



Wasser in der Südlichen Frankenalb in Zeiten des Klimawandels

Martin Trappe

PD Dr. Martin Trappe (Dipl.-Geologe)

Lehrstuhl für Physische Geographie
Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt
Ostenstr. 18
85072 Eichstätt

martin.trappe@ku.de



Überblick

1. Einführung

> Klimawandel / Landnutzungswandel

2. Region Südliche Frankenalb

> Regionaler Überblick, Besonderheiten

3. Wasser (Grundwasser) im Karst

> Grundwasser, Besonderheiten, Nutzung

4. Auswirkungen des Klimawandels und weiterer humaner Impakte in der Südlichen Frankenalb

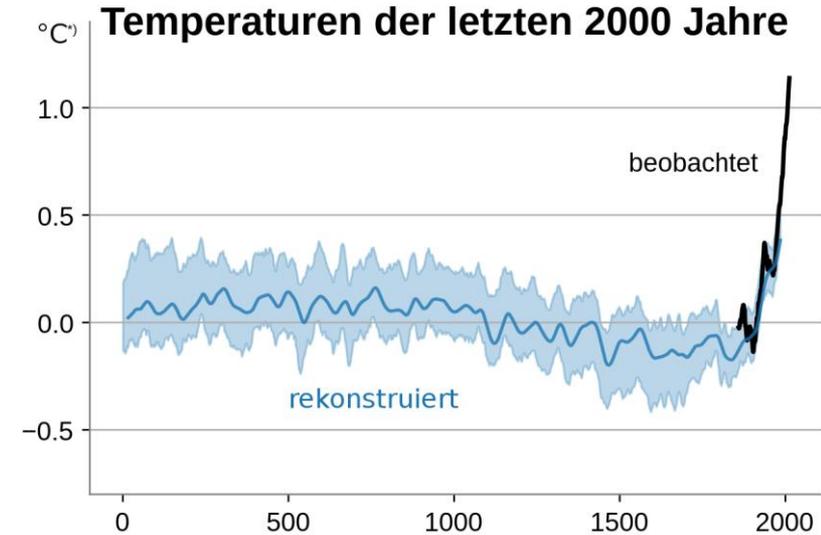
> ausgewählte Beispiele

5. Abschließendes Fazit



Einführung (Klimawandel / „Klimakrise“)

- Aktuelle, anthropogene rasche globale Erwärmung der Erde seit Beginn der Industrialisierung
- Hintergründe sind bekannt: diverse Treibhausgase, Temperaturen
- Zusammenhänge zur Hydrologie sind schwieriger erkennbar (Niederschlag, Gewässer, Versickerung, Grundwasser): Parameter ?
- Frage: Klimawandel und / oder anthropogener Landschaftswandel



*Anomalien globaler oberflächennaher Temperaturen, bezogen auf 1850–1900
nach: Pages 2k Consortium (2019)

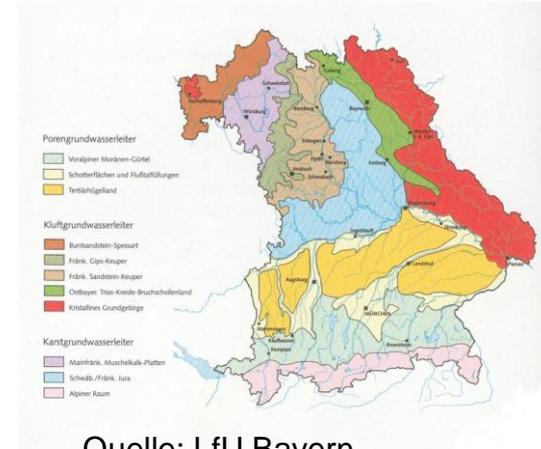
Quelle: Wikipedia (Femke Nijse, aus :

