



Fachtagung

**Einfluss des Klimawandels
auf Grundwasserhaushalt
und Wasserwirtschaft**

02. Dezember 2008

Stadthalle Idstein

Ulrich Roth und Hermann Mikat

Auswirkungen des Klimawandels auf eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung

DR.-ING. ULRICH ROTH
Beratender Ingenieur, Bad Ems

Dr. rer. nat. Hermann Mikat



AnKliG

www.anklig.de

Anpassungsstrategien an Klimatrends und Extremwetter und
Maßnahmen für ein nachhaltiges Grundwassermanagement

BGS UMWELT
Brandt Gerdes Sitzmann Umweltplanung GmbH

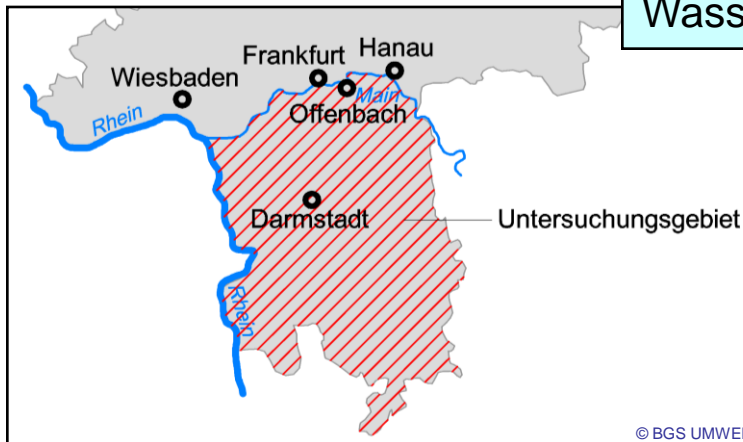

hessenwasser


HLUG



DR.-ING. ULRICH ROTH
Beratender Ingenieur, Bad Ems

Wasserbedarfsprognose 2100



© BGS UMWELT

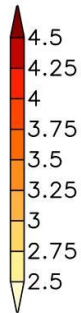
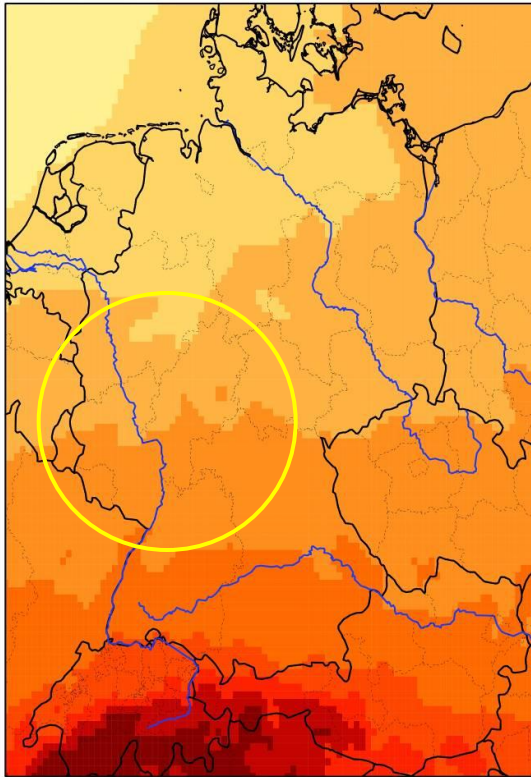
Bearbeitungszeitraum
August 2006 – Juli 2009

Voraussichtliche Klimaänderung bis 2100 (Variante A1B)

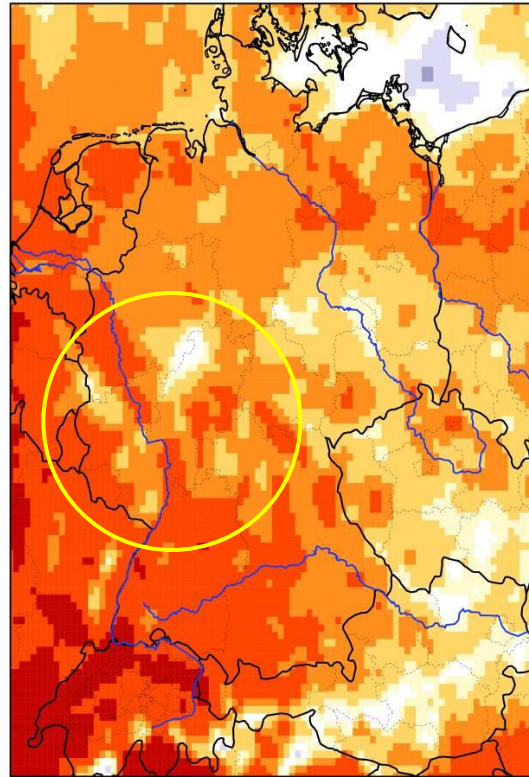
Temperaturerhöhung

Niederschlagsverlagerung: Sommer -> Winter

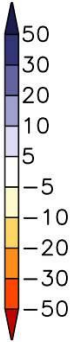
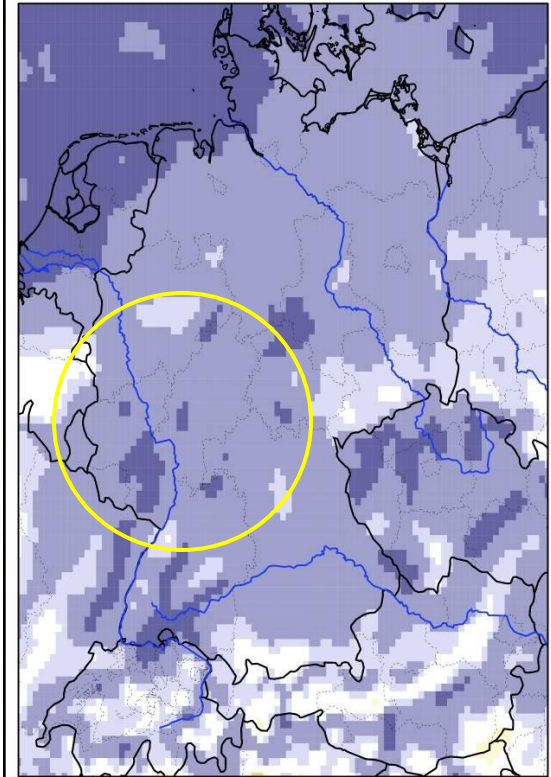
A1B (2071/2100 - 1961/1990)
Klimamittel 30_Jahre: 2m Lufttemperatur [°C]



A1B (2071/2100 - 1961/1990)
Sommer: relative Niederschlagsänderung [%]



A1B (2071/2100 - 1961/1990)
Winter: relative Niederschlagsänderung [%]



Quelle: Max Planck-Institut für Meteorologie (MPI)
"MPI-M / UBA, 2007: Regionale Klimasimulationen für Deutschland, Österreich und die Schweiz"

