

# Die Bevölkerungsentwicklung in Südhessen bis 2100

## Grundlage für eine langfristige Wasserbedarfsprognose im Rahmen eines Klimafolgen-Projektes

Wasserversorgung, Wasserbedarfsprognose, Klimawandel, Mitigation, Adaption

Hermann Mikat, Holger Wagner und Ulrich Roth

*Das Verbundprojekt „Anpassungsstrategien an Klimatrends und Extremwetter und Maßnahmen für ein nachhaltiges Grundwassermanagement“ hat zum Ziel, die wasserwirtschaftlichen Auswirkungen des Klimawandels im Raum Südhessen bis zum Jahr 2100 abzuschätzen. Als Grundlage für die hierzu aufzustellende Wasserbedarfsprognose wird eine Bevölkerungsprognose für das Jahr 2100 benötigt. Dazu werden die vorliegenden längerfristigen Bevölkerungsprognosen dokumentiert und bewertet. Aufgrund der erheblichen Bandbreite dieser Bevölkerungsprognosen werden für die aufzustellende Wasserbedarfsprognose entsprechende Szenarien definiert.*

### Population development in Southern Hesse until year 2100

*The joint project “adaptation strategies for climate trends and extreme weather and steps towards a sustainable groundwater management” has the objective, to estimate the consequences of climate change on water resources in southern Hesse up to the year 2100. As a basis for the prognosis of water consumption which is to set up, a prognosis of population is needed. Therefore the available long term population prognoses are documented and evaluated. Because of the considerable spread of these prognoses corresponding scenarios have to be defined as a basis for the prognosis of water demand.*

### 1. Anlass

Im Rahmen der Klimaforschung hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit dem Förderschwerpunkt „klimazwei – Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkung“ anwendungsorientierte Projekte in den Vordergrund der Forschungspolitik gestellt. Damit soll die Entwicklung innovativer Technologien und Strategien gefördert werden.

Die Fördermaßnahme besteht aus den beiden Schwerpunkten Verminderung (Mitigation) und Anpassung (Adaptation). Im Rahmen des ersten Schwerpunkts werden Projekte mit dem Ziel der Minderung der Treibhausgasemissionen gefördert. Der zweite Schwerpunkt beinhaltet die Entwicklung von Anpassungsstrategien an das veränderte Klima und an Wetterextreme.

Ziel des im zweiten Förderschwerpunkt angesiedelten Verbundprojektes „Anpassungsstrategien an Klimatrends und Extremwetter und Maßnahmen für ein nachhaltiges Grundwassermanagement“ ist es zu klären, inwieweit Klimatrends und Extremwetter den Grundwasserhaushalt beeinflussen und in welchem Ausmaß Anpassungsstrategien für ein nachhaltiges Grundwassermanagement vor allem im Rahmen der Trinkwasserversorgung zu entwickeln sind.

Partner in diesem Verbundprojekt sind die BGS Umweltplanung GmbH in Darmstadt, das Hessische Landesamt für

Umwelt und Geologie (HLUG) in Wiesbaden und die Hessenwasser GmbH & Co. KG in Groß Gerau. Untersuchungsgebiet ist das Hessische Ried und der benachbarte Odenwald. Der Untersuchungszeitraum bezieht sich auf das Jahr 2100.

Als Grundlage für die in dem Projekt benötigte Wasserbedarfsprognose ist zunächst eine Bevölkerungsprognose für den Untersuchungsraum bis zum Zieljahr 2100 aufzustellen. Diese Bevölkerungsprognose wurde von Hessenwasser und dem beauftragten Ingenieurbüro als Vorstudie zur Wasserbedarfsprognose ausgearbeitet und wird hier vorgestellt. Sie beruht auf vorliegenden Prognosen der Vereinten Nationen (United Nations, UN), der Europäischen Gemeinschaften (European Union, EU), des Statistischen Bundesamtes, des Hessischen Statistischen Landesamtes und anderer Stellen.

### 2. Untersuchungsraum

Der Untersuchungsraum umfasst das Hessische Ried und den Odenwald. Diese unmittelbar benachbarten Landschaften sind hinsichtlich der wasserwirtschaftlichen Strukturen völlig unterschiedlich. Der Odenwald ist ein Mittelgebirge mit kleinstädtisch/dörflicher Prägung. Die Wasserversorgung erfolgt überwiegend dezentral aus Brunnen und Quellen, aus denen jeweils einzelne Ortschaften versorgt werden. Verbundstrukturen sind auf benachbarte Ortschaften beschränkt. Hydrogeologisch handelt es sich in der Regel um Kluftgrundwasserleiter.

Das Hessische Ried liegt im nordöstlichen Oberrheingraben. Es wird durch die Flüsse Rhein, Main und Neckar sowie im Osten durch den Odenwald begrenzt. Aus mächtigen Kies- und Sandschichten wird Grundwasser für Trink- und Brauchwasserzwecke sowie für die landwirtschaftliche Beregnung gewonnen. Im Ried liegen neben örtlichen Gewinnungsanlagen vor allem große verbundwirksame Wasserwerke, die in den Leitungsverbund im Rhein-Main-Raum einspeisen, und aus denen der Raum Wiesbaden/Frankfurt/Darmstadt zu erheblichen Teilen versorgt wird.

Der Untersuchungsraum liegt im Regierungsbezirk Darmstadt (Südhessen) und umfasst im Wesentlichen die Stadt Darmstadt und die Landkreise Groß-Gerau, Darmstadt-Dieburg und Bergstraße sowie den Odenwaldkreis. Versorgungstechnisch angeschlossen sind die Städte Frankfurt am Main und Wiesbaden sowie Teile weiterer Landkreise in deren Umgebung. Der Untersuchungsraum ist somit je nach Fragestellung unterschiedlich abgegrenzt. Der abzudeckende Wasserbedarf bezieht sich auf ein Gebiet, das weit über den eigentlichen Untersuchungsraum hinausgeht und weite Teile Südhessens umfasst.

### 3. Datengrundlagen

Für den Untersuchungsraum liegen detaillierte Bestandsdaten sowie verschiedene Bevölkerungsprognosen für 2020, 2025 und 2050 vor. Diese wurden im Zusammenhang mit der aktuellen Wasserbedarfsprognose der Hessenwasser dokumentiert [1]. Eine Bevölkerungsprognose bis zum Jahr 2100 für den Regierungsbezirk Darmstadt oder andere kleinräumige Einheiten ist jedoch nicht verfügbar. Die Prognose für die vorliegende Fragestellung musste somit aus anderen Quellen abgeleitet werden.

