

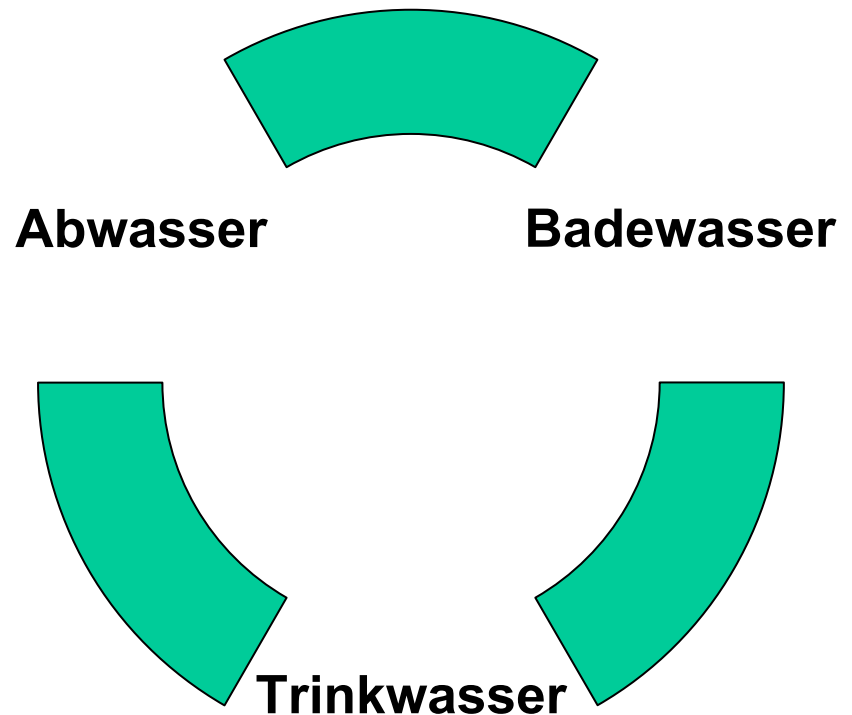


# **Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserversorgung**

Vortrag am 16. Juni 2008 in Palling

# Wasser

Badewasser,  
Trinkwasser  
und Abwasser  
sind lediglich Teilbereiche  
eines Ganzen und sind im  
Spannungsfeld zwischen  
Klimawandel und Hygiene  
miteinander verbunden!



# TRINKWASSERMIKROBIOLOGIE

**Trinkwasser ist unser wichtigstes Lebensmittel.  
Es muss frei sein von Krankheitserregern, genusstauglich  
und rein sein.**

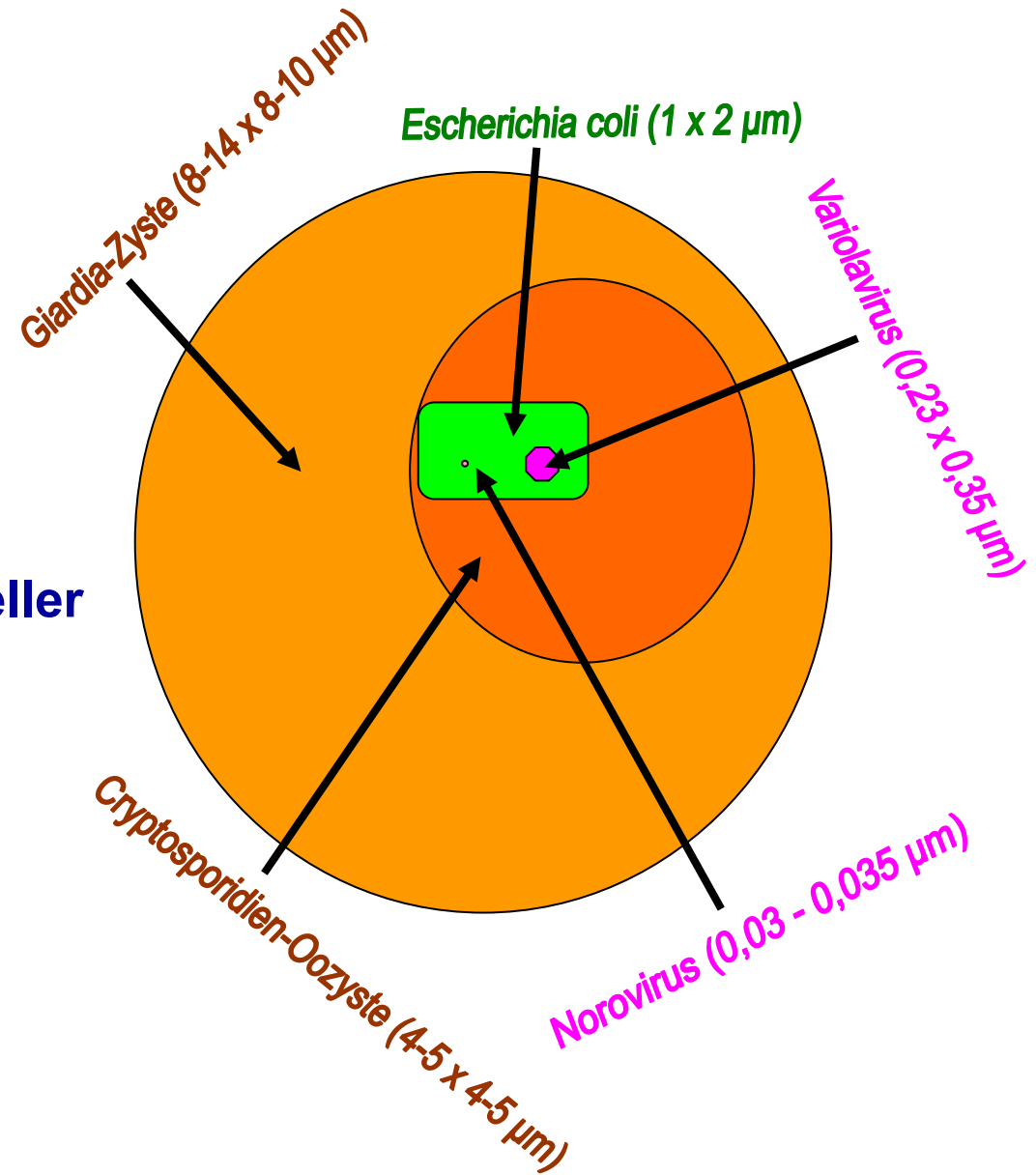
**Konsumenten dürfen daher  
durch Krankheitserreger wie pathogene  
Viren, Bakterien und Einzeller  
nicht gefährdet werden.**

**Deshalb muss Trinkwasser regelmäßig untersucht werden.  
Die Gesundheitsverwaltung überwacht die Wasserqualität in  
Zentralwasser- und Einzelwasser - Versorgungsanlagen.**

## Epidemien durch Trinkwasser

Ort	Jahr	Erkrankung	Erkrankte	Todesfälle
Stuttgart	1872	Typhus	180	14
München	1873	Cholera	3.075	1.490
Hamburg	1885/88	Typhus	15.804	1214
Hamburg	1892	Cholera	16.956	8.605
Gelsenkirchen	1901	Typhus	3.231	350
Petersberg	1908	Cholera	9.000	4.000
Hannover	1926	Typhus	2.500	260
Neuötting	1946/48	Typhus	1.000	100
Neu-Delhi	1955	Hepatitis A (E?)	28.745	-
Rochester	1965	Enteritissalmonellose	16.000	3
Dingelstedt	1972	Hepatitis A	40	-
Ismaning	1978	E-Ruhr	2.450	-
Bristol	1985	Lamblienruhr	108	-
Carrolton	1987	Kryptosporidiosis	>13.000	-
Milwaukee	1993	Kryptosporidiosis	>400.000	?
La Neuville	1998	Durchfälle mit Noroviren, <i>Campylobacter jejuni</i> und <i>Shigella sonnei</i>	~2.213	-
Walkerton	2000	<i>E. coli</i> O157: Durchfall; HUS (und <i>Campylobacter jejuni</i> )	2.300	18 ?

