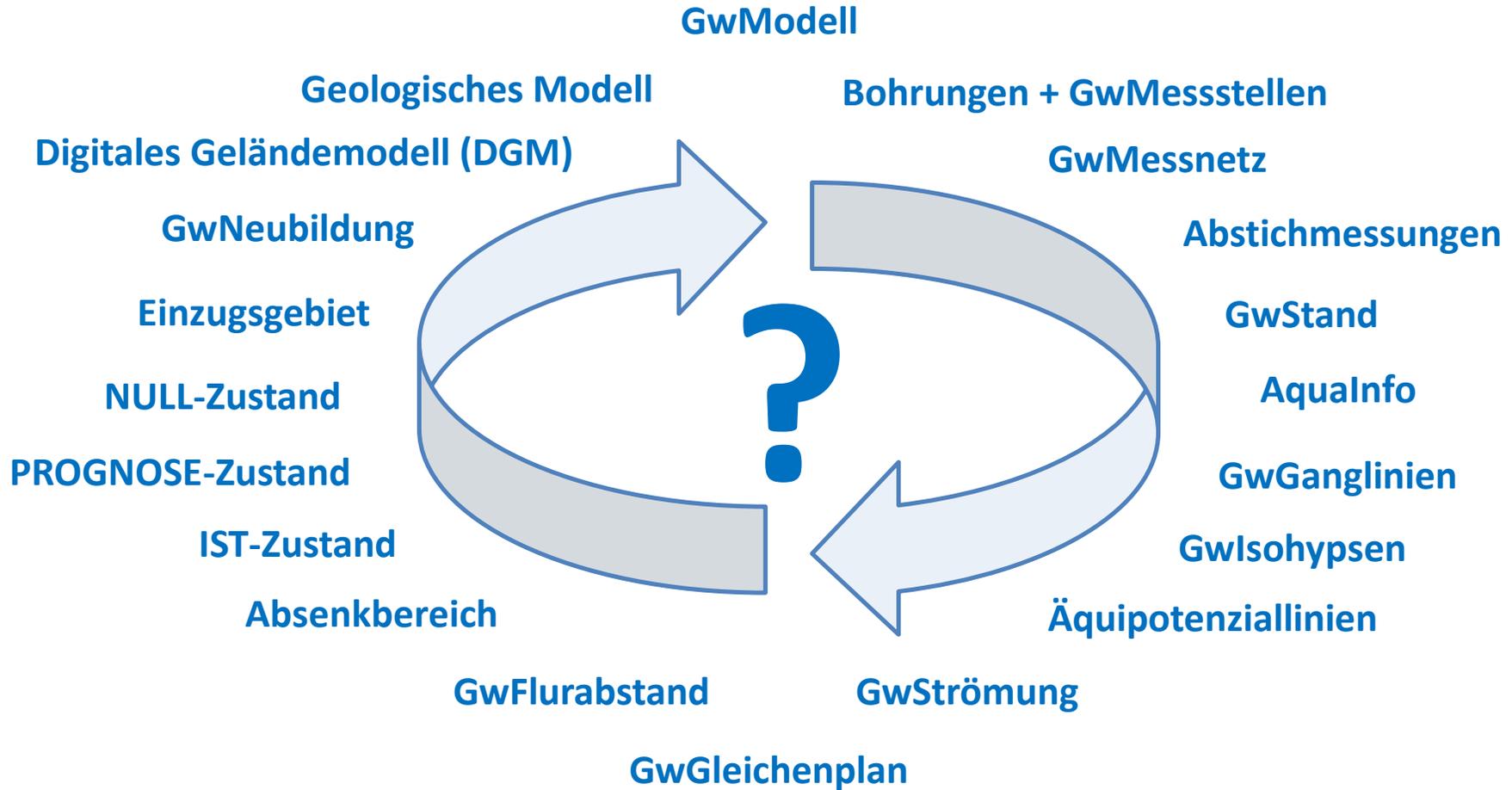


Hydrogeologische Methoden – Grundlagen und "Werkzeuge" aus der Praxis –

KliWaKo - 2. Sitzung der PAG am 26.09.2019 in Ahlde

Daten, Methoden, Werkzeuge, Begriffe



... ist die Wissenschaft vom Wasser in der Erdkruste (Lithosphäre), wobei Wechselwirkungen mit oberirdischen Einflüssen bestehen.

Sie ist eine angewandte Disziplin der geologischen Wissenschaften. Forschungsgegenstände sind das Grundwasser und alle Faktoren, die Einfluss auf das Grundwasser haben. Die Hydrologie als angrenzender Forschungsbereich befasst sich mit dem oberirdischen Wasser (siehe auch Wasserkreislauf).

Grundlage der Hydrogeologie ist die Kenntnis des Aufbaus des Untergrundes. Basis dafür sind geologische Karten, Ergebnisse von Bohrungen und dreidimensionale Modelle des geologischen Untergrundes.

Wesentliche Aufgaben der Hydrogeologie (Fokus Grund-/Trinkwassergewinnung bzw. Bewirtschaftung):

- Erkundung von potentiellen Grundwasservorräten
- Absicherung von Grundwasservorräten in qualitativer und quantitativer Hinsicht
- Ermittlung der Grundwasserneubildung bzw. des langfristig nutzbaren Grundwasserdargebotes
- Grundwassermanagement einschließlich Überwachung (Monitoring)
- Sanierung von kontaminiertem Grundwasser
- Modellierung von Grundwasserströmung und Transport im Grundwasser

Quelle: Wikipedia (tw. ergänzt / modifiziert)

Grundwasser ...

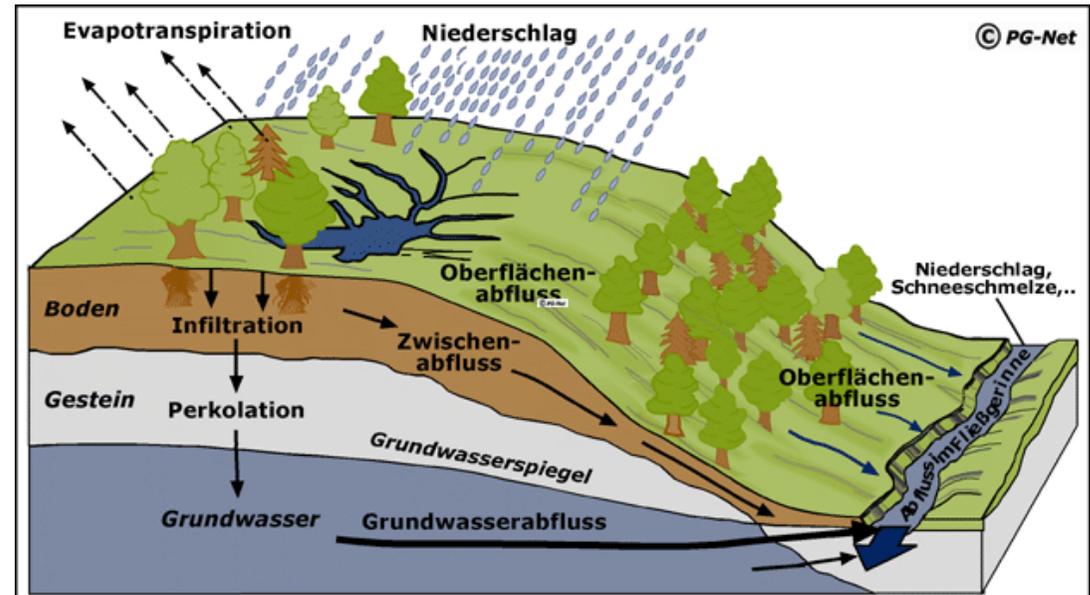


... wird nach der in Deutschland gültigen [DIN 4049, Teil 3](#) als [unterirdisches Wasser](#) bezeichnet, das die Hohlräume der [Lithosphäre](#) zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegungsmöglichkeit ausschließlich durch die Schwerkraft bestimmt wird.

Gesteinskörper, die Hohlräume enthalten und damit geeignet sind, Grundwasser weiterzuleiten, werden als [Grundwasserleiter](#) bezeichnet.

Hierbei werden [Porengrundwasserleiter](#) (Locker- oder Festgestein mit überwiegend durchflusswirksamen Porenanteilen), [Kluftgrundwasserleiter](#) (Festgesteine mit überwiegend durchflusswirksamen Trennfugen) und [Karstgrundwasserleiter](#) (Festgesteine mit überwiegend durchflusswirksamen Karsthohlräumen) unterschieden.

Quelle: <https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/grundwasser/6424>
tw. ergänzt / modifiziert)



Quelle:

https://www.geo.fu-berlin.de/v/pg-net/hydrogeographie/medien_hydrogeographie/medien_hq_wasserkreislauf/wasserkreislauf_lokal_626.gif

Gliederung

Erkundung → Geologischer Untergundaufbau / hydrogeologischer Bau

- Bohrungen
- Geologische Schnitte
- Geologisches 3D Strukturmodell

GwDynamik

- GwStand / Standrohrspiegelhöhe
- GwStrömung
- Zeitreihendiagramme (Gw-)Ganglinien

Unterirdisches Einzugsgebiet, Absenkungsbereich und GwFlurabstand

- Grundlagen / Begriffsklärungen / Fallbeispiele

GwModelle

- Prinzip der Modellerstellung
- Modellergebnisse (Praxisbeispiele)

Erkundung: Geologischer Untergundaufbau bzw. hydrogeologischer Bau



Bohrungsübersicht (Auszug)

NIBIS®Kartenserver

copyright @ Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie



Karteninhalt: Geologische Bohrungen, Hydrogeologische Bohrungen, Ingenieurgeologische Bohrungen, Tiefbohrungen onshore und offshore, Bohrungen der Steine und Erden, Bodenkundliche Kartierung des Küstenraumes, Bodenkundliche Bohrungen

Legende

Geologische Bohrungen

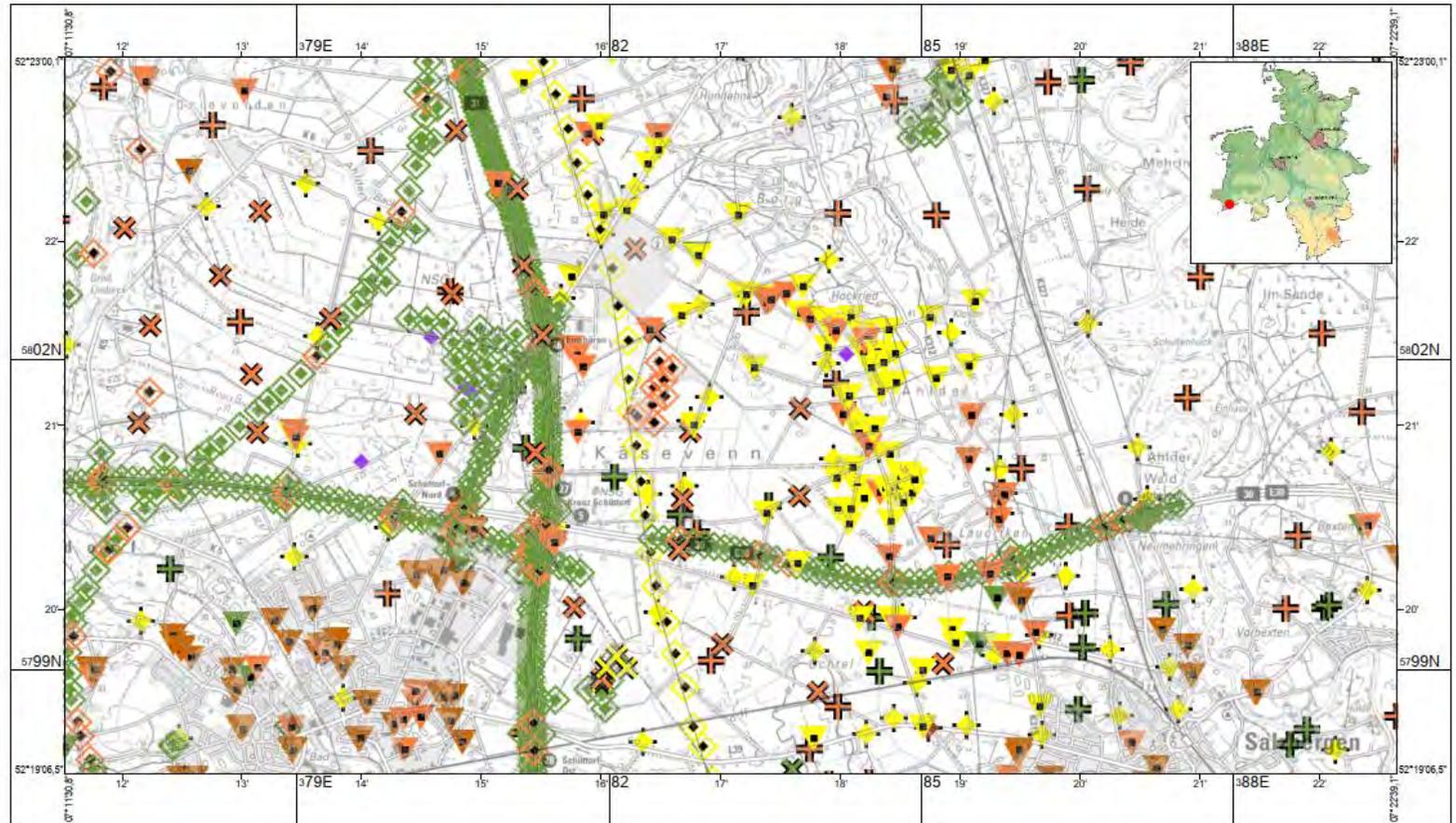
- 0 - 10 m Bohrtiefe
- 10 - 50 m Bohrtiefe
- 50 - 300 m Bohrtiefe
- > 300 m Bohrtiefe
- Bohranzeige
- nicht freigegebene Bohrung

