sparen von Wasser, zum Vermindern oder Vermeiden von Emissionen, z.B. durch die Nutzung von aus Abwasser gewonnenem Biogas als alternative Energiequelle oder reduzierte Schadstoffeinträge durch verminderte Abwasservolumina sowie den Einsatz von Filtrationsverfahren, leisten.

Der Stadt- und Dorfplanung kommt daher unter dem Nachhaltigkeitsparadigma, wie durch die Agenda 2030 vorgegeben, die Querschnittsaufgabe zur Organisation und funktionellen Entwicklung zu, ländliche Siedlungen auch bzw. gerade im Schrumpfungszusammenhang hin zu attraktiven Wohnstätten zu entwickeln. Integrierte Konzepte der Siedlungswasserwirtschaft können, wie es z.B. im Quartier der Jenfelder Au bereits realisiert wurde (vgl. Praxisbeispiel in Abschnitt II-3.2.5), zu einer Attraktivitätssteigerung von Siedlungen bzw. Siedlungsteilen beitragen. Eine Attraktivitätssteigerung durch bauliche Maßnahmen, im Bereich von Infrastrukturen, Freiflächen sowie im Wohnsektor, kann ebenso einen Beitrag leisten, demographische Trends abzuschwächen und damit auch eine zumindest tendenzielle Stabilisierung sozialer Herausforderungen herbeiführen. Die Maßnahmenkonzeption sollte sich, neben der rechtlichen Rahmensetzung, insbesondere an strategischen Zielen der

Siedlungsentwicklung, im Sinne einer strategischen kommunalen Schrumpfung orientieren, die im Sinne der kommunalen Planungshoheit durch die Gemeinden konzipiert werden sollte.

Das Grundprinzip eines intelligenten Verarbeitungs- und Abwägungsprozesses, im Zuge einer Gesamtplanung, wird durch die szenariotechnische Analyse erleichtert. Gerade im Zusammenhang des Erfassens und der Diskussion möglicher Konflikte bietet die szenariotechnische Analyse, z.B. durch den in dieser Arbeit zugrunde gelegten Ansatz, einen Mehrwert. Im Ergebnis steht nicht eine einzelne Ideallösung, sondern, wie in Abschnitt IV-2 dargestellt, ein Spektrum möglicher Pfade der Systemumstellung im siedlungswasserwirtschaftlichen Zusammenhang und analog hinsichtlich der Siedlungsentwicklung. Dennoch lassen sich grundsätzliche Tendenzen ableiten, die als intelligenter Verarbeitungsprozess in die Diskussion der zur Disposition stehenden Systemlösungen, im Zusammenhang mit einer siedlungsstrukturellen Schrumpfung, einfließen können und an dessen Ende ein in der Bauleitplanung üblicher Abwägungsprozess steht. Im Rahmen der Abwägung ist ebenso die zeitliche Abfolge konkreter Maßnahmenumsetzungen zu diskutieren.

Im Zusammenhang mit der Entdichtung im Zuge der Bevölkerungsabnahme der ländlichen Siedlungen, so zeigen es die Szenarien auf, wird auch eine Anpassung des siedlungswasserwirtschaftlichen Systems notwendig, wenn der kritische Schwellenwert der Bevölkerungsabnahme überschritten wird bzw. die Funktionalität des Leitungssystems aufgrund baulich-physischer Mängel nicht mehr gewährleistet werden kann. Hier sollte ein strategischer Ansatz anknüpfen, wie eine baulich-strukturelle Schrumpfung, d.h. der Rückbau der Wohngebäude sinnvoll konzipiert werden kann.

Auf der Grundlage der Studie von KOZIOL, WALTHER (2006) (vgl. Abschnitt II-3.6.5) sind prinzipiell mehrere Möglichkeiten der siedlungsstrukturellen Schrumpfung möglich, die auch für ländliche Siedlungstypen, gerade vor dem Hintergrund der höheren Pro-Kopf-Kosten, denkbar sind. KOZIOL, WALTHER (2006) kommen durch ihre Analyse zu dem Ergebnis, dass ein flächiger Rückbau, trotz erheblicher rückbaubedingter Kosten, den größten ökonomischen Vorteil mit sich bringt. Im Zusammenhang mit der Schrumpfung ländlicher Siedlungstypen ist dieser Grundsatz besonders anzustreben, da er aufgrund der dispersen Siedlungsstrukturen, mit entsprechend hohen Pro-Kopf-Kosten, einen überproportional positiven Kosteneffekt verspricht. Der Dichtegrundsatz ist hierbei ausschlaggebend, um die Pro-Kopf-Kosten zu senken. Im weiteren Zusammenhang ergibt sich der Vorteil, dass die siedlungsflächenspezifische Inanspruchnahme ein erhebliches Potential zur Reduzierung bietet. Mit dem Rückbau

der Siedlungsstruktur verbundene Renaturierungsmaßnahmen, gerade vom Netzende bzw. Siedlungsrand ausgehend, bringen hierbei ökologische Vorteile. Ferner können Teilflächen potenziell neuen Nutzungen zugeführt werden, z.B. zur dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser. Der Rückbau der Wohnbebauung sollte sich jedoch zwingend, gerade unter dem Grundsatz der Wirtschaftlichkeit, an den Gelegenheitsfenstern orientieren, die die Sanierungsintervalle der Leitungsinfrastrukturen bieten. Ob die Leitungsinfrastrukturen liegen gelassen oder ebenso rückgebaut und deren Baumaterial einer erneuten stofflichen Nutzung zurückgeführt werden können, ist zu eruieren. Vor dem Hintergrund, dass die ländlichen Siedlungen in jedem Fall erhebliche Bevölkerungsverluste zu erwarten haben, das Ausmaß, der Zeitpunkt und die innerörtlichen Unterschiede jedoch trotz szenariotechnischer Analyse mit erheblichen Ungewissheiten einhergehen, sollten Gelegenheitsfenster ebenso eine Flexibilisierung der Systemstrukturen anstreben, die die Auswirkungen auf das Gesamtsystem mitsamt der Kläranlage miteinschließen. In Abhängigkeit der lokalen Bedingungen, z.B. hinsichtlich der angeschlossenen Einwohner, deren zu erwartender Entwicklung, der Struktur und dem Alter der Wohnbebauung, der Lage in der Siedlung und dem Alter der Haltungen sind dezentrale Lösungen denkbar und deren Wirkung zur Flexibilisierung des Systems zu diskutieren. Dezentrale Lösungen sollten grundsätzlich das Versickern von Regenwasser beinhalten, sofern es sich nicht negativ auf die Funktionalität der Kläranlage auswirkt und z.B. ökonomische oder ökologische Folgekosten hervorruft. Unter dem Nachhaltigkeitsparadigma ist grundsätzlich, jedoch unter Abwägung aller Faktoren, eine Stoffstromtrennung anzustreben, die eine Wiedernutzung anfallender Ressourcen anstrebt. Die Flexibilisierung des Abwassersystems ist unter dem Bausteinprinzip zu konzipieren. Einzelne Stoffströme, z.B. Schwarz-, Braun- und Gelbwasser können ebenso im zentralisierten System zum weiteren Verfahren der Kläranlage zugeführt werden. Kleinere, dezentrale Maßnahmen, z.B. die Installation von KKA oder kleinen PKA bieten durch ihre geringen Abschreibungszeiträume den Vorteil, dass sie ein „Herausschleichen“ aus dem System, als Vorstufe zum Rückbau ermöglichen. Bei einem sukzessiven Rückbau einzelner Siedlungsteile ist der Rückbau einzelner Wohngebäude möglich, während die übrigen Wohngebäude, entsprechend der zeitlichen Gelegenheitsfenster, von übrigen zentralisierten System abgetrennt werden und an dezentrale Systeme zur Abwasserbeseitigung angeschlossen werden. Der Grundsatz, dass der Rückbau vom Netzende her erfolgen sollte, bleibt dabei unberührt. Entscheidend für den Zeitpunkt der Maßnahmenumsetzung ist neben dem Baualter der Kanäle und städtebaulicher Faktoren ebenso die demographische Entwicklung, deren Analyse über die

kleinräumigen Szenarien erfolgen kann. Durch Anwendung dieser Technik lassen sich zumindest näherungsweise, Zeitpunkt und Ausmaß des demographischen Bruchs abschätzen. Die Überlagerung beider Faktoren kann so einen Mehrwert zur Diskussion möglicher Schrumpfstراتيجien bieten.

V - Schlussfolgerungen und Forschungsbedarf

Der demographische Wandel ist nicht umkehrbar und wird in den kommenden Jahren auf der Bundesebene zu sukzessiv sinkenden Bevölkerungszahlen führen. In seiner regionalen Ausprägung stellen sich die Bevölkerungsverteilung und der Bevölkerungsverlust, überlagert mit den zwischen den Alterskohorten unterschiedlichen Wanderungsbewegungen, jedoch sehr unterschiedlich dar. Während einige Ballungsräume, z.B. Hamburg oder Stuttgart, insbesondere durch ihr Ausstattungsniveau mit vor allem wanderungsbedingt demographischer Stabilität assoziiert sind, werden gerade Städte und Dörfer ländlicher Räume in Deutschland in den kommenden Jahren von einer starken Überalterung und einem erheblichen Bevölkerungsrückgang, ab ca. dem Jahr 2040, betroffen sein. Die geburtenstarken Jahrgänge der 1960er Jahre werden dann das Alter der Hochbetagten erreicht haben und verhältnismäßig bruchhaft ableben. Zudem gibt es keine Anhaltspunkte, dass ein Großteil der Bevölkerung zwischen rund 20 und 30 Jahren nicht auch weiterhin aus ländlichen Gebieten abwandern wird. Dieser demographische Trend hat neben den schon heute merklichen Auswirkungen auf die regionale Wirtschaftskraft vieler ländlicher Räume insbesondere Auswirkungen auf die Nachfrage von Infrastrukturen. Gerade bei leitungsgebundenen Infrastrukturen äußert sich hier das Problem der Unterauslastung, mit weitreichenden Konsequenzen: So sind z.B. Abwasserinfrastrukturen nicht nur an lange Abschreibungszeiträume von üblicherweise mehr als 60 Jahren gebunden, sondern es ergeben sich ebenso technisch-betriebliche Schwierigkeiten und ökologische Konflikte, z.B. durch immer häufiger notwendig werdende Kanalspülungen mit Trinkwasser, um längeren Verweildauern der Abwässer, Geruchsbildung, Sedimentation und Korrosion in den Haltungen vorzubeugen. Zudem ist vor dem Hintergrund der demographischen Entdichtung ländlicher Räume von einer erheblichen Steigerung der Remanenzkosten auszugehen. Aufgrund dieser in erster Linie demographischen Konfliktsituation mit vielerorts erheblichen technisch-betrieblichen, ökologischen und ökonomischen Konsequenzen, die sehr viele ländliche Siedlungen Deutschlands betreffen oder noch betreffen werden, ist eine Transformation des Abwasserinfrastruktursystems im Rahmen eines kommunalen Schrumpfungsprozesses unumgänglich. Ein solcher Schrumpfungsprozess verlangt jedoch nach einer in der Bauleitplanung üblichen intelligenten Abwägung und sollte als fachübergreifende, überörtliche und integrierte Gesamtplanung aus Stadtplanung und Siedlungswasserwirtschaft konzipiert werden.

Die Aufgabe eines strategischen Schrumpfungsprozesses ist komplex und Kommunen mit einer langfristig konzipierten und politisch verträglichen Lösung der kommunalen Schrumpfung oftmals überfordert, nicht zuletzt, weil nach aktuellem Kenntnisstand keine

best-practice-Beispiele oder wissenschaftlichen Erkenntnisse zu einem fachübergreifenden, gemeinsam konzipierten Schrumpfungsprozess ländlicher Siedlungen aus Stadtplanung und Siedlungswasserwirtschaft vorliegen. Ferner besteht in der Raum- und Fachplanung nach wie vor eine beharrliche Wachstumsorientierung, die auf wirtschaftstheoretische und historische Bezüge zurückzuführen ist. Für ein Leitbild der Schrumpfung ländlicher Siedlungen fehlt es bislang an politischer Tatkraft und Akzeptanz seitens der Bevölkerung, womit keine klaren Vorgaben oder Handlungsstrategien als „Druck von oben“ bestehen. Handlungserfordernisse zum Umdenken, hin zu einer sinnvoll konzipierten strategischen Siedlungsschrumpfung unter Berücksichtigung von Abwasserinfrastrukturen, werden dennoch durch die sich abzeichnende demographische Entwicklung vieler ländlicher Räume angezeigt. Eine Umstellung zugunsten der Rückgewinnung und Wiedernutzung kostbarer Ressourcen, wie z.B. Phosphor oder Wasser wird politisch, z.B. durch die Agenda 2030 der Vereinten Nationen, normativ vorgegeben. Ferner ergibt sich aus vermehrt und verlängert auftretenden Hitzeperioden, regionaler Grundwasserknappheit in Trockenperioden sowie zunehmend häufiger auftretenden Starkniederschlagsereignissen und Überschwemmungen auch in Deutschland ein erfahrbarer Handlungsdruck. Dennoch besteht die Gefahr, dass sich aufgrund der hohen Kapitalbindung und politischen sowie rechtlichen Relevanz von Leistungen der Daseinsvorsorge primär kurz- bis mittelfristige und tendenziell kostengünstige Maßnahmen durchsetzen, was ebenso mit dem im Verhältnis zu den Abschreibungszeiträumen eher kurzfristig bemessenen Planungshorizont der Bauleitplanung und einem kommunalpolitischen Denken in Amtsperioden und zudem eingeschränkten finanziellen Handlungsmöglichkeiten vieler ländlicher Gemeinden begründet werden kann. Zielkonflikte treten in den ländlichen Räumen Deutschlands zukünftig verstärkt auf, wenn der demographische Druck konkrete Entscheidungen zur Umsetzung von Maßnahmen, z.B. Kanalsanierungen, Dezentralisierungen oder den Rückbau von leerstehenden Gebäuden, notwendig macht, gerade vor dem Hintergrund von eingeschränkten ökonomischen Ressourcen.

Ländliche Räume können sich, in Abhängigkeit ihres Ausstattungsniveaus und ihrer Lage bzw. ihrer Zentrenreichbarkeit und Dichte, erheblich unterscheiden, sodass auch ihre Siedlungen bezüglich der Bevölkerungsstruktur und -anzahl erhebliche Unterschiede aufweisen können. Ferner ergeben sich hinsichtlich der baulich-physischen Faktoren auch innerhalb ländlicher Siedlungen, auf der Mikroebene der Siedlungseinheiten, unterschiedliche Grundvoraussetzungen für einen disziplinübergreifenden Schrumpfungsprozess. Verschiedene Kanalalter und -systeme sowie unterschiedliche Arten der baulichen Nutzung nach § 1 BauNVO, unterschiedliche

Typen und Baualter der Wohnbebauung, die wiederum verschiedene Bevölkerungsstrukturen, -dichten und Milieus bedingen, machen einen sinnvoll konzipierten Schrumpfungsprozess der Siedlung unter Berücksichtigung des abwasserwirtschaftlichen Leitungssystems äußerst komplex. Darüber hinaus ist eine Vielzahl von Akteuren im Planungs- und Entscheidungsprozess involviert. Neben den Gemeinderäten und Bürgermeister*innen, sind Akteure aus der Stadt- und Fachplanung am Prozess beteiligt sowie die Plangrundlagen den Bürgern in einem konsensualen Planungsprozess offenzulegen.

Eine große Herausforderung bei einer nachhaltigen Systemumstellung von Abwasserinfrastrukturen im Schrumpfungszusammenhang ergibt sich zudem aus den sehr großen Ungewissheiten zukünftiger Entwicklungen, allen voran der demographischen Perspektive in den Siedlungen ländlicher Räume und den kleinräumig sehr unterschiedlichen Strukturen. Hier bestehen insbesondere strukturelle Abhängigkeiten, z.B. zur wirtschaftlichen Entwicklung im Tagespendlerbereich. So können Standortentscheidungen größerer Arbeitgeber die regionale Bevölkerungsentwicklung, im positiven wie im negativen, stark beeinflussen (vgl. Abschnitt II-2.1.3). Im kleinen Maßstab können auch Schulstandorte relevante Einflussgröße für die Altersstruktur und Bevölkerungszahl in einer Siedlung sein (vgl. Abschnitt IV-1.1.1). Die große Ungewissheit besteht ferner dadurch, dass nicht alle Entscheidungen in kommunaler Hand liegen und vielmehr von exogenen Faktoren, z.B. die Standortentscheidung von Unternehmen, von globalen Entwicklungen, z.B. der Digitalisierung oder innergesellschaftlichen Entwicklungen, wie z.B. den Wohnwünschen der Bevölkerung, Mobilitätsformen oder dem Stellenwert von Familiengründungen, abhängen.

Eine Möglichkeit mit der Ungewissheit zukünftiger Entwicklungen umzugehen, mögliche Entwicklungen der Bedarfsträger von Infrastrukturen zu eruieren und Risiken abzuschätzen bietet die Szenariomethode. Von der räumlichen Ausgangssituation ausgehend, können Szenarien mithilfe verschiedener Instrumente und Techniken zur Analyse potenzieller Entwicklungen erstellt und verglichen werden. Durch die Komplexität des räumlichen Gefüges, z.B. bestehend aus baulich-physiognomischen Faktoren, der Bevölkerung sowie den beteiligten Akteuren, ökonomischen, sozialen und ökologischen Interessen, bietet die Szenariomethode in einem ersten Schritt die Möglichkeit ein strukturiertes Systemverständnis zu generieren. Der kommunikative Mehrwert von Szenarien ergibt sich bereits bei deren Erstellung. So kann das Systemverständnis aus unterschiedlichen fachlichen Perspektiven strukturiert werden, wodurch sich über den Untersuchungsgegenstand eine gemeinsame Basis zur Iteration findet. Darauf aufbauend lassen sich erstellte Szenarien visualisieren und auf dieser

Basis eine Diskussion, z.B. über Hemmnisse oder Ungewissheiten, führen, die alle beteiligten Akteure miteinschließt. Das Verständnis zum Problemkomplex, dessen Schlüsselfaktoren und deren Wechselwirkungen sowie mögliche Lösungsstrategien kann so erweitert werden, gerade für die fachfremde Öffentlichkeit oder zwischen Akteuren unterschiedlicher Disziplinen. Die durch die Szenarien dekomponierten, abstrahierten und strukturierten Systemzusammenhänge dienen als Basis, um alternative Zukünfte zur Untersuchung und Bewertung von Entscheidungen, Maßnahmen und Strategien zu generieren.