**Viren – Bakterien – Einzeller**  
**Größenverhältnisse**





## Krankheitserreger im Rinderkot:

**Enterohämorrhagische *Escherichia coli*-Bakterien:**

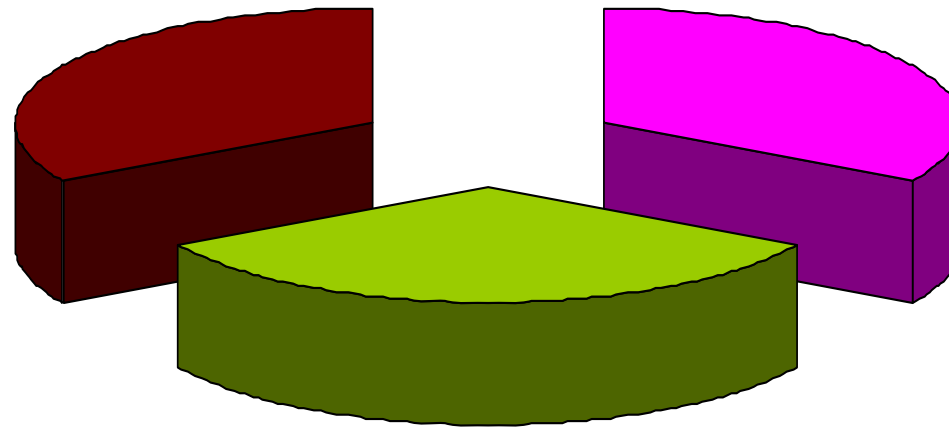
Nachweis in mehr als jeder dritten Rinderkotprobe !

**Thermophile *Campylobacter*:**

Nachweis in jeder dritten Rinderkotprobe !

**Pathogene Einzeller wie *Cryptosporidien*:**

In 80 % der Rinderbestände nachweisbar !



■ Pathogene Viren    ■ Pathogene Bakterien    ■ Pathogene Einzeller

- ▶ Eine Vielzahl von Krankheitserreger kann ins Grund- und Trinkwasser gelangen !
- ▶ Untersuchungen auf „alle“ Krankheitserreger sind viel zu aufwändig, kostspielig und dauern zu lange !
- ▶ Untersuchungen müssen einfach, schnell, preiswert und aussagekräftig sein !
  - ▶ Die Untersuchung auf „Indikatorkeime“ ersetzt i. d. R. die Untersuchung auf Krankheitserreger !

## Durchschnittliche Anzahl verschiedener Fäkalbakterien je Gramm Faeces

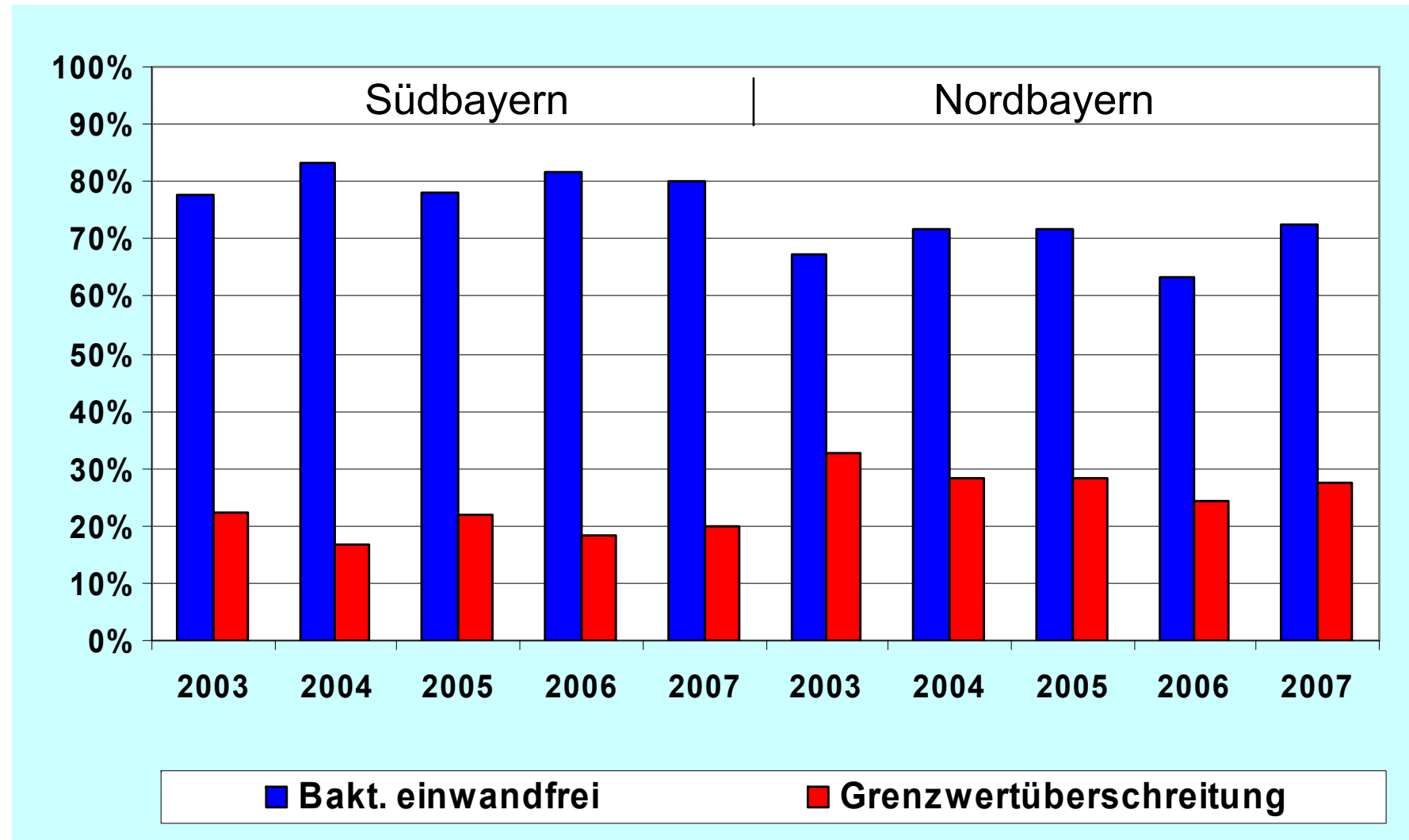
	<i>Escherichia coli</i> (Fäkalcoliforme)	Enterokokken (Fäkalstreptokokken)	<i>Clostridium perfringens</i>
<b>Mensch</b>	<b>13.000.000</b>	<b>3.000.000</b>	<b>1.600</b>
<b>Hund</b>	<b>23.000.000</b>	<b>980.000.000</b>	<b>251.000.000</b>
<b>Katze</b>	<b>7.900.000</b>	<b>27.000.000</b>	<b>25.100.000</b>
<b>Maus</b>	<b>330.000</b>	<b>7.700.000</b>	<b>&lt;1</b>
<b>Rind</b>	<b>230.000</b>	<b>1.300.000</b>	<b>200</b>
<b>Schwein</b>	<b>3.300.000</b>	<b>84.000.000</b>	<b>3.980</b>
<b>Schaf</b>	<b>16.000.000</b>	<b>38.000.000</b>	<b>199.000</b>
<b>Pferd</b>	<b>12.600</b>	<b>6.300.000</b>	<b>&lt;1</b>
<b>Ente</b>	<b>33.000.000</b>	<b>54.000.000</b>	<b>-</b>
<b>Huhn</b>	<b>1.300.000</b>	<b>3.400.000</b>	<b>250</b>
<b>Truthahn</b>	<b>290.000</b>	<b>2.800.000</b>	<b>-</b>