Hydrogeologische Bohrungen

- 0 - 10 m Bohrtiefe
- 10 - 50 m Bohrtiefe
- 50 - 300 m Bohrtiefe
- > 300 m Bohrtiefe
- Bohranzeige
- nicht freigegebene Bohrung

Ingenieurgeologische Bohrungen

- 0 - 10 m Bohrtiefe
- 10 - 50 m Bohrtiefe
- 50 - 300 m Bohrtiefe
- > 300 m Bohrtiefe
- Bohranzeige
- nicht freigegebene Bohrung



Maßstab 1 : 51 000
0 500 1000 1500 2000 m

Auszug aus den Geobasisdaten der niedersächsischen Vermessungs- und katasterverwaltung, © 2014.
Vervielfältigung, Verbreitung oder Veröffentlichung der topografischen Karten nur in Verknüpfung mit Fachdaten
des LBEG zulässig. Eine alleinige Nutzung bedarf der Erlaubnis der LGLN

Quelle: <https://nibis.lbeq.de/cardomap3/#>

Erkundung: Geologischer Untergundaufbau bzw. hydrogeologischer Bau



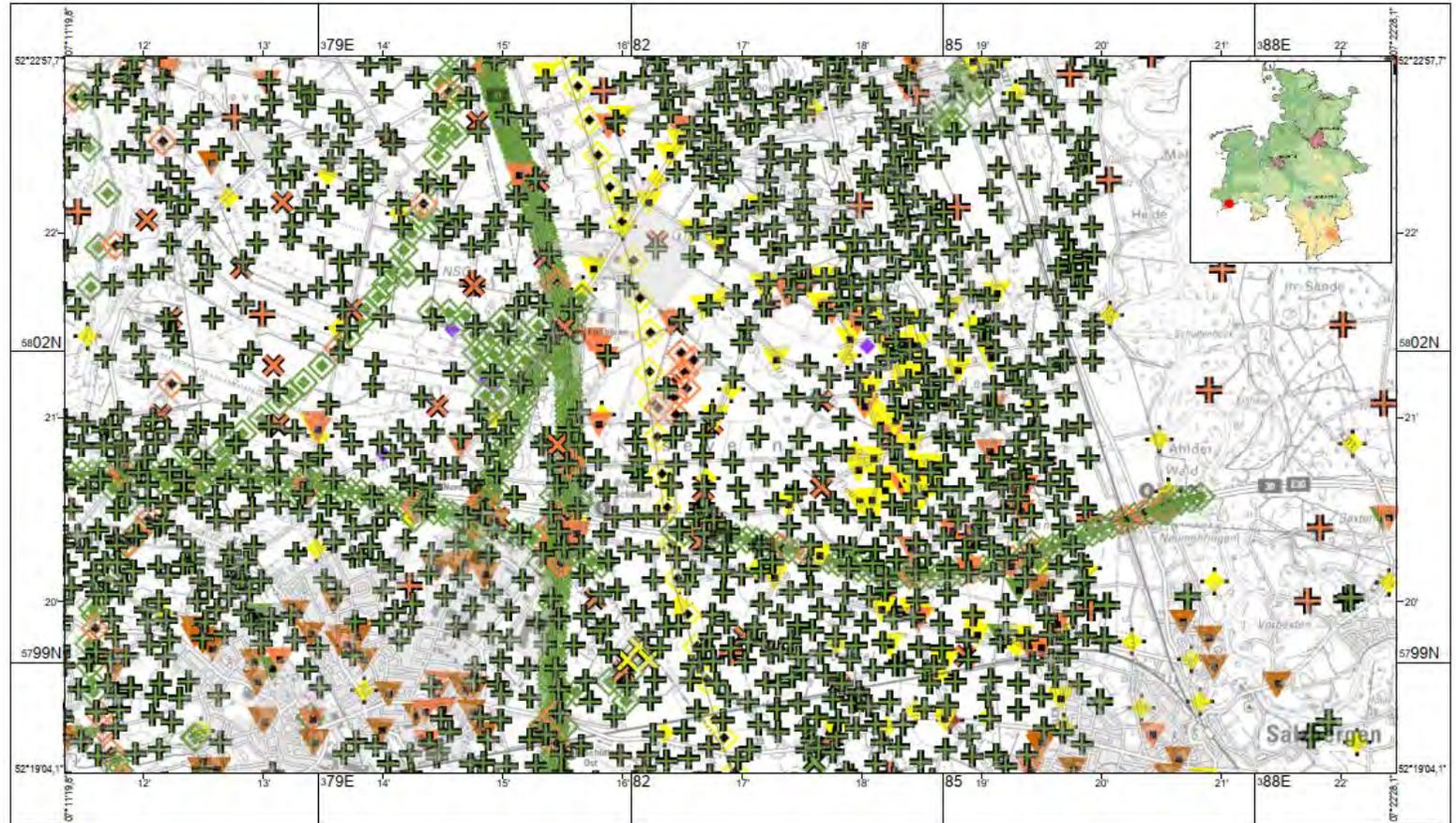
Gesamte Bohrungsübersicht

NIBIS®Kartenserver

copyright @ Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie



Karteninhalt: Geologische Bohrungen, Hydrogeologische Bohrungen, Ingenieurgeologische Bohrungen, Tiefbohrungen onshore und offshore, Bohrungen der Steine und Erden, Bodenkundliche Kartierung des Küstenraumes, Bodenkundliche Bohrungen, Kartierbohrungen der Geologie



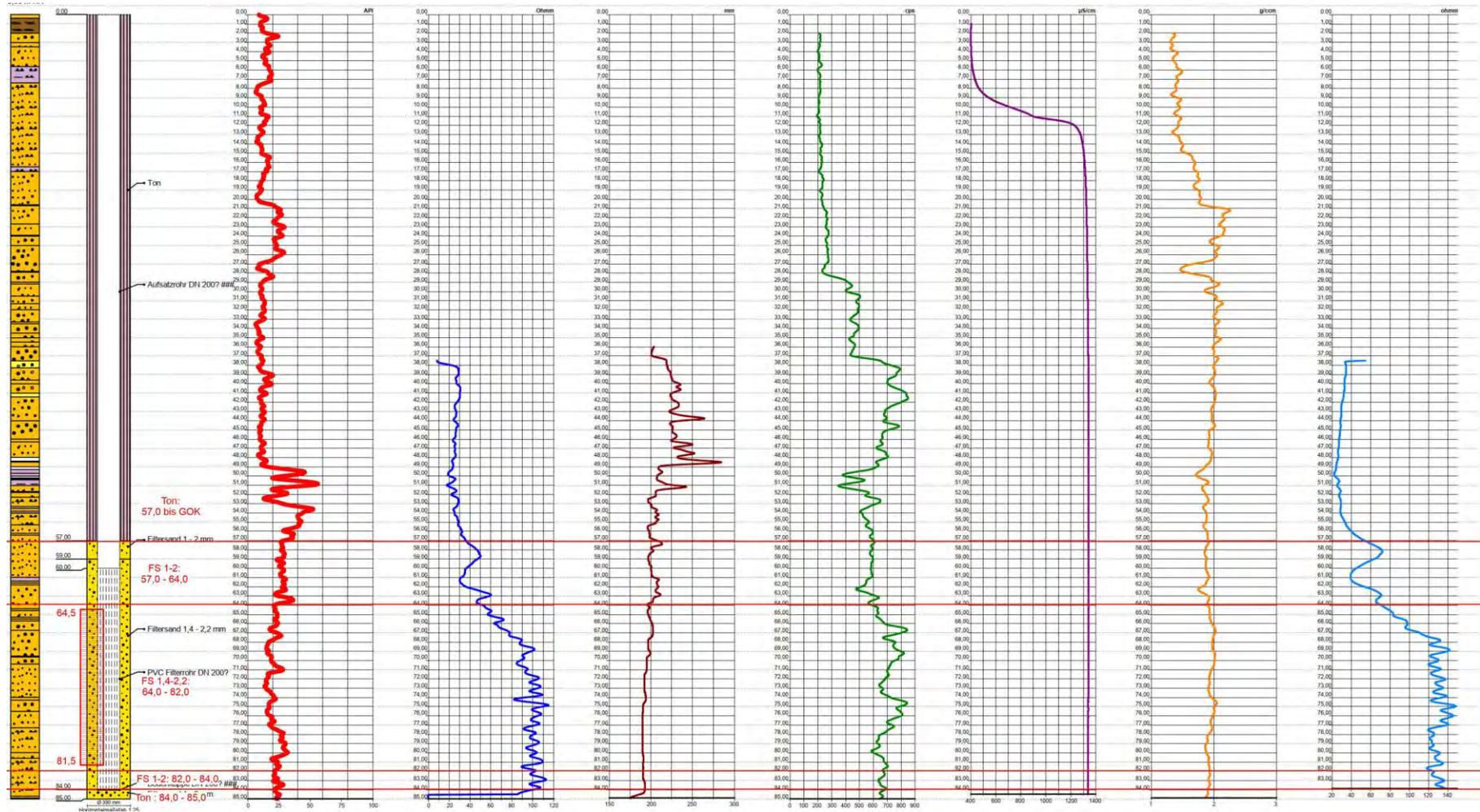
Maßstab 1 : 51 000
500 0 500 1000 1500 2000 m

Auszug aus den Geobasisdaten der niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2014.
Vervielfältigung, Verbreitung oder Veröffentlichung der topografischen Karten nur in Verknüpfung mit Fachdaten
des LBEg zulässig. Eine alleinige Nutzung bedarf der Erlaubnis der LGLN