Andere Szenarien: A2, B1

Voraussichtliche Auswirkungen des Klimawandels

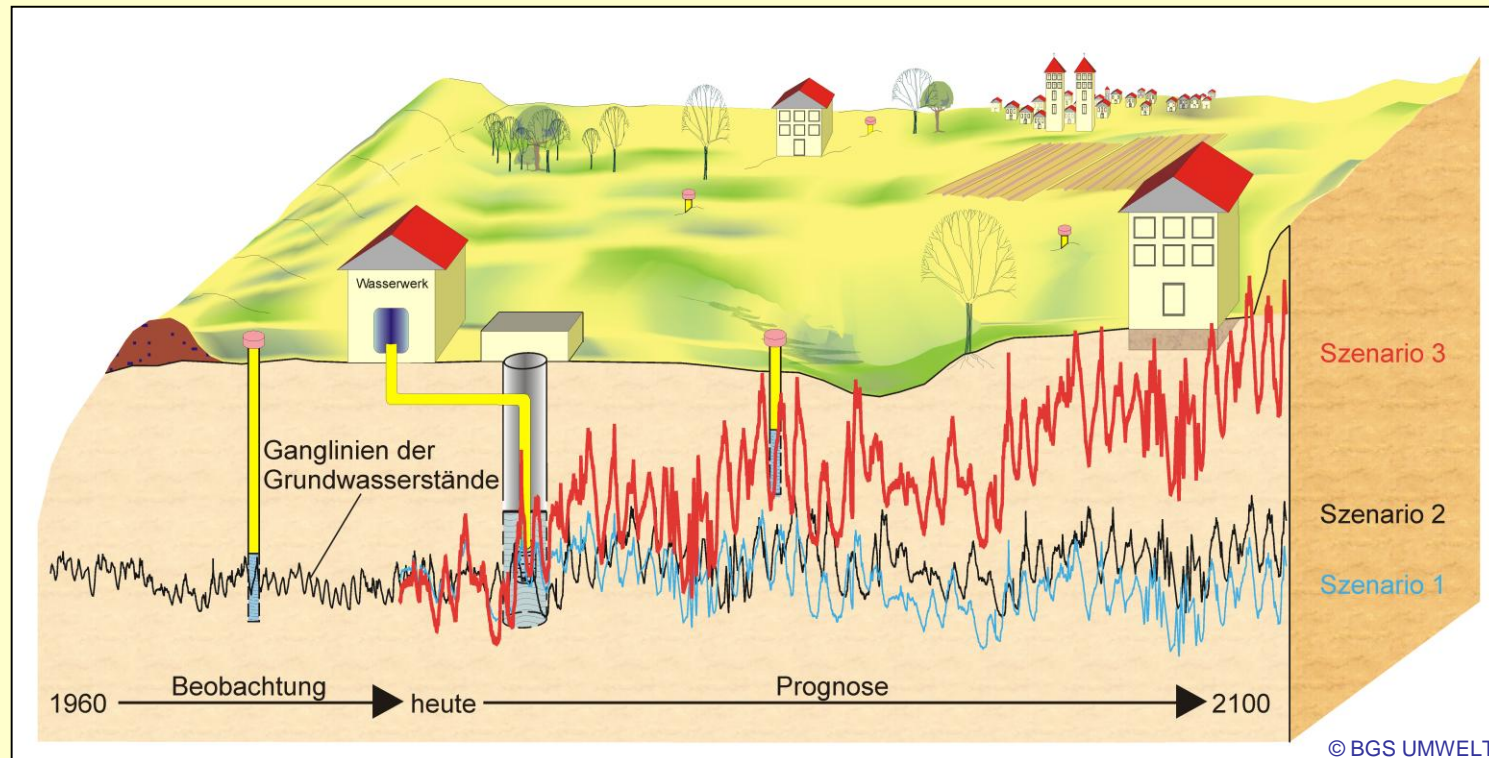
- Allgemeine Erhöhung der Temperaturen
 - Erhöhung des Energiedurchsatzes in der Atmosphäre
 - Häufigere und stärker ausgeprägte Extremereignisse
 - Starkniederschläge
 - Trockenperioden
- Erhöhung der Winterniederschläge
- Weniger Frost- und Eistage (günstig für Versickerung)
- Reduzierung der Sommerniederschläge
- Regionale, auch kleinräumige Unterschiede

Beispiel (→ Grundwasserbewirtschaftung):

- Die Trockenperiode 1990/91 war im Oberrheingraben das maßgebliche Ereignis nach 1976; in der Pfalz trat sie kaum in Erscheinung.
- Das Trockenjahr 2003 war im Oberrheingraben nicht signifikant; in der Pfalz war sie das maßgebliche Ereignis nach 1976

Auswirkungen des Klimawandels auf den Grundwasserhaushalt

- Wahrscheinlich Erhöhung der Grundwasserneubildung im Winterhalbjahr
- Erhöhung des mittleren Grundwasserdargebotes (regional unterschiedlich)
- Gefahr größerer Dargebotsschwankungen in längeren Trockenperioden
- Bei Quelfassungen häufigerer / stärkerer Dargebotsrückgang in Trockenperioden (heute schon Problem in Mittelgebirgsregionen)
- Darstellung in Szenarien und Modellrechnungen



Grundwasserbewirtschaftung

Aufgabe:

Versorgung der Bevölkerung und der gewerblichen und sonstigen Einrichtungen mit Trink- und Betriebswasser
§ 39 Hessisches WG

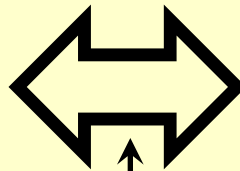
Nutzbares Dargebot

- Grundwasser (ca. 63 %)
- Anger. Grundwasser (ca. 10 %)
- Uferfiltrat (ca. 5 %)
- Quellwasser (ca. 10 %)
- Seen und Talsperren (ca. 11 %)
- Flusswasser (ca. 1 %)

Randbedingungen:

- Wassermenge
- Wasserqualität
- Natürlicher Wasserhaushalt

Anteile: Öffentliche Wasserversorgung



Wasserbedarf

• **Öffentliche Wasserversorgung**

- Haushalte (ca. 70 %)
 - Industrie/Gewerbe, öff. Einr. (ca. 20 %)
 - Eigenbedarf/Verluste (ca. 10 %)
 - Löschwasserbedarf
- Industrielle/gewerbliche Eigengewinnung
 - Landwirtschaft
 - Private Eigengewinnung

Bedarfszahlen in Deutschland relativ niedrig

⇒ **Bewirtschaftungsziel: Nachhaltigkeit !**

Nachhaltigkeit – Rechtslage in Deutschland

§ 33a WHG:

Das Grundwasser ist so zu bewirtschaften, dass

1. eine nachteilige Veränderung seines mengenmäßigen und chemischen Zustands vermieden wird,
2. alle (...) Trends ansteigender Schadstoffkonzentrationen (...) umgekehrt werden,
3. ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und Grundwasserneubildung gewährleistet und
4. ein guter mengenmäßiger und chemischer Zustand (...) erhalten oder erreicht wird.



Die Rechtslage in Deutschland zielt also darauf ab,

- eine dauerhafte Nutzung des Grundwassers zu gewährleisten und
- negative Auswirkungen der Grundwassernutzungen zu vermeiden.

Vorbeugender qualitativer Grundwasserschutz ist dafür essentiell.

Verbleibendes Problem: Nutzungskonflikte (z.B. Grundwasserstände)

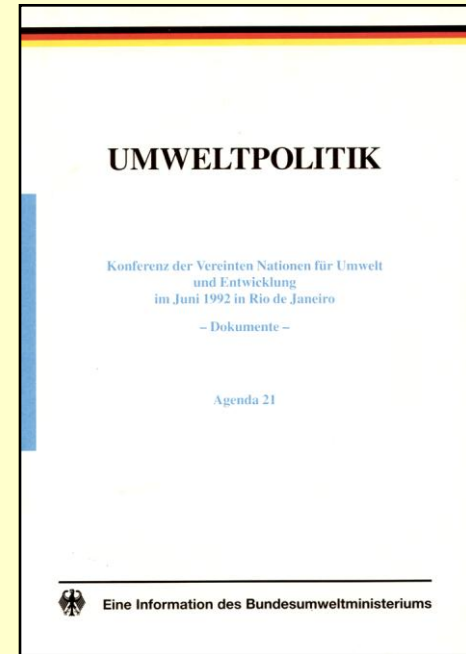
Nachhaltigkeit – Agenda 21

Agenda 21 zu Klimaschutz und Wasserwirtschaft:

- Kap. 9: Schutz der Erdatmosphäre
- Kap. 18: Schutz der Güte und Menge der Süßwasserressourcen

Einführung zu Abschnitt 18.2:

„Oberstes Ziel ist die gesicherte Bereitstellung von Wasser in angemessener Menge und guter Qualität für die gesamte Weltbevölkerung bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der hydrologischen, biologischen und chemischen Funktionen der Ökosysteme, Anpassung der Aktivitäten des Menschen an die Belastungsgrenzen der Natur und Bekämpfung der Vektoren wasserinduzierter Krankheiten“.



