Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
Bildungsseminar Rauischholzhausen

… in Zusammenarbeit mit dem
Hessischen Landesamt für
Naturschutz, Umwelt und Geologie

HESSEN

HLNUG
Für eine lebenswerte Zukunft

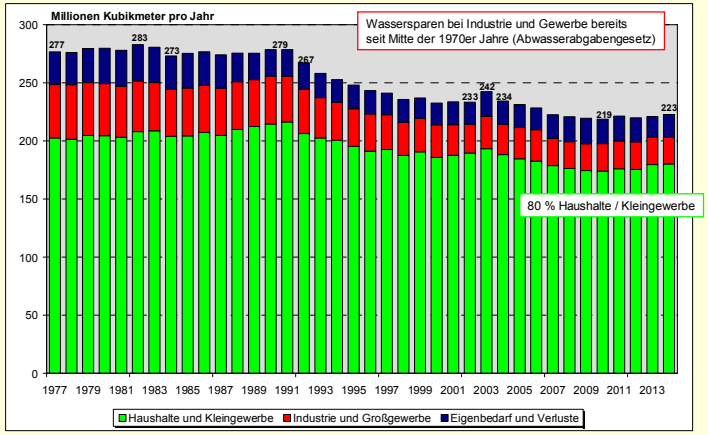
3. Wiesbadener Grundwassertag
20. September 2016

Klimawandel und Wasserversorgung
Einfluss der Witterung auf den Wasserbedarf

DR.-ING. ULRICH ROTH
Beratender Ingenieur, Bad Ems
Professor – Frankfurt University of Applied Sciences
Homepage: www.dr-roth-badems.de

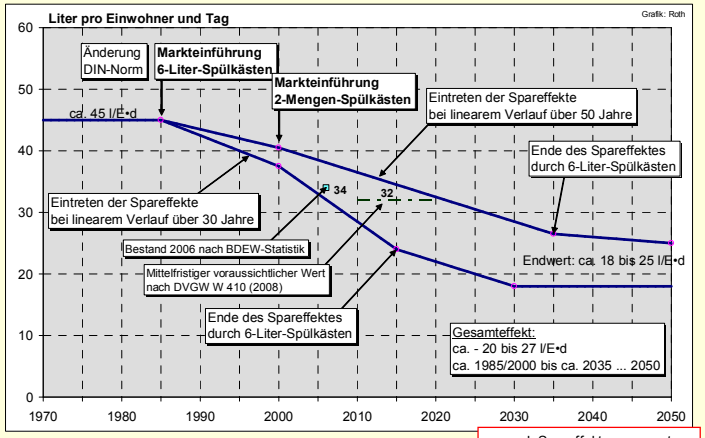
Trinkwasserverbrauch im Regierungsbezirk Darmstadt 1977 – 2014

Deutlicher Rückgang bei Eigenbedarf / Verluste



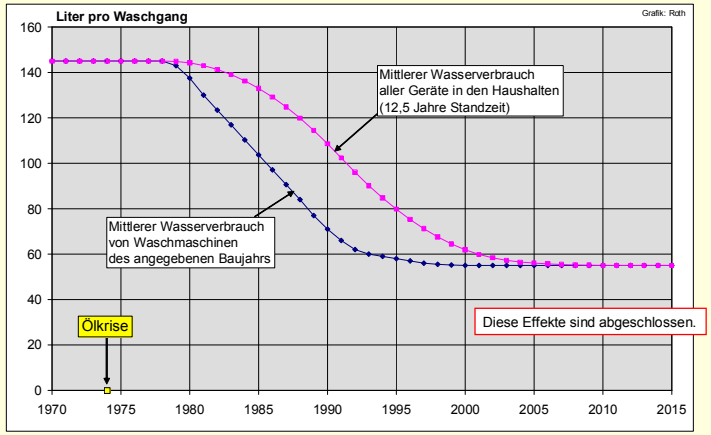
Daten: Regierungspräsidium Darmstadt
Grafik: Roth / WRM

