

Geothermie und Grundwasser-Mikrobiologie

VEGAS-Kolloquium, 6. Oktober 2011

Kathrin Schmidt, Andreas Tiehm

TZW



EINFÜHRUNG: ÖKOSYSTEM GRUNDWASSER

- Bestandteil des Wasserkreislaufs
- größtes Süßwasser-Reservoir
- Ökosystemdienstleistungen: z.B. Wasser-Reinigung und -Speicherung → wichtig für Trinkwasserversorgung und Landwirtschaft
- relativ konstante Umweltbedingungen

Geothermiebohrung

- ausgeführt
- mit Einschränkungen/ Sonderauflagen
- angefragt/ genehmigt/ im Bau
- zurückgezogen/ nicht ausgeführt
- abgelehnt

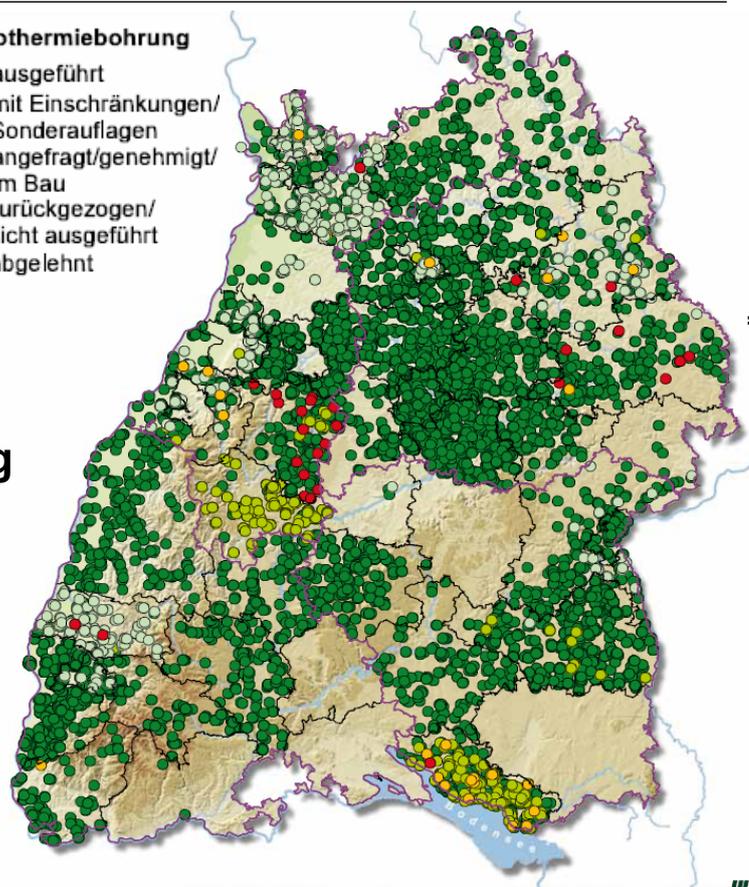
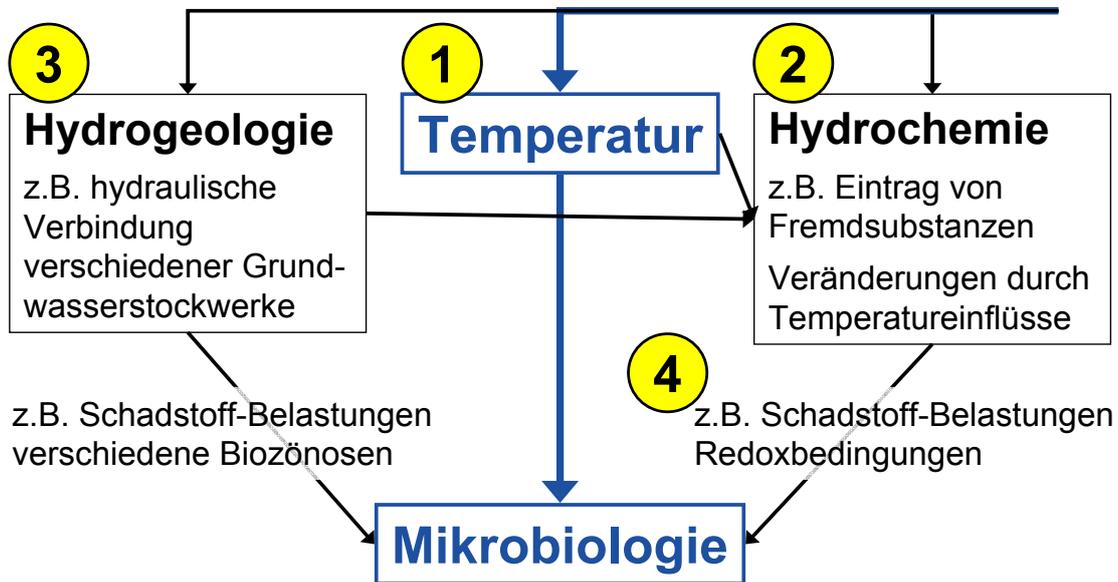
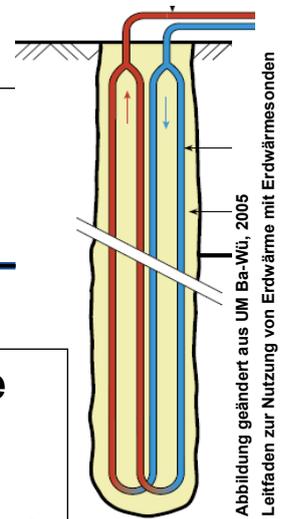