Erkundung: Geologischer Untergundaufbau bzw. hydrogeologischer Bau

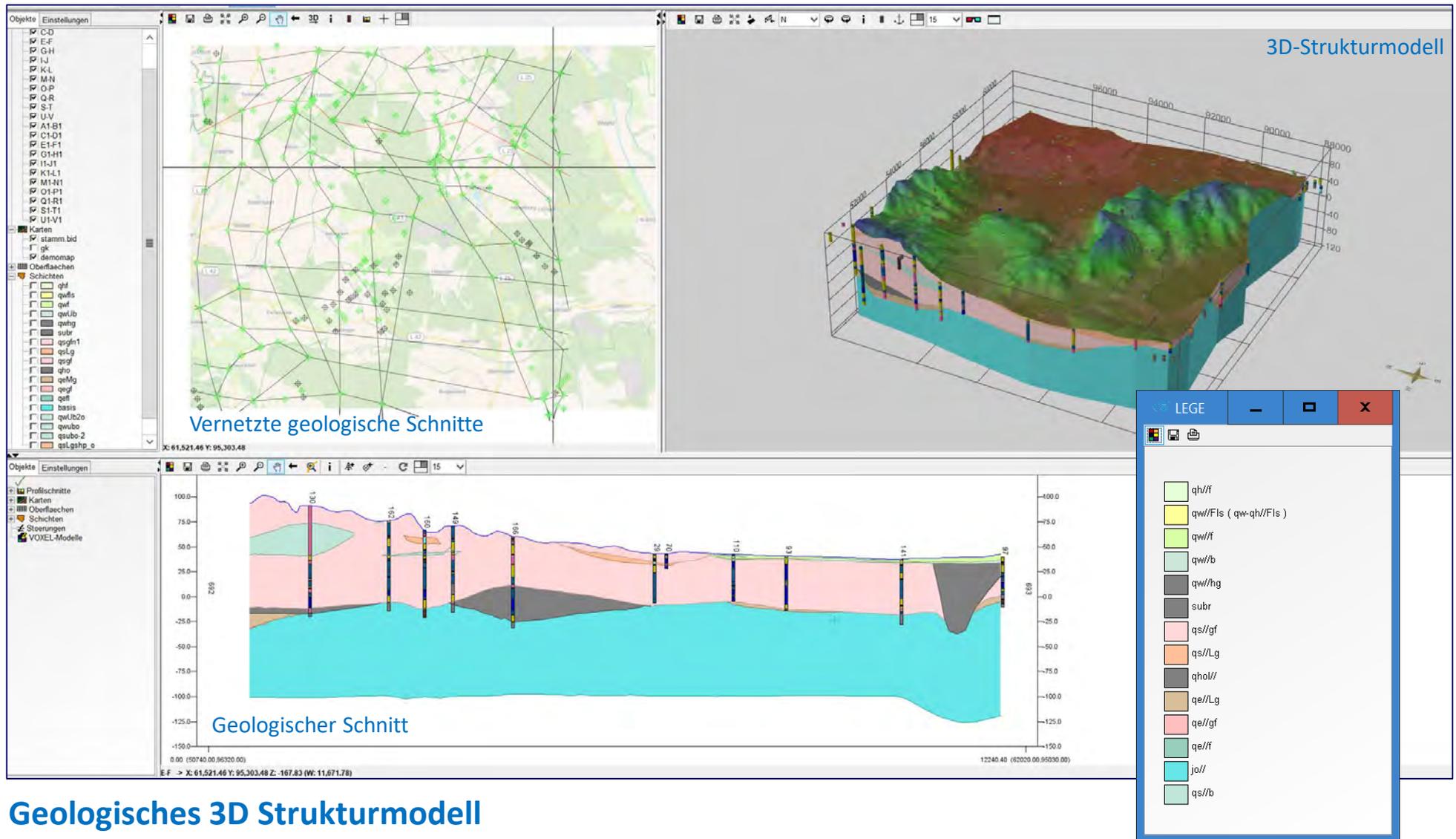


Bohrungen, geophysikalische Messungen



Quelle: Projektfundus TAV/KS, Software: Aqualinfo (GeoConcept-Systeme, Bremen)

Erkundung: Geologischer Untergundaufbau bzw. hydrogeologischer Bau



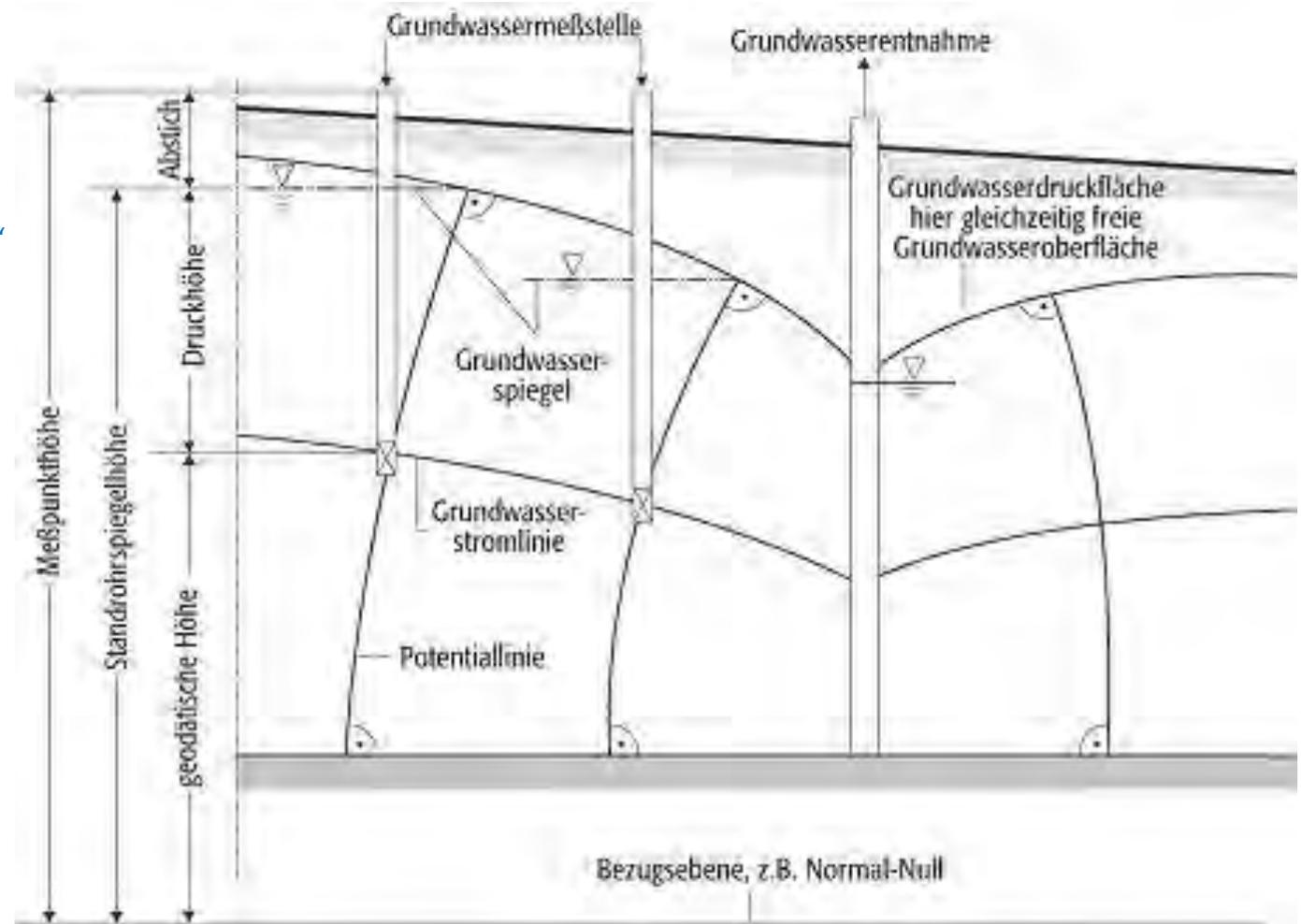
Geologisches 3D Strukturmodell

Quelle: Projektfundus KS, Software: SubsurfaceViewer (Insight, Köln)

„Der Grundwasserstand (Standrohrspiegelhöhe gem. DIN 4049-3)

... ist die Höhe des Grundwasserspiegels über oder unter einer waagerechten Bezugsebene, der als die ausgeglichene Grenzfläche des Grundwassers gegen die Atmosphäre, z. B. in einem Brunnen oder einer Grundwassermessstelle, definiert ist.“

Textauszug: LBEG – GeoFakten 28



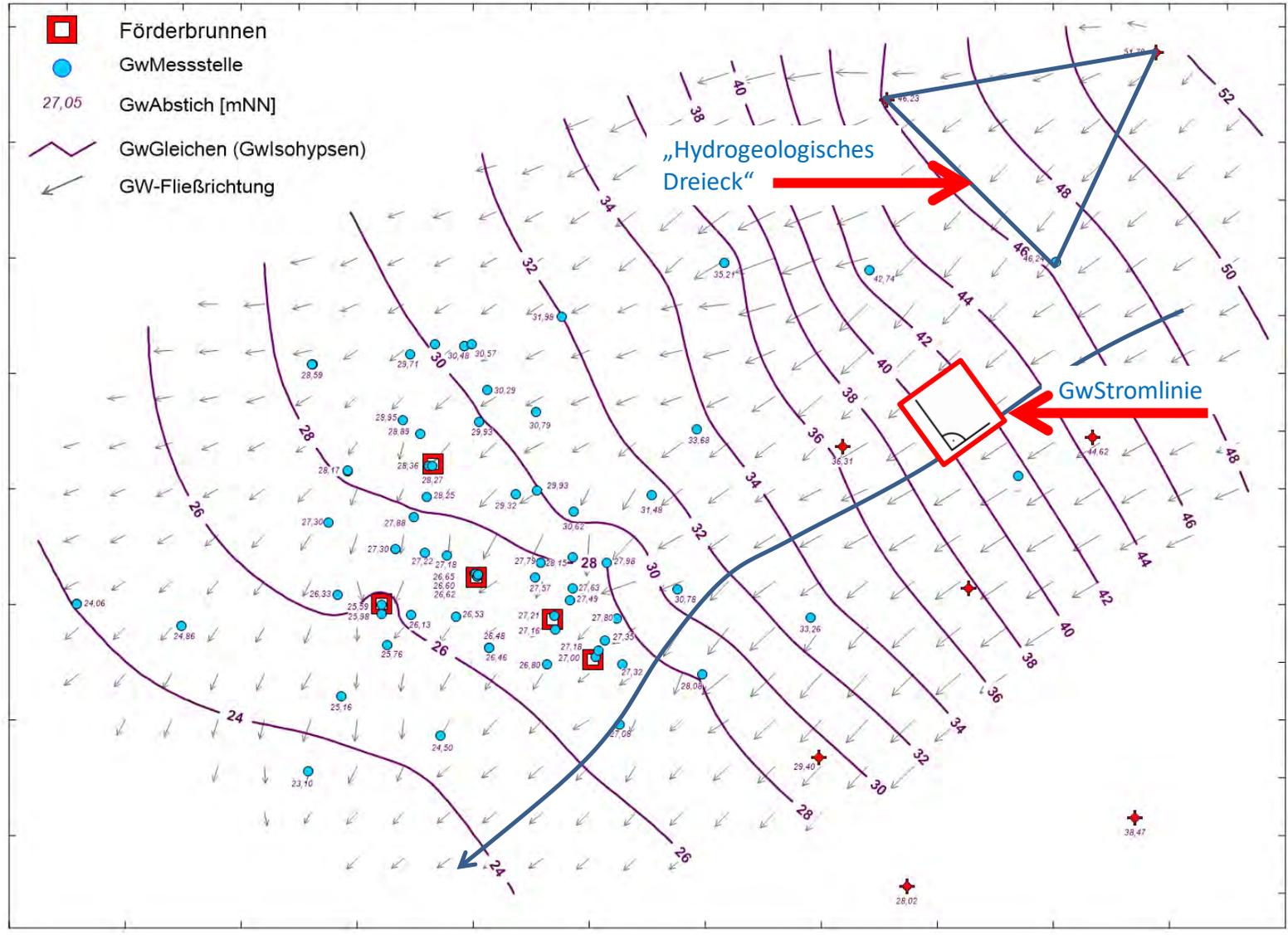
Bildquelle:

<https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/standrohrspiegelhoehe/15537>

GwDynamik



GwStrömung
GwFließrichtung
GwGleichenplan



GwDynamik

Vertikalkomponenten der GwStrömung (Gradienten)

GwMessstellen bzw. GwMessnetz müssen zur Erfassung horizontaler und vertikaler Strömungskomponenten geeignet sein