Wasserspareffekt durch moderne Toilettenspülungen

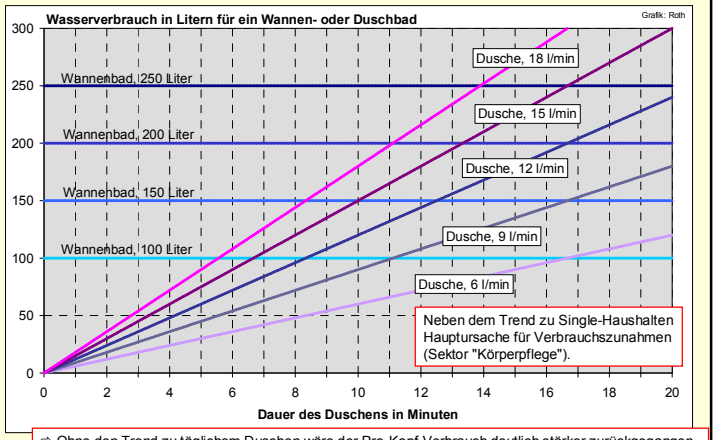


… noch Spareffekte zu erwarten.

Wasserspareffekt durch moderne Haushaltsgeräte: Waschmaschinen



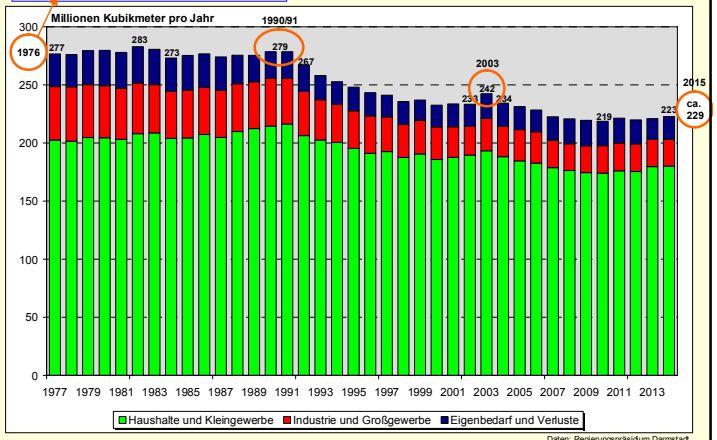
Wasser Sparen (??? !) durch "Duschen statt Baden"



⇨ Ohne den Trend zu täglichem Duschen wäre der Pro-Kopf-Verbrauch deutlich stärker zurückgegangen.

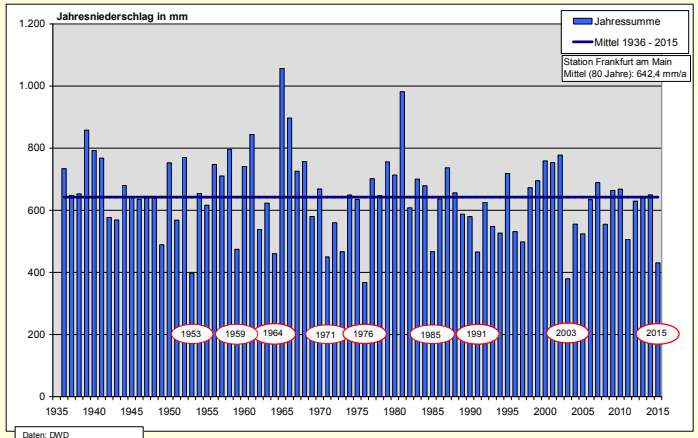
Trinkwasserverbrauch im Regierungsbezirk Darmstadt 1977 – 2014

Gründung der WRM durch das Land Hessen
Beginn der Datenerfassung durch RP Darmstadt



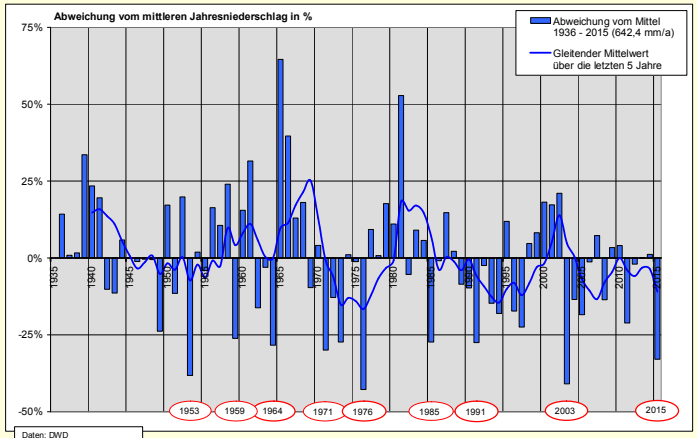
Daten: Regierungspräsidium Darmstadt
Grafik: Roth / WRM