Insgesamt ergeben sich durch die Szenariomethode also vier Vorteile: Neben der Bündelung von Wissen, dienen Szenarien der Kommunikation eines Sachverhaltes, aus der wiederum Ziele formuliert sowie Strategien und Entscheidungen abgeleitet werden können. In der wissenschaftlichen Anwendung ist, neben der konsistenten Methodenanwendung, der Plausibilisierung und Definition angemessener Diskontinuitäten, insbesondere das Ausschließen von erwünschten Szenarien unabdingbar. In der kognitiven Verarbeitung und Auswertung der Szenarioergebnisse ist zuletzt eine differenzierte und wachsame Interpretation gefragt, da es sich bei Szenarien um nicht mehr und nicht minder als wahrscheinliche Zukünfte unter *ceteris paribus*-Bedingungen handeln kann. Die Geltung von Szenarien steht unter dem Grundsatz, dass die Vorausschau in mögliche Zukünfte nur „bis auf Weiteres“ bestehen kann und die synthetisierten Zukünfte nur dann eintreffen, wenn alle *ex ante* getroffenen Annahmen auch eintreten.

Ausgehend von der *de facto*-Bevölkerung lassen sich mögliche demographische Entwicklungen und allen voran ein wahrscheinlicher demographischer Bruch auch auf kleinräumiger Ebene der Siedlungseinheiten verhältnismäßig belastbar über die Szenariomethode abschätzen. Die Bevölkerung ländlicher Siedlungen, gerade in der Kohorte der berufstätigen 30 bis 64-Jährigen, weist eine relativ hohe räumliche Bindung auf. Der wesentliche Teil der ortsansässigen Bevölkerung wird aufgrund ihrer privaten Wohnsituation, oftmals in Eigenheimen, am Wohnort altern. Dieses Grundprinzip ist als wahrscheinliche und begründete Zukunft anzunehmen. Folglich ist das Ausmaß der demographischen Schrumpfung zwar relevante Größe jedoch in der Ausprägung sekundär. Vielmehr knüpft hier die Frage an, in welcher Form mit der drastischen und bruchhaften Entdichtung in Siedlungen umgegangen werden kann, insbesondere, wenn sich die Wiedernutzung zukünftiger Leerstände aufgrund der geringen Nachfrage, in im Schwerpunkt peripheren ländlichen Siedlungen, als problematisch erweist und die langfristige demographische Entwicklung keine Anhaltspunkte für eine Trendumkehr bietet.

Die in dieser Arbeit untersuchten und dargestellten Szenarien der demographischen Schrumpfung und deren Auswirkungen auf mögliche Transformationspfade von Abwasserinfrastrukturen, beziehen sich daher auf verschiedene Grundannahmen der Entdichtung und zeichnen sich darüber aus, dass die Auswirkungen auf das Abwasserinfrastruktursystem im Vergleich zu der Anzahl an Bedarfsträgern untersucht werden kann. Aus der Gegenüberstellung lassen sich grundsätzliche Handlungsstrategien und mögliche Systemtransformationen diskutieren. Die Szenarien sind auf die Dauer von 50 Jahren bilanziert, was nicht bedeutet, dass Strategien nicht auch jenseits der Szenariodauer Berücksichtigung finden können. Vor dem Hintergrund der wahrscheinlichen, drastischen und bruchhaften Entleerung einzelner Siedlungsteile oder auch ganzer Siedlungen ländlicher Räume, sind grundsätzliche Fragestellungen, z.B. einer Systemumstellung, auch jenseits der Szenariodauer zu berücksichtigen. Eine Transformation des Abwasserinfrastruktursystems sollte sich jedoch immer an den Gelegenheitsfenstern der Abschreibungszeiträume orientieren, um Sprungkosten zu vermeiden sowie vom Netzende ausgehend erfolgen.

Mit dem *SinOptiKom-Demonstrator* liegt ein Tool zur Visualisierung und Entscheidungsunterstützung vor, welches im Rahmen des BMBF-Verbundprojektes *SinOptiKom* entwickelt wurde. Das Unterstützungstool greift auf eine quantitative Datenbasis zurück, unter anderem auf diskrete Zeitreihen zur demographischen Entwicklung, als einen wesentlichen Treiber des Untersuchungsgegenstandes dieser Arbeit. Ebenso ermöglicht der *Demonstrator* eine multikriterielle Betrachtung, in der relevante Kriterien gewichtet werden können. So können der Wasserhaushalt, die Energieeffizienz, die Akzeptanz, das Grauwasserrecycling, die Kosten, die Flexibilität und die Ressourceneffizienz ggfs. Unterschiedlich priorisiert werden, wodurch die Sensitivität des Szenariospektrums gesteigert werden kann. Aus der Erstellung und Gegenüberstellung unterschiedlicher Szenarien, mit verschiedenen Gewichtungen der Kriterien zur Systemumstellung, lassen sich Handlungsstrategien für die Systemumstellung im Rahmen einer kommunalen Schrumpfung ableiten. Eine wesentliche Erkenntnis aus der in Abschnitt IV-2. dargelegten Analyse ist, dass das Ausmaß des Bevölkerungsrückgangs nur sekundäre Auswirkungen auf die Systemumstellung hat. Das heißt konkret, dass sich verschiedene Transformationspfade, in Abhängigkeit der zugrundegelegten Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung, vor allem im Zeitpunkt der Maßnahmenumsetzung unterscheiden, der Pfad der abwassertechnischen Systemumstellung jedoch maßgeblich von der Priorisierung der Kriterien abhängt. Seitens der relevanten, im Transformationsprozess involvierten Akteure, z.B. aus den Gemeinden, der Stadt- und Fachplanung, kann hier die Diskussion zum Planungsparadigma und zur Abwägung

eines Transformationspfades anknüpfen. Unter dem Nachhaltigkeitsparadigma, wie es die Agenda 2030 verbindlich für die Nationalstaaten vorschreibt, sollte eine Systemumstellung nicht allein unter der Priorisierung der Kosten erfolgen, der eine Beharrlichkeit des zentralisierten Systems der Abwasserentsorgung innewohnt. Auf Grundlage der in Abschnitt II-3 aufgeführten technischen Lösungen für die Abwasserbehandlung und -entsorgung existieren verschiedene etablierte Systeme, die auch im kleinen Maßstab umsetzbar sind und alle abwassertechnischen Standards einer kommunalen Kläranlage durch mindestens eine mechanische und eine biologische Reinigungsstufe ermöglichen. Zudem können KKA, z.B. als SBR- oder Pflanzenkläranlagen, noch zusätzlich durch Filtrationssysteme oder Vorrichtungen zur UV-Desinfektion ausgestattet werden, um Immissionen von Schadstoffen in den Wasserkreislauf zu minimieren. Besonders hohe Relevanz haben KKA im ländlichen Raum in dem Sinne, als dass sie die Flexibilität des Entsorgungssystems in den Siedlungen erhöhen können und eine schrittweise Dezentralisierung des Abwasserinfrastruktursystems ermöglichen. So kann im Falle eines drastischen Bevölkerungsrückgangs, vom Netzende ausgehend, das Abtrennen einer Siedlungseinheit vom Gesamtsystem erfolgen. Ferner können KKA mit dezentralen Lösungen zur Bewirtschaftung von Niederschlagswasser im Bausteinprinzip verknüpft oder auch um Maßnahmen der Stoffstromtrennung, z.B. zur getrennten Ableitung und Wiederverwertung von behandeltem Grauwasser ergänzt werden. Zusätzliche Potentiale, auch im Sinne der Wirtschaftlichkeit, bietet die Wiederverwendung und -verwertung von organischem Material aus dem Braun- oder Schwarzwasserstrom. Hier ergeben sich Möglichkeiten zur Aufbereitung der Stoffströme zu Düngemitteln sowie Synergien für eine energetische Nutzung: Gerade im ländlichen Raum können feste und flüssige biogene Stoffströme, z.B. aus dem Abwasser, aus der Abfallwirtschaft und der Landwirtschaft, einer Co-Vergärung zugeführt werden, um zusätzliche Kapazitäten in Vergärungsanlagen zu nutzen (vgl. DWA-M 380).

Die szenariobasierte Analyse der Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung in den rheinland-pfälzischen Modellgemeinden dieser Arbeit lässt Rückschlüsse zu, dass sich die demographische und strukturelle Entwicklung innerhalb der Siedlungen, auf der Mikroebene der Siedlungseinheiten, keineswegs homogen vollziehen wird und ebenso von unterschiedlichen Entwicklungen zwischen den einzelnen Siedlungen ausgegangen werden kann (vgl. Abschnitt II-1.2.4). Zwischen den baulich-physiognomischen Gegebenheiten besteht eine grundsätzliche Kongruenz. So weisen die Kanäle zu großem Teil ähnliche Baualter auf wie die Gebäude in den Siedlungseinheiten, jedoch sind dabei die Sanierungsintervalle des Kanalsystems sowie der Gebäude zu

berücksichtigen. Entsprechend einer Morphogenese sind Siedlungen ländlicher Räume dynamisch gewachsen, sodass sich ebenso eine Entwicklung der baurechtlichen Rahmenbedingungen, z.B. im Schwarzplan ablesen lassen. So weisen die Baugebiete der ländlichen Modellsiedlungen, die nach dem Inkrafttreten der BauNVO, also nach dem Jahr 1962 erschlossen und bebaut wurden, eine andere Gebäudestruktur auf als die älteren Dorfkerne. Während die älteren Dorfkerne durch eine in Mischnutzung geplante geschlossene Zeilenbebauung auffallen, treten die Randgebiete durch eine in überwiegend EFH oder ZFH geplante reine Wohnbebauung hervor. Hieraus ergeben sich unterschiedliche Bebauungsdichten, die zwar in dieser Arbeit nicht weiterführend bilanziert werden, jedoch unterschiedliche Grundvoraussetzungen und Anknüpfungspunkte für mögliche Transformationspfade offenbaren. Insbesondere für Maßnahmen zur Versickerung von Niederschlagswasser ergeben sich in einer offenen Bebauungsstruktur geringerer Dichte erweiterte Handlungsspielräume, die auch unter qualitativen Aspekten in Freiraumkonzeptionen blauer Infrastrukturen einbezogen werden können. Grundsätzlich sind geringere Bebauungs- und Bevölkerungsdichten, z.B. in offener EFH-Bebauung, mit höheren Pro-Kopf- und Remanenzkosten assoziiert, wodurch hier der Druck zu einer Systemtransformation im Abwassersektor bei einem drastischen Bevölkerungsrückgang erhöht wird.

Eine strategische Schrumpfung sollte sich also neben den Gelegenheitsfenstern der Sanierungsintervalle auch an den grundsätzlicheren Zielen der Reduzierung der Siedlungsflächeninanspruchnahme bzw. Verdichtung der Strukturen orientieren. Eine flächige Lösung ist dabei einer Dispersen vorzuziehen (vgl. Abschnitt II-3.6.5) und z.B. durch den Rückbau einzelner Siedlungseinheiten in peripheren Lagen der Siedlungen umzusetzen. Hinsichtlich der abwasserinfrastrukturellen Lösungen ist ein Herausschleichen aus dem System über dezentrale Maßnahmen, z.B. PKA vorstellbar, da hier von geringeren Abschreibungszeiträumen ausgegangen werden kann.

Ausgehend von den in dieser Arbeit behandelten theoretischen Grundlagen und Analyseergebnissen ist nicht nur eine Umstellung des Abwasserinfrastruktursystems unter hohem demographischem Druck angezeigt, sondern es ergeben sich auch deutlich grundsätzlichere Fragestellungen der Schrumpfung ländlicher Siedlungen im Zusammenhang des Abwasserinfrastruktursystems. Unter dem Nachhaltigkeitsparadigma kann eine Lösung, die allein auf die Kosteneffizienz fokussiert ist, nicht angestrebt werden. Vielmehr sind ebenso die Ökobausteine nach STEINEBACH ET AL. (1993) in eine Abwägungsentscheidung einzubeziehen und diese sozialverträglich umzusetzen.

Aus den Analyse- und Diskussionsergebnissen dieser Arbeit gehen Lösungsansätze hervor, die sowohl dem technischen Stand entsprechen als sich auch rational erschließen. Dennoch besteht weiterer Forschungsbedarf, gerade in Hinblick auf die Umsetzung möglicher Schrumpfstراتيجien und die damit verbundenen Maßnahmen. Gerade die sozialverträgliche Umsetzung von Maßnahmen im Hoch- und Tiefbausektor, die neben dem öffentlichen Raum auch private Flächen penetrieren, z.B. im Falle einer Stoffstromtrennung auf Hausebene, dezentrale Maßnahmen zum Umgang mit Niederschlagswasser, z.B. Versickerung oder Dachbegrünung, oder auch der Rückbau von Wohngebäuden, ist potentiell konfliktbehaftet. Bestehende Bebauungspläne ländlicher Siedlungen sind nach aktuellem Kenntnisstand nicht auf integrierte oder gekoppelte Konzepte der Abwasserentsorgung und energetischen oder stofflichen Verwertung von Abwasserteilströmen ausgelegt, sodass sich dort in der Regel lediglich Festsetzungen für Anlagen und ggfs. zur Trassenführung der Abwasserentsorgung wiederfinden. Potentiale, eine rechtliche Bindungswirkung für Vorrichtungen der Abwasserentsorgung zu erzielen, ergeben sich für kommunale Akteure insbesondere durch den Ankauf von Grundstücken, das Schließen städtebaulicher Verträge oder darüber, bestehende Bebauungspläne zu vorhabenbezogenen Bebauungsplänen umzuschreiben. Informelle Planungen der Siedlungsentwicklung ländlicher Räume, z.B. integrierte Dorfentwicklungskonzepte sollten sich verstärkt auf das Thema der Abwasserinfrastrukturentwicklung und Stoffstromtrennung, idealerweise in Verbindung mit der Energie- und Abfallwirtschaft fokussieren und diese sinnvoll entlang der im Rahmen dieser Arbeit ergänzten Ökobausteine nach STEINEBACH ET AL. (1993) (vgl. Abschnitt IV-4.2) konzipieren.

Bei der Realisierung von Transformationsmaßnahmen im Abwassersektor, die auch private Flächen penetrieren, bleibt dennoch ein potenzieller Widerstand seitens der Öffentlichkeit zu erwarten. Einen möglichen Ansatz zur *a priori* Abschätzung möglicher Konflikte und dem Erfassen der Alltagswirklichkeiten der Bevölkerung, ergibt sich durch die Analyse der Milieustrukturen nach Sinus® (vgl. Hoek et al 2016: 143).

Damit ländliche Gemeinden auch weiterhin ihrer Abwasserbeseitigungspflicht nach dem LWG nachkommen können, sind Investitionen in das Kanalsystem, die als Gebühren auf die angeschlossene Bevölkerung umgelegt werden, allein aufgrund der Sanierungsintervalle und Investitionspflicht unumgänglich. Rückläufige Bevölkerungszahlen bewirken jedoch einen Anstieg der Remanenzkosten, die zum Großteil auf die Fixkosten der leitungsgebundenen Abwasserinfrastrukturen zurückgehen. Perspektivisch wird in vom Bevölkerungsverlust betroffenen Räumen von einer notwendigen Erhöhung der Abwassergebühren auszugehen sein, wobei die Ausprägung erheblich von der

jeweiligen Systemkonzeption und den lokalen Rahmenbedingungen, z.B. der Kanallänge, angeschlossenen Bevölkerung, Netzstruktur, -zustand und Baualter abhängen wird. Anders als bei sozialen Infrastrukturen, z.B. bei Schulen, ist die Abwasserbeseitigung als Teil der Daseinsvorsorge, nicht in zentralen Orten konzentrierbar, um damit dem Gleichwertigkeitspostulat gerecht zu werden. Ferner ergeben sich aus den lokal wie regional sehr unterschiedlichen Rahmenbedingungen bzgl. des Leitungssystems teilweise erhebliche Disparitäten, z.B. bemessen an der Kanallänge pro Einwohner, die sich im fortlaufenden Bevölkerungsrückgang ländlicher Räume verstärken werden. Die Analyse der Szenarien verdeutlicht (vgl. Abschnitt IV-2.2), dass die Kosten mit dem Umsetzen baulicher Maßnahmen der Abwasserentsorgung steigen werden, z.B. in Form von Sprungkosten und eine Systemumstellung sowie ein Umdenken auch im Abwassersektor, aufgrund der demographischen Bedingungen, jedoch auch im erweiterten Zusammenhang des globalen Klimas oder der Endlichkeit von Ressourcen, notwendig werden. Eine Systemumstellung kann jedoch nicht allein durch die kommunalen Akteure, z.B. der Träger der Abwasserbeseitigung, erfolgen. Unter rationalen Bedingungen, gerade im Zusammenhang mit der demographischen Perspektive, sind Investitionen in Millionenhöhe für die meisten Gemeinden ländlicher Räume nicht realisierbar. Der Länderfinanzausgleich kann im Solidaritätsprinzip einen Anknüpfungspunkt bilden, um notwendige Investitionen zu ermöglichen.

Grundsätzlich sollten Investitionen in Abwasserentsorgungssysteme jedoch so ausgerichtet sein, dass sie sich auch in einer dynamischen Entwicklung im Kostendeckungsprinzip bewegen und sich die Strukturen selbst tragen können. Auch ein Umdenken seitens der Bevölkerung, zugunsten der Kostbarkeit und Endlichkeit der Ressource Wasser, wird für eine Systemtransformation notwendig sein. Die sich ohnehin als notwendig abzeichnende Gebührenerhöhung für Trinkwasser kann einer Bewusstseinsförderung in diesem Sinne zuträglich werden.