Die Agenda 21 unterscheidet:

- erneuerbare Ressourcen (z.B. Holz, Wasser)
- nicht erneuerbare Ressourcen (z.B. Öl, Kohle, Erze)

Sie fordert

die besonders wirksame und daher sparsame Verwendung der nicht erneuerbaren Ressourcen.

✓ Dies stimmt überein mit der Forderung, die CO₂-Emissionen zu reduzieren (Klimaschutz).

➤ Wassersparmaßnahmen unter Einsatz größerer Mengen Energie und Rohstoffe stehen somit im Widerspruch zur Agenda 21.

Nachhaltigkeit – Entwicklungsziele zur Jahrtausendwende (UN)

Entwicklungsziele für die Wasserwirtschaft bis 2015:

- Halbieren der Zahl der Menschen ohne nachhaltigen Zugang zu sicherem Trinkwasser und grundlegender Sanitärversorgung.

Weitere Entwicklungsziele im Umweltbereich:

Integration der Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung in die Politik der Länder und deren Programme und Umkehrung des Verlustes an Umweltressourcen mit den Indikatoren:

- Anteil der Waldflächen,
- Anteil der Flächen, die zur Aufrechterhaltung der biologischen Vielfalt geschützt sind,
- Energieverbrauch im Verhältnis zur Wirtschaftsleistung,
- Kohlendioxid-Emissionen pro Kopf und Verbrauch von Ozon-dezimierenden FCKWs,
- Bevölkerungsanteil, der feste Brennstoffe benutzt.

Grundlegende Verbesserung der Lebensbedingungen von mindestens 100 Millionen Slum-Bewohnern bis 2020.



UN Millennium Development Goals

Goal 7: Ensure environmental sustainability

- *Target 9: Integrate the principles of sustainable development into country policies and programmes and reverse the loss of environmental resources*
- *Target 10: Half, by 2015, the proportion of people without sustainable access to safe drinking water and basic sanitation*
 - *Progress indicator 30: Proportion of population with sustainable access to an improved water source ...*
 - *Progress indicator 31: Proportion of population with access to improved sanitation ...*
- *Target 11: Have achieved by 2020 a significant improvement in the lives of at least 100 million slum dwellers.*

www.un.org/millenniumgoals

Bericht über die
menschliche Entwicklung 2006

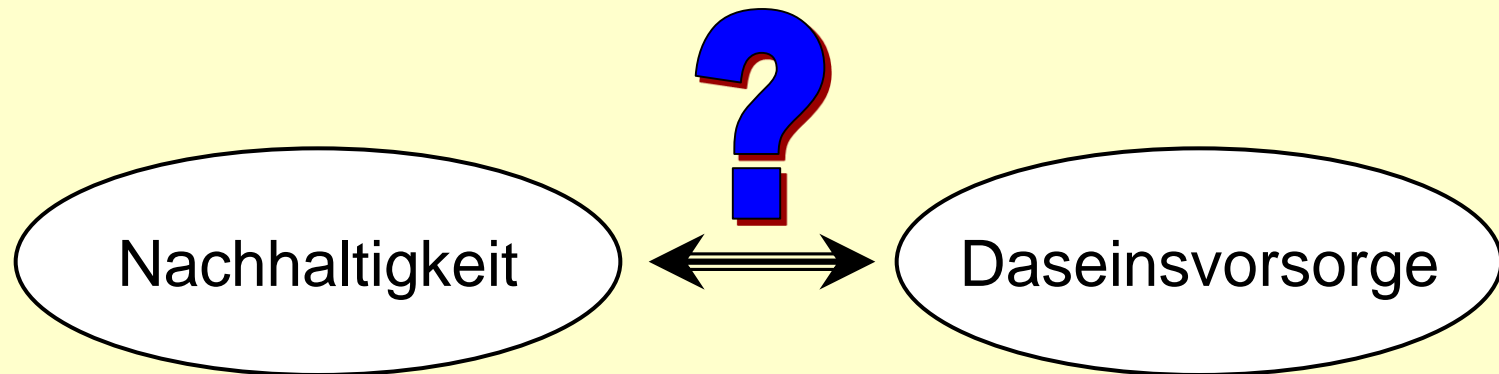


Nicht nur eine Frage der Knappheit:
Macht, Armut und die globale Wasserkrise



Nachhaltigkeit – Ziele und Situation in Deutschland

- Sicherstellung der Wasserversorgung (und Abwasserbeseitigung) an sich
- Bekämpfung/Vermeidung wasserinduzierter Krankheiten bzw. Seuchen
- Auf Dauer angelegte Ver- und Entsorgung
- Vermeidung von Übernutzung der Ressourcen
- Qualitativer Gewässerschutz – Grund- und Oberflächenwasser
- Vorrang des Energiesparens vor dem Wassersparen



Nachhaltigkeit – Beispiele aus Deutschland



Bad Ems, Wasserwerk Wiesbach, 1872-'75



Frankfurt, Wasserwerk Hattersheim, 1907-'09



Darmstadt, Wasserwerk Eschollbrücken, 1880 / 2000



Wiesbaden, Schläferskopfstollen, 1896-1900

Klimawandel macht Trinkwasser knapp

Rhein-Zeitung, 19.5.2008

Ingenieurkammer: Künftig wird es ohne größere Verbände Probleme geben

So gravierend wie in Spanien werden die Folgen nicht sein, wo gerade die Metropole Barcelona nach einer Jahrhundertdürre über Schiffe mit Trinkwasser versorgt wird. Fachleute fordern aber, wegen des Klimawandels in unserer Region frühzeitig zu überlegen und zu handeln, ehe Landstriche auf dem Trockenen sitzen.

RHEINLAND-PFALZ. Experten erwarten durch den Klimawandel auch Folgen für die Trinkwasserversorgung in Rheinland-Pfalz. Die Regionen werden unterschiedlich stark betroffen sein, die Ingenieurkammer Rheinland-Pfalz sieht deshalb die Notwendigkeit, größere Verbände zu schaffen.

Verteilung schwankt stärker

Im Jahresmittel wird es künftig wohl nicht weniger Grundwasser geben als heute. Aber der Grundwasserspiegel wird im Jahresverlauf extrem schwanken. Und diese Schwankungen werden mit extremem Wasserverbrauch zusammentreffen. Dieses Szenario entfaltete der Wasserfachmann Dr. Ulrich Roth jetzt vor der Ingenieurkammer, die sich mit den Auswirkungen des Klima-

wandels auf die Wasserwirtschaft beschäftigte.

Den Szenarien zufolge werden vor allem ländliche Gebiete und Mittelgebirgsregionen wie Hunsrück oder Westerwald mit den Folgen zu kämpfen haben. Experten raten daher, als Ergänzung zur örtlichen Wassergewinnung auf größere Verbände zu setzen.

