



seit 1558

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Förderkennzeichen: 03DAS083



# Klimawandelfolgen in der Wasserversorgung / Infrastruktur

Manfred Fink  
Lehrstuhl für Geoinformatik  
Friedrich – Schiller – Universität Jena

# Wassernetze – Hygiene - Allgemeines

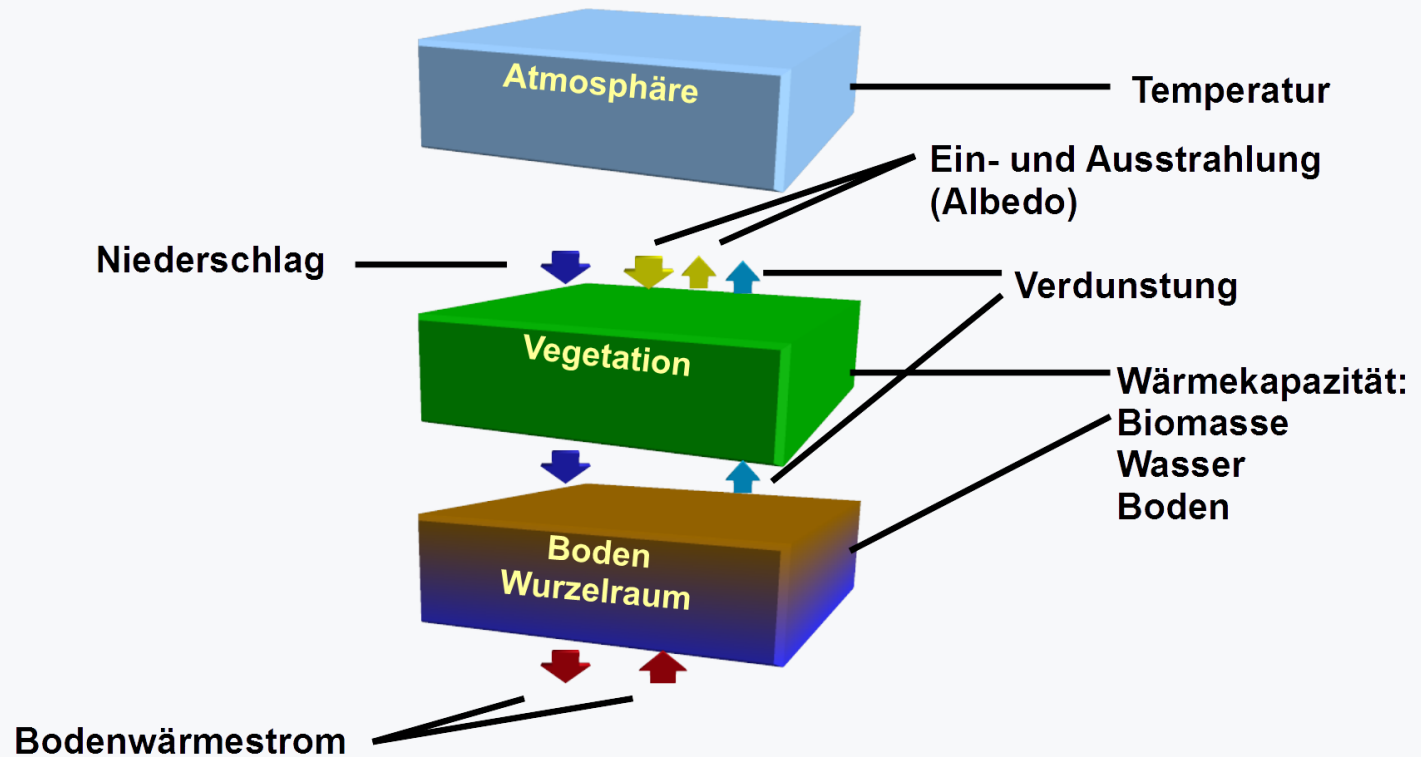
1. Ungefähr 95 % der Bakterien in Trinkwasserverteilungssystemen kommen auf der Innenoberfläche von Rohrleitungen in Biofilmen vor, während sich etwa 5 % planktonisch in der Wasserphase befinden (Flemming et al., 2002).
  2. Für ein französisches Trinkwassernetz wurde berechnet, dass in Rohrleitungen von 100 mm Durchmesser die Anzahl angehefteter Bakterien 53fach bis 77fach höher waren als die im entsprechenden Wasservolumen vorhandenen (Servais et al., 1992).
- In Trinkwasserverteilungssystemen ist die überwiegende Mehrheit der Mikroorganismen angeheftet in Biofilmen.

# Wassernetze – Hygiene - Allgemeines

- In den Biofilmen besteht das Potenzial von mikrobiellem Wachstum.
- Es besteht ein dynamisches Gleichgewicht, zwischen dem Biofilm und der Wasserphase.
- Trinkwasserbiofilme bestehen zum großen Teil aus Mikroorganismen die kein Gesundheitsrisiko für den Menschen darstellen.
- Gelegentlich kommen hygienisch relevante Mikroorganismen, die entweder fäkaler Herkunft sind oder aber aus der Umwelt stammen in Biofilmen vor.