Jahresniederschlag an der Station Frankfurt am Main 1936 – 2015



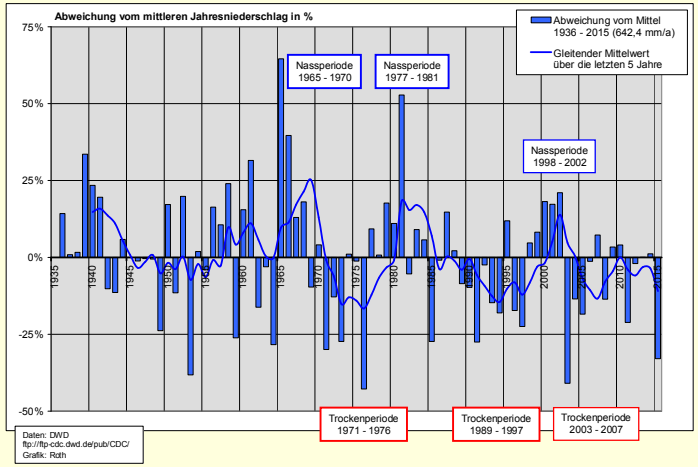
Daten: DWD
ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/
Grafik: Roth

Relativ trockene und relativ nasse Jahre in Frankfurt am Main



Daten: DWD
ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/
Grafik: Roth

Relativ trockene und relativ nasse Jahre in Frankfurt am Main



Trockenphasen – Trockenjahre – Trockenperioden

Begriffe (Wasserwirtschaft)

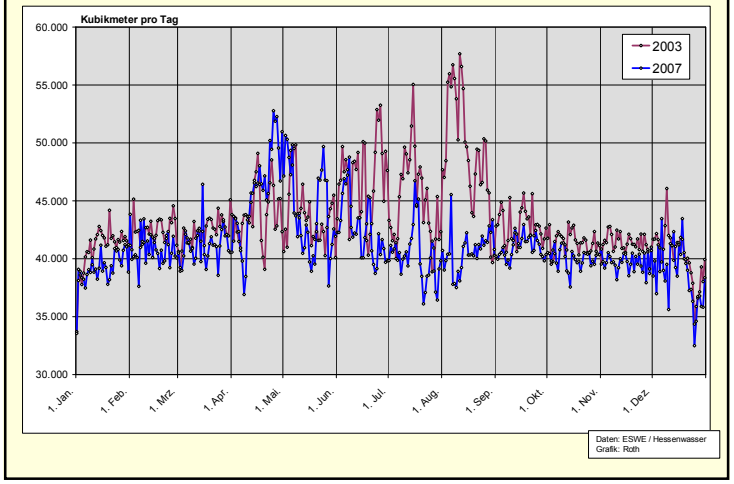
- Eine **Trockenphase** ist eine Schönwetterperiode oder Hitzeperiode mit "schönem", also heißem und trockenem Sommerwetter. Eine solche Phase kann bis zu ca. 6 Wochen anhalten (z.B. 1976).
- Ein **Trockenjahr** ist ein Jahr mit ausgeprägt "schönem" Sommerwetter entsprechend deutlich reduziertem Niederschlag und entsprechend deutlich erhöhtem Wasserbedarf.
- Eine **Trockenperiode** ist eine Abfolge mehrerer Trockenjahre.

Beispiele (Rhein-Main-Raum)