Wie die meisten Experten geht Roth davon aus, dass es künftig bei uns im Winter mehr, im Sommer aber weniger regnen wird. Die Erfahrung zeigt: In trockenen Perioden steigt der Wasserverbrauch aber auch noch signifikant an. Diese Verbrauchsspitzen wird es also immer ausgeprägter und öfter geben. Und sie treten natürlich dann auf, wenn wenig Grundwasser da ist.

Roth geht davon aus, dass vor allem kleinere Kommunen auf dem Land von den Schwankungen betroffen sein werden. Er erklärt dies mit der Verbrauchsstruktur, mit dem ähnlichen Lebensrhythmus der Menschen dort. In größeren Städten mit Singles und Familien, mit einer Mischung aus Wohnen und Arbeiten ist die Verbrauchsspitze nicht so ausge-

prägt. In kleinen Orten auf dem Land dagegen könne an einem heißen Wochenende schon mal doppelt so viel Wasser verbraucht werden wie im Jahresmittel. Extrem wird die Situation in Neubaugebieten mit vielen Regenwassernutzungsanlagen. Verschärft wird diese Lage noch im Mittelgebirge, wo Trinkwasser häufig aus Quellen gewonnen wird. Aufgrund des steinigten Bodens versickert hier nur wenige Wasser, sodass die Quellen bei Trockenperioden noch schneller versiegen.

Erste Kooperationen starten

Eine Lösung sieht Roth in einer Kombination aus örtlicher Wassergewinnung und Verbundstrukturen von größeren Städten und kleinen Orten. Erste Ansätze gibt es dafür bereits. Günter Hoffmann, Geschäftsführer der Landesgruppe Rheinland-Pfalz im Verband kommunaler Unternehmen, beobachtet, dass der Klimawandel und seine Auswirkungen durchaus ein Thema sind unter den Wasserversorgern. Auch über Verbände werde dabei nachgedacht. „Aber da sind wir noch sehr in den Anfängen.“

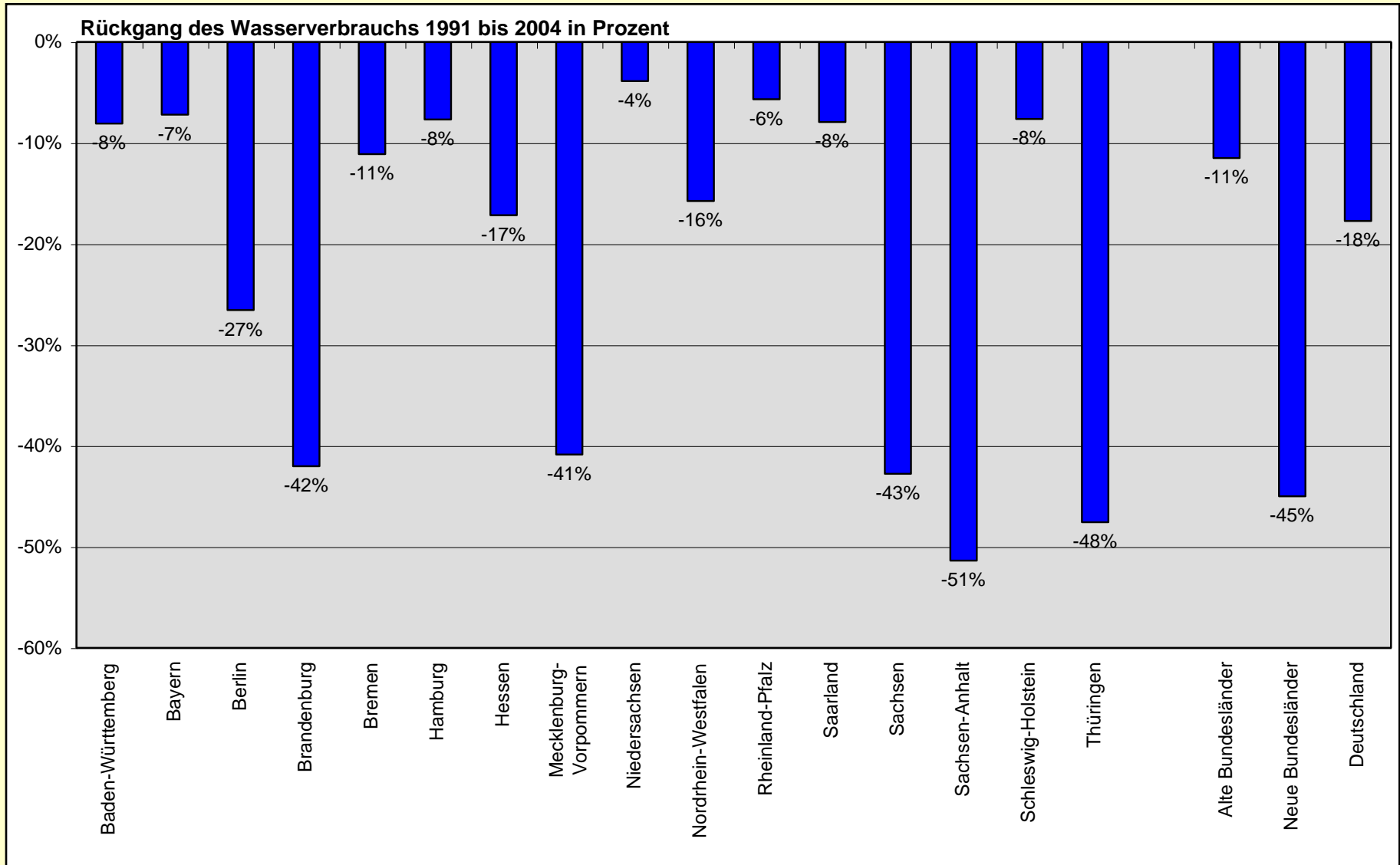
Artur Siemens

Klimawandel
= Wasserknappheit
= Wassersparen!



