



Fortbildung im Umweltsektor

Wasserschutzgebiete Grundlagen und Problemfelder

Mikrobielle Verunreinigungen im Grundwasser,
Ursachenerkundung, Bemessung der Zone II in
Wasserschutzgebieten

Bernhard Hauter und Inga Schlösser-Kluger, HLUG, Dezernat W4 „Hydrogeologie,
Grundwasser“

Gliederung

1. Grundlagen zu Trinkwasserschutzgebieten
 - Gliederung eines Trinkwasserschutzgebietes
 - Bemessung der Engeren Schutzzone (Zone II)
 - Allgemeine Verbote in der Engeren Schutzzone (Zone II)
2. Mikrobiologische Parameter
 - Coliforme Keime, Enterokokken, Clostridium perfringens
 - Allgemeine und mikrobiologische Anforderungen (TrinkwV 2001)
 - Mikrobiologische Parameter und Indikatorparameter (TrinkwV 2001)
3. Ursachenerkundung
 - Mögliche Ursachen für eine Keimbelastung
 - Vorgehensweise beim Nachweis von coliformen Bakterien
 - Zulässige Aufbereitungsverfahren
4. Stand in Hessen (2012)
5. Fazit
6. Quellen



Grundlagen zu Trinkwasserschutzgebieten

Gliederung eines Trinkwasserschutzgebietes

- **Fassungsbereich (Zone I)**
Muss den Schutz der Wassergewinnungsanlage und unmittelbare Umgebung vor jedigen Verunreinigungen gewährleisten
- **Engere Schutzzone (Zone II)**
Muss den Schutz vor Verunreinigungen durch pathogene Mikroorganismen (z. B. Bakterien, Viren, Parasiten und Wurmeier) und sonstigen Beeinträchtigungen gewährleisten, die von menschlichen Tätigkeiten ausgehen
- **Weitere Schutzzone (Zone III)**
Soll den Schutz vor weitreichenden Beeinträchtigungen, insbesondere vor nicht oder nur schwer abbaubaren chemischen oder vor radioaktiven Verunreinigungen gewährleisten



<http://www.aktiongrundwasserschutz.de>

ggf. Aufteilung in **Zone III A**, **Zone III B**

Bemessung der Engeren Schutzzone (Zone II)

- Engere Schutzzone (Zone II) reicht von der Grenze des Fassungsbereichs (Zone I) bis zu einer Linie, von der das Grundwasser mindestens 50-Tage bis zum Eintreffen in der Fassungsanlage benötigt (50-Tage-Linie)

Festlegung: Grundwasser-Abstandsgeschwindigkeit (v_a) muss bekannt sein

Ermittlung v_a (Porengrundwasserleiter):

- Pumpversuche, Markierungsversuche
- Iterationsverfahren

Ermittlung der 50-Tage-Linie (Kluftgrundwasserleiter):

- Zylinderformel (nur Näherungswert)
- Rechnerische Ermittlung ist schwierig bei hohen v_a → Ausdehnung von min. 300 m vorgesehen

- Ausdehnung von 100 m (oberstromig) darf nicht unterschritten werden!

Allgemeine Verbote in der Engeren Schutzzone (Zone II)

- Errichten und Erweitern von baulichen Anlagen, Baustelleneinrichtungen
- Ausweisung neuer Baugebiete
- Neubau von Verkehrswegen
- Abwasserversickerung
- Tiergehege und Dauerbeweidung
- Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
- Gewinnung von mineralischen Rohstoffen
- Ausbringen von Wirtschafts-, Sekundärstoffdünger, Abfällen zur Verwertung