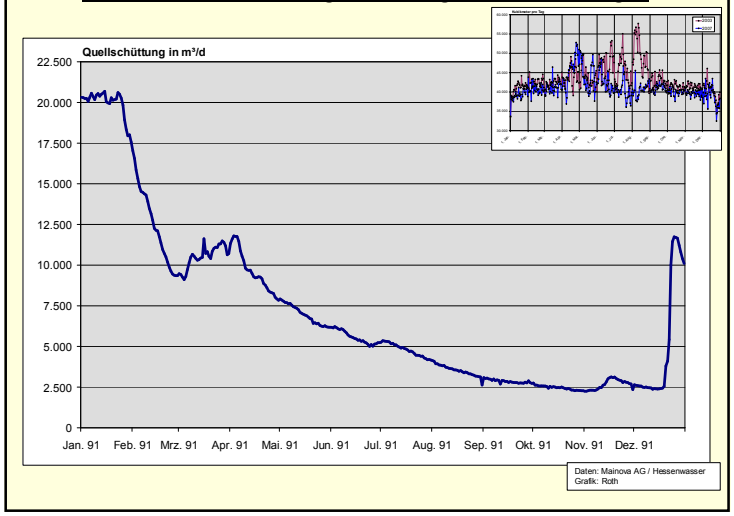
- **1976** bildete den Höhepunkt einer Trockenperiode ab ca. 1971
  1976 wird in der Fachliteratur als "Klimaanomalie" bezeichnet.
- **1989 bis 1997** war eine ausgeprägte Trockenperiode mit ausgeprägten Trockenjahren 1990 und 1991.
- **1998 bis 2002** war eine "Nassperiode" (Grundwasserhochstände!).
- **2003** war das erste Jahr in einer Abfolge relativ trockener Jahre (… also kein Extremjahr wie 1976).
- **2015** war (nach bisherigem Stand) ein einzelnes Trockenjahr (… also kein Extremjahr wie 1976).

Regional gibt es auch innerhalb Deutschlands große Unterschiede!

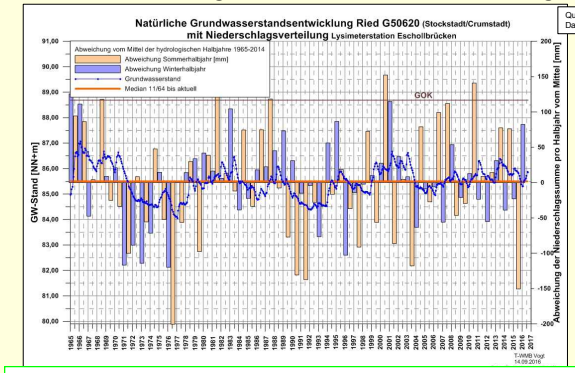
Tagesganglinien des Wasserbedarfs: Wiesbaden 2003 und 2007



Bei Trockenheit rückläufige Schüttung von Quellfassungen



"Quantitative Gefährdung" des nutzbaren Grundwasserdargebots



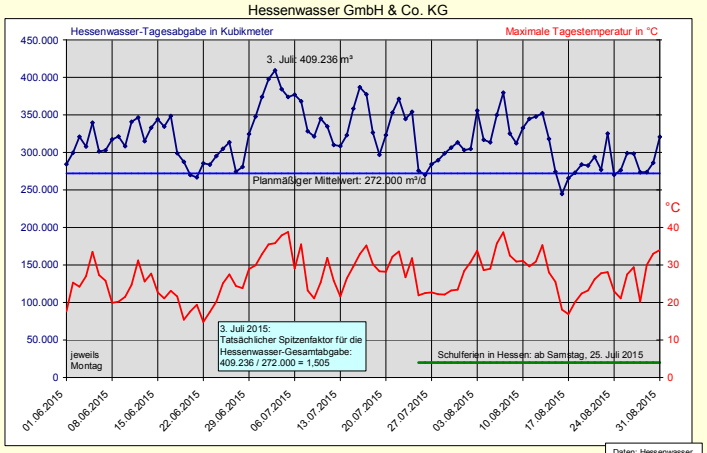
Quelle: Hessenwasser
Dank an V. Manger

Bei sinkenden Grundwasserständen ökologisch begründete Förderrestriktionen
⇨ In Trockenperioden rückläufiges Dargebot

Festlegungen zu Fördermengen in Abhängigkeit von Grundwasserständen:

