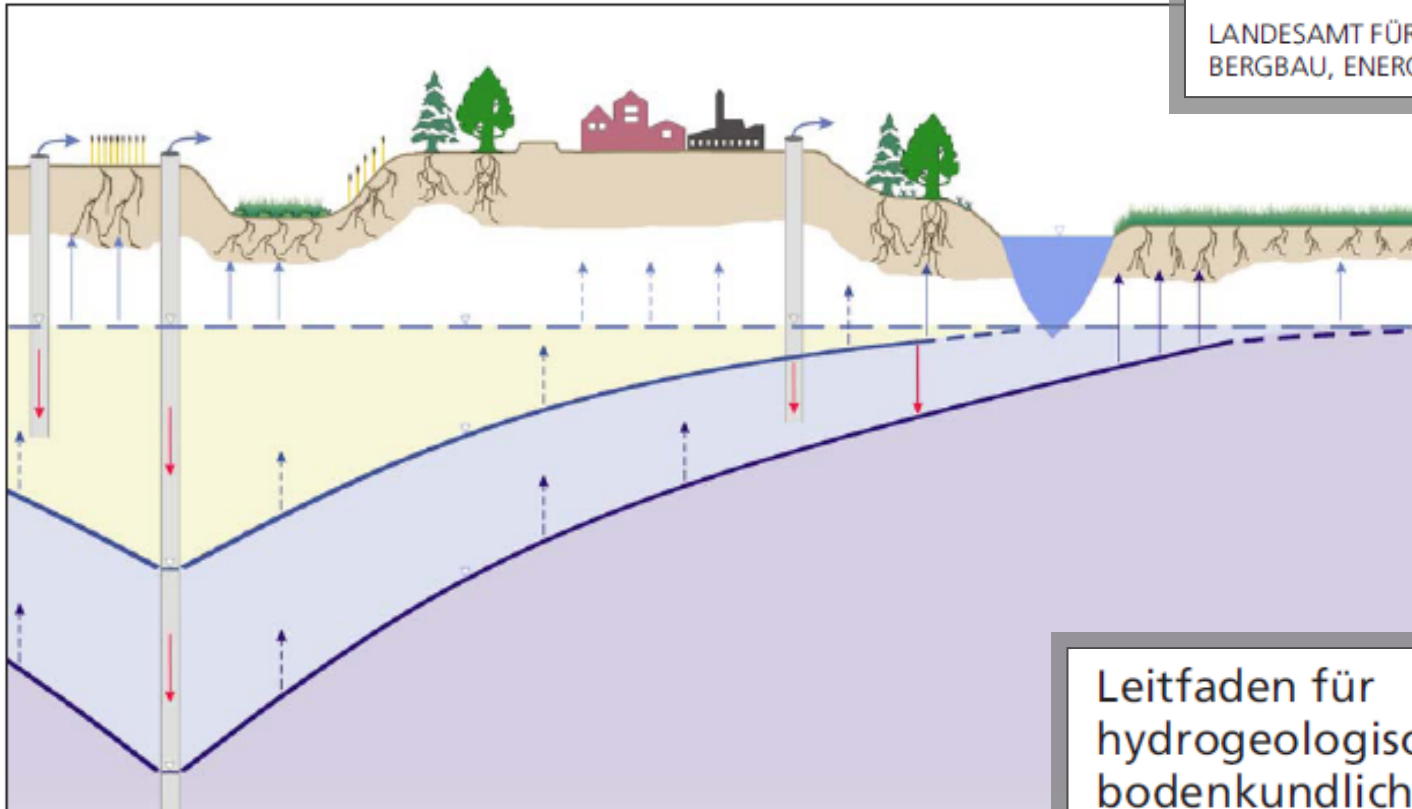


GeoBerichte 15

LANDESAMT FÜR
BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE



Leitfaden für
hydrogeologische und
bodenkundliche Fachgutachten
bei Wasserrechtsverfahren
in Niedersachsen

Grundwasserentnahmen können Auswirkungen auf den Wasser- und Naturhaushalt, sowie auf Nutzungen Dritter haben

- Art und Umfang entnahmebedingter Auswirkungen müssen untersucht und bewertet werden: i.d.R. hydrogeologisch und bodenkundlich
- Verschiedene „Geofakten“ des LBEG sollten leichter nutzbar und zusammengefasst dargestellt werden, aber nicht ersetzt werden

Ziel:

- o Harmonisierung der Bearbeitungsinhalte und Bewertungsmaßstäbe
- o Beschleunigung und Effektivierung der Bewertung innerhalb des Verfahrens

Anwender und Anwendungsbereich des Leitfadens

- Genehmigungsbehörden / Antragsteller / Gutachter
- **Grundwasserentnahmen**, bei denen eine Beteiligung des LBEG als Teil des Gewässerkundlichen Landesdienstes in der Regel vorgesehen ist:
 - Entnahmemengen > 250 000 m³/a im Lockergestein bzw.
> 100 000 m³/a im Festgestein
 - Wenn vertiefte geowissenschaftliche Kenntnisse erforderlich sind

Intention:

- Hilfestellung bei der Festlegung der fachlichen Anforderungen an Wasserrechtsanträge im Hinblick auf deren Umfang und Inhalt
- Landesweit einheitliche Vorgehensweise bei der Erstellung und Bewertung von Fachgutachten sicherstellen
- Kriterien benennen, die das LBEG bei der Prüfung und Bewertung eines Fachgutachtens zu einem Wasserrechtsantrag zugrunde legt.

Autoren

Dr. Hans Eckl

&

Dr. Farhad Raissi

unter Mitwirkung von

**Katrin Damm • Jochen Goens • Dr. Michael Heinisch • Dr. Kurt-Heiner Krieger
• Dr. Johannes Müller • Dr. Udo Müller • Andree Weustink**

Inhalt des Leitfadens

- 1 **Veranlassung und Zielsetzung**
- 2 **Gesetzliche Grundlagen**
- 3 **Hinweise zum Verfahrensablauf**
- 4 **Hydrogeologisches Gutachten**
- 5 **Bodenkundliches Gutachten**
- 6 **Dokumentation der Ergebnisse**
- 7 **Beweisführung / Beweissicherung**
- 8 **Basisinformation / Datengrundlage**
- 9 **Literatur**
- 10 **Anhang:**
 - Hydrogeologische Räume und hydrostratigrafische Einheiten
 - Bodenregionen und Bodengesellschaften
 - Glossar
 - Abkürzungen

Verfahrensablauf

Vorfeld der Antragstellung
– Beratungsgespräch,
– gegebenenfalls Vorprüfung der Fachgutachten durch die Fachbehörden.



GLD / **LBEG** Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie



Antragstellung bei der Unteren Wasserbehörde



Prüfung der Unterlagen durch die Untere Wasserbehörde
– auf Vollständigkeit und
– auf Erfüllung der rechtlichen und fachtechnischen Anforderungen.



Gegebenenfalls fachbehördliche Prüfung
– durch den Gewässerkundlichen Landesdienst (NLWKN, LBEG),
– sonstige Behörden.



GLD / **LBEG** Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie



Gegebenenfalls Beteiligung der Öffentlichkeit (Verbände etc.) mit Anhörungstermin.



Abschließende Prüfung, Abstimmung und Entscheidung durch die Untere Wasserbehörde

als
geowissenschaftliche
Fachbehörde

- **Beschleunigte und effizientere Bewertung**
- **Sicherung der eigenen Bearbeitungsqualität**
- **Nachbearbeitbarkeit im Verlauf des Verfahrens**

- **Daten zu Bohrungen, Brunnen und Grundwassermessstellen** SEP3-Format
- **Einzugsgebiet** ArcView®-/ArcGis®
- **Grundwassergleichenpläne** ArcView®-/ArcGis®
- **Reichweite und Höhe der Absenkung** ArcView®-/ArcGis®
- **Flurabstandskarten** ArcView®-/ArcGis®
- **Hydrogeologische Schnitte** TIF/GEODIN®
- **Analysendaten** DB
- **Wasserstandsdaten** DB



Leitfaden für hydrogeologische und bodenkundliche Fachgutachten bei Wasserrechtsverfahren in Niedersachsen

– Anforderungen an das hydrogeologische Gutachten –

Dr. Hans Eckl

Inhalt des Leitfadens

- 1 **Veranlassung und Zielsetzung**
- 2 **Gesetzliche Grundlagen**
- 3 **Hinweise zum Verfahrensablauf**
- 4 **Hydrogeologisches Gutachten**
- 5 **Bodenkundliches Gutachten**
- 6 **Dokumentation der Ergebnisse**
- 7 **Beweisführung / Beweissicherung**
- 8 **Basisinformation / Datengrundlage**
- 9 **Literatur**
- 10 **Anhang:**
 - Hydrogeologische Räume und hydrostratigrafische Einheiten
 - Bodenregionen und Bodengesellschaften
 - Glossar
 - Abkürzungen

Kap. 4 Hydrogeologisches Gutachten

4.1 Generelle Hinweise und Anforderungen

4.2 Hinweise für Aufbau und Inhalt eines hydrogeologischen Gutachtens

4.3 Abgrenzung von Einzugs- und Absenkungsgebieten im Lockergestein

4.4 Abgrenzung von Einzugs- und Absenkungsgebieten im Festgestein

4.5 Anforderungen bei Grundwasserentnahmen für die Feldberegnung

**4.6 Erweiterung des Wasserrechtsgutachtens zur Verwendung im
Wasserschutzgebietsverfahren**

Kap. 4 Hydrogeologisches Gutachten



4.1 Generelle Hinweise und Anforderungen

4.2 Hinweise für Aufbau und Inhalt eines hydrogeologischen Gutachtens

4.3 Abgrenzung von Einzugs- und Absenkungsgebieten im Lockergestein

4.4 Abgrenzung von Einzugs- und Absenkungsgebieten im Festgestein

4.5 Anforderungen bei Grundwasserentnahmen für die Feldberegnung

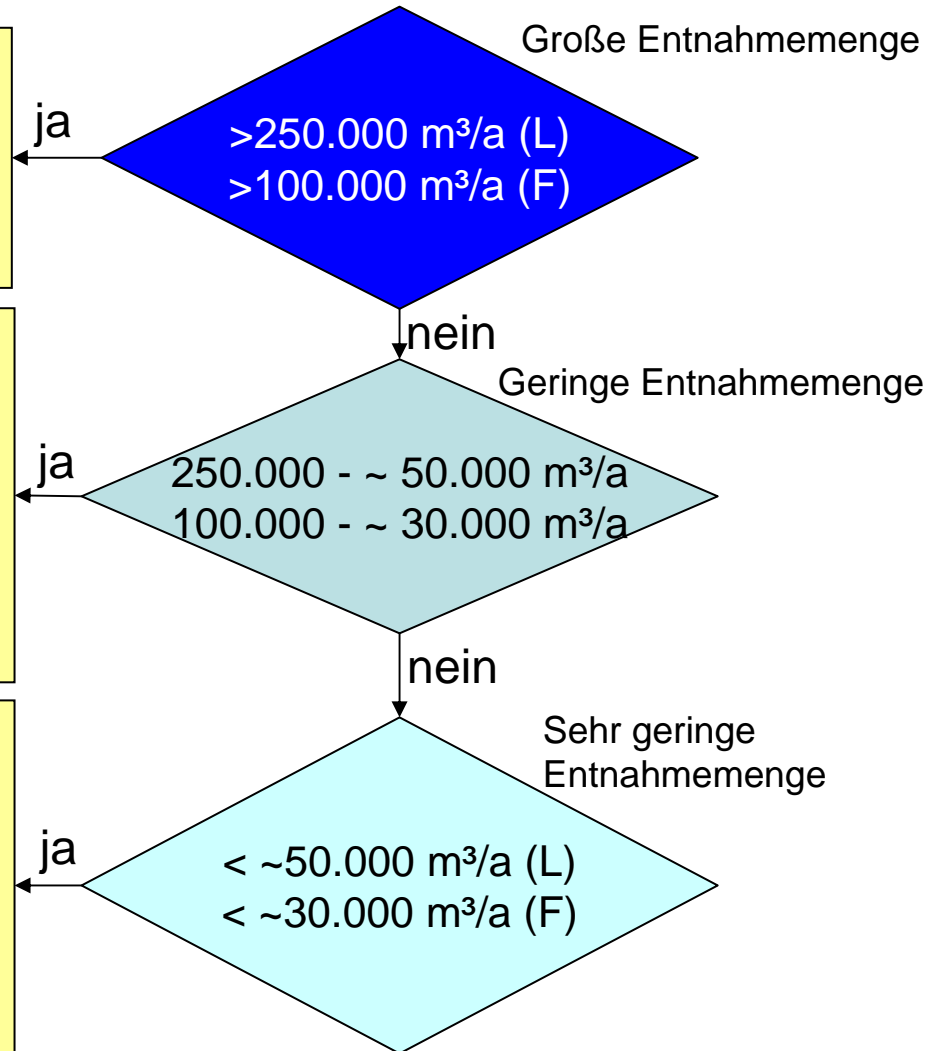
**4.6 Erweiterung des Wasserrechtsgutachtens zur Verwendung im
Wasserschutzgebietsverfahren**

Anforderungen in Abhängigkeit von der Entnahmemenge

- Beteiligung LBEG als Teil des GLD.
- Hydrogeologisches Gutachten gem. Empfehlungen im Leitfaden.
- Abstimmung vor Beantragung u.a. mit LBEG

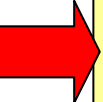
- Beteiligung des LBEG als Teil des GLD bei komplexen hydrogeologischen Verhältnissen möglich.
- Fachliche Anforderungen abhängig von den Standortverhältnissen und den zu erwartenden Auswirkungen.
- Antragsberatung durch UWB, evt. mit LBEG

- Beteiligung des LBEG i.d.R. nicht erforderlich.
- Fachliche Anforderungen stark reduziert (Mindestangaben: z. B. Antragsmenge, Brunnenlage, Schichtenverzeichnis, Ausbaudaten, Wasserstandsmessungen, Einzugsgeb.)
- Antragsberatung durch UWB



Kap. 4 Hydrogeologisches Gutachten

4.1 Generelle Hinweise und Anforderungen

 **4.2 Hinweise für Aufbau und Inhalt eines hydrogeologischen Gutachtens**

4.3 Abgrenzung von Einzugs- und Absenkungsgebieten im Lockergestein

4.4 Abgrenzung von Einzugs- und Absenkungsgebieten im Festgestein

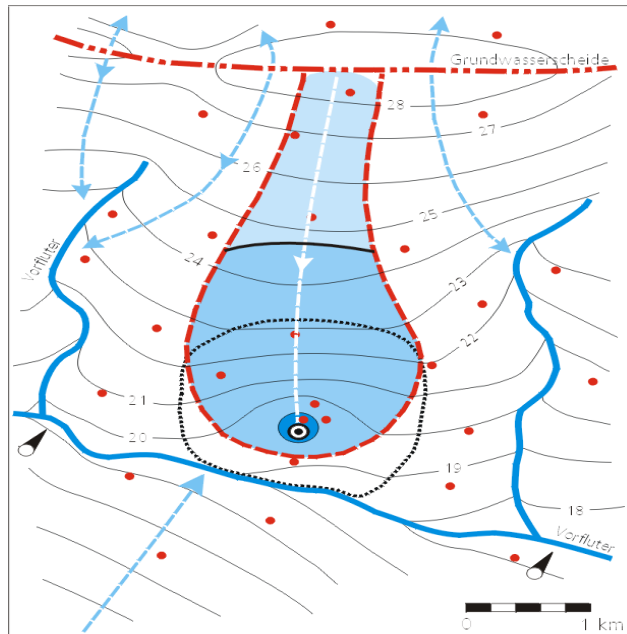
4.5 Anforderungen bei Grundwasserentnahmen für die Feldberegnung

**4.6 Erweiterung des Wasserrechtsgutachtens zur Verwendung im
Wasserschutzgebietsverfahren**

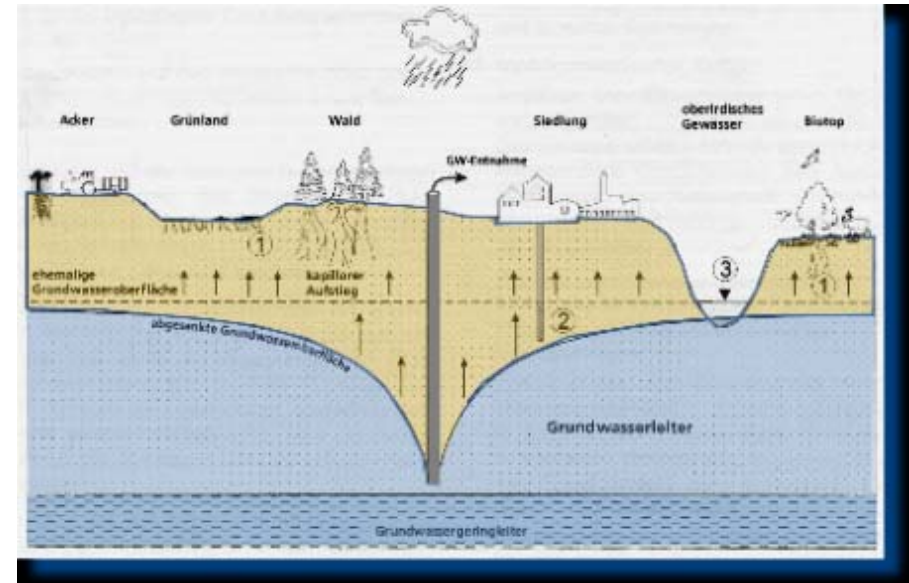
Aufbau und Inhalt eines hydrogeologischen Gutachtens

Die beiden zentralen Fragen, die ein hydrogeologisches Gutachten beantworten sollte:

Verfügbarkeit der beantragten Menge ?

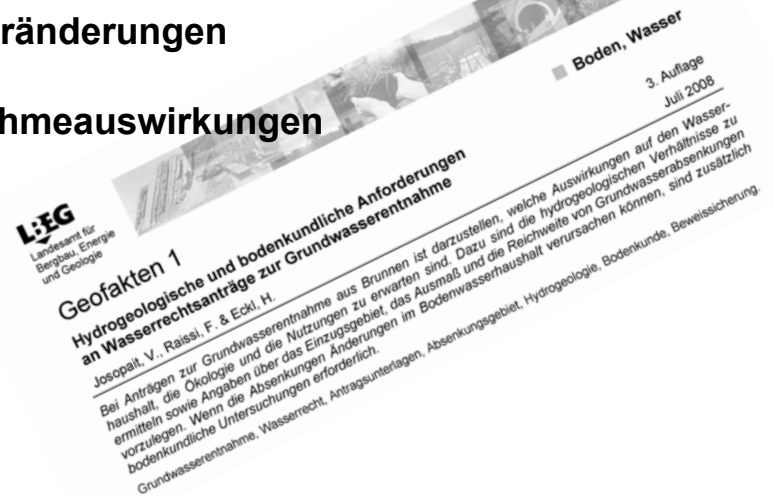


Entnahmebedingte Auswirkungen ?

