

WISSEN UM WASSER

Erstellung einer Länder übergreifenden Wasserbilanz des Drömlings

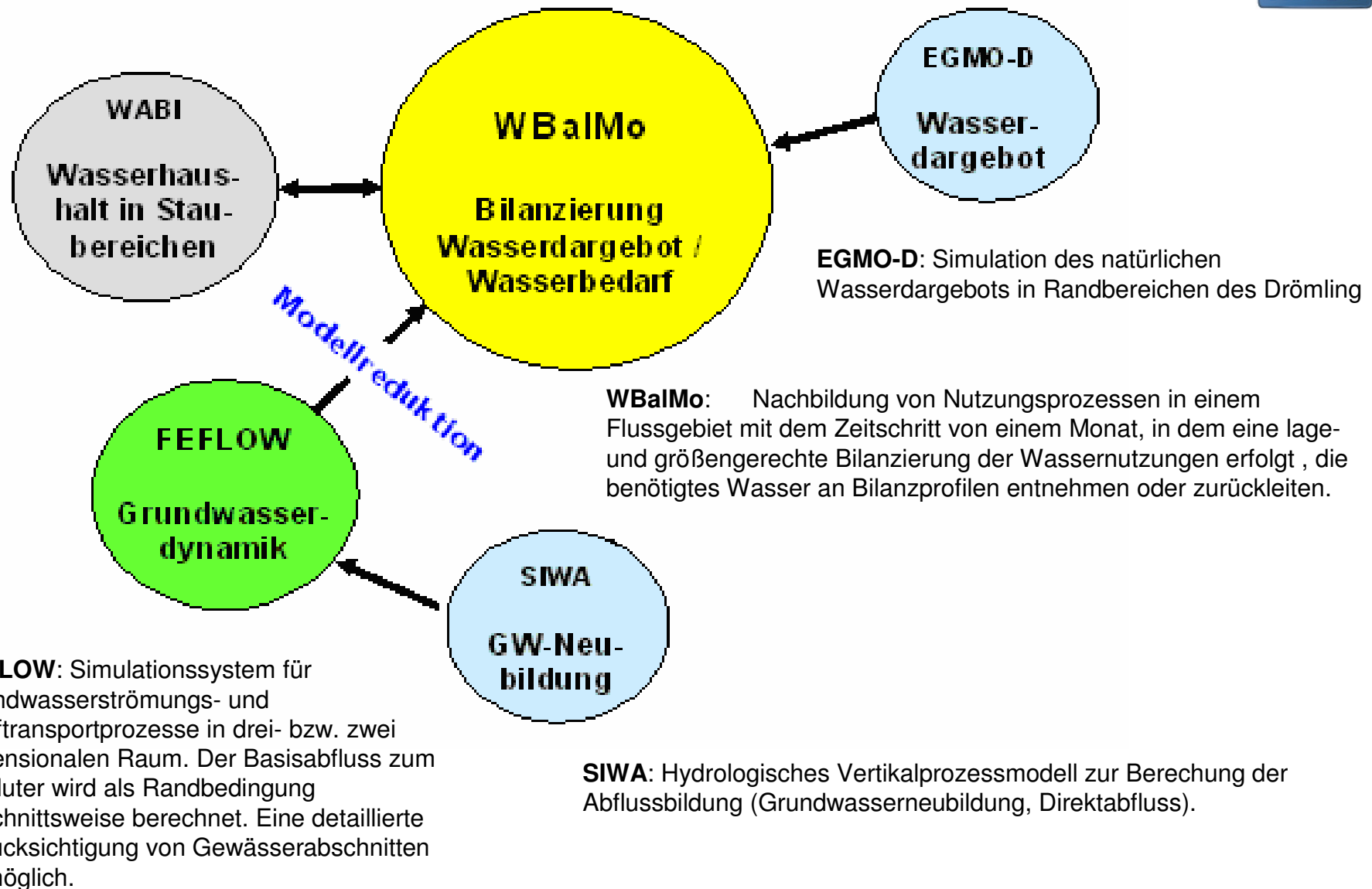
Zielstellung



Ziel: eine von Niedersachsen und Sachsen-Anhalt gleichermaßen anerkannte und aussagekräftige, umfassende Wasserbilanz aufzustellen, die der Komplexität des Gebietswasserhaushalts im (Gesamt-)Drömling gerecht wird. Hierfür sollen alle bilanzwirksamen Einflussgrößen erfasst und berücksichtigt werden, insbesondere:

- Wasserwerke
- Beregnung
- Stausystem
- Wechselwirkungen Oberflächenwasser - Grundwasser

Übersicht - Modellkomponenten



Arbeitsschritte



- **Festlegung des Modellgebietes**
- **Datenrecherche und Beschaffung**
- **Berechnung der Grundwasserneubildung**
- **GW-Modell Erweiterung:**
 - Aufbau des hydrogeologischen Strukturmodells
Übergabe Kurzdokumentation im Mai 2006 zur Abstimmung
 - Aufbau des Grundwassermodells
 - Stationäre Kalibrierung des Grundwassermodells (1994 – 2003)
 - Instationäre Verifizierung des Grundwassermodells Abflussjahr 1994/1995
Übergabe Dokumentation Modellaufbau, -kalibrierung / -verifizierung Sept. 2006

