



# IBOS

Ingenieurbüro für Tiefbau, Wasserwirtschaft  
und Umweltfragen, Ostsachsen GmbH

# **Bauen im Grundwasser**

Anforderungen an Planung und Ausführung  
von Bauwerken im Grundwasser



# IBOS

Ingenieurbüro für Tiefbau, Wasserwirtschaft  
und Umweltfragen, Ostsachsen GmbH

„Bauen im Grundwasser ist gefährlich.“



# Inhalt

1. Rechtslage
2. Geotechnische Grundlagen
3. Baugruben im Grundwasser
4. Sicherheit gegen Auftrieb

# Rechtslage

**Grundwasser als natürliches Gut ist zu schützen.**

## **Grundsätze beim Bauen**

- **GW-Absenkungen sind zu minimieren.**
- **GW-Abflusswege und Fließgeschwindigkeit sollen erhalten bleiben.**
- **Sperrschichten zwischen GW-Stockwerken dürfen nicht zerstört werden.**
- **Durch Baumaßnahmen dürfen keine Verunreinigungen des GW entstehen.**



- ⇒ wirtschaftlichste Herstellung und Unterhaltung der Bauwerke mit möglichst tief liegendem Grundwasserstand
- ⇒ allgemeines Interesse: möglichst wenig Grundwasser dem Wasserkreislauf zu entziehen

# Rechtslage

## Eine Benutzung des Grundwassers bedarf nach § 8 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) der behördlichen Erlaubnis.



- **Bauwasserhaltung** mit Entnahme, Zutageförderung oder -leitung von Grundwasser sowie der Einleitung von Grundwasser in das Grundwasser
- **Baukörper**, die einen Aufstau, Absenkung oder Umleitung von Grundwasser verursachen
- **Stoffe**, die in das Grundwasser eingbracht werden, wie z.B. Injektionen, Verdünnungen und Abdichtungsmaterialien

# Geotechnische Grundlagen

## *Wasserwirtschaftlich ist jeder Wassertropfen im Untergrund Grundwasser*

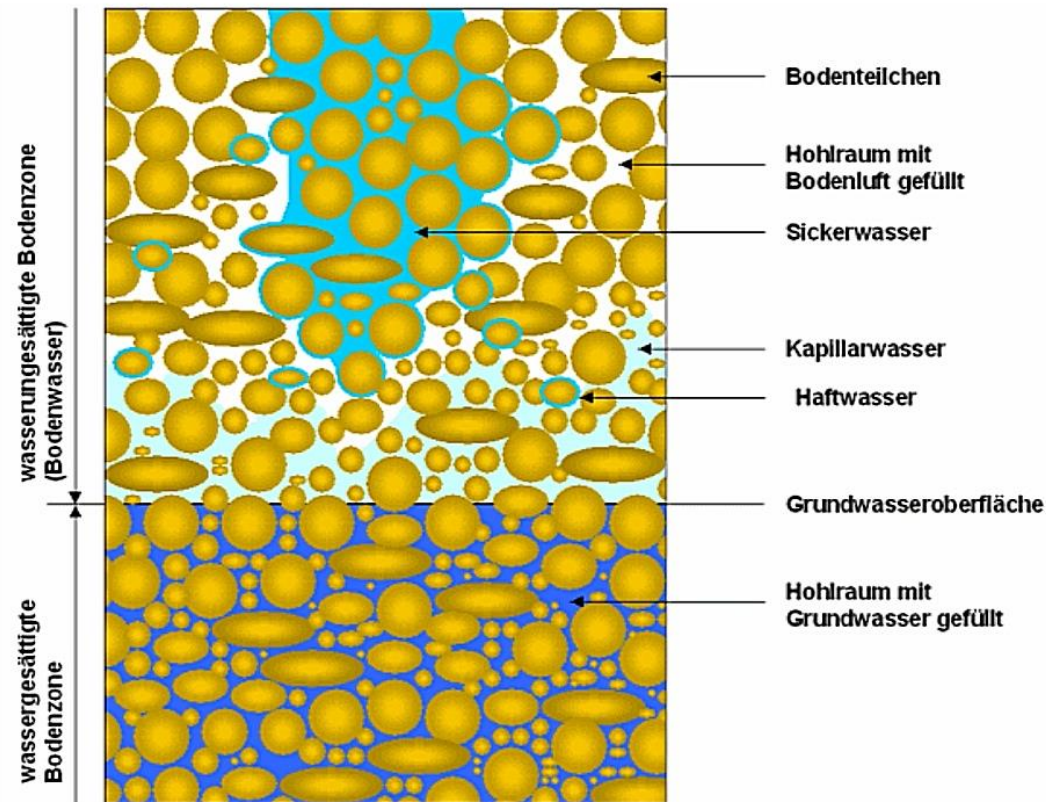
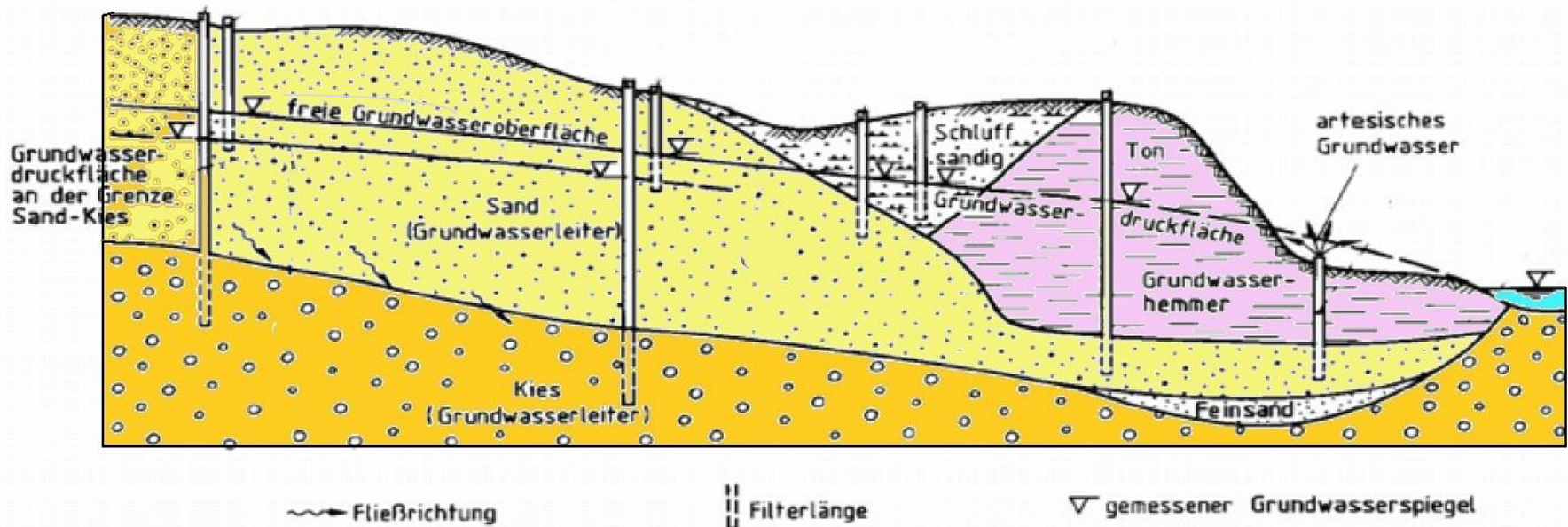


