

Grundwassermanagement:

Funktionsweise und Risikoabschätzung

Diplom-Physiker R. Morlock

Stuttgart

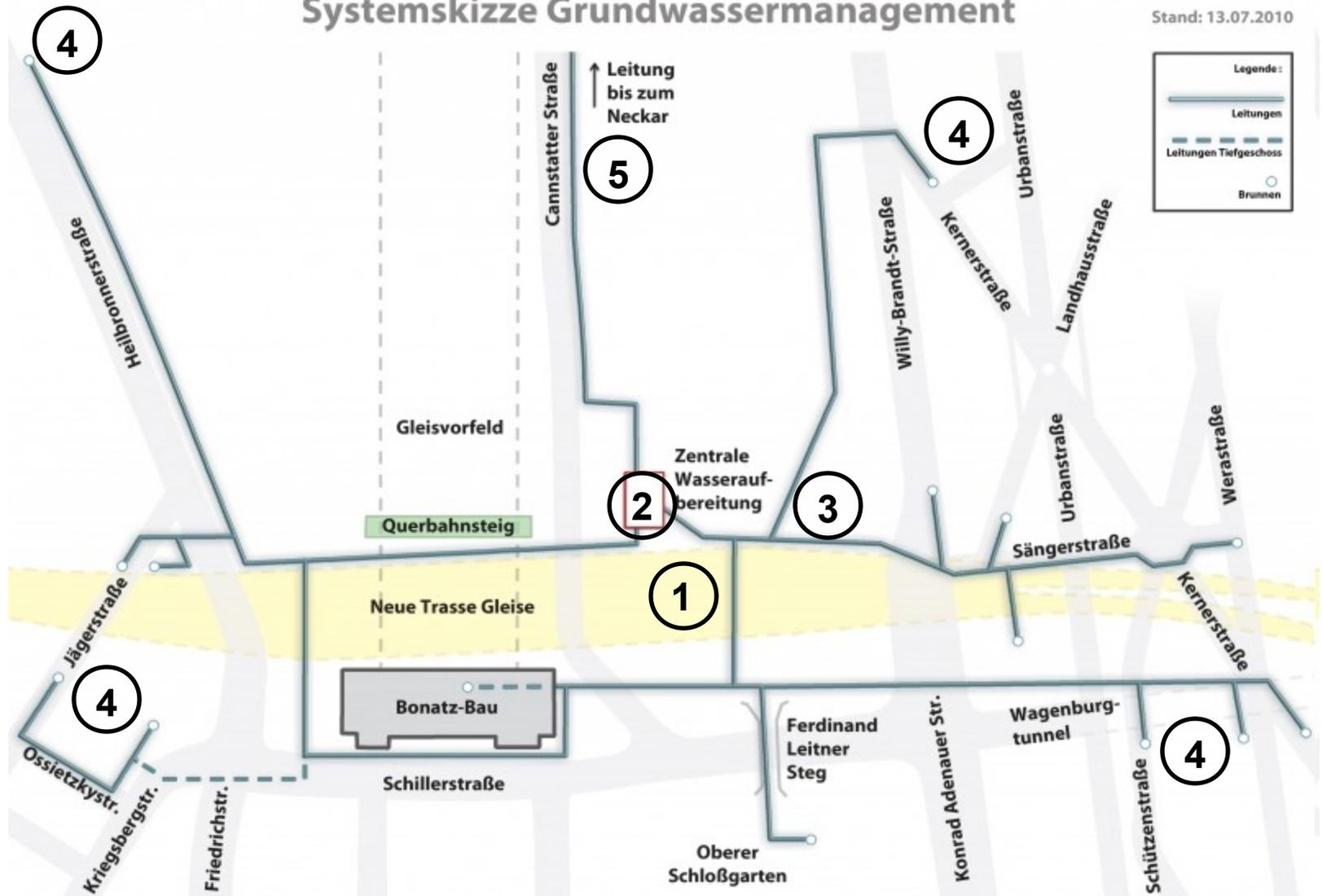
Rathaus, Großer Sitzungssaal

Die fünf grundlegenden Schritte

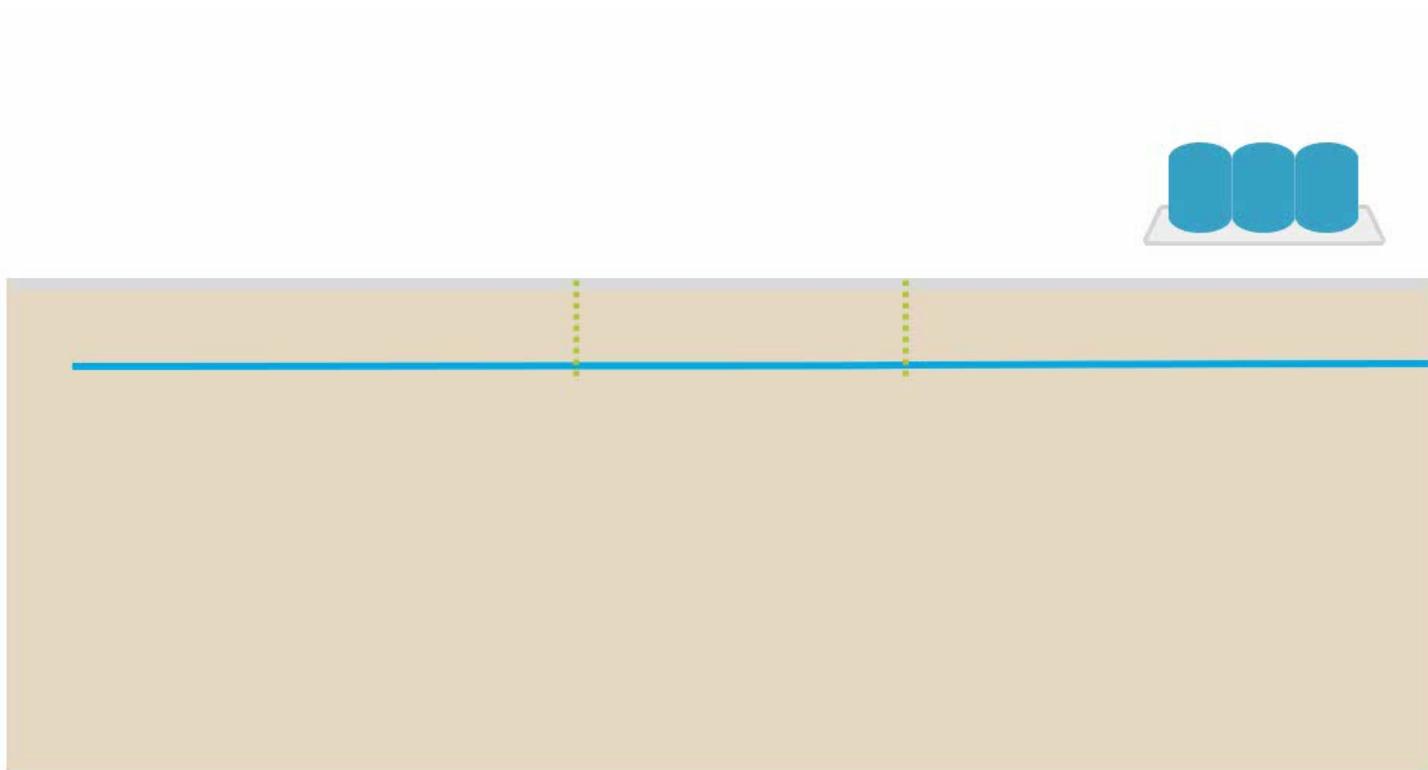
- ▶ 1. Abpumpen aus der Baugrube
- ▶ 2. Aufbereitung des Bauwassers
- ▶ 3. Verteilung im System
(Rohrleitungen)
- ▶ 4. Re-Infiltration über sogenannte Schluckbrunnen
- ▶ 5. Abpumpen von Überschußwasser