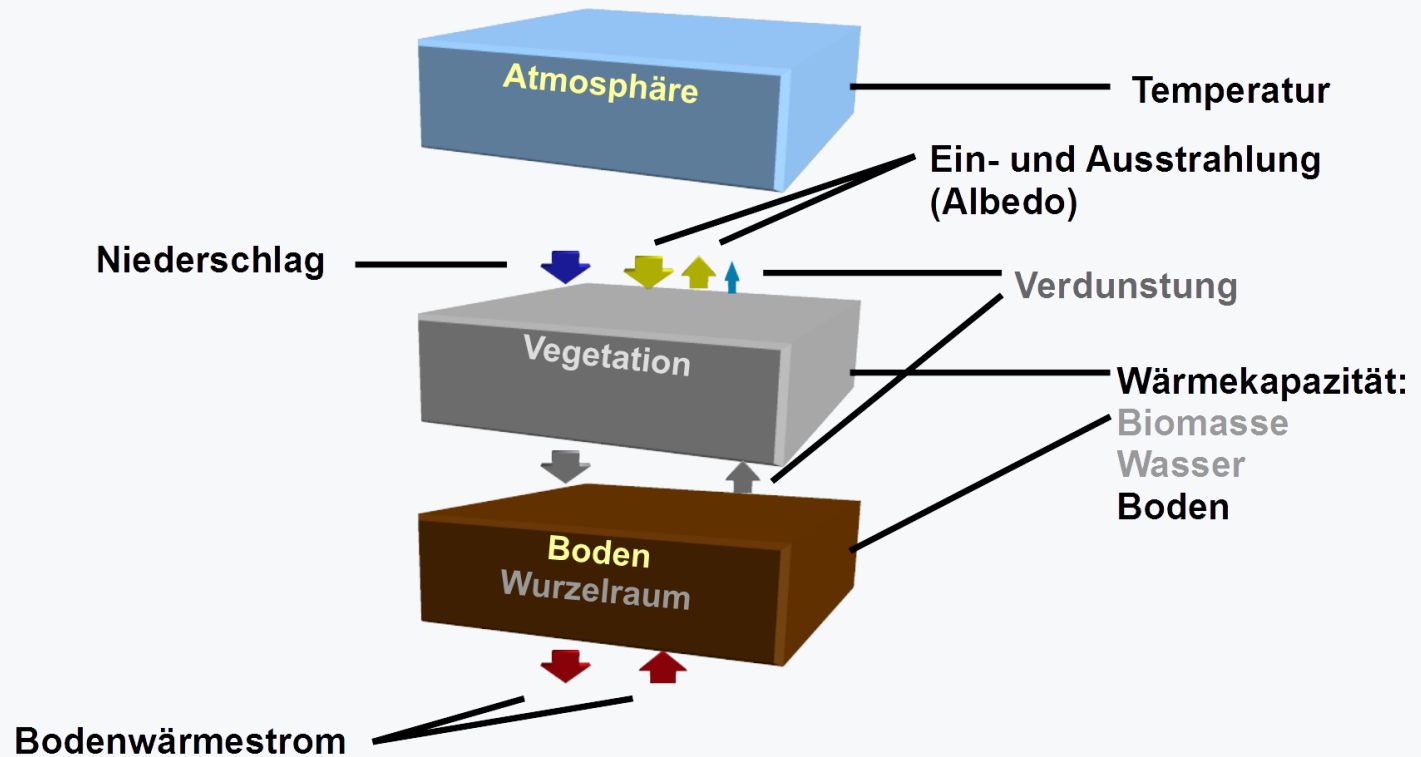
# Wassernetze – Temperatur – Bodenoberfläche