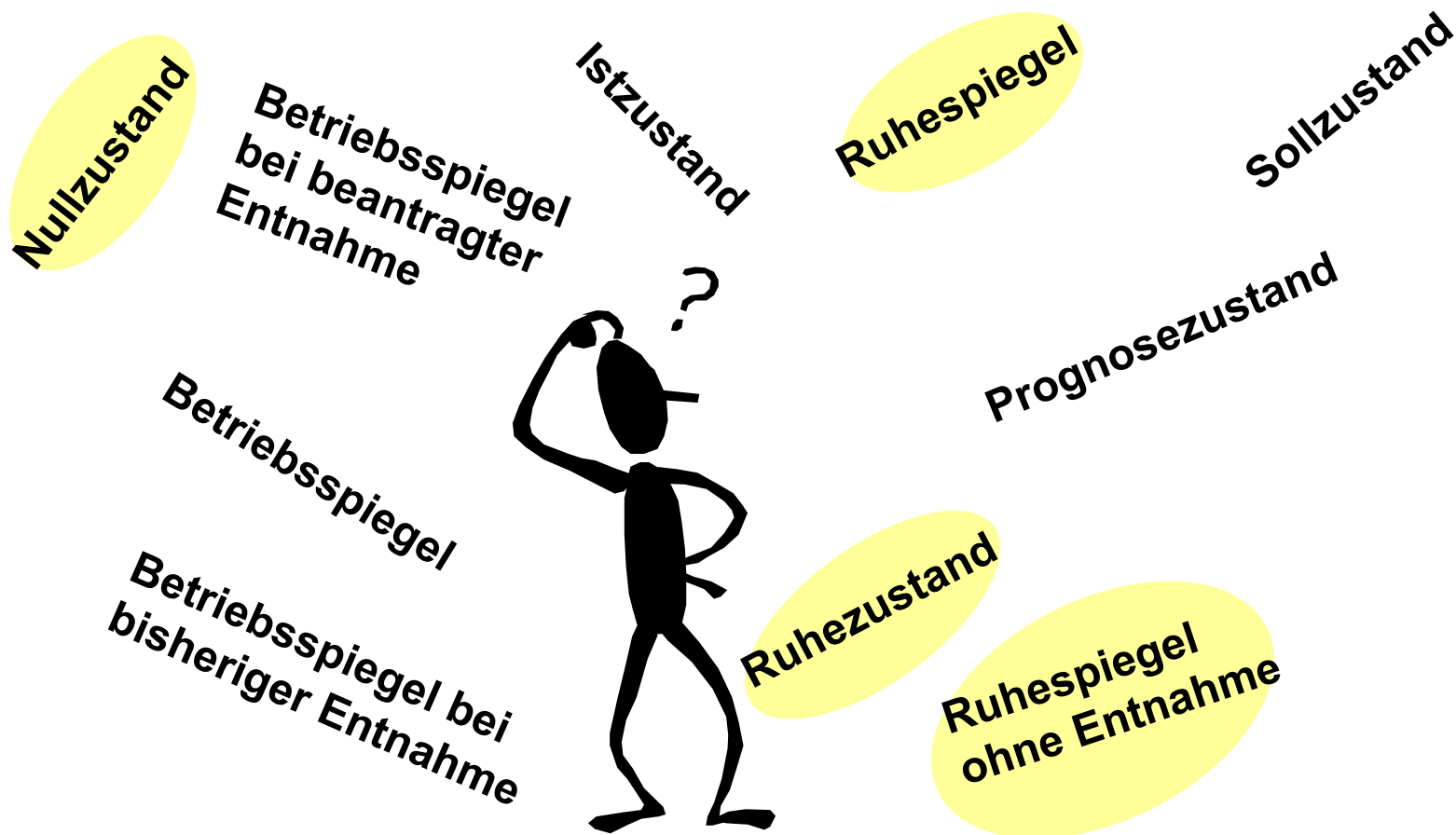


Aufbau eines hydrogeologischen Gutachtens

1. Allgemeine Angaben
2. Hydrologische, morphologische, klimatische und geologische Verhältnisse
3. Hydrogeologischer Aufbau
4. Grundwasserstand und Grundwasserbewegung in den relevanten Stockwerken, Prognose der entnahmebedingten Veränderungen
.... Grundwassergleichenpläne für den **Nullzustand** (ohne Entnahme) und für den **Istzustand (bei wirksamer tatsächlicher Entnahme)** sowie für den **Prognosezustand** (bei beantragter Entnahme)
5. Grundwasserbeschaffenheit und mögliche Änderungen durch die Grundwasserentnahme
6. Grundwasserhaushalt und entnahmebedingte Veränderungen
7. Zusammenfassende Bewertung möglicher Entnahmeauswirkungen
8. Konzept für die Grundwasserbeweissicherung



Nullzustand - Prognosezustand - Istzustand



Nullzustand - Prognosezustand - Istzustand

Nullzustand

=

GW-Stand ohne Entnahme

Erstentnahme:

Grundwasserstand vor Beginn der Entnahme

Folgeentnahme:

Grundwasserstand nach Einstellung der Entnahme (Wasserstände bei den aktuellen Standortgegebenheiten)

Frühere Bezeichnungen:

- Ruhezustand
- Ruhespiegel

Prognosezustand

=

Erwarteter GW-Stand bei beantragter Entnahme

Vergleich Prognosezustand zu Nullzustand als Grundlage für Bewertung der Auswirkungen auf private Nutzungen

Frühere Bezeichnungen:

- Betriebsspiegel bei beantragter Entnahme
- Sollzustand

Istzustand

=

GW-Stand bei wirksamer tatsächlicher Entnahmemenge

z. B. entsprechend dem arithmetischen Mittel der tatsächlichen Entnahmemengen in den letzten zehn Jahren.

Vergleich Istzustand zu Prognosezustand (bei Folgeantrag) als Grundlage für naturschutzfachliche Bewertung

Frühere Bezeichnung:

Betriebsspiegel bei bisheriger Entnahme

Kap. 4 Hydrogeologisches Gutachten

4.1 Generelle Hinweise und Anforderungen

4.2 Hinweise für Aufbau und Inhalt eines hydrogeologischen Gutachtens

4.3 Abgrenzung von Einzugs- und Absenkungsgebieten im Lockergestein

4.4 Abgrenzung von Einzugs- und Absenkungsgebieten im Festgestein

4.5 Anforderungen bei Grundwasserentnahmen für die Feldberegnung

**4.6 Erweiterung des Wasserrechtsgutachtens zur Verwendung im
Wasserschutzgebietsverfahren**

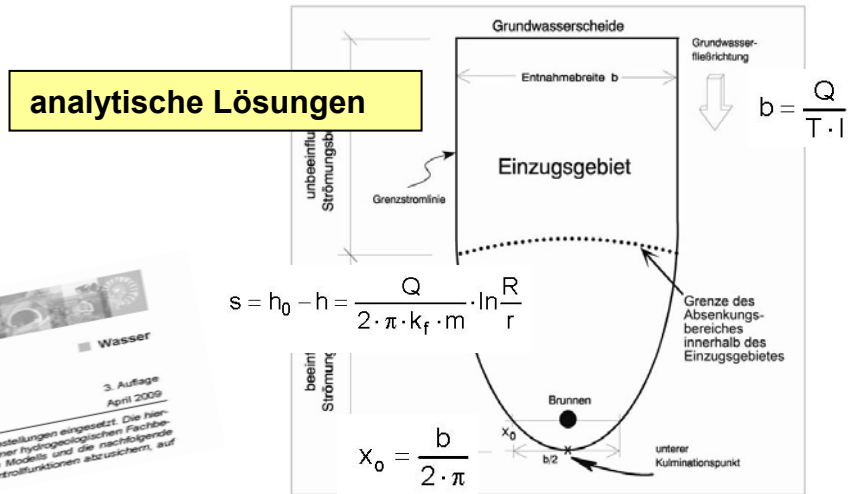
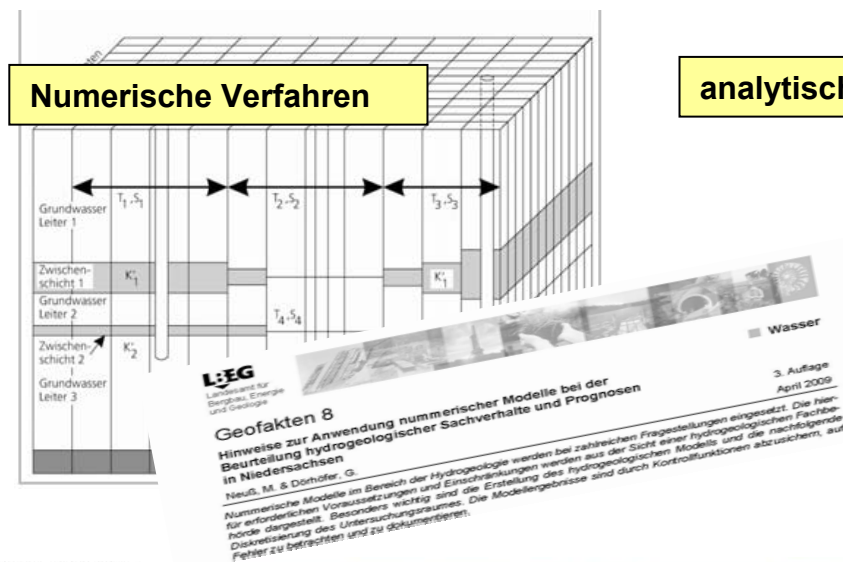
Abgrenzung von Einzugs- und Absenkungsgebieten im Lockergestein

Grundlagen:

- Mittlere Entnahmemenge = beantragte Jahresentnahmemenge,
- Mittlere jährliche GW-Neubildungsrate

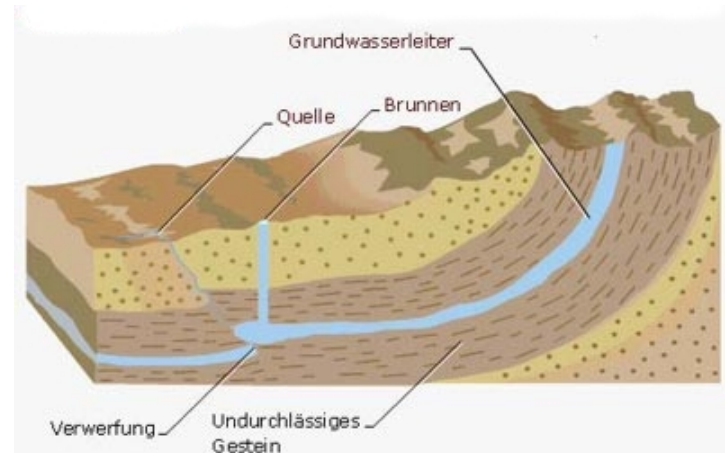
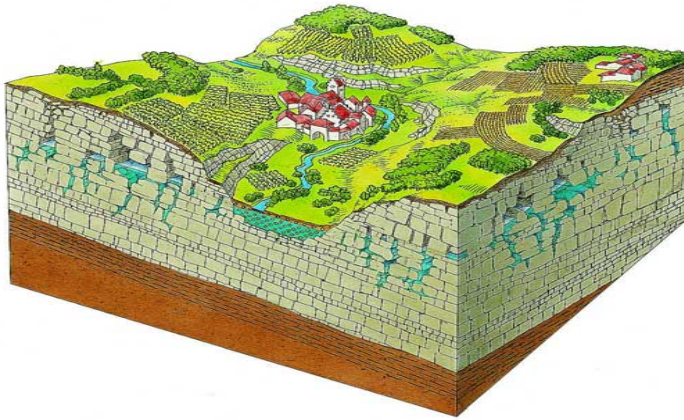
Methoden:

- GW-Gleichenverfahren (Konstruktion aus einem GW-Gleichenplan, z.B. bei Ermittlung der Einzugsgebietsgrenze mittels Pumpversuchen),
- Rechnerische Verfahren



Abgrenzung von Einzugs- und Absenkungsgebieten im Festgestein

Festgestein: Meist Kluft- oder Karstgrundwasserleiter mit komplexen GW-Fließverhältnissen.
Folge: Genauigkeiten bei der Abgrenzung wie in Lockergesteinen in der Regel nicht erreichbar,



Einzugsgebiet: Näherungsweise Abgrenzung i. d. R. nach geologischen-hydrogeologischen und morphologischen Kriterien.

Absenkungsgebiet:

- Häufig natürliche Flurabstände > 5 m, d.h. keine entnahmebedingten Auswirkungen zu erwarten.
- Abschätzung des Absenkungsverhaltens durch analytische Ansätze.
- GW-Messstellen z.B. zur Absicherung der analytischen Ergebnisse bei bedeutenden Entnahmemengen ($> 100.000 \text{ m}^3/\text{a}$) oder bei zu erwartenden erheblichen Gefährdungen anderer Nutzungen.

Kap. 4 Hydrogeologisches Gutachten

4.1 Generelle Hinweise und Anforderungen

4.2 Hinweise für Aufbau und Inhalt eines hydrogeologischen Gutachtens

4.3 Abgrenzung von Einzugs- und Absenkungsgebieten im Lockergestein

4.4 Abgrenzung von Einzugs- und Absenkungsgebieten im Festgestein

4.5 Anforderungen bei Grundwasserentnahmen für die Feldberegnung

**4.6 Erweiterung des Wasserrechtsgutachtens zur Verwendung im
Wasserschutzgebietsverfahren**

Anforderungen bei Grundwasserentnahmen für die Feldberegnung



Geofakten 3

■ Boden, Wasser

Hydrogeologische und bodenkundliche Anforderungen an Anträge zur Grundwasserentnahme für die Feldberegnung

2. Auflage

Josopait, V., Raissi, F. & Müller, U.

Juli 2008

Bei Grundwasserentnahmen für die Feldberegnung sind in der Regel die Anforderungen an Wasserrechtsanträge zu beachten. Es ist darzustellen, ob Auswirkungen der Entnahme auf Wasserhaushalt, Ökologie und Nutzungen möglich sind. Wenn nachteilige Auswirkungen nicht auszuschließen sind, ist ein hydrogeologisches Gutachten vorzulegen. Bei möglichen Änderungen im Bodenwasserhaushalt sowie zur Abschätzung der Beregnungsbedürftigkeit sind bodenkundliche Untersuchungen erforderlich.

Grundwasserentnahme, Feldberegnung, Absenkungsbereich, Beregnungsbedürftigkeit, Beregnungssteuerung, Hydrogeologie, Bodenkunde.

Grundsätzlich sind die Anforderungen an Wasserrechtsanträge bei Grundwasserentnahmen zu beachten und die entnahmebedingten Auswirkungen darzustellen.

Summenwirkung kleiner Entnahmen:

Hohe Brunnendichte in einzelnen Beregnungsgebieten



Starke Beanspruchung des genutzten GW-Vorkommens möglich, daher umfassender Antrag einschl. Fachgutachten z.B. durch den Beregnungsverband zu erstellen.

Darstellung der Gesamtheit der Auswirkungen.

Kap. 4 Hydrogeologisches Gutachten

4.1 Generelle Hinweise und Anforderungen

4.2 Hinweise für Aufbau und Inhalt eines hydrogeologischen Gutachtens

4.3 Abgrenzung von Einzugs- und Absenkungsgebieten im Lockergestein

4.4 Abgrenzung von Einzugs- und Absenkungsgebieten im Festgestein

4.5 Anforderungen bei Grundwasserentnahmen für die Feldberegnung

4.6 Erweiterung des Wasserrechtsgutachtens zur Verwendung im Wasserschutzgebietsverfahren

Erweiterung des Wasserrechtsgutachtens zur Verwendung im Wasserschutzgebietsverfahren

EIN Gutachten für Wasserrechtsantrag + Wasserschutzgebietsantrag

Was ist zu beachten bei einem „Gutachten plus“ ?

- Anforderungen an die Genauigkeit der Abgrenzung des Einzugsgebietes höher als im Wasserrechtsverfahren
- Wasserschutzgebiet nicht unbedingt identisch mit dem Einzugsgebiet aus dem Wasserrechtsverfahren
- Schutzzonen sind zu bemessen (Zone I, II, IIIA/B)
- Bewertung des Gefährdungspotentials im Schutzgebiet, Bewertung der Schutzwirkung des Untergrundes etc.

Geofakten 2: „Hydrogeologische und bodenkundliche Anforderungen an Anträge zur Festsetzung von Wasserschutzgebieten für Grundwasser.“