Weiterer Forschungsbedarf besteht für die Bilanzierung angemessener und strukturierter Gebührenerhöhungen im Zusammenhang mit einer Systemumstellung. Die Basis hierfür können best-practice-Beispiele zum Umgang mit dezentralen Maßnahmenumsetzungen in EFH-Gebieten bilden. Im größeren Maßstab, z.B. ab 1:50.000, sollten auch Möglichkeiten eruiert werden, welchen Beitrag eine strategische Regionalplanung für eine Systemumstellung leisten kann. Hierbei sollte, im Gegensatz zur Regionalplanung im klassischen Sinne, die Ausrichtung stärker prozess- und umsetzungsorientiert erfolgen, um den Wirkungsgrad zu erhöhen. Die strategische Regionalplanung sieht dabei insbesondere ein Leitbild bzw. eine Vision vor und verfolgt zudem ein Handlungs-

und Umsetzungskonzept, unter Einbeziehung aller relevanten regionalen Akteure. Das frühzeitige Zusammenführen von strategischen Partnern zu Netzwerken, das Unterstützen der zuständigen Akteure bei der Umsetzung von Konzepten, die aktive politische Mitwirkung gezielte Öffentlichkeitsarbeit bzw. -beteiligung werden bei der strategischen Regionalplanung als Vorteile hervorgehoben (vgl. Vallée 2012: 185). Gerade im Solidaritätsprinzip sind auch interkommunale Kooperationen ein denkbarer Ansatz, um wirtschaftlich sinnvolle Lösungen einer Systemumstellung, z.B. unter Einbeziehung möglicher Synergieeffekte mit der Energie-, Abfall- und Landwirtschaft, zu erreichen. Hinsichtlich der zukünftigen Flächeninanspruchnahme im Schrumpfungsprozess bzw. des Rückbaus von Siedlungen oder Siedlungseinheiten kann das ZOK einen Ansatz zum „framing“ bieten, was ebenso in einer strategischen Regionalplanung aufgegriffen werden sollte.

Für die Definition einer grundsätzlichen Handlungsstrategie zur kommunalen Schrumpfung, die auch abwasserwirtschaftliche Fragestellungen berücksichtigt, sollte der Modellansatz dieser Arbeit für weitere ländliche Siedlungen anderer Räume, z.B. der neuen Bundesländer angewendet werden. Einerseits ist die Belastbarkeit der Ergebnisse, auch im Sinne eines Monitorings in den kommenden Jahren, zu überprüfen. Darüber hinaus sollten, im Sinne der Sensitivität der Ergebnisse, weitere Szenarien der demographischen Entwicklung von Siedlungen aufgestellt und deren Wirkung auf mögliche Transformationspfade der Systemumstellung untersucht werden.

Literatur- und Quellenverzeichnis

Literatur

- Abwassertechnische Vereinigung e.V. [ATV] (1982): Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik, Bd. I, Wilhelm Ernst & Sohn (Berlin, München).
- Abwassertechnische Vereinigung e.V. [ATV] (1992): ATV Arbeitsblatt ATV-A 128: Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen, Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik [GFA] (Hennef).
- Abwassertechnische Vereinigung e.V. [ATV] (1999): Geschichte der Abwasserentsorgung - 50 Jahre ATV 1948-1998, Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik [GFA] (Hennef).
- Albers, G.; Wékel, J. (2016): Stadtplanung – Eine illustrierte Einführung, 3. überarbeitete und aktualisierte Auflage, Wissenschaftliche Buchgesellschaft (Darmstadt).
- Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e.V. [ATT]; Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. [BDEW]; Deutscher Bund der verbandlichen Wasserwirtschaft e. V. [DBVW]; Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. – Technisch-wissenschaftlicher Verein [DVGW]; Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. [DWA]; Verband kommunaler Unternehmen e. V. [VKU]: Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft 2015, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH (Bonn). ISBN: 978-3-89554-208-4
- Augustin, T. (2006): Bundespolitische Handlungsmöglichkeiten - Politik für ländliche Räume, in: BBSR (Hrsg): Neue Leitbilder der Raumentwicklung in Deutschland, Informationen zur Raumentwicklung, Heft 11/12 (Bonn), S. 659 - 663.
- Bähr, J. (1997): Bevölkerungsgeographie - Verteilung und Dynamik der Bevölkerung in globaler, nationaler und regionaler Sicht, Ulmer Verlag (Stuttgart).
- Bähr, J. (2010): Bevölkerungsgeographie, 5. Auflage, Ulmer Verlag (Stuttgart).
- Baron, S.; Hoek, J.; Kaufmann Alves, I.; Herz, S. (2016): Comprehensive Scenario management of sustainable spatial planning and urban water services, in: Water Science & Technology 73 (5), S.1041-1051. DOI: 10.2166/wst.2015.578.
- Bartl, W.; Rademacher, C. (2011): Wirtschaftliche Folgen des kommunalen Umgangs mit demografischer Schrumpfung, Veröffentlichung im Laufe der Tagung des Arbeitskreises Lokale Politikforschung: „Lokale Politik(forschung) zwischen Krise und Erneuerung“, vom 5.-6.04.2011, an der Universität Kassel, unter: http://www.uni-kassel.de/fb05/uploads/media/panel5_Walter_Bartel_Christian_Rademacher (eingesehen am: 29.03.2018).
- Bechmann, G. (1994): Frühwarnung - die Achillesferse der Technikfolgenabschätzung (TA)?, in: Grunwald, A.; Sax, H. (Hrsg.): Technikbeurteilung in der Raumfahrt - Anforderungen, Methoden, Wirkungen, Edition sigma (Berlin), S. 88-100.
- Berndgen-Kaiser, A. (2014): The future of the post war single family housing estates in Germany? A specific task field for small and medium sized towns? Im Rahmen der Konferenz *At the frontiers of urban Space*, vom 22. bis 24. Januar 2014, in Avignon (Frankreich).

- Bieker, S.; Frommer, B. (2010): Potentiale flexibler integrierter semi-zentraler Infrastruktursysteme in der Siedlungswasserwirtschaft. In: Raumforschung und Raumordnung 68, 4, 311–326.
- Bischofsberger, W. (1987): Siedlungswasserwirtschaft im Wandel der Zeit, in: Berichte aus Wassergütewirtschaft und Gesundheitsingenieurwesen, Nr. 80, Technische Universität München (München).
- Blotevogel, H. H. (1999): Zur Neubewertung der Region für Regionalentwicklung und Regionalpolitik, Arbeitsmaterial der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Nr. 257 (Hannover), S. 44 - 60.
- Blotevogel, H. H. (2002): Zum Verhältnis der regionalökonomischen Zentrale-Orte-Theorie zum Zentrale-Orte-Konzept der Raumordnung, in: Blotevogel, H. H. (Hrsg.): Fortentwicklung des Zentrale-Orte-Konzepts (Hannover).
- Blotevogel, H. H. (2005): Zentrale Orte, in: Akademie der Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Handwörterbuch der Raumordnung, Selbstverlag der ARL (Hannover), S. 1307 – 1315.
- Bock, S.; Libbe, J. (2016): Siedlungswasserwirtschaft - Stadtentwicklung und Wasserinfrastrukturen zusammendenken, in: PLANERIN 06/2016, S. 5-8.
- Borchard, K. (2005): Städtebau, in: Akademie der Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Handwörterbuch der Raumordnung, Selbstverlag der ARL (Hannover), S. 1054 - 1059
- Borsdorf, A.; Bender, O. (2010): Allgemeine Siedlungsgeographie, Böhlau (Wien).
- Boustedt, O. (1953): Die Stadt und ihr Umland, in: Raumforschung und Raumordnung - Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL, Bd. 1 (Hannover).
- Böckmann, L. (2016): Fällt der demografische Wandel aus? Auswirkungen der gegenwärtig hohen Zuwanderung auf die künftige Bevölkerungsentwicklung in Rheinland-Pfalz, in: Stat. LA RLP (Hrsg.): Statistische Monatshefte 05/2016 (Bad Ems), S. 449 - 462.
- Böning-Spohr, P. (1997): Möglichkeiten zur Prognose von erfolgsrelevanten Daten bei der Neuproduktplanung, Diplomarbeit an der Georg-August Universität Göttingen (Göttingen).
- Braam, W. (1999): Stadtplanung: Aufgabenbereiche - Planungsmethodik - Rechtsgrundlagen, Werner Verlag, 3. Auflage (Düsseldorf).
- Braun, A.; Glauner, C.; Zweck, A. (2005): Einführung in die Praxis der „Regionalen Vorausschau“. Hintergründe und Methoden, ZTC Working Paper Nr. 2/2005 (Düsseldorf).
- Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung [BBR] (Hrsg.) (2003): Szenarien zur Raumentwicklung - Raum- und Siedlungsstrukturen Deutschlands 2015/2040, Forschungen, Heft 112, Selbstverlag des BBR (Bonn).
- Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung [BBR] (Hrsg.) (2005): Raumordnungsbericht 2005 (Bonn).

- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung [BBSR] (2013): Auf der Suche nach dem guten Leben - Geschlechtstypische Wanderungen in Deutschland, in: BBSR-Analysen KOMPAKT 04/2013 (Bonn), unter: http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/AnalysenKompakt/2013/DL_4_2013.pdf;jsessionid=A40D4225D1D1810C5CBED223D23AC930.live21303?_blob=publicationFile&v=2 (eingesehen am 12.04.2018)
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung [BBSR] (Hrsg.) (2015a): Die Raumordnungsprognose 2035 nach dem Zensus - Bevölkerung, private Haushalte und Erwerbspersonen, in: BBSR-Analysen KOMPAKT 05/2015, W. Bertelsmann Verlag GmbH und Co. KG (Bonn). ISBN 978-3-87994-741-6
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung [BBSR] (Hrsg.) (2015b): Wachsen oder Schrumpfen? - BBSR-Typisierung als Beitrag für die wissenschaftliche und politische Debatte, in: BBSR-Analysen KOMPAKT 12/2015, W. Bertelsmann Verlag GmbH und Co. KG (Bonn). ISBN 978-3-87994-637-2
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung [BBSR] (Hrsg.) (2018): Raumordnungsbericht 2017 - Daseinsvorsorge sichern, unter http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/Sonderveroeffentlichungen/2017/rob-2017-final-dl.pdf?_blob=publicationFile&v=7 (eingesehen am 12.04.2018). ISBN 978-3-87994-216-9
- Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung [BiB] (Hrsg.) (2014): Bevölkerungsforschung aktuell, Ausgabe 01/2014, 35. Jg. (Wiesbaden), unter: https://www.bib.bund.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Bev_Aktuell/2014_1.pdf?_blob=publicationFile&v=5. ISSN 1869-3458
- Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat [BMI] (2015): Jedes Alter zählt: „Für mehr Wohlstand und Lebensqualität aller Generationen“ - Weiterentwicklung der Demografiestrategie der Bundesregierung (Berlin), unter: https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/2016/weiterentwicklung-der-demografie-strategie.pdf?_blob=publicationFile&v=3 (eingesehen am 23.03.2018).
- Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung [BMZ] (2018): Internationale Ziele: Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung, unter: http://www.bmz.de/de/ministerium/ziele/2030_agenda/index.html (eingesehen am 08.07.2018).
- Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. [BDEW], Statistisches Bundesamt [destatis] (Hrsg.) (2016): Abwasserdaten Deutschland - Strukturdaten der Abwasserentsorgung, 3. aktualisierte Auflage 2016, wvgw - Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH (Berlin, Bonn), unter: <https://www.bdew.de/media/documents/Broschuere-Abwasserdaten-2016.pdf> (eingesehen am 22.05.2018)
- Burmeister, K.; Neef, A.; Beyers, B. (2004): Corporate Foresight: Unternehmen gestalten Zukunft, Murmann (Hamburg).

- Busch, R. (2016): Inländische Wanderungen in Deutschland - wer gewinnt und wer verliert?, in: Zeitschrift für Immobilienökonomie Heft 2 (2), Springer Fachmedien (Wiesbaden), S. 81–101.
- Büker, D. (2000): Mensch - Kultur - Abwasser, Verlag Die Blaue Eule (Essen).
- Christaller, W. (1933, Neudr. 1968): Die zentralen Orte in Süddeutschland (Jena, Darmstadt).
- Deutsche Bundesregierung (1963): Erster Raumordnungsbericht, Beschlüsse des Deutschen Bundestages vom 15. Februar und 6. März 1963 (Bad Godesberg).
- Deutscher Bundestag (2006): Bericht der Bundesregierung zur Modernisierungsstrategie für die deutsche Wasserwirtschaft und für ein stärkeres internationales Engagement der deutschen Wasserwirtschaft, 16. Wahlperiode, Drucksache 16/1094, vom 16.03.2006.
- Deutscher Städtetag (2013): Integrierte Stadtentwicklungsplanung und Stadtentwicklungsmanagement – Strategien und Instrumente nachhaltiger Stadtentwicklung, Deutscher Städtetag (Berlin, Köln). ISBN: 978-3-88082-258-0
- Deutsches Biomasseforschungszentrum [DBFZ] (2017): Anlagenbestand Biogas und Biomethan - Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland, DBFZ Report Nr. 30 (Leipzig), unter: https://www.dbfz.de/fileadmin/user_upload/Referenzen/Schriften_reihen/Report/DBFZ_Report_30.pdf (eingesehen am 25.05.2018)
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. [DWA] (2005): DWA Arbeitsblatt DWA-A 138 - Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, DWA (Hrsg.) (Hennef).
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. [DWA] (2006): DWA Arbeitsblatt DWA-A 100 - Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung, DWA (Hrsg.) (Hennef).
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. [DWA] (2008): DWA Arbeitsblatt DWA-A 272 - NASS: Neuartige Sanitärsysteme, DWA (Hrsg.) (Hennef).
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. [DWA] (2011): DWA Arbeitsblatt DWA-A 202 - Chemisch-physikalische Verfahren zur Elimination von Phosphor aus Abwasser, DWA (Hrsg.) (Hennef).
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. [DWA] (2014): DWA Merkblatt DWA-M 368 - Biologische Stabilisierung von Klärschlamm, DWA (Hrsg.) (Hennef).
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. [DWA] (2009): DWA Merkblatt DWA-M 380 - Co-Vergärung in kommunalen Klärschlammfaulbehältern, Abfallvergärungsanlagen und landwirtschaftlichen Biogasanlagen, DWA (Hrsg.) (Hennef).

- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. [DWA] (2015): Schadstoffspuren im Wasserkreislauf, Im Klartext, DWA (Hrsg.) (Hennef), unter: [https://de.dwa.de/files/ media/content/01_DIE%20DWA/Forschung%20und%20Innovation/TransRisk_B%C3%BCrgerinformation_Druckfassung-20150316.pdf](https://de.dwa.de/files/media/content/01_DIE%20DWA/Forschung%20und%20Innovation/TransRisk_B%C3%BCrgerinformation_Druckfassung-20150316.pdf) (eingesehen am 26.05.2018)
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. [DWA] (2017): DWA Arbeitsblatt DWA-A 262 - Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Kläranlagen mit bepflanzten und unbepflanzten Filtern zur Reinigung häuslichen und kommunalen Abwassers, DWA (Hrsg.) (Hennef).
- Dießl, K. (2006): Der Corporate-Foresight-Prozess, VDM Verlag Dr. Müller (Saarbrücken).
- Dilly, T. C.; Hoek, J.; Rumberg, M.; Wölle, J. (2016): Transformation kommunaler Abwasserinfrastrukturen - Eine szenarienbasierte Analyse in ländlichen Räumen, in: PLANERIN 06/2016, S. 9-11.
- Ecoplan (2000): Siedlungsentwicklung und Infrastrukturkosten, Schlussbericht , Ecoplan Wirtschafts- und Umweltstudien (Bern)
- Eichert, C. (2004): Der Bevölkerungsrückgang – Eine Handlungsaufforderung an alle Kommunen, in: Troge, A.; Hutter, C.-P. (Hrsg.): Dokumentation der Fachtagung Bevölkerungsrückgang – *Konsequenzen für Flächennutzung und Umwelt*, Beiträge der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg, Band 35/2004, S. 10-12, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH (Stuttgart).
- Effenberger, K.-H.; Gruhler, K.; Gassel, N. (2003): Wärmedienstleistung im Wohngebäudesektor für das Energieprogramm Sachsen, IÖR-Expertise in Zusammenarbeit mit invencon Innovative Energieconsulting GmbH, Dresden, im Auftrag des Instituts für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung IER (Stuttgart).
- Emmerling, D. (2012): Geburten, Sterbefälle, Eheschließungen 2011, in: Statistisches Bundesamt [destatis] (Hrsg.): Wirtschaft und Statistik 12/2012, unter: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/WirtschaftStatistik/Bevoelkerung/GeburtenSterbefaelleEhe2011_122012.pdf?_blob=publicationFile (eingesehen am 13.06.2018)
- Felmelden, J.; Libbe, J.; Michel, B.; Schramm, E.; Winker, M. (2016): Integrierte Infrastrukturbetrachtung - Zur Umsetzung Neuartiger Wasserinfrastrukturen, in: PLANERIN 06/2016, S. 9-11.
- Franz, P. (2003): Sind schrumpfende Städte gleichbedeutend mit einer schrumpfenden Wirtschaft? Der Fall Ostdeutschland, in: Institut für Wirtschaftsforschung Halle (Hrsg.): IWH Diskussionspapiere Nr. 175 (Halle, S.).
- Franzen, N.; Hahne, U.; Hartz, A.; Kühne, O.; Schafranski, F.; Spellerberg, A.; Zeck, H. (2008) : Herausforderung Vielfalt - Ländliche Räume im Struktur- und Politikwandel, E-Paper der ARL, No. 4 (Hannover). ISBN 978-3-88838-721-0

- Friedrich, K; Müller, S. (2000): Halle-Neustadt - Gegenwart und Perspektiven eines ostdeutschen Großwohngebiets im Zeichen kumulativer Schrumpfungsprozesse, in: Haller Jahrbuch Geowissenschaften, Reihe A, Band 22, S. 119 - 129.
- Gaßner, R.; Steinmüller, K: (2006): Narrative normative Szenarien in der Praxis, in: Wilms, Falko E. P. (Hrsg.): Szenario-Technik - Vom Umgang mit der Zukunft, Haupt Verlag (Bern), S. 133-144.
- Gausemeier, J.; Fink, A.; Schlake, O. (1996): Szenario-Management - Planen und Führen nach Szenarien, 2. neu bearbeitete Auflage, Hanser Fachbuch (München, Wien).
- Gebhardt, H. (2003): Das Zentrale-Orte-Konzept heute - neoklassischer "Ladenhüter" oder zeitgemäßes Instrument zum "framing" von Planungsprozessen?, Fachvortrag auf dem Kolloquium des Geographischen Instituts der Universität Münster, am 2. Dezember 2003, unter: www2.geog.uni-heidelberg.de/anthropo/mitarbeiter/gebhardt/pdf/zentrale_orte.pdf (eingesehen am 22.09.2017)
- Giese, T.; Londong, J. (Hrsg.) (2015): Kopplung von regenerativer Energiegewinnung mit innovativer Stadtentwässerung - Synthesebericht zum Forschungsprojekt KREIS, in: Schriftenreihe des Bauhaus-Instituts für zukunftsweisende Infrastruktursysteme, Band 30, 16. Jg. 2015, Bauhaus-Universität Weimar, Rhombos Verlag (Berlin). ISBN 978-3-944101-56-9
- Grabski-Kieron, U. (2007): Geographie und Planung ländlicher Räume in Mitteleuropa, in: Gebhardt, H; Glaser, R.; Radtke, U; Reuber, P. (Hrsg.): Geographie - Physische Geographie und Humangeographie, Elsevier (München), S. 602 - 615.
- Grambow, M. (2008): Wassermanagement - Integriertes Wasser-Ressourcenmanagement von der Theorie zur Umsetzung, Friedr. Vieweg & Sohn Verlag | GVW Fachverlage GmbH (Wiesbaden).
- Greeuw, S. C. H. et al. (2000): Cloudy Crystal Balls - An Assessment of recent European and global Scenario studies and Models, in: Environmental issues series, no 17, European Environmental Agency (Copenhagen).
- Gruber, E. (2017): Im Ruhestand aufs Land? Ruhestandsmigration und deren Bedeutung für ländliche Räume in Österreich, Lit. Verlag (Wien). ISBN 978-3-643-50807-2
- Grunwald, A. (2002): Technikfolgenabschätzung. Eine Einführung, Edition Sigma (Berlin).
- Grunwald, A. (2007): Umstrittene Zukünfte und rationale Abwägung. Prospektives Folgewissen in der Technikfolgenabschätzung, in: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 16 (1), S. 54-63.
- Haan, G. de; Huck, J.; Schröder, T. (2009): Delphi-Studie zur Zukunft der Flächennutzung, in: PLANERIN 05/2009, S. 50 - 51.
- Hannemann, C. (2004): Marginalisierte Städte - Probleme, Differenzierungen und Chancen ostdeutscher Kleinstädte im Schrumpfungsprozess (Berlin).