Abb. 2: Erscheinungsform des unterirdischen Wassers (aus Hölting 1996)

# Geotechnische Grundlagen

**Geotechnisch (Grundwasserhydraulik) ist Grundwasser unterirdisches Wasser, das die Hohlräume des Bodens zusammenhängend ausfüllt**

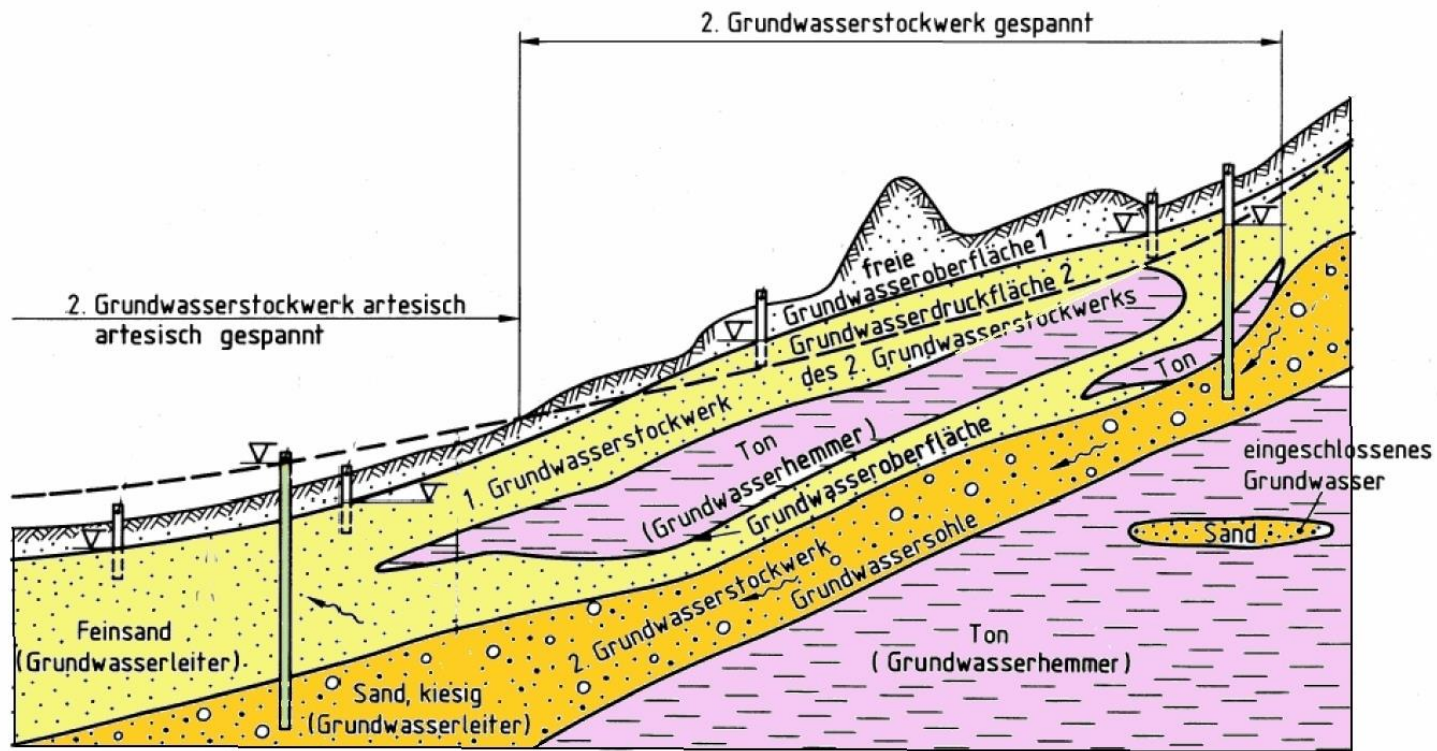


Grundwasserleiter und - stockwerke (DIN 4021)