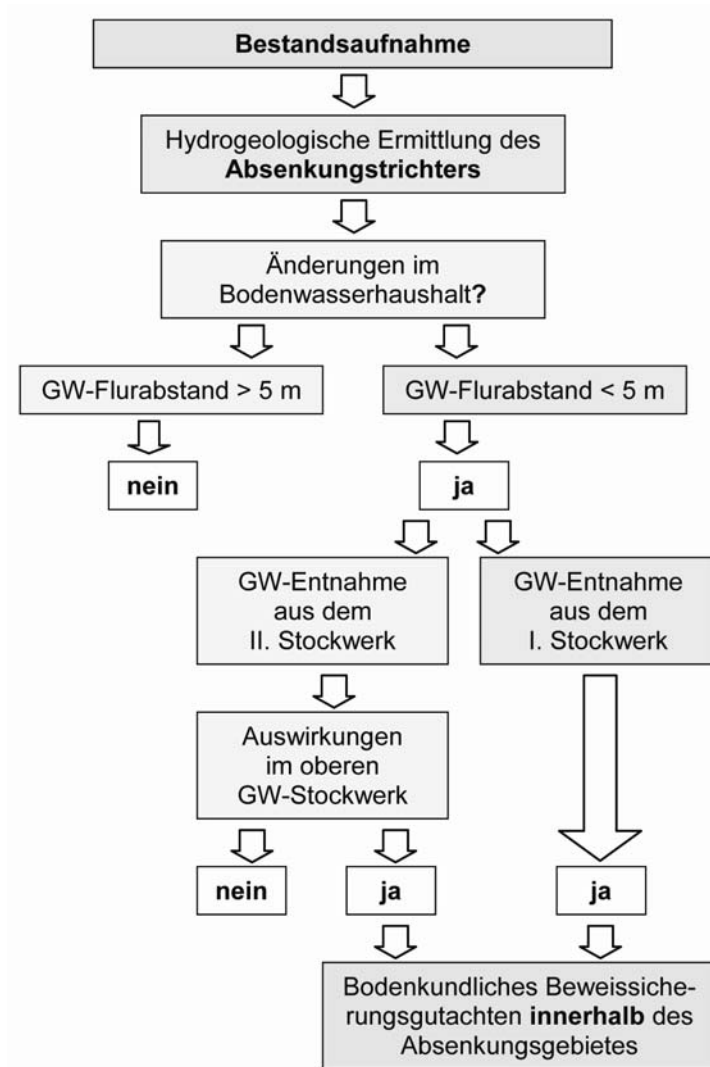


Auswirkungen einer Grundwasserabsenkung auf die Bodennutzung

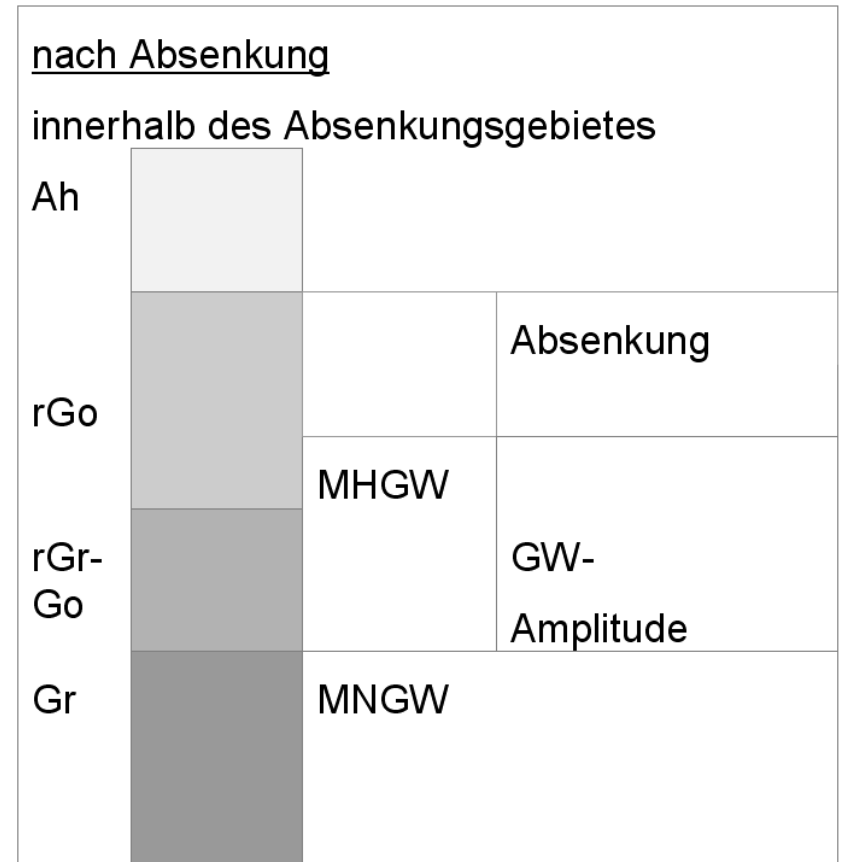
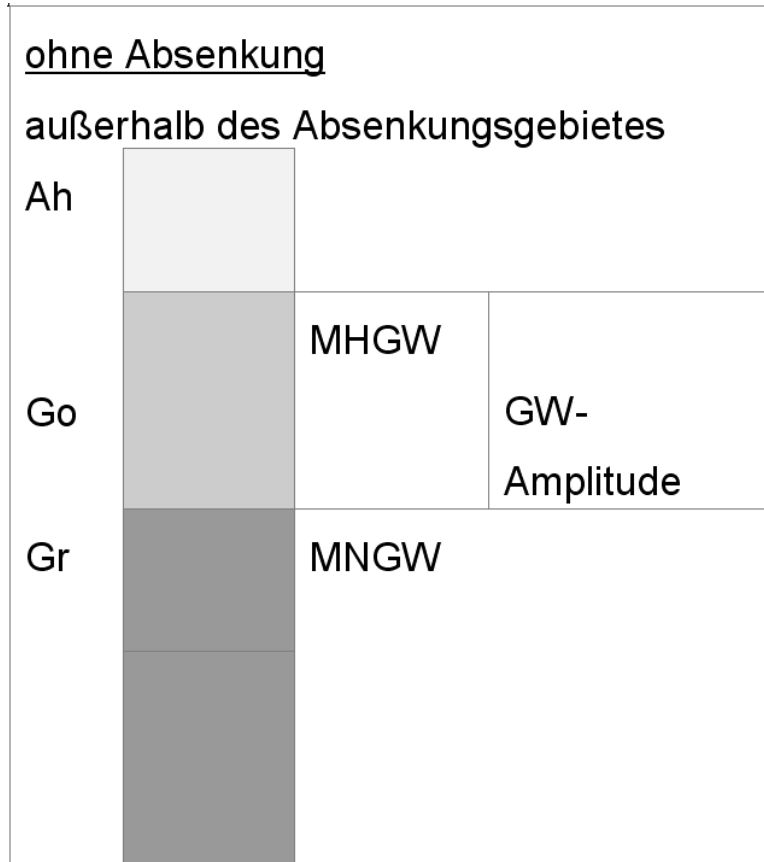
– Anforderungen an das bodenkundliche Gutachten –

Dr. Udo Müller

Anforderungen an das bodenkundliche Gutachten



Auswirkungen einer GW-Absenkung auf einen grundwasserbeeinflussten Boden



Bodenprofile

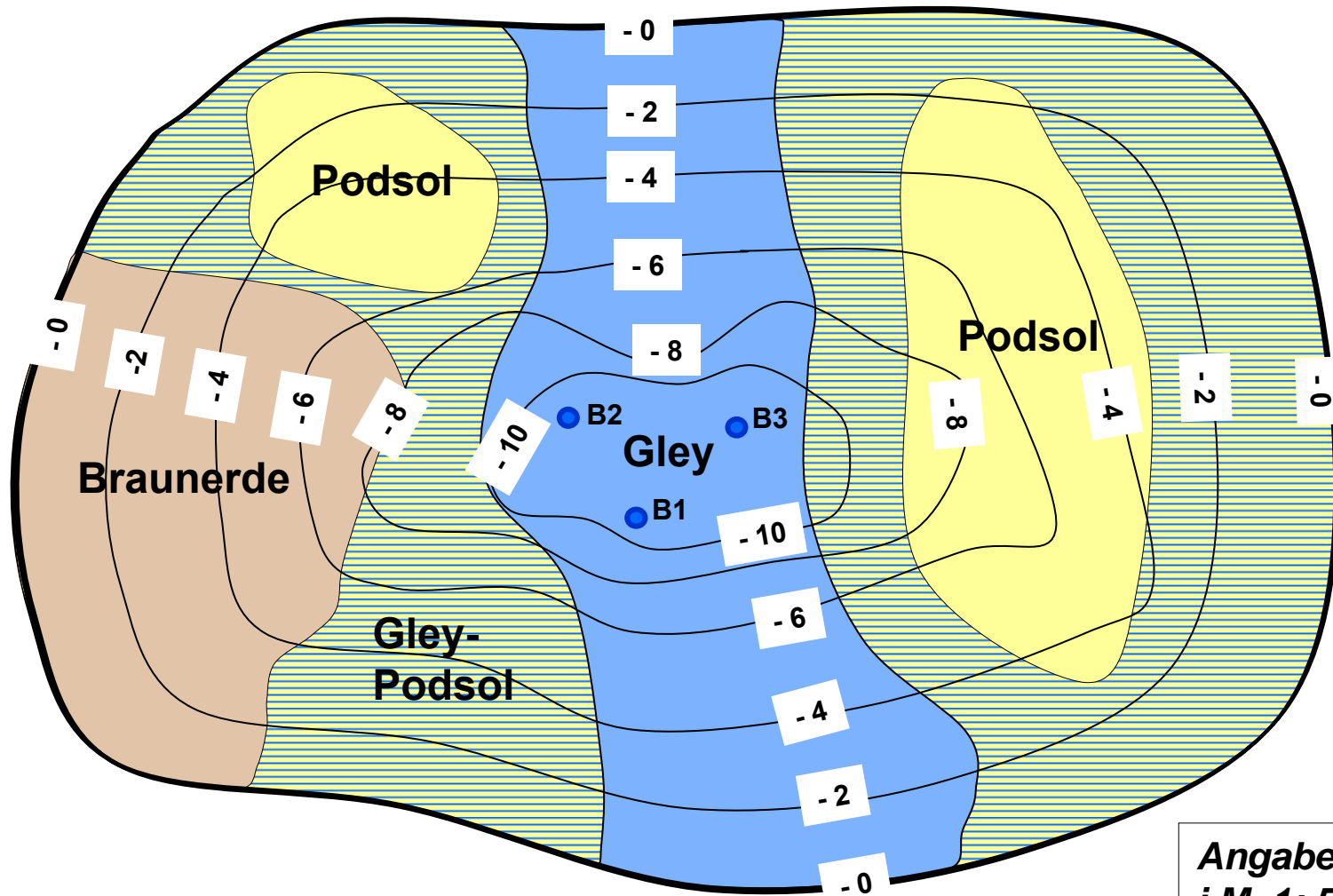


Gley in einem Dünental



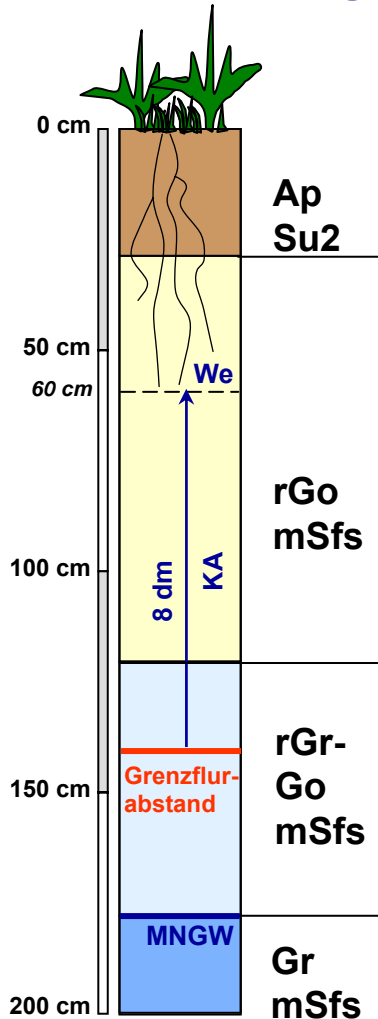
Gley aus
weichselzeitlichem
fluviatilem Sand

Bodenkarte und Absenkungstrichter



Angaben in dm
i.M. 1: 5000

Ermittlung bodenkundlicher Kennwerte: Grenzflurabstand



Definition Grenzflurabstand:

max. Tiefe des MNGW, bis zu der eine für das Pflanzenwachstum noch wirksame Wassermenge kapillar nachgeliefert wird (mind. 0,3 mm/d bei pF 4).

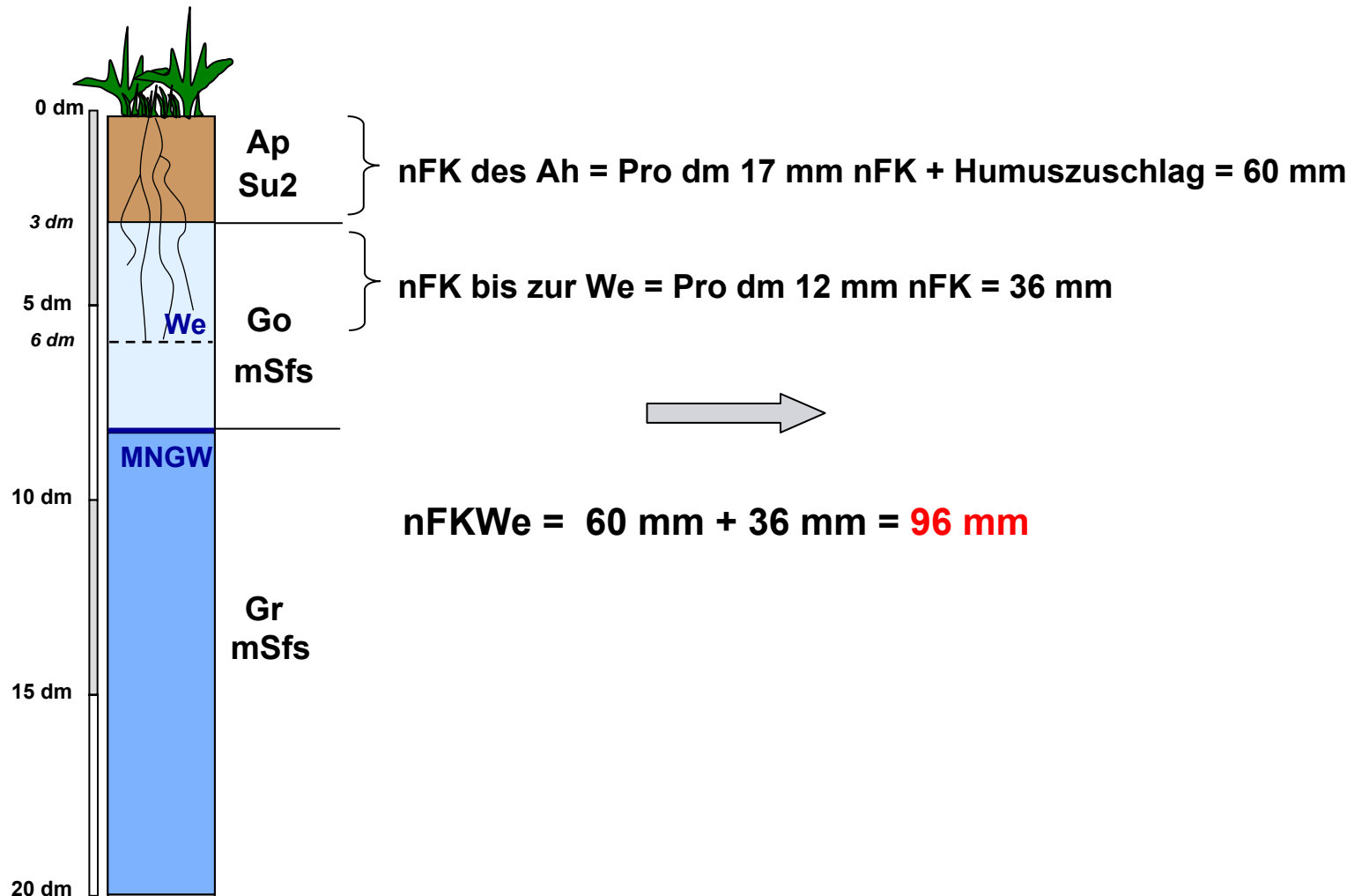
Der Grenzflurabstand dieses Standortes liegt bei 14 dm.

- MNGW = 18 dm
- Abstand MNGW und Untergrenze We = 12 dm

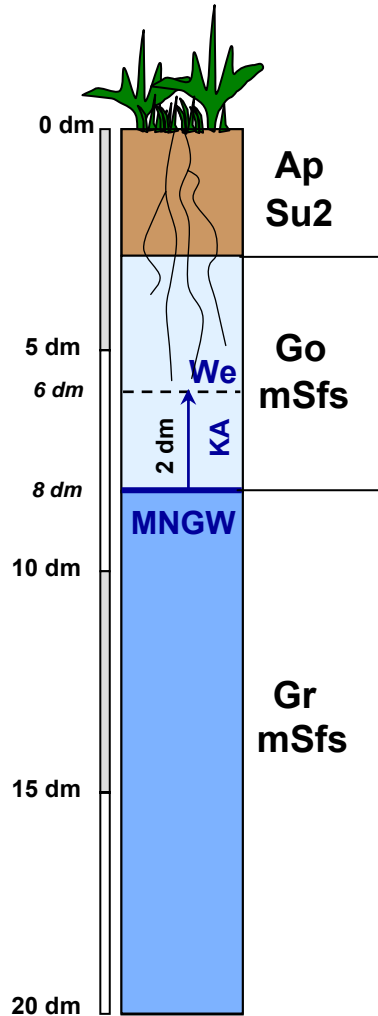
⇒ KR = 0 mm/d

⇒ Eine minimale Wasserversorgung aus dem Grundwasser ist nicht mehr gewährleistet. Die Wasserversorgung der Pflanzen erfolgt ausschließlich aus der nFKWe (Wpfl = nFKWe).

Ermittlung bodenkundlicher Kennwerte für einen Gley aus Sand: nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (nFKWe)



Ermittlung bodenkundlicher Kennwerte: Pflanzenverfügbares Bodenwasser (Wpfl) VOR der GW-Absenkung



Schritt 1: Berechnung Kapillare Aufstiegsrate (KR)

- $We = 6 \text{ dm}$
- $MNGW = 8 \text{ dm}$
- Abstand MNGW und Untergrenze $We = 2 \text{ dm}$

⇒ $KR > 5 \text{ mm/d}$

Schritt 2: Berechnung Kapillare Aufstiegsmenge (KA)

$$KA = KR \times ta$$

- $KR = 5 \text{ mm/d}$
- Dauer des Kapillaren Aufstiegs (für $KR > 5 \text{ mm/d}$) = 60 Tage (ta)

⇒ $KA = 5 \text{ mm/d} \times 60 \text{ d} = 300 \text{ mm}$

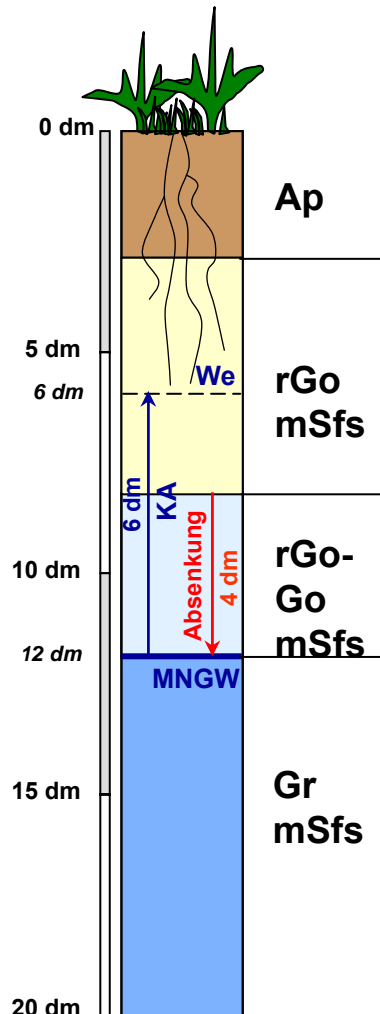
Schritt 3: Berechnung Pflanzenverfügbares Bodenwasser (Wpfl)

$$Wpfl = KA + nFKWe$$

- $nFKWe = 96 \text{ mm}$
- $KA = 300 \text{ mm}$

⇒ $Wpfl = 300 \text{ mm} + 96 \text{ mm} = 396 \text{ mm}$

Ermittlung der bodenkundlichen Kennwerte: Wpfl NACH der GW-Absenkung



Schritt 1: Berechnung Kapillare Aufstiegsrate (KR)

- $We = 6 \text{ dm}$
- $MNGW = 12 \text{ dm}$ (= 4 dm GW-Absenkung)
- Abstand MNGW und Untergrenze $We = 6 \text{ dm}$

⇒ $KR = 1,2 \text{ mm/d}$

Schritt 2: Berechnung Kapillare Aufstiegsmenge (KA)

- $KR = 1,2 \text{ mm/d}$
- Dauer des Kapillaren Aufstiegs = 60 Tage (t_a)

⇒ $KA = 1,2 \text{ mm/d} \times 60 \text{ d} = 72 \text{ mm}$

Schritt 3: Berechnung Pflanzenverfügbares Bodenwasser (Wpfl)