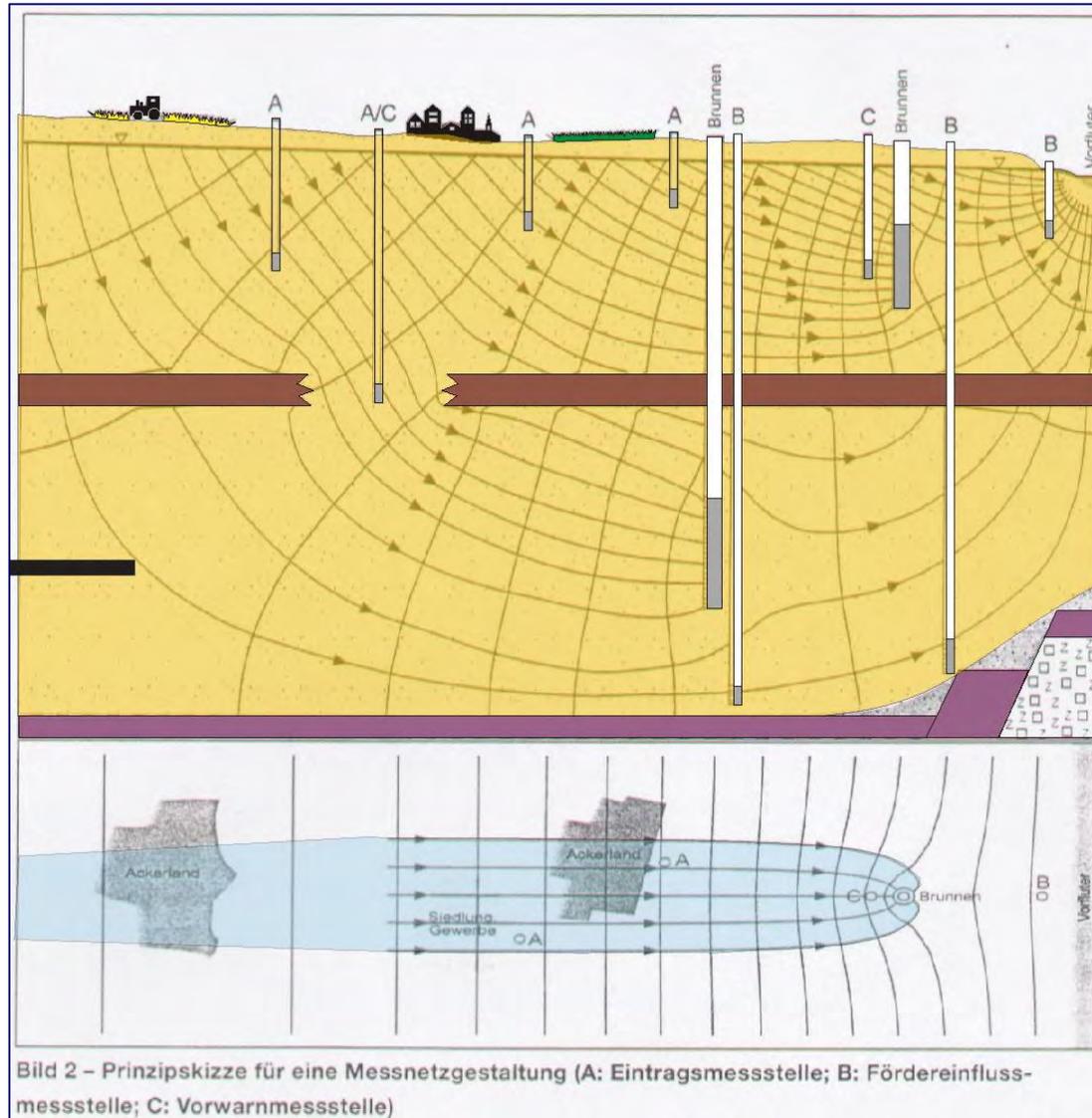


Bild 2 – Prinzipische Skizze für eine Messnetzgestaltung (A: Eintragsmessstelle; B: Fördereinflussmessstelle; C: Vorwarnmessstelle)

Bildquelle: DVGW W 108 - Arbeitsblatt 12/2003
Messnetze zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit
in Wassergewinnungsgebieten

Quelle: Bildquelle: DVGW W 108 - Arbeitsblatt 12/2003, Messnetze zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in Wassergewinnungsgebieten