# Geotechnische Grundlagen

**Geotechnisch (Grundwasserhydraulik) ist Grundwasser unterirdisches Wasser, das die Hohlräume des Bodens zusammenhängend ausfüllt**



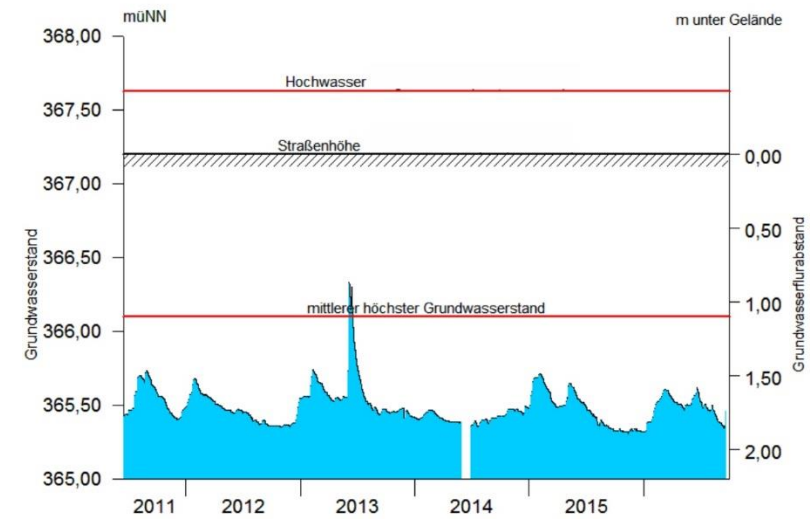
Grundwasserleiter und - stockwerke (DIN 4021)

# Geotechnische Grundlagen

## Bautechnisch maßgebende Informationen

### Grundwasserstände

- Druckspiegelhöhen
- räumliche Verteilung
- zeitliche Entwicklung
- Schwankungsbreiten

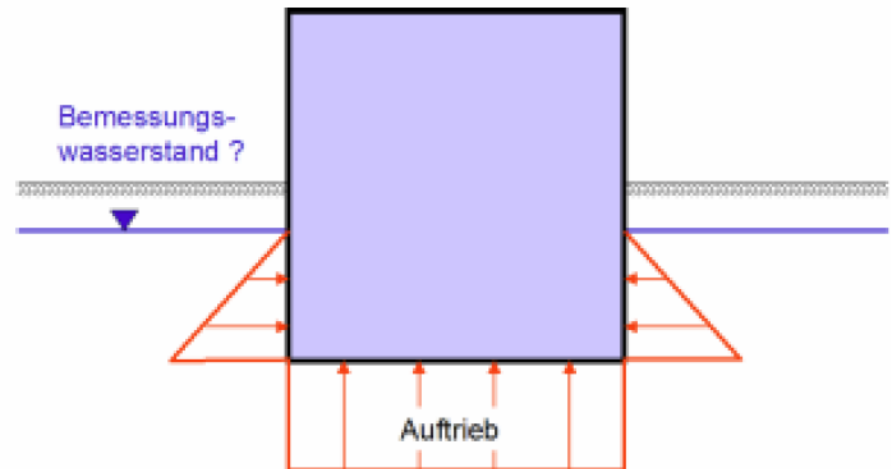


# Geotechnische Grundlagen

## Bautechnisch maßgebende Informationen

### Bemessungswasserstand

- für begrenzte Bauzeit
- für Dauernutzung



# Geotechnische Grundlagen

## Bautechnisch maßgebende Informationen

### Qualität, Aggressivität

- Schadstoffbelastung
- Betonaggressivität

4.6 Grenzwerte für die Expositionsklassen bei chemischem Angriff durch Grundwasser <sup>1)2)</sup>			
Chemisches Merkmal	XA1 schwach angreifend	XA2 mäßig angreifend	XA3 stark angreifend
pH-Wert	6,5...5,5	< 5,5...4,5	< 4,5 und $\geq$ 4,0
Kalklösende Kohlensäure (CO <sub>2</sub> ) [mg/l]	15...40	> 40...100	> 100 bis zur Sättigung
Ammonium <sup>3)</sup> (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) [mg/l]	15...30	> 30...60	> 60...100
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> ) [mg/l]	300...1000	> 1000...3000	> 3000 bis zur Sättigung
Sulfat <sup>4)</sup> (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) [mg/l]	200...600	> 600...3000	> 3000 und $\leq$ 6000

# Geotechnische Grundlagen

## Bautechnisch maßgebende Informationen

### Strömungsverhältnisse

- Durchlässigkeit des Bodens
- Wassermengenbestimmung
- Strömungskräfte

k [m/s]	Bereich
unter $10^{-8}$	sehr schwach durchlässig
$10^{-8}$ bis $10^{-6}$	schwach durchlässig
über $10^{-6}$ bis $10^{-4}$	durchlässig
über $10^{-4}$ bis $10^{-2}$	stark durchlässig
über $10^{-2}$	sehr stark durchlässig