Abbildung aus LUBW, 2010 Grundwasser-Überwachungsprogramm

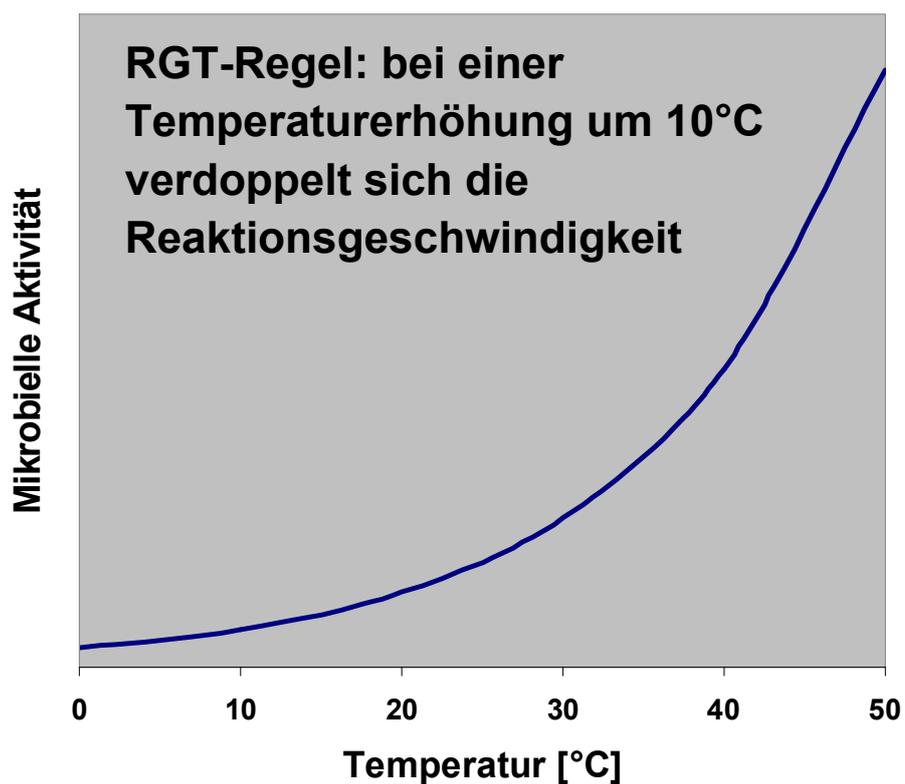
MÖGLICHE UMWELTAUSWIRKUNGEN



TZW

Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011

TEMPERATUR UND MIKROBIOLOGIE

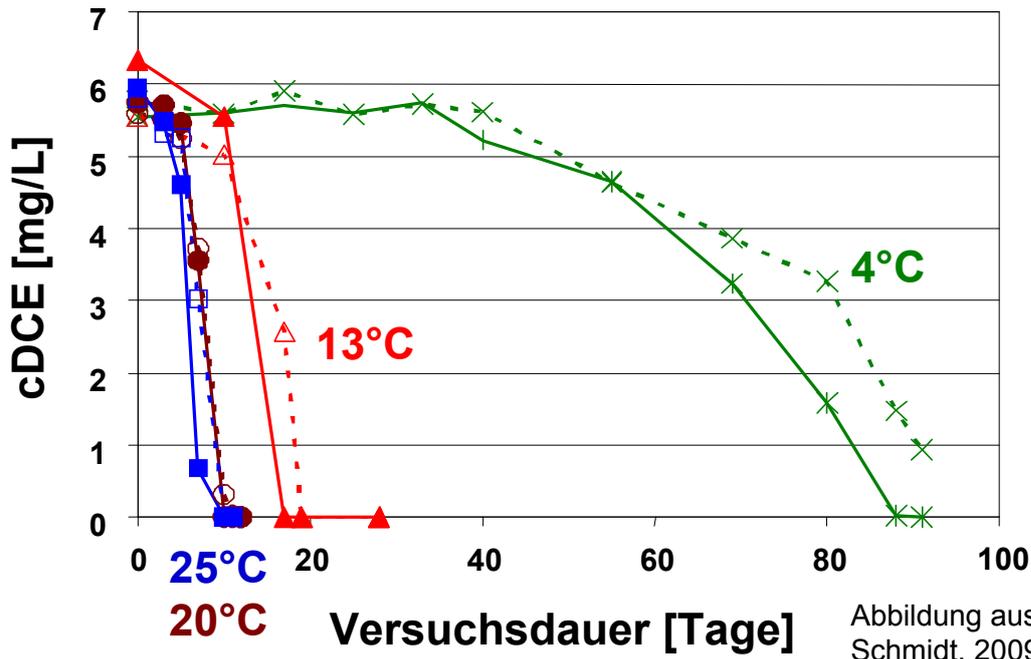


TZW

Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011

TEMPERATUR UND MIKROBIOLOGIE

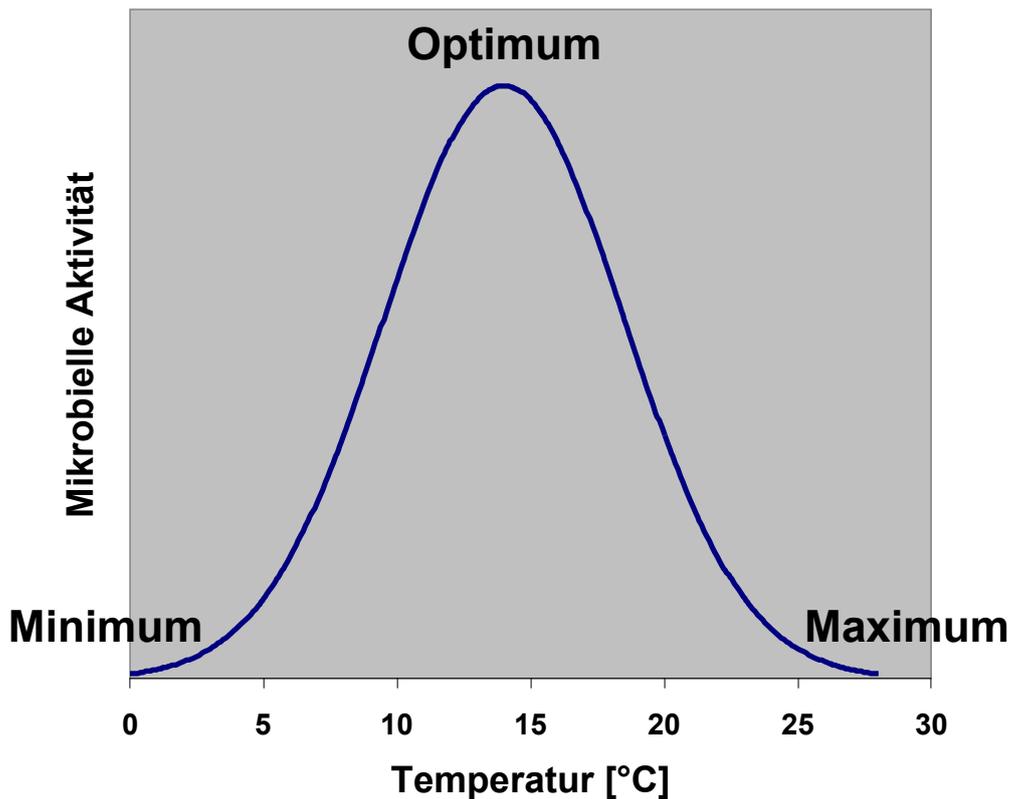