Sie basiert auf folgenden Unterlagen:

1. Die Bevölkerungsprognose der UN für 2300, die Prognosen auf Staatenebene auf einer Datenbasis bis 2000 und Angaben auch für das Zieljahr 2100 enthält [2].
2. Die Bevölkerungsprognose der UN für 2050, die Prognosen auf Staatenebene auf einer Datenbasis bis 2005 enthält [3].
3. Die Bevölkerungsvorausschätzung der EU für 2050, die Prognosen auf nationaler Ebene auf einer Datenbasis bis 2004 enthält [4].
4. Die 10. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes, die eine Prognose für Deutschland bis 2050 enthält [5].
5. Die 11. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes, die ebenfalls eine Prognose für Deutschland bis 2050 enthält [6].
6. Die „Raumordnungsprognose 2020/2050“ des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR), die eine Bevölkerungsprognose auf Kreisebene bis 2020 und auf Landesebene bis 2050 enthält [7].
7. Der vom Hessischen Landtag veröffentlichte Bericht „Bevölkerung in Hessen 2050“ der Enquetekommission „Demografischer Wandel“ aus dem Jahr 2005, der eine Bevölkerungsprognose auf Kreisebene mit 3 Varianten bis 2050 enthält [8].
8. Die Bevölkerungsprognose des Hessischen Statistischen Landesamtes aus dem Jahr 2008, die eine Prognose für

Hessen mit 2 Varianten bis 2050 und Daten auf Kreisebene bis 2025 enthält [9].

9. Die „Bevölkerungsvorausschätzung für die hessischen Landkreise und kreisfreien Städte bis 2050“ aus dem Jahr 2004 der Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft Hessen mbH (FEH) [10] und die neue Prognose der Hessen Agentur GmbH als deren Nachfolgeorganisation aus dem Jahr 2007 [11].

Nur die Prognose der UN für 2300 schließt das Jahr 2100 ein und enthält Zahlenwerte für „Deutschland 2100“. Die anderen Prognosen beziehen sich überwiegend auf den Zeitraum bis 2050 und enthalten je nach Autor und Zielsetzung Angaben für unterschiedliche Räume (z.B. Europa, Deutschland, Hessen, Südhessen) sowie in den Prognosen der hessischen Institutionen für die kreisfreien Städte und Landkreise. Für Südhessen wurden die Bestandsdaten ab 1977, die Daten der genannten Prognosen sowie weitere Prognosen mit kleinräumigen Daten für 2010, 2020 und 2050 gesondert dokumentiert [1].

Für die vorliegende Aufgabenstellung wird eine Bevölkerungsprognose für Südhessen bzw. die Untersuchungsräume Hessisches Ried und Odenwald für 2100 benötigt. Ziel ist somit eine Abschätzung der Bevölkerungsentwicklung bis 2100 auf Grundlage der vorliegenden Prognosen für 2050 unter Verwendung der Prognose der UN für 2300.

### 4. Methodische Grundlagen der verwendeten Bevölkerungsprognosen

Die vorliegenden Bevölkerungsprognosen unterscheiden sich nach

- Räumlicher Abgrenzung (Untersuchungsraum, z.B. Deutschland, Europa, Welt),
- Zeitlicher Abgrenzung (Prognosehorizont, z.B. 2050, 2100, 2300) und
- Fragestellung (z.B. Raumnutzung, Ernährung, Altersrenten).

Allen Bevölkerungsprognosen liegen Annahmen für die prägenden Faktoren

- Geburtenrate (Fertilität, fertility)
- Lebenserwartung (life expectancy) bzw. Sterblichkeit (mortality)
- Wanderungen (Migration, migration)

zugrunde. Prägende Eingangsgrößen wie wirtschaftliche Entwicklung, Ernährung, Krankheiten etc. gehen über diese Parameter in die Prognosen ein. Die unterschiedlichen Annahmen in den vorliegenden Prognosen werden in Kapitel 6 beschrieben.

Je nach zugrunde gelegten Annahmen ergeben sich im Ergebnis der Prognoserechnungen Varianten oder Szenarien, deren Eintreten für mehr oder weniger wahrscheinlich gehalten wird. Oft wird eine „mittlere“ Variante (bzw. Szenario) definiert, in deren Nähe die Eintritts-Wahrscheinlichkeit im Rahmen der dargestellten Bandbreiten als relativ hoch eingeschätzt wird.

Daneben werden oft Modellrechnungen durchgeführt, mit denen bestimmte Fragestellungen untersucht werden, z.B. „was wäre, wenn die Geburtenrate konstant bliebe“. Die

Ergebnisse solcher Modellrechnungen haben oft theoretischen Charakter. Beispielsweise hat die UN eine Modellrechnung durchgeführt, nach der die Weltbevölkerung bei weltweit konstanten Geburtenraten bis zum Jahr 2300 auf fast 134 Billionen Menschen anwachsen würde (vgl. Kap. 5.1, Ziffer 5) und damit den Nachweis geführt, dass dieser Ansatz auszuschließen ist.

Die Vielzahl der den unterschiedlichen Bevölkerungsprognosen zugrunde liegenden Annahmen und die daraus resultierenden Varianten im Detail zu beschreiben, würde den Rahmen des vorliegenden Artikels übersteigen. Dazu wird auf die im Literaturverzeichnis aufgeführten Originalquellen verwiesen.

## 5. Vorliegende Bevölkerungsprognosen

### 5.1 Prognose der UN für 2300

Mit dem Bericht „World Population to 2300“ [2] hat das Department of Economic and Social Affairs der UN eine Prognose für die weltweite Bevölkerungsentwicklung bis zum Jahr 2300 vorgelegt. Die Prognose basiert auf dem Bevölkerungsstand des Jahres 2000 (weltweit 6,071 Mrd.) sowie Annahmen für die einzelnen Staaten. Sie enthält Daten für

die Kontinente, ausgewählte Regionen und die Staaten für die Jahre 2000, 2050, 2100, 2200 und 2300.

Die fünf Szenarien für die weltweite Bevölkerungsentwicklung sind

1. „Medium“ – mit einer Zunahme auf 8,972 Mrd. Menschen im Jahr 2300 und einem Maximum bei 9,221 Mrd. im Jahr 2075.
2. „Zero-Growth“ (Nullwachstum) – mit einer Zunahme auf 8,323 Mrd. im Jahr 2300 und einem Maximum bei 9,221 Mrd. im Jahr 2075.
3. „High“ – mit einer Zunahme auf 36,444 Mrd. im Jahr 2300.
4. „Low“ – mit einer Abnahme auf 2,310 Mrd. im Jahr 2300 und einem Maximum bei 7,529 Mrd. im Jahr 2040.
5. „Constant-Fertility“ (konstante Geburtenrate) – mit einer Zunahme auf 133.591,993 Mrd. im Jahr 2300.