- Hauber, G. (2010): Wasserwege in der Stadt, in: Der Gemeinderat 04/2010, pro Verlag und Service GmbH (Schwäbisch-Hall), S. 58-59.
- Häußermann, H, Siebel, W. (2004): Schrumpfende Städte - schrumpfende Phantasie, in: Merkur - Deutsche Zeitschrift für europäisches Denken, 58. Jahrgang, Heft 664, Verlag Klett-Cotta (Stuttgart), S. 682-692.
- Heiland, S.; Regener, M.; Stutzriemer, S. (2004): Folgewirkungen der demografischen Entwicklung in Sachsen im Geschäftsbereich des SMUL, Endbericht (Dresden).
- Heineberg, H. (2007): Grundriss Allgemeine Geographie: Einführung in die Anthropogeographie/Humangeographie., UTB für Wissenschaft, Schöningh (Paderborn).
- Heineberg, H. (2008): Städte in Deutschland zwischen Wachstum, Schrumpfung und Umbau aus geographischer Perspektive, in: Lampen, A.; Owzar, A. (Hrsg.): Schrumpfende Städte in historischer Perspektive, Städteforschung A 76, Böhlau (Köln - Weimar - Wien), S. 295-324.
- Heinecke, A.; Schwager, M. (1995): Die Szenario-Technik als Instrument der strategischen Planung. In: *Berichte des Instituts für Wirtschaftswissenschaften der TU -Braunschweig* (Braunschweig).
- Herfert, G. (2004): Die ostdeutsche Schrumpflandschaft - Schrumpfende und stabile Regionen, Städte und Wohnquartiere, in: Geographische Rundschau Jg. 56, 2004, Heft 2, S. 57 - 62.
- Hesse, J. J. (2010): Kommunalstrukturen in Niedersachsen - Untersuchung im Auftrag des Ministeriums für Inneres und Sport des Landes Niedersachsen, unter: [http://www.nlt.de/pics/medien/1_1279203451/Hesse-Gutachten - Kommunalstrukturen in Niedersachsen.pdf](http://www.nlt.de/pics/medien/1_1279203451/Hesse-Gutachten_-_Kommunalstrukturen_in_Niedersachsen.pdf) (eingesehen am 09.02.2018).
- Hillenbrand, T.; Londong, J.; Steinmetz, H.; Wilhelm, C.; Sorge, C.; Söbke, H.; Nyga, I.; Minke, R.; Menger-Krug, E. (2016): Anpassung an neue Herausforderungen – nachhaltige Wasserinfrastruktursysteme für Bestandsgebiete, in: KA – Korrespondenz Abwasser, Abfall 63 (11), S. 992 – 998.
- Hoek, J.; Rumberg, M.; Felz, C. (2016): Milieuspezifische Anforderungen an Neuartige Sanitärsysteme (NASS) in ländlichen Siedlungen, in: Vorbereitender Bericht zur gemeinsamen Jahrestagung der DASL und ARL zum Thema Daseinsvorsorge und Zusammenhalt, vom 16.-17. September 2016, in Hannover, S. 141-146.
- Hoek, J. (2016): Szenarienmanagement und Entwicklungsszenarien ländlicher Siedlungen, Fachvortrag im Rahmen der SinOptiKom-Abschlussveranstaltung *Kommunale Wasserinfrastruktur im ländlichen Raum - Herausforderungen und Entwicklungsperspektiven*, am 03. November 2016 (Rockenhausen).
- Hoek, J.; Schubing, D. (2017): Die langfristige Wohnflächennachfrage in Deutschland und am Beispiel der Metropolregion Hamburg, in: Steinebach, G. (Hrsg.): Diskussionspapiere zur Stadtplanung, Heft 12, Technische Universität Kaiserslautern (Kaiserslautern), unter: <https://kluedo.ub.uni-kl.de/frontdoor/index/index/docId/4799> (eingesehen am 09.04.2018)

- Hoggart, K. (1990): Let's do away with rural, in: Journal of Rural Studies 6(3): pp. 245-257.
- Hoppe, T. (2010): Der ländliche Raum im 21. Jahrhundert – Neubewertung einer unterschätzten Raumkategorie: ein methodischer und regionaler Beitrag zur Kulturlandschaftsforschung und Raumplanung am Beispiel Schleswig-Holstein. BoD–Books on Demand (Norderstedt).
- Hummel, D; Lux, A. (2006): Die Rechnung geht nicht auf: Weniger Menschen = niedriger Wasserverbrauch - Rückgang der Bevölkerung fordert Planer von Versorgungssystemen heraus, in: Forschung Frankfurt 1-2006, S. 60 - 63.
- INIS-Expertenkreis (2015): Protokoll des 2. INIS Workshop "Stadt- und Freiraumplanung", der BMBF-Fördermaßnahme NaWaM-INIS, vom 19. März 2015 (Hamburg). Unter: https://nawam-inis.de/sites/default/files/dokumente/veranstaltung/en/2015-03-19_hamburg_protokoll.pdf (zuletzt eingesehen am 23.03.2017)
- Institut für Unterirdische Infrastruktur [IKT] (2017): Länge und Wiederbeschaffungswert der Unterirdischen Infrastruktur in Deutschland und der Europäischen Union, Onlineveröffentlichung des IKT, unter: <http://www.ikt.de/wp-content/uploads/2017/03/ikt-unterirdische-infrastrukturen-netzlaengen-wiederbeschaffungswerte-deutschland-eu.pdf> (eingesehen am 20.05.2018)
- Junkernheinrich, M.; Frankenberg, D.; Steidel, D. (2012): Fusion von Verbandsgemeinden und verbandsfreien Gemeinden in Rheinland-Pfalz (Teil A) - Prüfung der Ausnahmegründe von der Fusionspflicht im Rahmen der territorialen Neugliederung rheinland-pfälzischer Verbandsgemeinden und verbandsfreier Gemeinden, Gutachten im Auftrag des Ministeriums des Innern, für Sport und Infrastruktur [MDI], unter: https://mdi.rlp.de/fileadmin/isim/Unsere_Themen/Staedte_und_Gemeinden/Dokumente/Kommunal- und Verwaltungsreform/Gebietsreform/Junkernheinrich_Teil_A.pdf (eingesehen am 11.02.2018).
- Junkernheinrich, M.; Lorig, W. H. (Hrsg.) (2013): Kommunalreformen in Deutschland, Nomos (Baden-Baden). ISBN 978-3-8329-7917-1
- Kahn, H.; Wiener, A. J. (1967): The Year 2000 - A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years, Macmillan (New York).
- Kirschey, T. (2012): Bevölkerungsvorausberechnung für die verbandsfreien Gemeinden und Verbandsgemeinden bis 2030, in: Stat. LA RLP (Hrsg.): Statistische Monatshefte Rheinland-Pfalz 12/2012 (Bad Ems), S. 1091 - 1100.
- Kirschey, T. (2015): Bevölkerungsvorausberechnung für die verbandsfreien Gemeinden und Verbandsgemeinden bis 2035, in: Stat. LA RLP (Hrsg.): Statistische Monatshefte Rheinland-Pfalz 10/2015 (Bad Ems), S. 957 - 965.
- Köppen, B. (2008): Kommunen und demografischer Wandel in Deutschland - regionale Muster, in: Heinelt, H.; Vetter, A. (Hrsg): Lokale Politikforschung heute, VS Verlag für Sozialwissenschaften (Wiesbaden).
- Korda, M. (Hrsg.) (2005): Städtebau - Technische Grundlage, 5. neubearb. Auflage, B. G. Teubner Verlag / GVW Fachverlage GmbH (Wiesbaden). ISBN-13: 978-3-322-80177-7

- Kosow, H.; Gaßner, R. (2008): Methoden der Zukunfts- und Szenarioanalyse. Überblick, Bewertung und Auswahlkriterien (Berlin). Unter: https://www.izt.de/fileadmin/publikationen/IZT_WB103.pdf (zuletzt eingesehen am 07.03.2017).
- Koziol, M.; Walther, J. (2006): Ökonomische Schwellenwerte bei der Rücknahme von technischer Infrastruktur in der Stadt. In: Informationen zur Raumentwicklung, Heft 5/2006, S. 259-269.
- Koziol, M. (2007): Demografische Entwicklungen in Deutschland und ihre Konsequenzen für die Wasserverteilungsnetze und Abwasserkanalisationen, in: Forum der Forschung 20/2007, S. 25-28.
- Koziol, M.; Walther, J. (2009): Abschätzung der Infrastrukturfolgekosten - Das Beispiel der Region Gießen-Wetzlar, in: Preuß, T.; Floeting, H. (Hrsg.): Folgekosten der Siedlungsentwicklung - Bewertungsansätze, Modelle und Werkzeuge der Kosten-Nutzen-Betrachtung (Berlin), S. 72 - 83.
- Köppen, B. (2008): Kommunen und demografischer Wandel in Deutschland – regionale Muster, in: Heinelt, H.; Vetter, A. (Hrsg.): Lokale Politikforschung heute, VS Verlag für Sozialwissenschaften | GWV Fachverlage GmbH, (Wiesbaden), S. 271 - 281. ISBN 978-3-531-15803-7
- Kreibich, R. (2006): Zukunftsforschung, in: ArbeitsBericht 23/2006, Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (Berlin).
- Krüper, J. (2010): Das Einvernehmen der Gemeinde nach § 36 BauGB - materiell-, verfahrens- und prozessrechtliche Aspekte, in: Zeitschrift für das juristische Studium 05/2010, S. 582 - 591.
- Kühntopf, S.; Stedtfeld, S. (2012): Wenige junge Frauen im ländlichen Raum: Ursachen und Folgen der selektiven Abwanderung in Ostdeutschland, in: BiB Working Paper 03/2012, Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung [BiB] (Wiesbaden), unter: https://www.bib.bund.de/Publikation/2012/pdf/Wenige-junge-Frauen-im-laendlichen-Raum-Ursachen-und-Folgen-der-selektiven-Abwanderung-in-Ostdeutschland.pdf?_blob=publicationFile&v=2 (eingesehen am 11.04.2018).
- Küpper, P. (2010): Regionale Reaktionen auf den demographischen Wandel in dünn besiedelten, peripheren Räumen: Ergebnisse einer deutschlandweiten Befragung, in: Raumforschung und Raumordnung, Band 68, Ausgabe 3, Springer Verlag (Heidelberg), S. 169 - 180. DOI 10.1007/s13147-010-0031-9
- Lange, J.; Otterpohl, R. (2000): Abwasser - Handbuch zu einer zukunftsfähigen Wasserwirtschaft, 2. überarbeitete Auflage, Mallbeton-Verlag (Donaueschingen-Pföhr).
- Libbe, J.; Köhler, H.; Beckmann, K. J. (2010): Infrastruktur und Stadtentwicklung, Technische und soziale Infrastrukturen - Herausforderungen und Handlungsoptionen für Infrastruktur- und Stadtplanung, Edition Difü - Stadt, Forschung, Praxis, Bd. 10, Deutsches Institut für Urbanistik (Berlin). ISBN: 978-3-88118-483-0

- Libbe, J.; Scheele, U. (2008): Räumliche Aspekte von Qualitäts- und Versorgungsstandards in der deutschen Wasserwirtschaft, in: Informationen zur Raumentwicklung (IzR), Themenheft 1/2.2008, S. 101–112.
- Link, F.-G. (2004): Ergebnisse der Fachtagung. In: Troge, A.; Hutter, C.-P. (Hrsg.): Dokumentation der Fachtagung *Bevölkerungsrückgang – Konsequenzen für Flächennutzung und Umwelt*, Beiträge der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg, Band 35/2004, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH (Stuttgart).
- Londong, J. (2006): Neue Sanitärsysteme - Wirklich neu?, in: Gewässerschutz - Wasser - Abwasser (GWA), Band 204, Institut für Siedlungswasserwirtschaft RWTH Aachen (Aachen).
- Londong, J.; Alexeeva-Steiniger, J.; Welch Guerra, M.; Meyer, D.; Sauer, S.; Schröder, M.; Kobel, C.; Steinke, M.; Müllerstedt, N. (2010): Auswirkungen des demografischen Wandels auf die technische Infrastruktur von Abfallentsorgung, Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung in ländlichen Regionen in den neuen Bundesländern, Kurzexpertise im Auftrag des Bundesministeriums des Innern, Endbericht (Weimar).
- Londong, J.; Hillenbrand, T.; Niederste-Hollenberg, J. (2011): Demographischer Wandel: Anlass und Chance für Innovationen in der Wasserwirtschaft, in: KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall, 58. Jahrgang, Nr. 2, DWA [Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.] (Hennef), S. 152 - 158.
- Maretzke, S. (2016): Demographischer Wandel im ländlichen Raum - So vielfältig wie der Raum, so verschieden die Entwicklung, in: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung [BBSR] (Hrsg.): Informationen zur Raumentwicklung, Heft 02/2016 (Bonn), S. 169 - 187, unter: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/IzR/2016/2/Inhalt/downloads/maretzkedl.pdf;jsessionid=58961A14120ED63184AC73B336065673.live11294?_blob=publicationFile&v=3 (eingesehen am 25.04.2018).
- Miegel, M. (2016): Demografische Sackgasse - Ein unfruchtbares Biotop, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung [FAZ], Ausgabe Nr. 82, vom 08.04.2016, S. 16, unter: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/arm-und-reich/meinhard-miegel-ueber-deutschlands-demographischen-wandel-14166016.html> (eingesehen am 22.03.2018)
- Milbert, A.; Sturm, G. (2016): Binnenwanderungen in Deutschland zwischen 1975 und 2013, in: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung [BBSR] (Hrsg.): Informationen zur Raumentwicklung, Heft 02/2016 (Bonn), S. 121 - 144, unter: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/IzR/2016/2/Inhalt/downloads/milbert-sturm-dl.pdf?_blob=publicationFile&v=3 (eingesehen am 12.04.2018).
- Ministerium des Innern und für Sport Rheinland-Pfalz [MDI RLP] (2008): Landesentwicklungsprogramm (LEP) IV, oberste Landesplanungsbehörde (Mainz), unter: <https://mdi.rlp.de/ar/unsere-themen/staedte-und-gemeinden/struktur/> (eingesehen am 08.02.2018)
- Moss, T. (2011): Empfehlungen zur Wasserver- und entsorgungsinfrastruktur, in: Haaren, C. von; Galler, C. (Hrsg.): Zukunftsfähiger Umgang mit Wasser im Raum, Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL, Band 234 (Hannover), S.170 - 178.