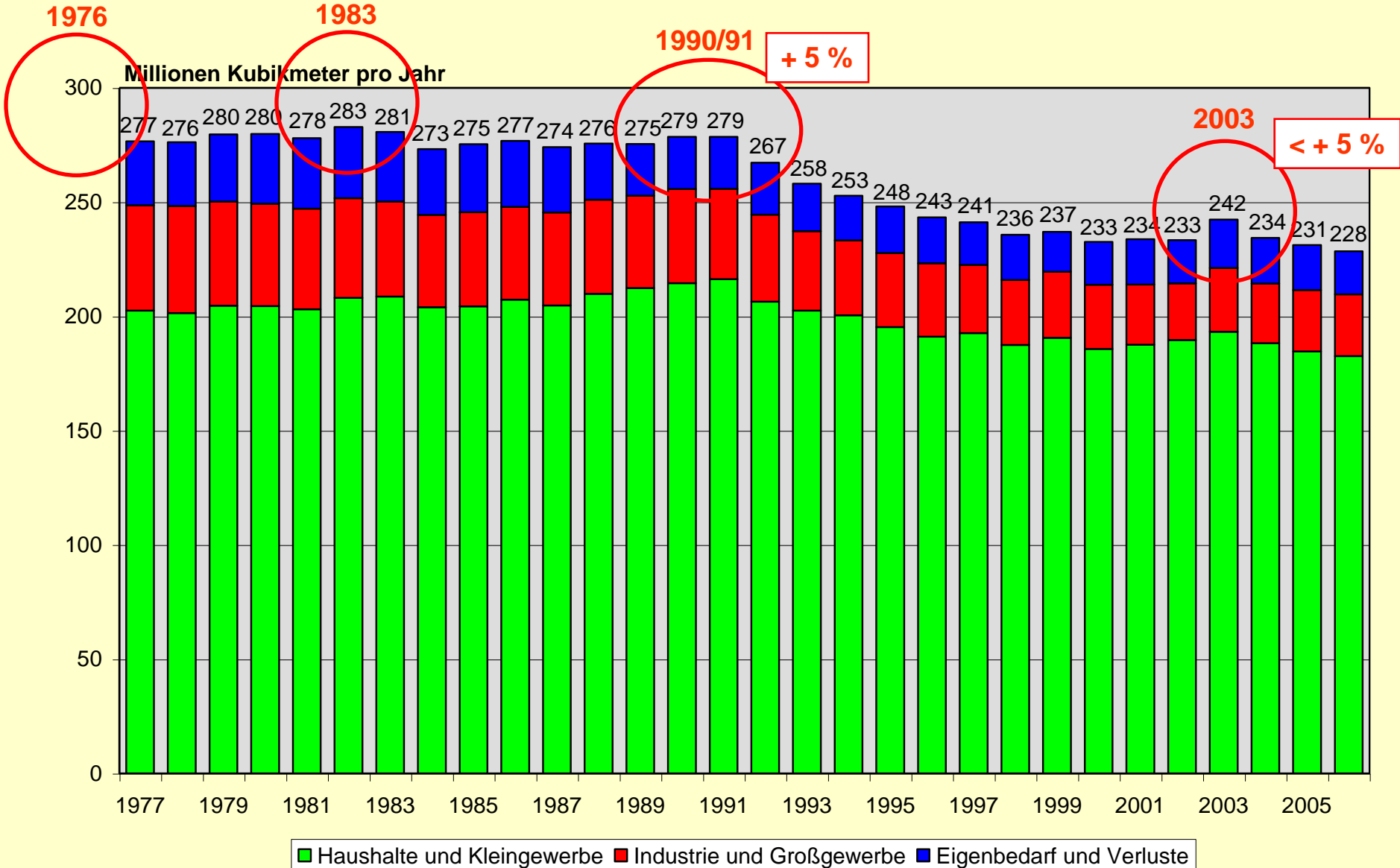
Entwicklung des Trinkwasserverbrauchs in Deutschland

1991 (Trockenjahr) bis 2004



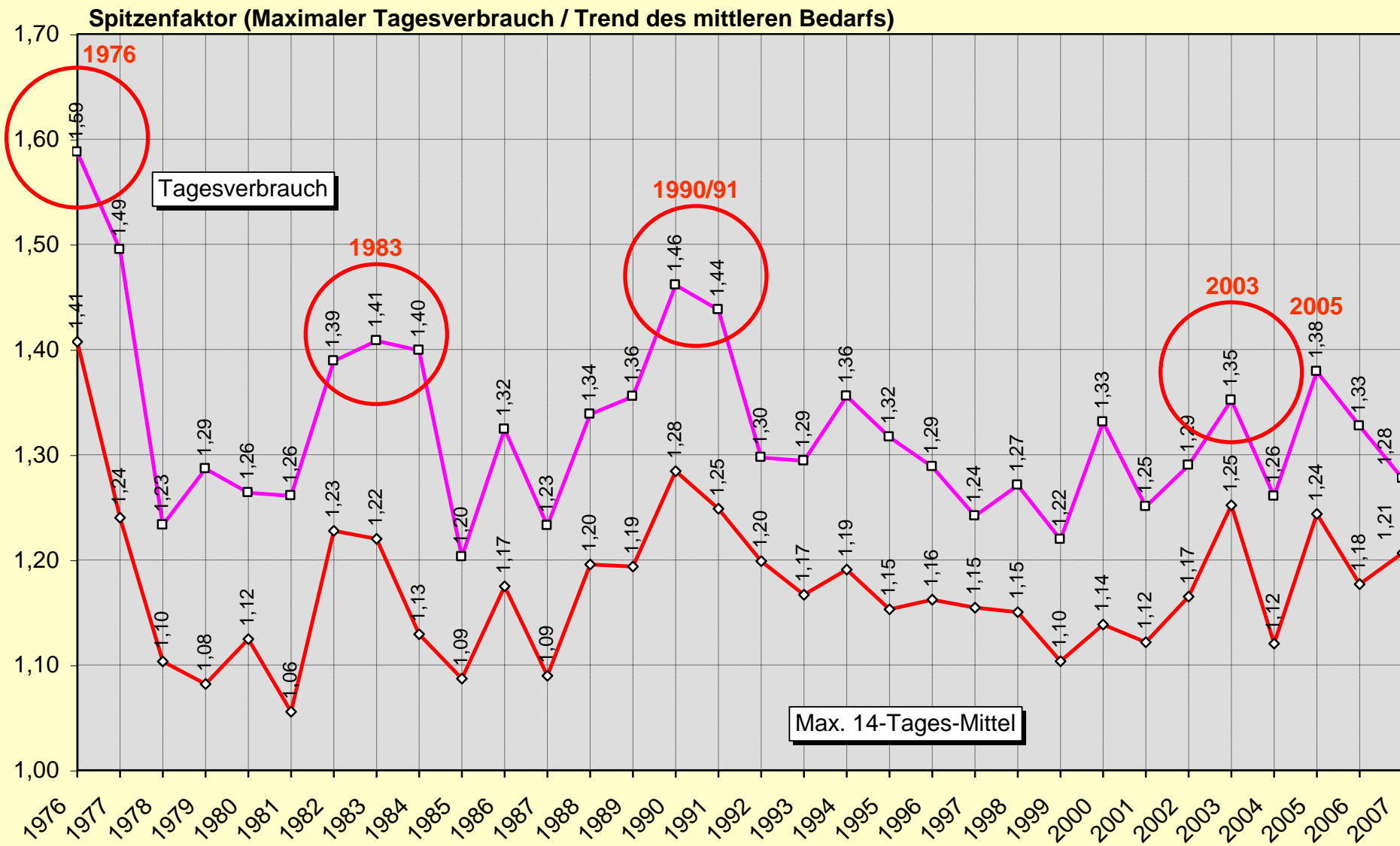
Entwicklung des Wasserverbrauchs

Beispiel Südhessen (3,8 Mio. Einwohner)



Höhe der Verbrauchsschwankungen (Spitzenwasserbedarf)