AEROBER cDCE-ABBAU MIT GRUNDWASSER-ORGANISMEN



TZW

Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011

TEMPERATUR UND MIKROBIOLOGIE



Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011

TEMPERATUR UND MIKROBIOLOGIE

AEROBER cDCE-ABBAU MIT GRUNDWASSER-ORGANISMEN

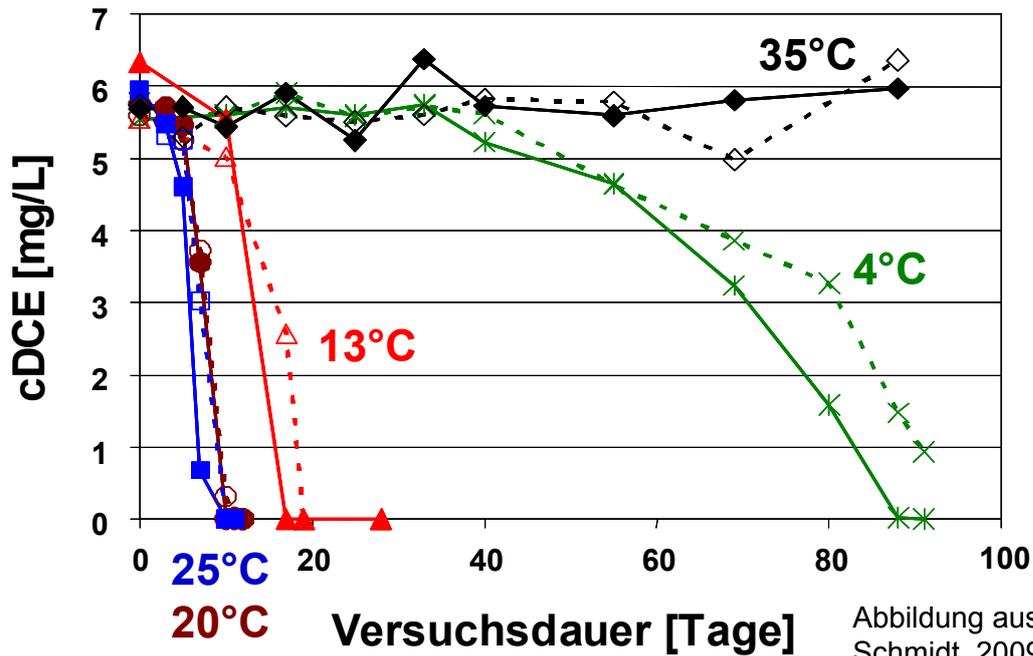
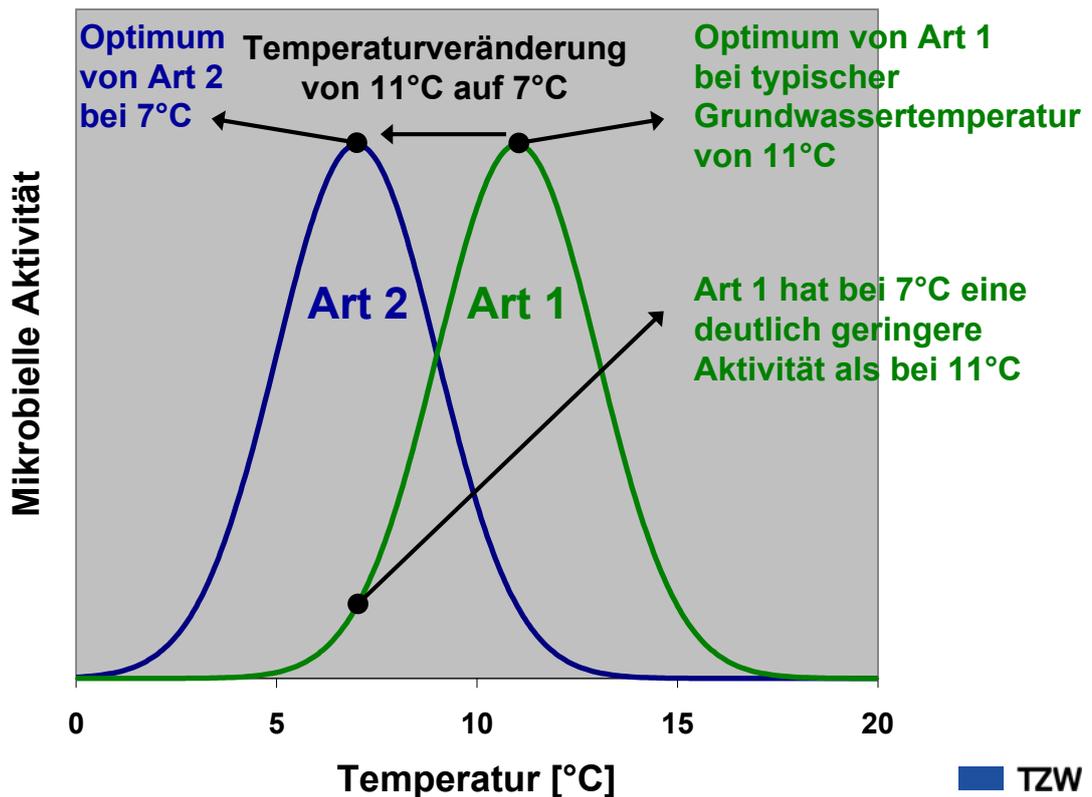