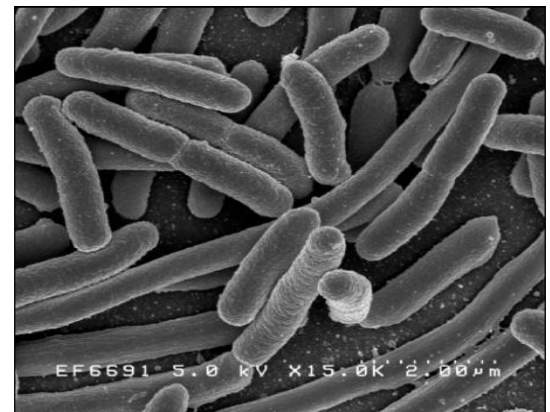
Mikrobiologische Parameter

Coliforme Keime, Enterokokken, Clostridium perfringens

- **Coliforme Keime** sind keine eindeutige taxonomische abzugrenzende Gruppe
- Gehören zur Familie der Enterobakterien (> 100 Spezies), die bestimmte biochemischen Eigenschaften aufweisen
- Nach ISO 9308-1: Säurebildung bei Lactoseabbau (9 Gattungen)
- Nach TrinkwV (1990): Lactosefermentation mit Säure und Gasbildung (4 Gattungen)
 - *Escherichia*
 - *Enterobacter*
 - *Klebsiella*
 - *Citrobacter*
- Ubiquitäre Verbreitung
- **Enterokokken**
- **Clostridium perfringens**



[www.inlabo.de]



[www.wikipedia.org]

Allgemeine und mikrobiologische Anforderungen (TrinkwV 2001)

§ 4 Allgemeine Anforderungen

(1) Trinkwasser muss so beschaffen sein, dass durch seinen Genuss oder Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit insbesondere durch Krankheitserreger nicht zu besorgen ist. Es muss rein und genusstauglich sein. Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn bei der Wasseraufbereitung und der Wasserverteilung mindestens die allgemein anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden und das Trinkwasser den Anforderungen der §§ 5 bis 7 entspricht.

§ 5 Mikrobiologische Anforderungen

(1) Im Trinkwasser dürfen Krankheitserreger im Sinne des § 2 Nummer 1 des Infektionsschutzgesetzes, die durch Wasser übertragen werden können, nicht in Konzentrationen enthalten sein, die eine Schädigung der menschlichen Gesundheit besorgen lassen.

(2) Im Trinkwasser dürfen die in Anlage 1 Teil I festgelegten Grenzwerte für mikrobiologische Parameter nicht überschritten werden.

(3) Im Trinkwasser, das zur Abgabe in verschlossenen Behältnissen bestimmt ist, dürfen die in Anlage 1 Teil II festgelegten Grenzwerte für mikrobiologische Parameter nicht überschritten werden.

(4) Konzentrationen von Mikroorganismen, die das Trinkwasser verunreinigen oder seine Beschaffenheit nachteilig beeinflussen können, sollen so niedrig gehalten werden, wie dies nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik mit vertretbarem Aufwand unter Berücksichtigung von Einzelfällen möglich ist.

Mikrobiologische Parameter und Indikatorparameter (TrinkwV 2001)

Parametergruppe	Parameter	Grenzwert/Anforderungen (Verfahren)	Quelle der Verunreinigung
Mikrobiologische Parameter	<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>) *	0/100 ml	Hinweis auf frische fäkale Verunreinigungen durch Warmblüter
	Enterokokken	0/100 ml	Bestätigung und Hinweis auf fäkale Verunreinigung, die länger zurückliegen
Indikatorparameter	Coliforme Bakterien *	0/100 ml	Hinweis auf ältere fäkale Verunreinigungen, allg. Hinweis auf Anfälligkeit gegenüber Verunreinigungen
	Koloniezahl [22 °C] *	100/ml **	Hinweis auf Beeinflussung durch Oberflächenwasser oder durch die obere Bodenschicht, Stagnationswasser, usw.
	Koloniezahl [36 °C] *		
	<i>Clostridium perfringens</i>	0/100 ml **	Hinweis auf länger zurückliegende fäkale Verunreinigungen oder Belastungen mit Parasiten