Höhe der Verbrauchsspitzen 1976 bis 2007 in Wiesbaden



Höhe des Spitzenwasserbedarfs

Hohe Bedarfsspitzen treten auf in Sommern mit anhaltender Trockenheit

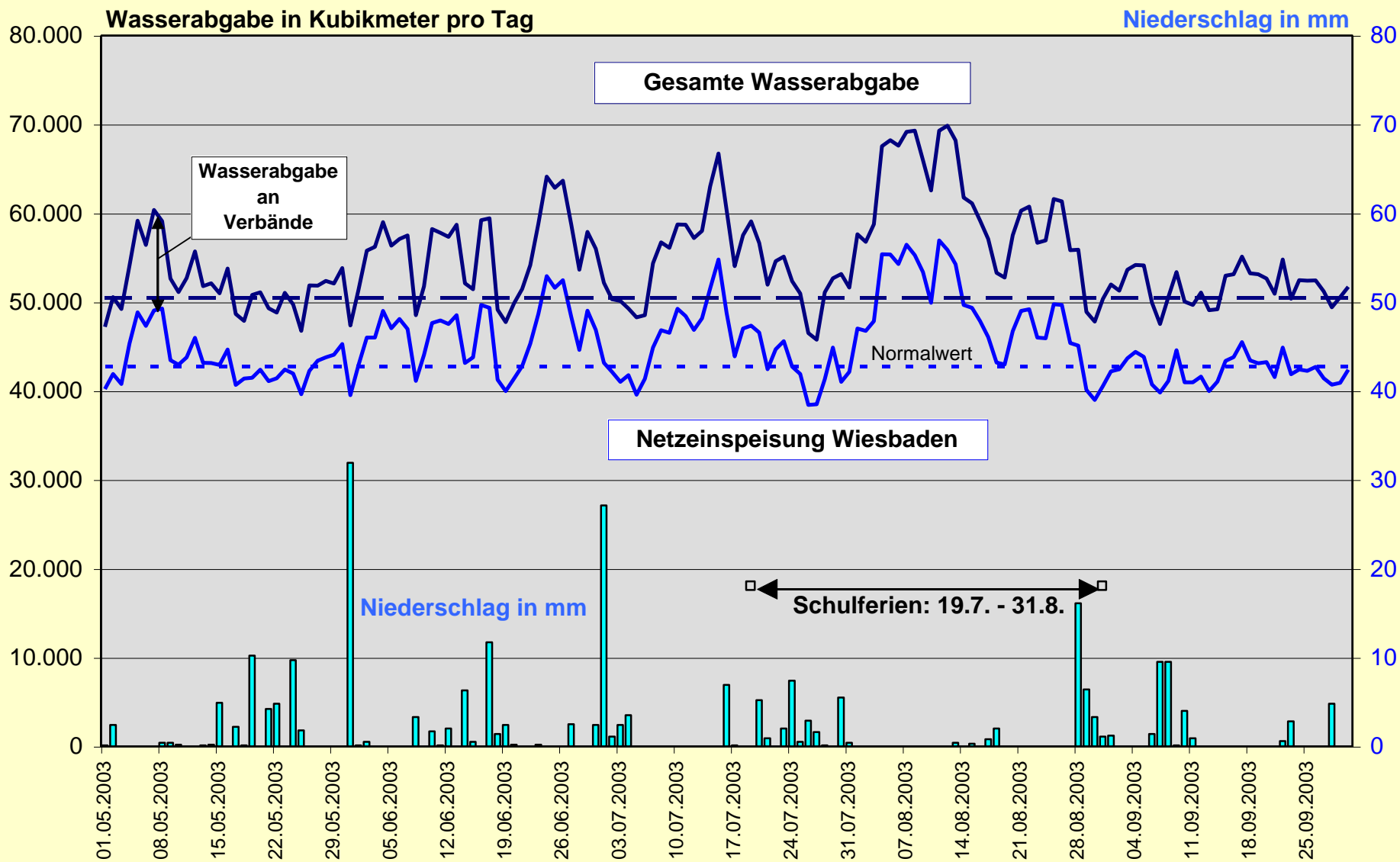
- 1976: April 3 Wochen - Juni/Juli 6 Wochen – August 3 Wochen ohne Regen
- 1990: Juli/August 5 Wochen ohne Regen
- 2003: August 4 Wochen fast kein Regen

Höhe abhängig vom Versorgungsgebiet (DVGW - W 410)

- ✓ Spitzen relativ gering in großen Städten mit gemischter Struktur
 - ✓ Spitzen relativ hoch in kleineren Kommunen mit homogener Struktur
 - ✓ Spitzen sehr hoch in reinen Wohngebieten
 - ✓ Spitzen extrem hoch in Wohngebieten mit Regenwassernutzung
(nach Trockenfallen der Zisternen Ersatz mit Trinkwasser)
- Landwirtschaft: In trockenen Jahren hoher Bewässerungsbedarf