- $nFKWe = 96 \text{ mm}$
- $KA = 72 \text{ mm}$

⇒ $Wpfl = 72 \text{ mm} + 96 \text{ mm} = 168 \text{ mm}$

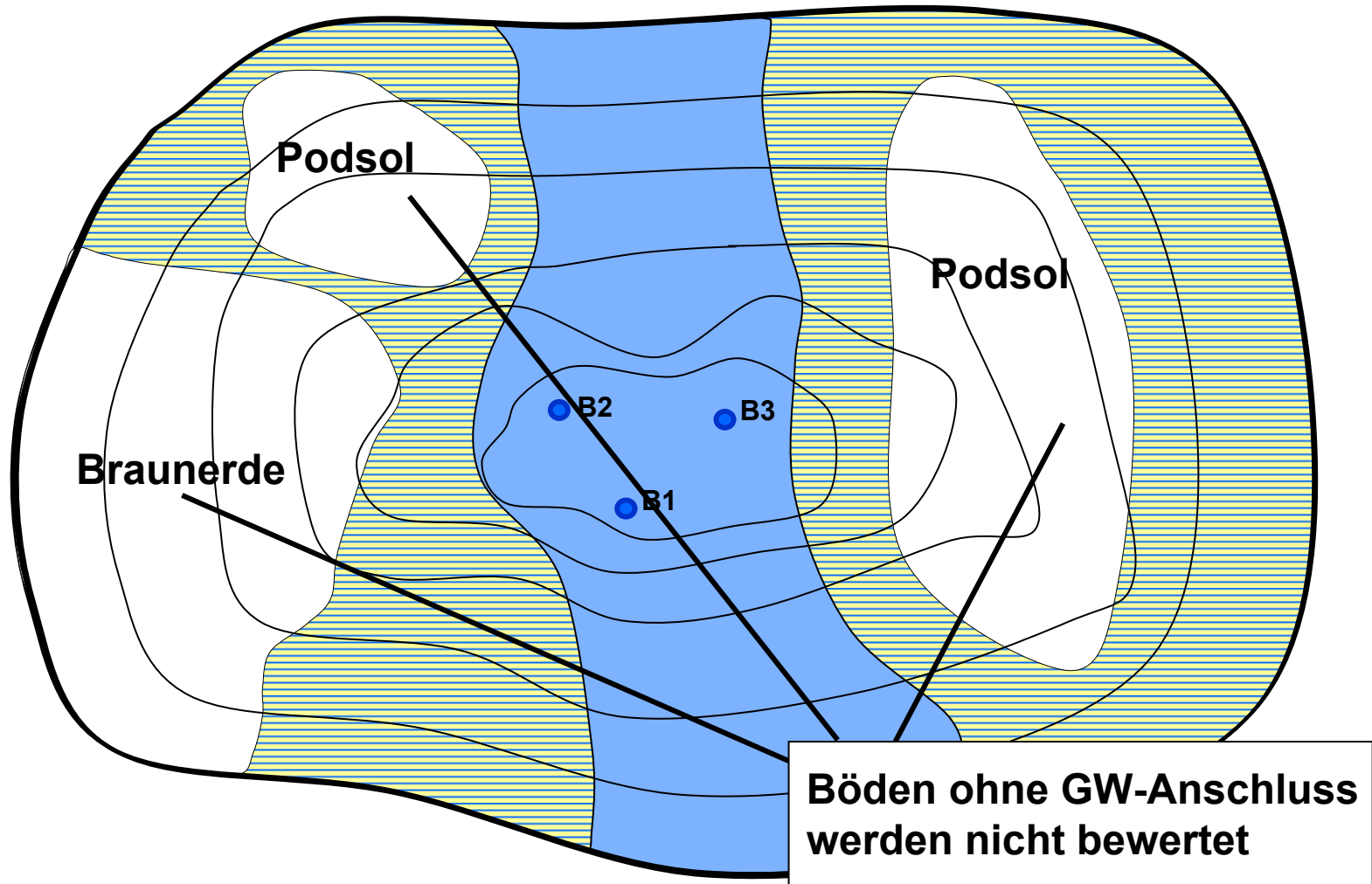
Schritt 4: Berechnung $\Delta Wpfl$

$\Delta Wpfl = Wpfl \text{ (vor der GW-Absenkung)} - Wpfl \text{ (nach der GW-Absenkung)}$

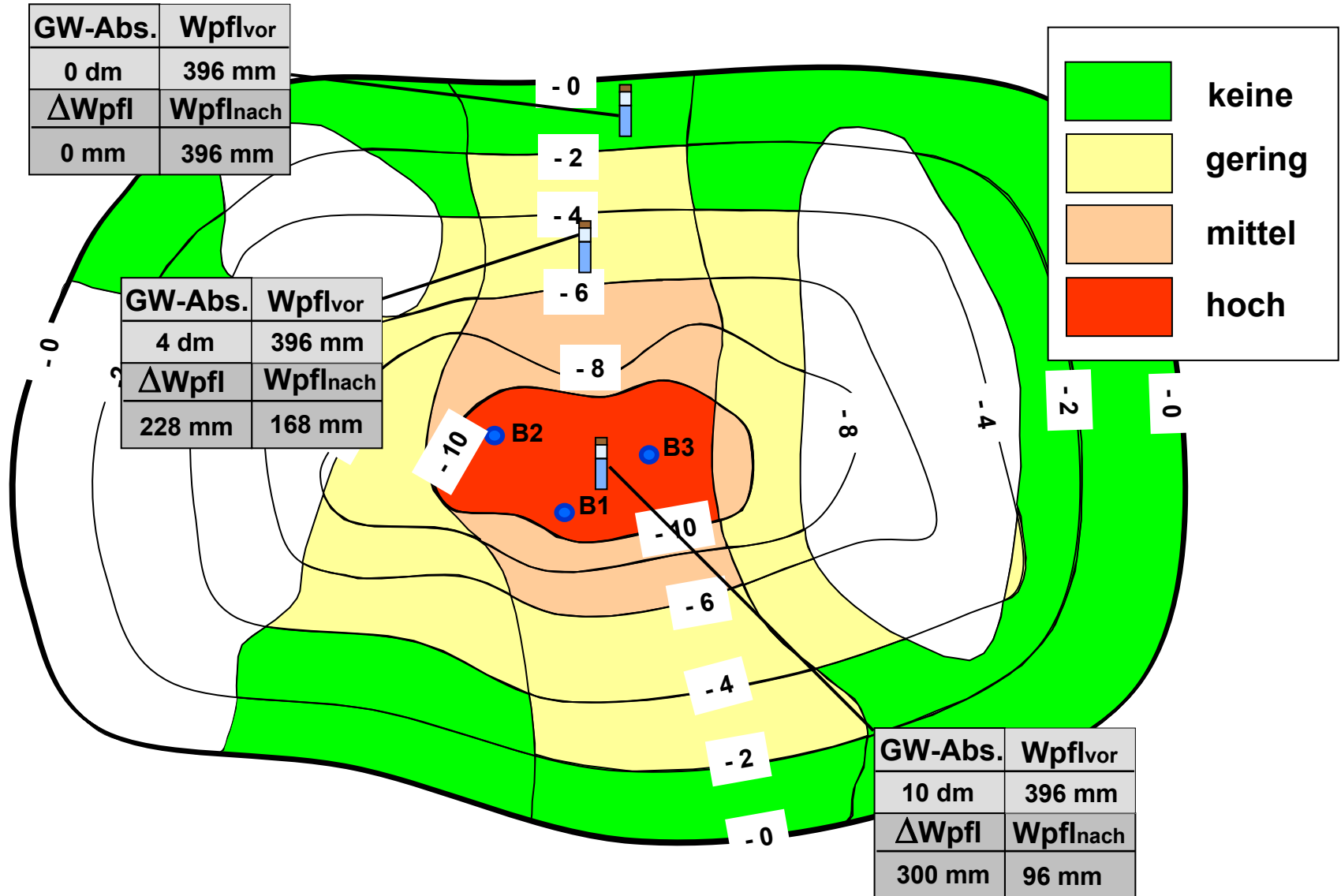
$\Delta Wpfl = 396 \text{ mm} - 168 \text{ mm} = 228 \text{ mm}$

⇒ Nach GW-Absenkung stehen den Pflanzen 228 mm weniger Wasser in der Hauptwachstumszeit zur Verfügung

Ausschlussflächen



Betroffenheit der Flächen



Aussagen zum Bodenwasserhaushalt in Wassergewinnungsgebieten (WGG)

Erforderliche Angaben für die land- und forstwirtschaftliche Beweissicherung		
1	2	3
Bodeneinheit	Horizontierung und Schichtenfolge bis 20 dm Tiefe (Landwirtschaft) bzw. bis 40 dm Tiefe (Forstwirtschaft) [dm]	Effektive Durchwurzelungstiefe (We), max. Wurzeltiefen (Forst) [dm]
4	5	6
Nutzbare Feldkapazität (nFK), bezogen auf We [mm]	Max. kapillare Aufstiegshöhe aus dem Grundwasser [dm]	Grenzflurabstand (Acker, Günland) Schöpftiefe (Forst) [dm]
7	8	9
Mittlere Grundwassertiefstände (MNGW) (aktuell und früher) [dm]	Grundwasseranschluss der Bodennutzung ja / nein	Klimatische Wasserbilanz in der Vegetationszeit, Angabe für Normal- und Trockenjahre [mm]
10	11	12
Bedarf an kapillar aufsteigendem Grundwasser ja / nein	Pflanzenverfügbares Bodenwasser vor der Entnahme (Wpfl) [mm]	Pflanzenverfügbares Bodenwasser nach der Entnahme (Δ Wpfl) [mm]
13	14	15
Möglichkeit der Ertragsbeeinträchtigung von Land- und Forstwirtschaft ja / nein	Erfordernis land- und forstwirtschaftlicher Beweissicherung: ja / nein	Vermutlicher Verursacher der GW-Absenkungen: I = Wasserwerk II = Entwässerung



**Leitfaden für hydrogeologische und bodenkundliche
Fachgutachten bei Wasserrechtsverfahren in Niedersachsen**

Empfehlungen zur Beweissicherung „Hydrogeologischer Belange“

Andree Weustink

Die wasserrechtliche Bewilligung, Erlaubnis



STADT LINGEN (EMS)
DER OBERBÜRGERMEISTER

Stadt Lingen (Ems) - Postfach 20 60 - 49803 Lingen (Ems)

Gegen Empfangsbekanntnis
Wasserverband

Bewilligung zur Entnahme von Grundwasser
durch den Wasserverband

Anlagen: Antragsunterlagen
Durchführungsplan

grundsätzliche Untersuchungspflichten:

- Trinkwasserverordnung (**TVO**, Anlagen 1 - 4)
- Niedersächsisches Wassergesetz (**NWG**), § 147)
- dazu **12. Ausf.Best.** zum NWG
- **DVGW Arbeitsblatt W150** („Leitlinie“)

sowie „Auflagen“ zur:

- Feststellung entnahmebedingter Auswirkungen
- Erstellung von Jahresberichten

Bewilligung

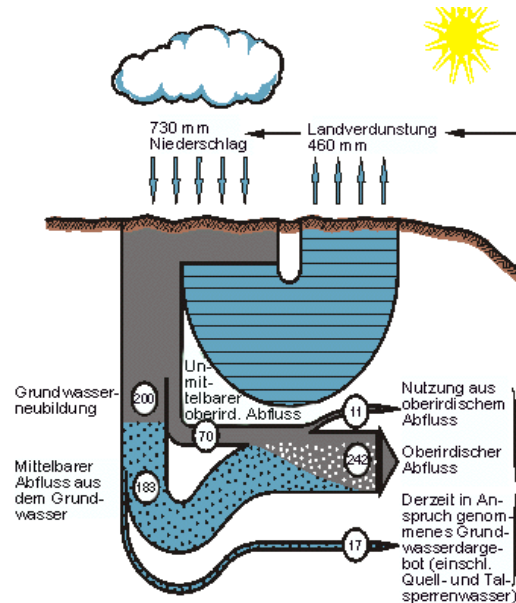
„Durchführungsplan für die
Beweissicherung“ (s. § 30 NWG, Abs.1)

Auswirkungen bei Grundwasserentnahmen

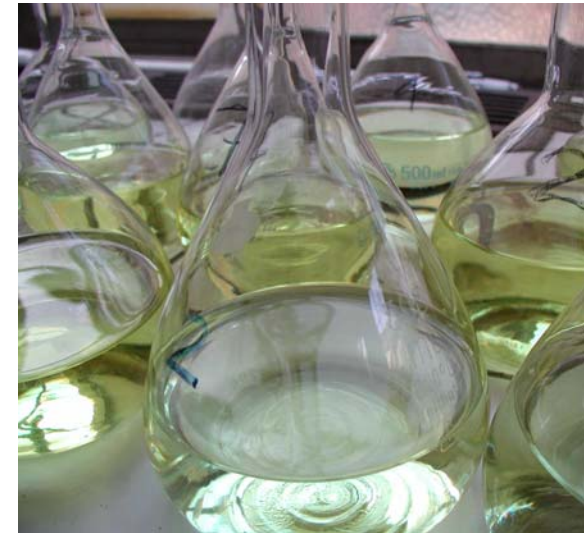
Absenkung des Gw.-Oberfläche



Beeinflussung Wasserhaushalt



Veränderungen der Gw.- Beschaffenheit



- Beeinträchtigung Vegetation
- Forst-, Landwirtschaft
- Setzungen

- Abflussminderung Vorfluter
- Oberflächenwassergüte
- andere Nutzer

- Zunahme Mineralisation
- Verschiebung Salz-/Süßwasser

Beweissicherung

Wasserwirtschaft / Hydrogeologie

Immer erforderlich

- „Basis Beweissicherung“

- Ziel Überwachung quanti- u. qualitativen Zustandes des genutzten Gw. Vorkommens
- Messungen Standrohrspiegel, Entnahmemengen, Wasseranalytik.....
- Auswertungen Tabellen, Diagrammen, Grundwasser-Gleichen- u. -Differenzenpläne

Zusätzlich (bei Beeinträchtigungen)

- „Spezielle Beweissicherung“

- Ziel Ermittlung entnahmebedingter Beeinträchtigungen (Natur u.Landschaft, Vegetation, Gebäude, andere Wassernutzungen..)
- Messungen je nach Fragestellung: wie ökologische Kartierung, Ertragsmessungen, geophysikalische Salz-Süßwasseruntersuchungen, Nachweis von Setzungen
- Auswertungen Darstellung und Bewertung tatsächlicher Beeinträchtigungen

Quelle: DVGW /Josopait 12.09.2000

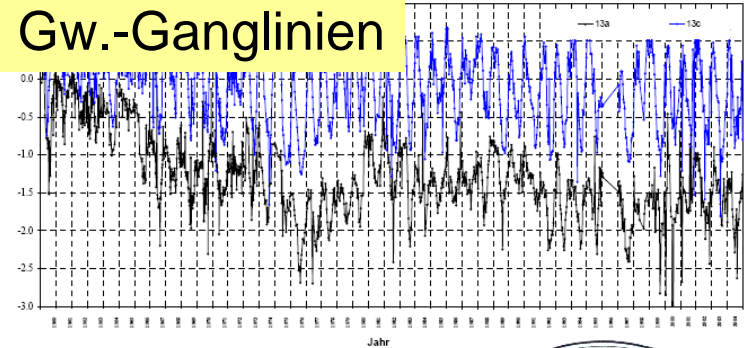
„Basis Beweissicherung“

Hydrologische Grunddaten

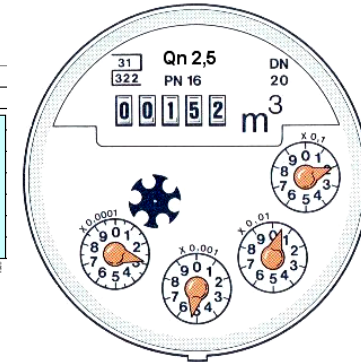
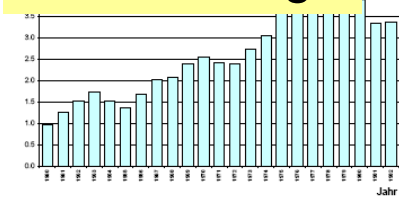
Dokumentation hydrologischer Grunddaten für das Abflussjahr im Gewinnungsgebiet:

- 1. klimatische Bedingungen**
(Niederschlag, natürl. Grundwassergang)
 - 2. Entnahmebedingungen**
(Förderbedingungen, Entnahmemengen, ggf. Infiltrationsmengen)
- dient der Eigen - u. Fremdüberwachung, langfristige Sicherung Wassergewinnung
 - auch erforderlich für künftige wasserrechtliche Entscheidungen

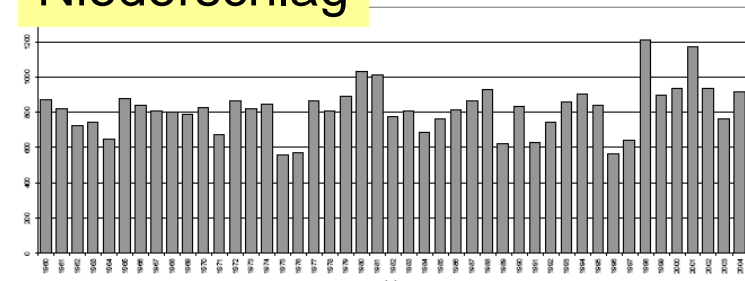
Gw.-Ganglinien



Fördermenge



Niederschlag

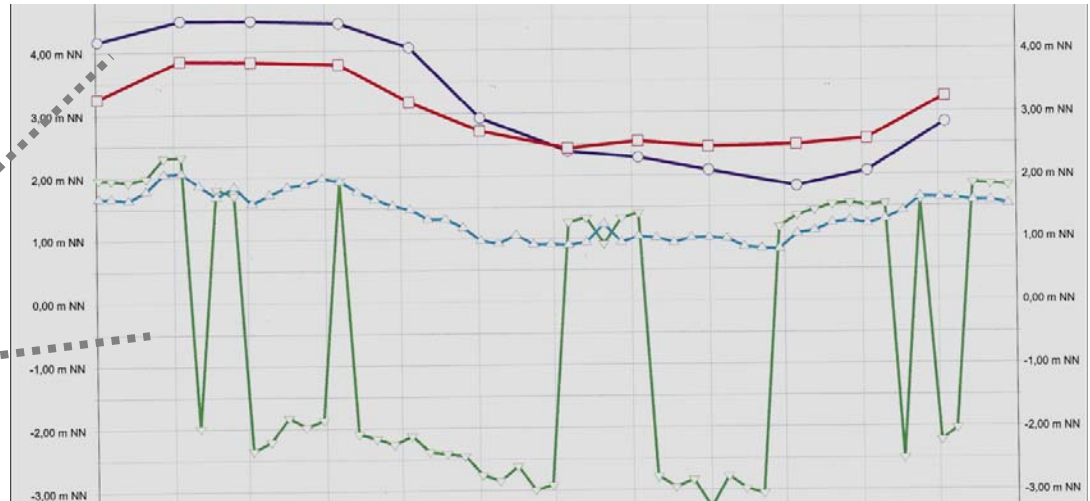


Quelle Ganglinie + Säulendiagr.: Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband (OOWV); Ingenieurgesellschaft Heidt & Peters mbH