* Für RUV (1991) relevante Parameter

** Nach TrinkwV (2001) (Anlage 5 Teil I Buchstabe d Doppelbuchstabe bb und e)

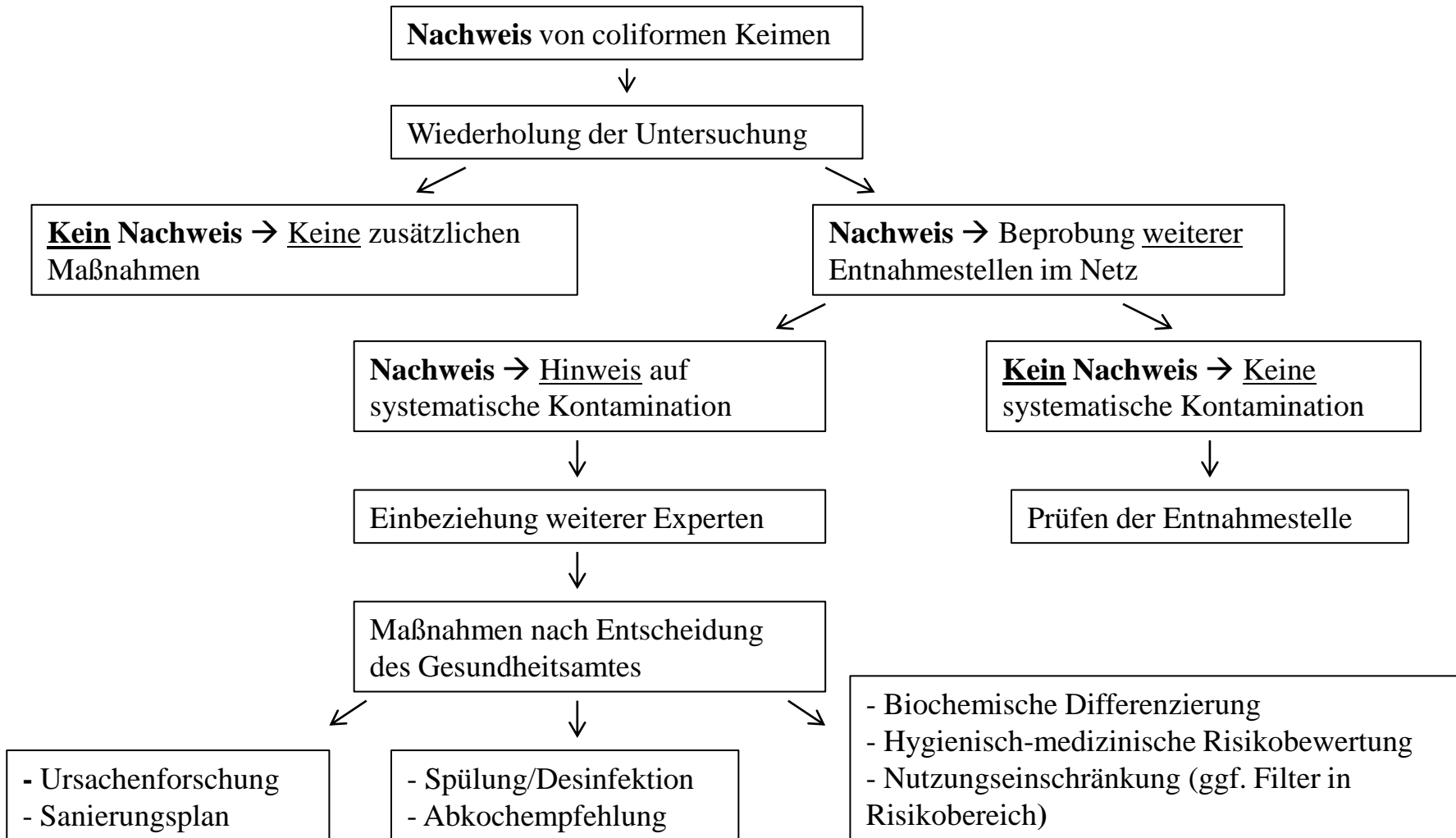


Ursachenerkundung

Mögliche Ursachen für eine Keimbelastung

- Verstärkter Oberflächenwasserzutritt nach Regenperioden, Starkniederschlagsereignisse, Überschwemmungen, Schneeschmelze
- Ausbringung von Wirtschafts- oder Sekundärdünger
- Kluftgrundwasserleiter mit fehlenden bzw. geringmächtigen schützenden Deckschichten
- Karstgrundwasserleiter
- Verletzung von Deckschichten (forstwirtschaftliche / landwirtschaftliche Nutzung, Sturmschäden, Wohn- / Grabbauten von Tieren)
- Ausbildung präferentieller Fließwege (Trockenrisse, Pflanzenwurzeln)
- Ausbauschäden- und Ausbaufehler an Brunnen (undichte Ringraumsperre, undichte Schachtabdeckung)