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=114101410>

Region Südliche Frankenalb

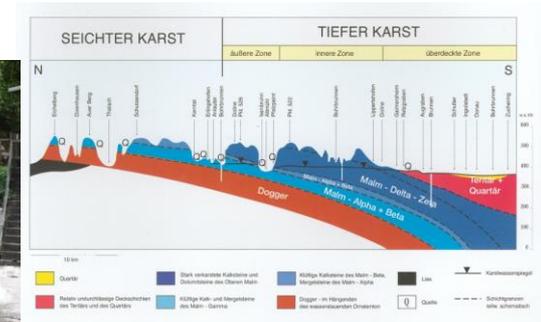
Verschiedene Landschaftseinheiten in Bayern

- Fränkische Alb (Karstgebiet)
- Gewässerfreie Hochfläche
- Unterirdische Entwässerung
- Karstgrundwasserleiter



Quelle: LfU Bayern

LA NEC ASPERA CIU



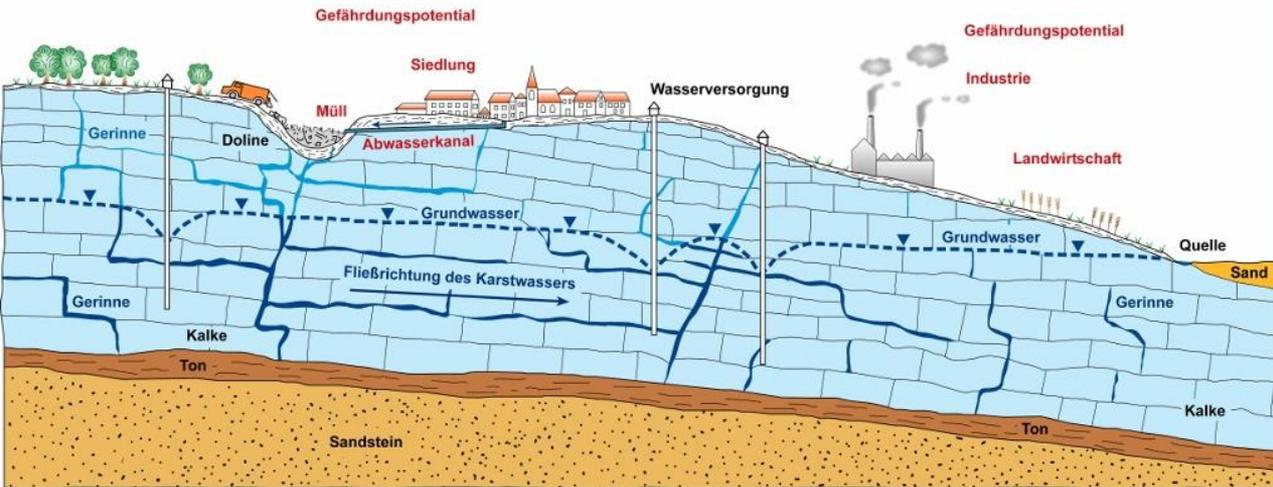
Quelle: Stadtwerke Ingolstadt 3

Grundwasser im Karst

Potentielle Grundwasserverunreinigung im Karst

Problem:

- **Nicht rekonstruierbare Kontaminationspfade**
- **Nicht/kaum beweisbare Verbindung zwischen Verschmutzer und TWV**