## Wärmehaushalt des Bodens

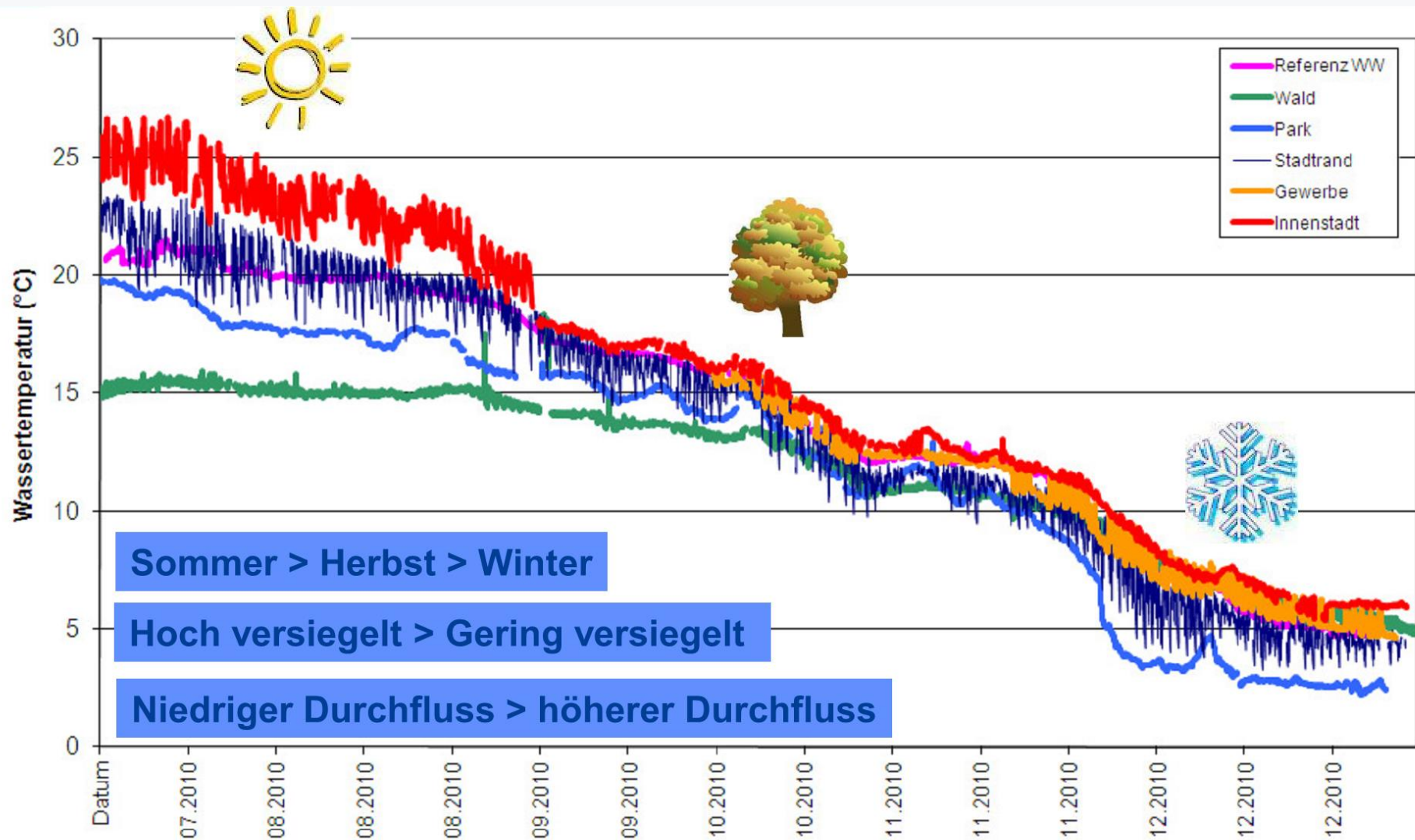


# Wassernetze – Temperatur – Bodenoberfläche

## Wärmehaushalt des Bodens (Versiegelte Fläche)

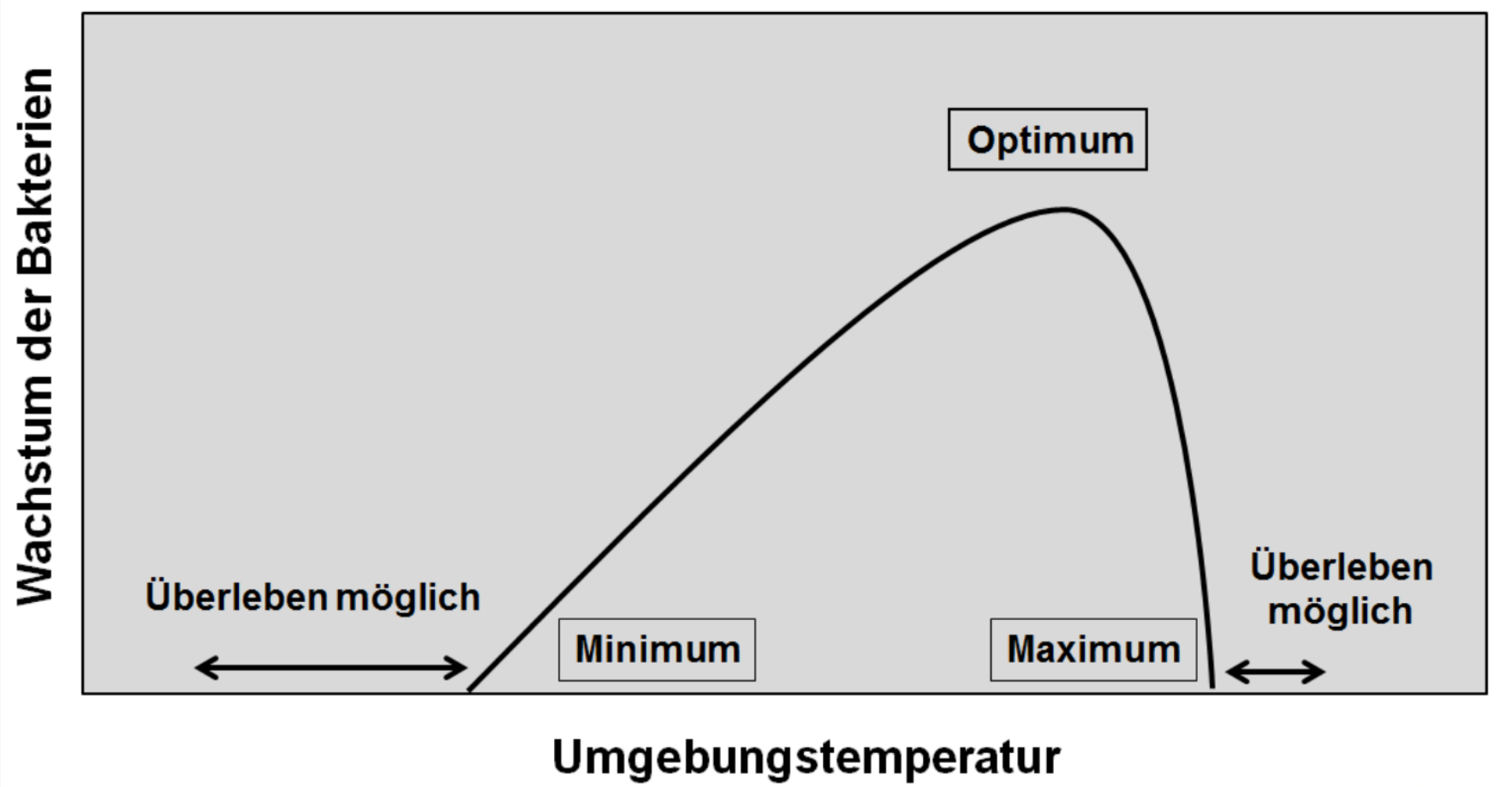


# Wassernetze – Temperatur - Bodenoberfläche

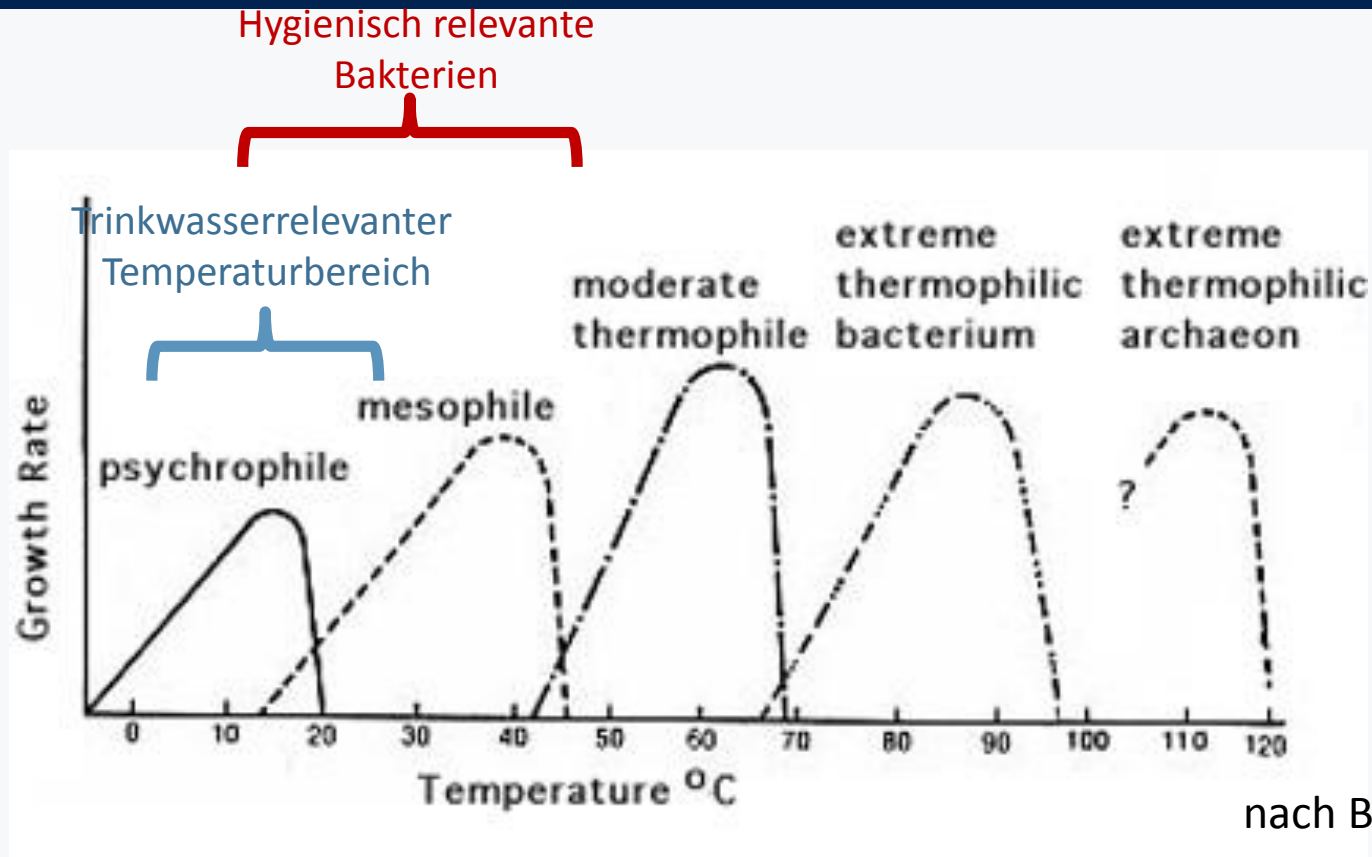


Bsp. Oberhausen

# Wassernetze – Temperatur – Mikroorganismen



# Wassernetze – Temperatur - Mikroorganismen



- Fließende Übergänge zwischen den Gruppen.
- Anpassung der Bakterien an höhere oder niedrigere Temperaturen möglich.
- Faktoren mit Einfluss auf die Kardinaltemperaturen: Nährstoffkonzentration (organische Kohlenstoffverbindungen, Nitrat, Phosphat), pH-Wert, Sauerstoffgehalt, Desinfektionsmittel, usw.



# Wassernetze – Temperatur – Mikroorganismen

| Organismen                                  | Minimal [°C] | Optimal [°C] | Maximal [°C] |
|---|--------------|--------------|--------------|
| <b>Coliforme Bakterien fäkaler Herkunft</b> |              |              |              |
| Escherichia coli                            | 8 - 10       | 39           | 48           |
| Klebsiella pneumoniae                       | 10           | 36 - 37      | 46           |
| <b>Fakultativ pathogene Umweltbakterien</b> |              |              |              |
| Pseudomonas aeruginosa                      | 9            | 37           | 43           |
| Legionella pneumophila                      | 25           | 32 - 35      | 45           |