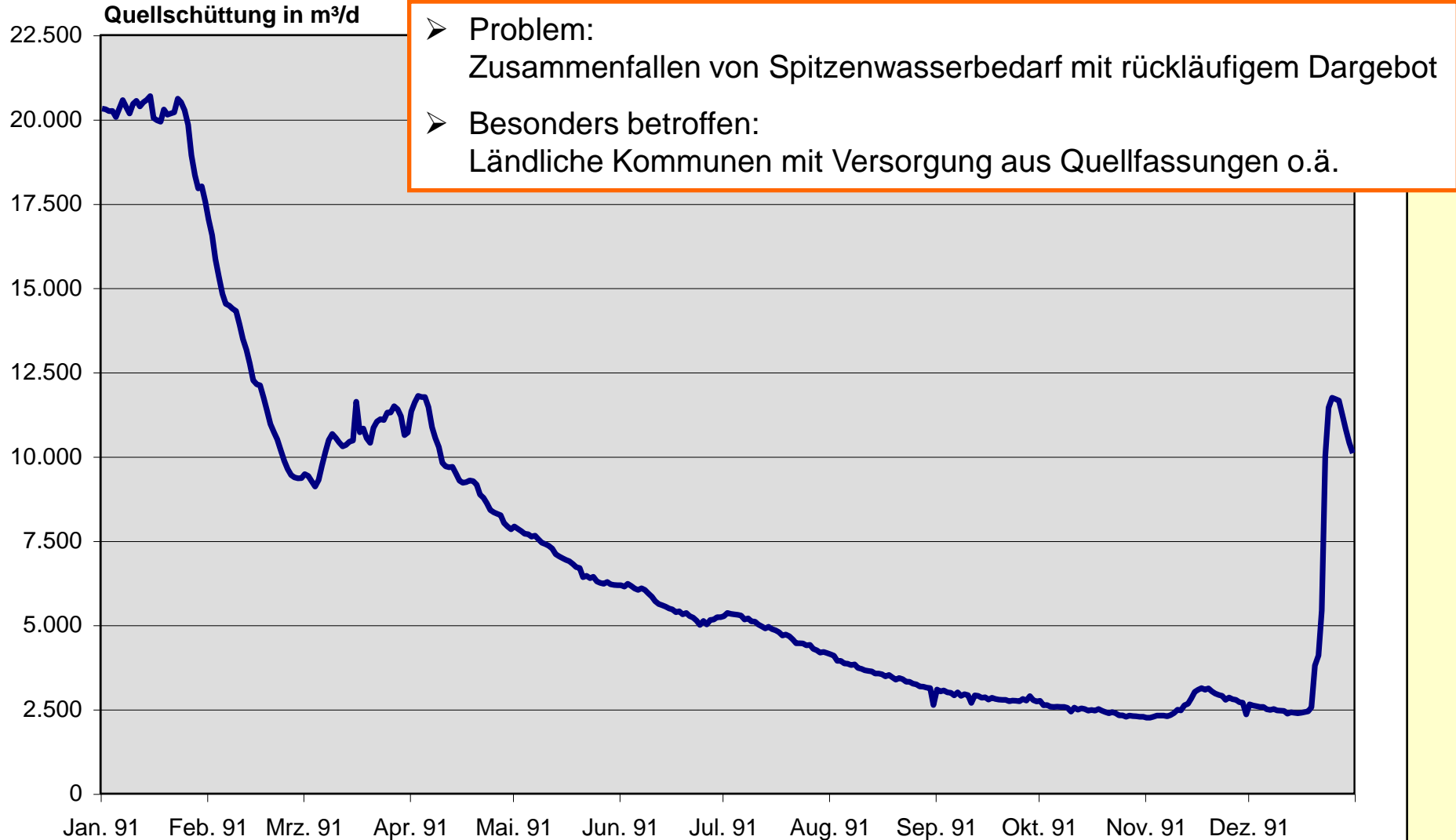
Wasserbedarf in Trockenperioden

Verlauf des Spitzenlastereignisses 2003 in Wiesbaden



Dargebotsentwicklung bei Quellen in Trockenjahren

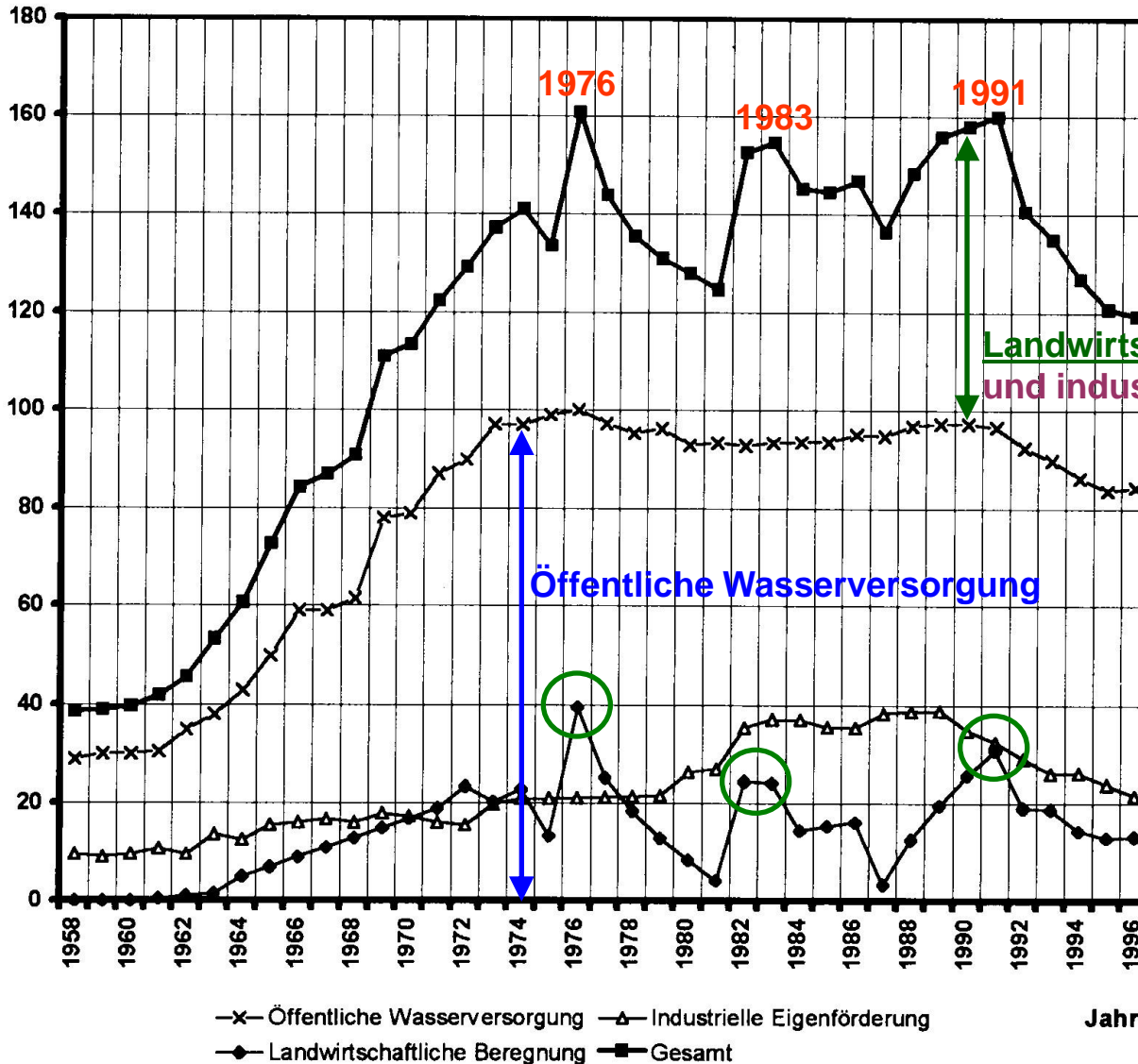
Beispiel für die typische Entwicklung einer Quellschüttung



Wasserbedarf der Landwirtschaft

Beispiel Hessisches Ried

Grundwasserförderung (Mio. m³/Jahr)



Maßgeblich neben der Witterung:

- Angebaute Frucht
- Art der Bewässerung

Landwirtschaftliche Beregnung (!)
und industrielle Eigenförderung

Quelle:



Regierungspräsidium
Darmstadt

Grundwasser-
bewirtschaftungsplan
Hessisches Ried



Wasserbedarf der Landwirtschaft – „Virtuelles Wasser“

Deutschland importiert Nahrungsmittel (und andere Produkte) aus aller Welt.

- Für deren Herstellung wird in diesen Ländern Wasser genutzt und verbraucht.
- Weltweit entfällt 75 % des Wasserverbrauchs auf die Landwirtschaft.

<u>Beispiele:</u>	Nahrungsmittel	Wasserverbrauch (l/kg)
	Weizenmehl	1.500
	Knollenfrüchte	700
	Zuckerpflanzen	150
	Hülsenfrüchte	1.900
	Ölpflanzen, Pflanzenöl	2.000
	Gemüse	500
	Rindfleisch	ca. 50.000

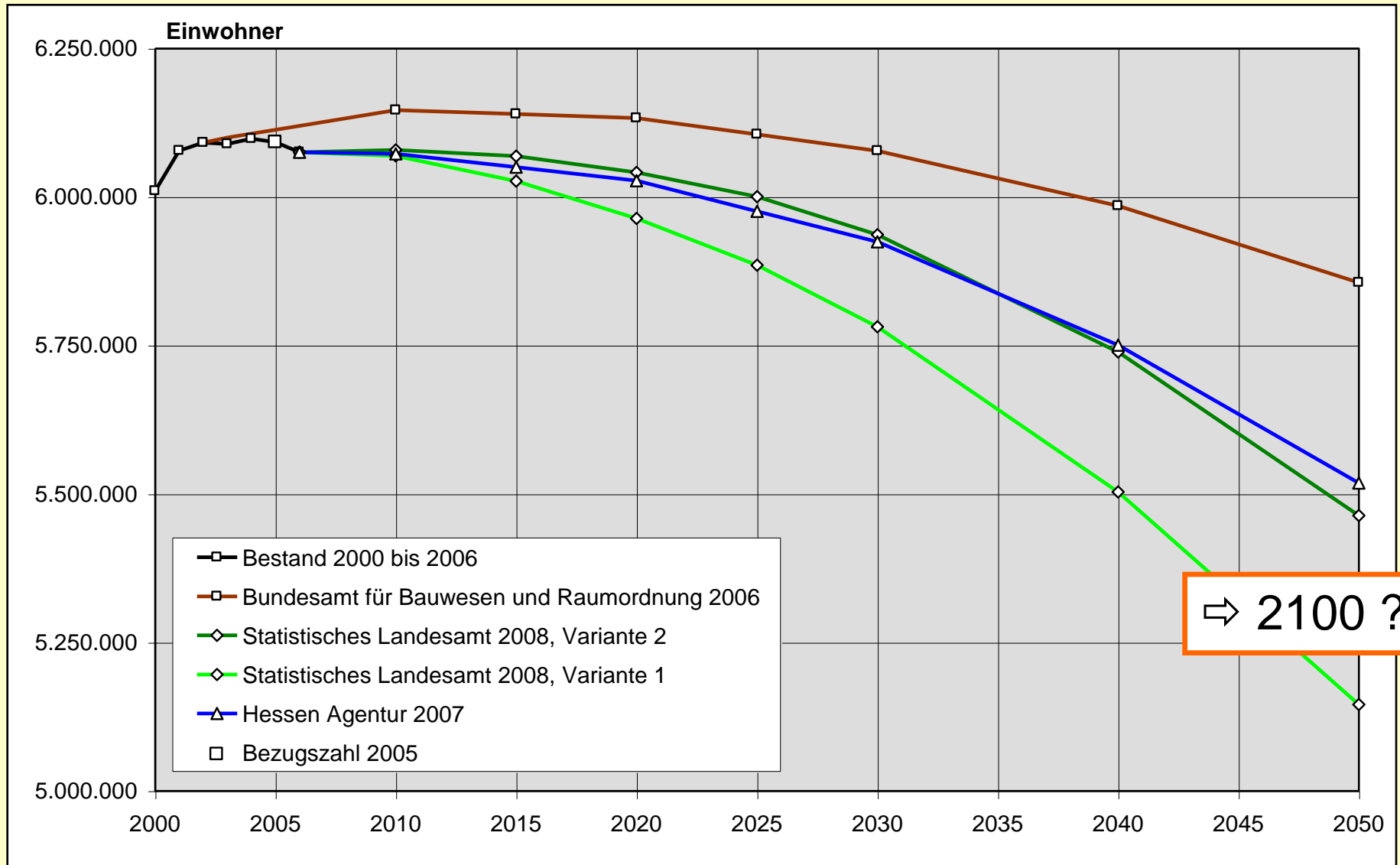
Daten: Mauser, W.: Wie lange reicht die Ressource Wasser? Fischer, 2007.