Für Deutschland erwarten die UN folgende Entwicklungen (**Bild 1**):

- Im mittleren Szenario wird eine gemäßigte Entwicklung von derzeit ca. 82,4 Mio. auf 85,3 Mio. im Jahr 2300 prognostiziert. Dabei geht die Einwohnerzahl zunächst auf 73,1 Mio. im Jahr 2100 zurück, um danach wieder anzusteigen.
- Das Szenario „Nullwachstum“ folgt bis 2100 diesem Szenario und bleibt danach konstant.
- Im hohen Szenario ist eine Zunahme auf 284,5 Mio. Einwohner im Jahr 2300 prognostiziert. Für 2100 ist eine Zahl von 102,9 Mio. ausgewiesen.
- Im niedrigen Szenario geht die Einwohnerzahl auf 31,2 Mio. im Jahr 2300 zurück. Für 2100 ist eine Zahl von 52,8 Mio. ausgewiesen.
- Bei einer konstanten Geburtenrate würde die Einwohnerzahl Deutschlands im Jahr 2300 nur noch 3,1 Mio. betragen.

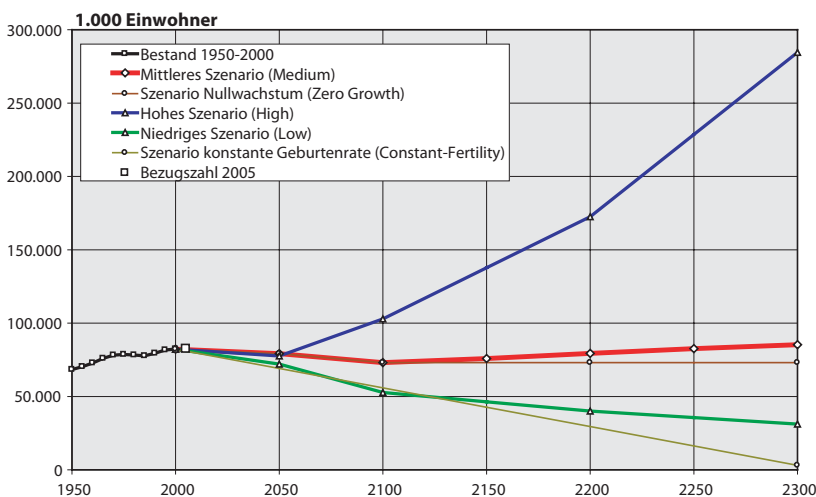


Bild 1. Prognose der UN für Deutschland 2300.

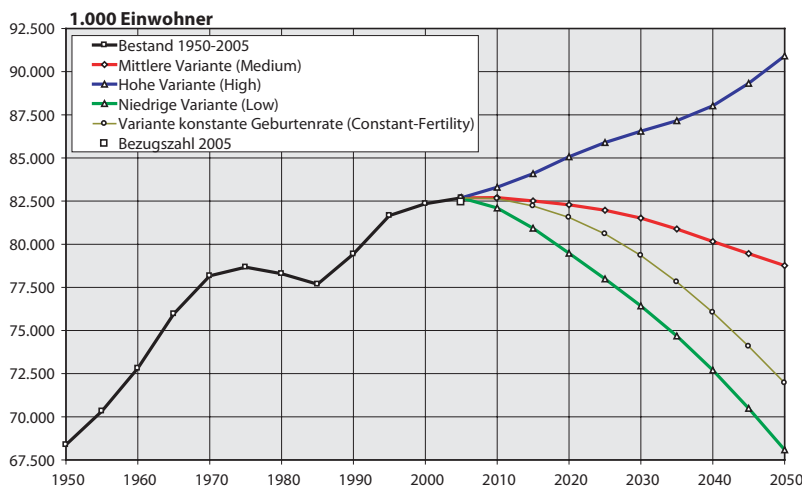


Bild 2. Prognose der UN für Deutschland 2050.

### 5.2 Prognose der UN für 2050

Mit dem Bericht „World Population Prospects: „The 2004 Revision Population Database“ [3] hat das Department of Economic and Social Affairs der United Nations im Jahr 2005 eine Prognose für die weltweite Bevölkerungsentwicklung bis zum Jahr 2050 vorgelegt. Die Prognose basiert auf dem Bevölkerungsstand des Jahres 2005 (weltweit 6,465 Mrd.) und enthält Daten für die Kontinente, ausgewählte Regionen und die Staaten in 5-Jahres-Schritten bis 2050. Die vier Varianten sind

1. „Medium“ mit einer Zunahme auf weltweit 9,076 Mrd. im Jahr 2050.
2. „High“ mit einer Zunahme auf 10,646 Mrd. im Jahr 2050.
3. „Low“ mit einer Zunahme auf 7,680 Mrd. im Jahr 2050.
4. „Constant-Fertility“ (konstante Geburtenrate) mit einer Zunahme auf 11,658 Mrd. im Jahr 2050.

Für Deutschland werden ausgehend von 82,7 Mio. Einwohnern im Jahr 2005 für 2050 erwartet (**Bild 2**):

- In der mittleren Variante ein Rückgang auf 78,8 Mio. Einwohner.
- In der hohen Variante eine Zunahme auf 90,9 Mio. Einwohner.

- In der niedrigen Variante ein deutlicher Rückgang auf 68,1 Mio. Einwohner.
- In der Variante „konstante Geburtenrate“ ein Rückgang auf 72 Mio. Einwohner.
- Diese Daten unterscheiden sich zum Teil deutlich von der Prognose für 2300 (**Bild 1**).

### 5.3 Prognosen der EU für Deutschland 2050

In dem Bericht „Langfristige Bevölkerungsvorausschätzungen auf nationaler Ebene“ [4] hat die EU die Ergebnisse einer Bevölkerungsprojektion für das Jahr 2050 zusammengefasst. Die Prognose basiert auf dem Bevölkerungsstand des Jahres 2004 und enthält sieben Varianten für die Bevölkerungsentwicklung in den Mitgliedstaaten bis 2050 mit Zwischenwerten für 2010 und 2030 (**Bild 3**).

Ausgehend von einem Bestand von 82,532 Mio. Einwohnern im Jahr 2004 sind für Deutschland bis 2050 im Wesentlichen folgende Trend-Szenarien dargestellt:

- In der Basisvariante eine Abnahme auf 74,642 Mio. Einwohner.
- In der hohen Variante eine Zunahme auf 89,943 Mio. Einwohner.
- In der niedrigen Variante eine Abnahme auf 63,412 Mio. Einwohner.

### 5.4 Prognosen auf Bundesebene für 2050

Auf Bundesebene liegen folgende Prognosen für das Jahr 2050 vor:

- Die 10. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes (2003, Datenbasis 2001) [5].
- Die 11. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes (2006, Datenbasis 2005) [6].
- Die Prognose des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR, 2006, Datenbasis 2001), die auch Angaben für die Bundesländer enthält [7].