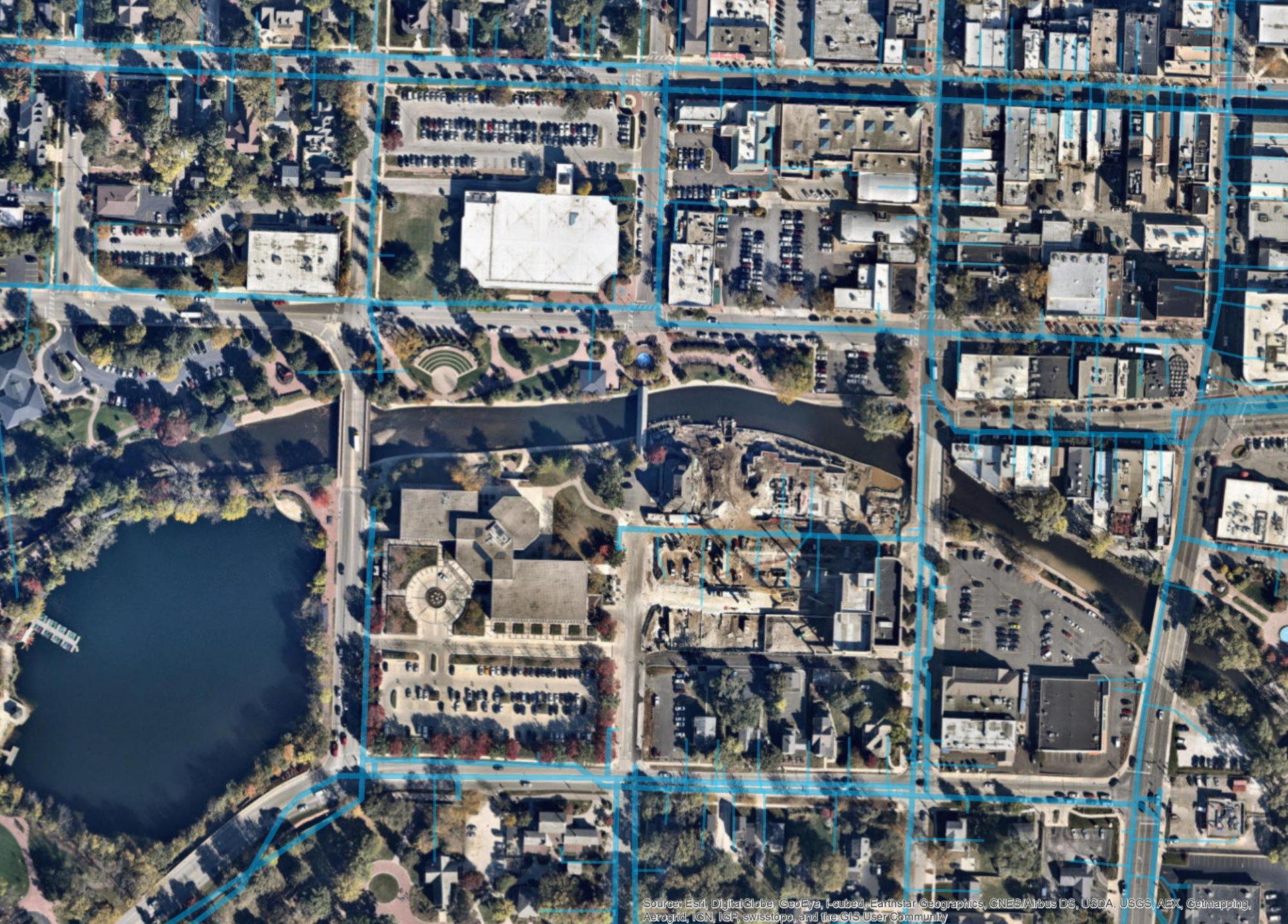
# Wassernetze – Temperatur – Mikroorganismen

- Systematische Studien zur Auswirkung von Temperaturerhöhungen wie sie im Rahmen des Klimawandels zu erwarten sind bestehen nicht.
- Aus zahlreichen internationalen Studien lassen sich aber Effekte und Einflussgrößen ableiten
- Bakterien zeigen unter günstigen Bedingungen mit ansteigender Wassertemperatur eine Erhöhung der Konzentration und Stoffwechselaktivität im Wasser und in Biofilmen.
- Darunter sind auch fakultativ pathogene Bakterien, wie z.B. Legionellen und einige coliforme Bakterien.
- Die Ergebnisse sind allerdings nicht sehr eindeutig da weitere Einflussgrößen eine erhebliche Rolle spielen

# Wassernetze – Faktoren – Mikroorganismen

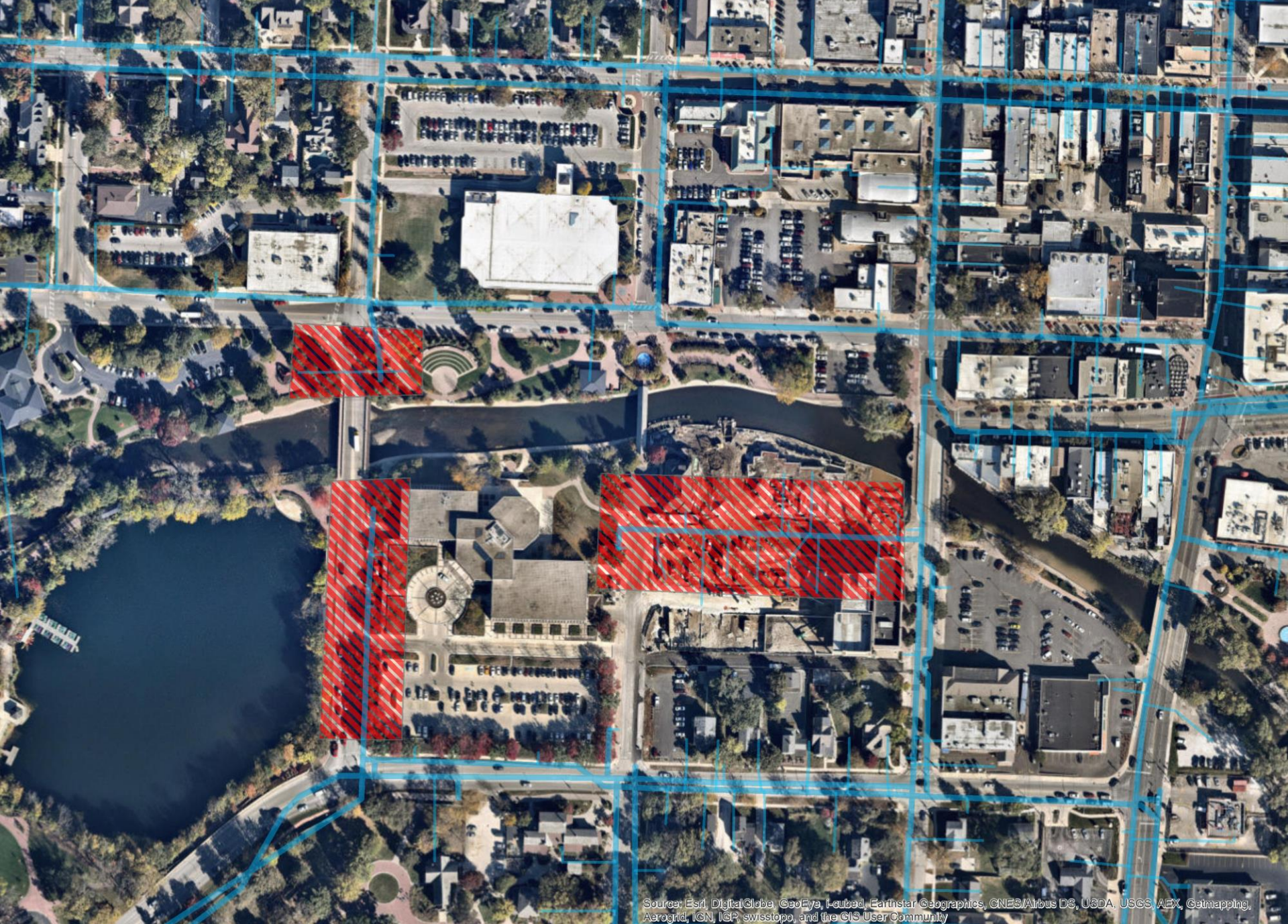
- Fließgeschwindigkeit
    - Stagnation begünstigt Bakterienwachstum
    - Daher sind häufig die Endstränge von Leitungsnetzen besonders betroffen
  - Wasserqualität
    - Art und Konzentration mikrobiell verwertbarer Nährstoffe
    - Die Auswirkungen einer Temperaturerhöhung sind bei guter nährstoffarmer Wasserqualität gering
  - Anwesenheit von Desinfektionsmitteln
- Diese Faktoren bewirken, dass in den Studien kein Einheitliches Bild der Auswirkungen der der Temperatur besteht.