- Müller, B.; Otto, A. (2007): Umdenken in der Planung: Abschied vom „Wachstumsparadigma“, in: Leibnitz-Gemeinschaft e.V. (Hrsg.): Zwischenruf - Raumwissenschaftliche Forschung für die politische Praxis, Heft 01/2007, S. 28-29.
- Müller, B.; Wiechmann, T. (2003): Anforderungen an Steuerungsansätze der Stadt- und Regionalentwicklung unter Schrumpfungsbedingungen, in: ARL Arbeitsmaterial 303, S. 112-124.
- Müller-Ibold, K (1996): Einführung in die Stadtplanung, Band 1: Definitionen und Bestimmungsfaktoren, Verlag W. Kohlhammer (Stuttgart).
- Nickel, D.; Wilhelm, C. (2016): INIS-Abschlusskonferenz „Zukunftsfähige Wasserinfrastrukturen“, in: KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall 63 (11), S. 953 - 955.
- Oelmann, M.; Roters, B.; Hoffian, A.; Hippe, M.; Wedmann, T. (2017): Investitionsstau in der Abwasserentsorgung - Ausgewählte Lösungsansätze aus ökonomischer und ingenieurwissenschaftlicher Perspektive, in: KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall (64), Nr. 2, S. 131-138, unter: http://fischer-teamplan.de/fileadmin/news_import/Investitionsstau_in_der_Abwasserentsorgung.pdf (eingesehen am 21.05.2018).
- Peter, A. (2006): Stadtquartiere auf Zeit in einer alternden Gesellschaft. Detailstudien in Wolfen-Nord und Hoyerswerda-Neustadt, in: Berichte zur deutschen Landeskunde, Band 80, Heft 3, S. 275 - 293.
- Phelbs, R.; Chan, C.; Kapsalis, S. C. (2001): Does scenario planning affect performance? Two exploratory studies, in: Journal of Business Research, no 51, S. 223 - 232.
- Planungsgemeinschaft Westpfalz [PGW] (2015): Regionaler Raumordnungsplan (ROP) Westpfalz IV - 1. Teilfortschreibung 2014 - Gesamtkarte, unter: <http://www.westpfalz.de/media/rop-iv-gesamtkarte-1r> (eingesehen am 14.02.2018)
- Preuß, T.; Floeting, H. (Hrsg.) (2009): Folgekosten der Siedlungsentwicklung - Bewertungsansätze, Modelle und Werkzeuge der Kosten-Nutzen-Betrachtung, Beiträge aus der REFINA-Forschung, Reihe REFINA Band III (Berlin).
- Priebs, A. (1999): Die Region ist die Stadt! Ein Plädoyer für dauerhafte und verbindliche Organisationsstrukturen für die Stadtregion, BBSR (Hrsg.): Informationen zur Raumentwicklung, Heft 9/10 (Bonn), S. 617 – 628.
- Popp, H.; Obermaier, G. (Hrsg.) (2009): Raumstrukturen und aktuelle Entwicklungsprozesse in Deutschland, Bayreuther Kontaktstudium Geographie, Band 5, Verlag Naturwissenschaftliche Gesellschaft Bayreuth e.V. (Bayreuth). ISBN 978-3-939146-02-5
- Raphael, M. (2011): Die Konsolidierung der kommunalen Verwaltung in Rheinland-Pfalz, in: Trierer Beiträge zur Betriebs- und Volkswirtschaftslehre, Nr. 3 (Trier), unter: https://www.uni-trier.de/fileadmin/fb4/BWL/Schriftenreihe/Nr_3_Raphael_November_2011_Die_Konsolidierung_der_kommunalen_Verwaltung_in_Rheinland-Pfalz.pdf (eingesehen am 08.02.2018)

- Reibnitz, U. von (1992): Szenario-Technik - Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung, Springer Fachmedien (Wiesbaden).
- Reidenbach, M.; Bracher, T.; Grabow, B.; Schneider, S.; Seidel-Schulze, A. (2008): Investitionsrückstand und Investitionsbedarf der Kommunen - Ausmaß, Ursachen, Folgen und Strategien, in: Edition Difü, Band 4 (Berlin). ISBN: 978-3-88118-454-0
- Richter, B. (2013): "Denken in Szenarien" als Methode innovativer strategischer Planung, in: Österreichische militärische Zeitschrift 5/2013.
- Rost, G.; Maier, K.; Böhm, M.; Londong, J. (2015): Auswirkungen eines technischen Paradigmenwechsels auf die wasserwirtschaftliche Organisation in strukturschwachen ländlichen Räumen, in: Raumforschung und Raumordnung, Nr. 73 (2015) S. 343 - 356. DOI 10.1007/s13147-015-0362-7
- Ruther-Mehlis, A. (2009): Szenarien zur Wirtschaftlichkeit der Wohnbauflächenentwicklung in der Region Freiburg, in: Preuß, T.; Floeting, H. (Hrsg.): Folgekosten der Siedlungsentwicklung - Bewertungsansätze, Modelle und Werkzeuge der Kosten-Nutzen-Betrachtung (Berlin), S. 61 - 72.
- Seitz, H. (2004): Demografischer Wandel in Sachsen: Analyse der Auswirkungen des Bevölkerungsrückgangs auf die Ausgaben und Einnahmen des Freistaates Sachsen und seiner Kommunen, Endbericht (Frankfurt/O.).
- Schmidt, B. (2004): Stadtplanung und schrumpfende Städte - Erfahrungen aus Sachsen-Anhalt beim Stadtumbau-Ost, in: Gestein, N.; Glausauer, H.; Hannemann, C.; Petrowsky, W. Pohlan, J. (Hrsg.): Jahrbuch StadtRegion 2003 (Opladen).
- Schramm, E.; Kluge, T.; Winker, M.; Libbe, J.; Stockmann, A.; Million, A.; Bürgow, G.; Londong, J.; Hartmann, M.; Koziol, M.; Scholten, L. (2014): Eine klimagerechte Stadt erfordert integrierte Stadt- und Infrastrukturplanung. Memorandum zu Forschungs- und Umsetzungsbedarf, Fachgespräch am 05. Juni 2014, ISOE- Institut für sozialökologische Forschung (Frankfurt a. Main).
- Siedentop, S; Gornig, M.; Weis, M. (2011): Integrierte Szenarien der Raumentwicklung in Deutschland, in: DIW - Politikberatung Kompakt 60 (Berlin).
- Siedentop, S.; Junesch, R.; Uphues, N. (2011): Der Beitrag der ländlichen Räume Baden-Württembergs zu wirtschaftlicher Wettbewerbsfähigkeit und sozialer Kohäsion - Positionsbestimmung und Zukunftsszenarien, Endbericht (Stuttgart).
- Siedentop, S.; Schiller, G.; Koziol, M.; Walther, J.; Gutsche, J.-M. (2006): Siedlungsentwicklung und Infrastrukturfolgekosten - Bilanzierung und Strategienentwicklung, Projektbericht, in: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung [BBR]: BBR-Online-Publikation Nr. 3/2006 (Bonn).
- Siedentop, S.; Junesch, R.; Klein, M.; Krumm, R.; Kleimann, R. (2014): Wandermotive im ländlichen Raum, Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden - Württemberg (Stuttgart), unter: http://www.uni-stuttgart.de/ireus/dateiuploads/Endbericht_Wandermotive_20150818.pdf (eingesehen am 23.04.2018).

- Siedentop, S.; Hans, M.; Schulwitz, M. (2015): Kommunale Infrastrukturkosten und Demographie, Kurzstudie im Auftrag der Bertelsmann Stiftung für den Kommunalkongress am 16./17. März 2015 in Berlin, unter: https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Infrastrukturkosten_Handout_Siedentop_Kommunalkongress.pdf (eingesehen am 03.05.2018).
- Siedentop, S. (2016): Geplante Schrumpfung: Vom Paradoxon zum Paradigma?, in: Architektenkammer Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Megacity, Ghosttown und Suburbia: Das Phänomen Schrumpfung und Wachstum (Köln).
- Sieverts, T. (1998): Zwischenstadt - zwischen Ort und Welt, Raum und Zeit, Stadt und Land, Springer Fachmedien (Wiesbaden)
- Simon, S; Krämer-Philipp, C. (2015): Die Zukunft von Einfamilienhausgebieten aus den 1950er bis 1970er Jahren – Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige Nutzung, in: vhw Forum Wohnen und Stadtentwicklung e.V. 04/2015, S. 205-210 (Berlin).
- SinOptiKom (2016a): Bestandsanalyse Siedlungs- und Bevölkerungsstruktur - Darstellung der Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung in den Ortsgemeinden der Verbandsgemeinden Enkenbach-Alsenborn und Rockenhausen, Projektbegleitendes Arbeitspapier zum BMBF-Projekt SinOptiKom, TU Kaiserslautern (Kaiserslautern).
- SinOptiKom (2016b): Modellanwendung - Bewertungskriterien und Szenarien, Projektbegleitendes Arbeitspapier zum BMBF-Projekt SinOptiKom, TU Kaiserslautern (Kaiserslautern).
- SinOptiKom (2016c): Sektorübergreifende Prozessoptimierung in der Transformation kommunaler Infrastrukturen im ländlichen Raum, Projektbericht zum Verbundvorhaben SinOptiKom in der BMBF-Fördermaßnahme INIS, Oktober 2016 (www.sinoptikom.de).
- Sinus Markt- und Sozialforschung GmbH (2017): Informationen zu den Sinus-Milieus® 2017, online abrufbar unter: <http://www.sinus-institut.de/veroeffentlichungen/downloads/download/informationen-zu-den-sinus-milieusR/download-file/1759/downloada/download/download-c/Category/> (zuletzt eingesehen am 15.03.2017).
- Spellerberg, A. (2011): Teil A: Rahmenbedingungen der Wohnungsmärkte in den drei Ländern - Allgemein: Demographie und Wohnungsmarkt in den drei Ländern, in: Spehl, H. (Hrsg.): Leerstand von Wohngebäuden in ländlichen Räumen - Beispiele ausgewählter Gemeinden der Länder Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland, E-Paper der ARL Nr. 12 (Hannover).
- Statistisches Bundesamt [destatis] (2015): Bevölkerung Deutschlands bis 2060 - 13. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung (Wiesbaden), unter: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/VorausberechnungBevoelkerung/BevoelkerungDeutschland2060Presse5124204159004.pdf?__blob=publicationFile (eingesehen am 22.03.2018)

- Statistisches Bundesamt [destatis] (2017a): Bevölkerungsentwicklung bis 2060: Ergebnisse der 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung - Aktualisierte Rechnung auf Basis 2015 (Wiesbaden), unter: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/VorausberechnungBevoelkerung/BevoelkerungBundeslaender2060_Aktualisiert_5124207179004.pdf?__blob=publicationFile (eingesehen am 23.03.2018)
- Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz [Stat. LA RLP] (2015): Rheinland-Pfalz 2060 - vierte regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung (Basisjahr 2013), korrigierte Fassung vom 22.07.2015, Statistische Analysen 35/2015 (Bad Ems).
- Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz [Stat. LA RLP] (2016): Amtliches Gemeindeverzeichnis. Statistische Bände, Band 407 (Bad Ems), unter: https://www.statistik.rlp.de/fileadmin/dokumente/baende/Band407_Amtliches_Gemeindeverzeichnis.pdf (eingesehen am 07.02.2018)
- Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz [Stat. LA RLP] (2017): Rheinland-Pfalz Regional - Kreisfreie Städte und Landkreise in Rheinland-Pfalz: Ein Vergleich in Zahlen, unter: http://www.statistik.rlp.de/fileadmin/dokumente/kreisuebersichten/Kreisuebersichten_2016.pdf (eingesehen am 02.02.2018)
- Steinebach, G.; Herz, S.; Jacob, A. (1993): Ökologie in der Stadt- und Dorfplanung - Ökologische Gesamtkonzepte als planerische Zukunftsvorsorge, Birkhäuser Verlag (Basel, Boston, Berlin).
- Steinebach, G.; Gilcher, E.; Felz, C. (2017): Endbericht zur wissenschaftlichen Begleitung und Evaluierung der Zukunftsinitiative „Starke Kommunen - Starkes Land“, Eigenverlag der TU Kaiserslautern (Kaiserslautern). ISBN 978-3-95974-065-4
- Steinebach, G.; Uhlig, C. (2013): Sicherheit im demographischen Wandel, in: Junkernheinrich/Ziegler (Hrsg.): Räume im Wandel – Empirie und Politik, Springer VS, Wiesbaden. S.193-218.
- Steinmetz, H. (2017): Perspektiven der kommunalen Abwasserbehandlung, in: Porth, M.; Schüttrumpf, H. (Hrsg.): Wasser, Energie und Umwelt, Springer Fachmedien (Wiesbaden), S. 2-9. ISBN 978-3-658-15922-1
- Steinmüller, K. (1997): Grundlagen und Methoden der Zukunftsforschung - Szenarien, Delphi, Technikvorausschau, in: Werkstattbericht 21, Sekretariat für Zukunftsforschung (Gelsenkirchen).
- Steinmüller, K. (2002): Workshop Zukunftsforschung, Teil 2 Szenarien: Grundlagen und Anwendungen, Z_punkt GmbH (Essen).
- Stepper, H. (2011): Qualifizierung der integrierten Innenstadtentwicklung durch Visualisierung und Simulation im stadtplanerischen Entwurfsprozess, Dissertation im Fachbereich Raum- und Umweltplanung der Technischen Universität Kaiserslautern, Selbstverlag.
- Steurer, R. (2002): Der Wachstumsdiskurs in Wissenschaft und Politik: Von der Wachstumseuphorie über 'Grenzen des Wachstums' zur Nachhaltigkeit, VWF - Verlag für Wissenschaft und Forschung (Berlin). ISBN 978-389700-338-5

- Steurer, R. (2010): Die Wachstumskontroverse als Endlosschleife: Themen und Paradigmen im Rückblick, in: Wirtschaftspolitische Blätter, Heft 4/2010, S. 423–435, unter: https://www.wachstumimwandel.at/wp-content/uploads/Steurer_2010_Wachstumskontroverse-als-Endlosschleife_WipolitBlaetter.pdf (eingesehen am 29.03.2018).
- Streich, B. (2005) Städtebauliche Strukturplanung, in: Stadtplanung in der Wissensgesellschaft. VS Verlag für Sozialwissenschaften (Wiesbaden). ISBN 978-3-531-14569-3
- Strell, M. (1913): Die Abwasserreinigungsfrage in ihrer geschichtlichen Entwicklung von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart, Verlag von F. Leineweber (Leipzig), Faksimiledruck des 1913 erschienenen gleichnamigen Bandes, ATV(1988).
- Tegart, G.; Johnston, R. (2004): Some Advances in the Practice of Foresight, Proceedings of the EU-US Scientific Seminar: New Technology Foresight, Forecasting & Assessment Methods, May 03-14, 2014, in Seville (Spain).
- Thünen Institut (2016): Abgrenzung und Typisierung ländlicher Räume, Thünen Working Paper, No. 68 (Braunschweig), unter: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:253-201612-dn057783-5> (eingesehen am 22.05.2018).
- Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt [TMLNU] (Hrsg.) (2009): Leitfaden zur Verminderung des Phosphoreintrags aus Kläranlagen (Erfurt), unter: <http://apps.thueringen.de/de/publikationen/pic/pubdownload1044.pdf> (eingesehen am 24.05.2018)
- Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz [TMLFUN] (2012): Auswirkungen der demografischen Entwicklung auf die Abwasserentsorgung (Erfurt), Unter: <http://apps.thueringen.de/de/publikationen/pic/pubdownload1364.pdf> (03.03.2017).
- Tietz, H.-P.; Hühner, T. (Hrsg.) (2011): Zukunftsfähige Infrastruktur und Raumentwicklung - Handlungserfordernisse für Ver- und Entsorgungssysteme, in: Forschungs- und Sitzungsberichte der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Band 235 (Hannover). ISBN 978-3-88838-064-8
- Ulmer, F.; Renn, O.; Ruther-Mehlis, A.; Jany, A.; Lilienthal, M.; Malbur,-Graf, B.; Pietsch, J. Selinger, J. (2007): Erfolgsfaktoren zur Reduzierung des Flächenverbrauchs in Deutschland - Evaluation der Ratsempfehlungen „Mehr Wert für die Fläche: das Ziel 30 ha“, in: Rat für Nachhaltige Entwicklung Texte Nr. 19 (Stuttgart, Nürtingen)
- Umweltbundesamt [UBA] (2010): Demographischer Wandel als Herausforderung für die Sicherung und Entwicklung einer kosten- und ressourceneffizienten Abwasserinfrastruktur, UBA-Texte 36/2010 (Dessau-Roßlau).
- Umweltbundesamt [UBA] (2013): Demographischer Wandel – Herausforderungen und Handlungsempfehlungen für Umwelt- und Naturschutz, Teil I: Literaturstudie zur Aktualisierung und Verifizierung des vorliegenden Erkenntnisstandes und Aufbereitung für die Ressortaufgaben, Texte 78/2013 (Dessau-Roßlau).

- Umweltbundesamt [UBA] (2017): Erneuerbare Energien in Deutschland - Daten zur Entwicklung im Jahr 2016. Hintergrund – März 2017 (Dessau-Roßlau), unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/erneuerbare_energien_in_deutschland_daten_zur_entwicklung_im_jahr_2016.pdf (eingesehen am 25.05.2018)
- Vallée, D. (Hrsg.) (2012): Strategische Regionalplanung, Forschungs- und Sitzungsberichte der Akademie für Raumforschung und Landesplanung [ARL], Band 237 (Hannover). ISBN: 978-3-88838-066-2
- Van Notten, P. W. F.; Rotmans, J.; van Asselt, M. B. A.; Rothman, D. S. (2003): An updated scenario typology, in: Futures 35/2003, S. 423 - 443.
- Vicenzotti, V. (2017): Thomas Sieverts: Zwischenstadt, in: Eckardt, F. (Hrsg.): Schlüsselwerke der Stadtforschung, Springer Fachmedien (Wiesbaden). ISBN 978-3-658-10437-5
- Wang, X.; Hofe, R. (2007): Research Methods in Urban and Regional Planning, Springer (Berlin, Heidelberg, New York) ISBN 978-3-540-49658-8
- Wardenga, U. (2002): Alte und neue Konzepte für den Geographieunterricht, in: Geographie heute, 23. Jg., Heft 200, S. 4 - 7.
- Weingarten, P.; Neumeier, S.; Copus, A.; Psaltopoulos, D. Skuras, D.; Balamou, E. (2010): Building a typology of European Rural Areas for the spatial impact assessment of policies (TERA-SIAP). Publications Office of the European Union, JRC Scientific and Technical Reports (Luxemburg).
- Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt [Wbbau] (Hrsg.) (2009): Neuartige Sanitärsysteme: Begriffe, Stoffströme, Behandlung von Schwarz-, Braun-, Gelb-, Grau- und Regenwasser, Stoffliche Nutzung, Autorengemeinschaft in fachlicher Kooperation mit der DWA, Universitätsverlag der Bauhaus-Universität Weimar (Weimar).
- Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt [Wbbau] (Hrsg.) (2013): Siedlungswasserwirtschaft im ländlichen Raum - Teil 1: Abwasserentsorgung, Autorengemeinschaft in fachlicher Kooperation mit der DWA, Universitätsverlag der Bauhaus-Universität Weimar (Weimar). ISBN: 978-3-86068-310-1
- Westphal, C. (2008): Dichte und Schrumpfung - Kriterien zur Bestimmung angemessener Dichten in Wohnquartieren schrumpfender Städte aus Sicht der stadttechnischen Infrastruktur, IÖR Schriften, Band 49 (Dresden). ISBN 978-3-933053-34-3
- Weyer, J. (1994): Wissenschaftstheoretische Implikationen des Praktisch-Werdens der sozialwissenschaftlichen Technikfolgenabschätzung, in: Weyer, J. (Hrsg.): Theorie und Praktiken der Technikfolgenabschätzung, Profil Verlag (Wien), S. 7-14.
- Wiest, K (2001): Die Stabilität von Wohngebieten in schrumpfenden Stadtregionen Sachsens - Eine Analyse charakteristischer Problemkonstellationen, in: Europa regional, Jg. 9, Heft 2, S.192 - 203.