Abbildung aus Dissertation Schmidt, 2009

TZW

Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011

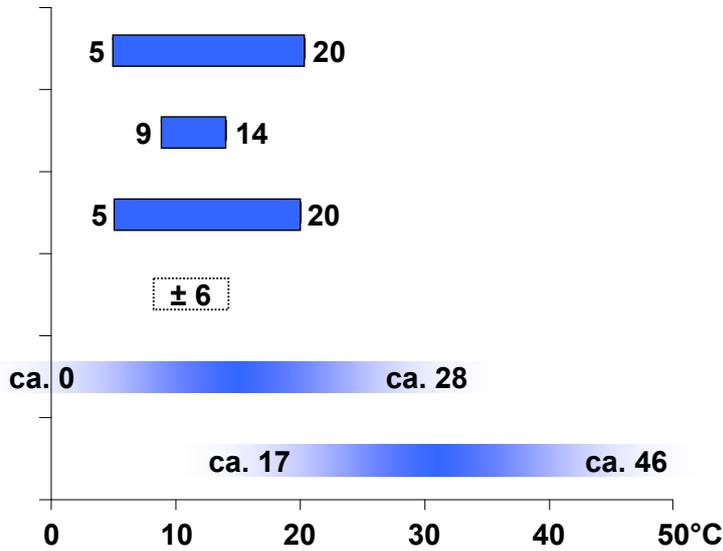
TEMPERATUR UND MIKROBIOLOGIE



TZW

Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011

TEMPERATUR-BEREICHE UND -GRENZEN



Grundwasser-Temperaturbereich (gesamte Spannweite)

Grundwasser-Temperaturbereich (10%-90% Perzentile)

Temperaturgrenzwerte bei Geothermie-Anwendungen

Erlaubte Temperaturänderung bei Geothermie-Anwendungen

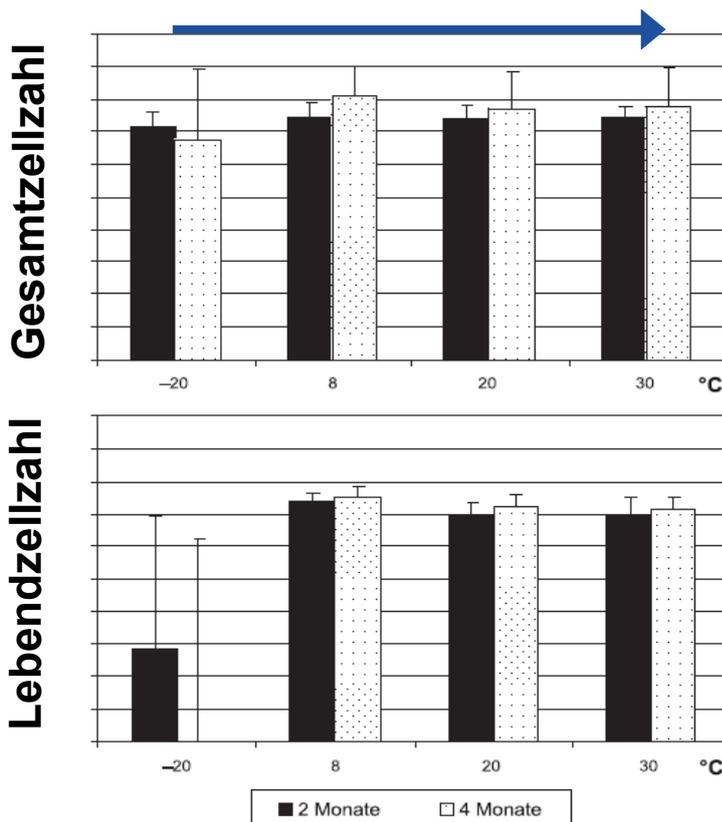
Temperaturbereich psychrophile Bakterien

Temperaturbereich mesophile Bakterien

 TZW

Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011

LABOR-ERGEBNISSE: ZELLZAHLEN



Laboruntersuchungen zum Einfluss von Temperaturveränderungen auf die Mikrobiologie des Untergrundes