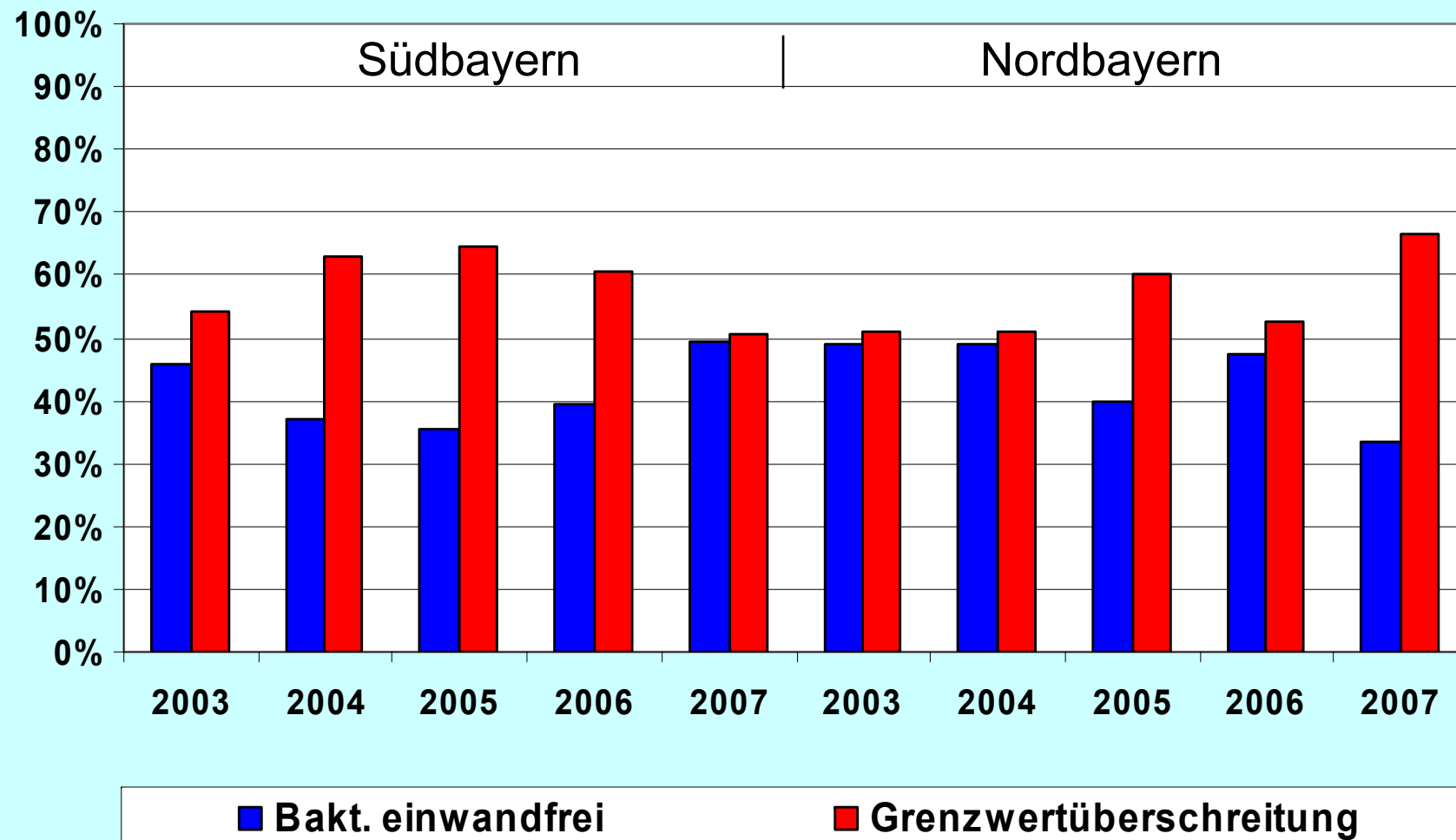
## Schlussfolgerungen aufgrund der mikrobiologischen Untersuchung auf Indikatorkeime nach der TrinkwV 2001

<b><i>Escherichia coli</i></b> (Grenzwert)	frische Wasserverunreinigung mit Warmblüterfäkalien; Krankheitserreger sind möglicherweise vorhanden
<b>Coliforme Keime</b> (Grenzwert)	länger zurückliegende Verunreinigung mit Warmblüterfäkalien; allgemeiner Hinweis auf Verunreinigbarkeit
<b>Enterokokken</b> (Grenzwert)	Bestätigung und Hinweis für eine fäkale Verunreinigung (vermehrt bei Tieren) (aber auch Wachstum in organischem Material!)
<b><i>Clostridium perfringens</i></b> (Grenzwert)	möglicherweise länger zurückliegende fäkale Verunreinigung; Nachweis auch im desinfizierten Wasser möglich; Hinweis auf Einzeller-Dauerformen (?)
<b>Koloniezahlwerte</b> bei 22°C und 36°C (Keine anormale Änderung!) (Grenzwerte bei Unter- suchung nach TrinkwV a. F.)	Beeinflussung durch Oberflächenwasser oder durch die obere Bodenschicht; Stagnationswasser; Rohrnetzverkeimung; Korrosion
<b>Keime der <i>Flexibacter</i> / <i>Sporocytophaga</i>-Gruppe</b>	Hinweis auf mangelhafte Bodenfilterwirkung

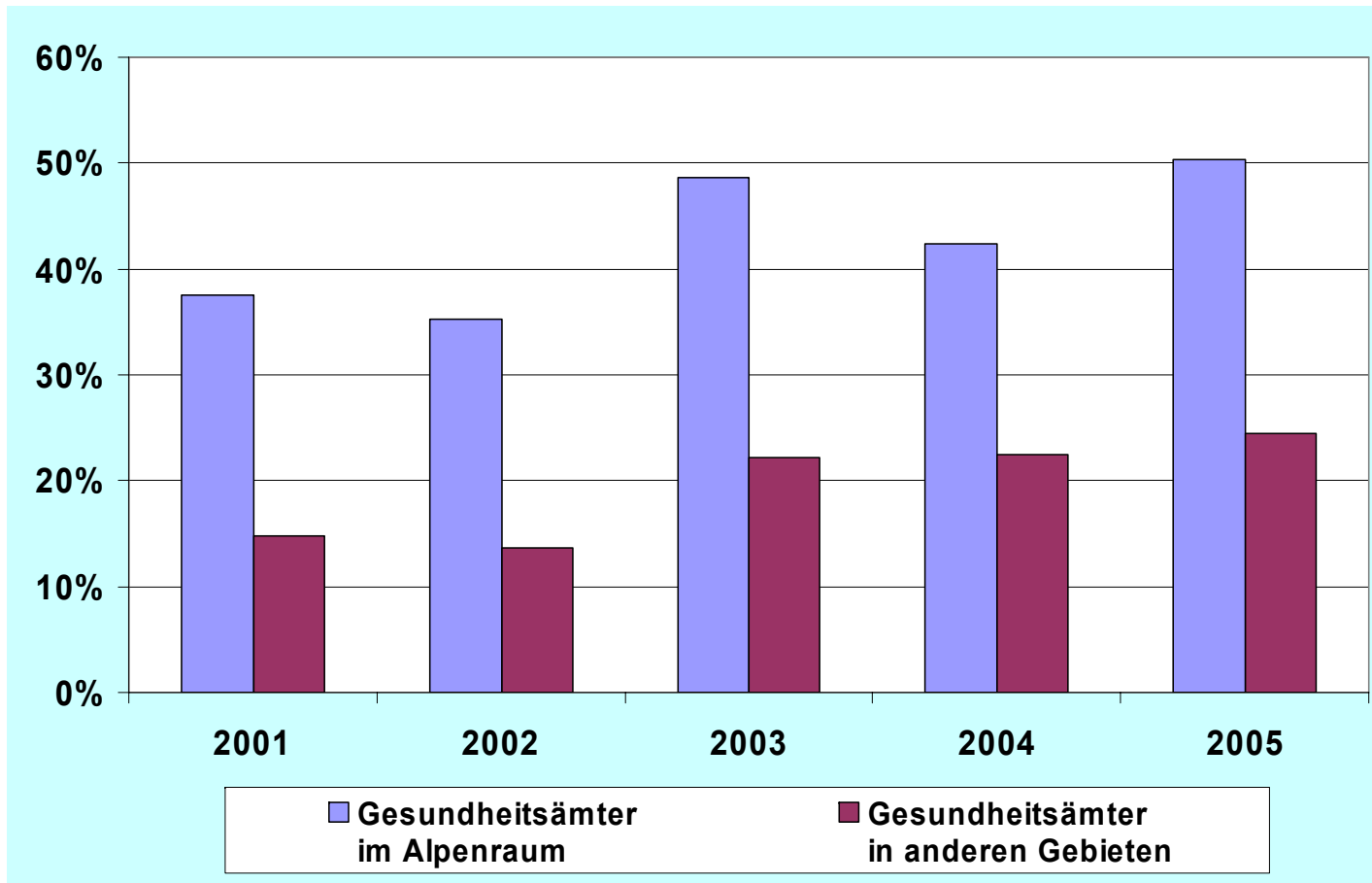
## Mikrobiologische Untersuchungsergebnisse am LGL von Proben aus Zentralwasserversorgungen in Südbayern und in Nordbayern