Deutschland importiert damit riesige Wassermengen aus ariden und semiariden Gebieten.
=> „Virtuelles Wasser“

Mit jeder Tomate, Paprika, Orange, Zitrone, Melone, die wir z.B. aus Spanien importieren, importieren wir virtuell Wasser von dort und tragen damit zum Wassernotstand in den dortigen Anbaugebieten bei.

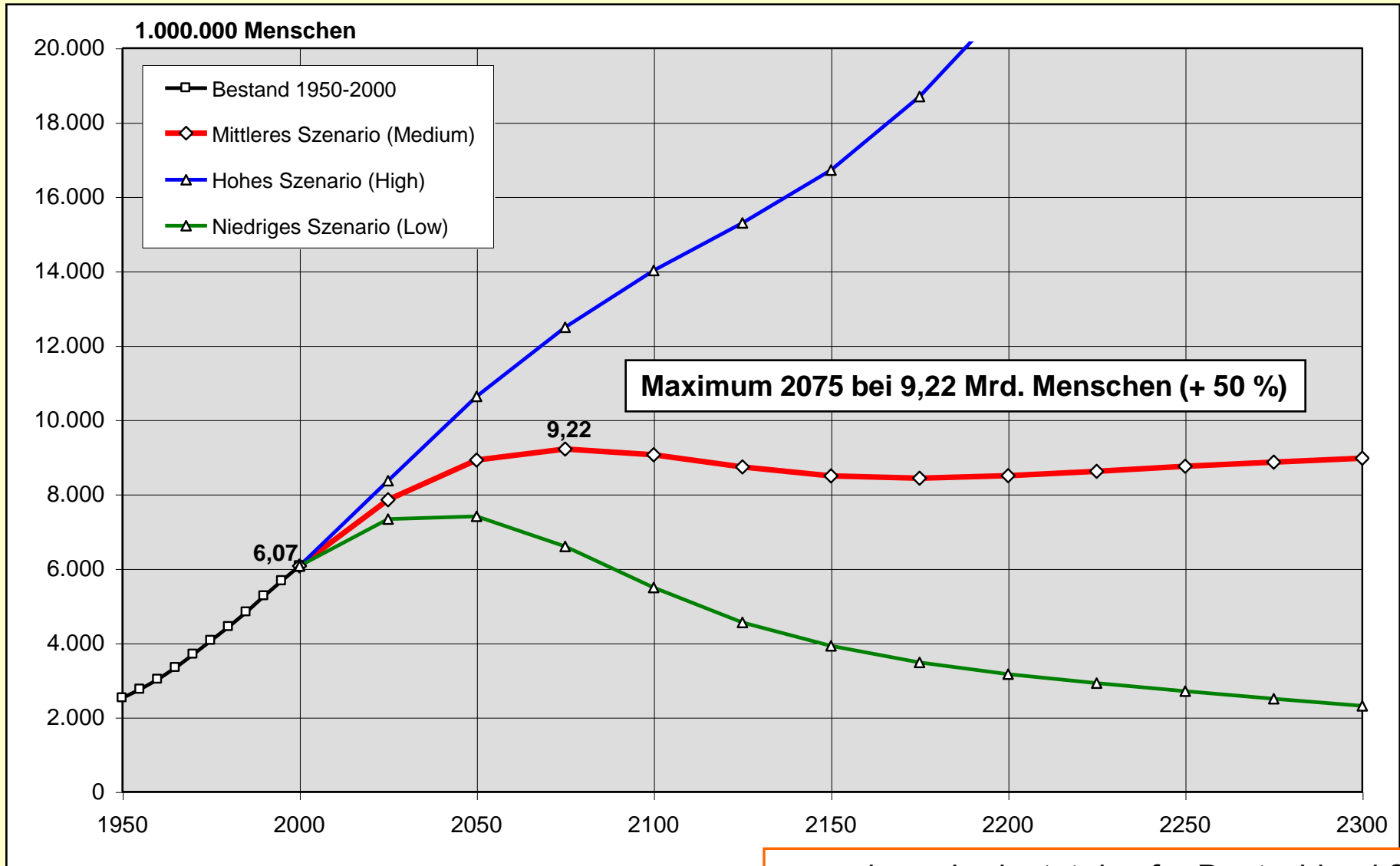
Überlagerung Klimawandel / Demografischer Wandel

Bevölkerungsentwicklung in Hessen



Überlagerung Klimawandel / Demografischer Wandel

Bevölkerungsentwicklung weltweit (Prognose der UN)



Auswirkungen des Klimawandels auf eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung

Ausgangssituation in Deutschland:

- Relativ hohes Grundwasserdargebot
- Relativ niedriger Wasserverbrauch
 - Haushalte
 - Gewerbe und Industrie
 - Landwirtschaft
- Gut ausgebaute Infrastruktur

Klimawandel:

- Leichte Erhöhung des mittleren Wasserbedarfs
- Leichte Erhöhung des mittleren Grundwasserdargebotes
- Häufigerer und höherer Spitzenwasserbedarf
- Verstärkung der Dargebotsschwankungen
- ❖ Zusammentreffen von Spitzenwasserbedarf und Dargebotsrückgang
- Hauptproblem: Quelfassungen in Mittelgebirgsregionen
- 👉 Vermutlich stärker prägend: Demografischer Wandel

Gefahr der Überschwemmung von Anlagen bei Hochwasser (Starkregen)

Handlungsoptionen

Öffentliche Wasserversorgung:

Kombination aus örtlicher Wassergewinnung und Verbundstrukturen

Regional bzw. örtlich angepasste Konzepte

Großstadt ↔ Land

Ebenen ↔ Mittelgebirge

Porengrundwasserleiter ↔ Kluftgrundwasserleiter

- Keine politisch verordneten Patentrezepte

Landwirtschaft:

Ggf. Anpassung von Fruchtfolgen und Bewässerungstechniken

- Reduzierung des Imports von virtuellem Wasser

Vorgaben der Nachhaltigkeit / des Klimaschutzes

- Sicherstellung von Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung
- Keine Übernutzung der Grundwasservorkommen
- Qualitativer Grundwasserschutz
- Vorrang des Einsparens von Energie und Rohstoffen