

Modellierung von Grubenwasserhaltungen mit integriertem Pumpmanagement

N. Pollmann, J. Sunten, Ch. Klinger | DMT GmbH & Co.KG | Ch. V. Kleinsorgen | RAG Aktiengesellschaft | Kassel24 | 03.09.2024



Boxmodell - Grubenwassermodellierung

Modellvorhersage des Grubenwasseranstiegs und der chemischen Entwicklung des Grubenwassers in stillgelegten Bergwerken

Volumen Bilanz Methode

Boxen = Bilanzelemente → Bergwerke

Boxen

- stark verbunden
- hydraulisch homogen

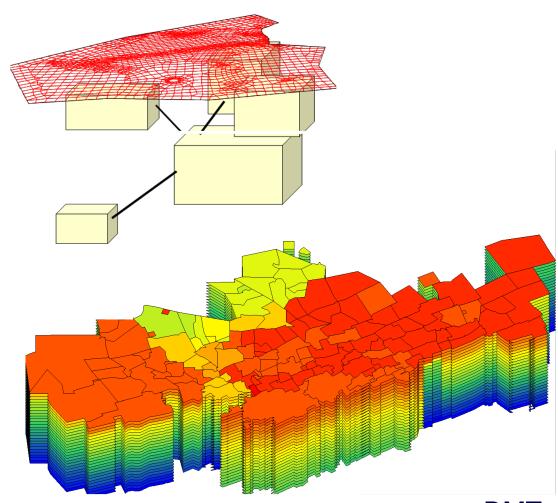
Resthohlraumvolumen

- Schächte
- Abbaugebiete

Zuflüsse

- GWN, oberflächennahe Herkunft
- Tiefes Schichtwässer, lateral

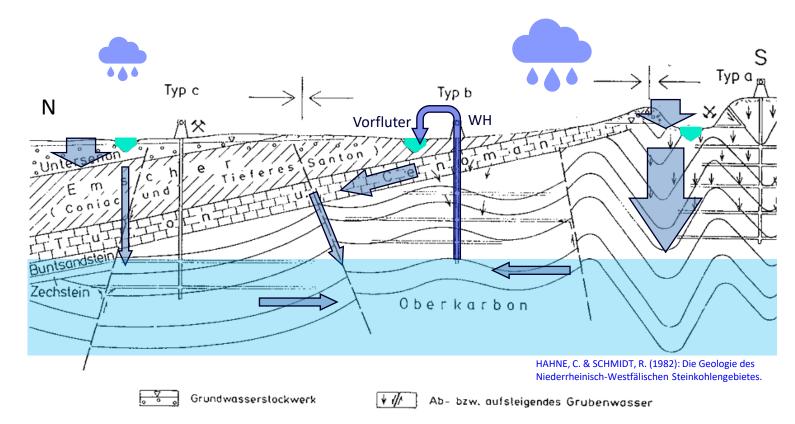
Abflüsse (Pumpen)



Wasserkreislauf Grubenwasser

Niederschlag – Grundwasser – Grubenwasser

- Grundwasserneubildung
- Grubenwasserzufluss von der Oberfläche
 - o Instationär (saisonale Schwankung)
 - Versinkungen aus dem tiefen Kluftgrundwasserleiter
 - o Geringe Salinität
- Laterale Tiefenzuläufe
 - o Hohe Salinität
- Abflüsse (Pumpen/Wasserhaltung)
 - Grubenwassereinleitung in Vorfluter
 - Mischwasserkonzentration