„Basis Beweissicherung“ Grundwasserbewegung

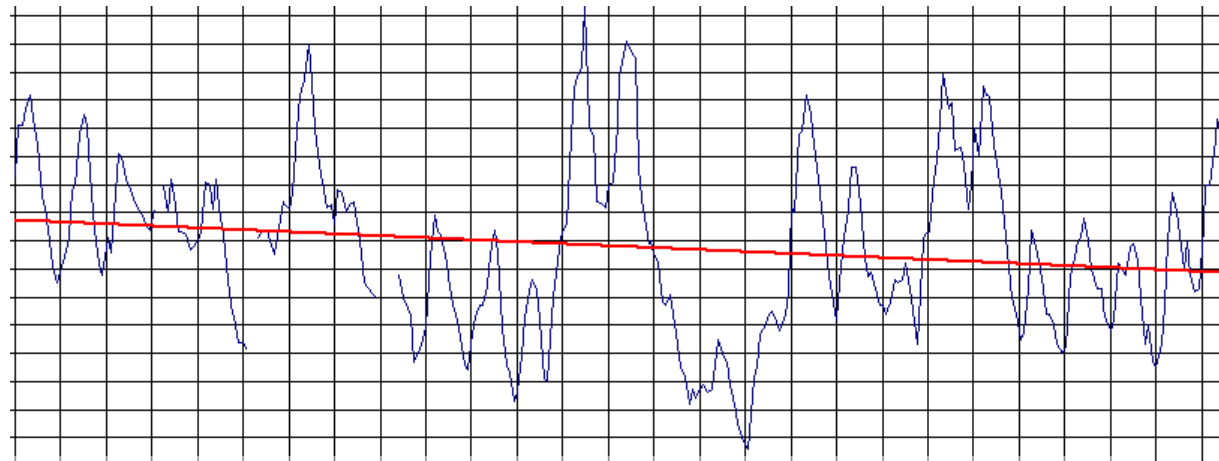
Stichtagsmessungen im Absenkungsgebiet:

- oberstes Stockwerk
- Förderhorizont



außerhalb Absenkung: („Referenzganglinien“)

- natürl. Gw.-Gang
- langfr. Trends

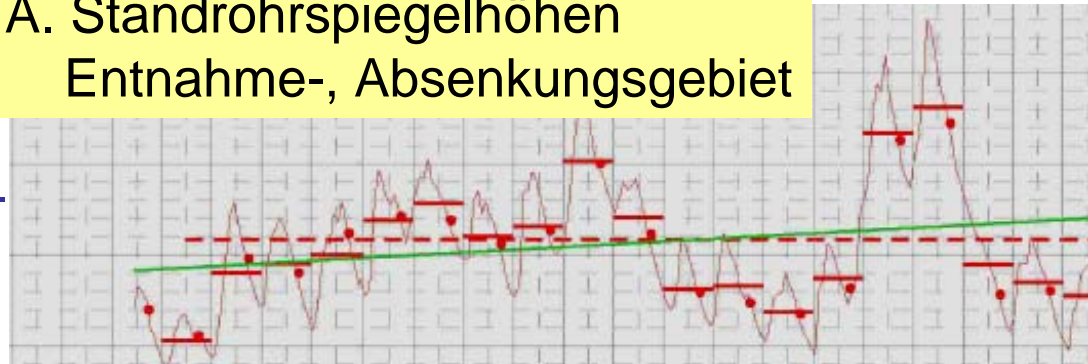


Quelle Gw.-Ganglinien: Wasserversorgungsverband Moormerland-Uplengen-Hesel-Jümme und NLWKN-Stade

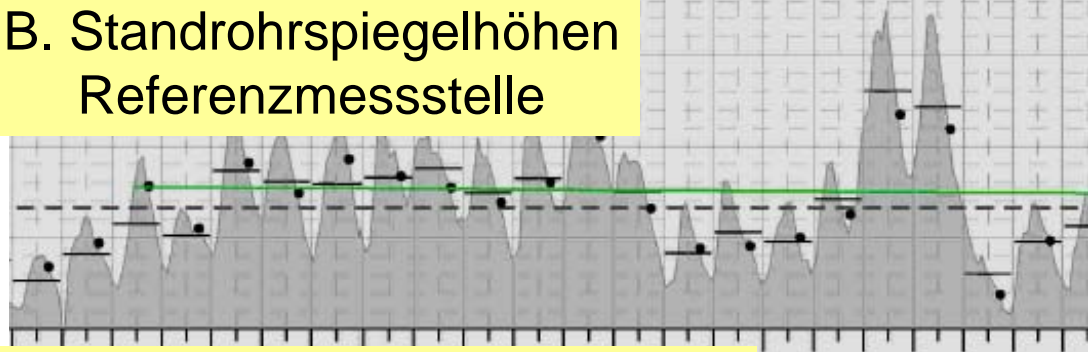
„Basis Beweissicherung“ förderbedingte Absenkung

- Standrohrspiegelhöhen f. alle Gw.-Messstellen
- Ganglinienvergleich untereinander und mit Referenzmessstelle
- Korrektur bezüglich:
 klimatischer Verlauf,
 natürl. Aquiferentleerung
- Ganglinien-Bewertung hinsichtlich förderbedingter Absenkung
(Empfehlung: in Jahresberichten)

A. Standrohrspiegelhöhen
Entnahme-, Absenkungsgebiet



B. Standrohrspiegelhöhen
Referenzmessstelle



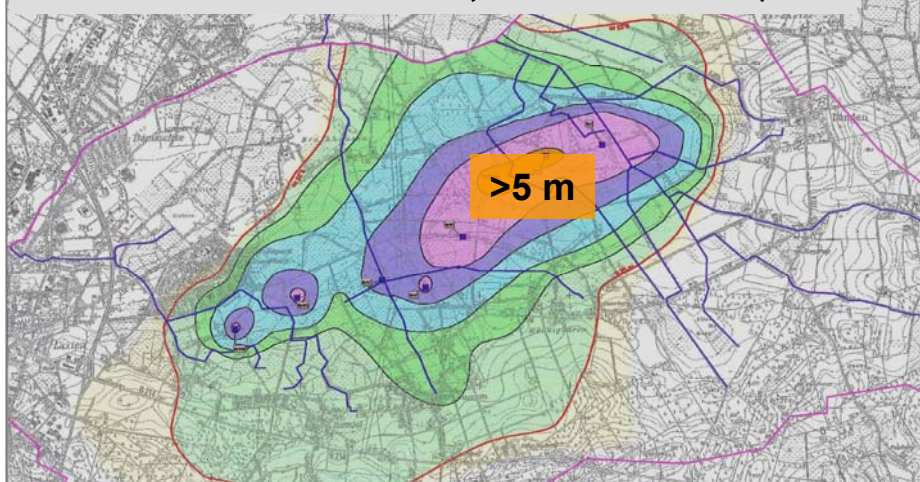
z.B. Differenzganglinie (A-B)



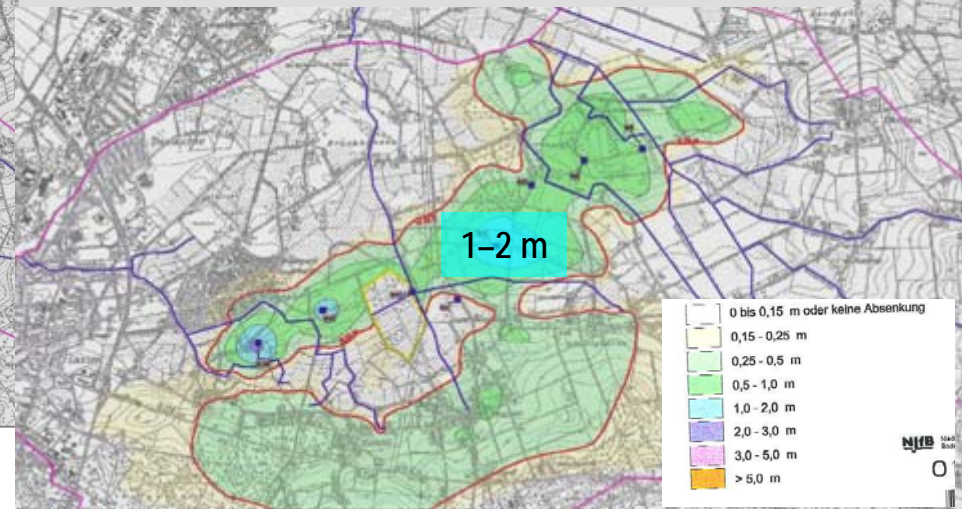
Quelle Ganglinien: Wasser- u. Abwasserzweckverband Niedergrafschaft (WAZ), Ing.-Büro Rogge-Geodienste

„Basis Beweissicherung“ förderbedingte Absenkung

entnahmebedingte Absenkung im
2. Gw.-Stockwerk (Förderhorizont)



entnahmebedingte Absenkung im
1. Gw.-Stockwerk



- Differenzenpläne: „Betriebsspiegel“ bei bewilligter Entnahme / „Nullzustand“
- Überprüfung der Modellprognosen zur Absenkung

Quelle Gw.-Differenzkarten : Wasserverband Lingener Land, Ing.-Büro Geo-Infometric

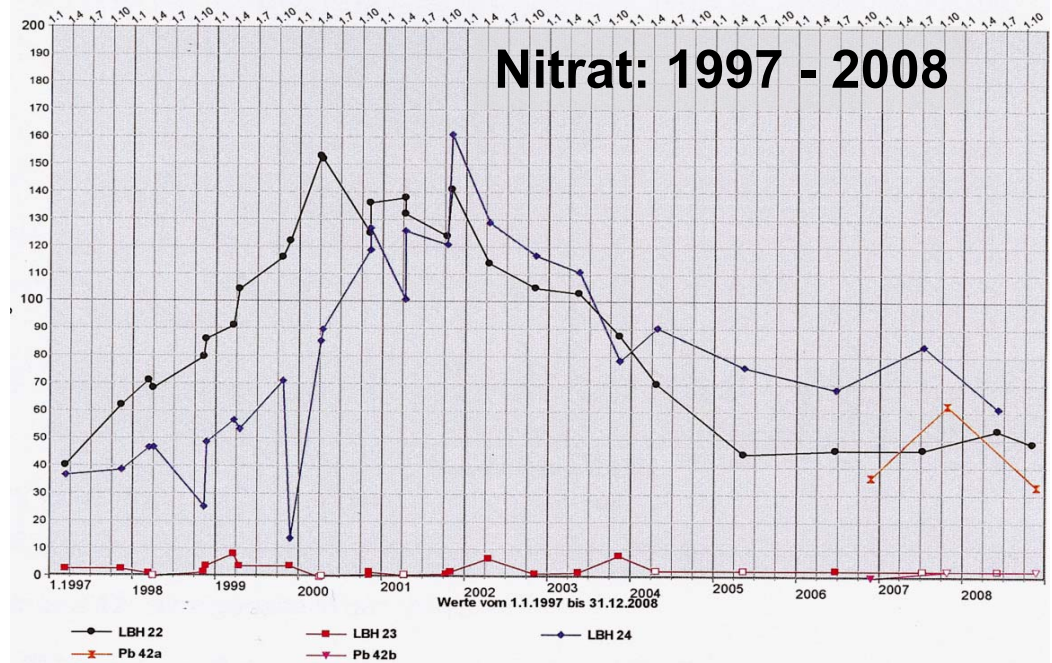
„Basis Beweissicherung“ qualitativer Zustand

Analysen- Prüfbericht

(Rein-, Rohwasser,
Grundwasser im Zustrom)

Parameterbezeichnung	*	Messwert	Grenzwert**	Einheit	Verfahren
Blei (Pb)	<	0,0010	0,0100	mg/l	DIN 38406-6 (1998)
Cadmium (Cd)	<	0,0005	0,0050	mg/l	DIN EN ISO 5961 (1995)
Kupfer (Cu), gesamt	<	0,01	2,00	mg/l	DIN 38406-7 (1991)
Nickel (Ni)	<	0,003	0,020	mg/l	DIN 38406-11 (1991)
Nitrit-Stickstoff (NO ₂ -N)	<	0,003		mg/l	DIN EN 26777 (1993)
Nitrit (NO ₂)	<	0,010	0,500	mg/l	DIN EN 26777, berechnet
Summe PAK (TVO 2001)	4		0,000100	mg/l	DIN 38407-18
Benzo(b)fluoranthen	<	0,000005		mg/l	DIN 38407-18
Benzo(k)fluoranthen	<	0,000005		mg/l	DIN 38407-18
Benzo(g,h,i)perylen	<	0,000005		mg/l	DIN 38407-18
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<	0,000005		mg/l	DIN 38407-18
Aluminium (Al), gesamt		0,1100	0,2000	mg/l	DIN EN ISO 12020
Ammonium-Stickstoff (NH ₄ -N)	<	0,010		mg/l	DIN 38406-5 (1963)
Ammonium (NH ₄)	<	0,010	0,500	mg/l	DIN 38406-5 (1963), berechnet
Chlorid (Cl)	18,00		250,00	mg/l	DIN EN ISO 10304-1 (1995)
Eisen (Fe), gesamt	0,098		0,200	mg/l	DIN 38406-32 (2000)
SAK 436 nm, Färbung	0,10		0,50	f/m	DIN EN ISO 7887 (1994)
Mangan (Mn), gesamt	<	0,005	0,050	mg/l	DIN 38406-33 (2000)
Natrium (Na)	20,00		200,00	mg/l	DIN 38406-14 (1992)
TOC	1,100			mg/l	DIN EN 1484 (1997)
Oxidierbarkeit, ber. als O ₂	<	1,00	5,00	mg/l	DIN EN ISO 8467 (1995)
Sulfat (SO ₄)	25,00		240,00	mg/l	DIN EN ISO 10304-1 (1995)
Trübung, quantitativ (in FNUN/NTU)	0,34		1,00	ohne	DIN EN ISO 7027 (2000)
Escherichia coli, KBE/100 ml	0		0	ohne	Untervergabe
Coliforme Bakterien, KBE/100 ml	0		0	ohne	Untervergabe
Koloniezahl bei 22°C, KBE/ml	1,3		100	ohne	Untervergabe
Koloniezahl bei 36°C, KBE/ml	2		100	ohne	Untervergabe

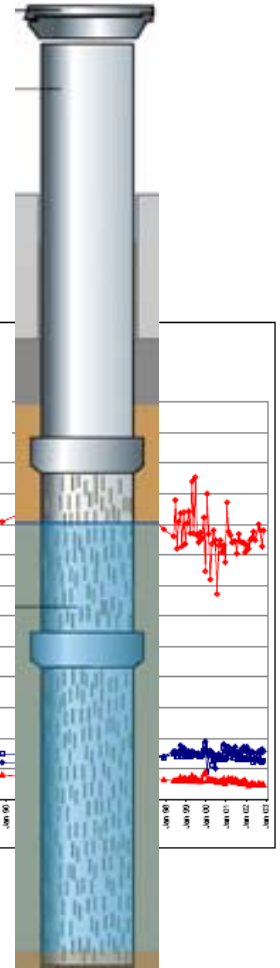
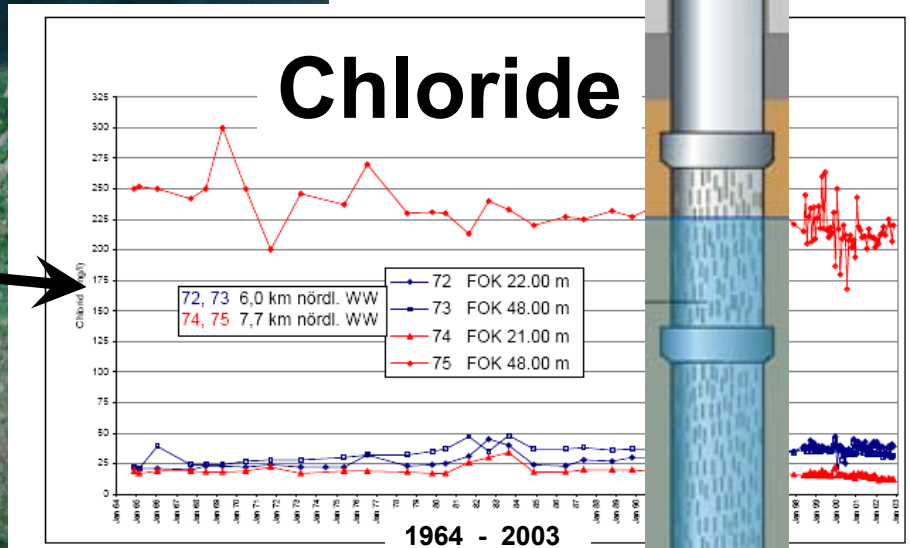
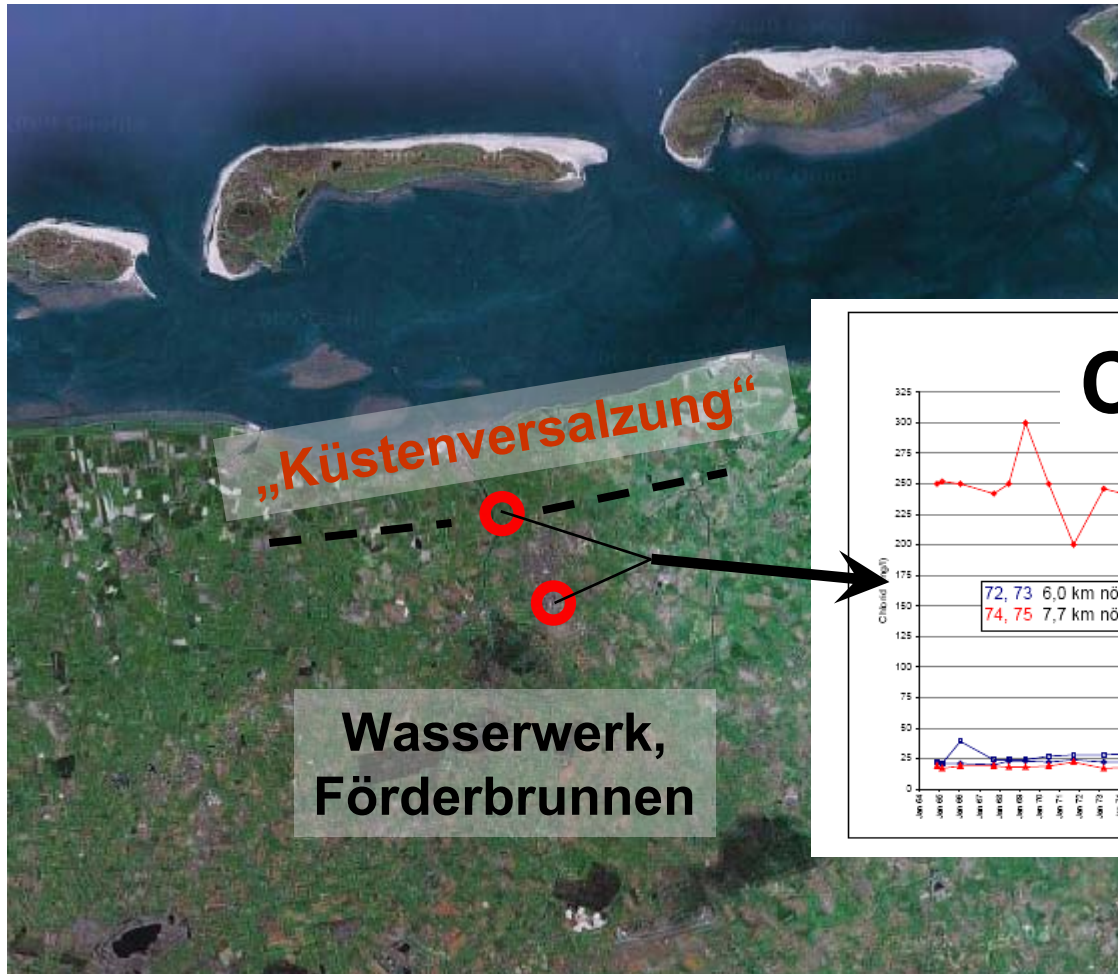
- Richtwerte, Grenzwerte



- zeitl. Entwicklung der Gw.-Beschaffenheit
- Vorfeldmessstellen, Förderbrunnen
- entnahmebedingte Veränderungen ?