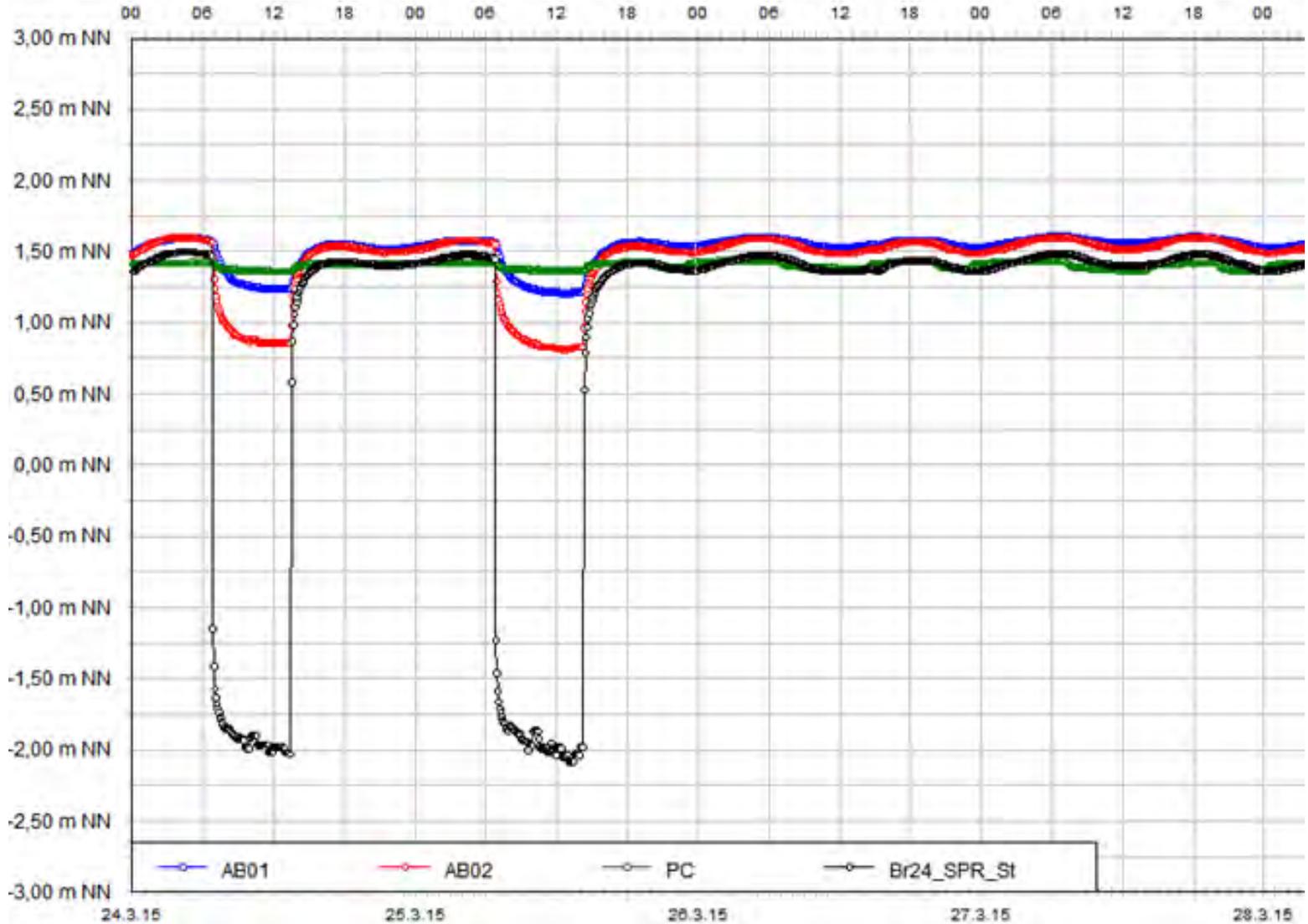
GwDynamik

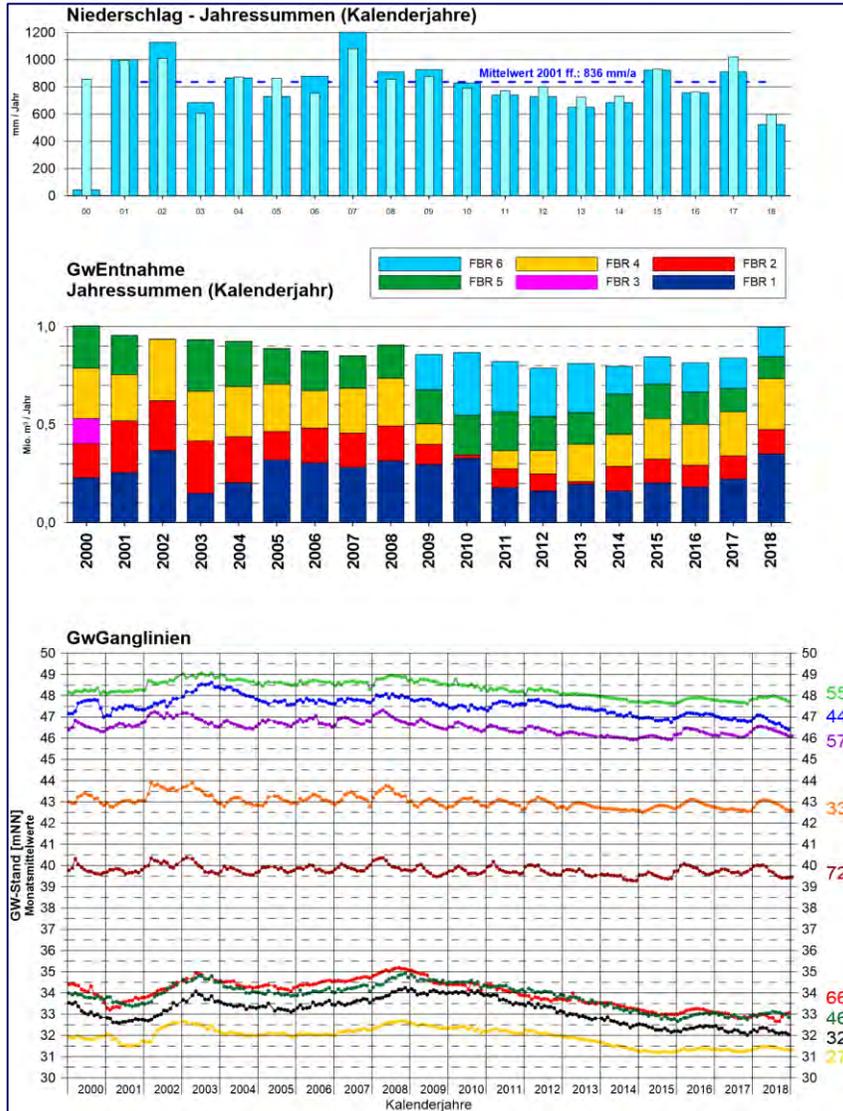


Stationär vs. instationär

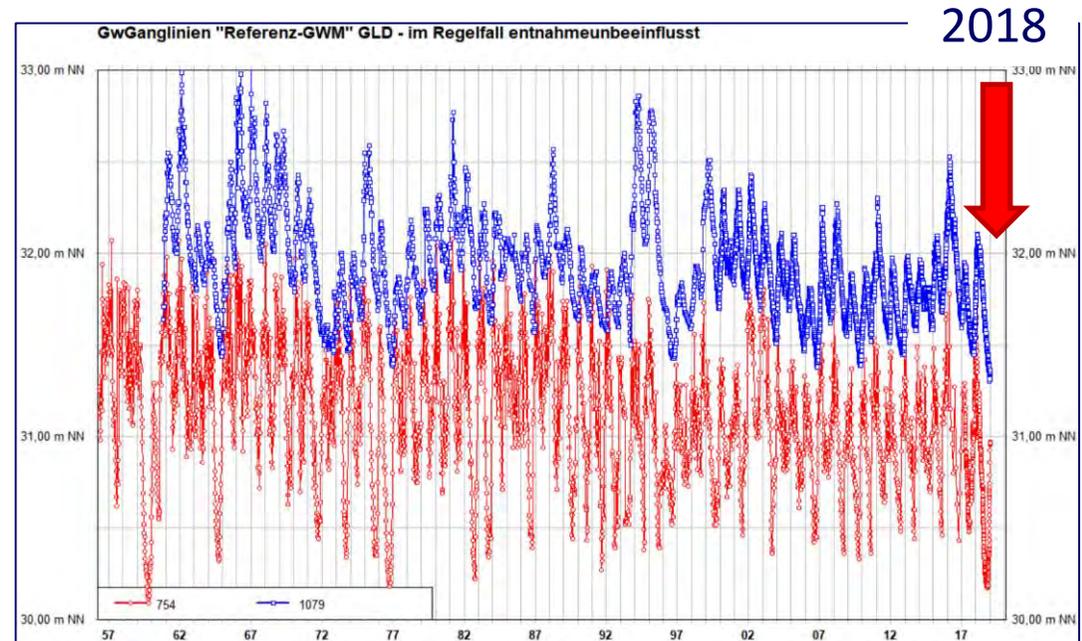
Stationär / „quasistationär“

Messüberwachung
mit (DFÜ-) Datenloggern





Zeitreihendiagramme (Gw-)Ganglinien
 Niederschlag
 GwEntnahme
 GwStände



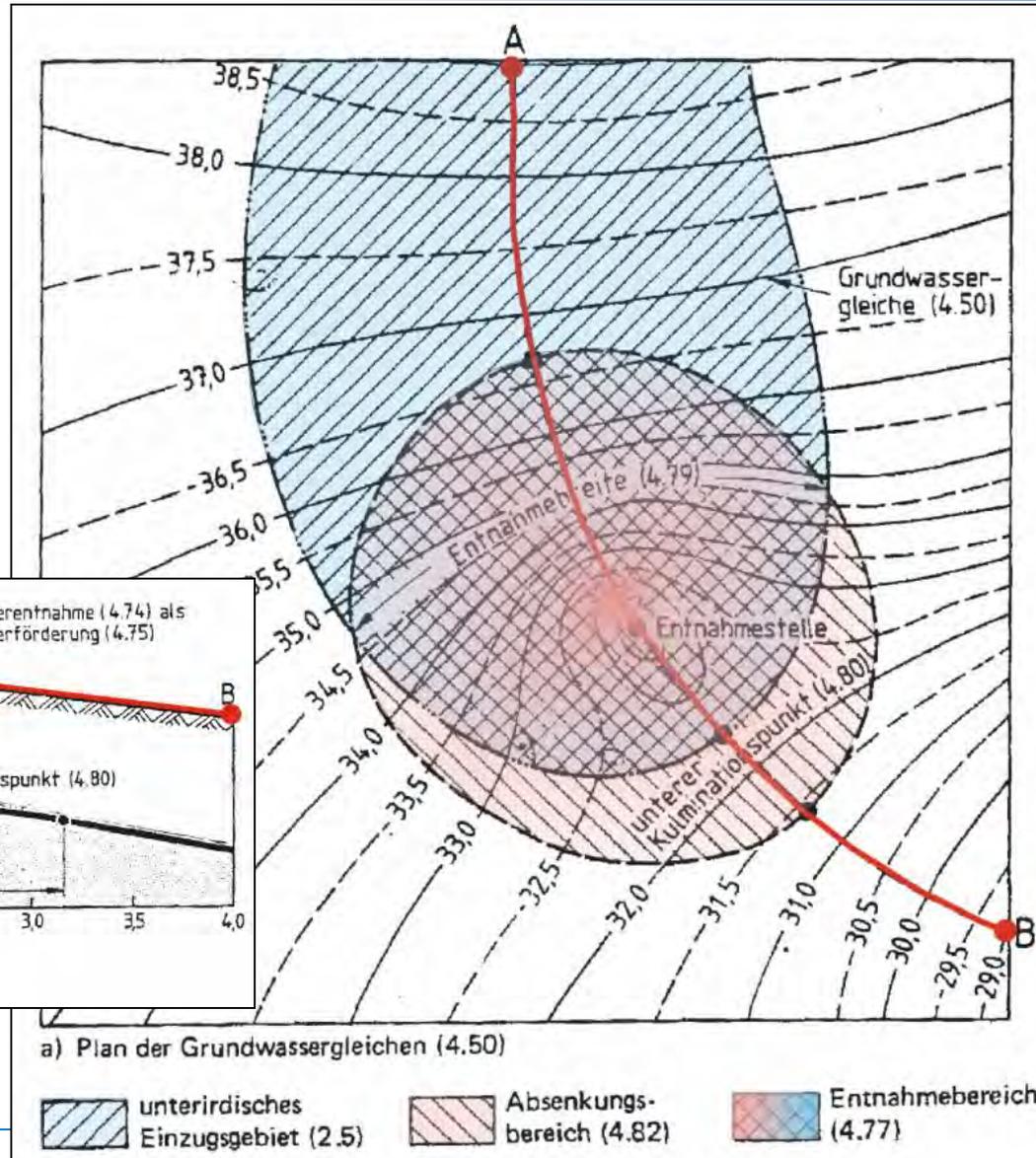
Quelle: AqualInfo – Projekt TAV; Datenbasis: NLWKN, Bst. Meppen

Unterirdisches Einzugsgebiet und Absenkungsbereich

... einer GwEntnahme

Grundlagen und Begriffsklärungen

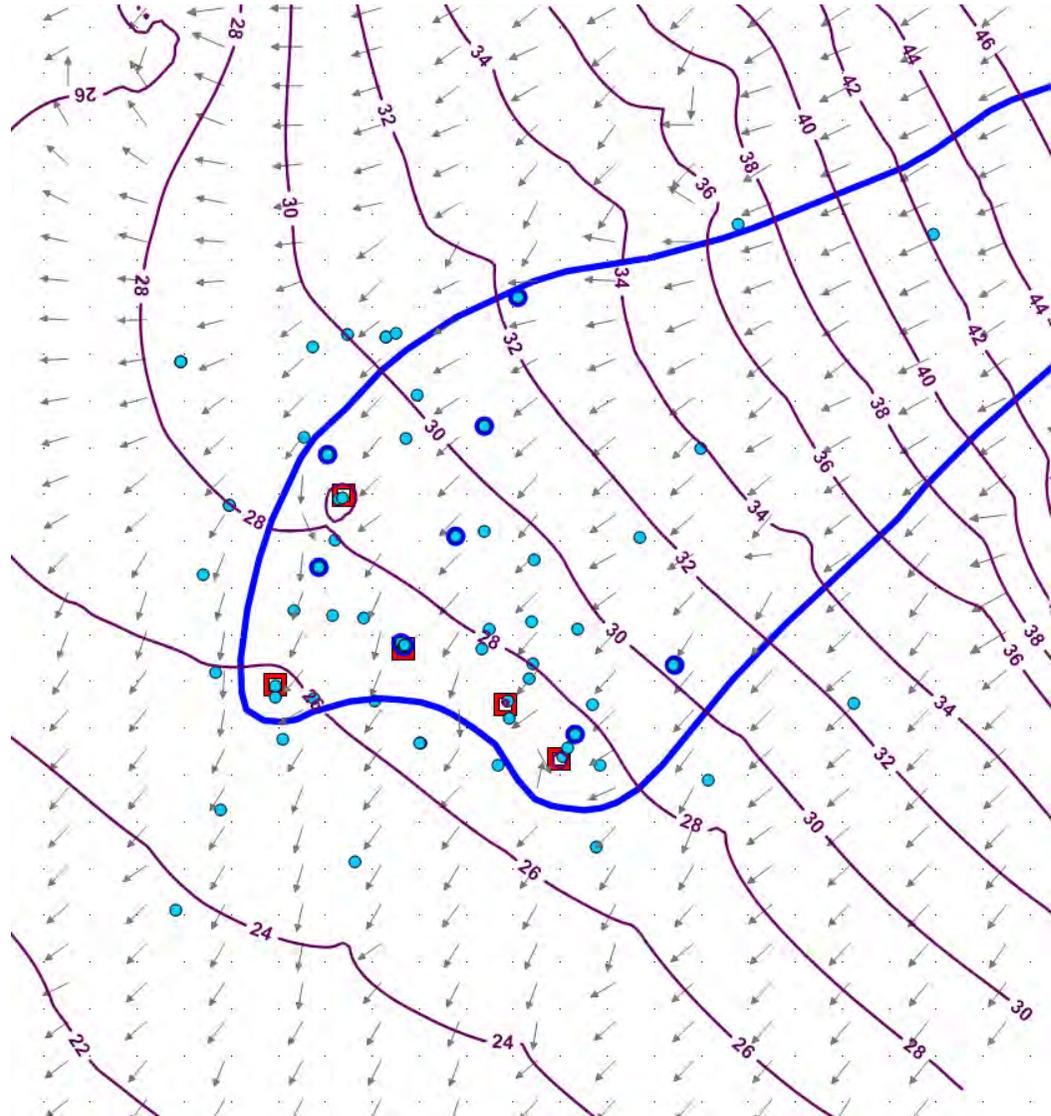
DIN 4049-3 Hydrologie
Teil 3: Begriffe zur quantitativen Hydrologie



Unterirdisches Einzugsgebiet

Fallbeispiel

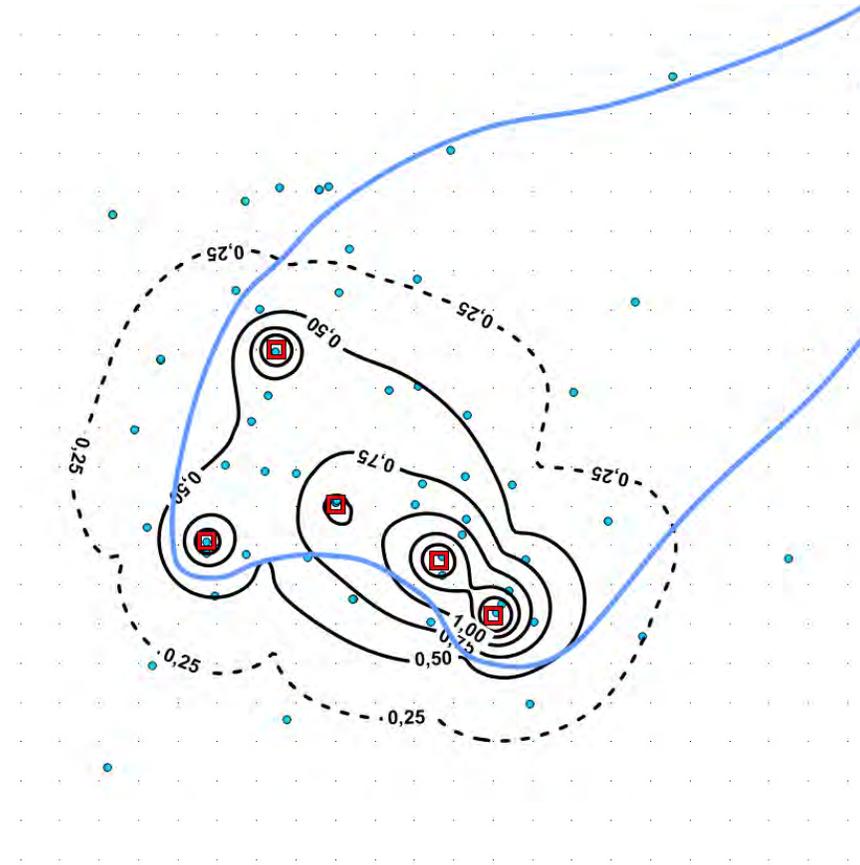
Das **unterirdische Einzugsgebiet** einer GwEntnahme ist keine statische (ortsfeste) „Größe“, sondern unterliegt (im Regelfall) zeitlich variierenden Randbedingungen, insbesondere der GwEntnahmemenge und der Entnahme-Verteilung auf die genutzten Förderbrunnen



Absenkungsbereich

Fallbeispiel

Der **Absenkungsbereich** einer GwEntnahme ist keine statische (ortsfeste) „Größe“, sondern unterliegt (im Regelfall) zeitlich variierenden Randbedingungen, insbesondere der GwEntnahmemenge und deren Verteilung auf die genutzten Förderbrunnen



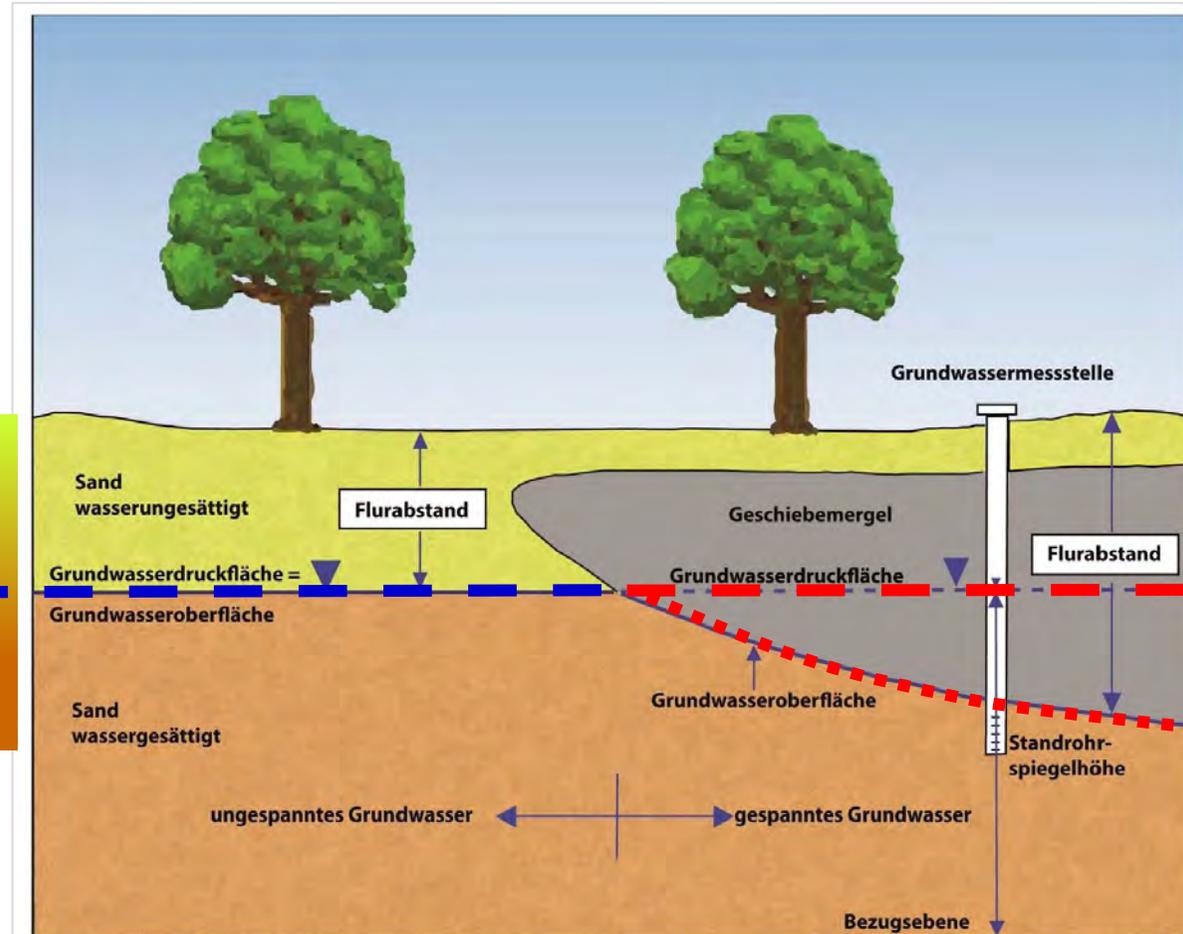
GwFlurabstand

„Nach DIN 4049-3 ist der **Grundwasserflurabstand** der lotrechte Abstand zwischen einem Punkt an der Erdoberfläche und der Grundwasseroberfläche des ersten Grundwasserstockwerkes...“

Textauszug: LBEG – GeoFakten 28

**Keine bindigen
Auflagerungen**

**freies Gw
(ungespannt)**



**Bindige
Auflagerung**

gespanntes Gw

Abb. 1: Hydrogeologische Begriffsbestimmungen zum Flurabstand (verändert nach: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt – Umweltatlas Berlin – 02.07 Flurabstand des Grundwassers (Ausgabe 2010)).