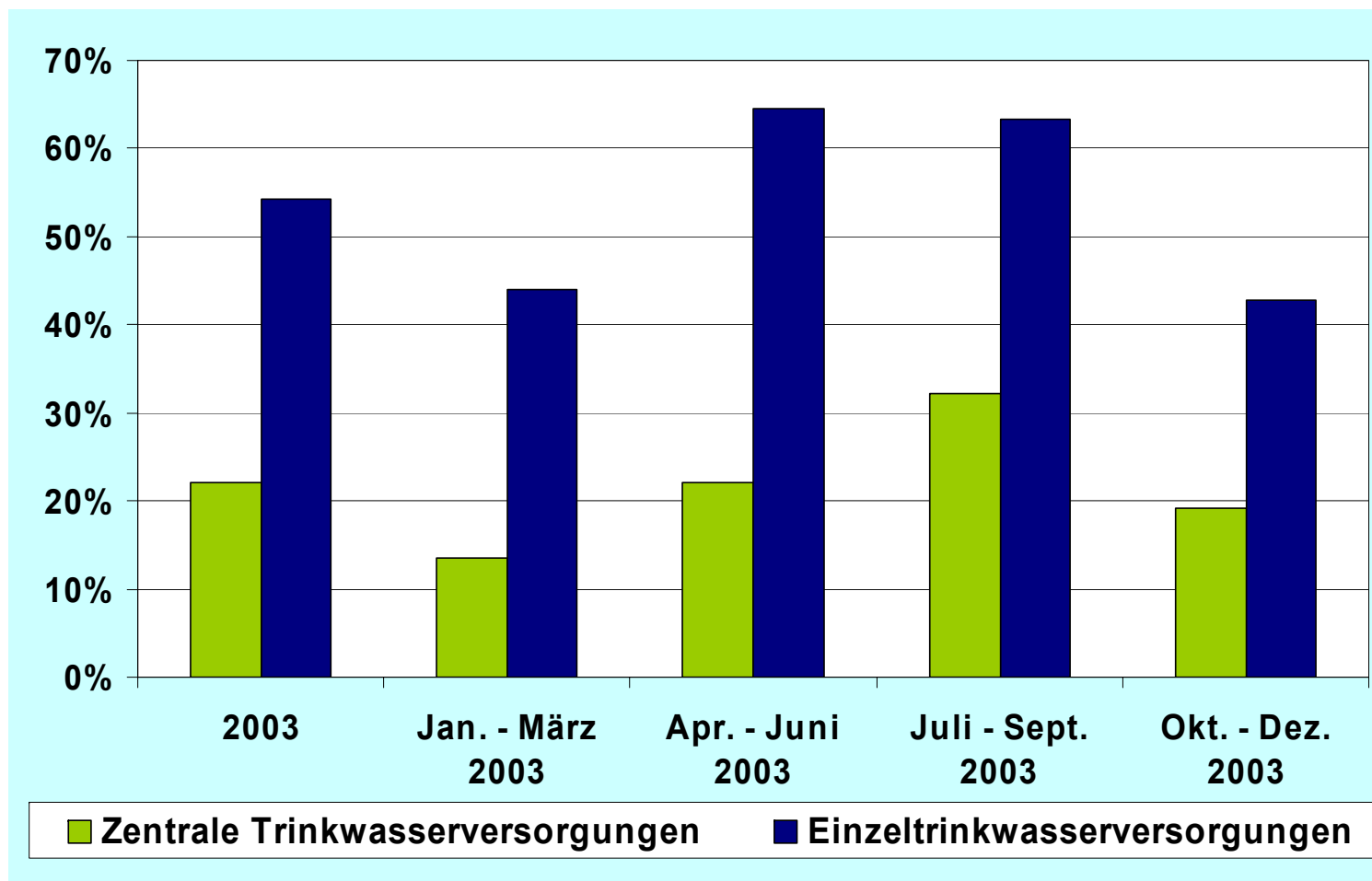
## Mikrobiologische Untersuchungsergebnisse am LGL von Proben aus Einzeltrinkwasserversorgungen in Südbayern und in Nordbayern



**Mikrobiologisch zu beanstandende Trinkwasserproben in Prozent in Südbayern im Bereich von Gesundheitsämtern im Alpenraum (Berchtesgadener Land, Rosenheim, Miesbach, Garmisch, Ostallgäu und Oberallgäu) und in anderen Gebieten.**



## Mikrobiologisch zu beanstandende Trinkwasserproben in Prozent bei Zentral- und Einzelwasserversorgungen aus Südbayern im Jahr 2003 (insgesamt und quartalsweise).



# Jahreszeitlich bedingte Gefährdungssituation bei Wasserversorgungsanlagen

## Störung der Bodenfilterwirkung

- ▶ **Lotrechte Filtration**      Insbesondere in den Sommermonaten können Bakterien aus Fäkalien aufgrund der Zerstörung der Bodenstruktur und ihrer Filterwirkung durch Austrocknung und Rissebildung bei Regenfällen erleichtert eingeschwemmt werden.
- ▶ **Horizontale Filtration**      Bei Uferfiltraten kann es durch schwankende Fluss-/Seewasserstände zu einer Schwächung und damit Porenerweiterung in der obersten Bodenfilterschicht kommen.

(Eisbildung führt über die damit verbundene Ausdehnung ebenfalls zur Schwächung der Filterbarriere.)

# Folgen des „Klimawandels“ (I)

## Klimaerwärmung führt zu.....

- **heißeren Sommern.....**
  - ▶ Bodenaustrocknung mit Rissebildung.
    - ▶ ▶ Schwächung bis hin zum Zusammenbruch der natürlichen Bodenfilterbarriere.
  - ▶ Höhere Wassertemperaturen im Oberflächen- und Abwasser.
    - ▶ ▶ Verschiebungen im „Ökosystem“  
**Phytoplankton ↔ Zooplankton**
    - ▶ ▶ ▶ Bewertungsänderungen im Indikatorsystem  
**Indikatorkeime ↔ Krankheitserreger**

# Folgen des „Klimawandels“ (II)

## Klimaerwärmung führt zu.....

### ➤ **Starkregenfällen.....**

- ▶ Massive Einschwemmung von „Oberflächendreck“ (z. B. Warmblüterfäkalien) über die Bodenrisse ins Grundwasser.
- ▶ Massiver Abtrag u. a. des Humusbodens.
  - ▶ ▶ Weitere Zerstörung der natürlichen Bodenfilterbarriere.
- ▶ Zusätzliche Fäkalieneinträge durch Einschwemmungen und Überschwemmungen sowohl in „Schutzzone“ und in den Fassungsbereich als auch in Seen und in Flüsse.
- ▶ Beeinträchtigung der Kläranlagenleistung ⇔ ungereinigte Abwässer gelangen in die Umwelt.



# Folgen des „Klimawandels“ (III)

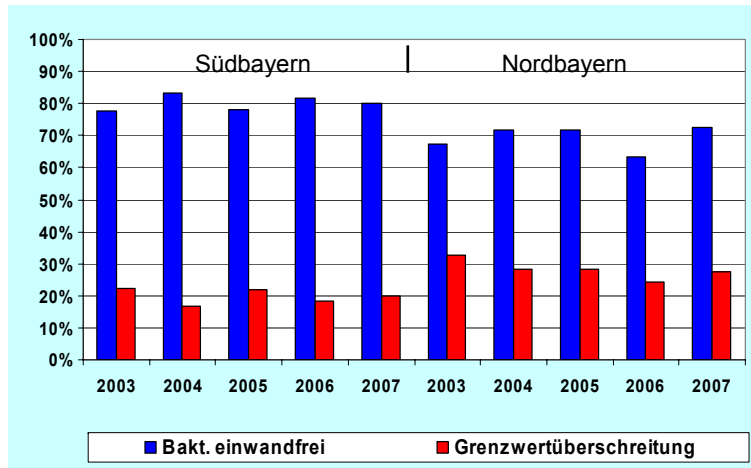
## Klimaerwärmung führt zu.....