Durchlässigkeitsbereiche

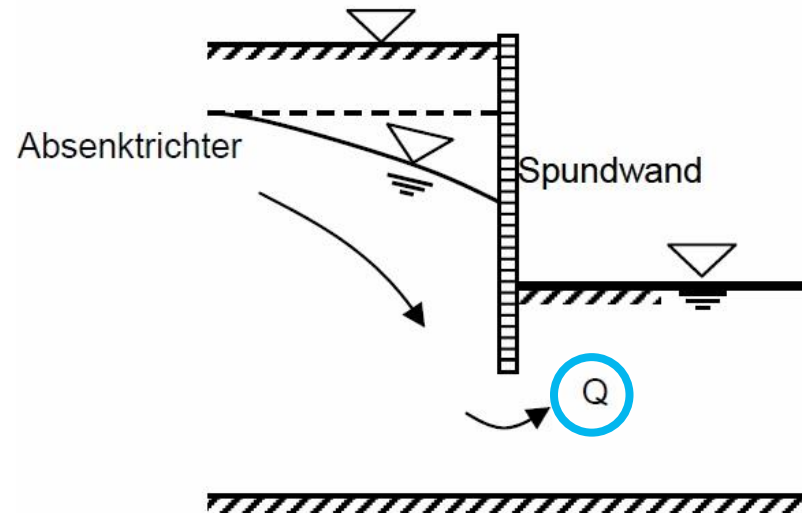
(DIN 18130)

# Geotechnische Grundlagen

## Bautechnisch maßgebende Informationen

### Strömungsverhältnisse

- Durchlässigkeit des Bodens
- Wassermengenbestimmung
- Strömungskräfte

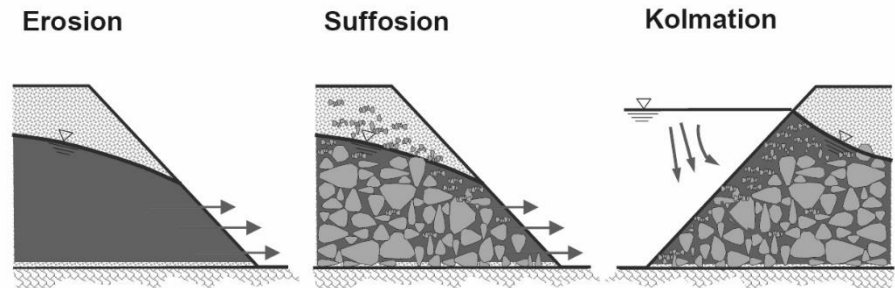


# Geotechnische Grundlagen

## Bautechnisch maßgebende Informationen

### Strömungsverhältnisse

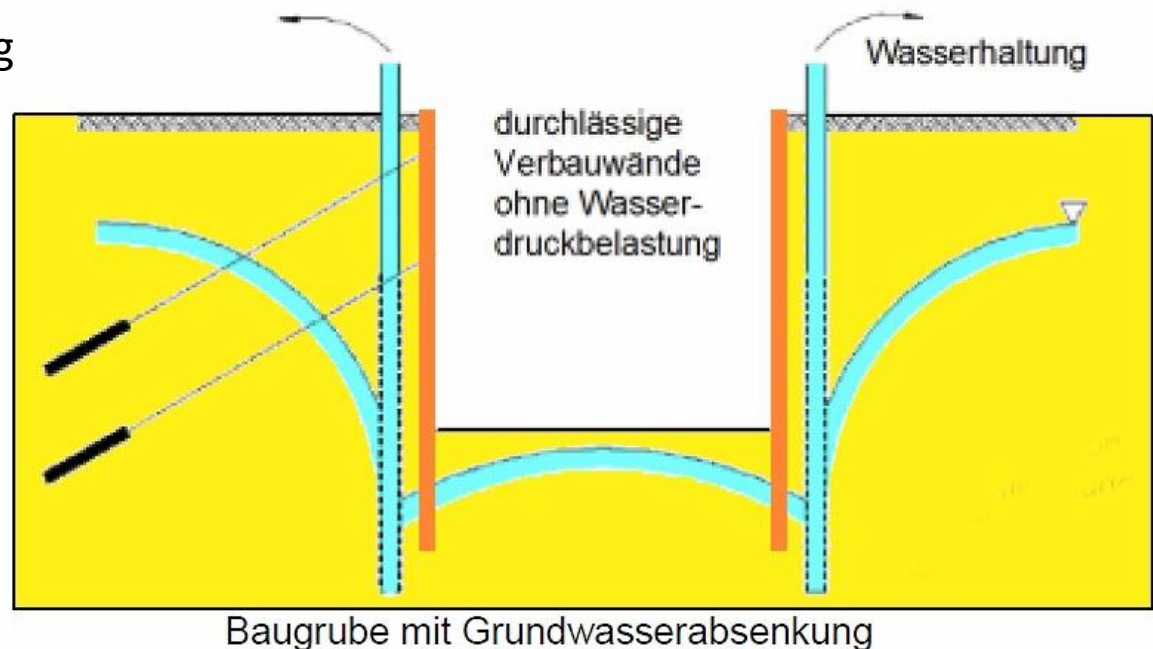
- Durchlässigkeit des Bodens
- Wassermengenbestimmung
- Strömungskräfte