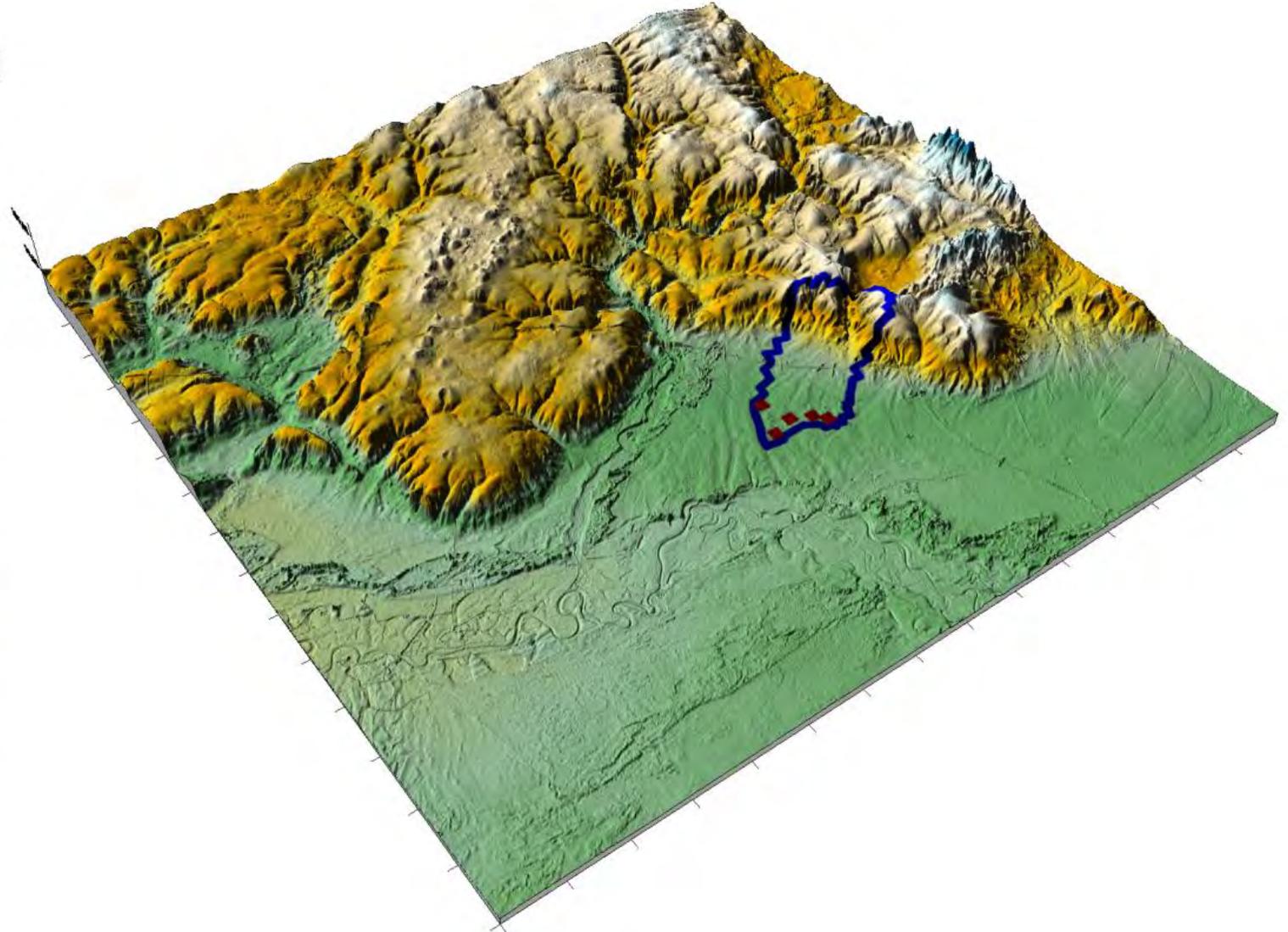
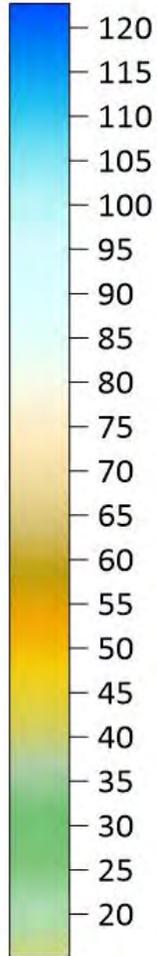
GwFlurabstand



Eingangsdaten

Digitales
Geländemodell
(DGM)

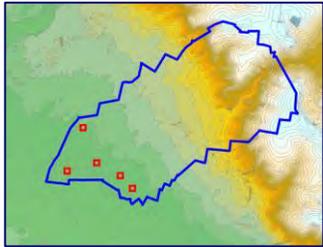
GOK [mNN]



GwFlurabstand

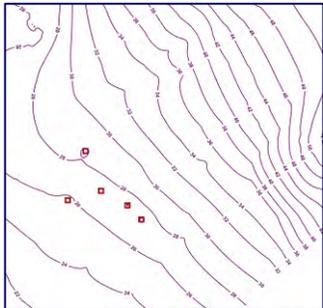
Ermittlung

Grid (Fläche) Digitales
Geländemodell (DGM)

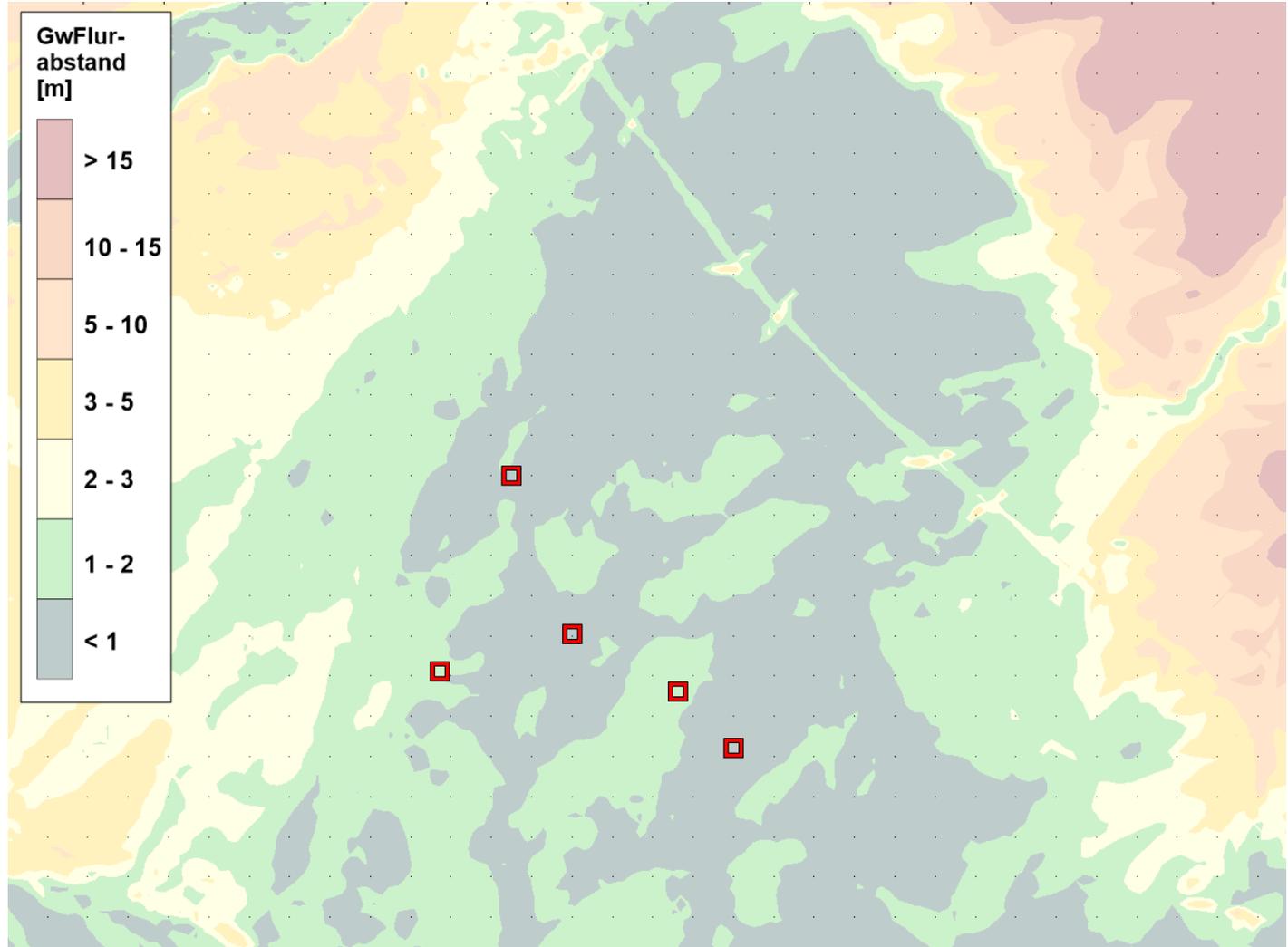


minus

Grid (Fläche)
GwGleichenplan



→ GwFlurabstandsplan



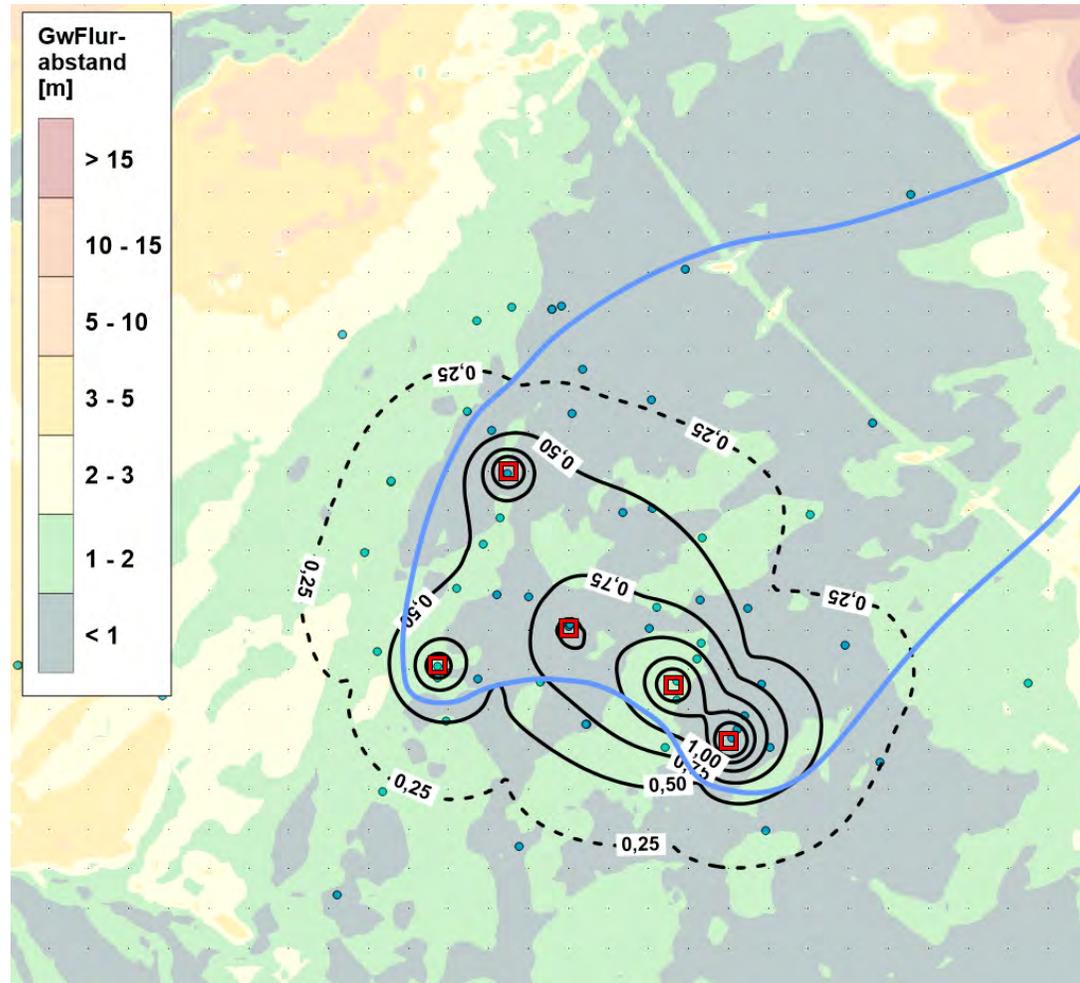
Unterirdisches Einzugsgebiet, Absenkungsbereich und GwFlurabstand



Fallbeispiel

Der **GwFlurabstand** unterliegt zeitlich variierenden Randbedingungen, insbesondere witterungsbedingten Grundwasserstandsänderungen ...