Entwurf: M. Trappe, 2005
Kartographie: C. Pietsch, 2005

Wasserqualität

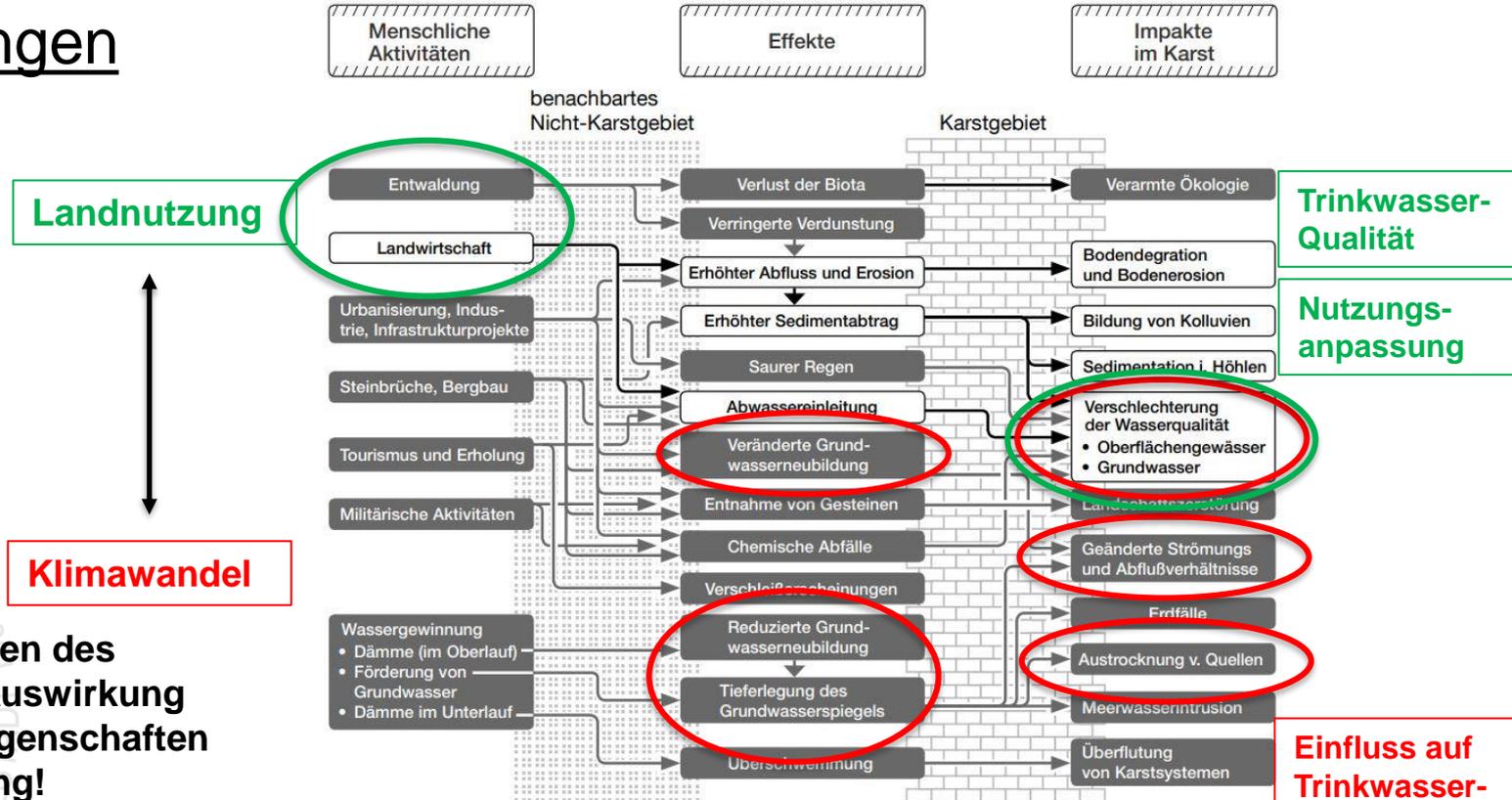
Die Wasserversorgung in Karstgebieten erfolgt i.a. aus einem Grundwasserkörper, der aufgrund der Landnutzung an der Erdoberfläche potentiell verschmutzt sein kann.

Wasserquantität

Die Grundwasserentnahme im Karst (Trinkwasser, Brauchwasser) muss stets an die Grundwasserneubildung geknüpft sein.