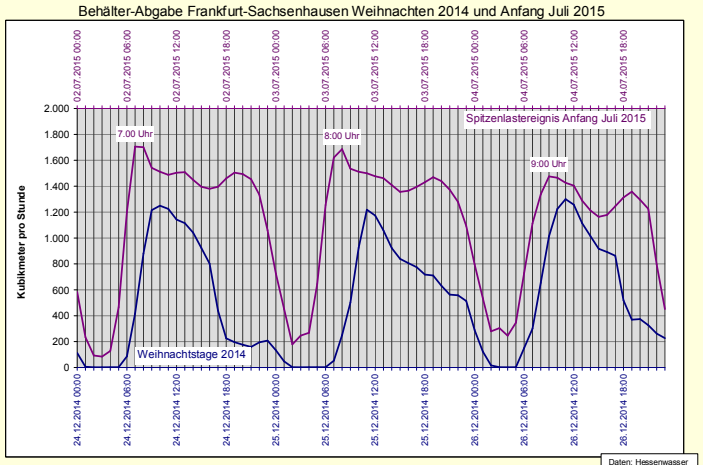
- Grundwasserbewirtschaftungsplan Hessisches Ried
  (gesteuertes Zusammenspiel von Infiltration und Wassergewinnung)
- Umweltverträgliche Wassergewinnung im Vogelsberg

Tagesganglinie der Wasserabgabe im Sommer 2015



Daten: Hessenwasser
Grafik: Roth

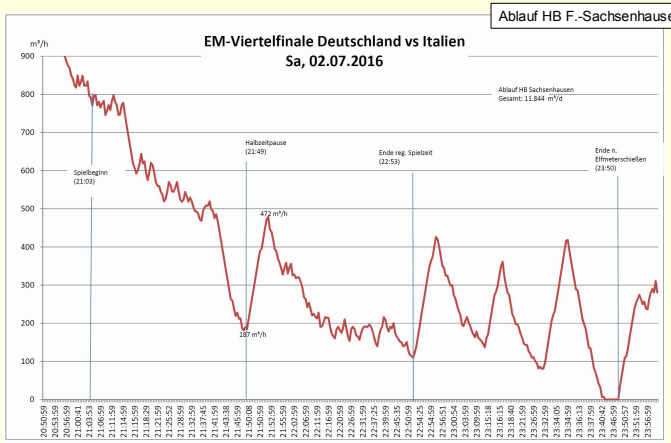
Stundenwerte der Wasserabgabe Anfang Juli 2015



Daten: Hessenwasser
Grafik: Roth

Kurzfristige Bedarfsschwankungen: Fußball-Länderspiel

Ablauf HB F.-Sachsenhausen



Quelle: Hessenwasser
Dank an F. Coppola

Einflussfaktoren für Bedarfsspitzen

Witterung
- Ausprägung und Dauer der Hitzeperiode
  ⇨ Phase mit hohen Temperaturen und ohne Niederschlag
- Schulferien (dämpfender Einfluss)

Kommunalstruktur
- Bedarfsspitzen in den Wohngebieten am Wochenende
- Bedarfsspitzen in den "Gewerbegebieten" an Werktagen
- Relevant: Pendlerverflechtungen
- Bedarfsspitzen in großen Städten gedämpft wegen Überlagerung unterschiedlicher Ganglinien.

Gewerbestruktur
- Generell geringer Gewerbeanteil am Trinkwasserverbrauch (maßgeblich: Trinkwasserbedarf der Belegschaft)
- Hoher Trinkwasserbedarf ggf. in der Getränkeindustrie
- Hoher Trinkwasserbedarf bei öffentlichen Einrichtungen (Schwimmbäder, Parks, Flughäfen etc.)

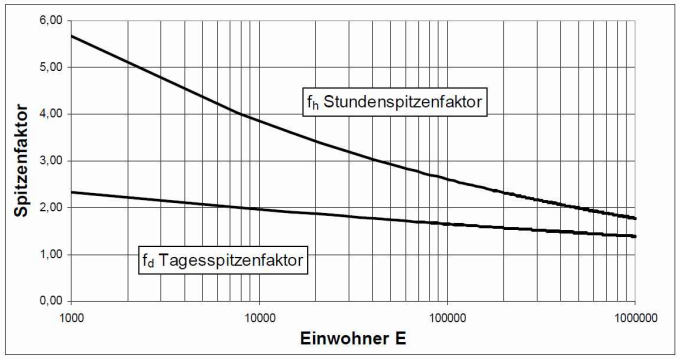
Berechnung von Spitzenwasserbedarf: Spitzenfaktoren

Spitzenfaktoren
- … werden bezogen auf den mittleren Wasserbedarf in einem Normaljahr.
- Sie sind abhängig
  - von der Größe und Struktur des Versorgungsgebietes (je kleiner, desto höher / je größer, desto niedriger)
  - von der Dauer des betrachteten Ereignisses (je kürzer, desto höher).