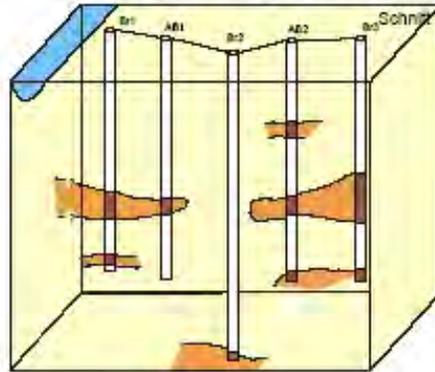
... in Gebieten mit GwEntnahme auch der Entnahmemenge und der Entnahmeverteilung



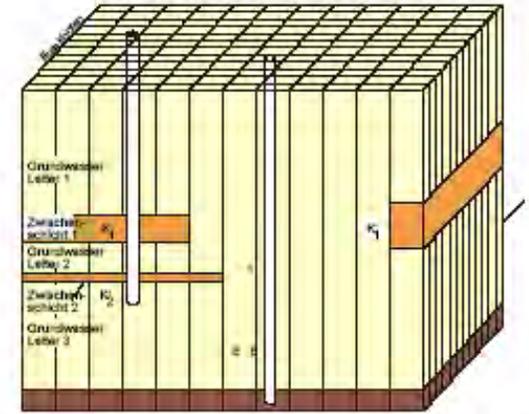
Modellschematisierung

Hydrogeological Models Today

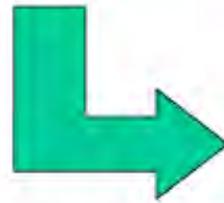
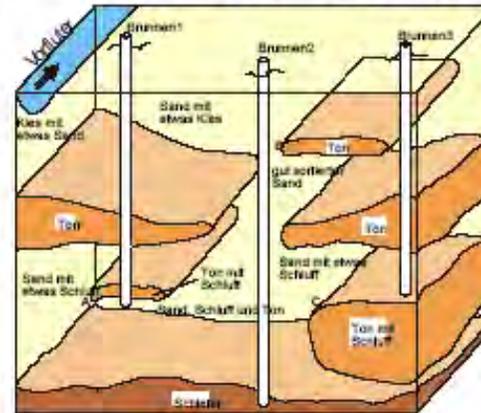
Drillings along Cross Sections



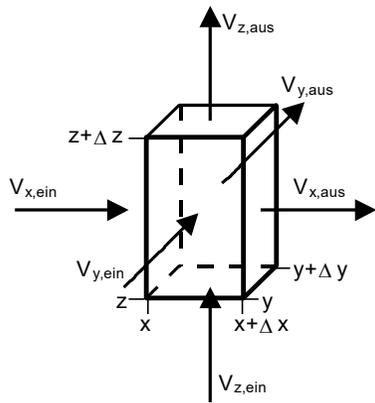
Numerical Model



Model of Hydrogeology



From Dörhöfer (2001)

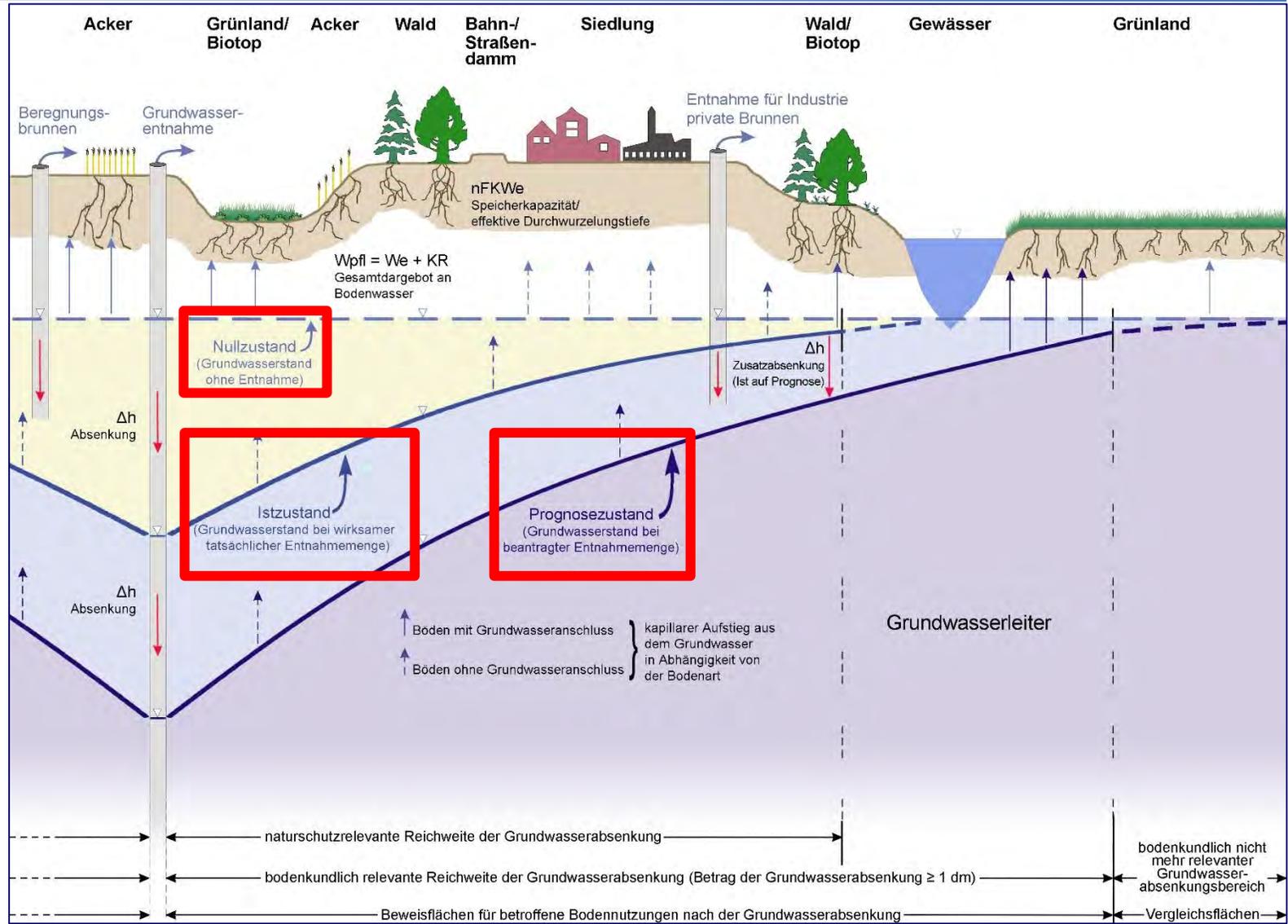


GwModelle



Zielsetzung
(Wasserrechtsverfahren)

Ermittlung / Prognosen der
entnahmebedingten
GwAbsenkung



Quelle: LBEG – Vortrag Grundwassernutzung in Niedersachsen, 20.08.2009

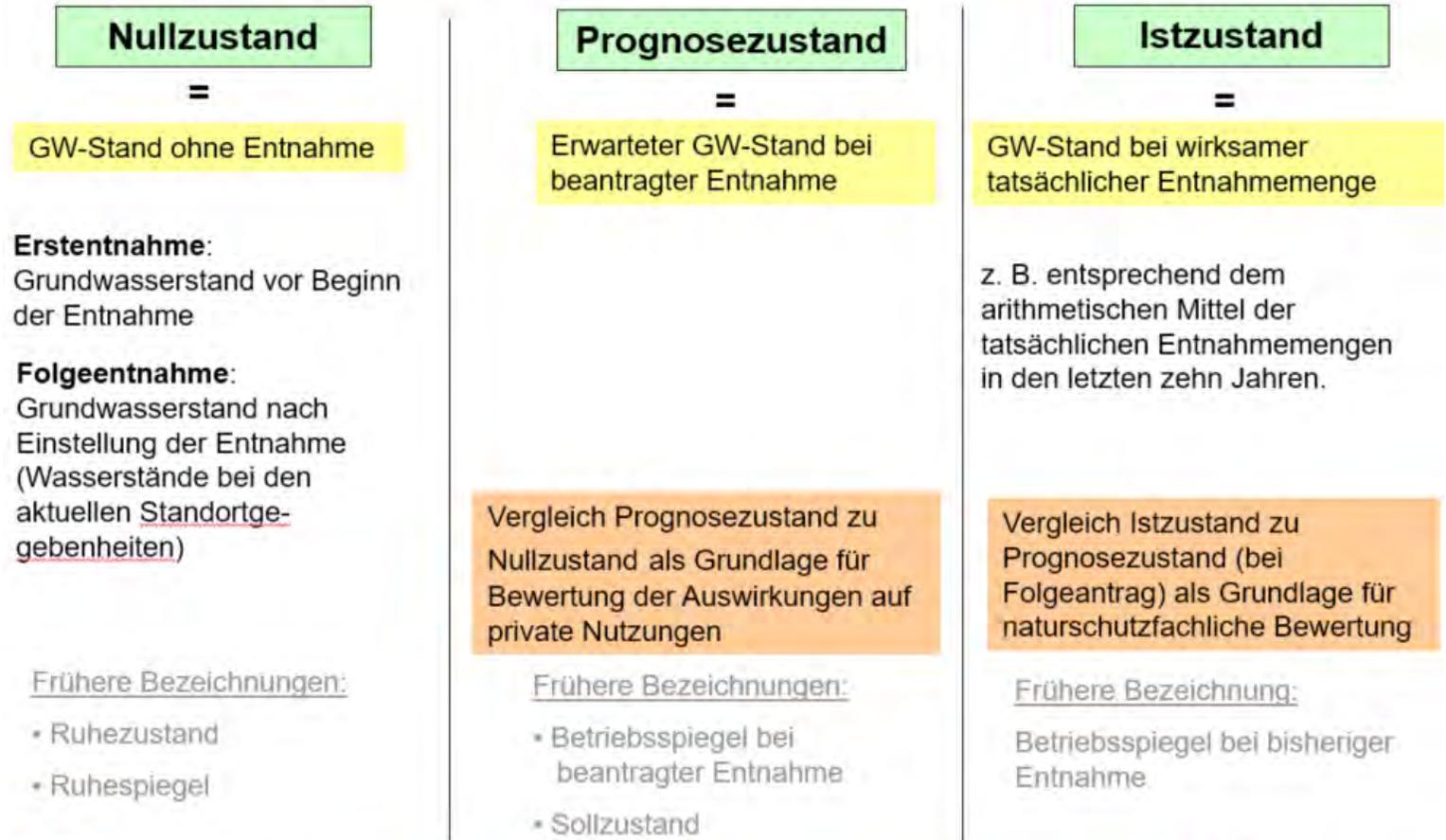
GwModelle, Grundwasserstand / Grundwasserabsenkung



Zielsetzung
(Wasserrechtsverfahren)