Die ältere Prognose des Statistischen Bundesamtes enthielt neun Varianten, denen einheitlich eine konstante Geburtenrate von 1,4 Kindern pro Frau zugrunde lag. Variiert wurden hier lediglich Lebenserwartung und Wanderungssalden.

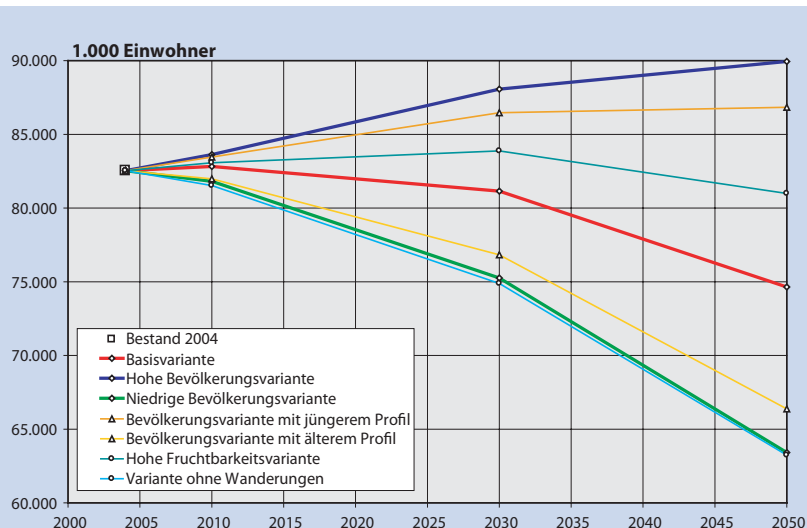
Die neuere Prognose des Statistischen Bundesamtes enthält zwölf Varianten und drei Modellrechnungen (**Bild 4**), denen verschiedene Annahmen für Geburtenrate, Lebenserwartung und Wanderungssaldo zugrunde liegen (vgl. Kap. 6). Dabei stellen die Varianten 1-W1 und 1-W2 die Unter- und Obergrenze der „mittleren“ Bevölkerungsentwicklung dar.

Die Prognose des BBR dient der Politikberatung der Bundesregierung in Bezug auf die künftige Nutzung des Raumes. Sie entspricht mit einem Wert von 77,3 Mio. für 2050 etwa der in **Bild 4** dargestellten Variante 3-W2 des Statistischen Bundesamtes, beruht jedoch auf anderen Annahmen.

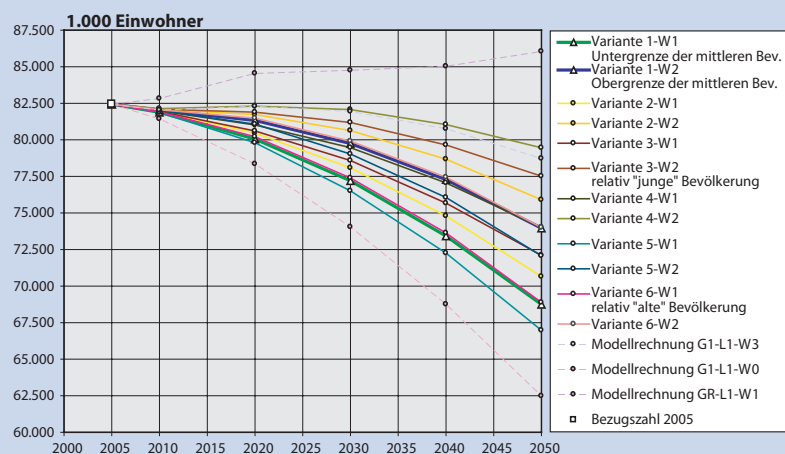
### 5.5 Prognosen für Hessen 2050

Für Hessen liegen drei aktuelle Prognosen für 2050 vor (**Bild 5**):

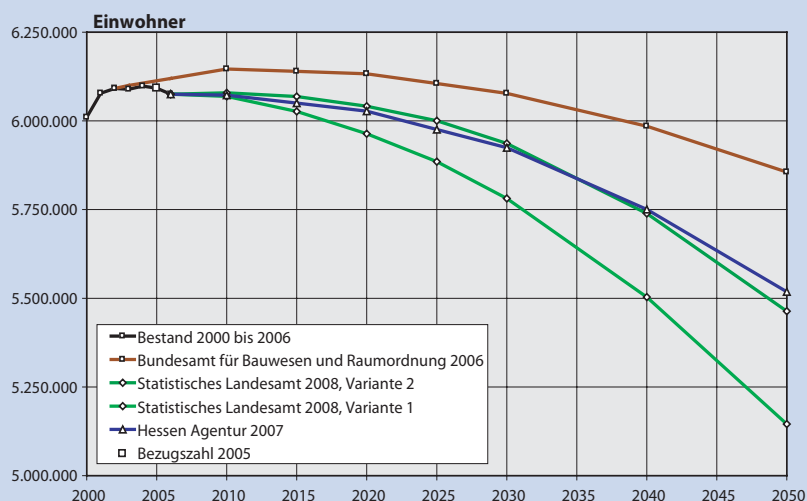
- Die neue Prognose des Hessischen Statistischen Landesamtes mit 2 Varianten für 2050 [9],



**Bild 3.** Prognose der EU für Deutschland 2050.



**Bild 4.** Prognose des Statistischen Bundesamtes für 2050 (11. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung).



**Bild 5.** Prognosen für Hessen 2050.

- die neue Prognose der Hessen Agentur GmbH für 2050 [11] und
- die Prognose des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR) [7].

Mit den Prognosen des Statistischen Landesamtes (2007) und der Hessen Agentur (2008) wurden Prognosen aus den Jahren 2004 und 2005 aktualisiert:

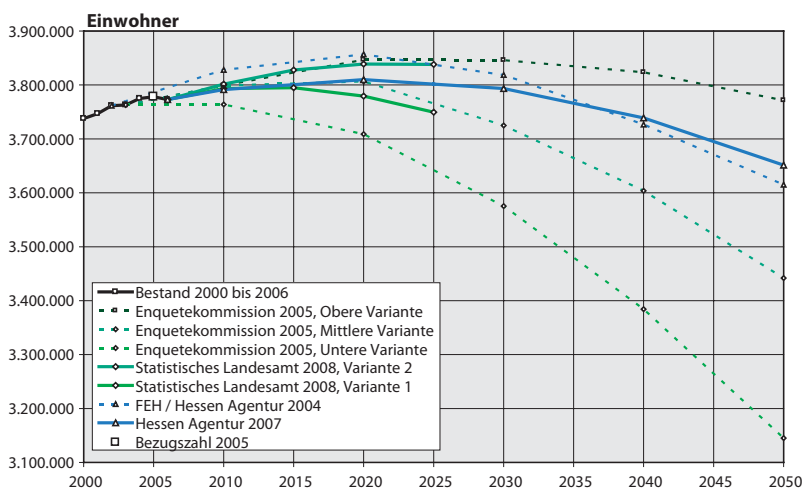
- Der vom Hessischen Landtag veröffentlichte Bericht „Bevölkerung in Hessen 2050“ der Enquetekommission „Demografischer Wandel“ [8] mit drei Varianten.
- Die Bevölkerungsvorausschätzung der Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft Hessen mbH (FEH) [10].