- Bezug zum Klimawandel (Niederschläge)
- Bezug zur oberflächlichen Landnutzung (Versickerung)

Auswirkungen



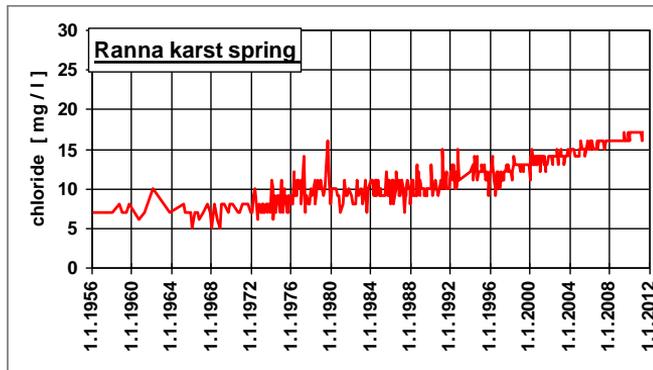
Zahlreiche Aktivitäten des Menschen zeigen Auswirkung auf Grundwassereigenschaften und die Landnutzung!

Quelle: Trappe (2019)

Abbildung 2: Beeinflussung des Karstsystems durch menschliche Aktivitäten (umgezeichnet nach Williams 1993 und Trappe 2016).

Zeitliche Entwicklung der Karstwasserkontamination

Chloridgehalte



Nitratgehalte

Quelle:
Unpublizierte Daten
N-Ergie Nürnberg und
Stadtwerke Ingolstadt

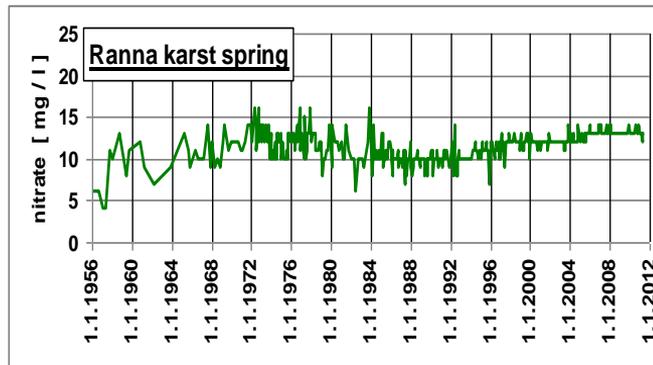


Tabelle 1: Veränderungen der Nitratgehalte im Rohwasser ausgewählter Trinkwasserfördereinrichtungen der Fränkischen Alb. Datengrundlage: ¹ Emmert (2007), ² Unpublizierte Daten der Stadtwerke Ingolstadt, ³ Unpublizierte Daten der N-Ergie Nürnberg, ⁴ Selbstinformationen des kommunalen Trinkwasserversorgers via Eigenpublikation oder Internet.

| Lokalität | Einzugsgebiet | Zeitpunkt | Nitratgehalte |
|-------------------------------------|---|------------------------|---|
| Buchbrunnen- quelle ¹ | Tiefer-bedeckter Karst, überw. landwirtschaft- lich genutzt | 30er-Jahre | 8–12 mg NO ₃ /l |
| | | 90er-Jahre bis 2006 | 31–33 mg NO ₃ /l circa 30 mg NO ₃ /l |
| Gläßbrunnen ² | Tiefer-bedeckter Karst, Landwirtschaft + Wald | 60/70er-Jahre | 5–10 mg NO ₃ /l |
| | | 1990 bis 2004 | 15–20 mg NO ₃ /l |
| Rannaquelle ³ | Tiefer-bedeckter Karst, überwiegend Wald | 60er-Jahre | 5–12 mg NO ₃ /l |
| | | 70er-Jahre bis 2012 | 10–15 mg NO ₃ /l |
| Emskeim ³ | Tiefer Karst, Landwirt- schaft + Wald | 1988 | 12 mg NO ₃ /l |
| | | 2012 | 22 mg NO ₃ /l |
| Böhmfeld ⁴ | Tiefer Karst, stark durch Landwirtschaft genutzt | 1960 | 6 mg NO ₃ /l |
| | | 2009 | 36 mg NO ₃ /l |