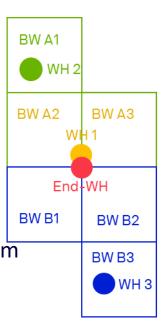


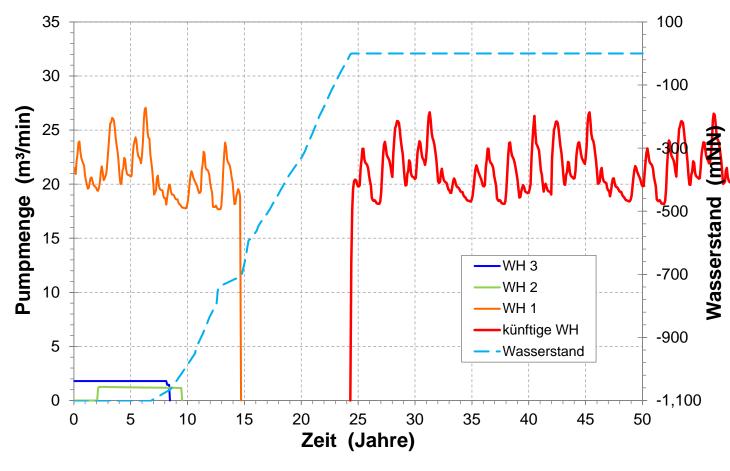
Hydraulische Rahmenbedingungen - Szenario

- Bergwerksverbund mit oberflächenbürtigem Grubenwasserzufluss und tiefen Zuläufen
- Aktive WH 1

 -> Zuflussmengen saisonal
 schwankend
- Aktive WH 2
- Aktive WH 3-> Zuflussmengen ± konstant
- Abschaltung der WH 1, 2 & 3
 - -> Grubenwasseranstieg

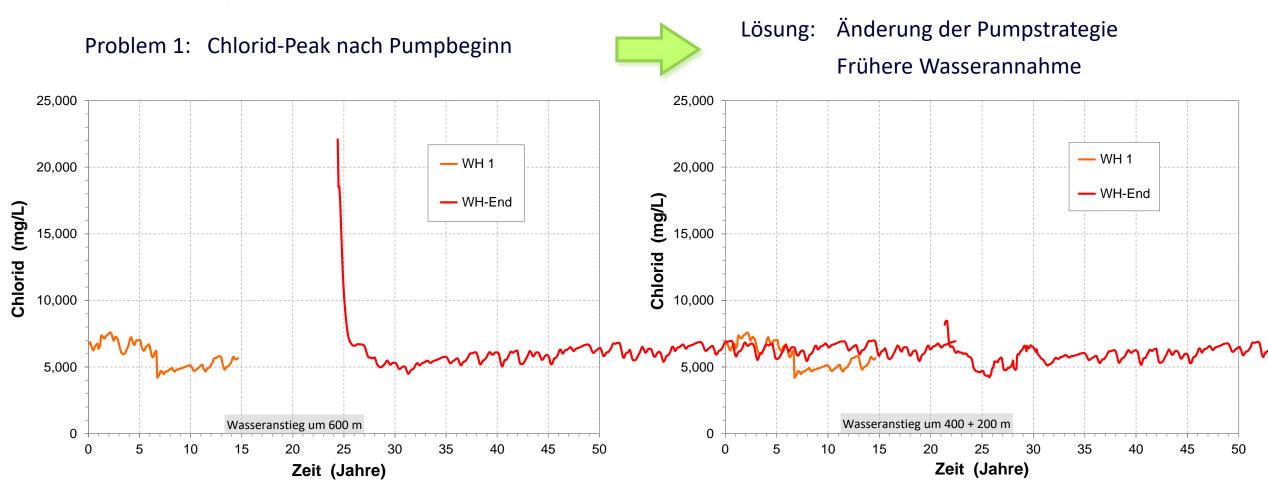
Wiederannahme des Wassers beim geplanten Endniveau (WH-End)





Problemstellung

Konzentrationspeak nach Wiederannahme

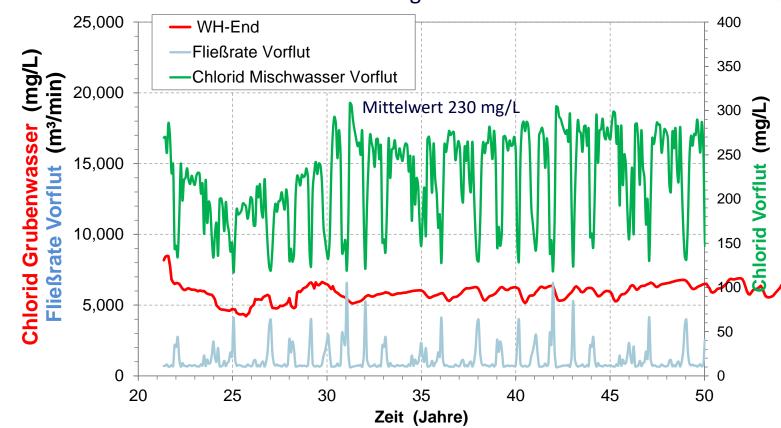




Problemstellung

Einleitung in den Vorfluter

Problem 2: Wasserstandskontrollierte Grubenwasser- Einleitung führt zu erhöhten Stoffkonzentrationen im Vorfluter, insbesondere bei Niedrigwasser