Vorgehensweise beim Nachweis von coliformen Bakterien



Zulässige Aufbereitungsverfahren

- UV-Bestrahlung
 - Wellenlänge 240-290 nm
 - Zulässig nur Anlagen mit einer Desinfektionswirksamkeit von 400 J/m² (bez. auf 254 nm)
- Ultrafiltration
 - Semipermeable Membrane (Polyamide, Polysulfane, Celluloseacetate)
- Chlorung
 - Calcium-, Natriumhypochlorid (* 1,2 mg/l freies Cl₂)
 - Chlordioxid (* 0,4 mg/l ClO₂)
 - Chlorgas (* 1,2 mg/l freies Cl₂)
- Ozonisierung
 - Ozon (10 mg/l O₃)



[<http://blickwinkel-schwerte.de>]



[www.pool-profi.de]



Stand in Hessen (2012)

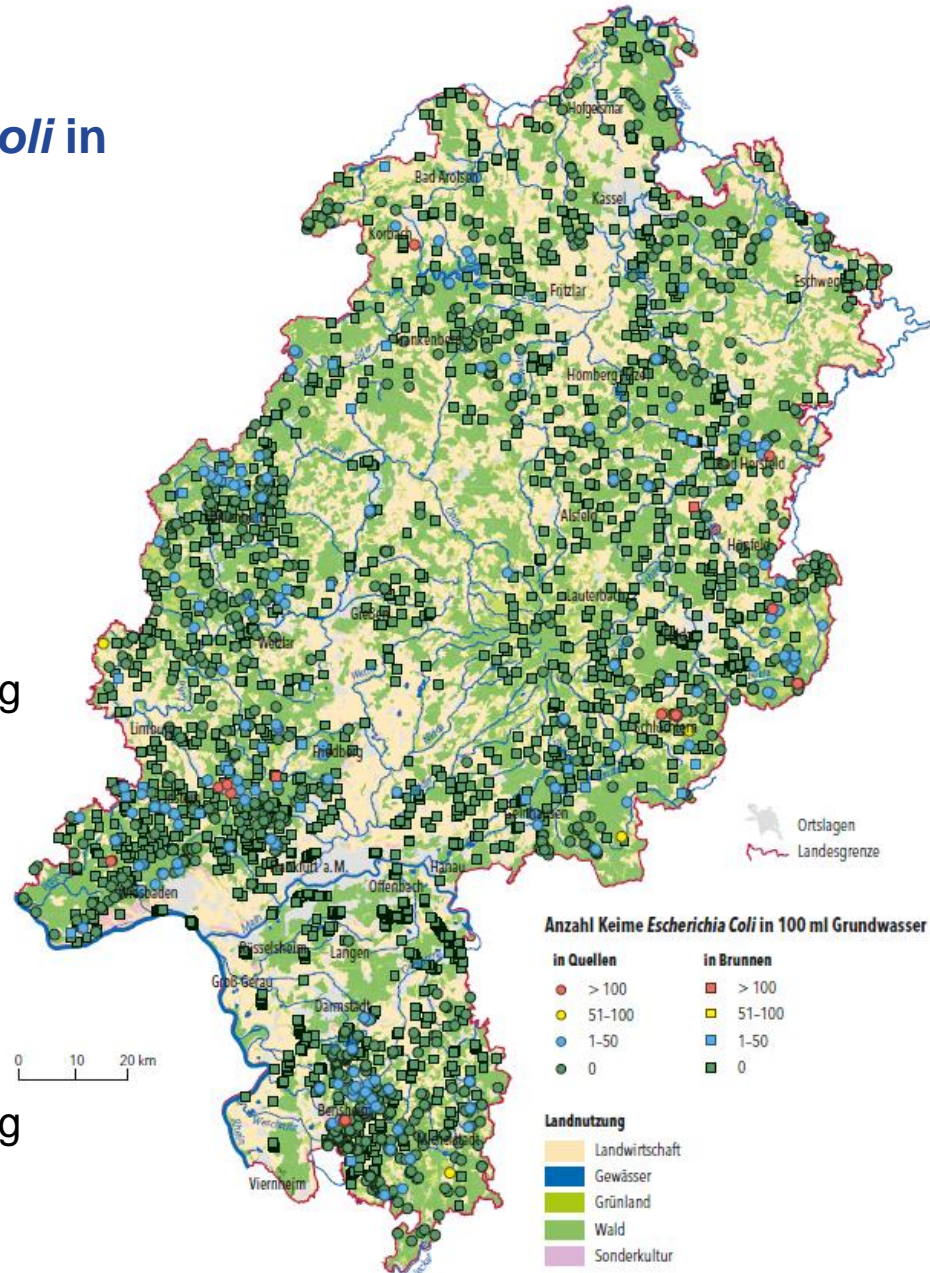
Anzahl Keime *Escherichia Coli* in 100 ml Grundwasser