Arbeitsschritte



- **WBalMo Erweiterung:**
 - Modellstruktur
 - Berücksichtigung neuer Nutzer
 - Klimaabhängigkeit Bewässerung
 - Ermittlung Nutzungseinflüsse mit GW-Modell
 - Modifikation Dargebotssimulation
 - Modellverifikation (1994-2003)

Vorstellung des GW-Modells und der Modellerweiterung WBalMo am 21.11.2006

Arbeitsschritte



- **Modellpräzisierung und Variantenberechnungen gemäß Protokoll vom 21.11.2006**
 - Überprüfung GW-Modellergebnisse am Nord-Ost-Rand anhand VBK50
 - GW-Modell Aktualisierung unter Berücksichtigung aktueller Angaben Entnahmenanteilen aus OGWL / UGWL (Landkreises Gifhorn)
 - Ermittlung Nutzungseinflüsse mit dem aktualisierten GW-Modell
 - WBalMo Aktualisierung
 - Variantenberechnungen
 - Variante 1: ohne Berechnungsentnahmen in Niedersachsen (damit auch im Ohre-EZG)
 - Variante 2: Berechnungsentnahmen im Modellgebiet (damit auch im Ohre-EZG) komplett aus dem UGWL

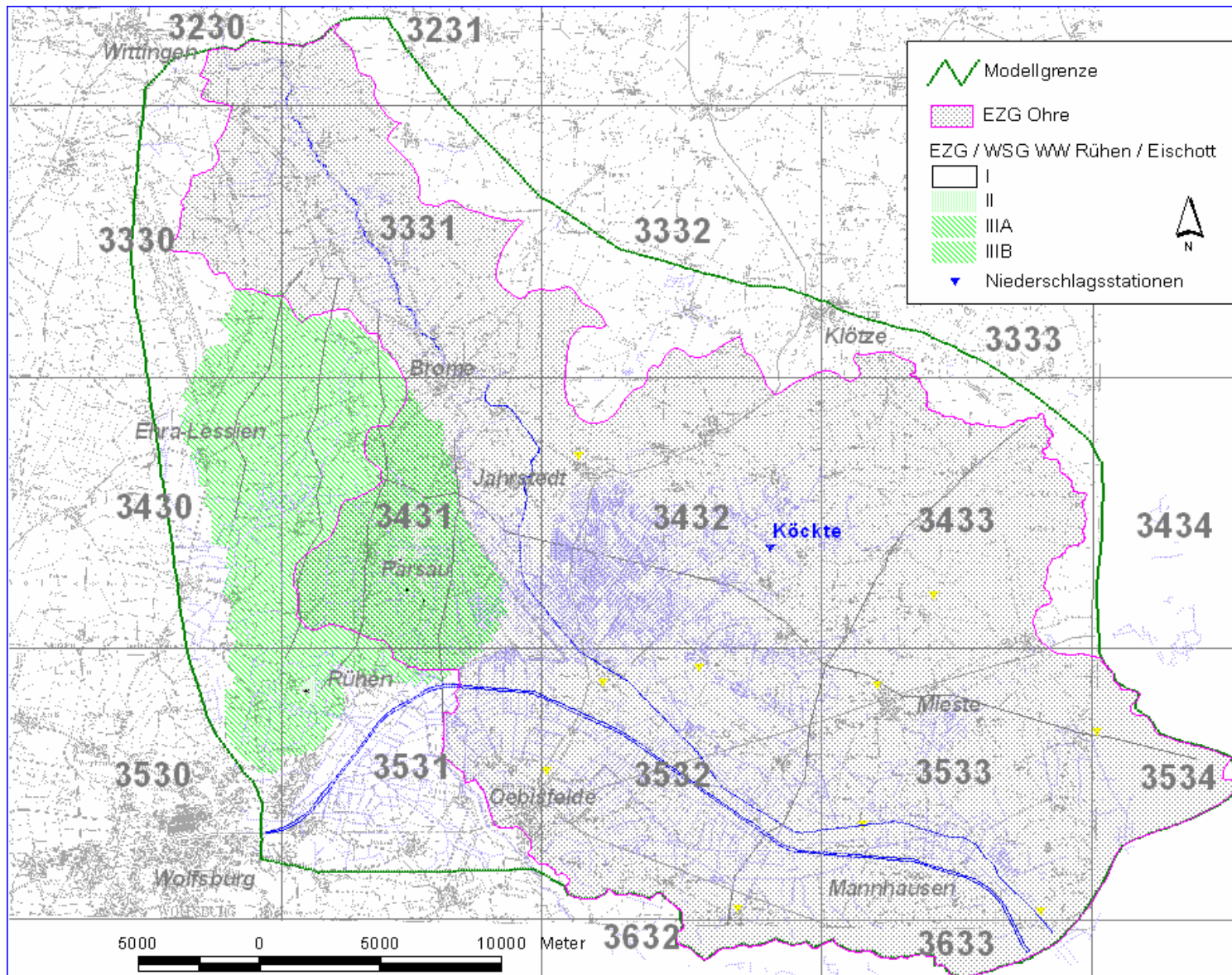
Übergabe Dokumentation Modellpräzisierung / Variantenberechnungen 19.12.2006