Lösung: Grubenwassereinleitung in Abhängigkeit von der Wasserführung des Vorfluters

- Erforderliche Modellanpassungen:
 - Programmierung einer Einleitung in Abhängigkeit der Wasserführung des Vorfluters
 - definierter Wasserstandsbereich darf nicht überschritten werden
 - Definierte Vorgehensweise bei Erreichen hmax und hmin
 - Voraussetzung: frequenzgeregelte Pumpen zur stufenlosen Anpassung der Förderleistung

Lösung

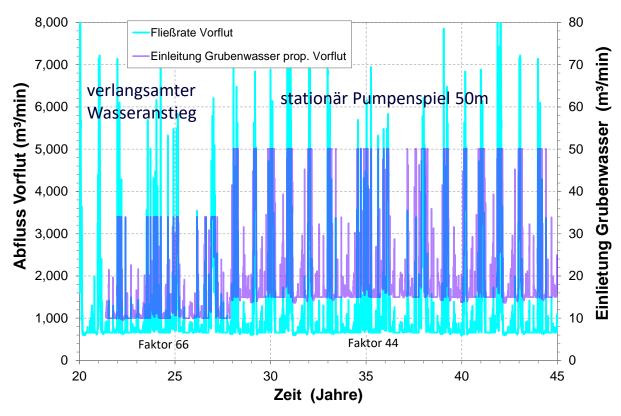
Grubenwassereinleitung in Abhängigkeit von der Wasserführung des Vorfluters

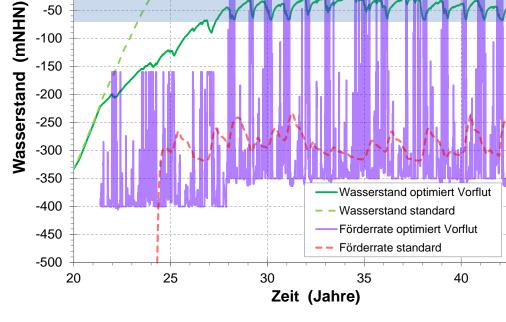
100

50

-50

-100





- Pumpmenge proportional Wasserführung Vorflut
- Steuerung über Verdünnungsfaktor

- Pumpenspiel 50 m
- Schwankender Grubenwasserstand



45

60

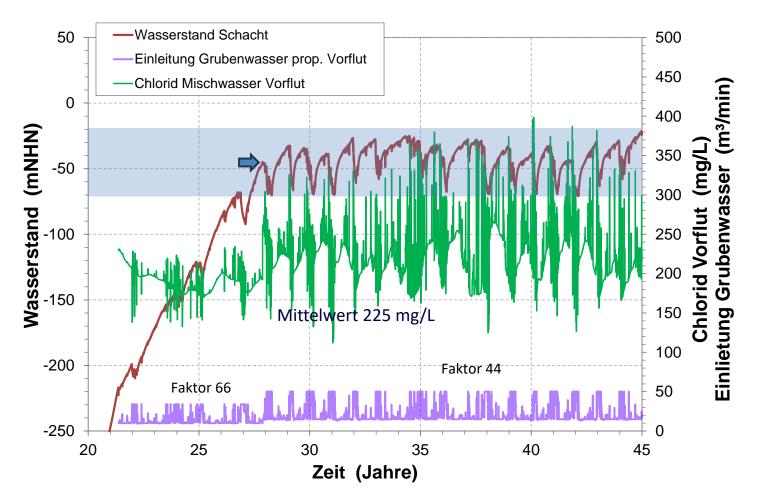
(m³/min)