- **milderen Wintern .....**
  - ▶ Häufigere Frier-/Auftauprozesse.
    - ▶ ▶ Poren- und Risse-Erweiterungen mit Zerstörung der natürlichen Bodenfilterbarriere bis hin zu Hangabrutschen mit zusätzlich mechanischer Beeinflussung (Bodenabsenkungen, Verschiebungen).
  - ▶ Relativierung von kältebedingten Absterbevorgängen und wärmebedingten Aufkeimungsprozessen.

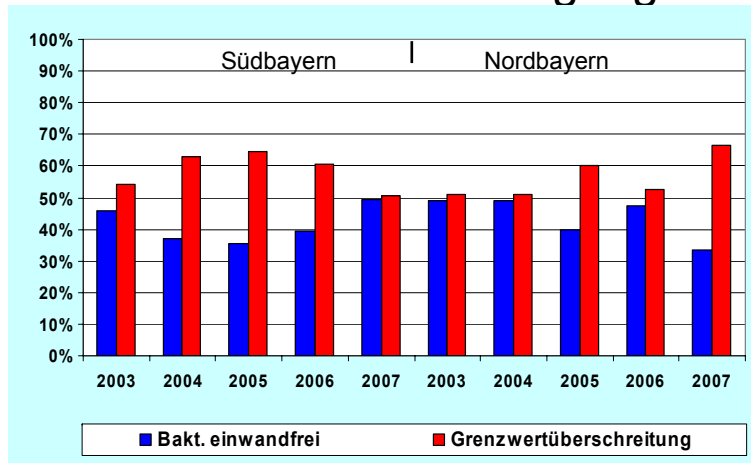
# Klimawandel und Trinkwasserhygiene (I)

## Ist-Zustand

- Bei Ortswasserversorgungen



- Bei Einzelwasserversorgungen



## Künftiger Zustand

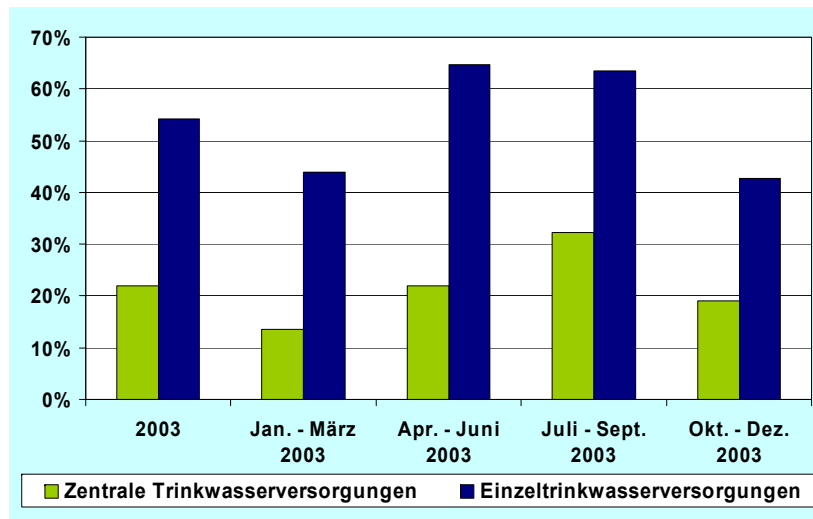
▶ Aufgrund der Zerstörung des natürlichen Bodenfilters durch vermehrte Austrocknung und durch Starkregen ist erleichterter Fäkalieneintrag ins Grundwasser möglich.

- ▶ Zunahme von Verunreinigungen des Trinkwassers.
- ▶ ▶ Zunahme von Grenzwertüberschreitungen.
- ▶ ▶ ▶ Erhöhte Gesundheitsgefährdung durch Trinkwasser.

# Klimawandel und Trinkwasserhygiene (II)

## Ist-Zustand

- Jahreszeitlich unterschiedliches Belastungspotential



## Künftiger Zustand

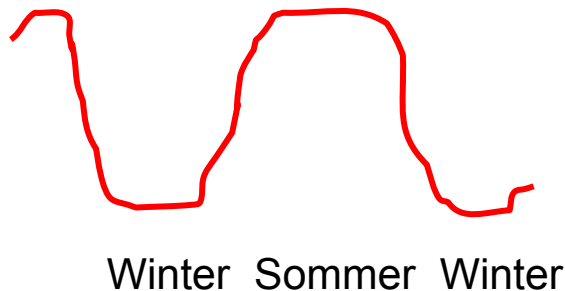
- ▶ Aufgrund verlängerter Hitzeperioden ist auch die Zerstörung des natürlichen Bodenfilters länger andauernd, d. h. zeitlich zusätzlich nach vorne und nach hinten verschoben.

- ▶ ▶ zusätzliches Auftreten von Verunreinigungen des Trinkwassers in jahreszeitlich begrenzten Abschnitten, in denen man bisher von einem Schutz ausgegangen ist.
- ▶ ▶ ▶ Zunahme trinkwasserbedingter Gesundheitsgefährdungen tendenziell „rund um die Uhr“.

# Klimawandel und Trinkwasserhygiene (III)

## (Ist-Zustand)

- Untersuchungen bei Klärschlämmen ergaben, dass Coliforme in den Wintermonaten um mehrere Zehnerpotenzen reduziert wurden, im Folgesommer aber wieder zu ursprünglichen Anzahlen aufkeimten.



## Künftiger Zustand

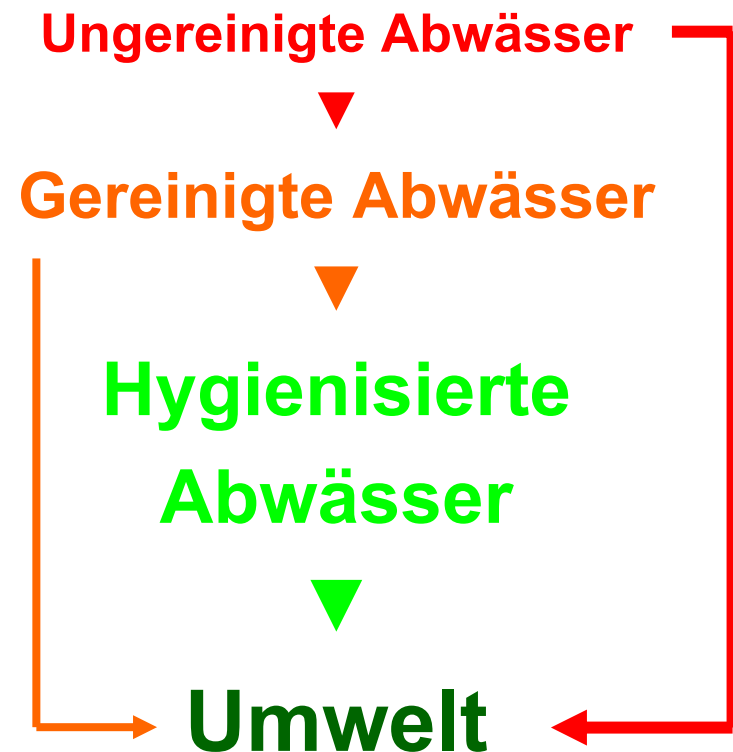
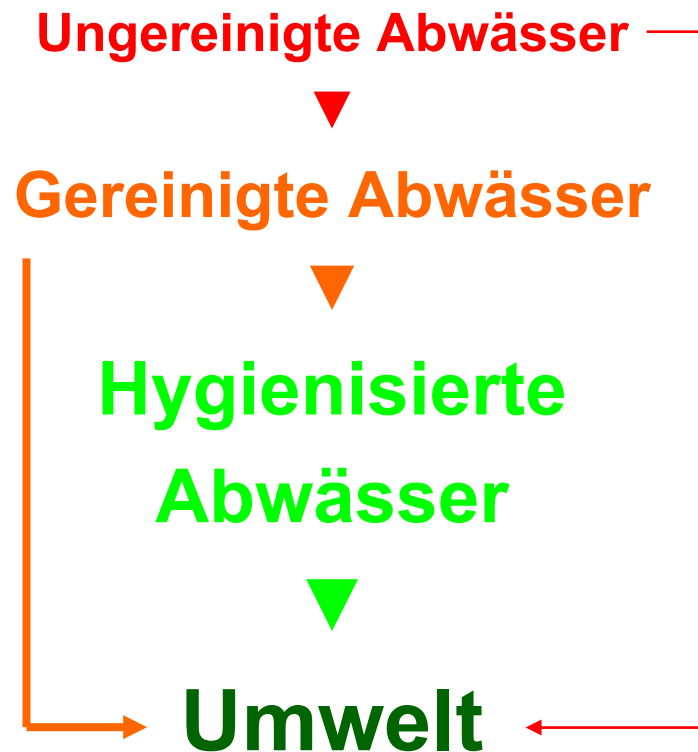
- ▶ Mildere Wintertemperaturen führen zu einem Rückgang kältebedingter Absterbeprozesse und zu einer erleichterten Aufkeimung.
- ▶ ▶ erhöhte Persistenz z. B. von umweltcoliformen Keimen mit erhöhten Nachweisen im Trinkwasser.
- ABER !**
- ▶ ▶ auch erhöhte Persistenz bei den i. d. R. nicht umweltadaptierten Krankheitserregern !?  
...oder evtl. sogar erleichterte Abtötung von Krankheitserregern durch „Bodenprozesse“ !?
- ▶ ▶ ▶ Positive oder negative Auswirkungen auf eine Gesundheitsgefahr !?