Quelle Gw.-Analyse, Nitrat-Ganglinie: Jahresbericht des Wasserversorgungsverband Moormerland, Ing.-Büro HSW Leer

„Spezielle Beweissicherung“ qualitativer Zustand



Quelle Chlorid-Ganglinie: Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband (OOWV)

„Spezielle Beweissicherung“ qualitativer Zustand



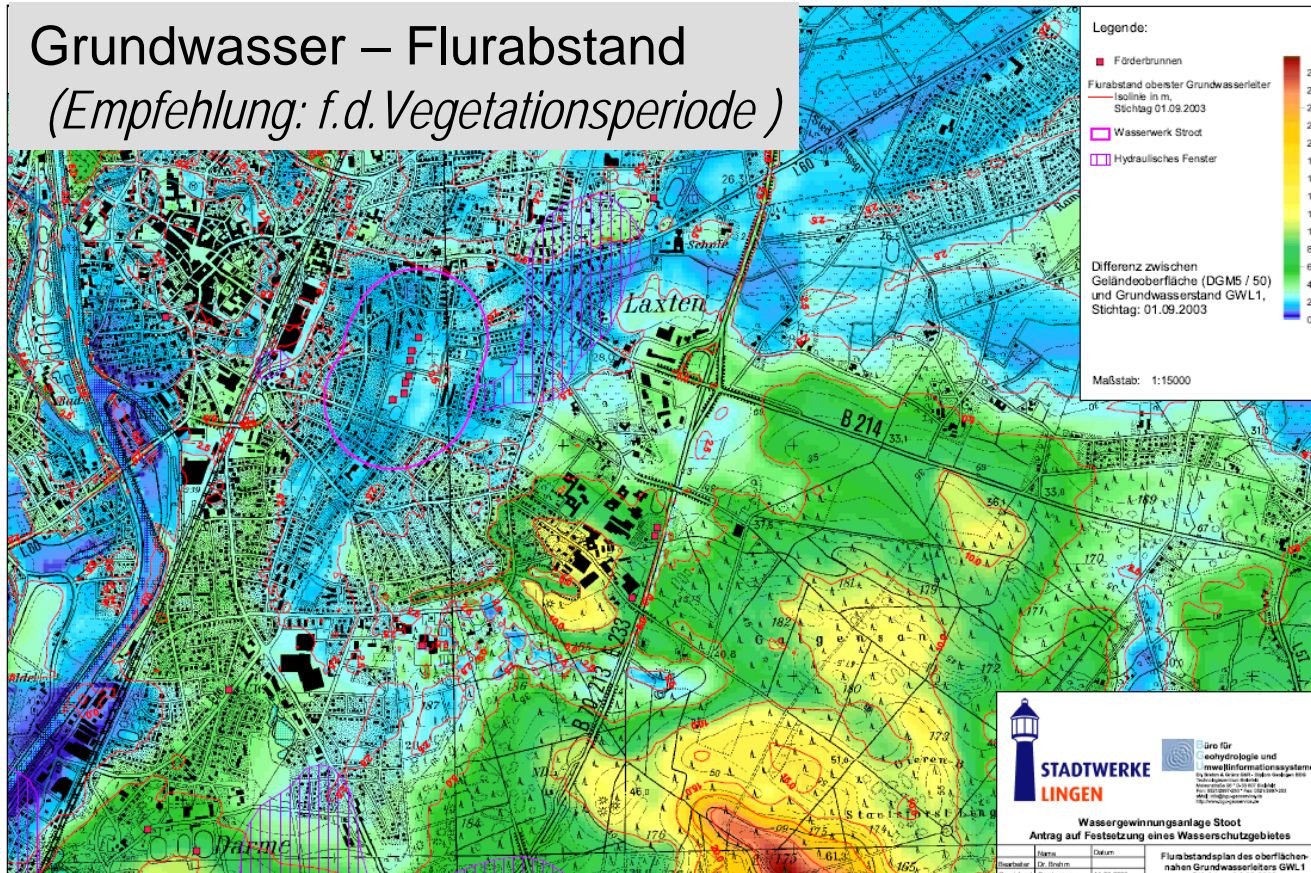
Pflanzenschutzmittel, Grundwasser - gefährdende Stoffe...

Quelle Foto Biogasanlage: www.unendlich-viel-energie.de/



„Spezielle Beweissicherung“ ungesättigte Zone

Grundwasser – Flurabstand
(Empfehlung: f.d. Vegetationsperiode)



- bei erstmaliger Förderung des bewilligten Wasserrechtes
- Gegenüberstellung: Gw.- Absenkung / Flurabstand

Quelle Flurabstands-Karte : Stadtwerke Lingen GmbH, Ing.Büro BGU

„Spezielle Beweissicherung“ Oberflächengewässer

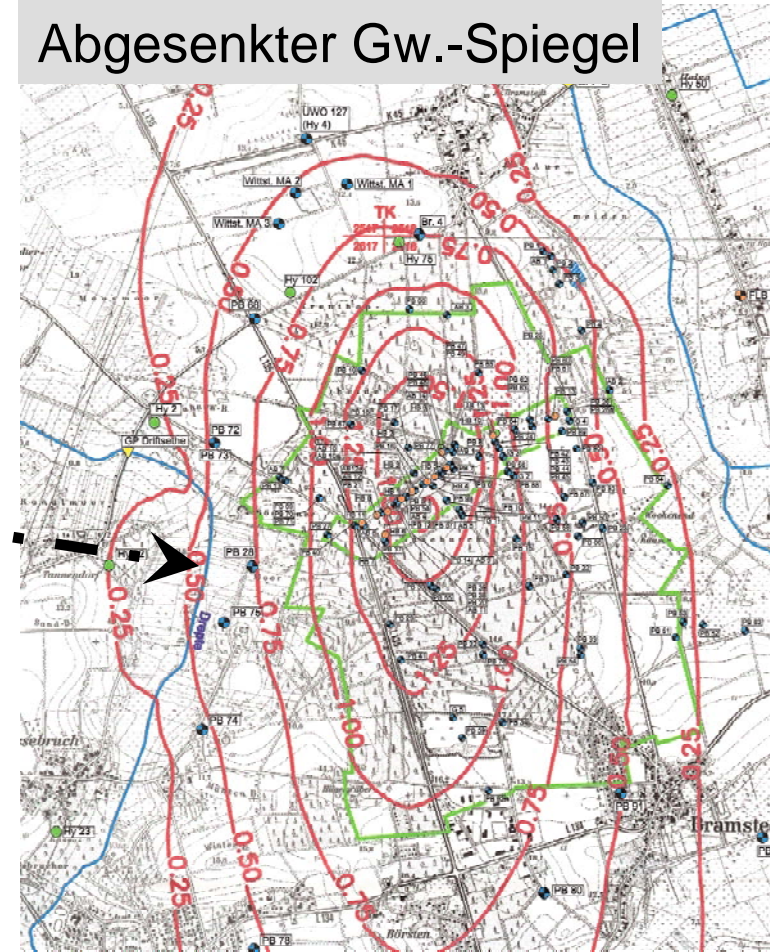
Wasserstand Fließgewässer



- entnahmebedingte Veränderungen Wasserstand, Trockenwetterabfluss?
- gebietstypischer Abfluss ?

Quelle Foto Pegellatte: www.tetti.de/.../pegel-glueder

Abgesenkter Gw.-Spiegel



Quelle Gw.-Differenzenkarte : Wasserverband Wesermünde-Süd,
Ing.-Gesells. Dr. Schmidt-Stade

„Spezielle Beweissicherung“ Wasserbilanzierung

Abfluss Fließgewässer

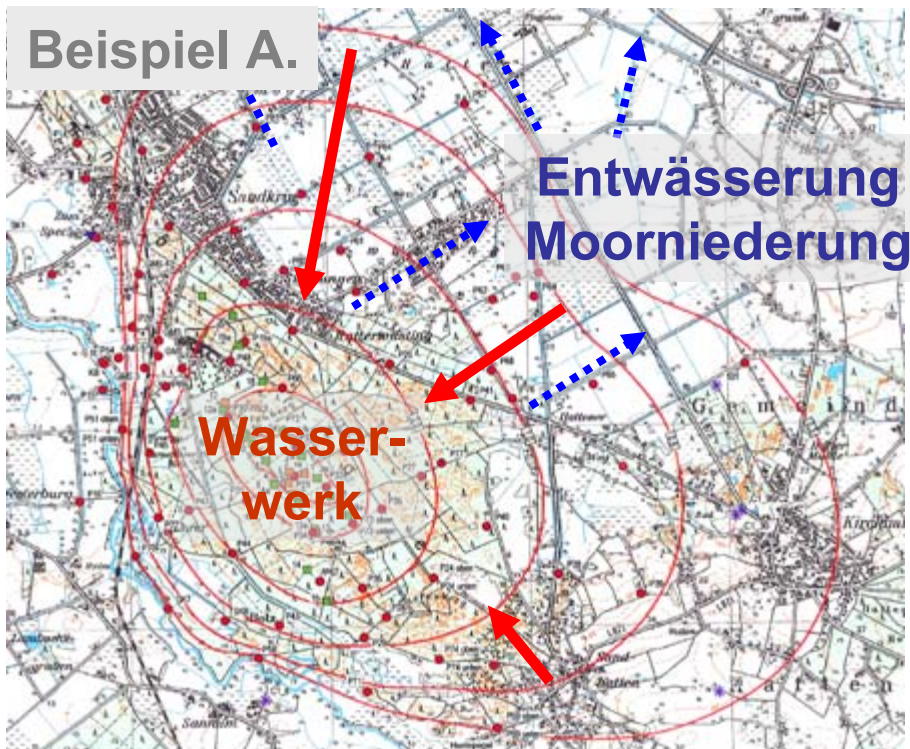


- Influenter Vorfluter im Bereich einer Wasserfassung
- Infiltrations-Bilanzierung mittels Abflussmessungen

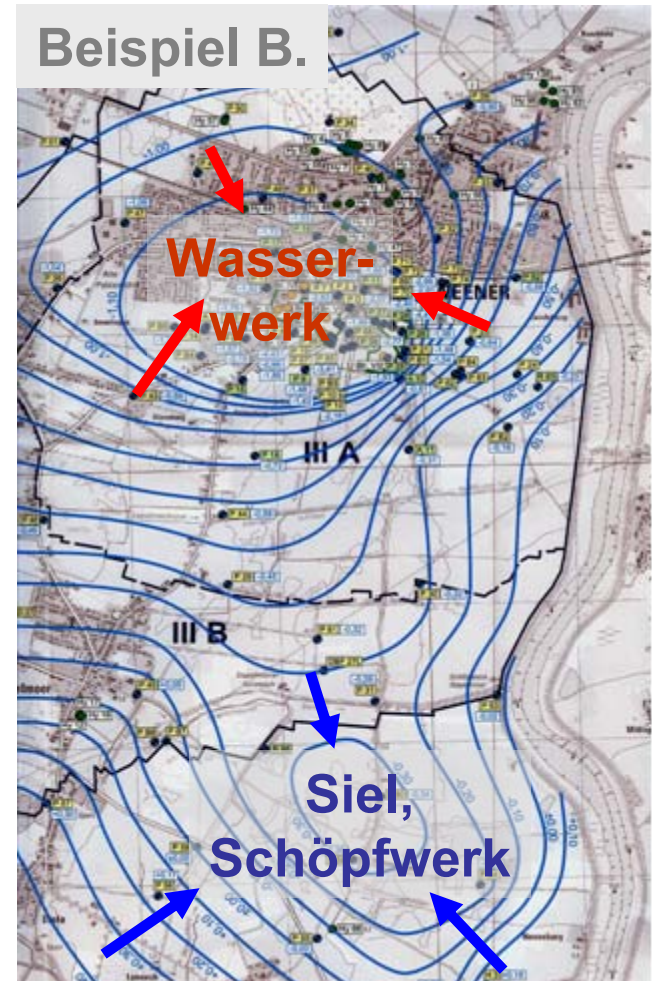
Quelle Fotos : Stadtwerke Lingen GmbH, Ing.Büro BGU, Dr.Brehm

„Spezielle Beweissicherung“ andere Nutzungen

- Überlagerung von Beeinträchtigungen
- Gebietswasserhaushalt- Veränderungen
- Beweissicherung nur bedingt möglich



Quelle Gw.-Absenkung: EWE, Ing.-Büro Hydrogeologie GbR-Oldenburg



Quelle Gw.-Gleichen: Wasserversorgungsverband
Rheiderland, Ing.-Gesells. Dr. Schmidt, Stade

Beweissicherung

Wasserwirtschaft / Hydrogeologie

Immer erforderlich

„Basis Beweissicherung“

z.B.:

- Klimadaten
- Entnahmemengen Brunnen
- Wasserstände (Messst., Brunnen)
- Gw.-Ganglinien (Absenkung)
- Gw.-Gleichen (FließBr., Einzugsgebiet)
- Gw.-Differenzenplan (Absenkung)
- Güte Grund-, Rohwasser

Zusätzlich (bei Beeinträchtigungen)

„Spezielle Beweissicherung“

z.B.:

- Pegel-, Abflussmessungen
- ergänzende Gw.-Stände (zusätzl. Absenkung b. Entnahmen Dritter)
- ergänzende Gütedaten (Sondermessst. Versalzung, Altlasten...)
- Flurabstandskarte
- Bodenwasserhaushalt, -güte (z.B. Lysimeter, Saugsonden)
- ökologische Kartierung

Durchführungsplan zur Beweissicherung

„ Darstellung der durchzuführenden Beweissicherungsmaßnahmen „
 Hydrologisches-, Hydrochemisches Monitoring:

MEST_ID	KurzBEZ	LangBEZ	RECHTS	HOCH	GOK_NN	MBP_NN	FUK
4020011	1	1 bei Br 1	2545491	5940860	4,1	4,43	5,9
4020030	3	3 bei Br. 3	2545510	5940708	5	5,22	7,63
4020050	5	5 bei Br 5	2545482	5940603	4,8	5,08	7,07
4020080	8	8 bei Br 8	2545347	5940680	5	5,42	7,31
4020090	9	9 bei Br 9	2545273	5940717	4,3	4,75	8,03

Empfehlung: Messstellen-, Parameterlisten, Probennahmekalender erstellen !

		Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter	
Wasserwerk und Netz	Wasserwerk I	Reinwasser	1, 2, 7	2	2	
		Rohwasser Gruppe 1 + 3	3, 8 (alle 5 Jahre zusätzlich: 4)			
		Rohwasser Gruppe 2 + 4			3, 8 (alle 5 Jahre zusätzlich: 4)	
	Wasserwerk II	Reinwasser	2	2	1, 2, 7	2
		Rohwasser Gruppe 1			3 (alle 5 Jahre zusätzlich: 4)	
		Rohwasser Gruppe 3 + 4			3 (alle 5 Jahre zusätzlich: 4)	

Quelle Durchführungsplan: Wirtschaftsbetriebe der Stadt Nordseeheilbad Borkum, Ing.-Büro HSW-Leer

Beweissicherung

Wasserwirtschaft / Hydrogeologie

- Überwachung des quantitativen, qualitativen Zustandes des genutzten Gw.-Vorkommens → langfristige Sicherung Wassergewinnung,
- Überprüfung / ggf. Bestätigung der bisher im WR-Antrag getroffenen Aussagen zu den entnahmebedingten Auswirkungen,
- Überprüfung der Modellprognosen bei erstmaliger Förderung des bewilligten WR, „Messung von Tatsachen“ ,
- findet statt in Bereichen mit möglichen Beeinträchtigungen,
- in schadensrelevanten Bereichen: Grundlage für Entschädigung,
- aus hydrogeologischer Sicht Grundlage für künftige wasserrechtliche Entscheidungen.

GEOZENTRUM HANNOVER



- Stadt Lingen
- Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband (OOWV)
- Ingenieurgesellschaft Heidt & Peters mbH
- Wasserversorgungsverband Moormerland-Uplengen-Hesel-Jümme
- NLWKN - Stade
- Wasser- u. Abwasserzweckverband Niedergrafschaft (WAZ) - Neuenhaus
- Ing.-Büro GeoDienste
- Hamburger Wasserwerke
- Wasserverband Lingener Land
- Ing.-Büro Geo-Infometric
- Wirtschaftsbetriebe der Stadt Nordseeheilbad Borkum
- Ing.-Büro HSW-Leer (S. Winter)
- Stadtwerke Lingen GmbH
- Ing.Büro BGU, Dr.Brehm
- Verkehr und Wasser GmbH, EWE-Oldenburg
- Ing.-Büro Hydrogeologie GbR-Oldenburg (Meyer & Bärle)
- Wasserversorgungsverband Rheiderland
- Ing.-Gesells. Dr. Schmidt, - Stade



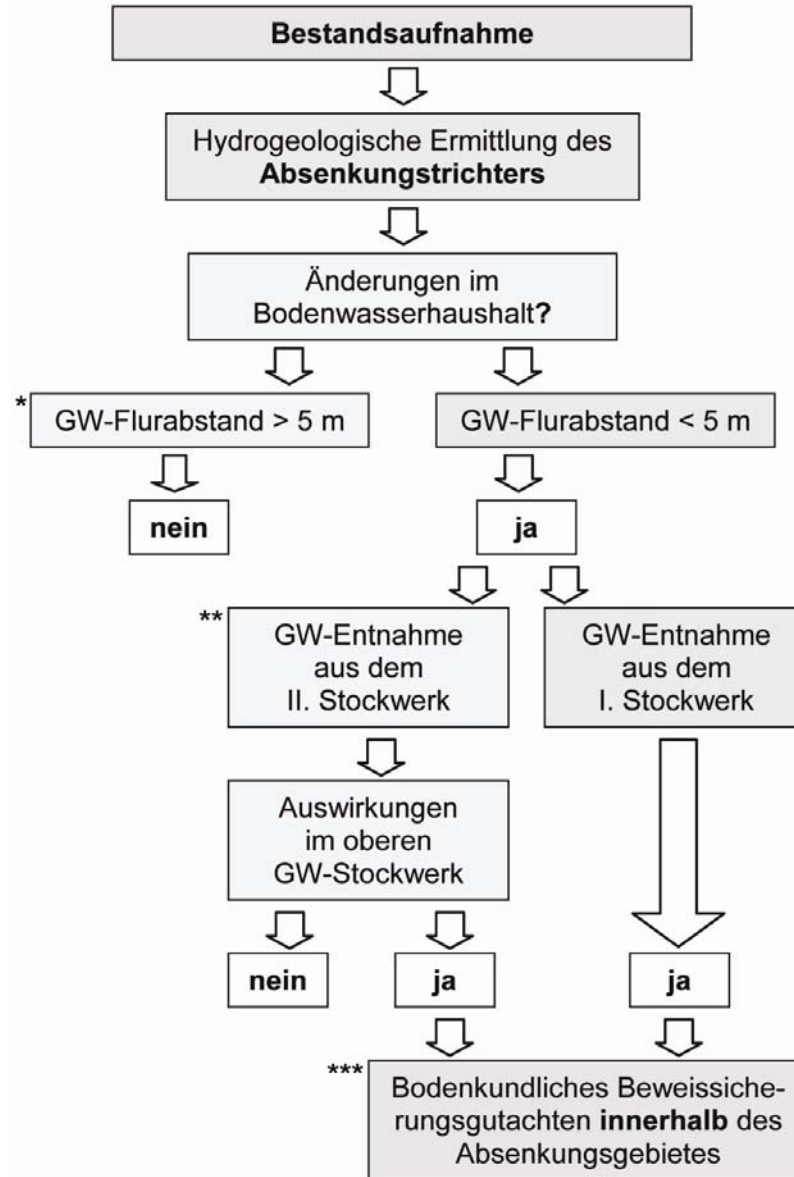
**Leitfaden für hydrogeologische und bodenkundliche
Fachgutachten bei Wasserrechtsverfahren in Niedersachsen**

Auswirkungen einer Grundwasserabsenkung auf die Bodennutzung

– land- und forstwirtschaftliche Beweissicherung –

Dr. Farhad Raissi

Bodenkundliche Bestandsaufnahme



*Je nach Standort und Grundwasser-
verhältnissen sind auch geringere
Grundwasserflurabstände
als 5 m unkritisch.