- Wille, E. (1970): Planung und Information - Eine Untersuchung ihrer Wechselwirkungen unter besonderer Berücksichtigung eines mehrjährigen Plans für die öffentlichen Finanzen, in: Volkswirtschaftliche Schriften, Heft 148 (Berlin).
- Wilson, I. H. (1979): „Scenarios“, in: Fowles, J. (Hrsg.): Handbook of Futures Research (London).
- Wölle, J.; Dilly, T. C.; Schmitt, T. G.; Holzhauser, M.; Hoek, J. (2016): Strategieentwicklung zur Transformation der ländlichen Abwasserinfrastruktur unter Einfluss des demografischen Wandels, in: KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall 11/2016, S. 976 - 981.
- Worreschk, S.; Hoek, J.; Kaufmann Alves, I.; Herz, S.; Bellefontaine, R. (2015): Szenarien-Management für die Transformation von Wasserinfrastrukturen unter Berücksichtigung der Siedlungsentwicklung. In: DVGW energie | wasser-praxis 04/15, S. 25-27
- Zeck, H. (2003): Zentrale Orte als räumliches Konzept für Anpassungsstrategien, in: Informationen zur Raumentwicklung, Heft 12 (Bonn), S. 725 - 736.

Internetquellen

- Bio-Solar-Haus (2018): Internetpräsenz des Unternehmens Bio-Solar-Haus®, unter: <https://www.bio-solar-haus.de/> (eingesehen am 01.03.2018)
- Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung [BBR] (2010): IRB-Lagetypen gemäß klassischer Zentrenkonzeption, unter: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbeobachtung/UeberRaumbeobachtung/Komponenten/VergleichendeStadtbeobachtung/Raumliches/LagetypenIRB/Lagetypt.html> (eingesehen am 31.05.2018)
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung [BBSR] (o.J.b): Laufende Raumbeobachtung - Raumabgrenzungen: Siedlungsstrukturelle Kreistypen 2015, unter: http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbeobachtung/Raumabgrenzungen/Kreistypen4/kreistypen_node.html (eingesehen am 23.01.2018)
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung [BBSR] (o.J.c): Laufende Raumbeobachtung - Raumabgrenzungen: Städtischer und Ländlicher Raum, unter: http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbeobachtung/Raumabgrenzungen/Kreistypen2/kreistypen_node.html (eingesehen am 23.01.2018)
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung [BBSR] (2012): Raumordnungsprognose 2030: Karte zur Regionalen Alterung 2010 bis 2030, unter: http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbeobachtung/UeberRaumbeobachtung/Komponenten/Raumordnungsprognose/Download_ROP2030/Karte_Alterung.pdf?blob=publicationFile&v=2 (eingesehen am 04.04.2018)
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung [BBSR Bonn] (2017): INKAR-online - Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung, Online-Atlas des BBSR, Datenlizenz Deutschland, Version 2.0, unter: <http://www.inkar.de/> (eingesehen am 07.05.2018)
- Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung [BiB] (2017): Wanderungshäufigkeit über Gemeindegrenzen nach Alter und Geschlecht in Deutschland 2015, BiB (Wiesbaden), unter: https://www.bib.bund.de/DE/ZahlenundFakten/10/Abbildungen/a_10_03_wanderungshaeufigkeit_gemeindegrenzen_alter_geschl_d_2015.html?nn=4958496 (eingesehen am 11.04.2018)
- Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung [BiB] (2018a): Glossar - Allgemeine Geburtenziffer, BiB (Wiesbaden), unter: https://www.bib.bund.de/SharedDocs/Glossareintraege/DE/A/allgemeine_geburtenziffer.html (eingesehen am 03.04.2018)
- Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung [BiB] (2018b): Zahlen und Fakten - Bevölkerungsrückgang bis 2040 in den meisten Bundesländern, BiB (Wiesbaden), unter: <http://www.demografie-portal.de/SharedDocs/Informieren/DE/ZahlenFakten/Bevoelkerung-Laender.html> (eingesehen am 03.05.2018)
- Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung [BiB] (2018c): Zahlen und Fakten - Binnenwanderungen, BiB (Wiesbaden), unter: https://www.bib.bund.de/DE/ZahlenundFakten/10/binnenwanderungen_node.html (eingesehen am 11.04.2018)

- Bundesministerium für Bildung und Forschung [BMBF] (2014a): EDIT – Krankheitserreger im Wasser schnell nachweisen, Informationspapier zum Forschungsprojekt Edit, der Fördermaßnahme NaWaM-INIS, unter: https://nawam-inis.de/sites/default/files/dokumente/projektblatt_edit_2014_barrierefrei.pdf (eingesehen am 16.05.2018).
- Bundesministerium für Bildung und Forschung [BMBF] (2014b): nidA200 – Nachhaltiges, innovatives und dezentrales Abwasserreinigungssystem, Informationspapier zum Forschungsprojekt nidA200, der Fördermaßnahme NaWaM-INIS, unter: https://nawam-inis.de/sites/default/files/dokumente/projektblatt_nida200_2014_barrierefrei.pdf (eingesehen am 16.05.2018).
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit [BMU] (2017a): Abfallwirtschaft - Abfallarten/Abfallströme: Klärschlamm, unter: <http://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/abfallwirtschaft/abfallarten-abfallstroeme/klaerschlamm/> (eingesehen am 16.05.2018)
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit [BMU] (2017b): Abfallwirtschaft - Klärschlammverordnung [AbfKlärV], unter: http://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/abfallwirtschaft/wasser-abfallwirtschaft-download/artikel/klaerschlammverordnung-abfklaerv/?tx_ttnews%5BbackPid%5D=608 (eingesehen am 16.05.2018)
- EUROWATER (2018): Aktivkohlefilter, unter: <https://www.eurowater.de/wasser/aufbereitungsanlagen/standardprodukte/aktivkohlefilteranlagen.aspx> (eingesehen am 26.05.2018)
- Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt [BSU HH] (2013): Hamburgs Wasserwirtschaft - Daten und Fakten, Informationsmaterial, unter: <http://www.hamburg.de/contentblob/4139288/57f7de51aa3e395265cee02c868954a7/data/wasserwirtschaft-flyer.pdf> (eingesehen am 22.05.2018).
- Gemeinde- und Städtebund Rheinland Pfalz [GStB RLP] (2018a): Kommunalbrevier RLP - Entstehung der Verbandsgemeinden in Rheinland-Pfalz, unter: <https://www.kommunalbrevier.de/kommunalbrevier/Kommunalpolitik-A-Z/Verbands-gemeinde-Ortsgemeinden/Entstehung-der-Verbandsgemeinden-in-Rheinland-Pfalz/> (eingesehen am 08.02.2018)
- Gemeinde- und Städtebund Rheinland Pfalz [GStB RLP] (2018b): Kommunalbrevier RLP - Flächennutzungsplanung als geborene Selbstverwaltungsaufgabe, unter: <https://www.kommunalbrevier.de/kommunalbrevier/Kommunalpolitik-A-Z/Verbandsgemeinde-Ortsgemeinden/Eigene-Aufgaben-der-Verbandsgemeinde-nach-67-GemO/Flaechen-nutzungsplanung-als-geborene-Selbstverwaltungsaufgabe/> (eingesehen am 08.02.2018)
- Gemeinde- und Städtebund Rheinland Pfalz [GStB RLP] (2018c): Kommunalbrevier RLP - Geborene Selbstverwaltungsaufgaben der Verbandsgemeinde nach § 67 Abs. 1 GemO, unter: <https://www.kommunalbrevier.de/kommunalbrevier/Kommunalpolitik-A-Z/Verbandsgemeinde-Ortsgemeinden/Eigene-Aufgaben-der-Verbandsgemeinde-nach-67-GemO/Geborene-Selbstverwaltungsaufgaben-der-Verbandsgemeinde-nach-67-Abs-1-GemO/> (eingesehen am 08.02.2018)

- Geoportal Wasser Rheinland-Pfalz [Geoportal Wasser RLP] (o.J.): Pflanzenkläranlage Sankt Alban, Verbandsgemeinde Rockenhausen, unter: [http://www.geoportal-wasser.rlp.de/servlet/is/8343/Pflanzenklaeranlage_KA%20St%20Alban%20\(VG%20Rockenhausen\).pdf](http://www.geoportal-wasser.rlp.de/servlet/is/8343/Pflanzenklaeranlage_KA%20St%20Alban%20(VG%20Rockenhausen).pdf) (eingesehen am 21.06.2018)
- Hamburg Wasser (2018): Der HAMBURG WATER Cycle® in der Jenfelder Au, unter: <https://www.hamburgwatercycle.de/das-quartier-jenfelder-au/der-hwc-in-der-jenfelder-au/> (eingesehen am 21.05.2018).
- Ministerium des Innern und für Sport Rheinland-Pfalz [MDI RLP] (2018a): Struktur der rheinland-pfälzischen Gemeinden, Städte, Verbandsgemeinden und Landkreise, unter: <https://mdi.rlp.de/ar/unsere-themen/staedte-und-gemeinden/struktur/> (eingesehen am 07.02.2018)
- Ministerium des Innern und für Sport Rheinland-Pfalz [MDI RLP] (2018b): Kommunal- und Verwaltungsreform, unter: <https://mdi.rlp.de/de/unsere-themen/staedte-und-gemeinden/kommunal-und-verwaltungsreform/> (eingesehen am 08.02.2018)
- Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten, Rheinland-Pfalz [MUEEF] (o.J.): Pflanzenkläranlage St. Alban (VG Rockenhausen), unter: [https://geoportal-wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/8343/Pflanzenklaeranlage_KA%20St%20Alban%20\(VG%20Rockenhausen\).pdf](https://geoportal-wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/8343/Pflanzenklaeranlage_KA%20St%20Alban%20(VG%20Rockenhausen).pdf) (eingesehen am 27.05.2018)
- Roof-Water-Farm [RWF] (2015): Technologie - Aqua- und Hydroponik mit Bewässerungswasser und Dünger aus behandeltem, lokal anfallendem häuslichem Abwasser, unter: <http://www.roofwaterfarm.com/kompakt/publikationen-2/poster/#&gid=1&pid=1> (eingesehen am 28.05.2018)
- Roof-Water-Farm [RWF] (2018): Über Roof-Water-Farm - Forschung, unter: <http://www.roofwaterfarm.com/ueber/> (eingesehen am 28.05.2018)
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie [SenSUT]; Industrie- und Handelskammer zu Berlin [IHKB] (Hrsg.) (1999): Stadtentwicklungsplan Ver- und Entsorgung - Grundlagen (Berlin), unter: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/stadtentwicklungsplanung/de/versorgung/index.shtml> (eingesehen am 16.11.2017).
- Stadtentwässerung-Braunschweig GmbH (2007): So funktioniert die Abwasserverwertung, Informationsmaterial der Stadtentwässerung-Braunschweig GmbH, unter: http://www.stadtentwaesserung-braunschweig.de/fileadmin/redakteure/download/oeffentlichkeitsarbeit/08-03-17_Abwasser_gesamt_OK.pdf (eingesehen am 16.05.2018)
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder [Zensusdatenbank] (2011): Zensusdatenbank Zensus 2011 der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, unter: <https://ergebnisse.zensus2011.de/> (eingesehen am 12.06.2018)
- Statistisches Bundesamt [destatis] (2016): Alterung der Bevölkerung durch aktuell hohe Zuwanderung nicht umkehrbar, Pressemitteilung vom 20.01.2016 - 021/16 (Wiesbaden), unter: https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2016/01/PD16_021_12421pdf.pdf?__blob=publicationFile (eingesehen am 22.03.2018)

- Statistisches Bundesamt [destatis] (2017b): Migration.Integration.Regionen - Ausländeranteil in Prozent, Stichtag 31.12.2016 (Wiesbaden), unter: https://service.destatis.de/DE/karten/migration_integration_regionen.html#ANT_AI (eingesehen am 10.04.2018)
- Statistisches Bundesamt [destatis] (2018a): GENESIS-Onlinedatenbank: Bevölkerung: Deutschland, Stichtag, unter: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/> (eingesehen am 21.20.2018)
- Statistisches Bundesamt [destatis] (2018b): GENESIS-Onlinedatenbank-Kohortenspezifische Geburtenziffern in Deutschland: Lebendgeborene je 1000 Frauen, unter: <https://www-genesis.destatis.de> (eingesehen am 12.06.2018)
- Statistisches Bundesamt [destatis] (2018c): GENESIS-Onlinedatenbank-Periodensterbetafel für Deutschland: Überlebenswahrscheinlichkeit nach Alter und Geschlecht, unter: <https://www-genesis.destatis.de> (eingesehen am 12.06.2018)
- Statistisches Bundesamt [destatis] (2018d): Migration 2016: Nettozuwanderung nach Deutschland bei 500 000 Personen, Pressemitteilung 088, vom 13.03.2018 (Wiesbaden), unter: https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2018/03/PD18_088_127.html (eingesehen am 10.04.2018)
- Statistisches Bundesamt [destatis] (2018e): Zahlen & Fakten - Gesellschaft & Staat - Bevölkerung - Wanderungen (Wiesbaden), unter: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Wanderungen/Wanderungen.html> (eingesehen am 10.04.2018)
- Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz [Stat. LA RLP] (2018a): Bevölkerung und Gebiet - Weiterer Anstieg der Bevölkerung in 2017, Pressemitteilung Nr. 12, vom 24.01.2018, unter: http://www.statistik.rlp.de/no_cache/de/einzelansicht/news/detail/News/2381 (eingesehen am 03.05.2018)
- Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz [Stat. LA RLP] (2018b): Mein Dorf - meine Stadt: Enkenbach-Alsenborn - Allgemeine Informationen, unter: <http://infothek.statistik.rlp.de/MeineHeimat/content.aspx?id=103&l=3&q=0733502004&tp=46591> (eingesehen am 20.02.2018)
- Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz [Stat. LA RLP] (2018c): Mein Dorf - meine Stadt: Mehlingen - Allgemeine Informationen, unter: <http://infothek.statistik.rlp.de/MeineHeimat/content.aspx?id=103&l=3&q=0733502026&tp=46591> (eingesehen am 22.02.2018)
- Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz [Stat. LA RLP] (2018d): Mein Dorf - meine Stadt: Sembach - Allgemeine Informationen, unter: <http://infothek.statistik.rlp.de/MeineHeimat/content.aspx?id=103&l=3&q=0733502026&tp=46591> (eingesehen am 22.02.2018)
- Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz [Stat. LA RLP] (2018e): Mein Dorf - meine Stadt: Neuhemsbach - Allgemeine Informationen, unter: <http://infothek.statistik.rlp.de/MeineHeimat/content.aspx?id=103&l=3&q=0733502028&tp=46591> (eingesehen am 22.02.2018)

- Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz [Stat. LA RLP] (2018f): Meine Verbandsgemeinde - Verbandsgemeinde Rockenhausen: Allgemeine Informationen, unter: <http://infothek.statistik.rlp.de/MeineHeimat/content.aspx?id=102&l=2&q=0733305&tp=177663> (eingesehen am 26.02.2018)
- Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz [Stat. LA RLP] (2018g): Mein Dorf - meine Stadt: Gerbach - Allgemeine Informationen, unter: <http://infothek.statistik.rlp.de/MeineHeimat/content.aspx?id=103&l=3&q=0733305025&tp=46591> (eingesehen am 28.02.2018)
- Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz [Stat. LA RLP] (2018h): Mein Dorf - meine Stadt: St. Alban - Allgemeine Informationen, unter: <http://infothek.statistik.rlp.de/MeineHeimat/content.aspx?id=103&l=3&q=0733305066&tp=46591> (eingesehen am 28.02.2018)
- Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz [Stat. LA RLP] (2018i): Mein Kreis - meine kreisfreie Stadt: Kaiserslautern - Allgemeine Informationen, unter: <https://infothek.statistik.rlp.de/MeineHeimat/content.aspx?id=101&l=1&q=07312&tp=1026> (eingesehen am 18.10.2018).
- Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn [VG E-A] (2018a): Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn, unter: <http://www.enkenbach-alsenborn.de/buergerinfo/verbandsgemeinde-enkenbach-alsenborn/> (eingesehen am 12.02.2018).
- Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn [VG E-A] (2018b): Gewerbepark Sembach, unter: <http://www.gewerbepark-sembach.de/> (eingesehen am 22.02.2018).
- Verbandsgemeinde Rockenhausen [VG ROK] (2018a): Alsenz-Obermoschel/Rockenhausen - Infos zur Fusion der Verbandsgemeinden Alsenz-Obermoschel und Rockenhausen, unter: <http://fusion.xn--nordpflzerland-bib.de/> (eingesehen am 26.02.2018)
- Verbandsgemeinde Rockenhausen [VG ROK] (2018b): Verbandsgemeindewerke - Abwasserreinigung - Pflanzenkläranlagen, unter: http://www.rockenhausen.de/vg_rockenhausen/B%FCrgrerservice%20%26%20Ortsgemeinden/Verbandsgemeindewerke/Abwasserbeseitigung/Pflanzenkl%C3%A4ranlagen/ (eingesehen am 27.05.2018)
- Wasserverband Eifel-Ruhr [WVER] (2018): Abwassertechnik - Funktion einer Kläranlage, unter: <https://www.wver.de/index.php/abwassertechnik/funktion-einer-kl%C3%A4ranlage> (eingesehen am 26.05.2018)
- Werke Enkenbach-Alsenborn [Werke E-A] (2018): Internetpräsenz der Verbandsgemeindewerke Enkenbach-Alsenborn, unter: http://www.werke-enkenbach-alsenborn.de/index.php?select_menu=166 (26.02.2018).