# Klimawandel und Abwasserhygiene

Ist-Zustand

(Wunschzustand)

Künftiger Zustand



S  
T  
A  
R  
K  
E  
R  
E  
N

## Klimawandel und mikrobiologische Verkeimung

- Zunahme typischer Seuchenerreger durch erleichterte wärmebedingte Vermehrung in Lebensmitteln (Schlagwort Salmonellen !)
  - ▶ Zunahme typischer Seuchenerreger
    - ▶ ▶ im Abwasser
    - ▶ ▶ ▶ in Flüssen und Seen
    - ▶ ▶ ▶ ▶ im Trinkwasser
  
- **Erleichterte Aufkeimungsprozesse im Verteilungsnetz und in der Hausinstallation aufgrund der Bodenerwärmung.**
  - ▶ Keime allgemein
  - ▶ „Wasserbürtige“ Krankheitserreger

# Klimawandel und mikrobiologische Probleme im Netz (I)

**Annahme: Die durchschnittliche Erwärmung des Grundwassers um wenige Zehntelgrad bis Grad könnte zu einer erhöhten Aufkeimung und Biofilmbildung führen.**

## ▶ Keime allgemein:

Wasser ist nicht steril. Zigtausende „Wasserkeime“ sind in 1 ml Wasser vorhanden, auch wenn bei der „Koloniezahlbestimmung mittels Hygienemethode“ **0 KBE/ml** gefunden werden.

- ▶ Die meisten dieser „Wasserkeime“ können Biofilme bilden oder darin integriert sein: Bakterien, Pilze und Einzeller !
- ▶ Mit ganz wenigen Ausnahmen (s. u.) handelt es sich hier um völlig harmlose Keime (keine Krankheitserreger!)

.....Aber !.....

# Klimawandel und mikrobiologische Probleme im Netz (II)

## ▶ Keime allgemein:

### Aber!! Hygienische Bedenken bei Biofilmen:

- ▶ Jeder Biofilm macht Stoffwechsel und setzt Stoffwechselprodukte frei (geruchs- und geschmacksbeeinträchtigende Stoffe, „Säuren“ ...). Säuren bedingen die...
  - ▶ ▶ Störung der „Kalkschuttschicht“ ▶ Korrosion ▶ Lochfraß.
  - ▶ ▶ ▶ Wasserverluste (hygienisch unbedenklich....)
  - ▶ ▶ ▶ ▶ ....aber auch strömungsbedingte Ansaugeffekte des „Drecks“ von außen ▶ **hygienisch bedenklich !**
  
- ▶ Jeder Biofilm ist eine Ansammlung organischer Substanz !
  - ▶ ▶ Chlorzehrung !
  - ▶ ▶ ▶ „Chlorung“ als seuchenhygienische Notfallmaßnahme eingeschränkt beziehungsweise nicht wirksam !



## Geruchsbildende Stoffe im Trinkwasser (Microbial Volatile Organic Compounds = MVOC)

Beispielsweise....

**Geosmin** ( $C_{12}H_{22}O$ ) und **2-Methylisoborneol** - mit ausgeprägt erdig-muffigem, modrigem Geruch und Geschmack - werden u. a. von unterschiedlichsten Mikroorganismen wie von Streptomyces- und Actinomyces-Arten, von Cyanobakterien und von Schimmelpilzen produziert. Die Geruchsschwelle beim Menschen liegt bei 0,01-0,1 ppb.

**Schwefelwasserstoff** ( $H_2S$ ) – ein farbloses, nach faulen Eiern riechendes Gas – wird von unterschiedlichsten Mikroorganismen bei der Eiweißzersetzung aus schwefelhaltigen Aminosäuren oder auch im anaeroben Bereich durch Sulfatreduktion gebildet. Die Geruchsschwelle beim Menschen liegt bei etwa 10 ppb ( $0,15\text{mg}/\text{m}^3$ ).

# „Wasserbürtige“ Krankheitserreger (I)

## Legionellen (leitungsinterne Verkeimung!)

- ▶ Ca. 80-90 % aller Legionellosen (schwere Lungenpneumonie) durch *L. pneumophila*, 2/3 davon durch die Serogruppe 1, 1/3 durch die anderen 15 Serogruppen.
- ▶ Schätzwerte für Deutschland:
  - 6.000 – 10.000 schwere Lungenentzündungen
  - 1.000 – 2.000 Todesfälle
  - (Aber: Etwa 4,2% aller auftretenden Pneumonien sollen durch Legionellen verursacht werden. Bei jährlich etwa 500.000 Pneumonien wären somit etwa 21.000 auf Legionellosen zurückzuführen. Dies sind etwa doppelt so viele als bisher angenommen wurde.)
  - Mindestens 100.000 Fälle mit Pontiac-Fieber
- ▶ Jeder 3. Erwachsene hat Antikörper gegen *L. pneumophila* !

# „Wasserbürtige“ Krankheitserreger (II)

## Atypische Mykobakterien (leitungsintern !)

- ▶ **Wasser- und umweltassoziiert:**  
Häufigste Pathogene beim Menschen: *M. avium*-Komplex (MAC), *M. kansasii*;  
Seltener: *M. marinum*, *M. xenopi*, *M. ulcerans*, *M. chelonae* u.a.m.
- ▶ **Schätzwerte für U.S.A mit NTM:**  
Erkrankungsfälle in der Normalbevölkerung (ohne AIDS):  
1,8 von 100.000  
Erkrankungshäufigkeit bei Personen mit AIDS: 50 %
- ▶ **Warmwasservertreter (z.B. *M. avium*-Komplex bei 45 °C) und Kaltwasservertreter (z.B. *M. kansasii*)**
- ▶ **Legionellenbekämpfung ist auch NTM-Bekämpfung!**

(NTM: nicht tuberkulöse Mykobakterien)

## „Wasserbürtige“ Krankheitserreger (III)

### ***Pseudomonas aeruginosa*** (meist leitungsextern!)

- ▶ **Wasserassoziiert (direkt oder indirekt über den Hahn):**  
ca. 40 % der *Pseudomonas aeruginosa* – Infektionen auf Intensivstationen!  
>30 % der *Pseudomonas aeruginosa* - Infektionen auf peripheren Stationen! (nach Reuter et al. (2002)).  
1.400 Todesfälle mit nosokomialer Pneumonie durch *Pseudomonas aeruginosa* jährlich in den U.S.A. !  
(Anaisie E.J. et al. (2002)).
- ▶ **Warm(-wasser)bereich bevorzugt:**  
Wachstum bis über 40 °C möglich.