Arbeitsschritte



- **Variantenberechnungen gemäß Protokoll vom 21.11.2006**
 - Abflussbilanzierung mit dem GW-Modell für Teilbereiche, insbesondere für den Bereich der kleinen Aller (Ist-Zustand)
Übergabe Kurzbericht am 19.12.2006
 - Variantenberechnungen
 - Klimavarianten zur Berechnung des Einflusses von Klimaänderungen nach GLOWA-Elbe
 - Variante zur Berechnung durch Überleitung aus dem Mittellandkanal
 - Variante Altmarkkreis
- **Dokumentation**
Übergabe Entwurf Abschlussbericht am 17.08.2007

Übersicht - Modellgebiet



EZG Ohre: 770 km²
GW-Modell: 1.118 km²

Datengrundlagen



TK (ATKIS), Landnutzung, DGM (LLG SA, 2006; NLWKN, 2006)

Bodenkarten - VBK50 und BK50 (LAGB, 2006; NLfB, 2005)

Geologie / Hydrogeologie (LHW, NLfB, 2006)

Bohrungsdaten:

- 2754 Bohrungen aus folgenden Datenbanken: Ohre IHU, GW-Kataster Ohre Hyra-Daten binär und BDNGDN, davon etwa 1200 Bohrungen im Untersuchungsgebiet

Profilschnitte:

- Profilschnitte der Arbeitsgemeinschaft IHU/HGN (2004) und der Ingenieurgesellschaft Heidt & Peters mbH (2002) sowie Profilschnitte aus dem Hydrogeologischen Kartenwerk (HK 50, Mittellandkanal, BfG 1993)

Kartengrundlagen:

- SA: HYKA 50, LKQ 50 und Geologische Karten (3432, 3433, 3532, 3533, 3632, 3633 u. 3534)
- NS: Geologische Karten (3230, 3330, 3331, 3430, 3530, 3531 u. 3431)

und weiteres (s. Bericht)

Messdaten

Klima: Niederschlags- und potentielle Verdunstungsdaten (DWD, 1996 – 2004)

Langj. Grundwasserneubildungsdaten im Ohre-EZG:

- SA: ABIMO-Daten
- NS: GROWA98-Date

Oberflächengewässer:

- Abflussdaten Ohre, Pegel Jahrstedt, Calvörde
- Wasserstandsdaten Stauanlagen Naturpark Drömling
- Oberflächenwassernutzer

Grundwasser, Stamm- & Messdaten:

- GW-Messstellen WRRL-Drömling STAU-Magdeburg
- GW-Messstellen des nds. GW-GÜN-Messnetzes (Staatliche Messstellen NS)
- GW-Messstellen Naturparkverwaltung Drömling
- GW-Messstellen WW Rühren
- BfG-Messstellen Mittellandkanal

Messdaten

Klima: Niederschlags- und potentielle Verdunstungsdaten (DWD, 1996 – 2004)

Langj. Grundwasserneubildungsdaten im Ohre-EZG:

- SA: ABIMO-Daten
- NS: GROWA98-Date

Oberflächengewässer:

- Abflussdaten Ohre, Pegel Jahrstedt, Calvörde
- Wasserstandsdaten Stauanlagen Naturpark Drömling
- Oberflächenwassernutzer

Grundwasser, Stamm- & Messdaten:

- GW-Messstellen WRRL-Drömling STAU-Magdeburg
- GW-Messstellen des nds. GW-GÜN-Messnetzes (Staatliche Messstellen NS)
- GW-Messstellen Naturparkverwaltung Drömling
- GW-Messstellen WW Rühren
- BfG-Messstellen Mittellandkanal