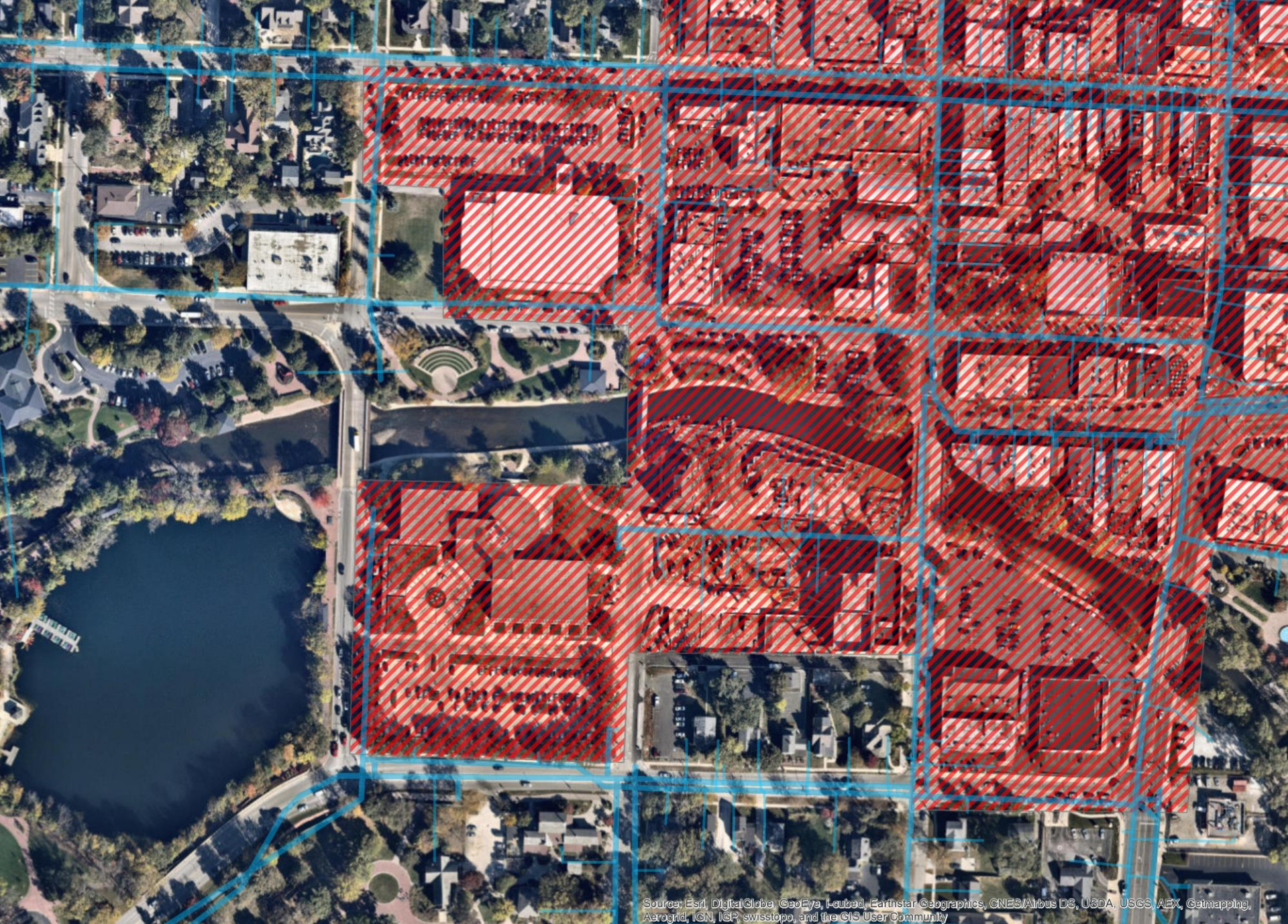
Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, I-cubed, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community