Axel Schippers, Jörg Reichling

Batchversuche mit Bodensuspensionen

Median-Werte aus 10 Versuchsansätzen aus verschiedenen Tiefen

➔ keine Effekte auf Zellzahlen

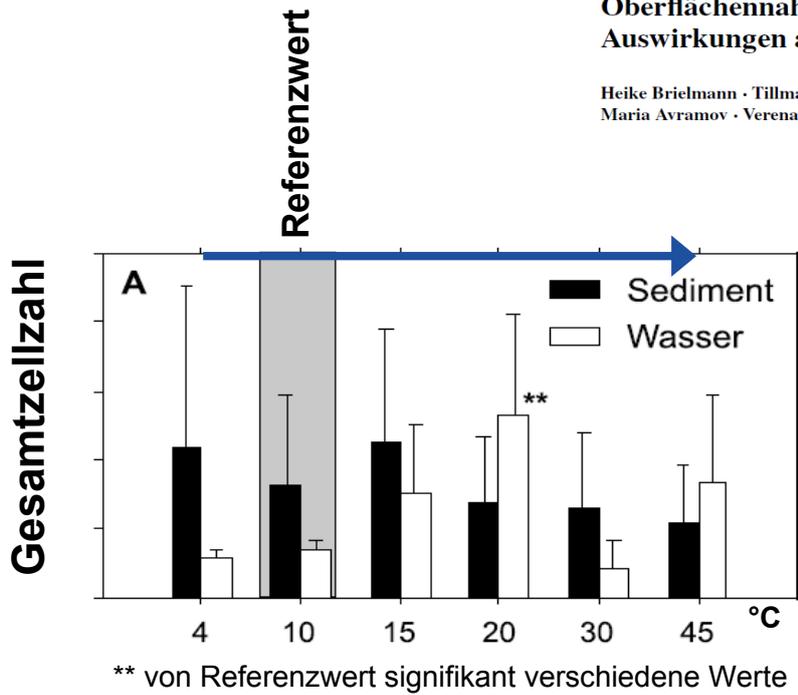
 TZW

Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011

LABOR-ERGEBNISSE: ZELLZAHLEN

Oberflächennahe Geothermie und ihre potenziellen Auswirkungen auf Grundwasserökosysteme

Heike Brielmann · Tillmann Lueders · Kathrin Schreglmann · Francesco Ferraro · Maria Avramov · Verena Hammerl · Philipp Blum · Peter Bayer · Christian Griebler



Säulenversuche mit Sediment und Grundwasser

Wasserproben vom Säulenausgang

→ kaum Effekte auf Zellzahlen

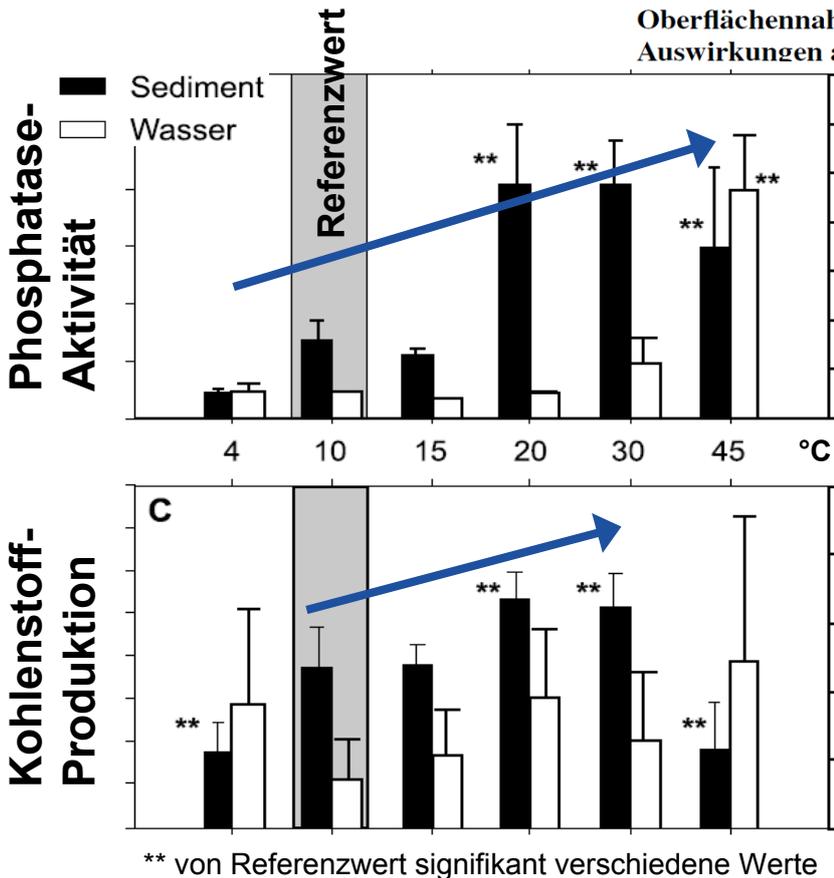
TZW

Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011

LABOR-ERGEBNISSE: MIKROBIELLE AKTIVITÄT

Oberflächennahe Geothermie und ihre potenziellen Auswirkungen auf Grundwasserökosysteme

n Lueders · Kathrin Schreglmann · Francesco Ferraro · hammerl · Philipp Blum · Peter Bayer · Christian Griebler



steigende Temperatur

→ steigende bakterielle Aktivität

Kohlenstoffproduktion bei 4°C und bei 45°C verringert

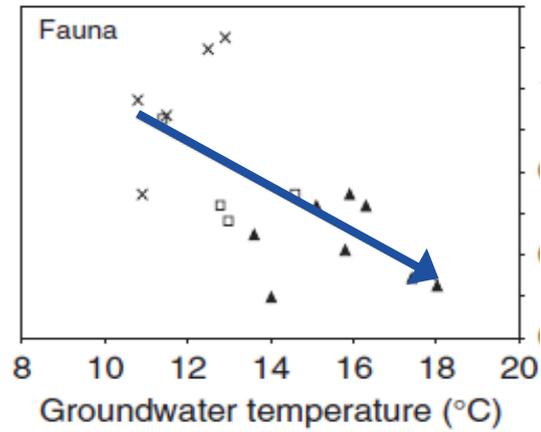
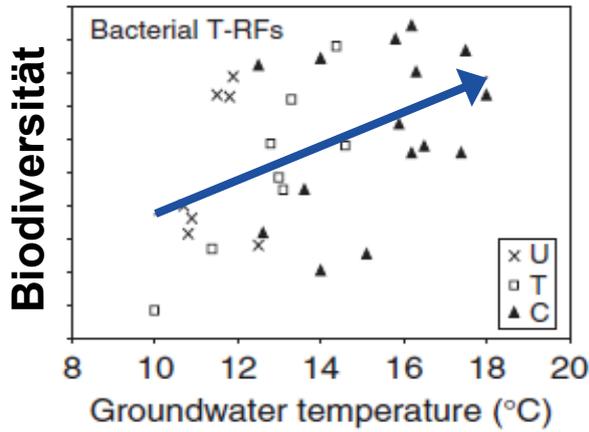
TZW

Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011

FELD-ERGEBNISSE: BIODIVERSITÄT

Effects of thermal energy discharge on shallow groundwater ecosystems

Heike Brielmann¹, Christian Griebler¹, Susanne I. Schmidt¹, Rainer Michel² & Tillmann Lueders¹



**steigende Temperatur
→ steigende Biodiversität bei Bakterien**

Abbildung aus LUBW, 2006 Grundwasserschutz, Band 33



**steigende Temperatur
→ sinkende Biodiversität bei Fauna**

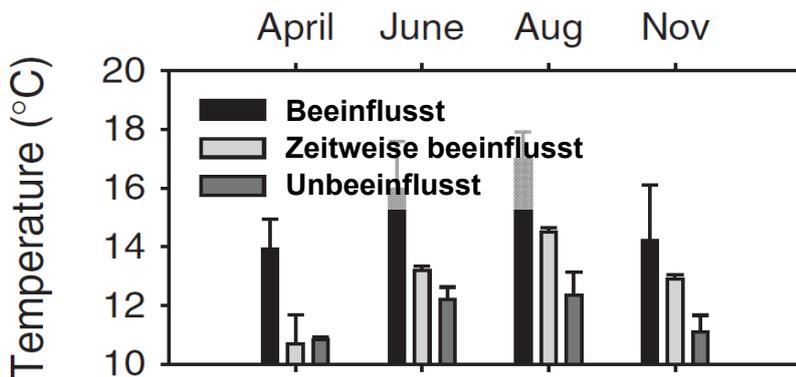
TZW

Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011

FELD-ERGEBNISSE: ZELLZAHLEN

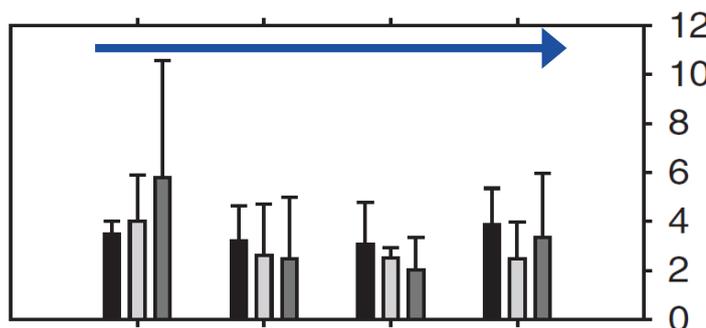
Effects of thermal energy discharge on shallow groundwater ecosystems

Heike Brielmann¹, Christian Griebler¹, Susanne I. Schmidt¹, Rainer Michel² & Tillmann Lueders¹



→ keine Effekte auf

- Zellzahlen**
- Aktivität**
- Coliforme**
- E. coli**



TZW

Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011

PATHOGENE

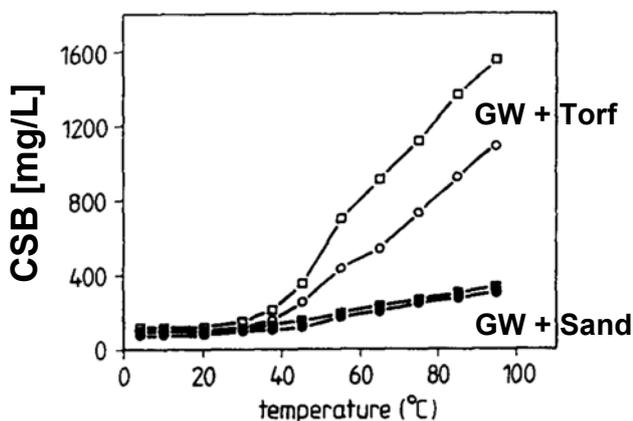
- Eintrag von Keimen ins Grundwasser bei Anlagen-Bau und -Betrieb möglich (Bonte et al., 2011)
- Feldergebnisse mit Temperaturerhöhung von 11°C auf 18°C: keine Zunahme von Koloniezahl, Coliformen und *E. coli* (Brielmann et al., 2009)
- Feldergebnisse mit Temperaturerhöhung von 11°C auf 28°C: Zunahme von Koloniezahl, Enterokokken und *E. coli* (Bonte et al., 2011)
- bei erhöhtem Nährstoff-Angebot + erhöhter Temperatur ist eine Vermehrung pathogener Organismen nicht ausgeschlossen (Brielmann et al., 2011)

TZW

Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011

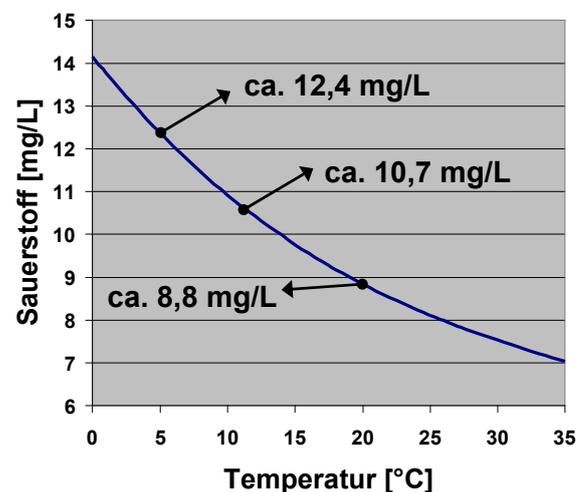
HYDROCHEMIE

- Temperatur kann Lösungsgleichgewichte von Feststoffen, Flüssigkeiten und Gasen beeinflussen
- Freisetzung von Organik durch Temperaturerhöhung
- geringere Löslichkeit von O₂ durch Temperaturerhöhung