Quellen/Stollen:

- Insgesamt 979 Proben
- 163 Proben > BG
- 816 Proben < BG
- 83 % aller Proben unauffällig

Brunnen:

- Insgesamt 1798 Proben
- 1754 Proben < BG
- 44 Proben > BG
- 98 % aller Proben unauffällig



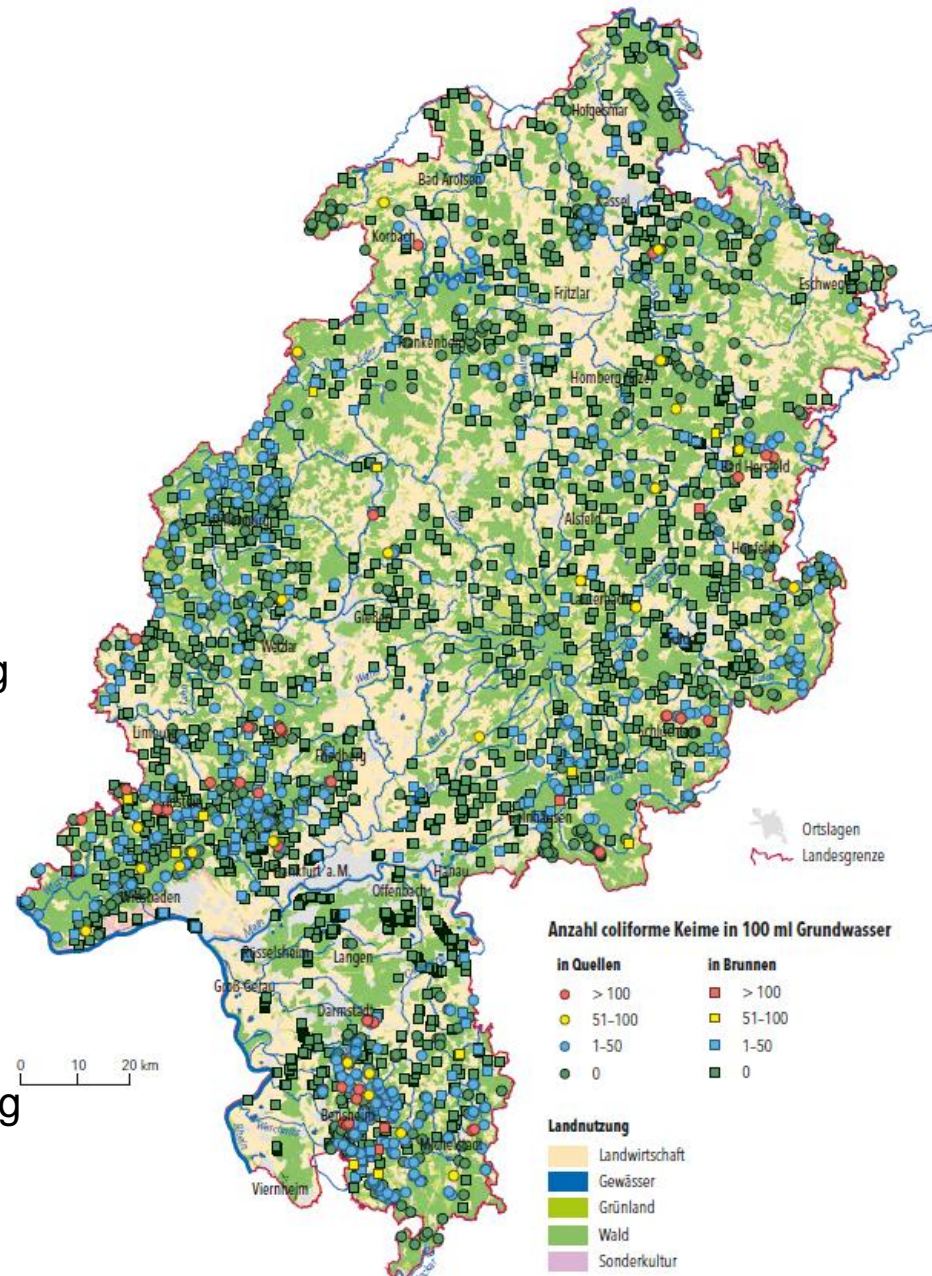
Anzahl coliformer Keime in 100 ml Grundwasser