Die beiden letztgenannten Prognosen sind in **Bild 5** nicht dargestellt, werden aber als Bewertungsgrundlage für die Detailbetrachtung für Südhessen mit herangezogen (vgl. Kap. 5.6).

Die neuen Prognosen [9, 11] basieren auf der 11. regionalisierten Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes [6] (vgl. Kap. 5.4) und auf einem Bestand von 6,075 Mio. Einwohnern am 31.12.2006. Das Statistische Landesamt rechnet in seiner Variante 2 kurzfristig noch mit einer leichten Bevölkerungszunahme bis 2010. Mittel- und langfristig wird in beiden Varianten ein mehr oder weniger deutlicher Bevölkerungsrückgang auf 5,145 Mio. Einwohner in Variante 1 bzw. 5,463 Mio. in Variante 2 erwartet. Die Prognose der Hessen Agentur entspricht mit einem Endwert von 5,518 Mio. Einwohnern weitgehend der Variante 2 des Statistischen Landesamtes.

Gegenüber den früheren Prognosen [8, 10] wird nunmehr für die ländlichen Regionen ein stärkerer Bevölkerungsrückgang erwartet, während die großen Städte zumindest mittelfristig noch Bevölkerungszunahmen erwarten können. Insofern wurde in Hessen bei den Bevölkerungsprognosen ein planerischer Paradigmenwechsel berücksichtigt, der sich auch in den aktuellen Rahmenwerken der Regionalplanung wiederfindet.

Die Prognose des BBR liegt höher als die Prognosen der hessischen Institutionen und weist für den Zeitraum bis 2010 noch eine Bevölkerungszunahme auf knapp 6,15 Mio.



**Bild 6.** Prognosen für Südhessen 2025 und 2050.

Einwohner und danach einen vergleichsweise gemäßigten Rückgang auf 5,86 Mio. im Jahr 2050 aus.

### 5.6 Prognosen für Südhessen 2025 und 2050

Die einzige aktuelle Prognose für Südhessen bis 2050 wurde durch die Hessen Agentur aufgestellt [11]. Diese weist für den Zeitraum bis 2020 noch eine leichte Zunahme von 3,773 Mio. Einwohner im Jahr 2006 auf 3,857 Mio. und danach einen Rückgang auf 3,65 Mio. aus (**Bild 6**).

Der Vergleich der **Bilder 5 und 6** (Hessen und Südhessen) zeigt, dass für die Teilregion Südhessen eine erheblich günstigere Entwicklung erwartet wird als für Hessen insgesamt. Die Hessen Agentur rechnet in ihren aktuellen Gutachten für den Zeitraum 2006 bis 2050 für Südhessen mit einer Bevölkerungsabnahme um nur 3,2%, für Mittelhessen dagegen um 15,7% und für Nordhessen um 21,6% [11].

Die aktuelle Prognose des Statistischen Landesamtes enthält für Südhessen nur Daten für den mittelfristigen Zeitraum bis 2025. Für eine Abschätzung des längerfristigen Trends sind in **Bild 6** daher zusätzlich gestrichelt die Prognosen der Enquetekommission aus dem Jahr 2005 [8] und der FEH aus dem Jahr 2004 [10] dargestellt, die auch den Zeitraum bis 2050 abdecken. Es wird deutlich, dass die neuen mittelfristigen Prognosen etwa den Bereich zwischen der FEH-Prognose und der Mittleren Variante der Enquetekommission abdecken, während deren Obere und Untere Variante jeweils höher bzw. niedriger lagen.

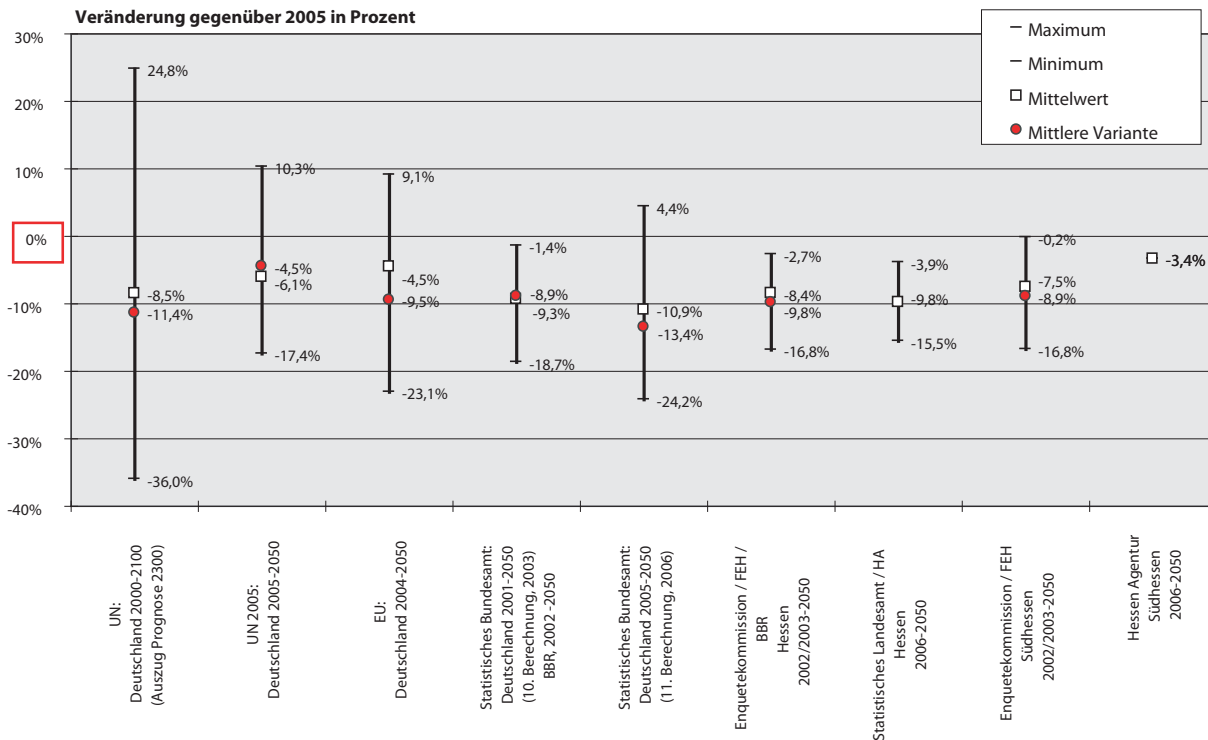
### 5.7 Gegenüberstellung der Prognosen

**Bild 7** zeigt die Bandbreiten der in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten Prognosen. Die prozentualen Veränderungen sind darin (unabhängig von der Basis der jeweiligen Prognose) einheitlich auf den Bestand 2005 bezogen, der in den **Bildern 1 bis 6** jeweils als Bezugspunkt eingetragen ist. Die Prognosen beziehen sich jeweils auf das Jahr 2050, nur ganz links sind die Daten der UN für 2100 (Auszug aus der Prognose für 2300) dargestellt – aufgrund der aus dem längeren Zeitraum resultierenden Prognose-Unsicherheiten mit entsprechend größerer Bandbreite.