Nitratentwicklung von Quell- und Grundwässern

Quelle: Trappe (2019)

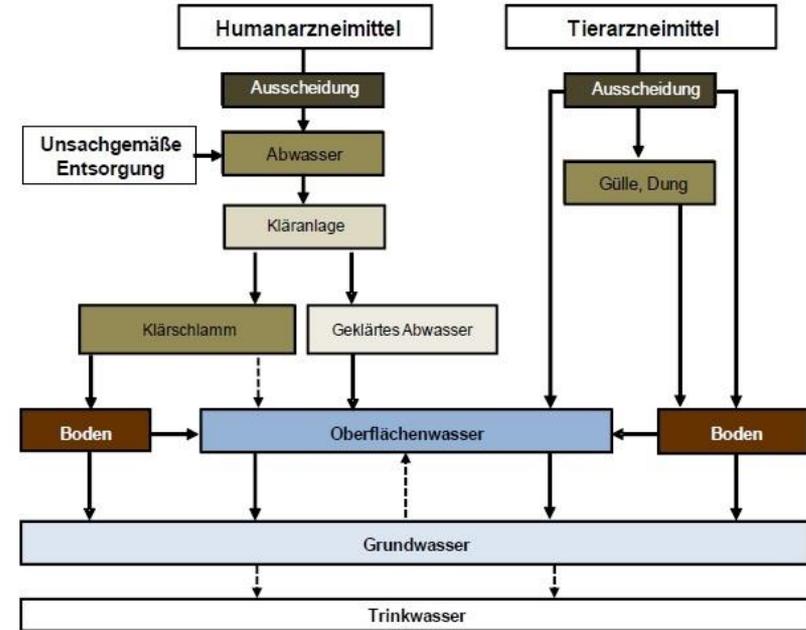
Grundwasserbelastung

Neben dem Nährstoffeintrag existieren weitere Probleme der GW-Kontamination

- Pflanzenschutzmittel
- Pharmazeutika

z.B. Nachweis von Diclofenac und Ibuprofen in zahlreichen Karstquellen des Altmühltals (EINSIEDL et al. 2010)

Schematische Darstellung der Einträge von Arzneimitteln und deren Rückstände in ober- und unterirdische Umweltkompartimente (UBA 2014)