Quellen/Stollen:

- Insgesamt 1052 Proben
- 609 Proben < BG
- 443 Proben > BG
- 58% aller Proben unauffällig

Brunnen:

- Insgesamt 1878 Proben
- 1675 Proben < BG
- 203 Proben > BG
- 89 % aller Proben unauffällig



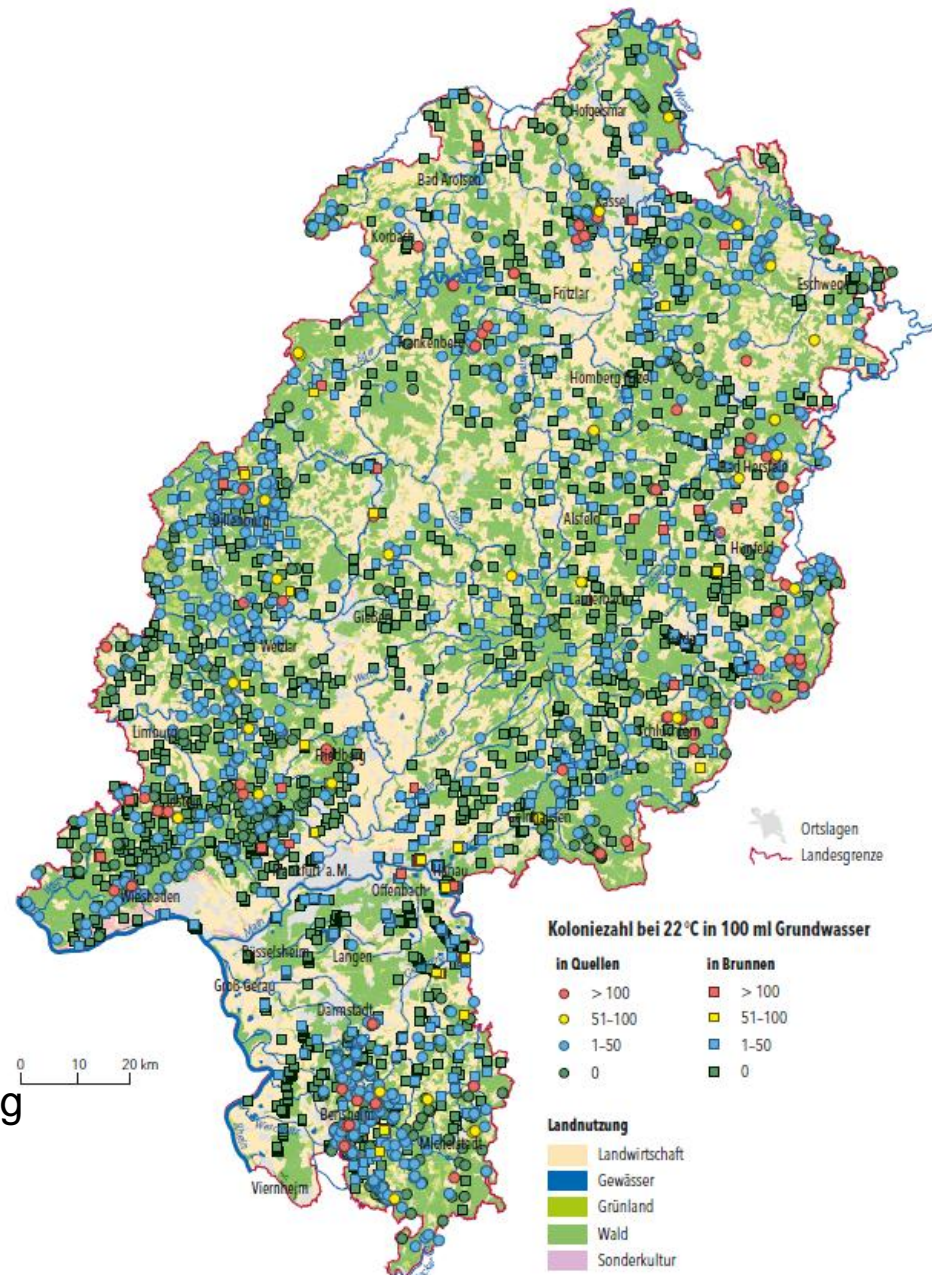
Koloniezahl bei 22 °C in 100 ml Grundwasser