Systemskizze Grundwassermanagement

Stand: 13.07.2010



1. Abpumpen aus der Baugrube



2. Aufbereitung des Wassers



Foto: BUND

Nur wenn das Mineralwasser als „natürlich rein“ angesehen werden kann, ist eine Gefährdung der staatlichen Anerkennung des Heilwassers ausgeschlossen. An die der Infiltration vorgeschalteten Reinigungsanlagen sind daher die höchsten Anforderungen zu stellen, die teilweise sogar über den derzeitigen Stand der Technik hinaus gehen.

[PFB 1.1, Seite 344, 28.1.2005]

3. Zuleitungslogistik



Fotomontage/Simulation: Kommunikationsbüro S21

Beispiel Köln



Beispiel Berlin



Foto: W. Kübart, Feb. 2011

4. Infiltration



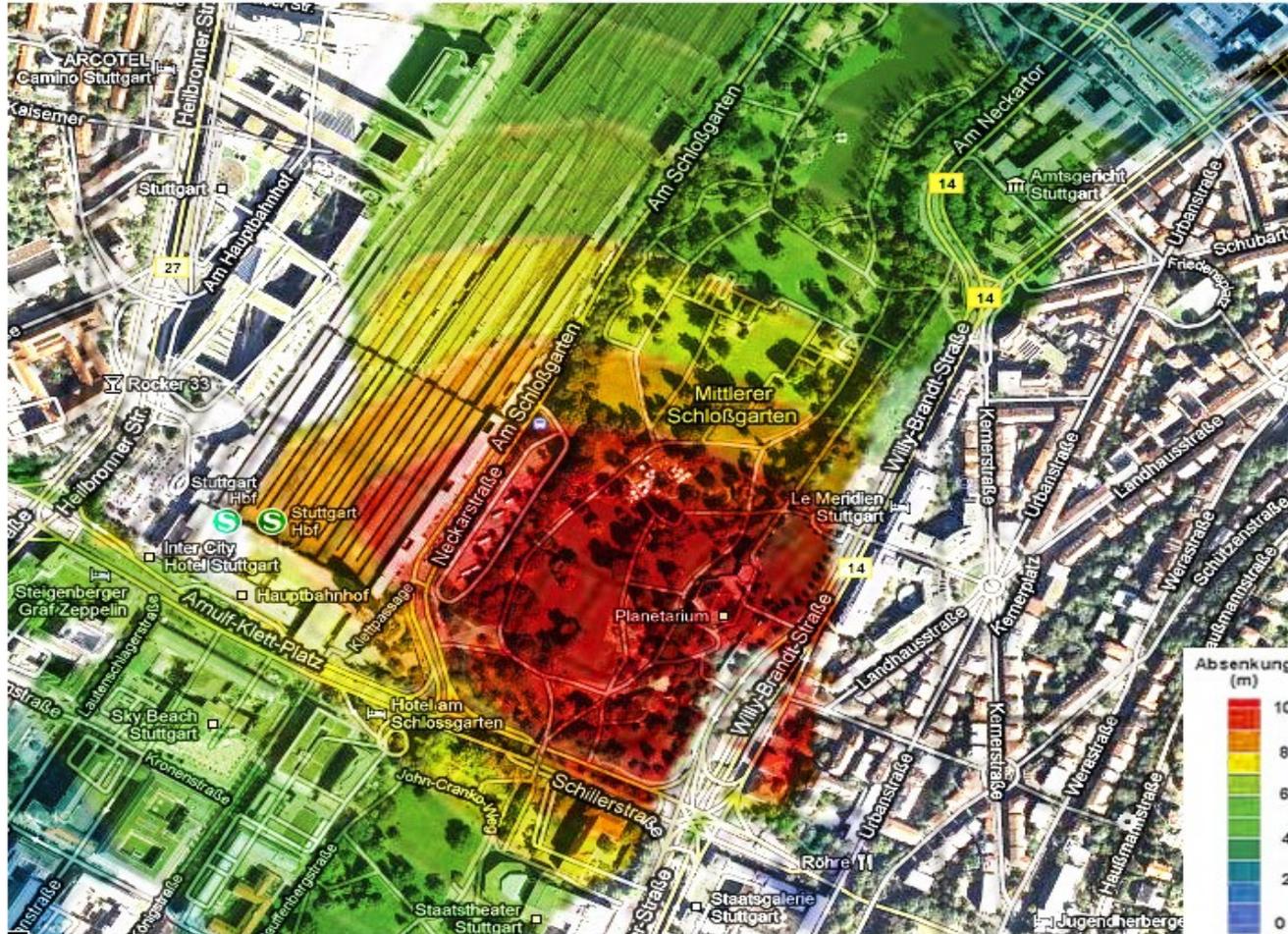
Oberflächennahe Infiltration

Warum Grundwassermanagement?

Mögliche Risiken der Grundwasserabsenkung (Übersicht)

- ▶ Absenkung von Grundwasser kann umliegende Gebäude gefährden (Bodenstabilität, Setzungen, Risse)
- ▶ Weiträumige Absenkungen haben negative Auswirkungen auf die Parkanlagen
- ▶ Unbeabsichtigter Mineralwasseraufstieg
- ▶ Auswaschung Boden/Gesteine

Risiko 1: Gebädestabilität



Grundwasserabsenkung ohne Infiltration: Weitreichender Absenktrichter gefährdet umliegende Bebauung. Simulation nach Kobus und Partner

Risiko 1: Gebäudestabilität



Grundwasserabsenkung mit Infiltration: Absenktrichter mit erheblich geringerer Flächenausdehnung. Simulation nach Kobus und Partner