## Klimawandel und mikrobiologische Probleme im Netz (III)

### ▶ „Wasserbürtige“ Krankheitserreger

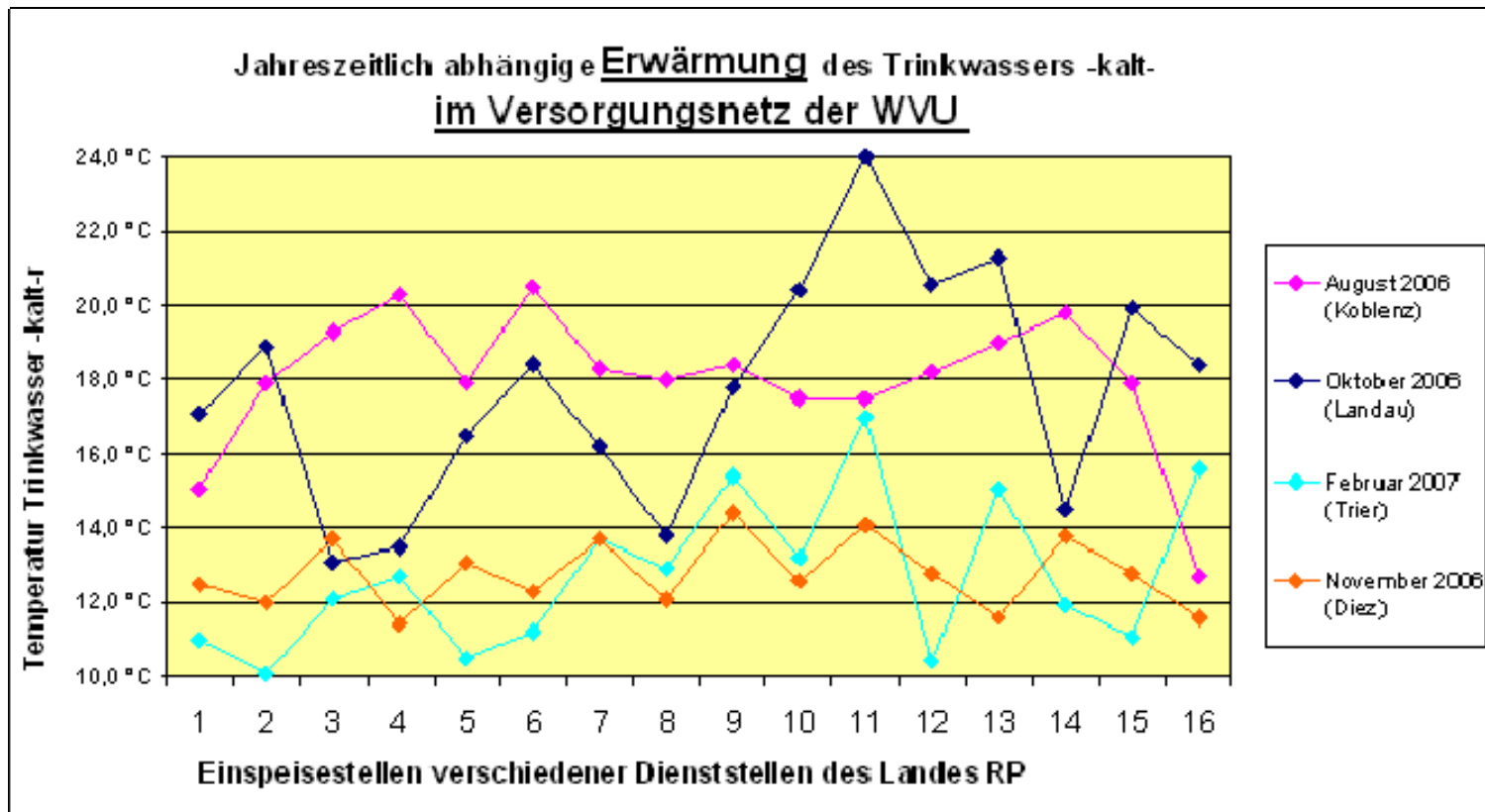
- ▶ ▶ **Legionellen** sind Umweltbakterien und kommen in geringer Anzahl auch im Grund- und (Kalt-) Trinkwasser vor.
- ▶ ▶ **Atypische Mykobakterien** sind wasser- und umweltassoziiert.

Ferner: ▶ ▶ ***Pseudomonas aeruginosa*** kann sich ebenfalls in Nassbereichen in der Umwelt halten und evtl. ansiedeln.

Es ist anzunehmen, dass....

- ▶ ▶ ▶ eine geringe Grundwassererwärmung eine geringe Zunahme derartiger Krankheitserreger bedingt !
- ▶ ▶ ▶ stärkere Erwärmungen in „Stagnationszonen“ (Stichleitungen!) zu einem massiven Aufkeimen mit derartigen Krankheitserregern führen werden !

# Temperaturmessungen im kalten Trinkwasser



(Abbildung über [www.ak-wasserhygiene.de](http://www.ak-wasserhygiene.de))

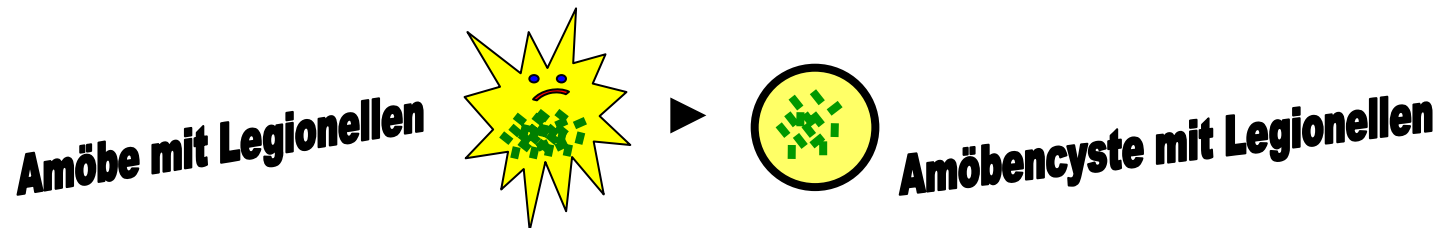
## Klimawandel und mikrobiologische Probleme im Netz (IV)

### ▶ „Wasserbürtige“ Krankheitserreger

Der Biofilm - ein Ökosystem mit Bakterien, Pilzen und Einzellern !

Legionellen und Amöben:

- ▶ „Aufgefressene“ Legionellen werden nicht verdaut, sondern lebendig in Amöben zu mehreren Hundert angereichert!



- ▶ Geht die Amöbe ins Zystenstadium über, befinden sich auch in dieser Dauerform lebende Legionellen.
- ▶ Legionellen in Amöbenzysten sind geschützt gegenüber Desinfektionsmaßnahmen im Wasser!
- ▶ Amöbenzysten sind lungengängig !
- ▶ ▶ Im Rahmen des Klimawandels ist damit zu rechnen, dass vermehrt Amöbenzysten mit Legionellen in die Hausinstallation gelangen.