Quellen/Stollen:

- Insgesamt 1108 Proben
 - 426 Proben < BG
 - 682 Proben > BG
- 38 % aller Proben unauffällig

Brunnen:

- Insgesamt 2016 Proben
 - 1444 Proben < BG
 - 572 Proben > BG
- 72 % aller Proben unauffällig



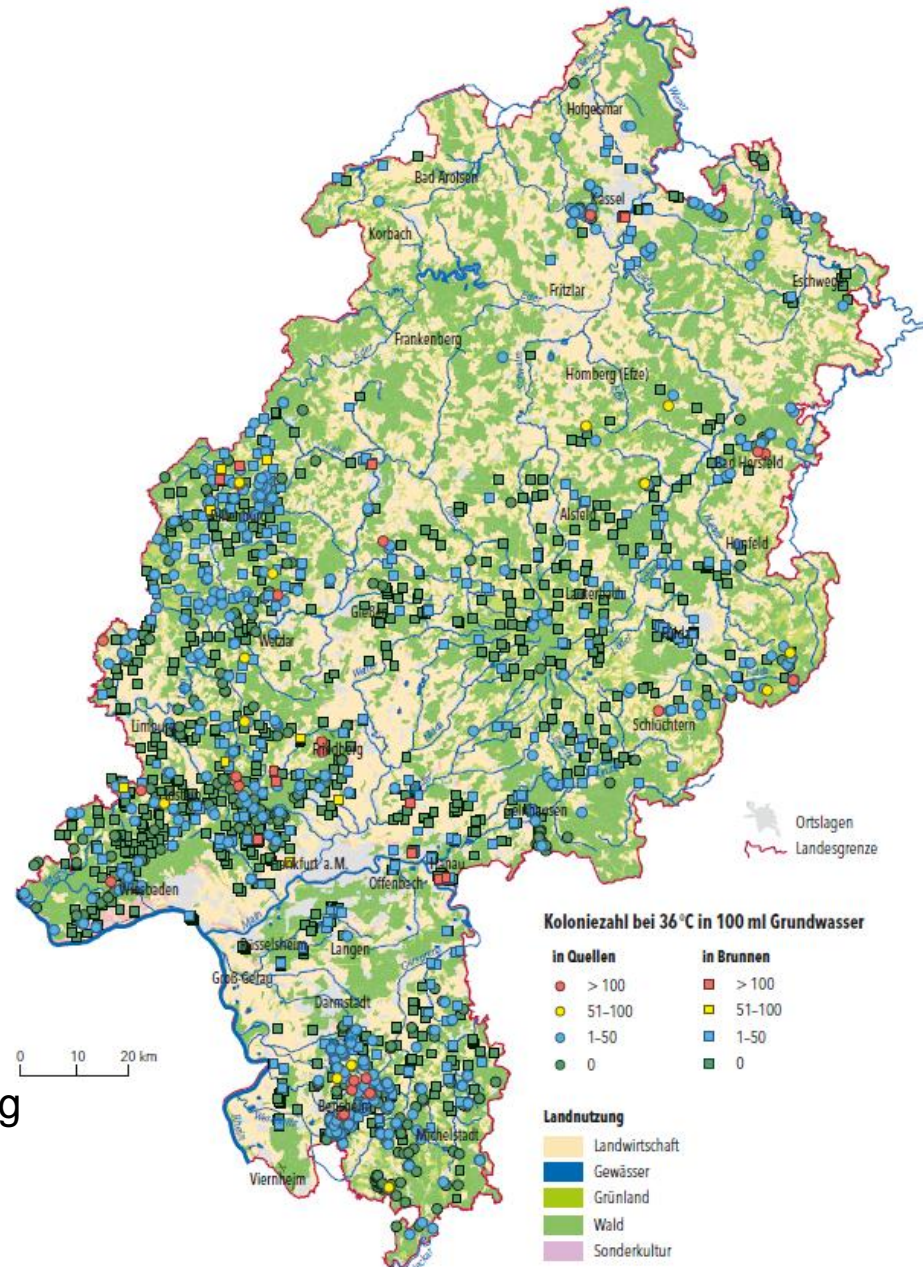
Koloniezahl bei 36 °C in 100 ml Grundwasser