# Baugruben im Grundwasser

## Baugrube mit Grundwasserabsenkung

- Betrieb einer Wasserhaltung
- Aushub im Trockenen
- frei geböscht oder wasser-durchlässiger Verbau
- geringster bautechnischer Aufwand
- negative Auswirkungen des Absenktrichters möglich

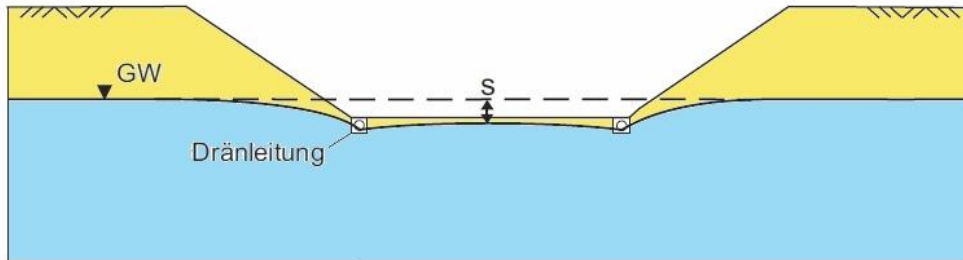




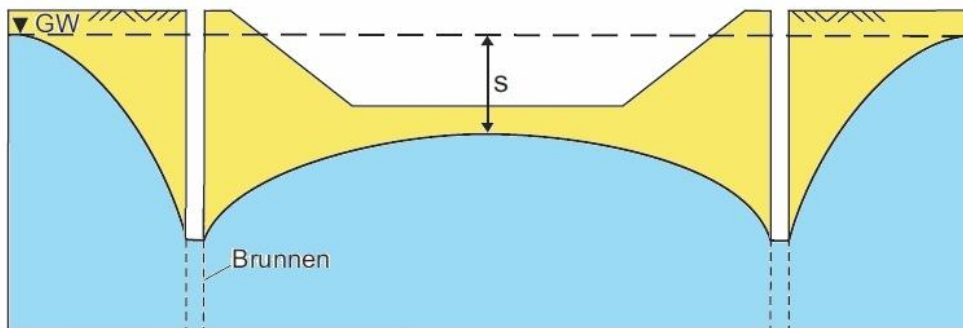
# Baugruben im Grundwasser

## Baugrube mit Grundwasserabsenkung

Offene Wasserhaltung:



Geschlossene Wasserhaltung:

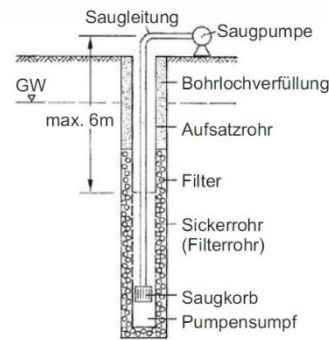


# Baugruben im Grundwasser

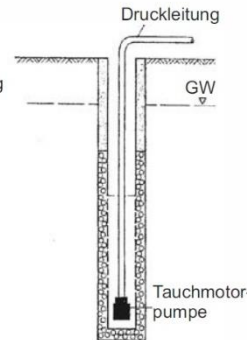
## Baugrube mit Grundwasserabsenkung

Schwerkraftentwässerung  
(Gravitationsbrunnen)

Flachbrunnen  
(Brunnen mit Saugpumpe):

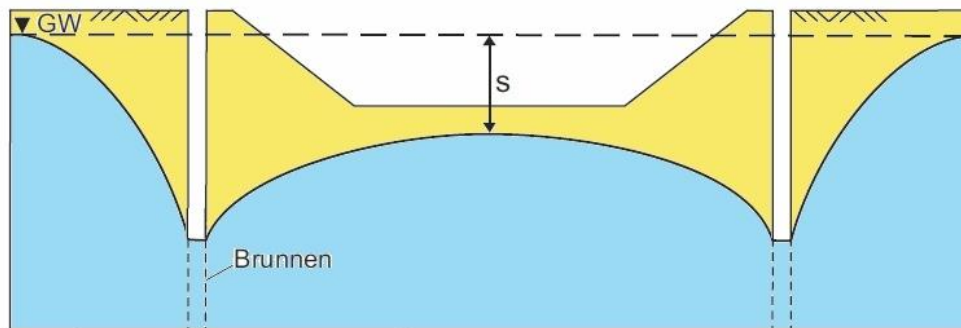


Tiefbrunnen  
(Brunnen mit Tauchmotorpumpe):



	Durchlässigkeit $k$ [m/s]		
Schwerkraftentwässerung	$10^{-2}$	bis	$10^{-5}$

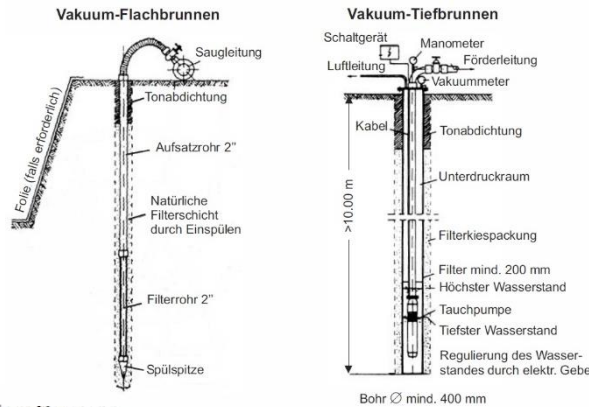
Geschlossene Wasserhaltung:



# Baugruben im Grundwasser

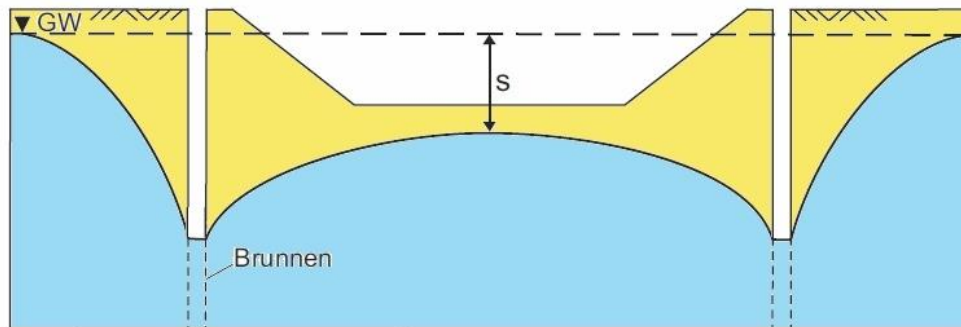
## Baugrube mit Grundwasserabsenkung

Vakuumentwässerung



	Durchlässigkeit $k$ [m/s]		
Schwerkraftentwässerung	$10^{-2}$	bis	$10^{-5}$
Vakuumentwässerung	$10^{-5}$	bis	$10^{-7}$

Geschlossene Wasserhaltung:



# Baugruben im Grundwasser

## Baugrube mit Grundwasserabsenkung

### Mögliche negative Auswirkungen

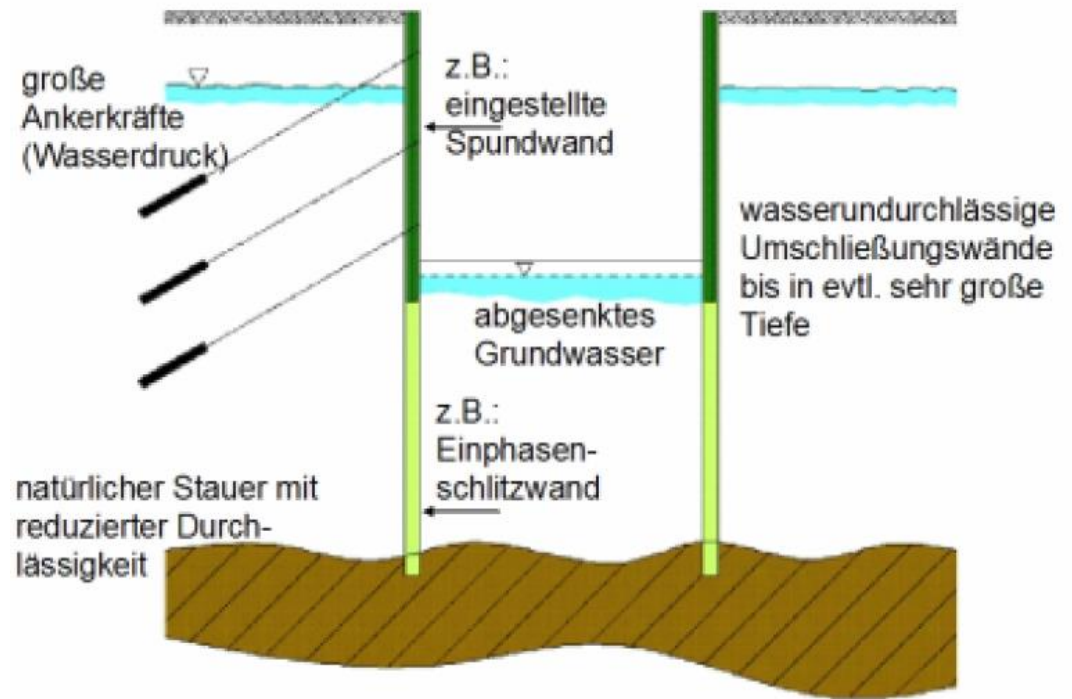
- Verlust Auftrieb des entwässerten Bodens, Gefahr von Setzungsschäden
- benachbarte Quellen/Brunnen können trocken fallen
- Schädigung von Bausubstanz durch Sauerstoffzutritt, z. B. Holzpfahlgründungen
- Schadstoffbelastung oder -verlagerung durch veränderte Strömungen



# Baugruben im Grundwasser

## Dichte Baugruben

- keine/sehr geringe Grundwasserabsenkung
- ausreichend wasserdichter Verbau erforderlich
- hohe Stützkräfte infolge Wasserdruck
- erhöhter bautechnischer Aufwand