**Gering durchlässige
Schichten > 3m mächtig

***Für bodenkundlich relevante Bereiche

Aussagen zum Bodenwasserhaushalt in Wassergewinnungsgebieten (WGG)

Erforderliche Angaben für die land- und forstwirtschaftliche Beweissicherung

1	2	3	7	8	9
Bodeneinheit	Horizontierung und Schichtenfolge bis 20 dm Tiefe (Landwirtschaft) bzw. bis 40 dm Tiefe (Forstwirtschaft) [dm]	Effektive Durchwurzelungstiefe (W_e), max. Wurzeltiefen [dm]	Mittlere Grundwassersertiefstände (MNGW) (aktuell und früher) [dm]	Grundwasseranschluss der Bodennutzung ja / nein	Klimatische Wasserbilanz in der Vegetationszeit, Angabe für Normal- und Trockenjahre [mm]
4	5	6	10	11	12
Nutzbare Feldkapazität (nFK), bezogen auf W_e [mm]	Max. kapillare Aufstiegshöhe aus dem Grundwasser [dm]	Grenzflurabstand (Acker, Günland) Schöpftiefe (Forst) [dm]	Bedarf an kapillar aufsteigendem Grundwasser ja / nein	Pflanzenverfügbares Bodenwasser vor der Entnahme (Wpfl) [mm]	Pflanzenverfügbares Bodenwasser nach der Entnahme (Δ Wpfl) [mm]
13	14	15	Möglichkeit der Ertragsbeeinträchtigung von Land- und Forstwirtschaft: ja / nein	Erfordernis land- und forstwirtschaftlicher Beweissicherung: ja / nein	Vermutlicher Verursacher der GW-Absenkungen: I = Wasserwerk II = Entwässerung

aus Geofakten Nr. 6, Abb. 3

Schematische Darstellung der Auswirkungen einer Grundwasserentnahme: Betrag und Reichweite der Absenkung – Nullzustand, Istzustand und Prognosezustand

Grundwasserentnahme verursacht Grundwasserabsenkungen

Die Frage ist



**Wo, wie viel und welche Flächen und Nutzer
betroffen werden (A, G, F, Biotope, Gewässer,
Setzungsschäden)**

D.h. es geht um

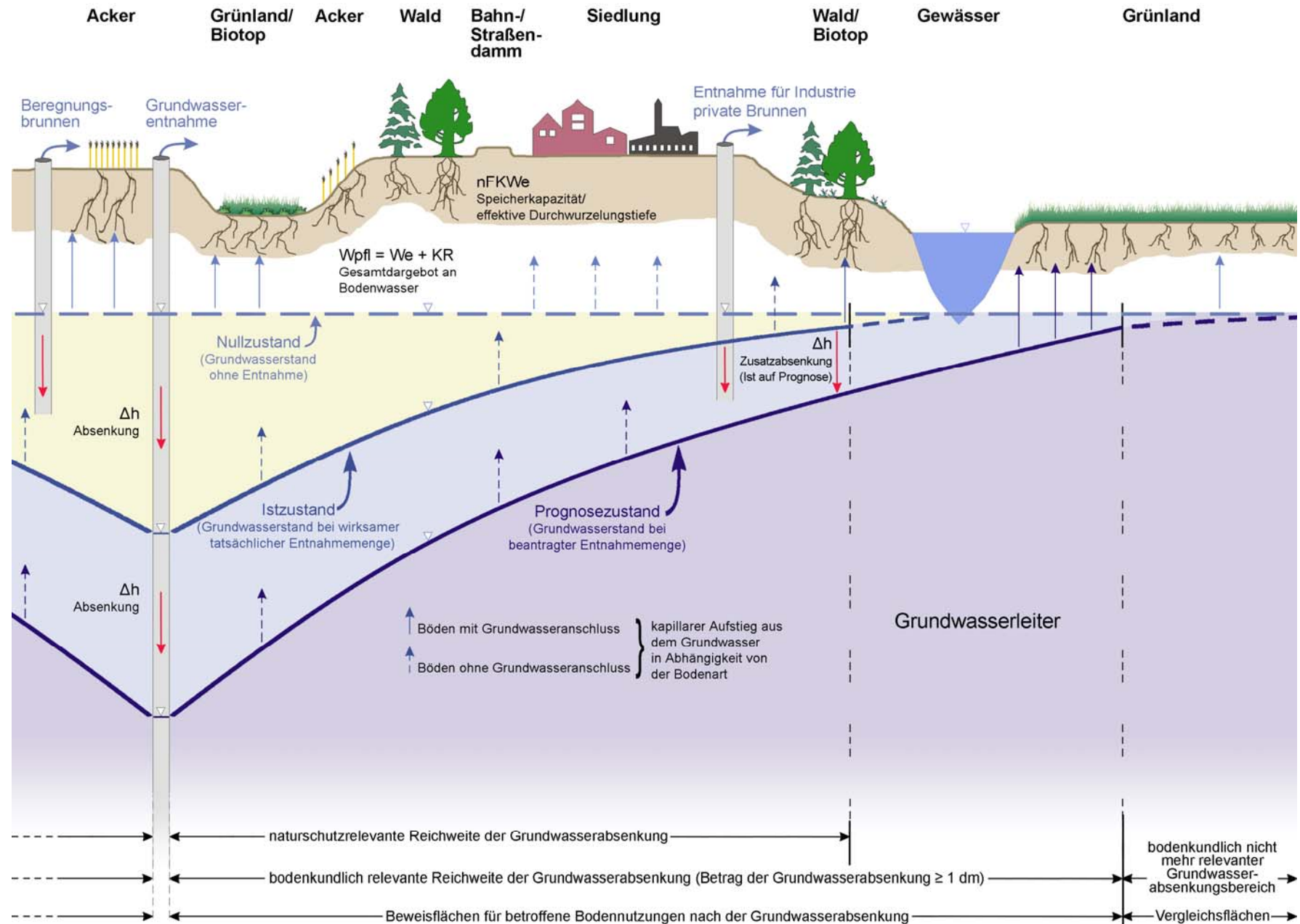


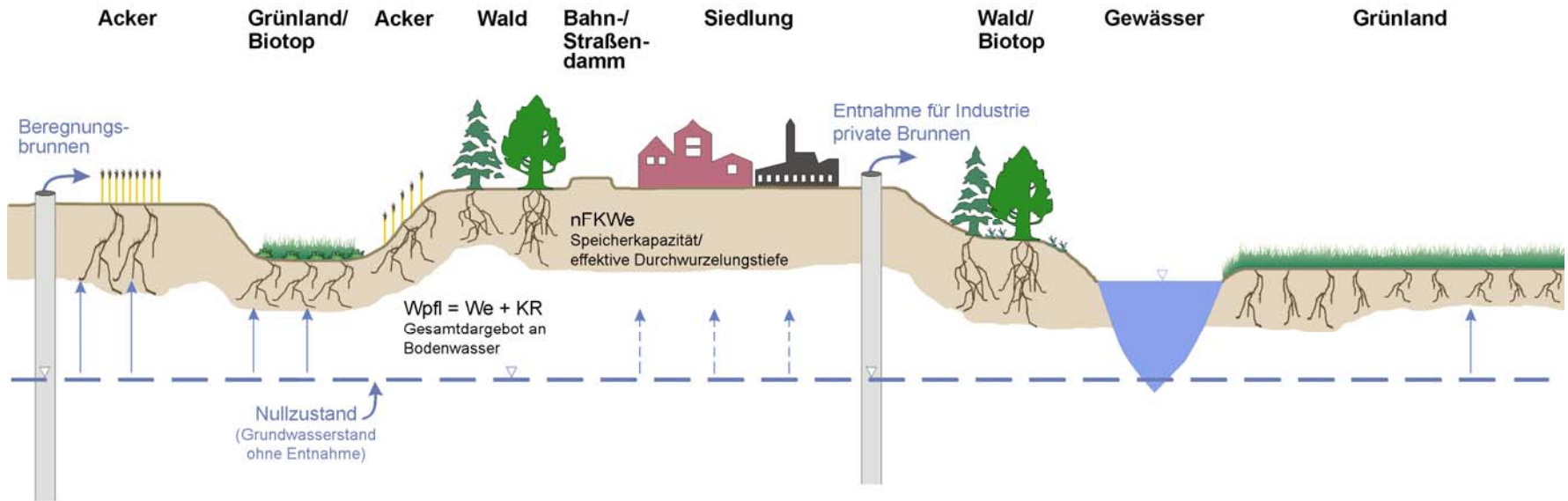
**Der Betrag und die Reichweite der
Grundwasserabsenkung**

Und deren



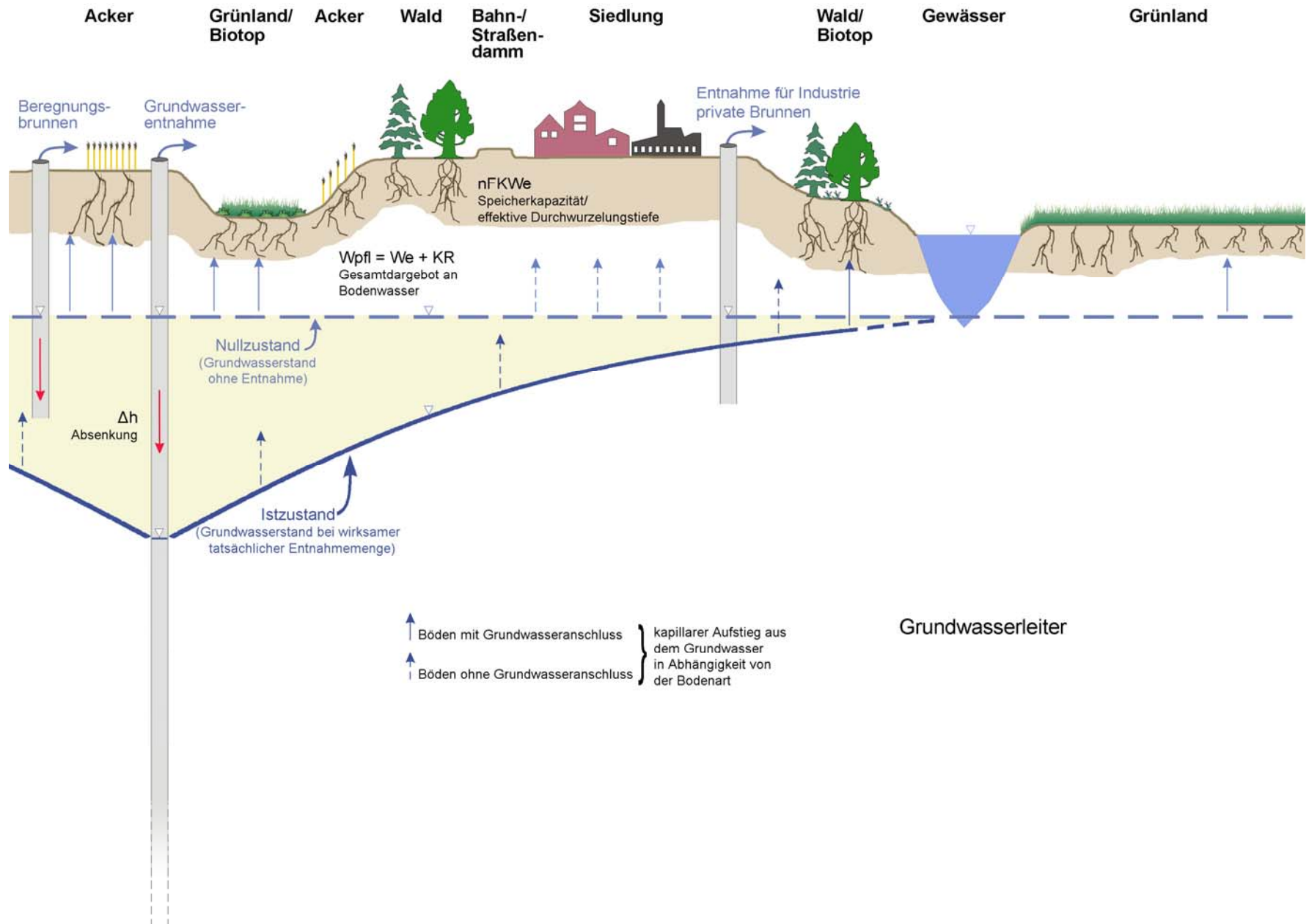
Auswirkungen auf die Bodennutzung

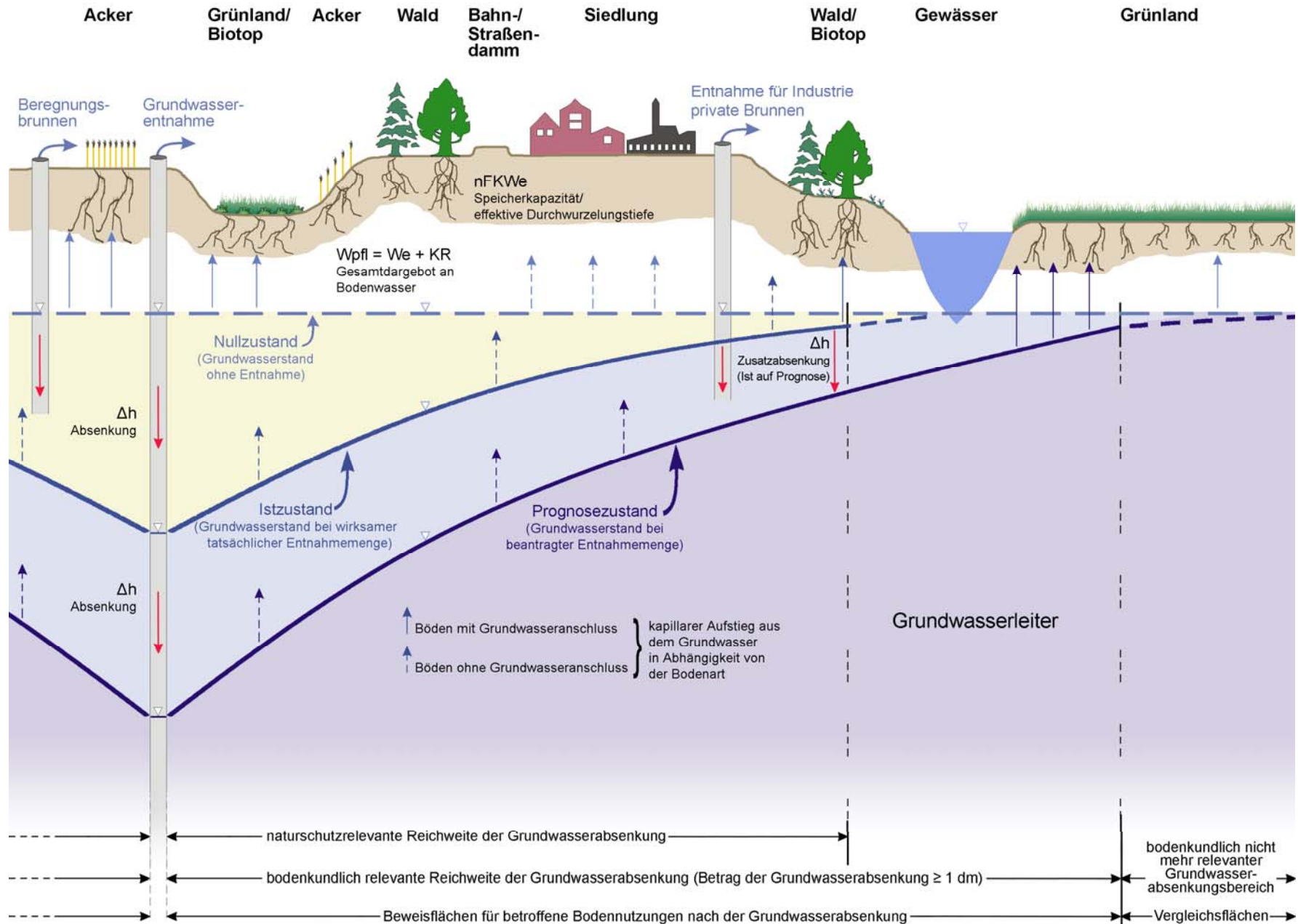




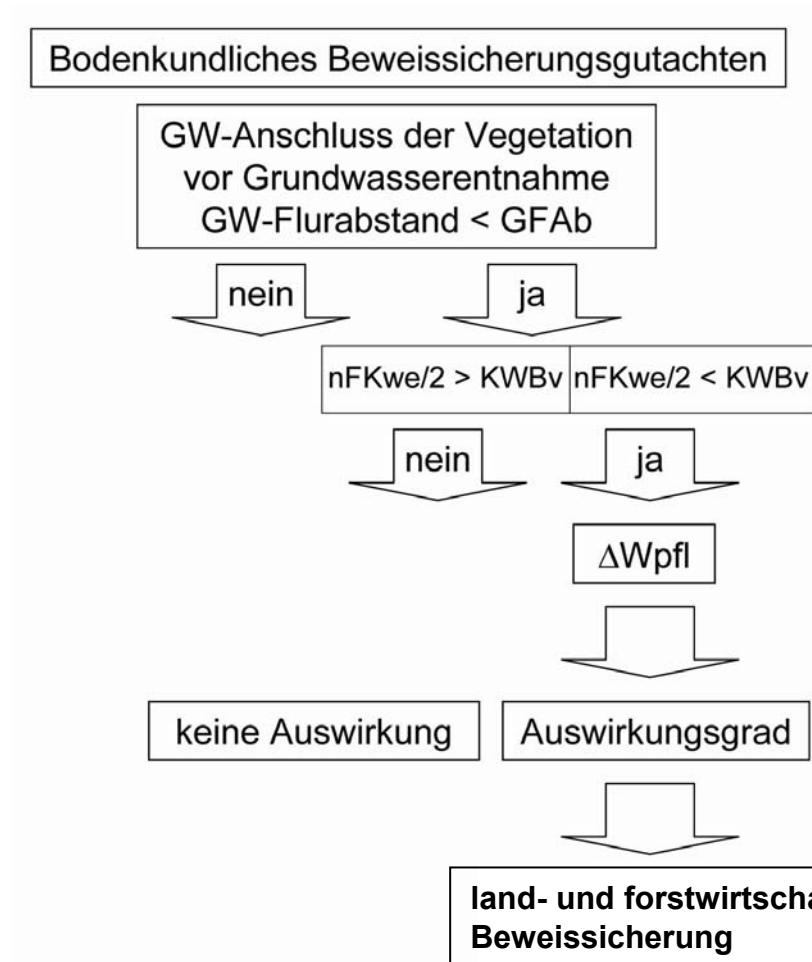
↑ Böden mit Grundwasseranschluss } kapillarer Aufstieg aus dem Grundwasser
 ↑ Böden ohne Grundwasseranschluss } in Abhängigkeit von der Bodenart