➢ Jahresbedarf: In Trockenjahren um bis zu ca. 5 % erhöht.
➢ Monatsbedarf: Im Sommer > 10 % des Jahresbedarfs.
➢ Tagesbedarf:
  - In Dörfern bzw. einzelnen Wohngebieten um ca. 100 % erhöht.
  - In großen Städten um ca. 40 % bis 50 % erhöht.

➢ Stundenbedarf: Spitzenfaktoren ca. < 2,0 bis > 5,5.
➢ Sehr kurze Bedarfsspitzen werden aus den Behältern gedeckt.

Berechnung von Spitzenwasserbedarf: Spitzenfaktoren



Quelle: DVGW-Arbeitsblatt W 410

⇨ Maßgeblich für die Bemessung der Versorgungsanlagen

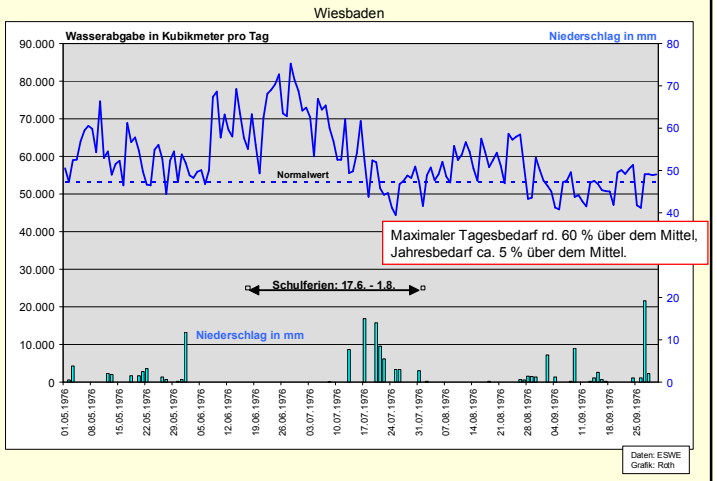
Wer steuert die Bedarfsschwankungen?

- **Wetter / Witterung: Der Zufall**
  (bisher scheitern alle Versuche einer längerfristigen Vorhersage)
- **Trinkwasserverbrauch: Der Bürger**
  (die Gesamtheit der Menschen im jeweiligen Versorgungsgebiet)

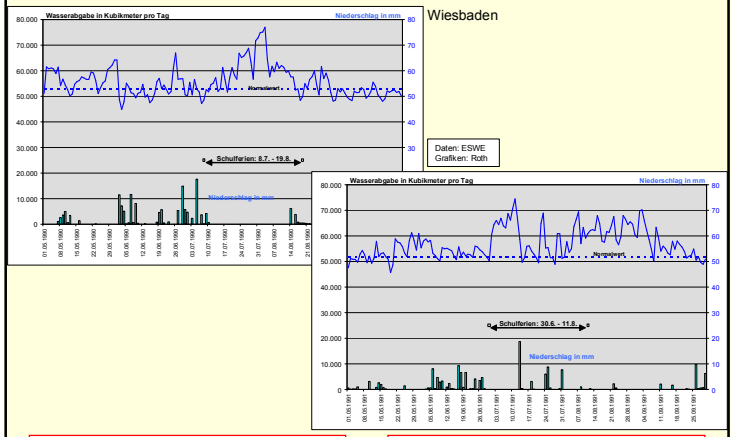
➢ **Der Wasserbedarf ist ein zutiefst demokratischer Prozess!**

➢ **Die Wasserversorgungsunternehmen müssen den Bedarf auch in Trockenperioden zuverlässig abdecken und**
➢ **die dazu erforderlichen Dargebots- und Anlagenkapazitäten vorhalten.**
➢ **Dies ist nicht zuletzt kostenrelevant!**
➢ **Dies führt auch zu Irritationen und Missverständnissen (Betriebswirtschaftler, "Umweltbewegte").**