(BIO)GEOCHEMICAL REACTIONS IN AQUIFER MATERIAL FROM A THERMAL ENERGY STORAGE SITE

H. J. BRONS¹, J. GRIFFIOEN², C. A. J. APPELO² and A. J. B. ZEHNDER^{1*}



TZW

Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011

HYDROGEOLOGIE

- **Bohrtätigkeiten können Verbindungen zwischen verschiedenen Grundwasserstockwerken schaffen (DVGW, 2010; Saner et al., 2010; Butscher et al., 2011; Raisig, 2011; SGD, 2011)**
- **→ Mischung unterschiedlicher Wässer**
 - Veränderung der hydrochemischen Bedingungen
 - Veränderung der Lebensbedingungen
- **→ Mischung unterschiedlicher mikrobieller Lebensgemeinschaften**
- **→ Wegsamkeiten von der Oberfläche bis in Grundwasser**
 - erleichterter Zutritt von Schadstoffen

■ TZW

Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011

SCHADSTOFFBELASTUNGEN

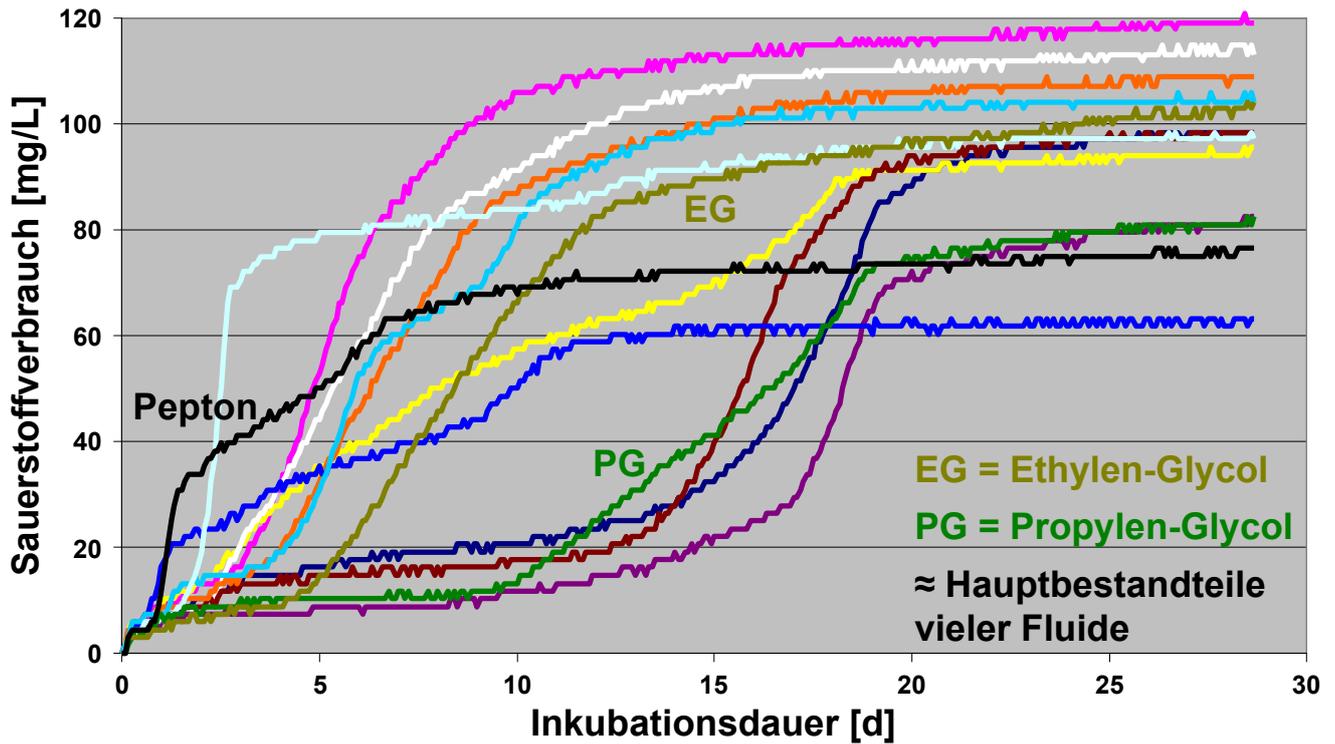
- **Spülzusätze bei der Bohrung können zu organischen Belastungen führen (DVGW, 1998)**
- **Bohrlochhinterfüllungen können toxische, grundwassergefährdende Substanzen enthalten (Butscher et al., 2011)**
- **Wärmeträgerfluide der Erdwärmesonden (Klotzbücher et al., 2007)**
 - **gut abbaubare Haupts substanz**
 - organische Belastung
 - Sauerstoff-Zehrung
 - **ggf. toxische, schlecht abbaubare Additive**