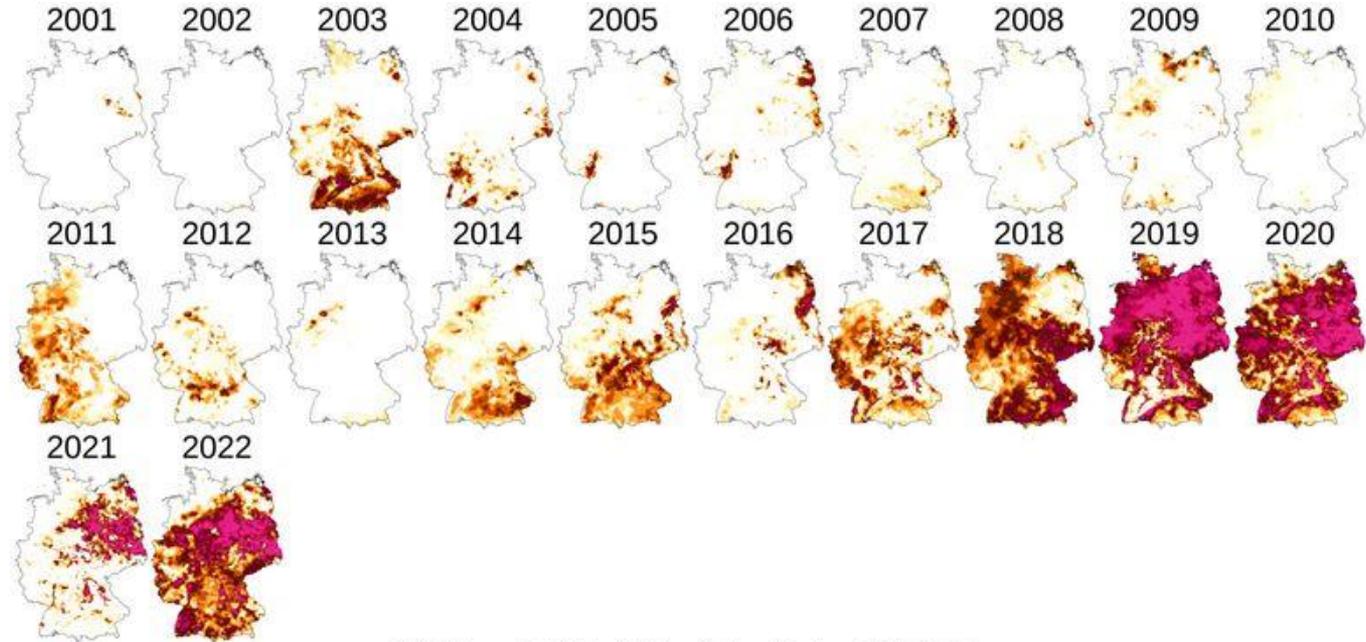


Quelle: UBA (2014)



Quantitative Probleme:

Bodenfeuchte / Versickerung / Dürren



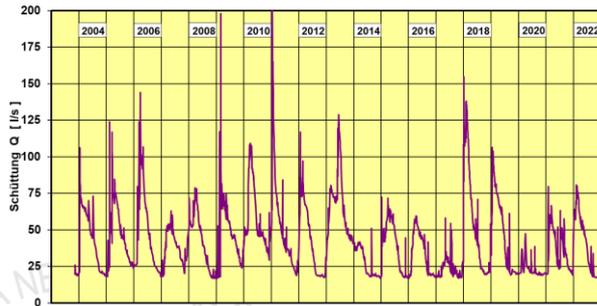
© UFZ-Dürremonitor/ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Friedrich Boeing

Auswirkungen (Klimawandel und weitere humane Impakte)

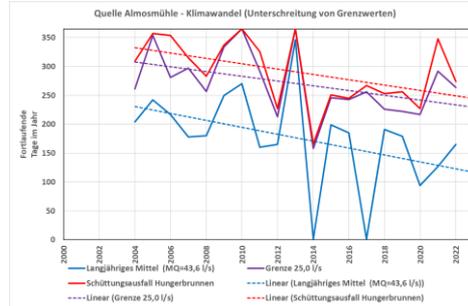
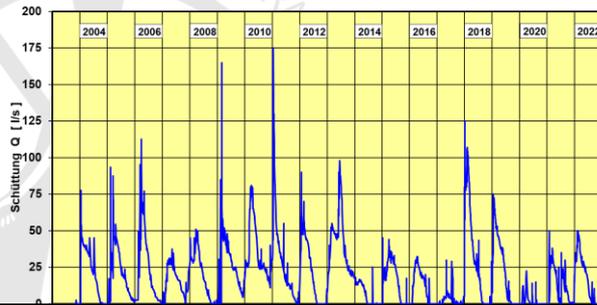


Quantitative Probleme: Grundwasserentwicklung

Schüttung Quelle Almosmühle (Gesamtschüttung)



Schüttung Quelle Almosmühle (Überlauf)