Messdaten

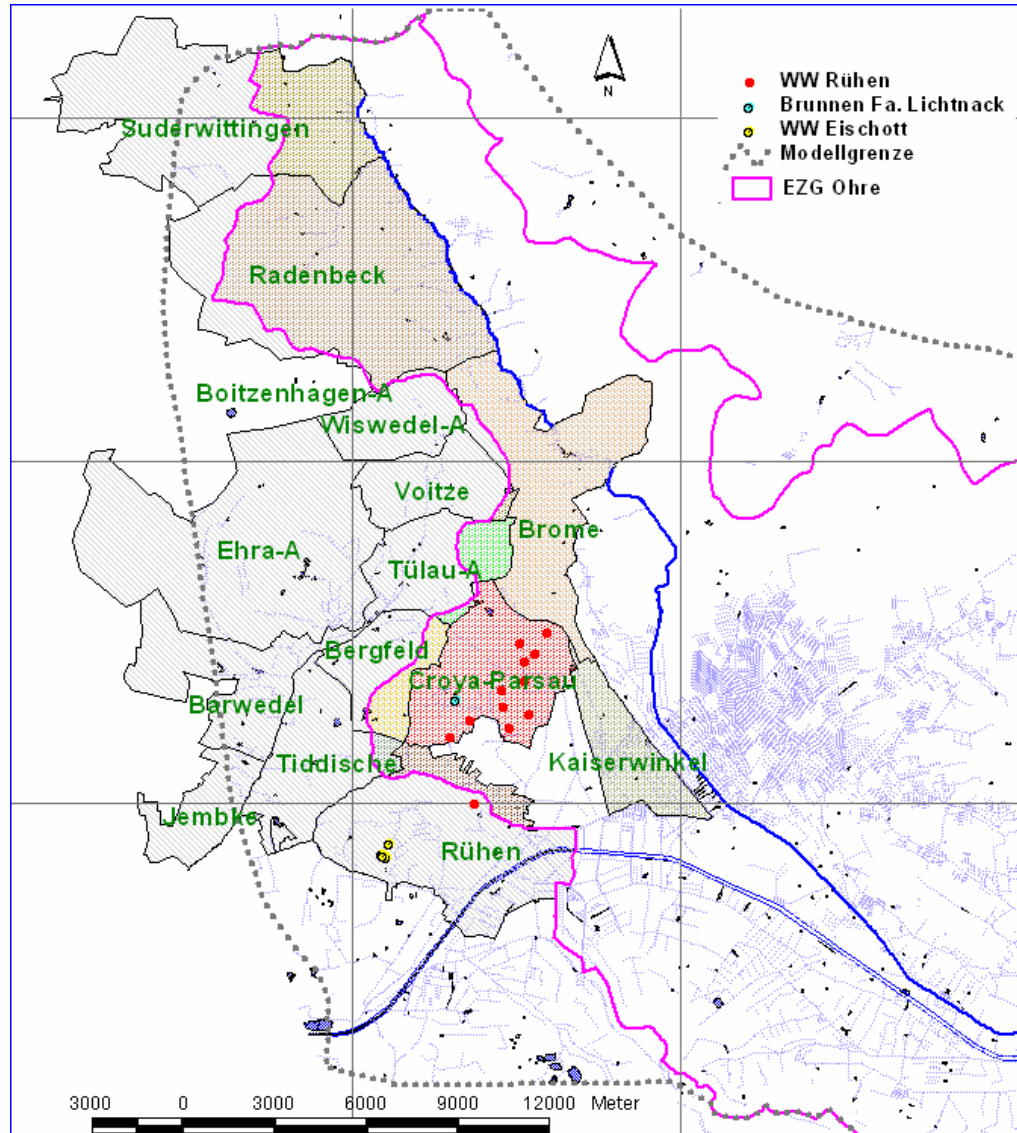
GW-Förderung:

- NS: GW-Förderdaten WW Rühen, Eischott, Beregnungsverband etc.
- SA: GW-Nutzungsdaten LSA EZG Ohre

Gutachten / Untersuchungsberichte:

- Heidt & Peters (2002, 2003 & 2004), u. a. „Hydrogeologisches Fachgutachten – Dachverband der Grundwassernutzung im Raum Croya-Parsau“
- IHU/HGN (2004): Weitergehende Beschreibung nach EU – WRRL für Grundwasserkörper mit risikobehafteten grundwasserabhängigen Ökosystemen - Risikogebiet Drömling
- WASY (2001): Erweitertes ArcGRM Modell Mittellandkanal – Drömling
- WASY (2002): Gutachten zur Wiedervernässung des Rätzlinger Drömling
- WASY (2004): Studie Gutachten zur Wiedervernässung des NSG „Böckwitz-Jahrstedter Drömling“ - Anstau Ellenberggraben und Verlandung Kfz Sperrgraben