Gebäudesetzung in Amsterdam



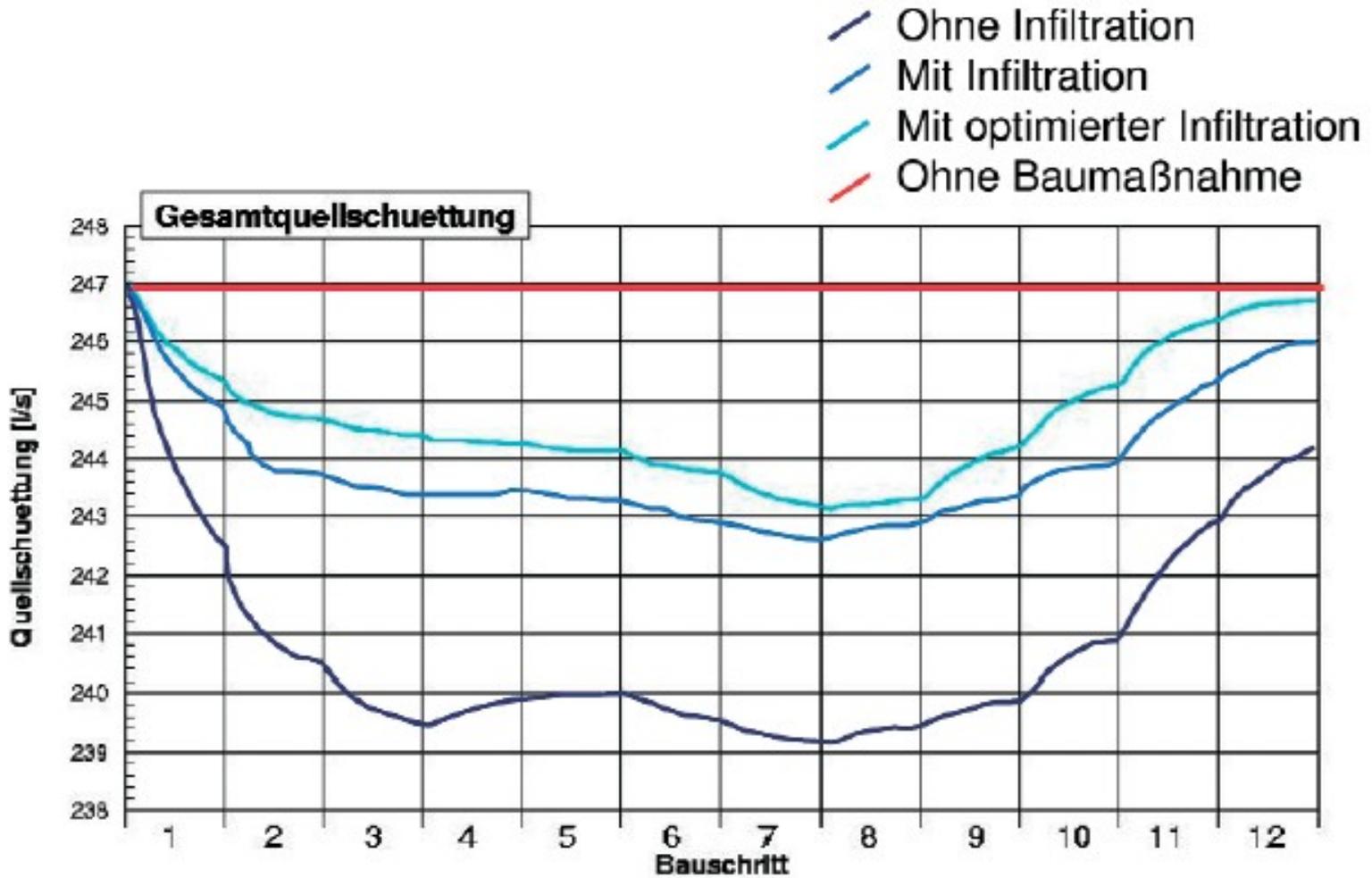
U-Bahn-Bau in Amsterdam; Foto: U. Ebert

Risiko 2: Wasserhaushalt im Park



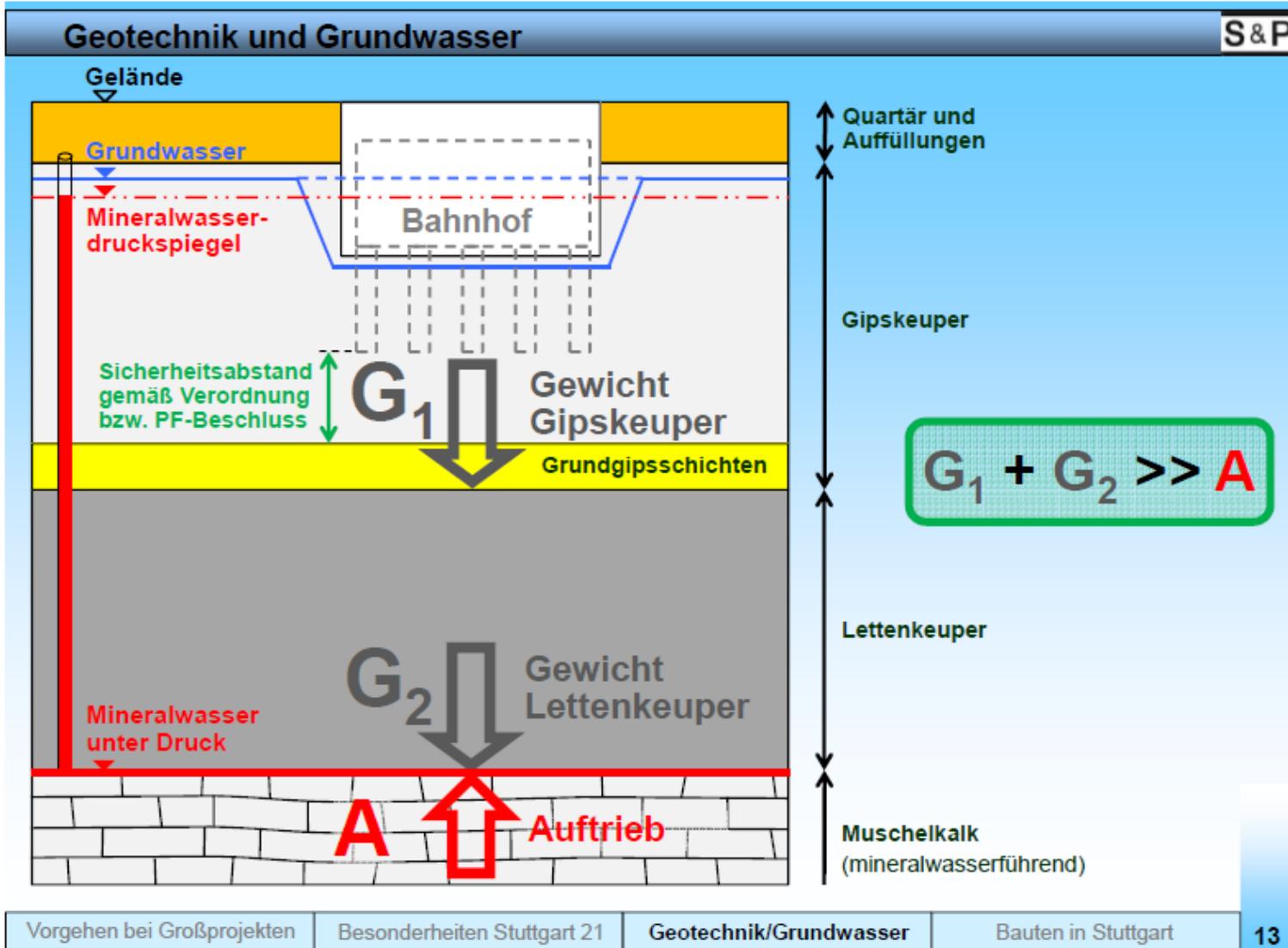
Grundwasserabsenkung mit Infiltration: Reichweite erheblich verringert.
Simulation nach Kobus und Partner

Risiko 3: unbeabsichtigter MW-Aufstieg



Widerspruch zu voriger Prognose:

aus: Vortrag Prof. Lächler, S&P, Faktencheck, 6. Sitzung



Wie kann man diese Risiken begrenzen?