# Klimawandel und mikrobiologische Probleme in der Hausinstallation

- ▶ **Mikrobiologische Probleme des „Kaltwassers“ bei Gewinnung und Verteilung spiegeln sich im Kaltwasser und im Warmwasser in der Hausinstallation wieder.**
  - ▶ ▶ **..häufigere „Fäkalverunreinigungen“.**
  - ▶ ▶ **..erleichterte Biofilmbildung.**
  - ▶ ▶ **..erleichtertes Aufkeimen mit wasserbürtigen Krankheitserregern.**



## Ergebnisse der Untersuchung von Wasserproben aus Hausinstallationen von verschiedenen Einrichtungen in Südbayern auf Legionellen von 2001 - 2007: Anzahl der Proben in % mit Überschreitung akzeptabler Werte

Überschreitung: Normale Hausinstallation  $\geq 100$  KBE/100 ml; Hochrisikobereich  $\geq 1$  KBE/Liter (ab 2007  $\geq 1$  KBE/100 ml)

Herkunft der Proben	Anzahl der Proben mit Überschreitung zulässiger Werte in %						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Schulen	32,2	16,9	29,8	26,0	24,9	30,0	26,0
Kindergärten	-	-	22,2	10,8	25,0	16,0	12,5
Altenheime	32,6	31,4	29,0	29,8	22,9	17,9	20,9
Hotels / Gaststätten	40,0	15,0	46,2	31,8	27,4	21,2	12,9
Sonstige Gemeinschaftseinrichtungen	25,5	17,0	23,4	20,8	25,1	23,6	17,1
Krankenhäuser	29,1	34,0	26,9	23,5	25,7	31,7	30,7
Krankenhäuser; Hochrisikobereich	74,1	48,6	62,8	56,7	51,2	70,0	72,2
Sonstige Dienstgebäude	8,5	14,6	14,7	20,8	18,2	25,3	27,1
Einfamilienhäuser	14,8	14,0	9,8	13,6	5,5	1,7	5,0
Mehrfamilienhäuser		19,0	19,6	13,1	14,6	19,5	12,1
Schwimmbäder; Dusche	38,7	26,1	22,2	23,3	18,2	22,1	19,2
Rückkühlwerke	-	-	-	6,5	-	-	-
Springbrunnen	-	-	-	-	6,3	9,1	-

## Klimawandel und Trinkwasserhygiene: Abhilfemaßnahmen

<b>(Schadens-) Ereignis</b>	<b>Abhilfemaßnahme</b>
Zerstörung des natürlichen Bodenfilters	Beschattungsmaßnahmen; Unterstützung durch künstliche Filtration: Ultrafiltration / Nanofiltration.
Einschwemmungen und Überschwemmungen	Verbesserung durch bauliche Maßnahmen (Dammbau; Randerhöhung; Abdichtung); Maßnahmen in Einschwemmbereichen, z. B. Fäkalienausbringverbote, Ableitungen.
Wassererwärmung im Netz	„Rohrnetzpflege“; vermehrtes Spülen; Vermeidung von Stagnation (Stichleitungen); Tieferlegen der Leitung; Dimensionierung und Hydraulik.
Probleme in der Hausinstallation	Hier gilt: <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ „Heißwasser muss genügend heiß sein und es bleiben“</li> <li>▶ „Kaltwasser muss genügend kalt sein und es bleiben“</li> <li>▶ „Kein Stagnationswasser in der Leitung“</li> </ul> Dimensionierung und Hydraulik!

# Klimawandel und Abwasserhygiene: Abhilfemaßnahmen

<b>(Schadens-) Ereignis</b>	<b>Abhilfemaßnahme</b>
Erhöhte Belastung mit Krankheitserregern, z. B. typischen Seuchenerregern	Prozessoptimierung Hygienisierung
Eventuelle Vermehrung von Krankheitserregern bei der Abwasseraufbereitung ???	
Erhöhte Gesundheitsgefährdung der dort Beschäftigten ??	(Optimierte Hygienemaßnahmen) (z. B. Händedesinfektion; Essen und Trinken nicht in Arbeitskleidung.....)
Kapazitätsprobleme bei Starkregen mit Durch- und Vorbeileitung ungeklärter Abwässer in die Umwelt; „Regenüberläufe“	Erweiterung von Rückhaltebecken

## Schlussbemerkungen (I)

### Klimawandel und Trinkwasserhygiene:

Der „Klimawandel“ wird sich auch bei uns negativ auf die Trinkwasserversorgung auswirken:

Dennoch dürfte für „Fäkalverunreinigungen“ gelten:

- **Bislang hygienisch einwandfreie Versorgungen dürften einwandfrei bleiben.**
- **Bislang mittelmäßige Versorgungen werden zumindest im unteren Bereich auffällig werden.**
- **Bislang mäßige Versorgungen dürften offen auffällig werden.**
- **Bislang schlechte Versorgungen.....**

**Aber....!!**

## **Schlussbemerkungen (II)**

### **Klimawandel und Trinkwasserhygiene:**

**Der „Klimawandel“ wird sich auch bei uns negativ auf die Trinkwasserversorgung auswirken:**

**Hier gilt für die Wassererwärmung:**

- **Alle Wasserversorgungen werden darauf achten müssen, dass das Kaltwasser in allen Bereichen, insbesondere aber in „Stichleitungen“, kalt bleibt.**

**Aber....!!**

## Schlussbemerkungen (III)

### Klimawandel und Trinkwasserhygiene:

Der „Klimawandel“ wird sich auch bei uns negativ auf die Trinkwasserversorgung auswirken:

**Aber....!!**

**Der „Klimawandel“ führt lediglich zu einer Problemverschärfung !**

- ▶ Hier handelt es sich nicht um grundlegend neue Probleme!
  - ▶ ▶ Diesbezügliche Sanierungsmaßnahmen wären meist schon jetzt fällig (wenn nicht sogar überfällig !).
- ▶ Gegen derartige Probleme gibt es Sanierungsmaßnahmen!

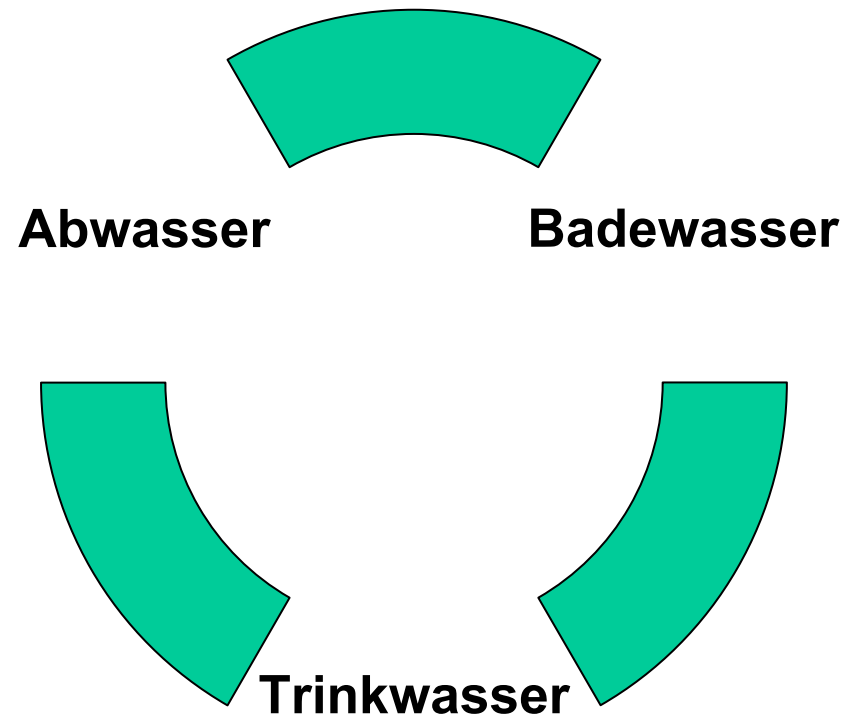
Ein ausschließlich durch den „Klimawandel“ bedingter Zusammenbruch mit notwendiger Aufgabe einer Wasserversorgung wird eher ein Einzelfall bleiben.

## Schlussbemerkungen (IV)

### Klimawandel und Abwasserhygiene:

Der „Klimawandel“ wird sich auch bei uns negativ auf die Abwasserversorgung auswirken:

**Insbesondere in Folge der zu erwartenden häufigeren Starkregen-Ereignisse werden ungeklärte oder nur teilgeklärte Abwässer vermehrt in die Umwelt gelangen und dort zu einer erhöhten Belastung mit Krankheitserregern führen.**



## Der „Klimawandel“ hat natürlich auch seine guten Seiten.....

Ein „Traumweib“ aus  
ehemals südlicheren  
Gefilden.....,  
photographiert im  
August 2007 bei einer  
Wanderung in der  
Gegend von Andechs...

Die Wespenspinne  
(*Argiope bruennichi*)