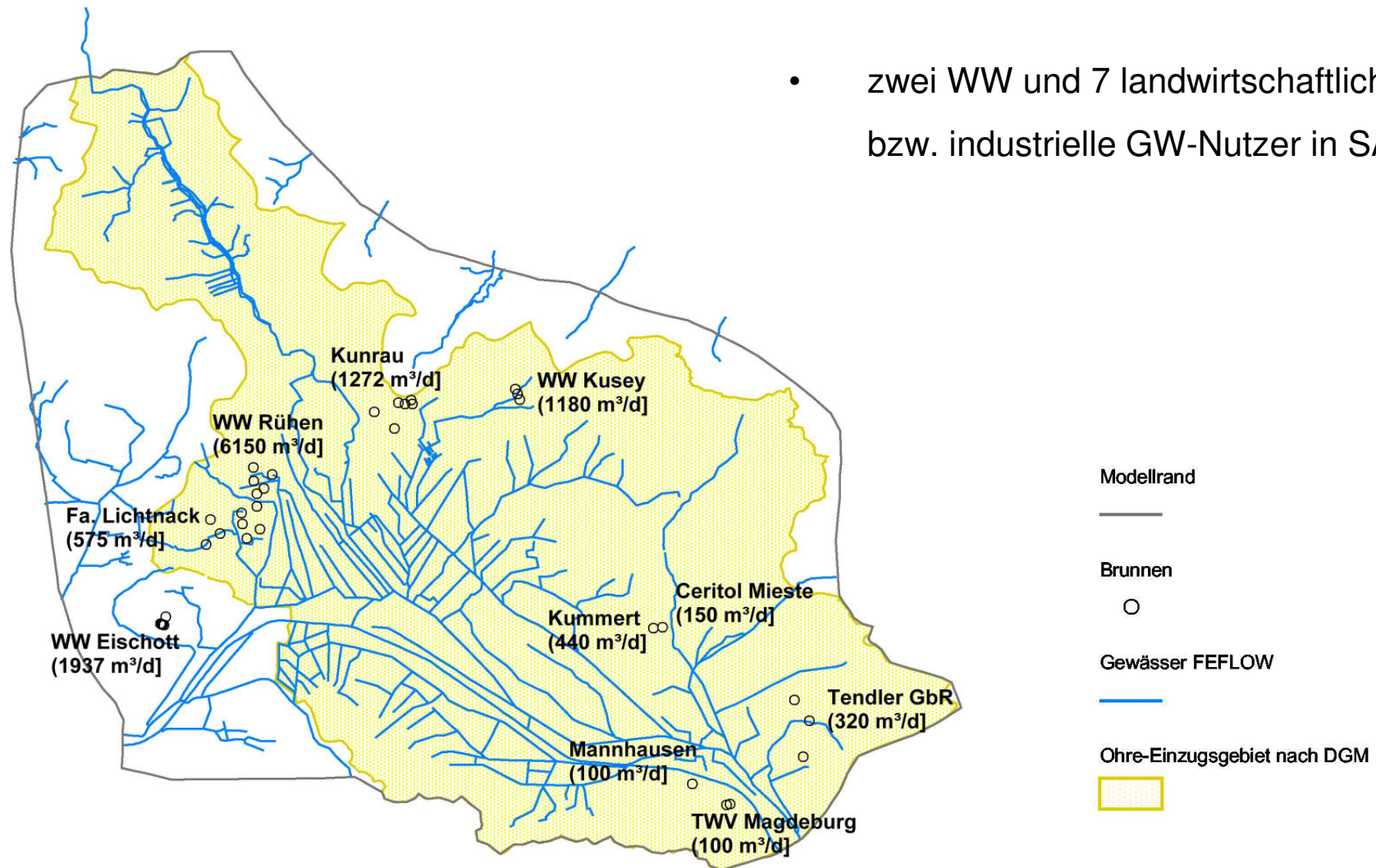
Lage der Berechnungsverbände im NS-Bereich



- 86 % der Berechnungsfläche der 13 Berechnungsverbände in NS
- die WSG der Wasserwerke Rühren und Eischott

Lage weiterer im Modell berücksichtigten GW-Entnahmen

- zwei WW und 7 landwirtschaftliche bzw. industrielle GW-Nutzer in SA



Berechnung GWNB mit SIWA



Datengrundlagen

Bodentypen und Bodenarten

Bodenübersichtskarte/BÜK50 (für den Teil Niedersachsen) (NIfB, 2005)

Vorläufige Bodenkarte/VBK50 (für den Teil Sachsen-Anhalt) (LAGB, 2006)

Landnutzung

ATKIS-Daten (LLFG und NLWKN, 2006)

Flurabstand

ermittelt auf der Grundlage der mit ABIMO/GROWA98 (LHW, 2005)

berechneten langjährigen GWNB im Ohre-EZG

Klimadaten für das Drömlinggebiet

Gebietsmittel des Niederschlagsdargebots und der potentielle Verdunstung

(Turc/Ivanow) für die Reihe 1951 – 2003 (div. Gutachten des DWD, 1996-2004)

Berechnung GWNB mit SIWA



Kalibrierung

für Reihe 1971 – 2000 (gleiche Reihe wie GWNB aus ABIMO/GROWA98)
anhand der Boden- und Landnutzungsparameter