Abbildungsverzeichnis

Abb. II-1-1	BBSR-Raumtypen 2010 nach dem Basisstrukturmerkmal Besiedlung	10
Abb. II-1-2	BBSR-Raumtypen 2010 nach den Basisstrukturmerkmalen Besiedlung und Lage	11
Abb. II-1-3	Siedlungsstrukturelle Kreistypen nach BBSR 2015	14
Abb. II-1-4	Städtischer und ländlicher Raum nach Kreistypen des BBSR 2015	15
Abb. II-1-5	Verteilung von Fläche und Bevölkerung auf siedlungsstrukturelle Kreistypen nach BBSR 2015	15
Abb. II-1-6	Typen ländlicher Kreisregionen anhand ihrer Ländlichkeit und sozioökonomischen Lage	21
Abb. II-1-7	Anteile von Fläche und Einwohnern der einzelnen Raumtypen	23
Abb. II-1-8	Komponenten der Raumstrukturentwicklung	30
Abb. II-1-9	Raumstrukturgliederung in Rheinland Pfalz	33
Abb. II-1-10	Einzugsgebiet der Gruppenkläranlage in Sembach (VG- Werke Enkenbach-Alsenborn)	44
Abb. II-1-11	Übersichtsgrafik der Verbandsgemeinde Rockenhausen	53
Abb. II-1-12	Einzugsgebiet der Pflanzenkläranlage in St. Alban (VG- Werke Rockenhausen)	54
Abb. II-1-13	Flächennutzungsplan VG Rockenhausen, 2. Fortschreibung, Teilplan 8 Gemeinde Gerbach [Ausschnitt]	57
Abb. II-1-14	Flächennutzungsplan VG Rockenhausen, 2. Fortschreibung, Teilplan 17 Gemeinde St. Alban [Ausschnitt]	59
Abb. II-2-1	Bevölkerungszahl Deutschlands von 1950 - 2060	64
Abb. II-2-2	Bevölkerungsentwicklung Deutschlands nach Altersgruppen	65
Abb. II-2-3	Zu- und Fortzüge zwischen Deutschland und dem Ausland 1991-2016	69
Abb. II-2-4	Ausländeranteil in den Regionen Deutschlands 2016	71
Abb. II-2-5	Wachsende und schrumpfende Städte und Gemeinden in Deutschland	74
Abb. II-2-6	Kumulative Kausalkette der Stadt- und Regionalentwicklung im Schrumpfungskontext	75
Abb. II-2-7	Häufigkeit von Binnenwanderungen in Deutschland nach Alter und Geschlecht 2015	79
Abb. II-2-8	Frauenanteil der Altersgruppen von 18 bis 50 Jahre 2009/2010	80
Abb. II-2-9	Kleinräumige Binnenwanderungen in Deutschland von 2006 - 2014	83
Abb. II-2-10	Kleinräumige Entwicklung der Bevölkerungszahl zwischen 1990 und 2015	87
Abb. II-2-11 a+b	Veränderung der Hochbetagten von 2012 bis 2035	89
Abb. II-2-12	Entwicklung des regionalen Durchschnittsalters zwischen 2010 und 2030	90

Abb. II-2-13	Kleinräumiger Trend der Bevölkerungsentwicklung von 2012 und 2035	93
Abb. II-2-14	Veränderung der Bevölkerungszahl in Rheinland-Pfalz 2013 - 2017 nach Staatsangehörigkeit	102
Abb. II-2-15	Altersstrukturelle Entwicklung der Bevölkerung in Rheinland-Pfalz bis 2030 und 2060	104
Abb. II-2-16	Bevölkerungsentwicklung in Rheinland-Pfalz auf Kreisebene 2012-2035	105
Abb. II-2-17	Anteil der 60- bis unter 80-Jährigen auf der Ebene der Kreise 2035	106
Abb. II-2-18	Anteil der Hochbetagten auf Kreisebene 2035	107
Abb. II-2-19	Demographische Entwicklung der Gemeinde Enkenbach-Alsenborn 1976 - 2016	109
Abb. II-2-20	Demographische Entwicklung der Gemeinde Mehlingen 1976 – 2016	110
Abb. II-2-21	Demographische Entwicklung der Gemeinde Sembach 1976 - 2016	111
Abb. II-2-22	Demographische Entwicklung der Gemeinde Neuhemsbach 1976 - 2016	112
Abb. II-2-23	Demographische Entwicklung der Gemeinde Gerbach 1976 - 2016	113
Abb. II-2-24	Demographische Entwicklung der Gemeinde St. Alban 1976 - 2016	114
Abb. II-3-1	Relative Abwassermenge im Tagesverlauf unterschiedlicher Siedlungsgrößen	117
Abb. II-3-2	Heidelberger Tonnensystem mit Transportwagen	121
Abb. II-3-3	Schutzgüter und Schutzziele der integralen Siedlungsentwässerung	125
Abb. II-3-4	Schematischer Aufbau eines Misch- und Trennsystems in herkömmlicher und modifizierter Form	130
Abb. II-3-5	Schematischer Aufbau des HAMBURG-WATER-Cycle®	132
Abb. II-3-6	Funktionsplan des HAMBURG-WATER-CYCLE® in der Jenfelder Au	133
Abb. II-3-7	Schematischer Aufbau einer kommunalen Kläranlage	143
Abb. II-3-8	StEP-Teilkarte Abwasserentsorgung Bezirk Mitte	162
Abb. II-3-9	Netzformen technischer Infrastrukturen bei der inneren Erschließung	167
Abb. II-3-10	Lagetypen nach klassischer Zentrenkonzeption	173
Abb. II-3-11	Auslastung und Funktionsbereiche bei technischen Infrastrukturen	177
Abb. II-3-12	Vergleich der über 20 Jahre entstehenden kumulativen Kosten am Beispiel Schmutzwasser	180
Abb. III-1-1	Der Szenariotrichter	192
Abb. III-1-2	Vier idealtypische Funktionen von Szenarien	194
Abb. III-2-1	Phasen der Szenario-Methode	196
Abb. III-2-2	Treiber von Wasserinfrastrukturen	202
Abb. III-3-1	Flächennutzungsplan Neuhemsbach, VG Enkenbach-Alsenborn	215
Abb. III-3-2	Übersicht der Wohnbebauung nach Baualtersklassen in Gerbach, VG Rockenhausen	216

Abb. III-3-3	Beispiele von Transformationsräumen nach Milieustruktur	.....217
Abb. III-3-4	Siedlungseinheiten nach Anschluss an Haltungen und soziale Milieus	.....218
Abb. III-4-1	Schematisches Vorgehen zur Szenarioerstellung	.....226
Abb. III-4-2	Modellillustration zur Bevölkerungs- und Leerstands-entwicklung im Bestandsszenario	.....227
Abb. III-4-3	Modellillustration zur Bevölkerungs- und Leerstandsentwicklung im Szenario „Entdichtung“	.....232
Abb. III-4-4	Modellillustration zur Bevölkerungs- und Leerstandsentwicklung im Szenario Dorfkernsanierung	.....235
Abb. IV-1	Demographische Entwicklung St. Albans im Trendszenario	.....245
Abb. IV-2	Demographische Entwicklung Gerbachs im Trendszenario	.....250
Abb. IV-3	Demographische Entwicklung der Ortsgemeinde Enkenbach-Alsenborn im Trendszenario	.....253
Abb. IV-4	Demographische Entwicklung Neuhemsbachs im Trendszenario	.....259
Abb. IV-2-1	Siedlungseinheiten und Abwasserinfrastruktursystem in Neuhemsbach	.....268
Abb. IV-2-2	Auszug der <i>Demonstrator</i> -Analyse im Szenario „nachhaltige Wasserbewirtschaftung“	.....270
Abb. IV-2-3	Optimierter Transformationspfad bei „multikriterieller Betrachtung“	.....271
Abb. IV-2-4	Finalzustand der Systemtransformation „Recycling und Minimierung von Schadstoffemissionen“ in Neuhemsbach	.....272
Abb. IV-2-5	Finalzustand der Systemumstellung bei „ökonomisch-ökologischer Priorisierung“ im Jahr 2065	.....273
Abb. IV-2-6	Sensitivitätsanalyse der CSB-Frachten in Abhängigkeit zur Maßnahmenumsetzung in der „ökologisch-ökonomischen Systemtransformation“	.....275
Abb. IV-2-7	CSB- und N-Frachtentwicklung in Abhängigkeit der Szenarien zur Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung	.....277
Abb. IV-2-8	Möglicher Transformationspfad bei der Priorisierung der Kosten, Akzeptanz und des Wasserhaushaltes	.....279
Abb. IV-2-9	Finaler Zustand der Systemtransformation in St. Alban unter Priorisierung der Kosten, Flexibilität und Akzeptanz	.....282
Abb. IV-2-10	Finaler Zustand des Abwasserinfrastruktursystems in Gerbach unter Priorisierung der Kosten, Flexibilität und Akzeptanz	.....283
Abb. IV-2-11	Finaler Zustand des Abwasserinfrastruktursystems in Gerbach (2065) unter Priorisierung der Kosten, des Wasserrecyclings und Energieeffizienz	.....284
Abb. IV-4-1	Die Ökobausteine des ökologischen Gesamtkonzepts und ihre Zielbausteine	.....291
Abb. A-1	Kreise und Kreisfreie Städte in RLP, Gebietsstand vom 01.07.2014	.....ii

Tabellenverzeichnis

Tab. II-1-1:	Typen und Anzahl der Gemeinden in Rheinland-Pfalz	.....34
Tab. II-1-2:	Bevölkerungsstand, -dichte, Wohngebäude und -einheiten der VG Enkenbach-Alsenborn nach Gemeinden	.....43
Tab. II-1-3:	Bevölkerungsstand, -dichte, Wohngebäude und -einheiten der VG Rockenhausen nach Gemeinden	.....52
Tab. II-3-1:	Unterteilung von Abwasserinfrastruktursystemen	.....135
Tab. II-3-2:	Unterscheidungskriterien von Siedlungsstrukturtypen in Städten	.....173
Tab. III-1:	Zeithorizonte von Szenarien nach Fristigkeit	.....199
Tab. III-4-1:	Kohortenspezifische Binnenmigrationssalden im LK Kaiserslautern	.....237
Tab. III-4-2:	Geburtenhäufigkeit nach Kohorten	.....238
Tab. III-4-3:	Kohortenspezifische Überlebenswahrscheinlichkeit in Deutschland	.....239
Tab. IV-1:	Bevölkerungsentwicklung St. Albans in Kohorten	.....246
Tab. IV-2:	Jugend-, Alten- und Gesamtquotienten im Vergleich	.....247
Tab. IV-3-1:	Bevölkerungsentwicklung Gerbachs in Kohorten	.....248
Tab. IV-3-2:	Jugend-, Alten- und Gesamtquotienten im Vergleich	.....255
Tab. A-1:	Gegenüberstellung der Bevölkerungsszenarien	.....iii

Abkürzungsverzeichnis

AbwAG	Abwasserabgabengesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Januar 2005 (BGBl. I S. 114), das zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 1. Juni 2016 (BGBl. I S. 1290) geändert worden ist.
AbfKlärV	Klärschlammverordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465), die zuletzt durch Artikel 6 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert worden ist.
AbwV	Abwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Juni 2004 (BGBl. I S. 1108, 2625), die zuletzt durch Artikel 121 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert worden ist.
AG	Aktiengesellschaft
ATV	Abwassertechnische Vereinigung e.V.
BAB	Bundesautobahn
BauGB	Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634).
BauNVO	Baunutzungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786).
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist.
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BSB ₅	Biochemischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen
C	Kohlenstoff
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
DDR	Deutsche Demokratische Republik
destatis	Statistisches Bundesamt
EFH	Einfamilienhaus
E	Einwohner
EMR	Europäische Metropolregion
EUREK	Europäisches Raumentwicklungskonzept
EW	Einwohnerwert
EXWOST	Experimenteller Wohnungs- und Städtebau
FNP	Flächennutzungsplan

Abkürzungsverzeichnis

GemO RLP	Gemeindeordnung Rheinland-Pfalz in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Januar 1994, die zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 02.03.2017 (GVBl. S. 21) geändert worden ist.
GFD	Geschossflächendichte
GFZ	Geschossflächenzahl
GKA	Gruppenkläranlage
GRZ	Grundflächenzahl
GG	Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 100-1, veröffentlichten bereinigten Fassung, das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 13. Juli 2017 (BGBl. I S. 2347) geändert worden ist.
GIS	Geographisches Informationssystem
GWh _{el}	Gigawattstunden elektrische Leistung
HWC®	Hamburg Water Cycle®
K	Kalium
KA	Kommunale Kläranlage
KKA	Kleinkläranlage
KMU	Kleinere und mittlere Unternehmen
Km ²	Quadratkilometer
KomVwRGrG	Landesgesetz über die Grundsätze der Kommunal- und Verwaltungsreform verkündet als Artikel 1 des Ersten Landesgesetzes zur Kommunal- und Verwaltungsreform vom 28.09.2010 (GVBl. S. 272).
L	Liter
LEP IV RLP	Landesentwicklungsprogramm IV Rheinland-Pfalz, das vom Ministerrat am 07. Oktober 2008 beschlossen wurde.
LWG RLP	Landeswassergesetz Rheinland-Pfalz in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Juli 2015, die zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 27.03.2018 (GVBl. S. 55, 57) geändert worden ist.
m ³	Kubikmeter
MDI RLP	Ministerium des Innern und für Sport Rheinland-Pfalz
Mio.	Millionen
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MKRO	Ministerkonferenz für Raumordnung
Mrd.	Milliarden
N	Stickstoff
NAS	Normbasierte Austauschschnittstelle
NASS	Neuartige Sanitärsysteme
N ₂ O	Lachgas
NH ₃	Nitrat-Stickstoff
NH ₄ -N	Ammonium-Stickstoff
OECD	Organisation for Economic Co-Operation and Development
OG	Ortsgemeinde

P	Phosphor
PKA	Pflanzenkläranlage
PKW	Personenkraftwagen
RegROP	Regionaler Raumordnungsplan
RLP	Rheinland-Pfalz
RL 2000/60/EG	Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.
RL 2006/7/EG	Richtlinie 2006/7/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 über die Qualität der Badegewässer und deren Bewirtschaftung und zur Aufhebung der Richtlinie 76/160/EWG
RL 91/271/EWG	Richtlinie 91/271/EWG des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser.
ROG	Raumordnungsgesetz vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 15 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808) geändert worden ist.
S	Schwefel
SBR	Sequentiell beschickter Reaktor
SE	Siedlungseinheit
StEP	Stadtentwicklungsplan
SuS	Schülerinnen und Schüler
TA	Technikfolgenabschätzung
TOK	Teilortskanalisation
TrinkwV	Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 3. Januar 2018 (BGBl. I S. 99) geändert worden ist.
UV	Ultraviolettstrahlung
VG	Verbandsgemeinde
VGO	Verbandsgemeindeordnung: Teil B des Selbstverwaltungsgesetzes für Rheinland-Pfalz sowie die übrigen Neuregelungen des Landesgesetzes zur Änderung kommunalverfassungsrechtlicher Vorschriften und zur Vorbereitung der Neugliederung von Gemeinden vom 16. Juli 1968 (GVBl. S. 132, BS 2020-2).
WHG	Wasserhaushaltsgesetz (Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes) in der Fassung vom 31.07.2009 (BGBl. I S. 2585), in Kraft getreten am 07.08.2009 bzw. 01.03.2010, zuletzt geändert durch Gesetz vom 18.07.2017 (BGBl. I S. 2771) m.W.v. 28.01.2018.
XML	Extensible Markup Language
ZFH	Zweifamilienhaus
ZOK	Zentrale Orte Konzept

Anhang



Gebietsstand 1. Juli 2014

Abb. A-1: Kreise und Kreisfreie Städte in RLP, Gebietsstand vom 01.07.2014
(Quelle: Stat. LA RLP 2017)

Tab. A-1: Gegenüberstellung der Bevölkerungsszenarien
(Quelle: Eigene Darstellung und SinOptiKom-Datensatz)

Bevölkerungsszenarien in der Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn

Neuhemsbach

Szenario	Jahr	2013	2018	2023	2028	2033	2038	2043	2048	2053	2058	2063	Abnahme bis 2063
Trend	Siedlungseinheit 1	135	136	137	138	140	138	130	120	111	105	101	-26%
	Siedlungseinheit 2	111	109	105	103	101	99	94	89	84	81	79	-29%
	Siedlungseinheit 3	122	116	108	100	91	83	74	66	60	54	50	-59%
	Siedlungseinheit 4	65	62	59	57	55	51	45	40	36	33	30	-53%
	Siedlungseinheit 5	93	90	89	87	84	80	75	71	67	63	60	-36%
	Siedlungseinheit 6	77	75	74	72	69	64	59	54	51	50	48	-37%
	Siedlungseinheit 7	46	41	35	30	25	22	20	18	16	14	13	-72%
	Siedlungseinheit 8	63	61	60	60	57	54	49	43	39	36	34	-47%
	Siedlungseinheit 9	91	85	79	73	67	61	56	50	46	42	39	-58%
	Summe		803	775	747	720	690	652	603	552	509	477	453	-44%
Entwicklung in %			-3%	-7%	-10%	-14%	-19%	-25%	-31%	-37%	-41%	-44%	
Wohnheiten		362	362	362	362	362	362	362	362	362	362	362	
Leerstand absolut		14	26	38	50	63	80	101	122	141	155	165	
Leerstandsquote		4%	7%	11%	14%	17%	22%	28%	34%	39%	43%	46%	

Szenario	Jahr	2013	2018	2023	2028	2033	2038	2043	2048	2053	2058	2063	Abnahme bis 2063
Entdichtung	Siedlungseinheit 1	135	137	140	144	148	148	142	133	125	121	118	-12%
	Siedlungseinheit 2	111	109	108	106	106	104	100	95	91	89	89	-20%
	Siedlungseinheit 3	122	117	109	100	92	84	76	68	61	56	52	-57%
	Siedlungseinheit 4	65	62	60	58	55	51	45	40	36	33	30	-53%
	Siedlungseinheit 5	93	91	90	88	85	81	77	73	69	66	62	-33%
	Siedlungseinheit 6	77	75	75	75	74	70	65	61	60	60	59	-23%
	Siedlungseinheit 7	46	41	35	29	24	21	19	17	15	12	11	-77%
	Siedlungseinheit 8	63	62	62	62	62	58	54	50	46	44	43	-31%
	Siedlungseinheit 9	91	86	80	74	68	62	56	51	47	43	39	-57%
	Summe		803	780	758	737	713	679	634	588	550	523	505	-37%
Entwicklung in %			-3%	-6%	-8%	-11%	-15%	-21%	-27%	-32%	-35%	-37%	
Wohnheiten		362	363	365	366	367	367	368	369	370	371	372	
Leerstand absolut		17	27	36	45	56	70	90	109	126	137	145	
Leerstandsquote		5%	7%	10%	12%	15%	19%	24%	30%	34%	37%	39%	