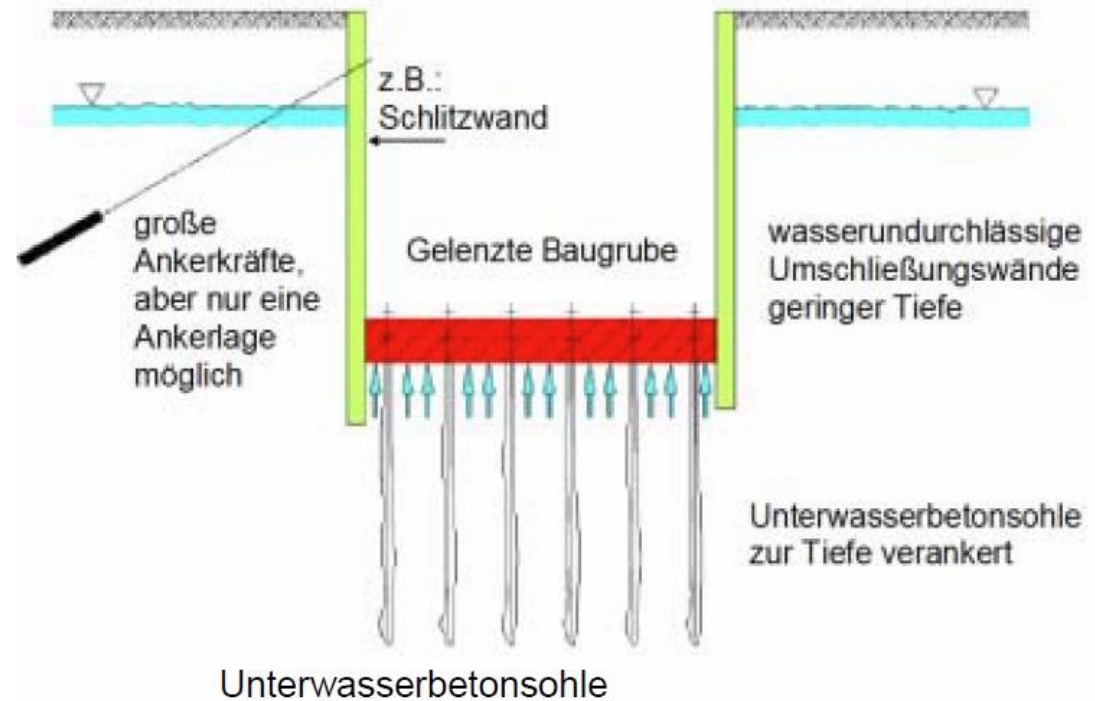


teildichte Baugrube

# Baugruben im Grundwasser

## Dichte Baugruben

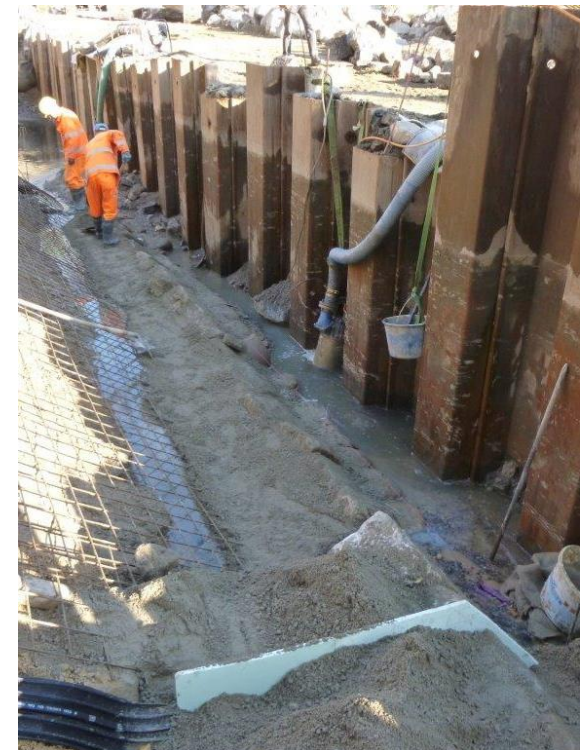
- keine/sehr geringe Grundwasserabsenkung
- ausreichend wasserdichter Verbau erforderlich
- hohe Stützkräfte infolge Wasserdruck
- erhöhter bautechnischer Aufwand