Messtelle: Hitzhofen GWM 7

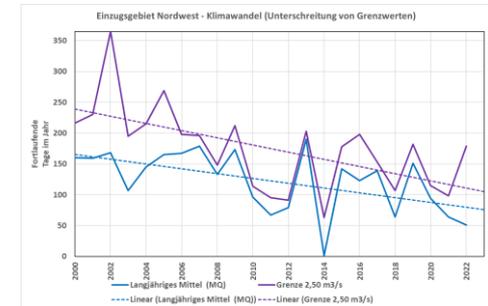
Grundwasserleiter: Weißer Jura / Malmkarst

Nr: 11403

Zeitraum: Mär 2010 - Nov 2022

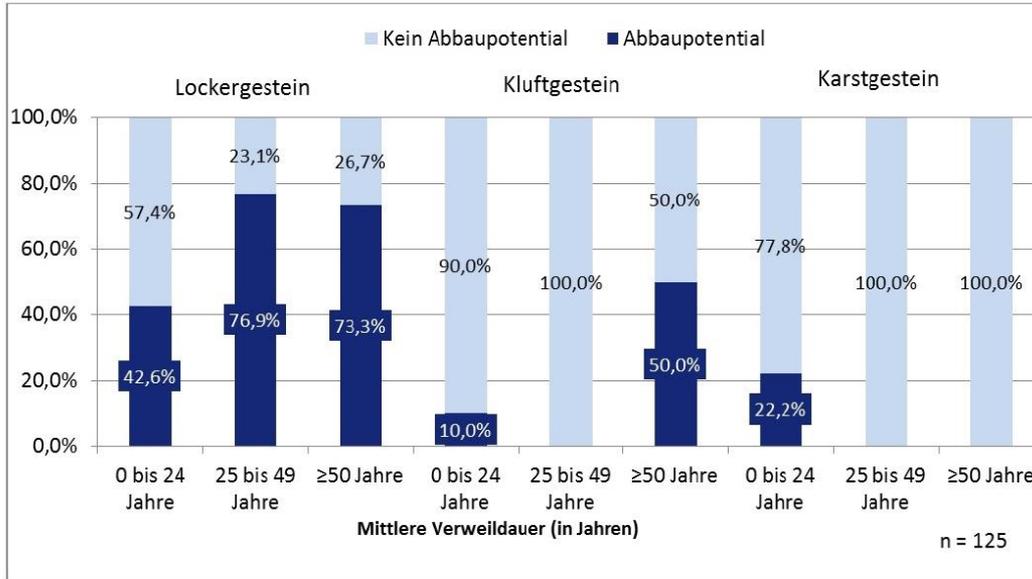


Die Auswirkungen des Klimawandels
auf Grundwasser sind oft auf den
zweiten Blick erkennbar!



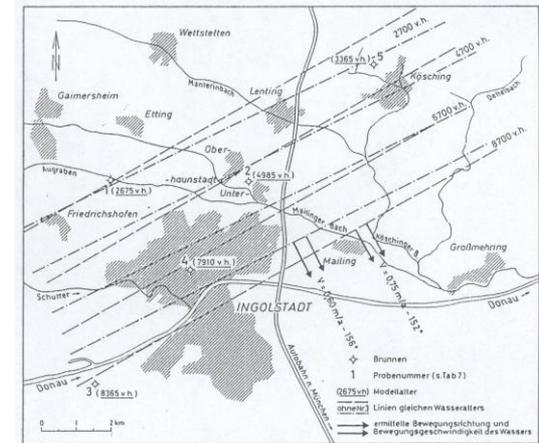
Auswirkungen (Klimawandel und weitere humane Impakte)

Abschließende Bemerkungen: Wasserqualität GW-Alter (aus: APEL 1971)



„Art des Grundwasserleiters, Nitrat-Abbaupotential und mittlere Verweildauer“

Quelle: BDEW (2017)



Die mittlere Verweildauer des Grundwassers bestimmt, wann der Kontaminationspeak von Nitrat oder anderer Schadstoffe im GW erreicht wird bzw. wie lange die Minimierung der Gehalte durch Grundwasserneubildung (mit nicht/gering kontaminierten Oberflächenwasser) dauern wird.