Zunächst fällt auf, dass die UN für Deutschland im Jahr 2050 wesentlich höhere Einwohnerzahlen erwartet als das Statistische Bundesamt. Die Mittlere Variante der UN weist gegenüber 2005 einen Rückgang um 4,5% aus. Dagegen sind in den Prognosen des Statistischen Bundesamtes Rückgänge um 8,9% bzw. in der neuesten Prognose sogar 13,4% (Mittelwert von Unter- und Obergrenze, vgl. **Bild 4**) ausgewiesen. Auch die Randwerte der Bandbreiten liegen vor allem in der neuesten Prognose des Statistischen Bundesamtes deutlich unter denen der UN.

Die Prognose der EU für Deutschland 2050 hat eine größere Bandbreite als die anderen Prognosen. Dabei entspricht der untere Wert mit -23,1% etwa der neuesten Prognose des Statistischen Bundesamtes (-24,2%), der obere Wert liegt mit +9,1% gegenüber +4,4% jedoch deutlich höher. Mittelwert und Basisvariante der EU liegen ebenfalls deutlich über den aktuellen Daten des Statistischen Bundesamtes [6] und sind mit denen der UN vergleichbar.

Für Hessen und Südhessen sind in **Bild 7** sowohl die aktuellen Prognosen für 2050 als auch deren Vorgänger-



**Bild 7.** Bandbreiten der vorliegenden Prognosen für Deutschland, Hessen und Südhessen.

werke dargestellt. Für Hessen decken die Bandbreiten einen Bereich zwischen einem leichten Rückgang um etwa 3 bis 4% und einem deutlichen Rückgang um etwa 15 bis 17% ab. Für Südhessen ist in den älteren Prognosen eine Bandbreite zwischen +/- 0 und -17% dargestellt. Die aktuelle Prognose der Hessen Agentur weist einen leichten Rückgang um 3,4% aus.

Alle vorliegenden Prognosen sind für sich genommen fachlich fundiert und liefern in Abhängigkeit von den zugrunde gelegten Fragestellungen bzw. Zielrichtungen sowie den hierfür festgelegten Annahmen nachvollziehbare Ergebnisse. Die Entwicklungen der zugrunde liegenden Eingangsparameter Geburtenrate, Lebenserwartung und Wanderungssaldo hängen von vielen regionalen wie auch globalen Rahmenbedingungen ab, sind daher nicht exakt prognostizierbar und unterliegen somit einer entsprechenden Varianz (vgl. Kap. 6). Daraus ergibt sich zwangsläufig eine Bandbreite von Varianten und Szenarien, die auch in der hier benötigten Abschätzung der Bevölkerungsentwicklung bis 2100 zumindest weitgehend berücksichtigt werden muss (vgl. Kap. 7).

## 6. Zugrunde liegende Annahmen

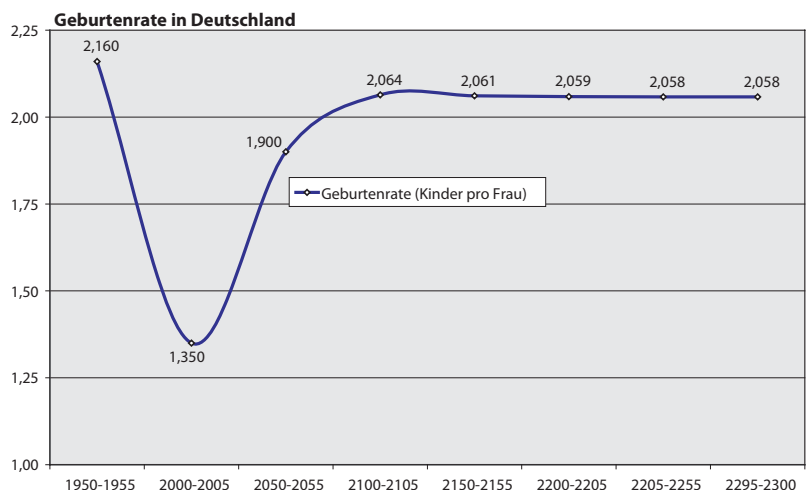
Allen Bevölkerungsprognosen liegen Annahmen für die drei prägenden Faktoren

- Geburtenrate (Fertilität, fertility),
- Lebenserwartung (life expectancy) bzw. Sterblichkeit (mortality),
- Wanderungen (Migration, migration)

zugrunde. Die Lebenserwartung hat dabei den geringsten Einfluss auf das Ergebnis der Prognose. Die Geburtenrate wird angegeben in Geburten je Frau. Zur Bestandserhaltung

ist eine Geburtenrate über 2,0 erforderlich. Geburtenraten deutlich über 2,0 bedeuten Wachstum, Geburtenraten unter 2,0 Schrumpfung. In Deutschland liegt die Geburtenrate derzeit unter 1,4. Die UN erwarten für Europa minimale Fertilitätsraten im Zeitraum zwischen 1990 bis 2010 [3]. Danach wird ein langsamer Anstieg auf bestandserhaltende Werte leicht über 2,0 erwartet. Die von den UN erwartete Entwicklung in Deutschland zeigt **Bild 8**.