- ▶ Grundwasserabsenkung einschränken
- ▶ Möglichst geringe Absenktiefe
- ▶ Möglichst geringe Ausdehnung

- ▶ Forderung: Möglichst genaue Vorhersage erforderlich

Erkenntnisse

- ▶ Die Ergebnisse vorgelegter Computersimulationen sind für die Entscheidung, ob die Genehmigung einer Grundwassermaßnahme unbedenklich ist, von zentraler Bedeutung.
- ▶ Bei der Prüfung ist wichtig: Welche Modelle liegen den Simulationen zugrunde?

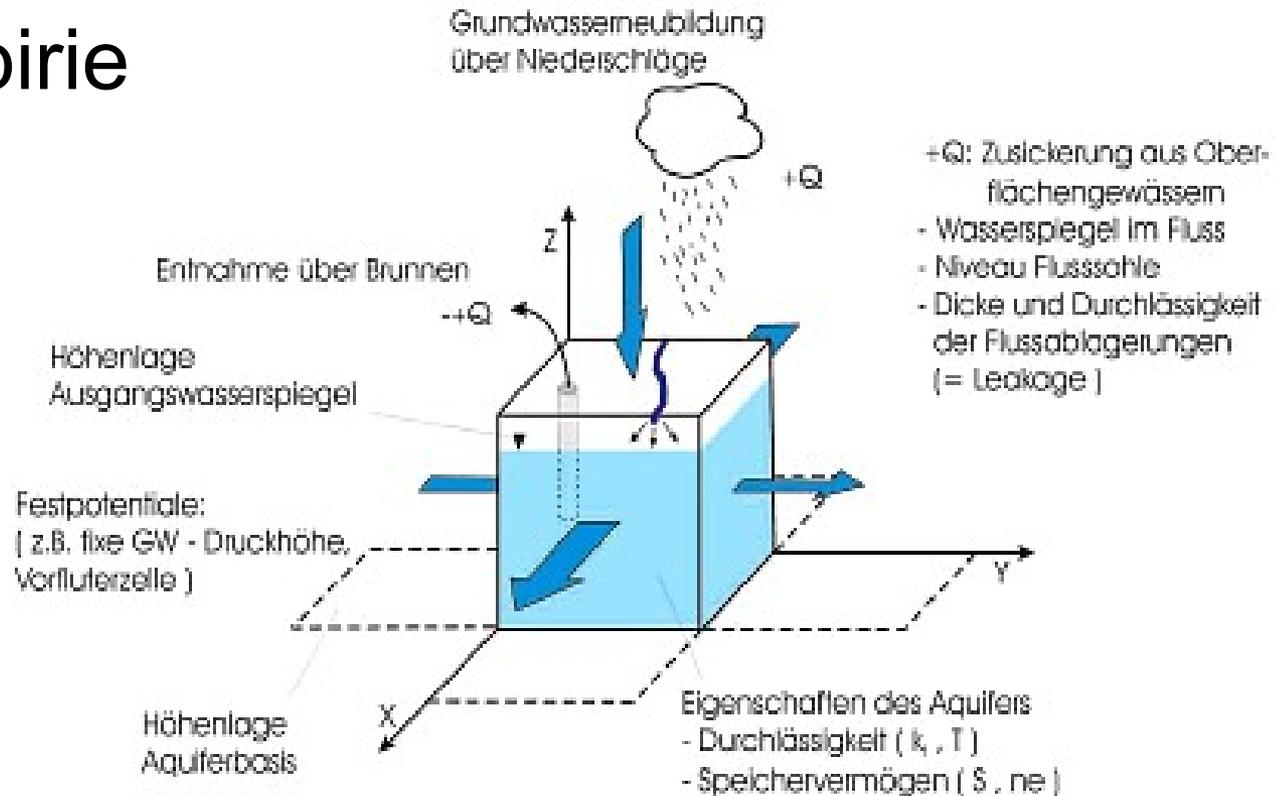
Von der Schwierigkeit, ein
Grundwassermodell zu erstellen

Schema: Grundwassermodell in Stuttgart

- ▶ Bodenmodell
- ▶ Wassermmodell
- ▶ Unbeabsichtigter MW-Aufstieg
(graphische Veranschaulichung)

Wie fertigt man ein Computermodell an?

- ▶ Methode der „finiten Elemente“
- ▶ Physikalische Grundgesetze
- ▶ Empirie



Wie gewinnt man die Eingangsgrößen?

- ▶ Bohrungen
- ▶ Piezometerhöhen: z.B. Meßdosen
- ▶ Pumpversuche
- ▶ Infiltrationsversuche

Mikroskopie versus Makroskopie

- ▶ Systemgrößen werden vom Computer auf möglichst kleinem Maßstab benötigt
- ▶ Meßgrößen können nur auf großräumigen Skalen gewonnen werden
- ▶ Modell wird gegen die sogenannten Randbedingungen „geeicht“

Zusammenfassung

- ▶ Die Gewinnung der Meßgrößen ist nur vergleichsweise grob durchführbar
- ▶ Es müssen zahlreiche vereinfachende Annahmen gemacht werden
- ▶ Die Zusammenhänge sind höchst komplex: Änderungen einzelner Parameter wirken auf andere Parameter zurück

Folgerung

- ▶ Die Modellierung für den Computer ist voller Annahmen und Näherungen
- ▶ Es besteht keine Gewähr, daß das so erstellte Modell realistisch ist
- ▶ Als Konsequenz muß das Modell abschließend einem wichtigen Schritt unterzogen werden:

Die „Validierung“ eines Modells

- ▶ Validierung bedeutet in etwa: Prüfung des Modells gegen die realen Beobachtungen
- ▶ Das Modell muß auch bei Variation der Eingangsgrößen die Randbedingungen erfüllen
- ▶ Praxistests

Was tun, wenn die Validierung nicht zum Ergebnis führt?

- ▶ Wiedereinstieg in die Modellfindung
 - ▶ Überprüfung der Fragestellung
 - ▶ Verbesserung der Datengrundlage
 - ▶ Neusimulation
-
- ▶ Resultat: Ein neues, verbessertes Modell, mit dem erneut eine Validierung versucht wird

Wann ist ein Grundwassermodell fertig?

- ▶ Ggf. müssen die vorstehenden Schritte mehrmals iterativ durchlaufen werden, bis die Validierung gelingt.

Welche Resultate liefert eine Validierung?