Grundwasserleiter



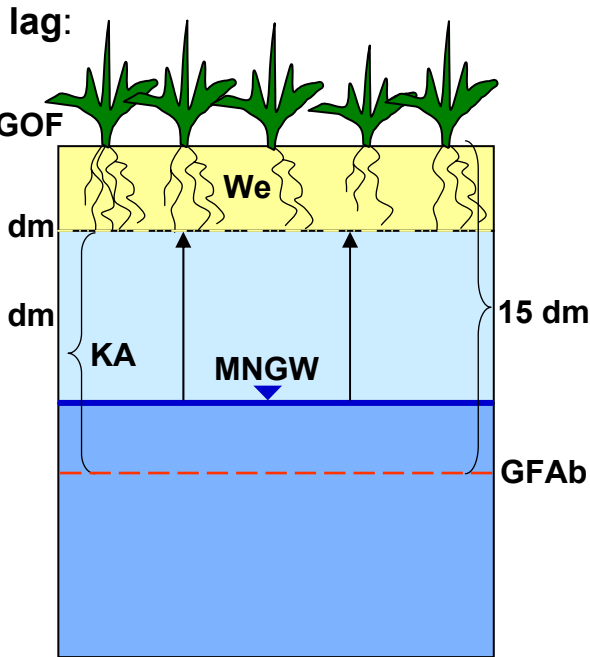


Bodenkundliches Beweissicherungsverfahren



Land- und Forstwirtschaftliche Ertrags- und Zuwachsminderungen treten auf, wenn...

a) Der GW-Flurabstand in der Vegetationszeit VOR der GW-Absenkung oberhalb des Grenzflurabstandes (GFAb) lag:



Wpfl Vorher (VWpfl)

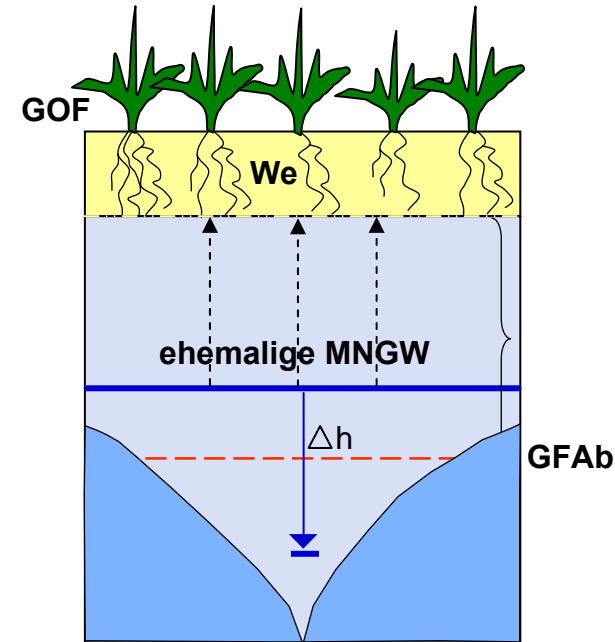
b) Ein Bedarf an Kapillarem Aufstieg aus dem GW ermittelt wird, d.h.:

Nutzbare Feldkapazität ($n_{FK}/2$) < Klimatische Wasserbilanz (KWB) - Defizit $N - V$ / Vegetationszeit bei 50 % u. 20 % Häufigkeit

<u>Anzahl der Vegetationstage</u>			
Getreide	Hackfrucht	Grünland	Forst
60 Tage	90 Tage	120 Tage	150 Tage
Mitte Mai – Mitte Juni	Mitte Juni – Mitte Sept.	Mitte Mai – Mitte Sept.	Anfang Mai – Anfang Sept.

- ☀ Nährstoffversorgung der Pflanzen
- ☀ Kulturarten (Acker, Grünland, Forst)
- ☀ Ackerkulturen, Baumart und Baumalter

c) GW-Absenkung tritt oberhalb des GFAb auf



Wpfl Nachher (NWpfl)

Annahme: Bodennutzung: Acker
Bodensubstrat: Sand

Konzept zur Durchführung der Beweissicherung

1. Beweissicherungskonzept

Vorschläge für
Beweissicherungsmaßnahmen

→ Gutachternvorschläge

Festlegung der **Standorte** für die
Einrichtung flacher GW-Messstellen

→ Bis ca. 3 m Land- und 4-5 m Forstwirtschaft
(durchgefiltert)

2. Schadensermittlung

Quantifizierung und Prognose
von Schäden

→ Gutachter

I.

Grundwasserstandsmessungen
in flachen GW-Messstellen

→ GW-Entnahme findet aus dem zweiten Stockwerk statt
Auswirkungen sind jedoch nicht auszuschließen

Oder

II.

Ertrags- und Grundwasserstands-
messungen auf
Beweis- und Vergleichsflächen

→ **Beweis- und Vergleichsflächen** / Weiserflächenpaare (innerhalb und
außerhalb der GW-Absenkung) müssen repräsentativ und homogen sein:

- a) Bodenarten (nFK), Bodennutzungen (We) (Baumalter und -arten)
- b) Bewirtschaftung, Fruchtfolge, Düngung, Nährstoffversorgung
- c) unterschiedliche GW-Flurabstände
- d) Ertragsmessungen durch
 - Abschätzung (durch Sachverständigen)
 - Messen und Wiegen (in der Landwirtschaft mit Parzellenmährescher)
 - In der Forstwirtschaft durch Baumscheiben / Jahresring-Untersuchungen
mit einem Zuwachsbohrer

Oder

III.

Pauschalausgleich nach
„Auswirkungsgrad“

→ Landwirtschaft

Oder

IV.

evtl. Ausgleichsmaßnahmen,
z.B. Flächenpacht, -kauf, -
tausch

→ In der Forstwirtschaft kann nach Ertragstafel auf grundwasserfreien
Sandstandorten in der Regel in Kiefernbeständen ein Holzzuwachs von
bis zu 6 Festmetern a/ha erzielt werden.
Auf grundwassernahen Sandstandorten von max. 9 Festmetern a/ha
Demnach können Minderzuwächse durch GW-Absenkung auf Böden mit
ehem. GW-Anschluss von ca. 30 % auftreten



Monetäre Bewertung

→ Über LWK Hannover / Gemeinde-Erträge

Auswirkungsgrad (AWG) von GW-Absenkungen auf das Pflanzenwachstum in Abhängigkeit von VWpfl und NWpfl

Bestimmung des pflanzenverfügb. Bodenwassers:
 $DW_{pfl} = VW_{pfl} - NW_{pfl}$

VW _{pfl} [mm]	DW _{pfl} [mm]					
	< 20	> 20–50	> 50–90	> 90–140	> 140–200	> 200
< 50	2.0	-	-	-	-	-
> 50–90	2.0	3.5	-	-	-	-
> 90–140	1.5	2.5	4.5	-	-	-
> 140–200	1.0	2.0	3.5	5.0	-	-
> 200–300	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	-
> 300	-	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0

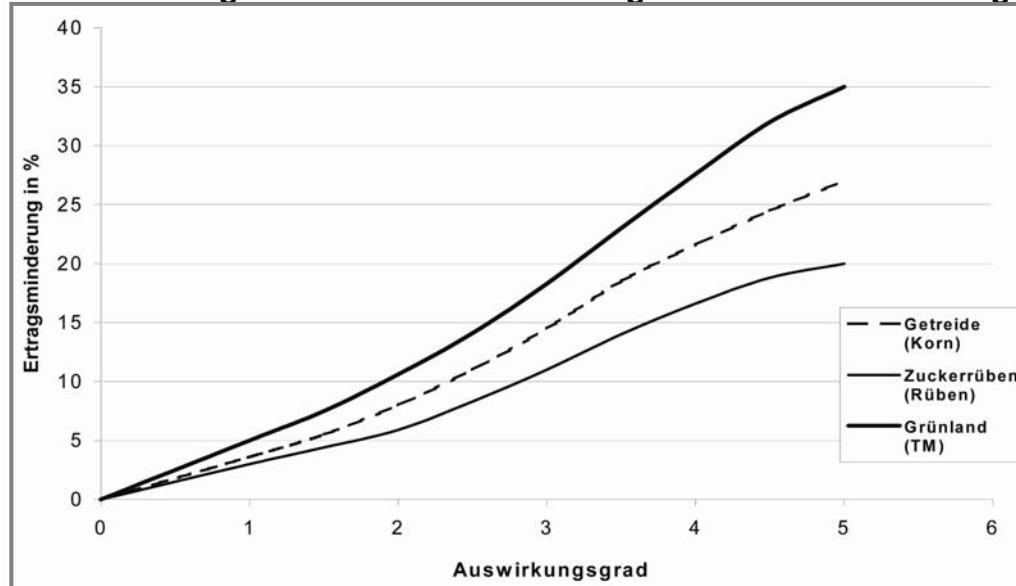
Einstufung und Quantifizierung des AWG von
 GW-Absenkung auf Pflanzenwachstum und Ertrag

AWG	Stufe	Mittlere Ertragsdifferenz [%]		
		Getreide	Hackfrüchte	Grünland
1	sehr gering	4	3	5
2	gering	8	6	11
3	mittel	15	11	18
4	hoch	22	17	28
5	sehr hoch	27	20	35

Pflanzenverfügb. Bodenwasser **vor** der GW-Absenkung (VWpfl) und **nach** der GW-Absenkung (NWpfl)



Abschätzung der mittleren Mindererträge durch GW-Absenkung



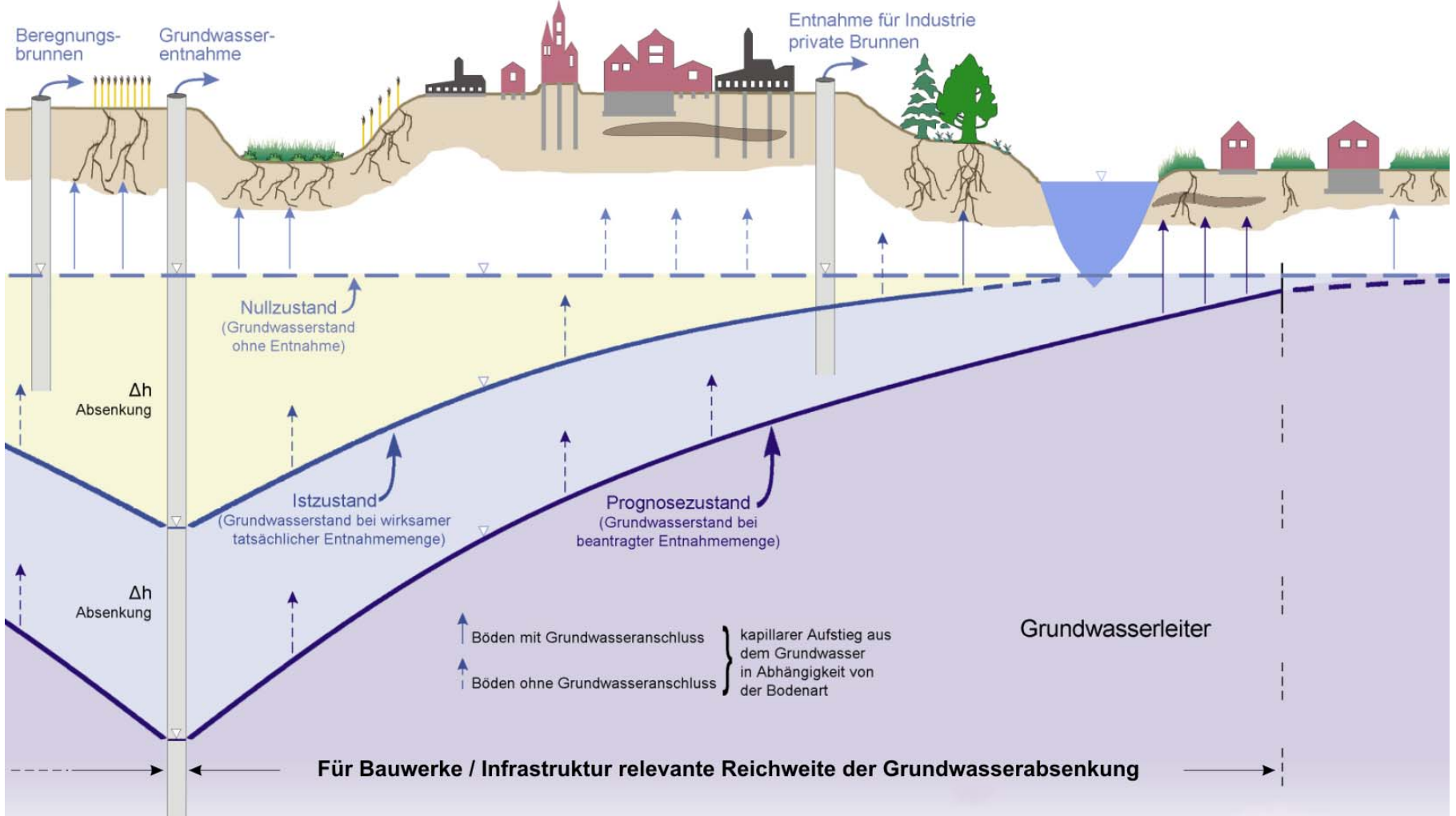


Leitfaden für hydrogeologische und bodenkundliche
Fachgutachten bei Wasserrechtsverfahren in Niedersachsen

Empfehlungen zur Beweissicherung - Bauwerke und Infrastruktur -

Dr.-Ing. Thomas Nix

Grundwasserabsenkung – Einfluss auf Bauwerke / Infrastruktur



verändert nach Raissi, F. (2009)



Grundwasserabsenkung – bodenmechanische Prozesse

Absenkung des Grundwasserspiegels

abnehmender Auftrieb

(ungleichmäßige) Setzungen

- ✓ Organische Böden wie Mudde und Torf konsolidieren unter Eigenlast oder zusätzlicher Auflast und zersetzen sich bei Sauerstoffkontakt. Setzungsbeträge von mehreren Zentimetern bis Dezimetern sind möglich
- ✓ In nichtbindigen, locker gelagerten Böden (Sand, Kies) sind größere Setzungsbeträge zu erwarten
- ✓ Nichtbindige, mitteldicht- bis dichtgelagerte Böden (Sand, Kies) reagieren mit geringen Setzungsbeträgen.
- ✓ In Festgesteinen sind die Setzungsbeträge vernachlässigbar gering.

zunehmende Kapillarspannung

(ungleichmäßige) Schrumpfsetzungen

- ✓ Bindige Böden wie Ton und Schluff reagieren mit Schrumpfsetzungen von mehreren Zentimetern bis Dezimetern
- ✓ Stärkere Schrumpfsetzungen sind zu erwarten, wenn auch der kapillare Wasseraufstieg die Wassergehaltsabnahme des Bodens nicht ausgleichen kann.

Grundwasserwiederanstieg – bodenmechanische Prozesse

Wiederanstieg des Grundwasserspiegels

zunehmender Auftrieb

(ungleichmäßige) Hebungen oder Setzungen

zunehmende Durchfeuchtung

(ungleichmäßiges) Quellen

Kein Ausgleich der Setzungen / Schrumpfsetzungen nach Grundwasserabsenkung

- ✓ Die in organischen Böden resultierenden Hebungen sind deutlich geringer als vorherige Setzungen. Vernässungsschäden aufgrund der bleibenden Geländesetzung sind insbesondere bei geringem Flurabstand des Grundwassers zu erwarten.
- ✓ In locker gelagerten Sanden sind Setzungen durch den Verlust „scheinbarer Kohäsion“ möglich.
- ✓ Mitteldicht- bis dicht gelagerte Sande und Kiese reagieren mit geringen Hebungen.
- ✓ Hebungen durch das Quellen von Ton oder Schluff sind in der Regel deutlich geringer als die vorausgegangenen Setzungen (1-10%).
- ✓ In Lössböden sind starke Setzungen im Dezimeterbereich durch den Verlust „scheinbarer Kohäsion“ oder eine Schwächung interpartikularer Bindungen möglich.

Beweissicherung Bauwerke / Infrastruktur

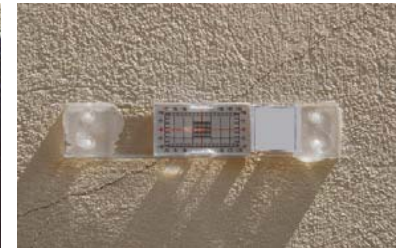
✓ **Bestandsaufnahme** (vor Beginn der Grundwasserentnahme)

- geologische und geotechnische Gründungssituation
- Lage im Grundwasserabsenkungsbereich
- Art der Gründung (Flach- /Tiefgründung, historische Gründung etc.)
- Art des Bauwerkes (Wohnhaus, Lagerhalle, Produktionsstätte etc.)
- Sensibilität (Ausschluss von Setzungsrisen etc.)
- Vorschäden

Empfindlichkeitskategorien

✓ **Messtechnik** (Installation vor Beginn der Grundwasserentnahme)

- Grundwassermessstellen
- geodätische Beobachtungspunkte, Extensometer etc.
- satellitengestützte Radarinterferometrie
- Rissmonitore, Gipsmarken



✓ **Dokumentation**

- Erfassung und Dokumentation der Messergebnisse
- fortlaufende Bewertung der Gefährdung
- prüffähige und zeitgerechte Überstellung an die Genehmigungsbehörde