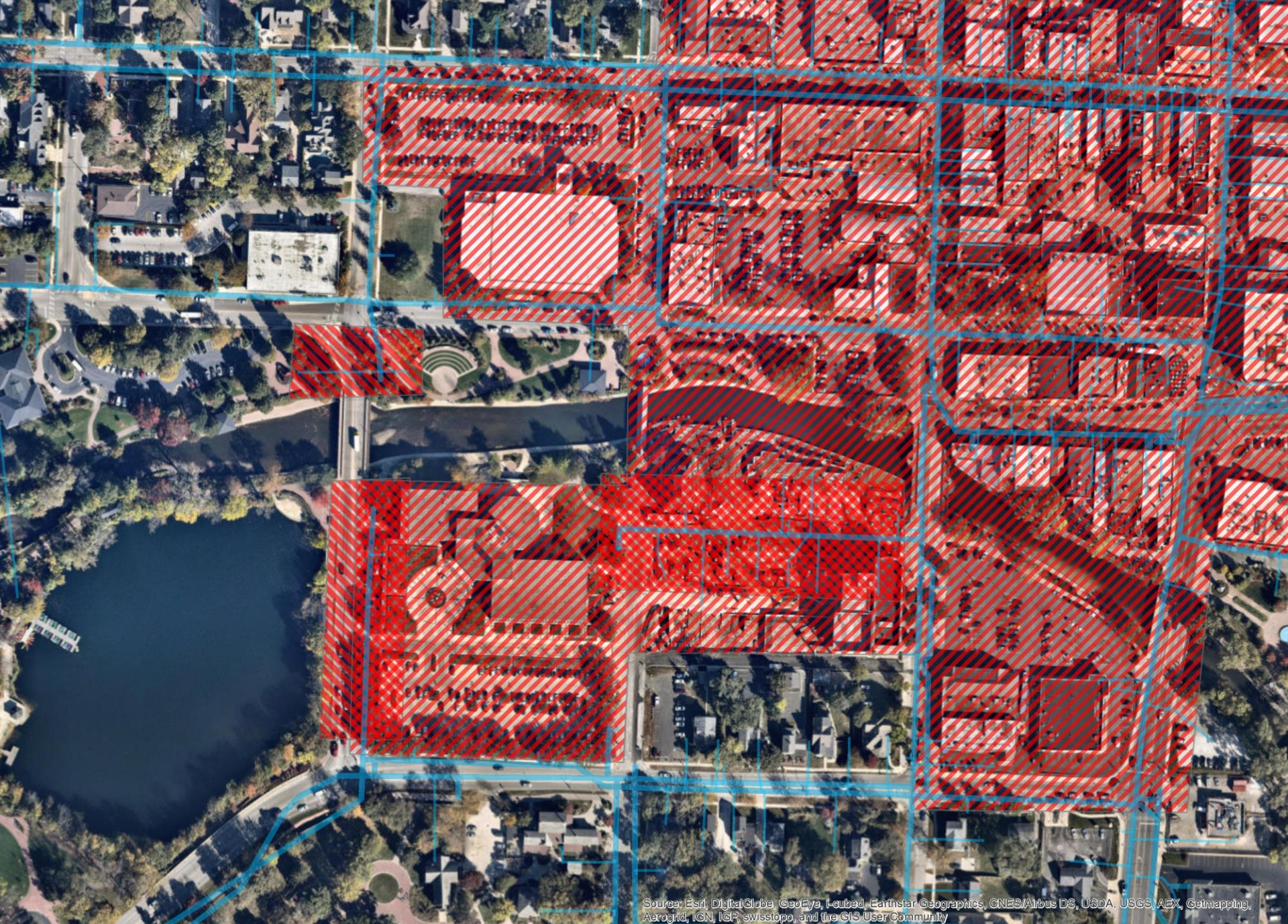
Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, I-cubed, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community





Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, I-cubed, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community