Abschließende Bemerkungen: Wasserquantität

Der Klimawandel lässt sich auch in Karstregionen über Veränderungen im Grundwasser belegen, jedoch ist hierbei eine differenzierte Betrachtungsweise notwendig, da die Auswirkungen einerseits weniger offensichtlich sein können, andererseits sind weitere Einflußfaktoren (andere humane Eingriffe in die Landschaft mit zu berücksichtigen).



Grundwasser

- Grundwasserspiegel in einer Höhle der Fränkischen Alb

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Trinkwasser

„*Trinkwasser*“ oder „*Wasser für den menschlichen Gebrauch*“ (nach EU-Trinkwasserrichtlinie) hat rechtlich vorgegebene und im Technischen Regelwerk festgelegte Güteeigenschaften zu erfüllen.

Dazu gehört, dass Trinkwasser rein und genusstauglich ist, keine Krankheitserreger aufweist und keine Stoffe in gesundheitsschädigenden Konzentrationen enthält.

Unter Grundwasser versteht das im Untergrund angesammelte Wasser, welches alle Hohlräume im Gestein / Sediment vollständig ausfüllt.

Grundwasser

Zahlreiche Anforderungen an Grundwasser

„Dienstleistungen des Ökosystems Grundwasser“

Quelle: AVRAMOV et al. (2010)

| | |
|--|--|
| Selbsttätige Regulierungen | <p>Reinigungsleistungen (Schadstoffabbau; Pathogenreduzierung; Abbau von organischen Einträgen; Nährstoffrückhalt (Minderung der Einträge in grundwasserabhängige Ökosysteme, Minderung der Eutrophierung)</p> <p>Freihaltung von Poren und Aufrechterhaltung der hydraulischen Konnektivität und Durchlässigkeit</p> <p>Hochwasser- und Erosionsschutz (durch die Aufnahme von großen Niederschlagsmengen auf unversiegelten Flächen)</p> <p>Abmilderung von Dürreperioden</p> <p>Regulation des Wasserhaushaltes (Wasseraufnahme durch Versickerung; Wasserabgabe in grundwasserabhängige Ökosysteme (Fließgewässer, Quellen, usw.))</p> <p>Abmilderung der Folgen der Klimaerwärmung (z.B. Bereitstellung von Refugien für kaltstenotherme Arten in Quellbereichen)</p> |
| Bereitstellende Versorgungsleistungen | <p>Sauberes Trinkwasser (Speicherung und Bereitstellung)</p> <p>Mineralwasser</p> <p>Kühl- und Brauchwasserversorgung, sowie Wasser für die Bewässerung in der Landwirtschaft</p> <p>Wasserbereitstellung für tiefwurzelnde Kulturpflanzen (Bewässerungskosten entfallen)</p> <p>Genetische Ressourcen</p> |
| Unterstützende Basisleistungen | <p>Remineralisierung von Nährstoffen</p> <p>Lebensraum für Organismen (mit ganz bestimmten, spezifischen Lebensbedingungen)</p> <p>Biodiversität (als Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit des Ökosystems)</p> <p>Aufrechterhaltung der Integrität von grundwasserabhängigen Ökosystemen (z.B. Sicherstellen des Basisabflusses in Fließgewässern; upwelling/ downwelling Regionen, usw.)</p> <p>Aufrechterhaltung von Nahrungsnetzen</p> |
| Kulturelle Leistungen | <p>Heilbäder an heißen Quellen (Tourismus, Erholung, Gesundheit)</p> <p>Viele historische Siedlungen und/ oder heutige Großstädte wurden an Quellen errichtet</p> <p>Biindikation</p> |

Tabelle 1: Aufteilung der Güter und Dienstleistungen, die durch Grundwasserökosysteme erbracht werden, in die vier Gruppen des Millennium Ecosystem Assessment (MEA)