Extremereignis im Frühsommer 1976: Wasserbedarf und Niederschlag



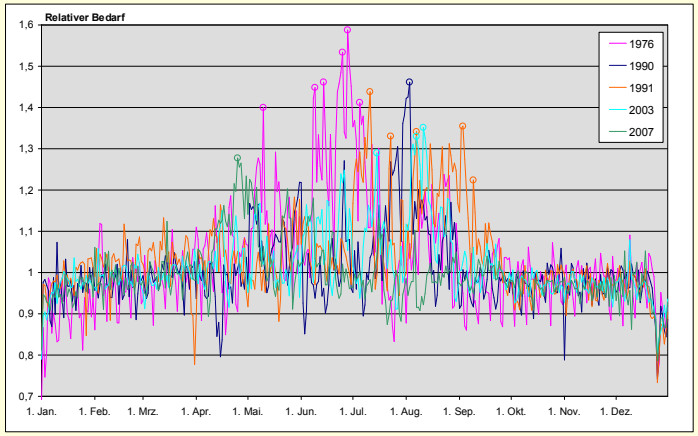
Trockenjahre 1990 und 1991: Wasserbedarf und Niederschlag



1990:
Maximaler Tagesbedarf > 45 % über dem Mittel,
Jahresbedarf relativ moderat erhöht.

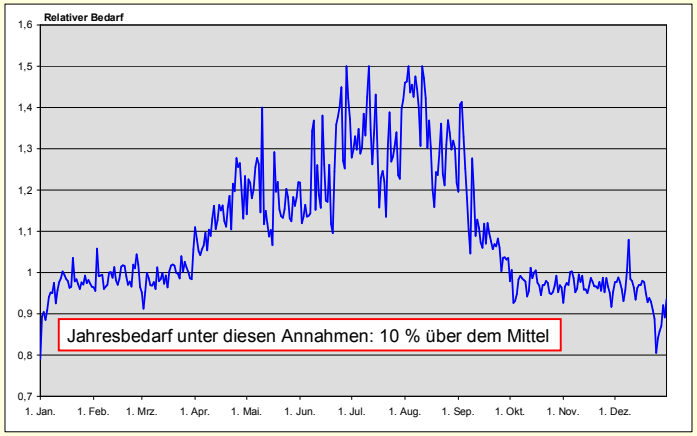
1991:
Maximaler Tagesbedarf < 45 % über dem Mittel,
Jahresbedarf ca. 4 % über dem Mittel.

Ganglinien der Trockenjahre 1976, 1990, 1991 und 2003; dazu 2007 (April)



Grafik: Roth aus ...
AnKliG Anpassungsstrategien an Klimawandel und Extremwetter sowie Maßnahmen für ein nachhaltiges Grundwassermanagement

Fiktiver Verlauf eines extremen Spitzenlast-Ereignisses im Jahr 2100



Grafik: Roth aus ...
AnKliG Anpassungsstrategien an Klimawandel und Extremwetter sowie Maßnahmen für ein nachhaltiges Grundwassermanagement

Lösungsansätze (?): Auswirkungen der Regenwassernutzung

Hauptziele der Agenda 21:

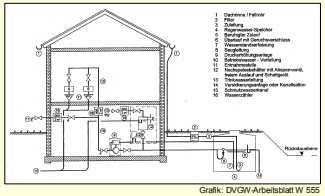
- Einführung einer gesicherten Wasserversorgung für alle Menschen
- Bekämpfung von Krankheiten wie Cholera, Typhus, Ruhr etc.
- Naturverträgliche Nutzung der Ressource Wasser

Dabei wird in der Agenda 21 unterschieden in

- erneuerbare Ressourcen wie Holz und Wasser,
- nicht erneuerbare Ressourcen wie Erdöl, Erdgas, Kohle und Erze.

Das heißt:

➢ Wer aufwändige Anlagen baut, um (Trink-) Wasser zu sparen, kennt die Agenda 21 nicht oder hat sie nicht verstanden.