-umpmenge

10

Ergebnisse

Chlorid Konzentrationen im Mischwasser Vorflut

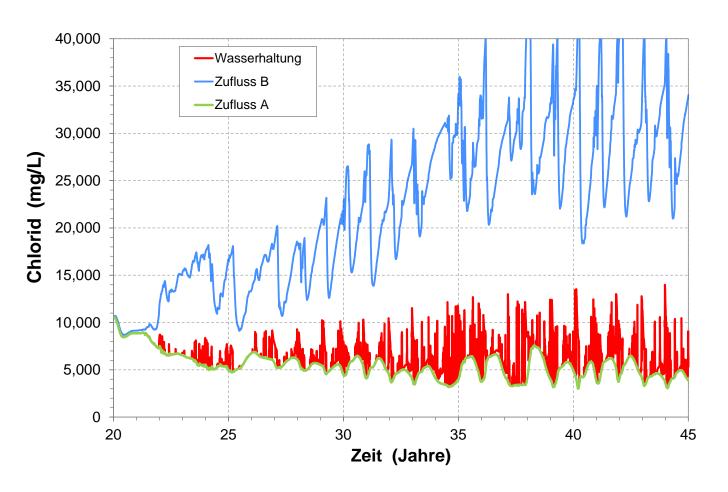


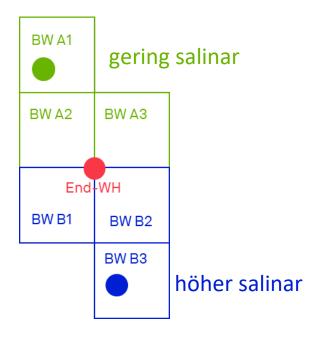
- Kopplung des Pumpmanagements an den Wasserstand des Vorfluters programmtechnisch umgesetzt
- Verringerung im Wasseranstieg erreicht
- Anfangspeak der Konzentration reduziert
- Unterschiedliche Faktoren berücksichtigt
- Aber: Stark schwankende Chloridkonzentrationen im Mischwasser in der Vorflut



Ergebnisse

Prozessanalyse





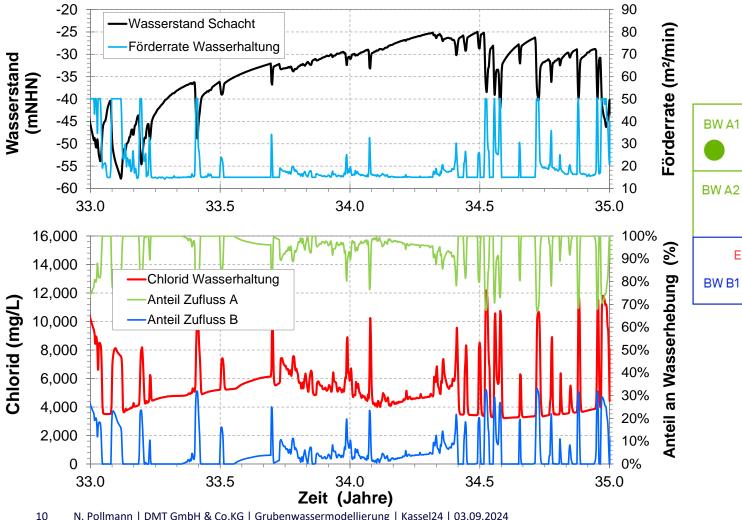
Problem:

- Schnittstelle Teilprovinzen mit unterschiedlicher Wasserqualität
- Mischung der Wässer im Pumpen-Schacht



Ergebnisse

Prozessanalyse



Problem:

BW A1

BW A3

BW_{B2}

BW B3

End-WH

- In Phasen des Wasseranstiegs fließt überwiegend Wasser aus Teilprovinz A zu
- In Phasen der Absenkung des Wasserspiegels fließen größere Anteile aus Teilprovinz B (höher salinar) zu



Mögliche Lösungen:

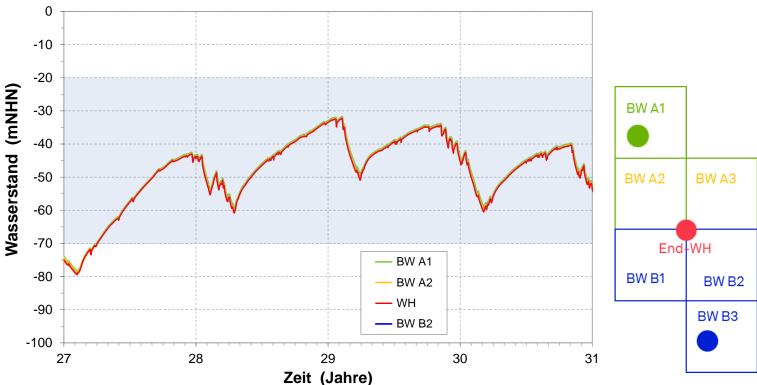
- Modifizierung des **Pumpenmanagements**
- Vergleichmäßigungsbecken übertage
- Pumpenstandort in einer der Teilprovinzen



Problemstellung

Einzugsbereich im Grubengebäude

Problem 3: verfügbares Speichervolumen = gesamte Wasserprovinz



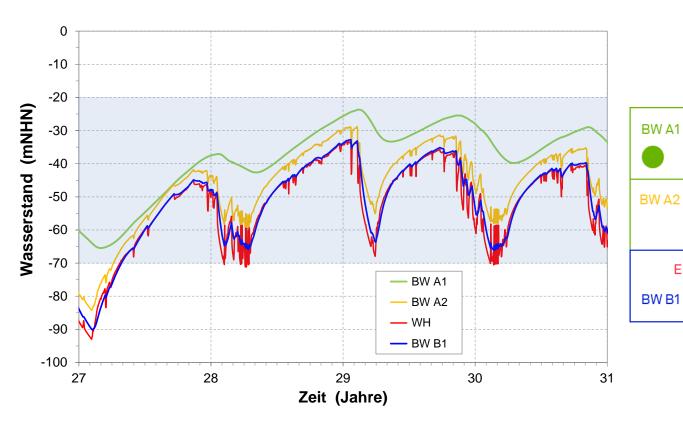
- Für Streckenverbindungen werden üblicherweise sehr gute Durchleiteigenschaften angenommen
 - Die Wasserstände in der gesamten Provinz werden so ± einheitlich berechnet
 - ➤ Bei großen Fließraten und im Maßstab einer Wasserprovinz hat sich aber inzwischen gezeigt, dass dies <u>nicht</u> der Fall ist



Lösung

Einzugsbereich im Grubengebäude

Problem 3: verfügbares Speichervolumen = gesamte Wasserprovinz





BW A3

BW B2

BW B3

End-WH

Lösung: Berücksichtigung von Fließwiderständen im Einzugsbereich

Programmtechnische Umsetzung:

- Kalibrierung der Durchleiteigenschaften im Wasserweg
 - Berücksichtigung von
 Fließwiderständen im Einzugsbereich der Wasserhaltung zur korrekten
 Beschreibung des im Pumpenspiel verfügbaren Speichervolumens



Fazit

Bei komplexen Systemen erfordert die Prognose von Grubenwasserhaltungen realitätsnahe Modelle

- Instationäre Zuflüsse
- Variable Pumpensteuerung (hmin und hmax, Menge, div. Varianten möglich)
- Berechnung des Pumpenspiels (Anstiegs- und Absenkzeiten)
- Dynamische Qualität des Grubenwassers
- Mischwasserqualität im Vorfluter in Abhängigkeit der Wasserführung

Auswirkungen für den Bergwerksbetreiber

- Bestellung geeigneter Pumpen
- Ggf. Vorzeitiger Pumpbeginn
- Integration von dynamischen Pumpkonzepten in numerische Modelle ist wichtig
- Zusammenspiel zwischen Pumpbetrieb und Grubenwasserqualität muss beachtet werden
- Herkunft der Wässer ist entscheidend und sollte dezidiert erfolgen

Ausblick

• direkte Kopplung von Oberflächen-, Grund- und Grubenwassermodellen wird angestrebt





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dr. Nele Pollmann, Julia Nicolina Sunten, Dr. Christoph Klinger

DMT GmbH & Co. KG - Natural Resources

Hydrogeologie & Wasserwirtschaft

Am TÜV 1, 45307 Essen, Germany

Nele.Pollmann@dmt-group.com

Tel +49 201 172 1824 / Mobil +49 160 888 2839

Christine von Kleinsorgen RAG Aktiengesellschaft V-WH-SK Grubenwasserkonzepte Wilhelmstraße 98, 44649 Herne, Germany