Szenario	Jahr	2013	2018	2023	2028	2033	2038	2043	2048	2053	2058	2063	Abnahme bis 2063
Dorfkern- sanierung	Siedlungseinheit 1	135	137	142	148	153	153	147	137	129	125	123	-9%
	Siedlungseinheit 2	111	110	109	108	108	107	103	98	95	94	93	-16%
	Siedlungseinheit 3	122	117	109	100	92	85	78	72	67	64	63	-48%
	Siedlungseinheit 4	65	62	60	58	55	50	45	40	35	32	30	-54%
	Siedlungseinheit 5	93	91	90	88	85	82	79	77	75	73	72	-23%
	Siedlungseinheit 6	77	75	76	77	76	72	67	64	62	61	60	-21%
	Siedlungseinheit 7	46	41	35	29	23	20	18	16	13	11	9	-80%
	Siedlungseinheit 8	63	62	63	64	64	61	58	54	51	50	49	-21%
	Siedlungseinheit 9	91	86	80	74	68	62	56	51	47	43	39	-57%
	Summe		803	782	763	745	724	693	651	609	575	553	538	-33%
Entwicklung in %			-3%	-5%	-7%	-10%	-14%	-19%	-24%	-28%	-31%	-33%	
Wohnheiten		362	364	367	369	367	362	355	353	354	356	358	
Leerstand absolut		17	26	34	42	48	56	65	79	94	103	110	
Leerstandsquote		5%	7%	9%	11%	13%	15%	18%	22%	26%	29%	31%	

Mehlingen (mit Baalborn)

Szenario	Jahr	2013	2018	2023	2028	2033	2038	2043	2048	2053	2058	2063	Abnahme bis 2063
Trend	Siedlungseinheit 1	633	608	580	553	523	488	449	410	375	348	327	-48%
	Siedlungseinheit 2	1020	1000	977	947	912	872	824	774	725	680	640	-37%
	Siedlungseinheit 3	1495	1462	1420	1371	1317	1256	1188	1116	1044	978	918	-39%
	Siedlungseinheit 4	60	62	62	62	61	59	57	53	49	46	43	-28%
	Siedlungseinheit 5	561	549	536	522	503	478	447	414	384	359	337	-40%
	Summe	3769	3681	3576	3454	3316	3154	2966	2767	2578	2411	2265	-40%
	Entwicklung in %		-2%	-5%	-8%	-12%	-16%	-21%	-27%	-32%	-36%	-40%	
Wohnheiten	1386	1386	1386	1386	1386	1386	1386	1386	1386	1386	1386	1386	
Leerstand absolut	55	86	125	169	218	277	345	417	485	545	598		
Leerstandsquote	4%	6%	9%	12%	16%	20%	25%	30%	35%	40%	44%		

Szenario	Jahr	2013	2018	2023	2028	2033	2038	2043	2048	2053	2058	2063	Abnahme bis 2063
Entdichtung	Siedlungseinheit 1	633	611	586	562	535	502	465	428	395	370	351	-45%
	Siedlungseinheit 2	1020	1005	985	959	929	893	851	805	760	719	683	-33%
	Siedlungseinheit 3	1495	1470	1442	1409	1372	1328	1274	1215	1156	1102	1054	-29%
	Siedlungseinheit 4	60	62	63	63	62	61	59	56	53	50	48	-21%
	Siedlungseinheit 5	561	553	544	532	517	494	466	435	408	385	366	-35%
	Summe	3769	3701	3620	3526	3416	3279	3115	2939	2772	2627	2501	-34%
	Entwicklung in %		-2%	-4%	-6%	-9%	-13%	-17%	-22%	-26%	-30%	-34%	
Wohnheiten	1367	1372	1378	1383	1388	1392	1396	1400	1404	1408	1412		
Leerstand absolut	55	79	109	143	182	232	291	355	415	468	513		
Leerstandsquote	4%	6%	8%	10%	13%	17%	21%	25%	30%	33%	36%		

Szenario	Jahr	2013	2018	2023	2028	2033	2038	2043	2048	2053	2058	2063	Abnahme bis 2063
Dorfkern- sanierung	Siedlungseinheit 1	633	611	586	562	535	501	463	425	391	365	345	-45%
	Siedlungseinheit 2	1020	1005	985	959	929	898	860	820	780	745	713	-30%
	Siedlungseinheit 3	1495	1470	1442	1409	1372	1325	1269	1207	1146	1089	1039	-31%
	Siedlungseinheit 4	60	62	63	63	62	61	59	56	53	50	48	-21%
	Siedlungseinheit 5	561	553	542	529	512	487	457	425	396	372	351	-37%
	Summe	3769	3701	3618	3522	3410	3273	3109	2933	2766	2621	2495	-34%
	Entwicklung in %		-2%	-4%	-7%	-10%	-13%	-18%	-22%	-27%	-30%	-34%	
Wohnheiten	1367	1372	1377	1382	1375	1362	1338	1328	1332	1336	1340		
Leerstand absolut	55	79	109	144	174	206	237	287	347	400	445		
Leerstandsquote	4%	6%	8%	10%	13%	15%	18%	22%	26%	30%	33%		

Sembach

Szenario	Jahr	2013	2018	2023	2028	2033	2038	2043	2048	2053	2058	2063	Abnahme bis 2063
Trend	Siedlungseinheit 1	612	604	591	571	544	513	479	448	418	391	367	-40%
	Siedlungseinheit 2	510	500	486	467	447	425	400	373	345	321	299	-41%
	Summe	1122	1104	1076	1038	991	938	879	820	764	712	667	-41%
	Entwicklung in %		-2%	-4%	-7%	-12%	-16%	-22%	-27%	-32%	-37%	-41%	
	Wohnheiten	430	430	430	430	430	430	430	430	430	430	430	
	Leerstand absolut	26	33	43	57	75	95	117	139	160	180	197	
Leerstandsquote	6%	8%	10%	13%	17%	22%	27%	32%	37%	42%	46%		

Szenario	Jahr	2013	2018	2023	2028	2033	2038	2043	2048	2053	2058	2063	Abnahme bis 2063
Entdichtung	Siedlungseinheit 1	612	607	597	582	560	533	505	477	451	427	407	-34%
	Siedlungseinheit 2	510	503	491	476	459	440	418	393	369	347	328	-36%
	Summe	1122	1110	1088	1058	1019	973	923	870	820	774	735	-35%
	Entwicklung in %		-1%	-3%	-6%	-9%	-13%	-18%	-22%	-27%	-31%	-35%	
	Wohnheiten	430	431	433	434	435	437	438	439	440	441	441	
	Leerstand absolut	26	30	38	50	65	82	101	120	139	156	171	
Leerstandsquote	6%	7%	9%	11%	15%	19%	23%	27%	32%	35%	39%		

Szenario	Jahr	2013	2018	2023	2028	2033	2038	2043	2048	2053	2058	2063	Abnahme bis 2063
Dorfkern- sanierung	Siedlungseinheit 1	612	609	601	588	568	543	515	489	464	441	421	-31%
	Siedlungseinheit 2	510	505	493	480	465	448	429	407	385	365	348	-32%
	Summe	1122	1113	1094	1068	1032	991	944	896	848	806	769	-31%
	Entwicklung in %		-1%	-2%	-5%	-8%	-12%	-16%	-20%	-24%	-28%	-31%	
	Wohnheiten	430	432	435	437	426	407	374	359	360	362	364	
	Leerstand absolut	26	29	36	46	47	40	24	25	42	58	72	
Leerstandsquote	6%	7%	8%	11%	11%	10%	6%	7%	12%	16%	20%		

Enkenbach-Alsenborn

Szenario	Jahr	2013	2018	2023	2028	2033	2038	2043	2048	2053	2058	2063	Abnahme bis 2063	
Trend	Siedlungseinheit 1	955	929	894	854	818	783	747	707	664	620	580	-39%	
	Siedlungseinheit 2	845	806	765	723	682	645	607	565	524	488	458	-46%	
	Siedlungseinheit 3	1648	1596	1537	1475	1409	1333	1245	1153	1067	996	940	-43%	
	Siedlungseinheit 4	948	904	861	819	776	728	674	621	574	536	504	-47%	
	Siedlungseinheit 5	1092	1069	1039	1002	960	915	866	817	770	727	686	-37%	
	Siedlungseinheit 6	59	59	58	56	55	54	52	49	45	42	40	-32%	
	Siedlungseinheit 7	1273	1197	1129	1063	1000	941	885	831	776	725	678	-47%	
	Summe		6820	6560	6282	5993	5700	5398	5076	4742	4421	4135	3886	-43%
	Entwicklung in %			-4%	-8%	-12%	-16%	-21%	-26%	-30%	-35%	-39%	-43%	
	Wohnheiten		2407	2407	2407	2407	2407	2407	2407	2407	2407	2407	2407	
Leerstand absolut		96	187	284	386	488	593	706	823	935	1035	1122		
Leerstandsquote		4%	8%	12%	16%	20%	25%	29%	34%	39%	43%	47%		

Szenario	Jahr	2013	2018	2023	2028	2033	2038	2043	2048	2053	2058	2063	Abnahme bis 2063	
Entdichtung	Siedlungseinheit 1	955	935	914	892	873	856	835	808	777	746	719	-25%	
	Siedlungseinheit 2	845	814	783	753	727	701	674	642	609	583	563	-33%	
	Siedlungseinheit 3	1648	1609	1566	1520	1467	1404	1327	1246	1173	1114	1070	-35%	
	Siedlungseinheit 4	948	912	879	848	816	777	732	688	650	621	598	-37%	
	Siedlungseinheit 5	1092	1078	1053	1022	988	949	907	865	824	788	753	-31%	
	Siedlungseinheit 6	59	59	59	58	58	57	55	53	50	48	46	-21%	
	Siedlungseinheit 7	1273	1206	1144	1087	1032	982	935	889	843	801	762	-40%	
	Summe		6820	6613	6398	6180	5961	5725	5466	5191	4927	4701	4510	-34%
	Entwicklung in %			-3%	-6%	-9%	-13%	-16%	-20%	-24%	-28%	-31%	-34%	
	Wohnheiten		2407	2422	2434	2446	2457	2466	2474	2483	2491	2500	2509	
Leerstand absolut		96	169	244	320	397	479	570	666	758	837	904		
Leerstandsquote		4%	7%	10%	13%	16%	19%	23%	27%	30%	33%	36%		

Szenario	Jahr	2013	2018	2023	2028	2033	2038	2043	2048	2053	2058	2063	Abnahme bis 2063	
Dorfkern- sanierung	Siedlungseinheit 1	955	936	919	900	885	866	842	812	777	742	711	-26%	
	Siedlungseinheit 2	845	815	787	759	737	711	684	652	619	593	573	-32%	
	Siedlungseinheit 3	1648	1612	1572	1529	1478	1422	1351	1276	1210	1159	1121	-32%	
	Siedlungseinheit 4	948	914	883	854	824	782	734	686	645	612	586	-38%	
	Siedlungseinheit 5	1092	1080	1055	1026	993	964	934	904	875	851	828	-24%	
	Siedlungseinheit 6	59	59	59	59	58	57	56	54	51	49	48	-19%	
	Siedlungseinheit 7	1273	1208	1147	1091	1038	988	942	897	851	807	768	-40%	
	Summe		6820	6624	6421	6218	6013	5791	5544	5280	5029	4813	4635	-32%
	Entwicklung in %			-3%	-6%	-9%	-12%	-15%	-19%	-23%	-26%	-29%	-32%	
	Wohnheiten		2407	2425	2441	2456	2429	2374	2318	2302	2273	2258	2269	
Leerstand absolut		96	165	236	307	339	350	370	436	484	533	595		
Leerstandsquote		4%	7%	10%	12%	14%	15%	16%	19%	21%	24%	26%		

Bevölkerungsszenarien in der Verbandsgemeinde Rockenhausen

Gerbach

Szenario	Jahr	2012	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047	2052	2057	2062	Abnahme bis 2062
Trend	Siedlungseinheit 1	58	57	56	53	51	49	46	43	40	37	34	-41%
	Siedlungseinheit 2	92	85	80	75	70	66	61	57	52	48	45	-51%
	Siedlungseinheit 3	100	96	91	88	84	81	76	70	64	58	54	-46%
	Siedlungseinheit 4	63	59	57	57	57	56	54	50	47	45	43	-32%
	Siedlungseinheit 5	82	78	75	71	68	65	63	60	67	65	63	-23%
	Siedlungseinheit 6	58	57	56	53	51	49	46	43	40	37	34	-41%
	Siedlungseinheit 7	101	92	85	80	75	68	61	55	50	46	43	-58%
	Summe	554	525	500	476	456	433	406	377	359	336	316	-43%
	Entwicklung in %		-5%	-10%	-14%	-18%	-22%	-27%	-32%	-35%	-39%	-43%	
	Wohnheiten	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208
Leerstand absolut	11	21	31	39	47	55	65	75	82	91	98		
Leerstandsquote	5%	10%	15%	19%	22%	26%	31%	36%	39%	44%	47%		

Szenario	Jahr	2012	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047	2052	2057	2062	Abnahme bis 2062
Entdichtung	Siedlungseinheit 1	58	57	56	53	52	50	47	44	41	39	36	-37%
	Siedlungseinheit 2	92	86	81	76	71	67	63	58	54	51	47	-49%
	Siedlungseinheit 3	100	96	92	89	86	83	78	72	66	61	57	-43%
	Siedlungseinheit 4	63	60	58	58	58	57	55	52	49	47	45	-28%
	Siedlungseinheit 5	82	78	75	73	70	68	65	63	61	59	57	-30%
	Siedlungseinheit 6	58	57	56	53	52	50	47	44	41	39	36	-37%
	Siedlungseinheit 7	101	92	86	81	76	69	62	56	51	48	45	-55%
	Summe	554	526	503	483	464	443	418	390	364	342	324	-41%
	Entwicklung in %		-5%	-9%	-13%	-16%	-20%	-25%	-30%	-34%	-38%	-41%	
	Wohnheiten	208	208	208	209	209	209	209	209	209	209	209	209
Leerstand absolut	11	21	29	37	44	51	60	71	80	88	95		
Leerstandsquote	5%	10%	14%	18%	21%	25%	29%	34%	38%	42%	45%		

Szenario	Jahr	2012	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047	2052	2057	2062	Abnahme bis 2062
Dorfkern- sanierung	Siedlungseinheit 1	58	57	56	54	52	51	48	45	43	40	38	-34%
	Siedlungseinheit 2	92	86	81	76	72	67	63	59	56	52	49	-46%
	Siedlungseinheit 3	100	96	92	89	87	84	80	74	68	63	60	-40%
	Siedlungseinheit 4	63	60	58	58	58	58	56	53	51	49	47	-25%
	Siedlungseinheit 5	82	78	76	74	71	69	67	65	63	61	59	-28%
	Siedlungseinheit 6	58	57	56	54	52	51	48	45	43	40	38	-34%
	Siedlungseinheit 7	101	92	86	81	76	70	63	57	52	49	46	-55%
	Summe	554	527	505	486	469	450	426	399	375	354	338	-39%
	Entwicklung in %		-5%	-9%	-12%	-15%	-19%	-23%	-28%	-32%	-36%	-39%	
	Wohnheiten	208	208	209	210	206	200	189	186	185	185	185	
Leerstand absolut	11	21	29	36	38	38	37	42	50	58	63		
Leerstandsquote	5%	10%	14%	17%	18%	19%	19%	23%	27%	31%	34%		

Anhang

St. Alban

Szenario	Jahr	2012	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047	2052	2057	2062	Abnahme bis 2062
Trend	Bevölkerung	334	323	313	304	293	280	263	245	227	213	202	-40%
	Bevölkerungsrückgang		-3%	-6%	-9%	-12%	-16%	-21%	-27%	-32%	-36%	-40%	
	Wohneinheiten	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141	
	Leerstand Absolut	8,46	13	17	21	26	31	39	46	54	60	64	
	Leerstandsquote	6%	9%	12%	15%	18%	22%	27%	33%	38%	42%	46%	

Szenario	Jahr	2012	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047	2052	2057	2062	Abnahme bis 2062
Entdichtung	Bevölkerung	334	324	316	309	301	289	273	256	241	228	218	-35%
	Bevölkerungsrückgang		-3%	-5%	-8%	-10%	-14%	-18%	-23%	-28%	-32%	-35%	
	Wohneinheiten	141	141	141	142	142	142	142	142	142	142	143	
	Leerstand Absolut	8,46	13	16	19	23	28	34	41	48	53	57	
	Leerstandsquote	6%	9%	11%	13%	16%	19%	24%	29%	34%	37%	40%	

Szenario	Jahr	2012	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047	2052	2057	2062	Abnahme bis 2062
Dorfkern- sanierung	Bevölkerung	334	324	318	313	307	297	282	267	252	241	232	-30%
	Bevölkerungsrückgang		-3%	-5%	-6%	-8%	-11%	-15%	-20%	-24%	-28%	-30%	
	Wohneinheiten	141	141	142	143	142	138	131	130	130	131	131	
	Leerstand Absolut	8	13	15	17	18	19	18	23	29	34	37	
	Leerstandsquote	6%	9%	11%	12%	13%	14%	13%	17%	22%	26%	28%	

Lebenslauf

Dipl.-Geogr. Jannis Hoek

In Hamburg geboren

Beruflicher Werdegang

- | | |
|-------------------|---|
| Seit 07/2018 | Koordinator kommunaler Entwicklungspolitik im Landratsamt Enzkreis, Stabsstelle Klimaschutz und Kreisentwicklung |
| 12/2017 – 06/2018 | Externer Doktorand im Fachbereich Raum- und Umweltplanung, Technische Universität Kaiserslautern |
| 08/2013 - 11/2017 | Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Stadtplanung (Prof. Dr.-Ing. G. Steinebach), Fachbereich Raum- und Umweltplanung, Technische Universität Kaiserslautern |
| 11/2012 - 07/2013 | Wissenschaftlicher Mitarbeiter am ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH |

Ausbildung & Studium

- | | |
|-------------------|--|
| 10/2006 - 08/2012 | Diplomstudium der Geographie an der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, mit den Nebenfächern Kommunikationswissenschaft und Anglistik |
| 06/2005 | Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife am Gymnasium Hochrad, Hamburg |

Mannheim, 26.05.2019

Jannis Hoek