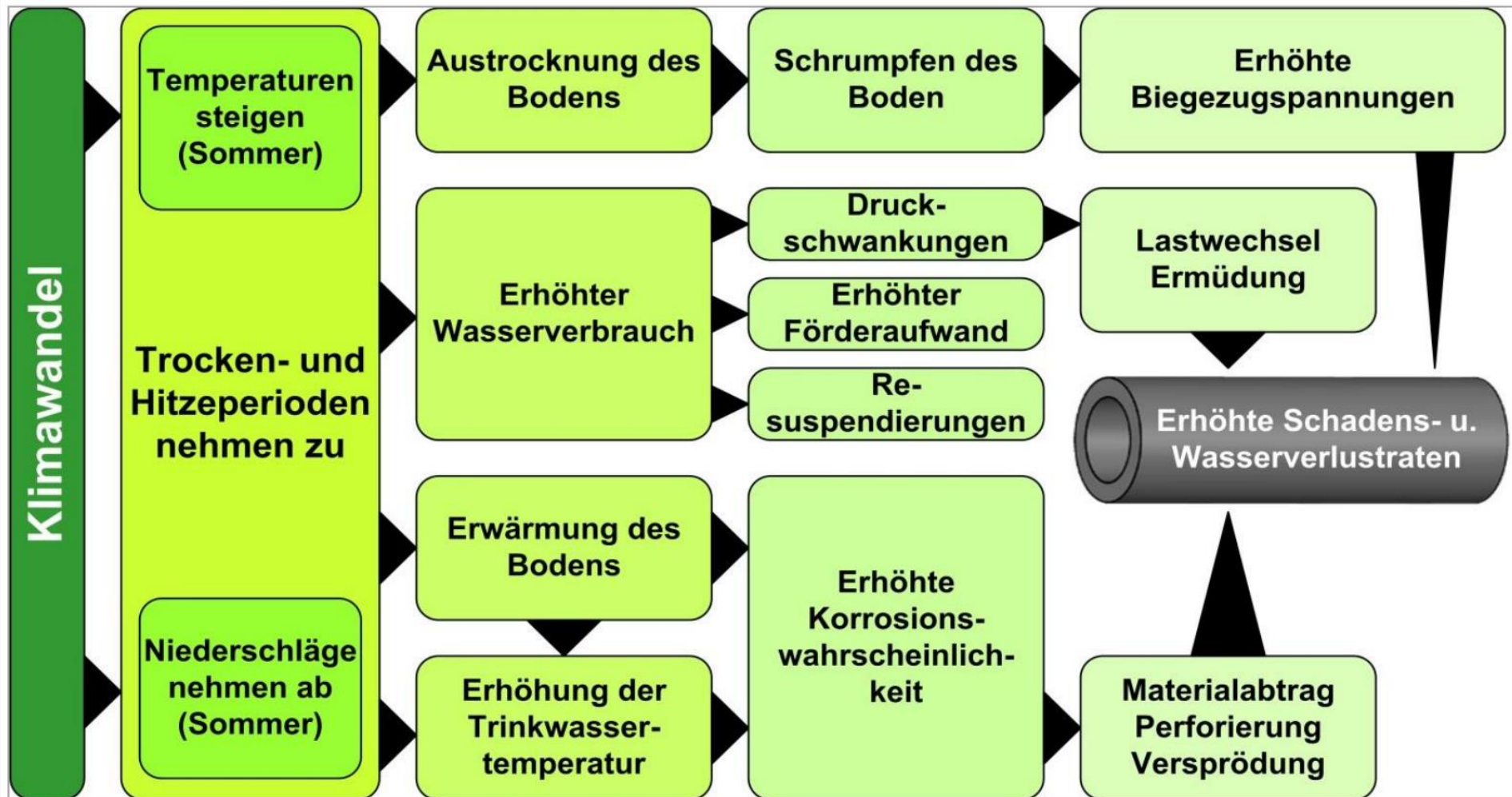


Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, I-cubed, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community



# Klimawandelfolgen für die Wassernetze - Mechanik

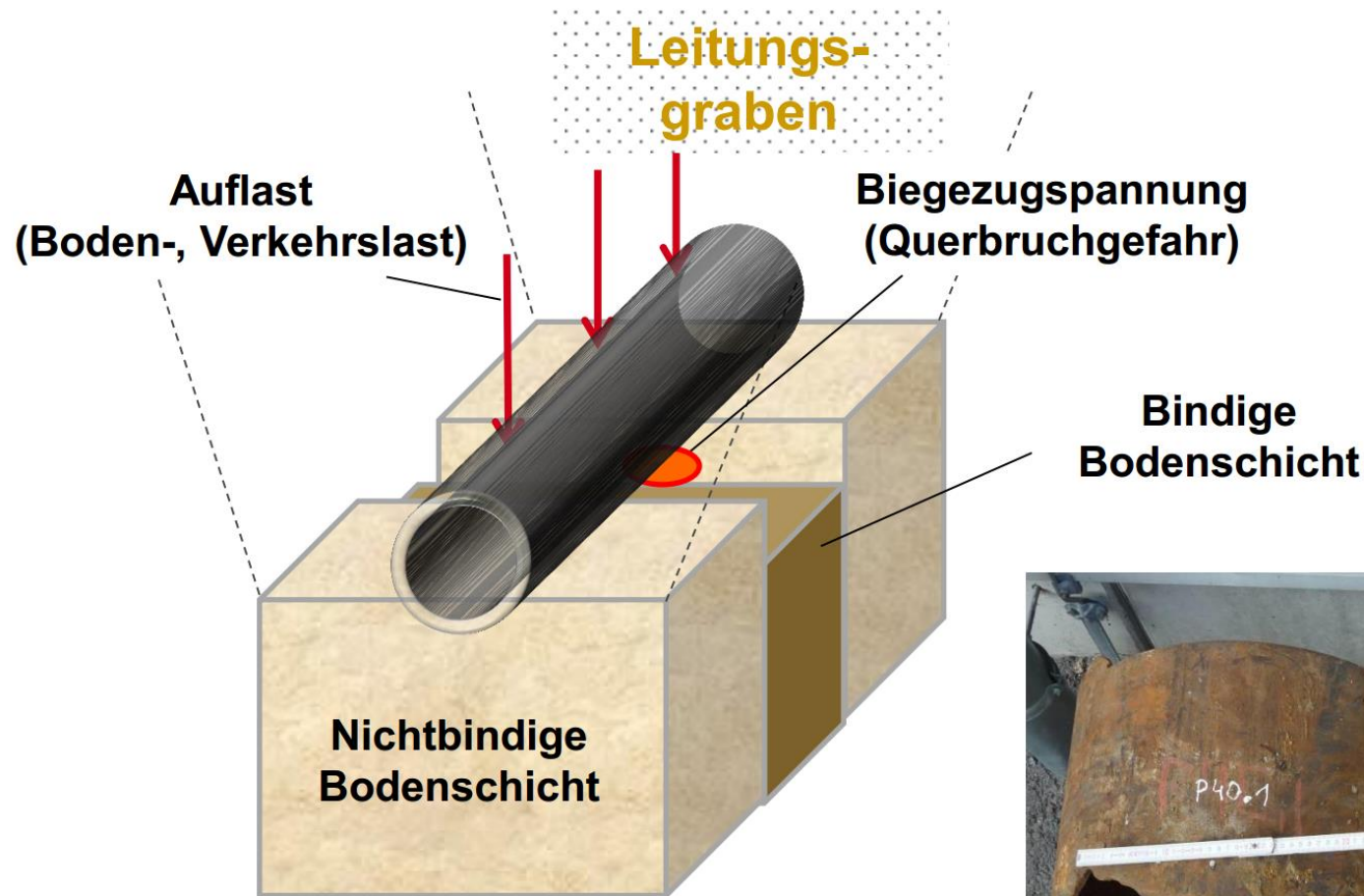
Zunehmende Hitze- und Trockenperioden werden das Bodengefüge und die Beschaffenheit des Trinkwassers verändern.





# Klimawandelfolgen für die Wassernetze - Mechanik

Schrumpfen von tonigen Bodenschichten in Trockenperioden erhöht die Querbruchgefahr von spröden Werkstoffen



Die Dimensionierung der Rohre ist im Hinblick auf Spitzenbedarfszeiten und demographischen Wandel (Vermeidung von Stagnation) kritisch zu überprüfen.