■ TZW

Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011

ABBAU VON WÄRMETRÄGERFLUIDEN



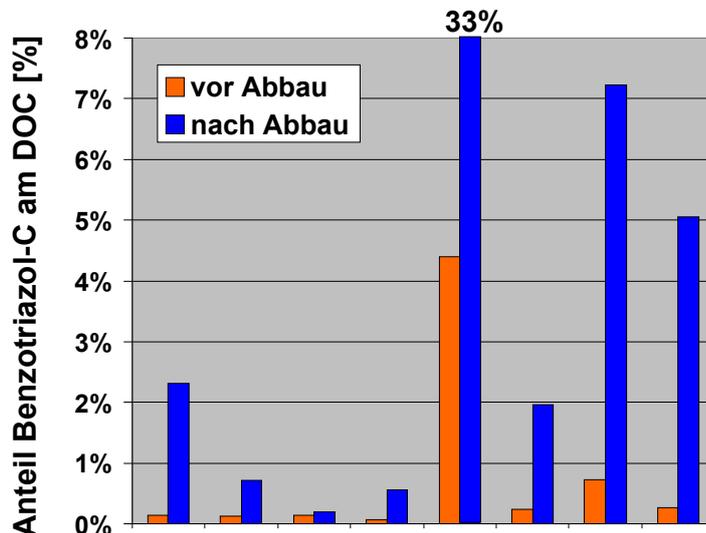
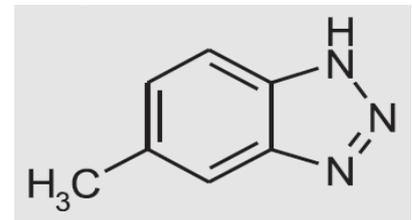
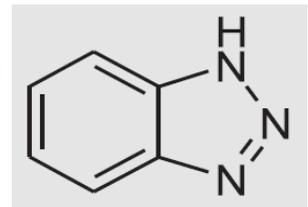
→ alle 10 getesteten Fluide sind mit Belebtschlamm abbaubar → Sauerstoffzehrung

TZW

Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011

ABBAU VON WÄRMETRÄGERFLUIDEN

- zwischen 12% und 23% des DOC werden nicht abgebaut
- Beispiel Benzotriazole (Komplexbildner, Korrosionsschutzmittel)

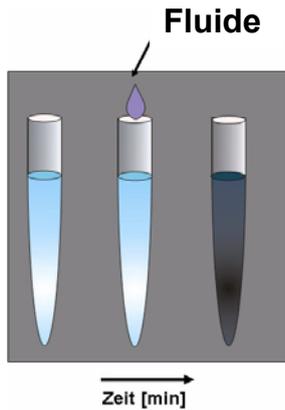


→ unvollständiger Abbau
→ Benzotriazole werden nicht abgebaut und reichern sich an

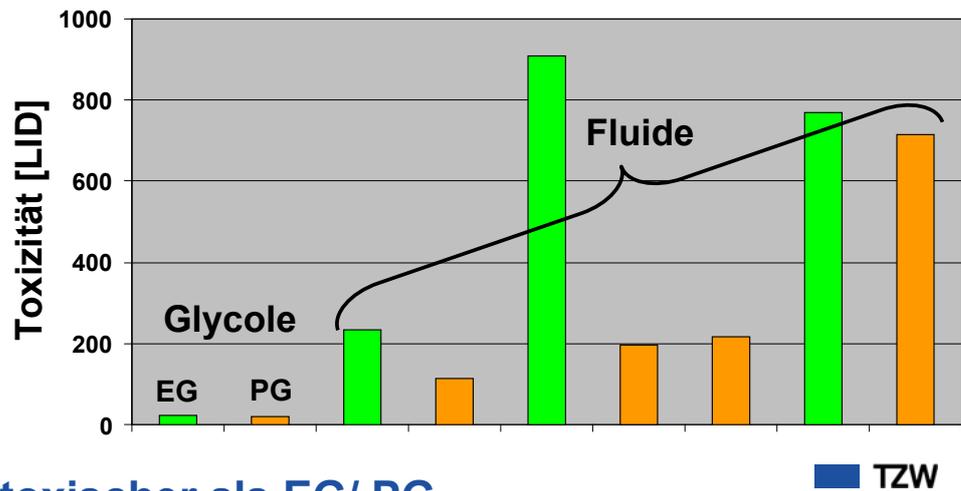
TZW

Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011

TOXIZITÄT VON WÄRMETRÄGERFLUIDEN



- Leuchtbakterienhemmtest mit *Vibrio fischeri*
- Bestimmung der Verdünnung, bei der keine Toxizität – d.h. Hemmung der Leuchtwirkung – mehr auftritt



➔ **Fluide sind toxischer als EG/ PG**

Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

- Geothermie-Anwendungen können Auswirkungen auf die ökologische Funktionalität (z.B. Trinkwasser-Ressource) des Grundwassers haben
- derzeit wenig über potentielle negative Auswirkungen bekannt
- Auswirkungen auf Grundwasser-Ökosysteme müssen berücksichtigt werden

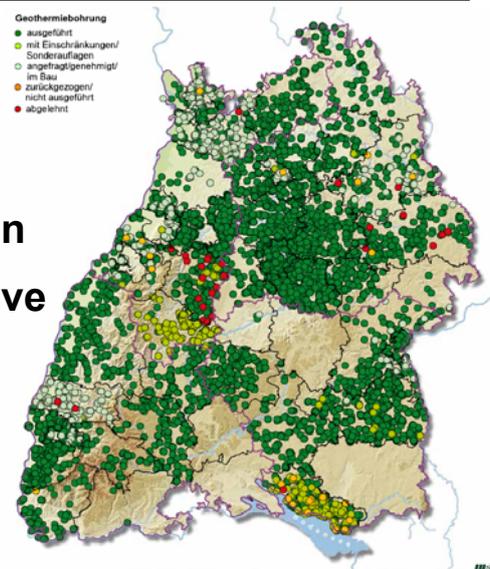


Abbildung aus LUBW, 2010 Grundwasser-Überwachungsprogramm

DANKE UND KONTAKT

- dem DVGW e.V. und dem badenova Innovationsfonds für die finanzielle Förderung
- kathrin.schmidt@tzw.de; andreas.tiehm@tzw.de



Dr. K. Schmidt | VEGAS-Kolloquium 06.10.2011