- ▶ Kenntnis über die Gesamtwasserbilanzen
- ▶ Hinreichende Annahmen über die Bodenbeschaffenheiten
- ▶ Hinreichende Annahmen über die Strömungsverhältnisse

Gültigkeitsbereich des Grundwassermodells

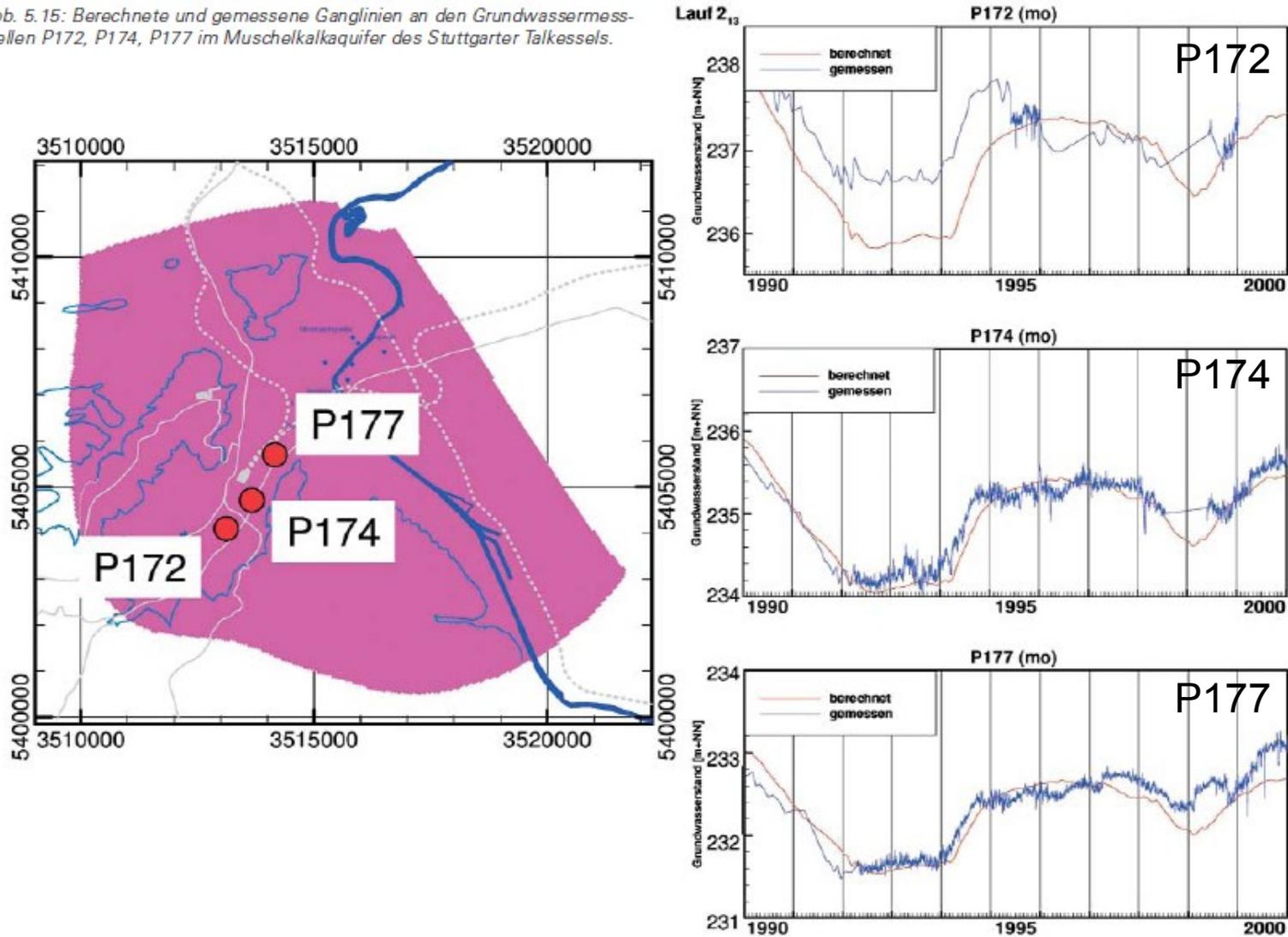
- ▶ Das fertige Grundwassermodell liefert aufgrund der Komplexität der Zusammenhänge nur für Wassermengen in einer Umgebung von einigen Prozent der validierten Gesamtwassermenge vorhersagbar realistische Ergebnisse.
- ▶ Dieser Gültigkeitsbereich kann für jedes Modell unterschiedlich sein

Eichung und Validierung in Stuttgart

- ▶ Man hat nach Eichung der Parameter umfangreiche Vergleiche zwischen Messungen der Vergangenheit und Berechnung des Modells vorgenommen
- ▶ Vergleich von Grundwasserstand (in m+NN) und Schüttungsvolumina in Liter pro sec (siehe folgende Folien)

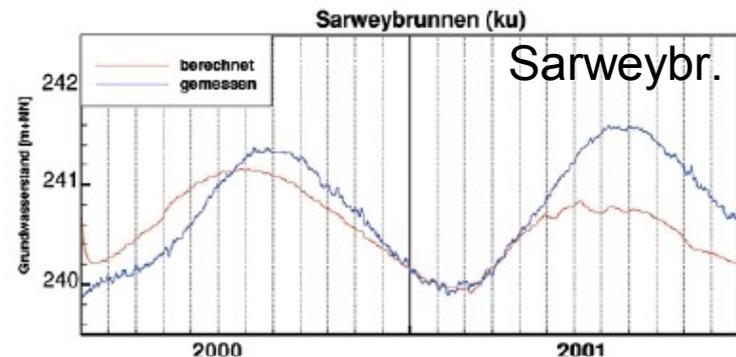
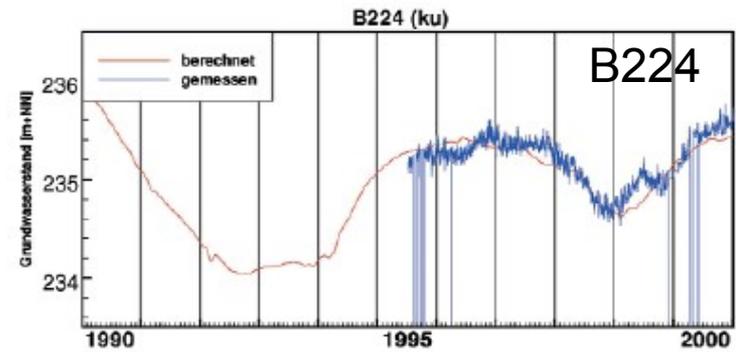
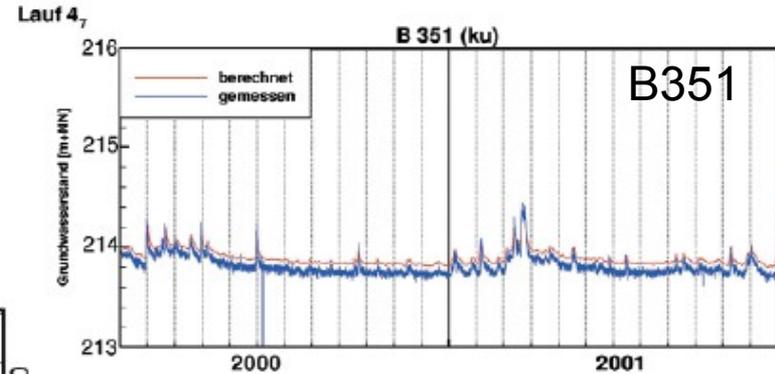
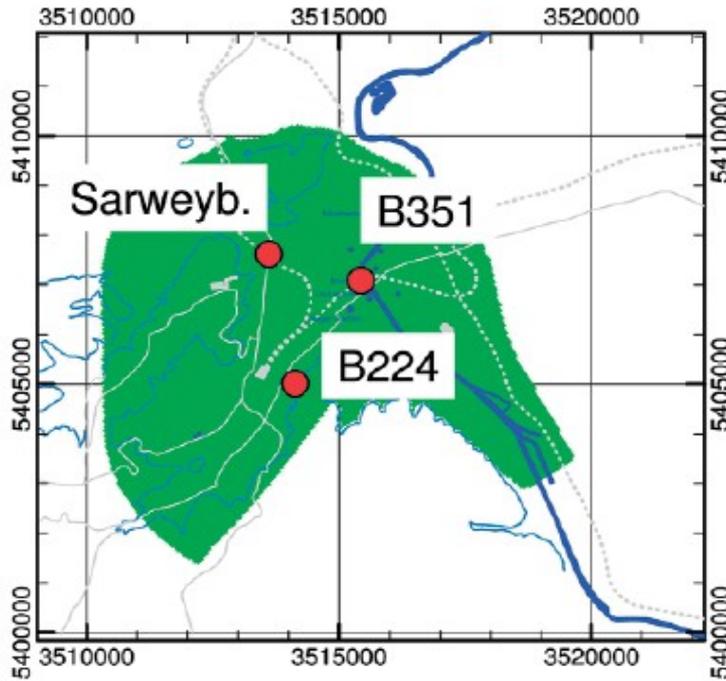
Ganglinien des Grundwassers Muschelkalk