Quellen/Stollen:

- Insgesamt 705 Proben
 - 340 Proben < BG
 - 365 Proben > BG
- 48 % aller Proben unauffällig

Brunnen:

- Insgesamt 1179 Proben
 - 874 Proben < BG
 - 305 Proben > BG
- 74 % aller Proben unauffällig



Zusammenfassung der Ergebnisse

- Bakteriologische Belastung der beprobten Quellen-/Stollenwässer im Vergleich zu den aus den Brunnen gewonnen Grundwässer deutlich höher

Quellen/Stollen:

- E-Coli: 17 % > BG
- Coliforme Keime: 42 % > BG
- Koloniezahl [22 °C]: 62 % > BG
- Koloniezahl [36 °C]: 52 % > BG

Brunnen:

- E-Coli: 2 % > BG
- Coliforme Keime: 11 % > BG
- Koloniezahl [22 °C]: 18 % > BG
- Koloniezahl [36 °C]: 26 % > BG

- Nach TrinkwV (2001) → Koloniezahl [22 °, 36 °C] → GW-Überschreitung (Brunnen) bei 1 %, GW-Überschreitung (Quellen/Stollen) zwischen 6 und 3 %
- Auftreten von Verkeimung überwiegend an Mittelgebirgsregionen gebunden
- Besonders anfällig sind Quellwässer und Grundwässer aus flachen Brunnen im Kristallinen Odenwald, Taunus und nördlichen rheinischen Schiefergebirge
 - Grund: Fehlende Filterwirkung durch Deckschichten!



Fazit

Fazit

- Stand in Hessen: Insgesamt betrachtet → positive Entwicklung (2009-2012)
 - Problem: Jeweils nur eine aktuelle Probe für den Zeitraum 2009-2011 für Auswertung verwendet
 - Repräsentativ für jährlichen Gesamtzustand?
- Anzahl der Routineuntersuchungen nach der TrinkwV (2001) richtet sich nach Entnahme von Grundwasser pro Tag → Bis max. 4 Proben im Jahr
 - Ausnahmegenehmigungen für Flächennutzung in Zone II (Beweidung):
 - Anzahl an Routineuntersuchungen an Nutzung anpassen, Beweidungskonzept erstellen
- Überprüfung der Einhaltung der Verbote durch UWB in Trinkwasserschutzgebieten
- Anpassung und Überprüfung (Verbote Gebote, Flächengröße) älterer Trinkwasserschutzgebiete auf aktuelle Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete (DVGW, Technische Regeln, Arbeitsblatt W 101 (Juni 2006))

Quellenangabe

- TRINKWV, 2001: Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. November 2011 (BGB1. I S. 2370), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 5. Dezember 2012 (BGB1 S. 2562) geändert worden ist.
- RÜCKERT, H., BERTHOLD, G., GREB, H., STÜBER-RENSCHIN, J., HERGESELL, M., SIEBERT, S., LEßMANN, B., 2013: Grundwasserbeschaffenheitsbericht 2012. Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden. S. 70-76.
- HÖLTING, B. & COLDEWEY, W., 2005: Hydrogeologie - Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. Spektrum Akademischer Verlag, München. S. 279-280.
- DVGW, 2006: DVGW-Regelwerk, Arbeitsblatt W 101: Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser. S. 5-19.
- UMWELTBUNDESAMT, 2009: Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz4-2009. Coliforme Bakterien im Trinkwasser. S. 474-482.
- NEUMEISTER, B., GEISS, H., BRAUN, R., KIMMIG, P., 2009: Mikrobiologische Diagnostik – Bakteriologie – Mykologie – Virologie – Parasitologie. Thieme Verlag, Stuttgart. S. 302-303.

Internetquellen:

- <http://www.aktiongrundwasserschutz.de>
- www.inlabo.de
- www.wikipedia.org
- <http://blickwinkel-schwerte.de>
- www.pool-profi.de