# Baugruben im Grundwasser

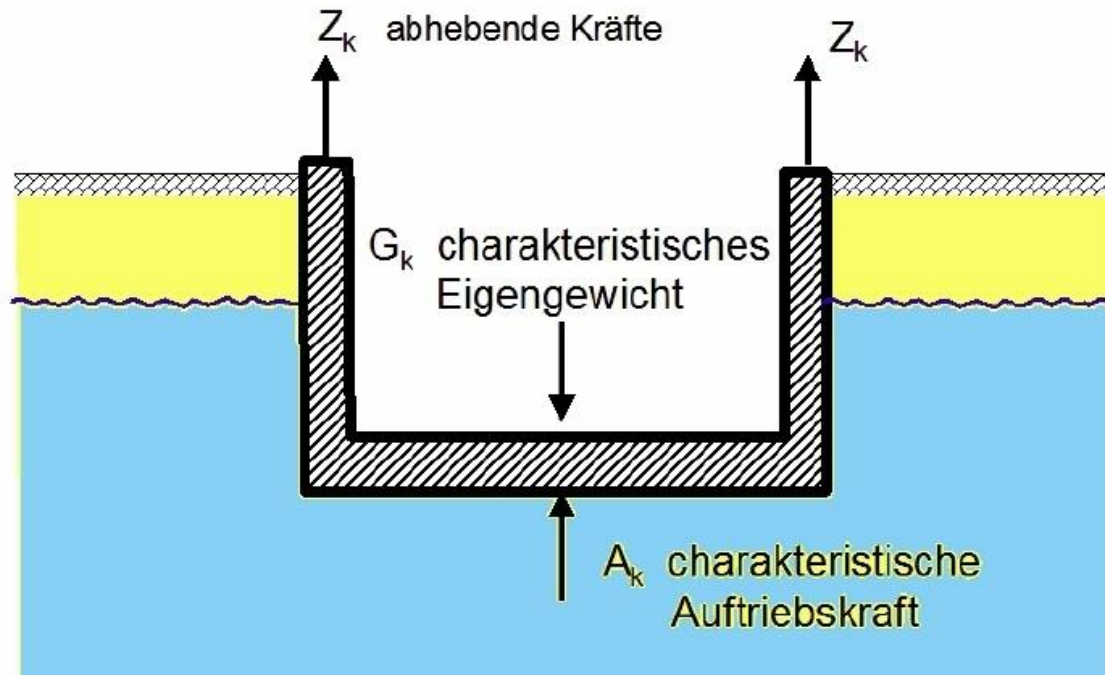
## Dichte Baugruben

- keine/sehr geringe Grundwasserabsenkung
- ausreichend wasserdichter Verbau erforderlich
- hohe Stützkräfte infolge Wasserdruck
- erhöhter bautechnischer Aufwand



# Sicherheit gegen Auftrieb

## Nachweis gegen Verlust der Lagesicherheit



$$V_{dst,d} \leq V_{stb,d}$$



# Sicherheit gegen Auftrieb

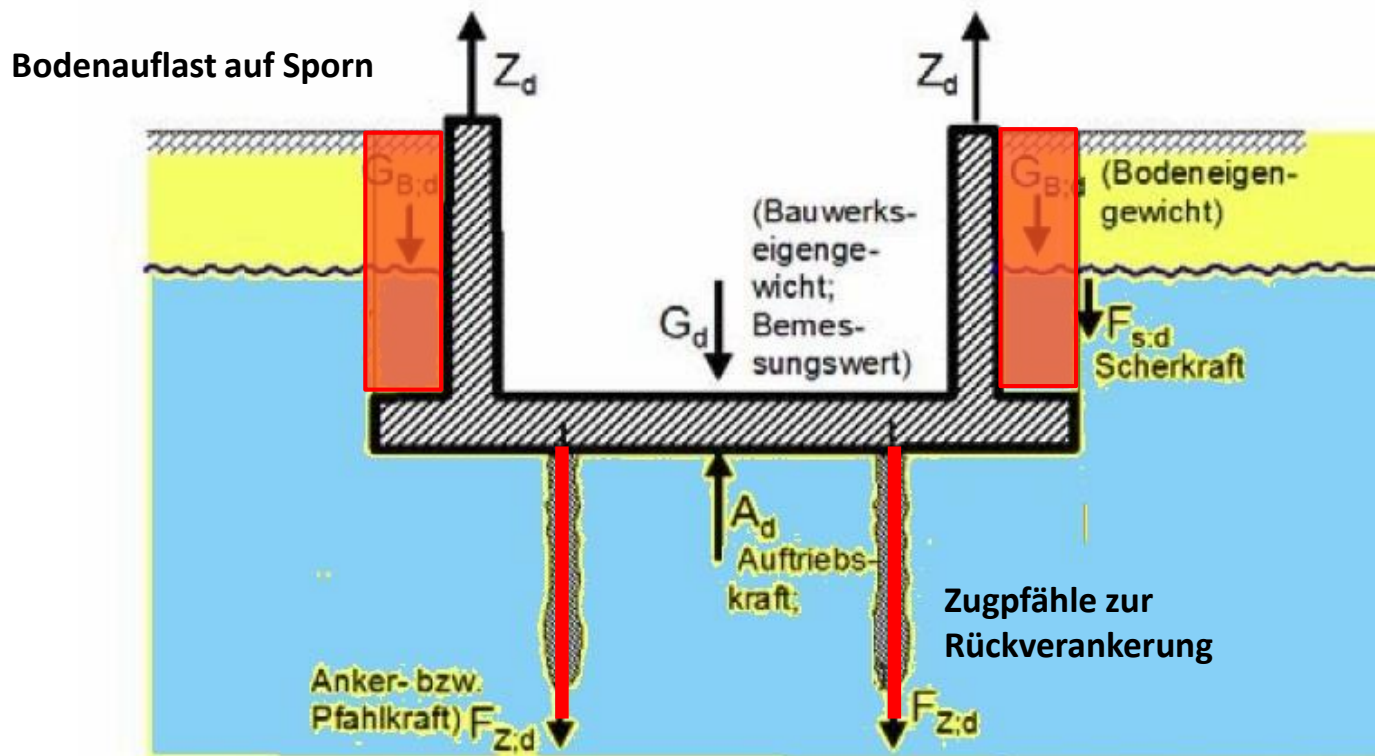
## Nachweis gegen Verlust der Lagesicherheit



$$V_{dst,d} \geq V_{stb,d}$$

# Sicherheit gegen Auftrieb

## Nachweis gegen Verlust der Lagesicherheit



# Sicherheit gegen Auftrieb

## Nachweis gegen Verlust der Lagesicherheit



**Zugpfähle in Bodenplatte zur Rückverankerung**



**Sporn an Bodenplatte zur Aufnahme Bodenauflast**

**Vielen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit!**