Abb. 5.15: Berechnete und gemessene Ganglinien an den Grundwassermessstellen P172, P174, P177 im Muschelkalkaquifer des Stuttgarter Talkessels.



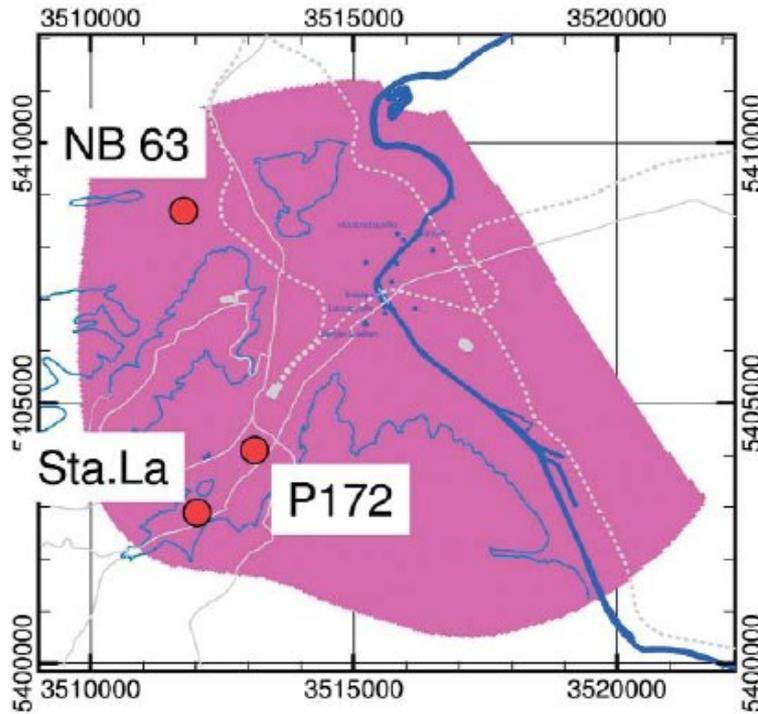
Ganglinien des Grundwassers Unterkeuper

Abb. 5.19: Berechnete und gemessene Ganglinien an den Grundwassermessstellen B351, B224 und am Sarweybrunnen jeweils im Unterkeuper zwischen 2000 und 2001.

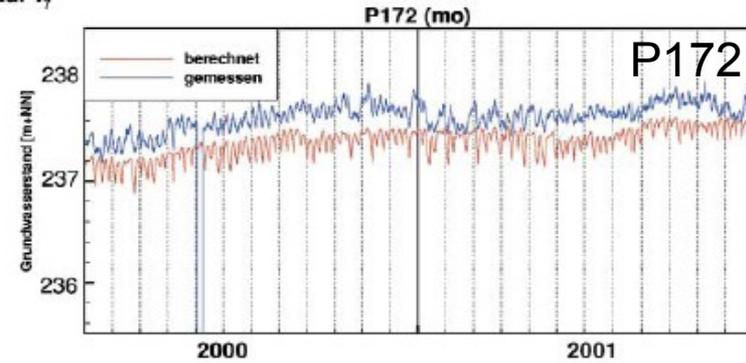


Ganglinien des Grundwassers Quartär

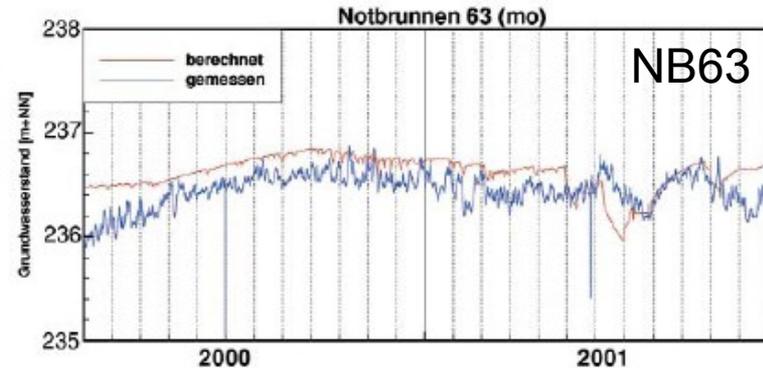
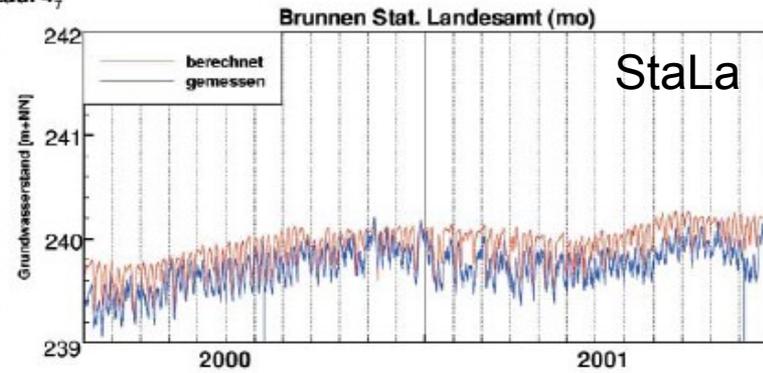
Abb. 5.18: Berechnete und gemessene Ganglinien an den Grundwasser-messstellen Statistisches Landesamt, P172 und Notbrunnen 63 zwischen 2000 und 2001.