Die EU [4] geht davon aus, dass die Geburtenrate in Ost- und Mitteleuropa im kommenden Jahrzehnt gering bleiben und dann wieder steigen wird. Auf Grundlage dieser Annahme wurden drei Varianten definiert, die als Basis-, hohe und niedrige Variante bezeichnet werden (Kap. 5.3 und **Bild 3**). Der Basisvariante liegt für Deutschland eine leichte



**Bild 8.** Geburtenrate in Deutschland, 1950 bis 2300.

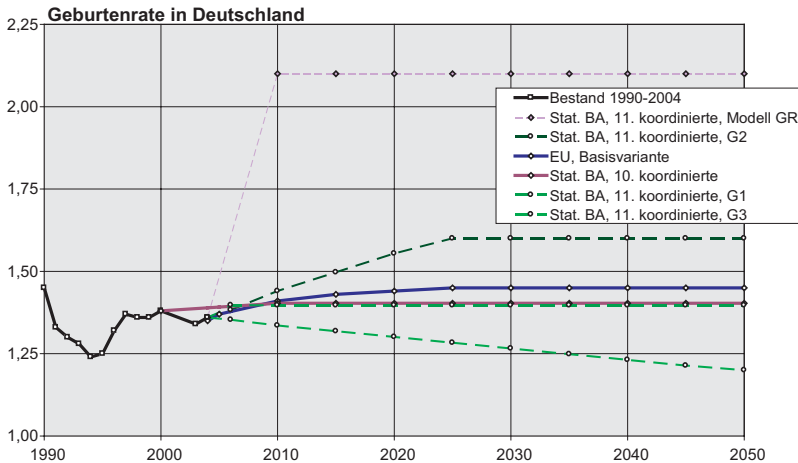


Bild 9. Geburtenrate in Deutschland, 1990 bis 2050.

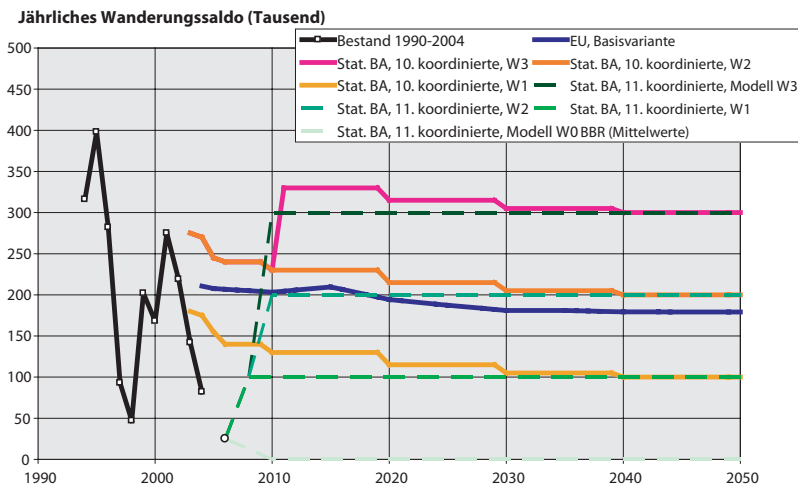


Bild 10. Migration nach Deutschland, 1994 bis 2050.

Zunahme auf 1,45 Geburten pro Frau zugrunde (Bild 9). In der älteren Prognose des Statistischen Bundesamtes [5] ist bis 2010 ein leichter Anstieg der Geburtenrate von derzeit unter 1,4 auf 1,40 zugrunde gelegt, die dann bis 2050 konstant bleibt. In der jüngeren Prognose des Statistischen Bundesamtes [6] sind ausgehend von einer aktuellen Geburtenrate von rund 1,4 vier verschiedene Annahmen berücksichtigt (Bild 9):

- In den Varianten 1 und 2 und zwei Modellrechnungen eine ab 2006 annähernd konstante Geburtenrate von 1,40 (G1).
- In den Varianten 3 und 4 ein leichter Anstieg auf 1,6 bis 2025 und danach konstant (G2).
- In den Varianten 5 und 6 ein linearer Rückgang von derzeit 1,4 auf 1,2 bis 2050 (G3).
- In der dritten Modellrechnung ein starker Anstieg auf 2,1 bis 2010 und danach bis 2050 konstant (GR).

Das BBR [7] rechnet bis 2020 je nach Bevölkerungsstruktur mit unterschiedlichen Entwicklungen in den kreisfreien Städten und Landkreisen und schreibt diese Zahlen dann bis 2050 als konstant fort. Zusammenfassend ist festzustellen, dass die UN für Deutschland mit wesentlich günstigeren

Annahmen in Bezug auf die Geburtenrate rechnet als die deutschen Stellen. Als Folge davon ergeben sich in den Prognosen der deutschen Stellen in fast allen Varianten stärkere Rückgänge (Bild 4 bis 6), die den Eindruck eines anhaltenden Schrumpfungprozesses erwecken.

In Bezug auf die Lebenserwartung erwarten alle Prognosen einen mehr oder weniger deutlichen Anstieg, langfristig auf Werte über 100 Jahre. Wanderungsbewegungen sind grundsätzlich nicht oder kaum prognostizierbar. Den Prognosen liegen deshalb unterschiedliche Annahmen zugrunde, die aus den Wanderungssalden der Vergangenheit abgeleitet sind (Bild 10). Die Migration hat in den Prognosen der deutschen Stellen eine höhere Bedeutung als in der langfristigen Prognose der UN. Insofern findet ein gewisser Ausgleich für die meist ungünstigeren Annahmen in Bezug auf die Geburtenrate statt.

### 7. Bevölkerungsprognose für Südhessen 2100

Für das Jahr 2100 liegen keine Bevölkerungsprognosen für die Bundesländer oder kleinere räumliche Einheiten vor. Zahlenwerte für Deutschland 2100 enthält nur die Prognose der UN für 2300 (Bild 1). Bei der Übertragung auf Südhessen ist zu beachten:

- Die Prognosen der deutschen Stellen und der EU erwarten für Deutschland einen wesentlich stärkeren Bevölkerungsrückgang als die UN.
- Die erwartete Entwicklung für Hessen insgesamt entspricht etwa dem Bundesdurchschnitt.
- Für Südhessen wird eine günstigere Entwicklung erwartet als für Nord- und Mittelhessen; das BBR erwartet für Südhessen bis 2020 sogar eine deutlich überdurchschnittliche Entwicklung.
- Die aktuellen Prognosen weisen für Südhessen relativ gemäßigte Entwicklungen aus.

Bild 11 zeigt die daraus abgeleiteten Szenarien für Südhessen, wie sie der aufzustellenden Wasserbedarfsprognose zugrunde gelegt werden. Ausgehend von 3,78 Mio. Einwohnern im Jahr 2005 ergeben sich demnach für 2100 Einwohnerzahlen von rd. 4,72 Mio. als Oberer Wert, 3,48 Mio. als Mittlerer Wert und 2,46 Mio. als Unterer Wert.

Dem liegen folgende Annahmen zugrunde (vgl. Bild 7):

- Das obere Szenario entspricht mit einer Zunahme um 25 % der Prognose der UN für Deutschland (hohes Szenario). Es liegt deutlich über den Prognosen der deutschen Stellen.
- Das untere Szenario entspricht mit einer Abnahme um rund 35 % der Prognose der UN für Deutschland (niedriges Szenario). Da es für 2050 die Untere Variante der Enquetekommission des Hessischen Landtags gerade mit einschließt, ist die so nach unten festgelegte Bandbreite bis 2100 vertretbar.
- Das mittlere Szenario ist mit einem Rückgang um 8 % aus dem mittleren Szenario der UN abgeleitet, das für Deutschland einen Rückgang um 8,5 % ausweist. Berücksichtigt ist damit eine etwas günstigere Entwicklung in Südhessen. Der Rückgang um 4 % bis 2050 entspricht ziemlich genau der aktuellen Prognose der Hessen Agentur, die gegenüber 2005 einen Rückgang um knapp 4 % erwartet.