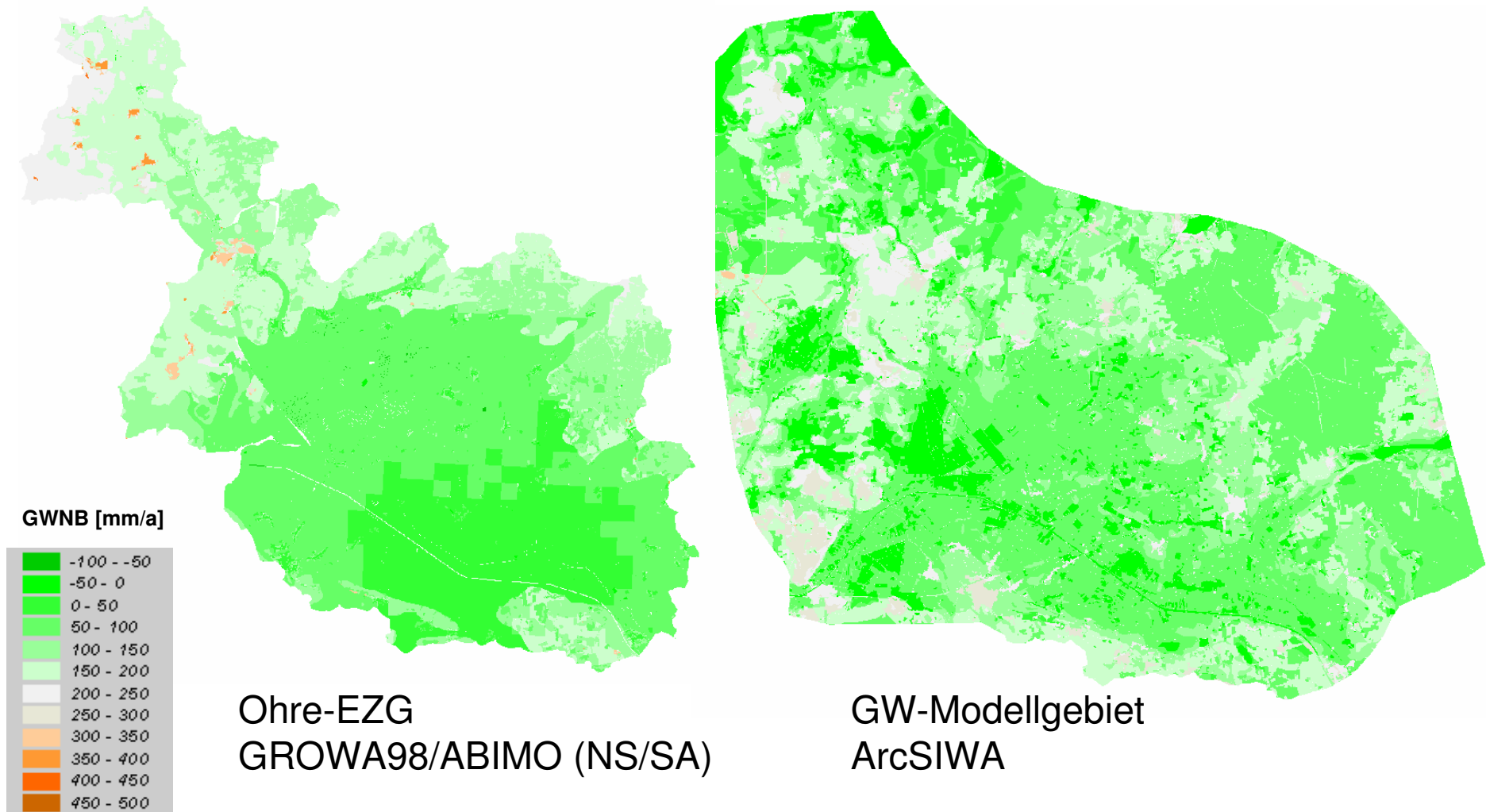
Ergebnisse – langj. Mittel der Reihe 1971 - 2000

| Modell/Gebiet | Fläche [km ²] | GWNB [mm/a] | P [mm/a] |
|---------------------------------|---------------------------|-------------|----------|
| SA-Anteil im Ohre-EZG (ABIMO) | 605,3 | 89 | 623 |
| NS-Anteil im Ohre-EZG (GROWA98) | 142,1 | 170 | 667 |
| Ohre-EZG (ABIMO+GROWA98) | 747,4 | 104 | 632 |
| SA-Anteil im Ohre-EZG (ArcSIWA) | 605,3 | 99 | 605 |
| NS-Anteil im Ohre-EZG (ArcSIWA) | 142,1 | 129 | 605 |
| Ohre-EZG (ArcSIWA) | 758,4 | 105 | 605 |
| GW-Modellgebiet (ArcSIWA) | 1118,5 | 112 | 605 |

Berechnung GWNB mit SIWA



GWNB 1970 - 2003



Berechnung GWNB mit SIWA



Berechnung GWNB für verschiedene Reihen als Grundlage für die Berechnungen in FEFLOW

Gebietsmittel der GWNB

| Reihe | Berechnung * | GW-Modellgebiet [mm/a] | Ohre-EZG [mm/a] |
|--------------|---------------------|-------------------------------|------------------------|
| 1994 - 2003 | mit | 162 | 156 |
| 1994 - 2003 | ohne | 160 | 154 |
| 1994/95 | mit | 202 | 197 |
| 1994/95 | ohne | 199 | 194 |