Ermittlung der
entnahmebedingten
GwAbsenkung

Nullzustand - Prognosezustand - Istzustand



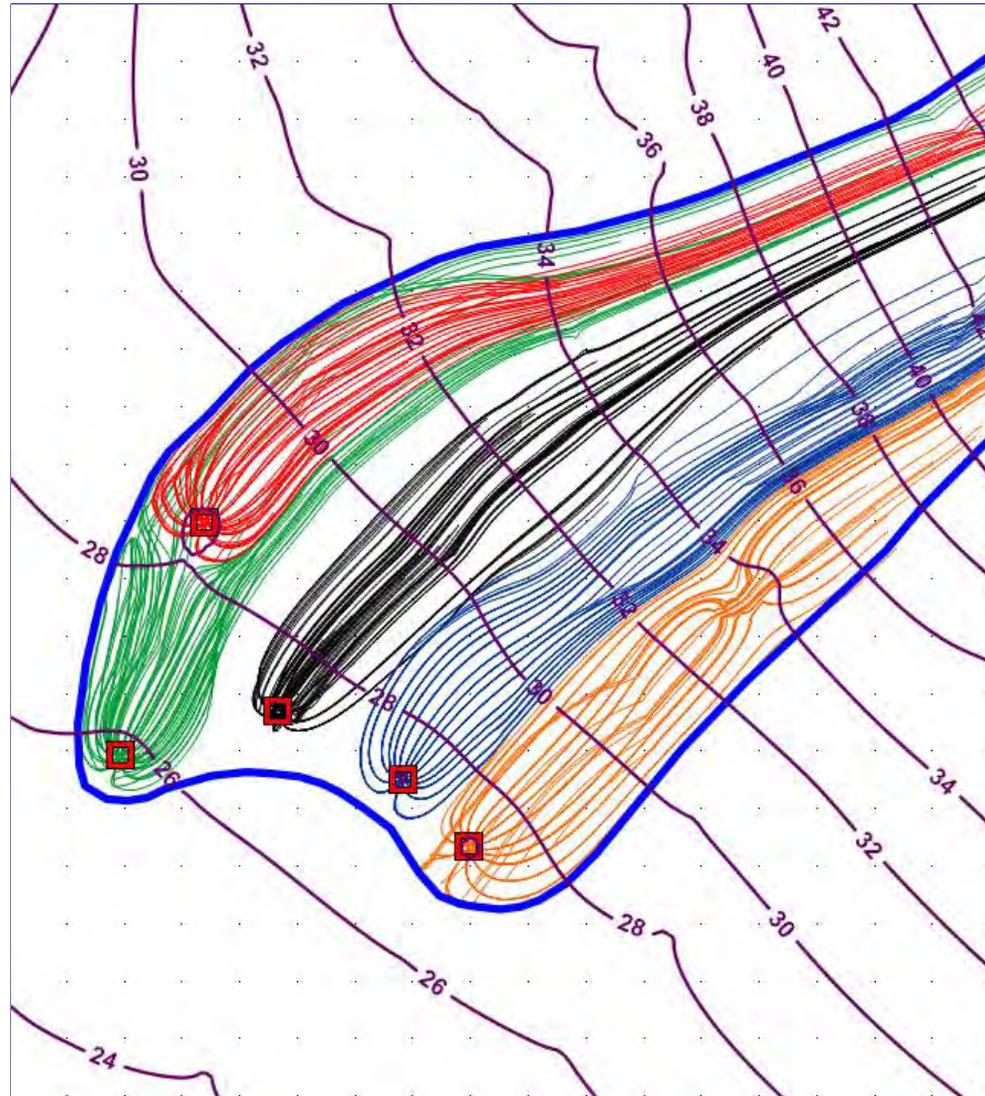
GwModelle

Zielsetzung
(Wasserrechtsverfahren)

Ermittlung / Prognosen des
unterirdischen
Einzugsgebietes (EZG)

„Pathlines“ (Bahnlinien)

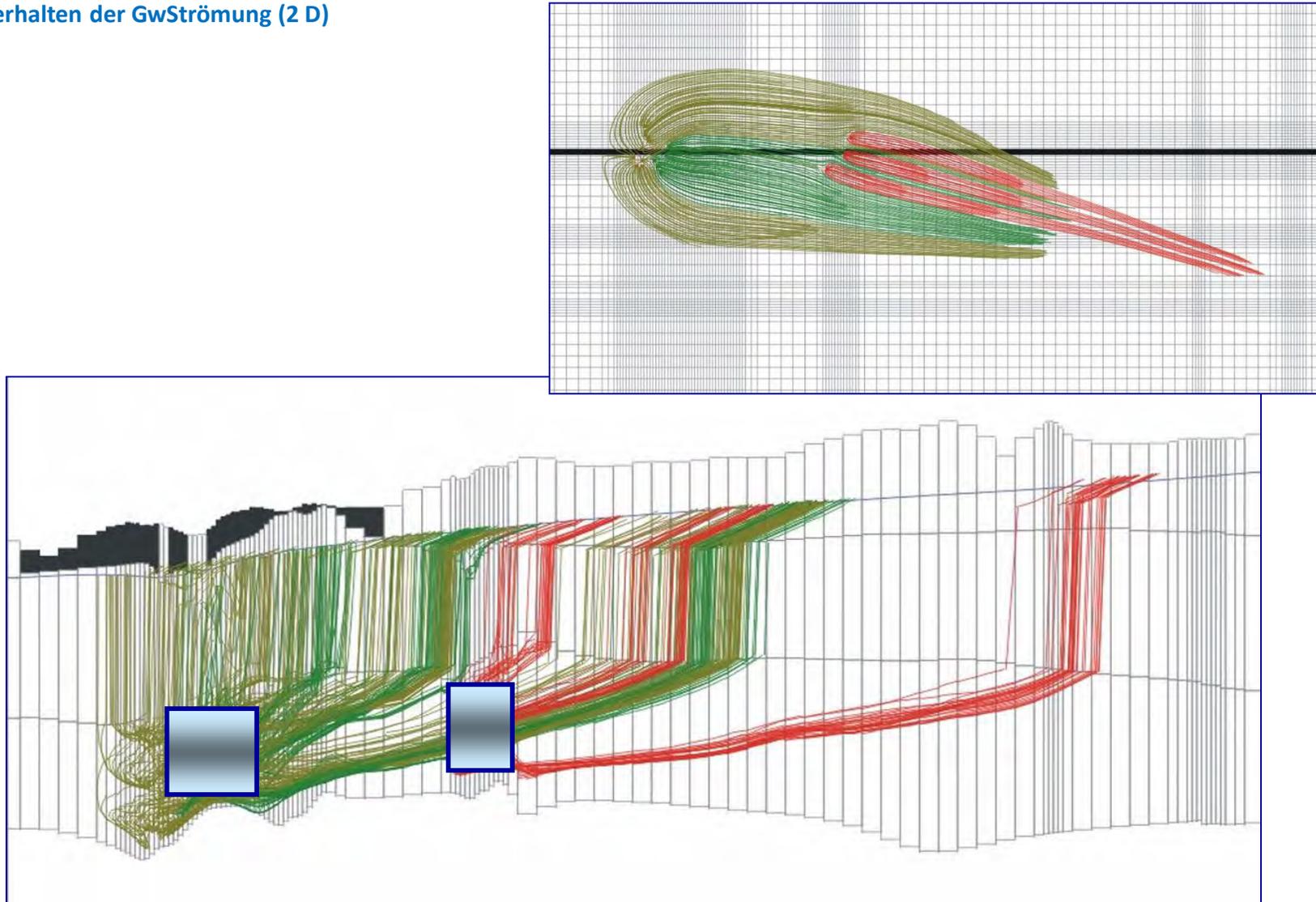
Gesamtes EZG als
„Umhüllende“ der
Teileinzugsgebiete



Einzugsgebiet (oder „-Raum“?)



Weg-Zeit-Verhalten der GwStrömung (2 D)

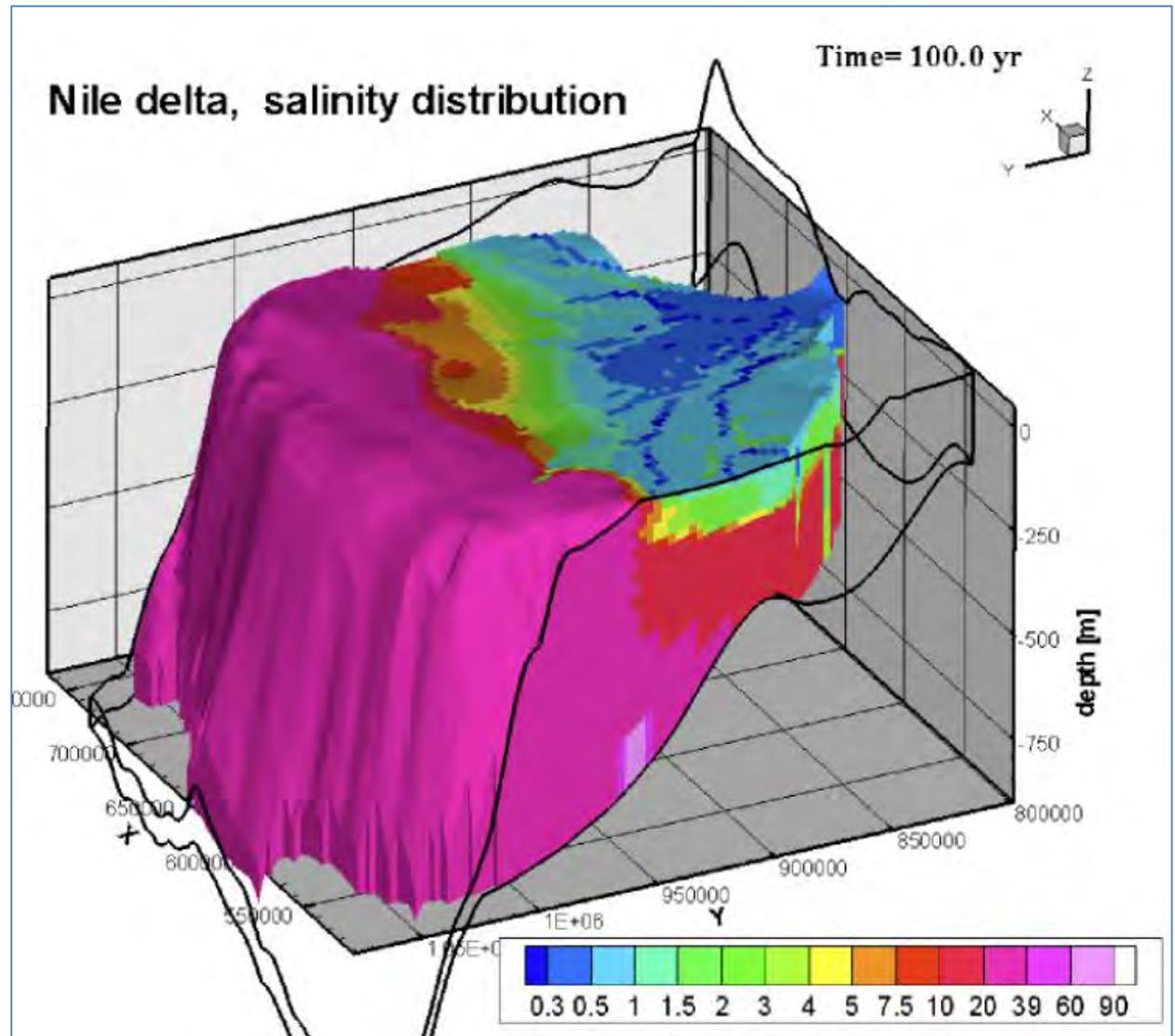


GwModelle



Weg-Zeit-Verhalten der GwStrömung (3 D)

Beispiel:
Grundwasser-Oberflächenwasser Interaktionen



Zusammenfassung



Vortrag versteht sich als praxisorientierter Extrakt hydrogeologischer Methoden

Aufbauend auf der möglichst guten Kenntnis des geologischen Untergrundaufbaus bilden hydrogeologische Erkundungsergebnisse die Grundlage für das Systemverständnis (u. a. GwFließgeschehen, GwEinzugsgebiet, langfristig nutzbares GwDargebot)

Hydrogeologische Untersuchungen und Auswertungen liefern Eingangsdaten für weitere Untersuchungen / Aktivitäten (z. B. GwModelle, GwBewirtschaftung, Maßnahmenentwicklung)

Dynamische Prozesse: die meisten Eingangsgrößen unterliegen stetigem Wandel

Auch als „statisch“ angesehene Randbedingungen“ (Geologie) ändern sich mit dem Erkundungs- (Bohrungen) bzw. Erkenntnis- und Interpretationsstand



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

KS Geologie / Hydrogeologie
Heidbrink 11 ▪ 31655 Stadthagen, OT Reinsen
eMail: knut-struckmeyer@t-online.de
mobil: 0174-1511333