Die Entwicklung im Zeitraum 2005 bis 2100 wird näherungsweise linear angesetzt. Vor dem Hintergrund der unvermeidlichen Unsicherheit der Prognose und der Unterschiedlichkeit der zugrunde liegenden Quellen wäre jede weitere Präzisierung (z.B. im zeitlichen Verlauf) reine Spekulation. Aus dem gleichen Grund wird keine weitere Differenzierung für die Landkreise und kreisfreien Städte vorgenommen. Der aufzustellenden Wasserbedarfsprognose werden also einheitlich die oben genannten Szenarien zugrunde gelegt.

Abschließend ist zu bemerken, dass es unwahrscheinlich ist, dass in Deutschland eine Entwicklung eintritt, die sich völlig von der Entwicklung weltweit bzw. in Europa abkoppelt. Die UN erwarten in ihrem mittleren Szenario weltweit eine Bevölkerungszunahme auf maximal etwa 9,2 Mrd. Menschen im Jahr 2075 [2]. Einflussfaktoren, die die Entwicklung in Deutschland mitbestimmen werden, sind die bereits im Bestand hohe Bevölkerungsdichte einerseits, die hoch entwickelte Infrastruktur und die günstigen Lebensbedingungen andererseits. Damit ist eine gemäßigte Bevölkerungsentwicklung wahrscheinlicher als eine starke Zunahme oder ein starker Rückgang.

Für die aufzustellende Wasserbedarfsprognose wird in dem nächsten Schritt die langfristige Entwicklung des Pro-Kopf-Bedarfs abgeschätzt. Die entsprechenden Szenarien werden auf Grundlage umfassender Recherchen voraussichtlich erhebliche Bandbreiten abdecken, um den bis 2100 zu erwartenden bzw. denkbaren Entwicklungen Rechnung zu tragen. Die eigentliche Wasserbedarfsprognose wird dann aus der Überlagerung von Bevölkerungsentwicklung und Pro-Kopf-Bedarf abgeleitet.

## Literatur

- [1] Herber, W., Wagner, H. und Roth, U.: Die demografische Entwicklung als Grundlage für den Regionalen Wasserbedarfsnachweis der Hessenwasser GmbH & Co. KG. GWF-Wasser/Abwasser 148 (2007) Nr. 10, S. 684–690.
- [2] United Nations, DESA, Population Division, World Population in 2300 (ESA/P/WR.187), forthcoming, New York 2004. <http://www.un.org/esa/population/publications/longrange2/WorldPop-2300final.pdf>
- [3] United Nations, DESA, Population Division, World Population Prospects: The 2004 Revision Population Database. New York 2005. <http://esa.un.org/unpp>
- [4] Europäische Gemeinschaft, Eurostat: Langfristige Bevölkerungsvorausschätzungen auf nationaler Ebene. Luxemburg, Februar 2006.
- [5] Statistisches Bundesamt: Bevölkerung Deutschlands bis 2050 – 10. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Wiesbaden, 2003.
- [6] Statistisches Bundesamt: Bevölkerung Deutschlands bis 2050 – 11. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Wiesbaden, 2006.
- [7] Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.): Raumordnungsprognose 2020/2050. Berichte des BBR, Heft 23, Bonn 2006. Dazu Daten-CD (Ausgabe 2006).

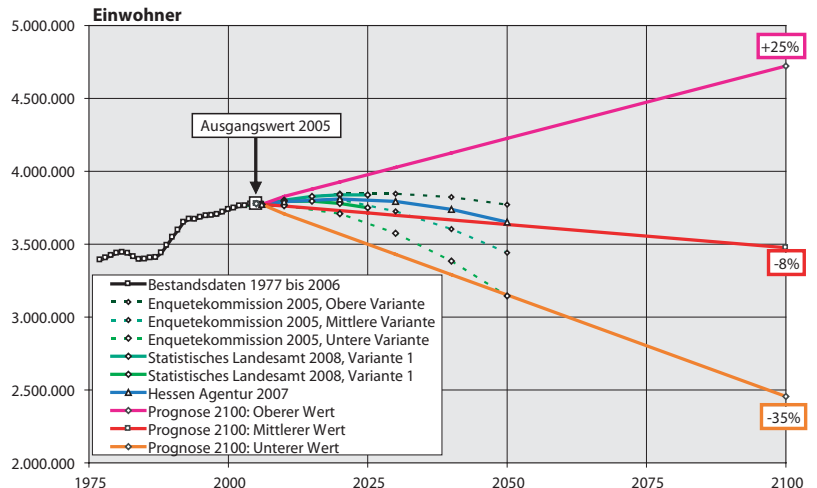


Bild 11. Bevölkerungsprognose für Südhessen 2100.

- [8] Hessischer Landtag (Hrsg.): Enquetekommission „Demografischer Wandel“: Bevölkerung in Hessen 2050. Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2005.
- [9] Hessisches Statistisches Landesamt: Bevölkerung in Hessen 2050. Wiesbaden, 2008.
- [10] Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft Hessen mbH: Bevölkerungsvorausschätzung für die hessischen Landkreise und kreisfreien Städte bis 2050. Wiesbaden, 2004.
- [11] Hessen Agentur GmbH: Bevölkerungsvorausschätzung für die hessischen Landkreise und kreisfreien Städte. Wiesbaden, 2008.

Eingereicht: 21.01.2008  
Korrektur: 05.12.2008  
Im Peer-Review-Verfahren begutachtet

## Autoren

Dr. rer. nat. **Hermann Mikat**

E-Mail: [Hermann.Mikat@hessenwasser.de](mailto:Hermann.Mikat@hessenwasser.de) |  
Hessenwasser GmbH & Co. KG |  
Tanusstraße 100 | D-64521 Groß-Gerau

Dipl.-Geol. **Holger Wagner**

[Holger.Wagner@hessenwasser.de](mailto:Holger.Wagner@hessenwasser.de) |  
Hessenwasser GmbH & Co. KG |  
Tanusstraße 100 | D-64521 Groß-Gerau

Dr.-Ing. **Ulrich Roth**

Beratender Ingenieur |  
E-Mail: [Dr.Roth-BadEms@t-online.de](mailto:Dr.Roth-BadEms@t-online.de) |  
Auf der Hardt 33 | D-56130 Bad Ems