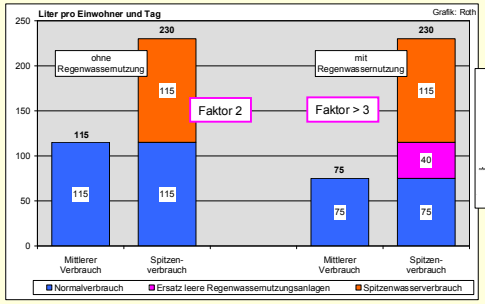


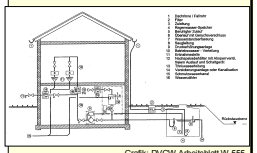
Grafik: DVGW-Arbeitsblatt W 555

Bewertung 1:

- Eine Regenwassernutzungsanlage ist eine zweite Versorgungsanlage, die zusätzlich zur Trinkwasserinstallation errichtet wird.
- Nach der Agenda 21 hat das Einsparen von Energie und Rohstoffen Vorrang gegenüber dem Einsparen von Wasser und Biomasse.
- Die Anlage kostet etwa 5.000 € (Investition).
- Der Spareffekt liegt bei etwa 50 m³/a.
- Ohne Wartungs- und Betriebskosten hat die Amortisationszeit die Größenordnung 50 Jahre.
- Eine solche Anlage kann nicht wirtschaftlich sein.

Lösungsansätze (?): Auswirkungen der Regenwassernutzung





Grafik: DVGW-Arbeitsblatt W 555

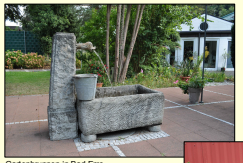
Bewertung 2:

- Regenwassernutzungsanlagen reduzieren in Ein- und Zweifamilienhäusern den mittleren Trinkwasserverbrauch.
- Der Abwasseranfall bleibt dagegen näherungsweise gleich (⇨ Gebührenpflicht!).
- Sie erhöhen aber den Spitzenwasserbedarf nach längerer Trockenheit signifikant.
- Die Anlagenkapazitäten für die Versorgungssituation bei Trockenheit müssen unverändert vorgehalten werden (⇨ Kostensituation der Wasserwerke).
- Regenwassernutzung kann keinen Beitrag zur Reduzierung von Bedarfsspitzen in Trockenphasen leisten (⇨ … im Gegenteil!).

Lösungsansätze: Auswirkungen von Hausbrunnen

Bewertung 1:

- Hausbrunnen können auch im Sommer für die Gartenbewässerung und ähnliche (Brauchwasser-) Zwecke eingesetzt werden.
- Sie können damit einen Beitrag zur Reduzierung von Bedarfsspitzen in Trockenphasen leisten.



Gartenbrunnen in Bad Ems
Foto: Roth

Historischer Trinkwasserbrunnen in Bad Ems (Stadtteil Eisenbach)
Foto: Roth

Gartenbrunnen in Süderlügum
Foto: K. Eggert

Demonstrationsbrunnen auf Baltrum
Foto: Simone Roth

Bewertung 2:

- Hausbrunnen sind de facto nur in oberflächennahen Porengrundwasserleitern sinnvoll.
- Die Förderung erfolgt aus einem oberflächennahen Grundwasserleiter (⇨ Ökologie; ⇨ Gefährdung).
- Die Förderung steht in Konkurrenz zur öffentlichen und landwirtschaftlichen Wassergewinnung.
- Geschätzte Fördermenge z.B. im Hessischen Ried: ca. 0,25 bis 0,5 Mio. m³/a (wird nicht gemessen).

Einfluss der Witterung auf den Wasserbedarf – Fazit

Sachverhalt und Situation im Bestand

➢ In trockenen und heißen Sommern ist der Wasserbedarf signifikant erhöht.

➢ Der Tagesbedarf an heißen Sommertagen liegt um knapp 50 bis über 100 % über den jeweiligen Mittelwerten.

➢ Der Wasserbedarf in Trockenjahren liegt um bis zu 5 % über dem Mittel.

➢ In Trockenperioden ist das nutzbare Wasserdargebot rückläufig (Quellfassungen, ökologische Restriktionen, Konkurrenz mit Landwirtschaft).

➢ Die Überlagerung von hohem Wasserbedarf und niedrigem Dargebot stellt eins der Kernprobleme der Wasserversorgung dar.

Prognose

➢ Im Zuge des Klimawandels wird mit längeren und intensiveren Trockenphasen und Trockenperioden gerechnet.

➢ Die Spitzenlastereignisse werden demnach an Intensität und Häufigkeit zunehmen.

➢ Der Jahresbedarf wird dabei jedoch nur relativ geringfügig zunehmen.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

DR.-ING. ULRICH ROTH
Beratender Ingenieur, Bad Ems
Professor – Frankfurt University of Applied Sciences
Homepage: www.dr-roth-badems.de