Gebietsmittel Niederschlag und mittlere Berechnungsmenge

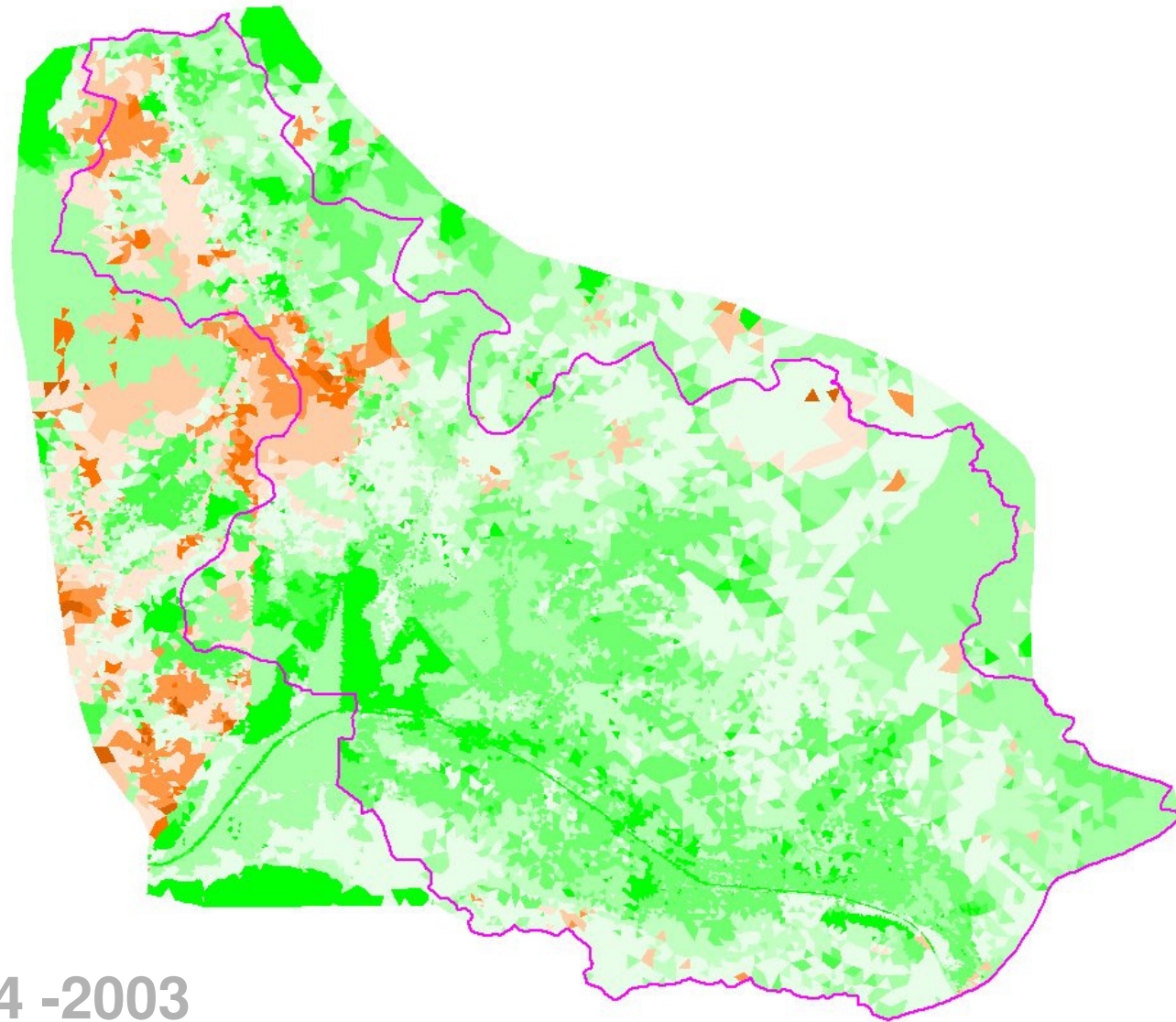
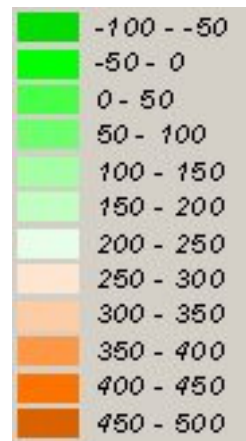
| Reihe | Niederschlag [mm/a] | Berechnungsmenge * [mm/Mai – Sept.] |
|--------------|----------------------------|--|
| 1994 - 2003 | 667 | 55 |
| 1994/95 | 672 | 60 |

* Messwerte für die Berechnung (1994 – 2003)