Lauf 4,

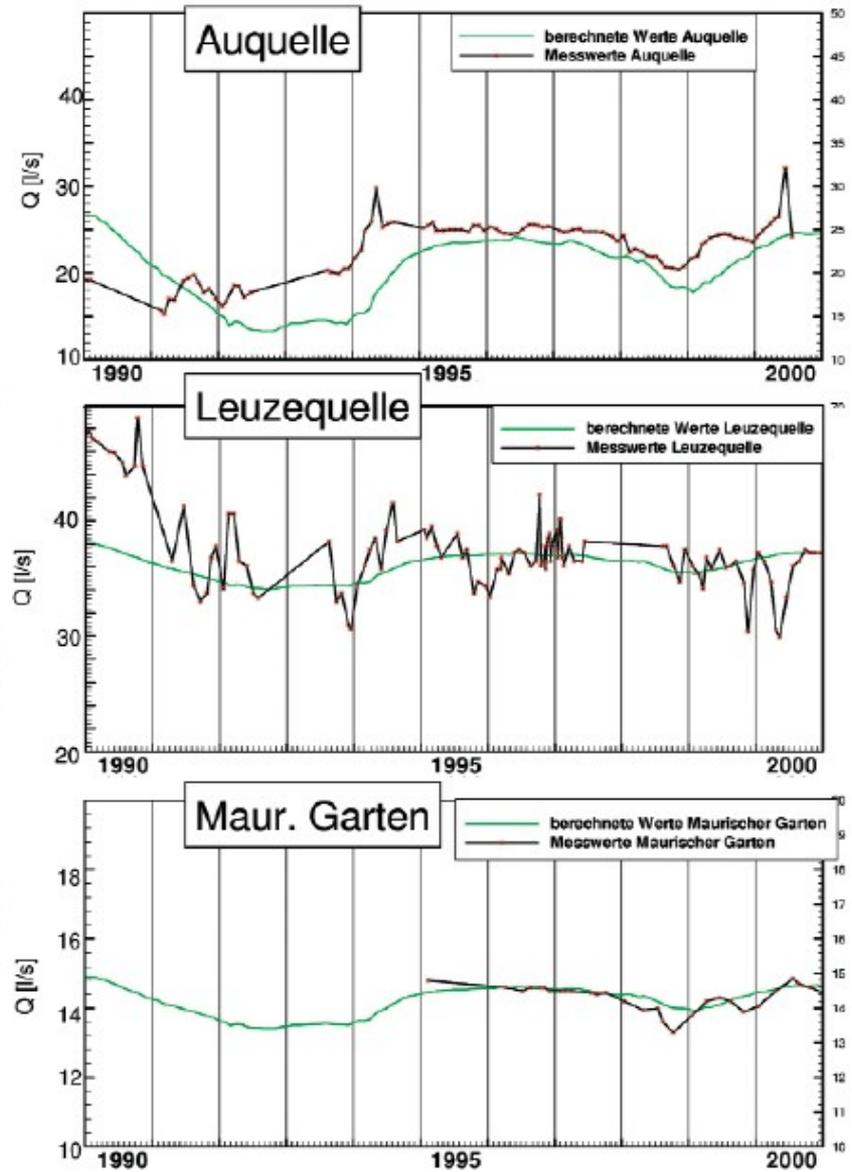
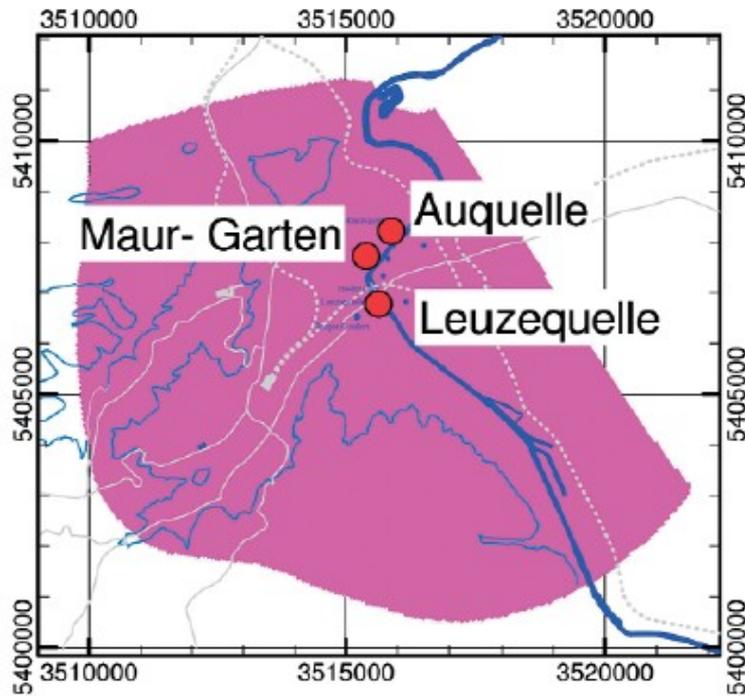


Lauf 4,



Ganglinien der Mineralquellen

Abb. 5.16: Berechnete und gemessene Ganglinien an den Mineralquellen: Auquelle, Leuzequelle und Quelle im Maurischen Garten.



Ziel erreicht

- ▶ AK Wasserwirtschaft >100 Sitzungen
- ▶ 500 Bohrungen
- ▶ zahlreiche geohydraulische Versuche
- ▶ Großinfiltrationsversuch (Simulation des Bauzustandes)
- ▶ 2 numerische Grundwassermodelle, unabhängig voneinander erstellt

„Die durchgeführten Untersuchungen sind aus Sicht der beteiligten wasserwirtschaftlichen Fachbehörden zur Beurteilung des Vorhabens und zur Bewertung der Auswirkungen für die Planfeststellung ausreichend.“
[PFB 1.1 S. 342, 28.1.2005].

Das Modell ist bestens validiert

„[...] Gerne nehme ich die Gelegenheit wahr, deutlich zu machen, mit welchem Engagement und welcher Kompetenz wir uns um die bestmögliche Behandlung des Schutzgutes Wasser bemühen. Dazu möchte ich beispielhaft auf einige unserer Maßnahmen kurz eingehen: [.....]

Mit einem instationären Grundwassermodell kann die Beeinflussung im Wasserhaushalt berechnet und simuliert werden. Plakativ gesagt, wenn in Stuttgart-Feuerbach 10 Liter Wasser entnommen werden, können wir die Auswirkungen in Wendlingen vorhersagen. Damit lassen sich die Auswirkungen der Baumaßnahmen und der zur Eingriffsminimierung vorgesehenen Infiltrationsmaßnahmen im Vorhinein prognostizieren. So kann sichergestellt werden, dass die Auswirkungen des Projektes auf den Boden und das Grundwasser die in den Planfeststellungsbeschlüssen festgelegten Grenzen nicht überschreiten.

Während der Bauzeit werden etwa 5,8 Millionen m³ Wasser entsprechend zu behandeln sein. Davon sollen 4,2 Millionen m³ zur Schonung des Grundwasserhaushaltes wieder in den Untergrund infiltriert und 1,6 Millionen m³ in den Neckar bzw. die städtische Kanalisation abgeleitet werden. [...]

Wie Sie sehen, sind wir in diesem Bereich sehr gut aufgestellt. Auch aus diesem Grund spricht Hartmut Mehdorn immer davon, dass "Stuttgart zu den am besten vorbereiteten Bauvorhaben der Bahn gehört". Dies gilt natürlich nicht allein für Stuttgart 21, sondern auch für die Neubaustrecke Wendlingen-Ulm. [...]"

April 2011: Pumpversuch im Schloßgarten

- ▶ Anhand eines Pumpversuches über die Dauer von 72 Stunden wird nun in Abänderung der Planfeststellung die Bewirtschaftung von 125% mehr Grundwasser beantragt.

Ein einzelner Pumpversuch stellt damit zwei Grundwassermodelle und die langjährige Arbeit eines Fachgremiums in Frage (?)

Antrag auf Planänderung?
Welche Fragen stellen sich?

Das Grundwassermodell ist validiert

Wenn das Modell (vor 2006) validiert war, setzt dies auch die Kenntnisse über die Wasserbilanzen voraus

- ▶ Möglichkeit 1: Das Modell von vor 2006 ist richtig, dann enthält es die (annähernd) richtige Wasserbilanz
- ▶ Möglichkeit 2: Das Modell ist falsch. Dann ist eine grundlegend neue Validierung einzufordern.

Konsequenz 1: Modell war richtig

- ▶ Änderungen, die eine Planfeststellung wesentlich tangieren, müssen innerhalb von 18 Monaten nach Bekanntwerden der Genehmigungsbehörde angezeigt werden.

Notwendige Schritte 1:

- ▶ Der Antrag auf Planfeststellungs-Änderung ist möglicherweise verfristet
- ▶ Komplette Prüfung aller Unterlagen durch die Genehmigungsbehörden unter Hinzuziehung unabhängiger Experten

Konsequenz 2: Modell war unzureichend

- ▶ Neue Validierung erforderlich, also grundsätzliche Analyse der Auswirkungen auf das gesamte Modell
- ▶ Die neuen Berechnungen müssen genauso der Öffentlichkeit verfügbar gemacht werden wie 2006
- ▶ Aufgrund der falschen Wasserbilanz handelt es sich höchstwahrscheinlich um eine grundlegend andere Grundwassermaßnahme als im PFB

Notwendige Schritte 2

- ▶ Eine grundlegend neue Prüfung der Grundwassermaßnahme, als ob es ein falsches Modell nie gegeben hätte (neue Planfeststellung)
- ▶ Komplette Prüfung aller Unterlagen zum Grundwassermodell und Grundwassermanagement, neue Gutachten

Ingenieure22

Wir denken weiter

Treten Sie mit uns in Dialog

www.ingenieure22.de

kontakt@ingenieure22.de

roland.morlock@ingenieure22.de

Backup

Offene Grundwasserhaltung

Quelle: P. Lenhard, Poster zur Grundwassermodellierung, Hochschule Biberach

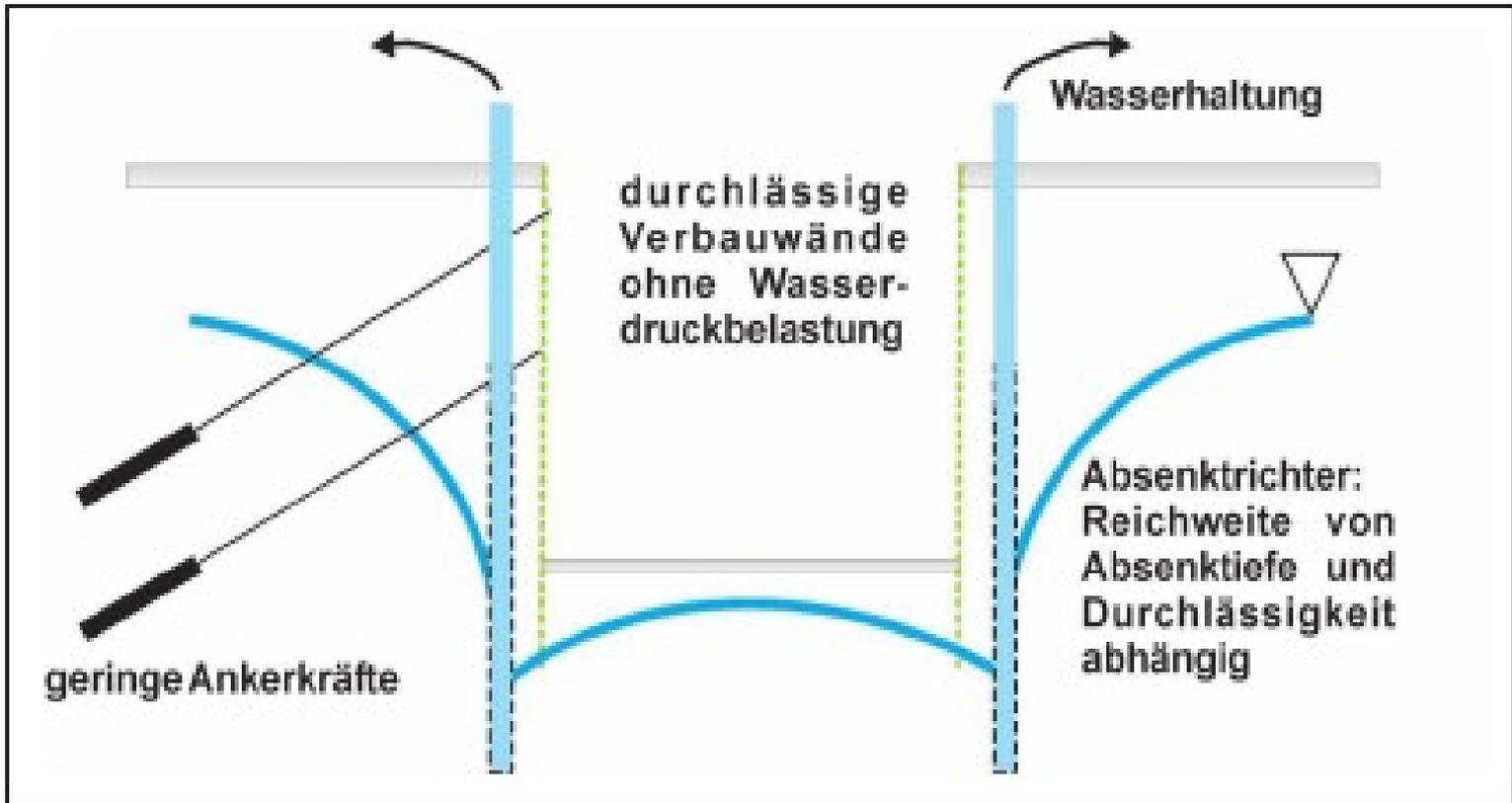


Abb. 1: Offene Wasserhaltung