Berechnung GWNB mit SIWA



**GWNB mit Beregnung
[mm/a]**

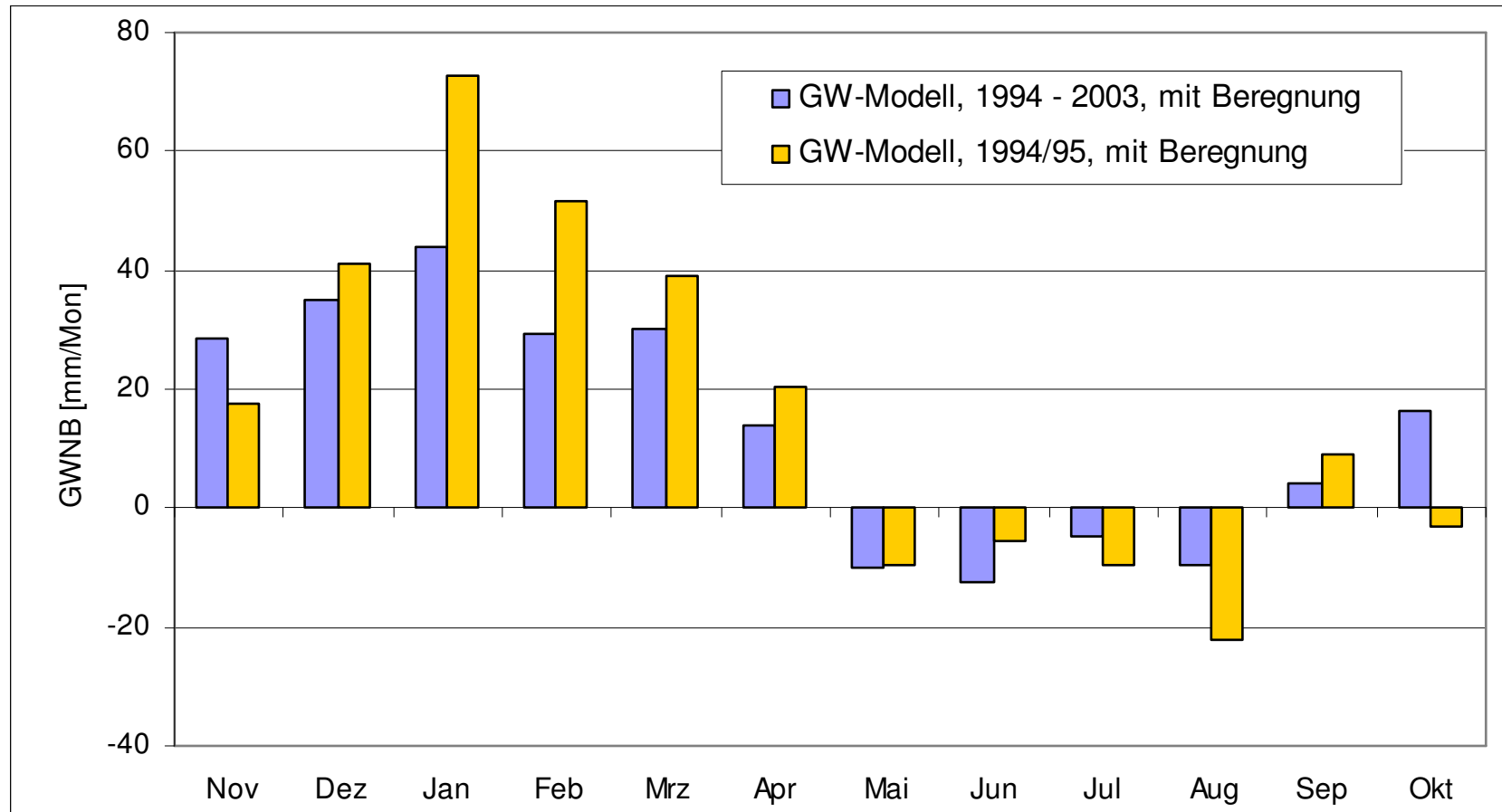


GWNB 1994 -2003

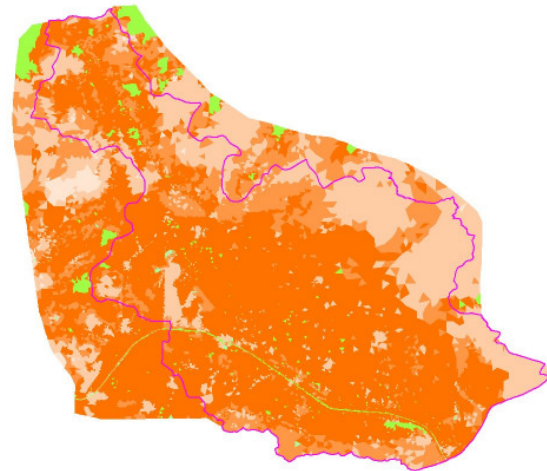
Berechnung GWNB mit SIWA



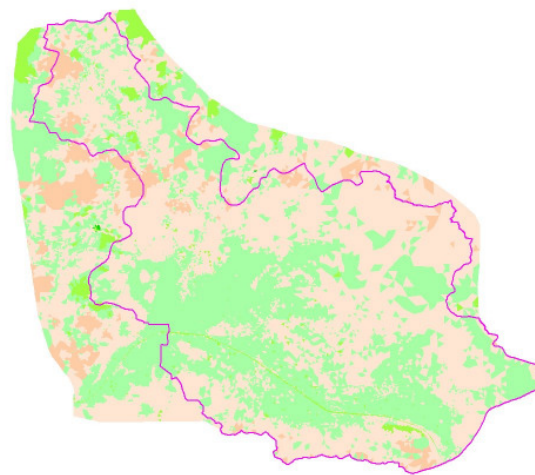
Monatswerte der GWNB 1994 -2003 und 1994/95



Berechnung GWNB mit SIWA

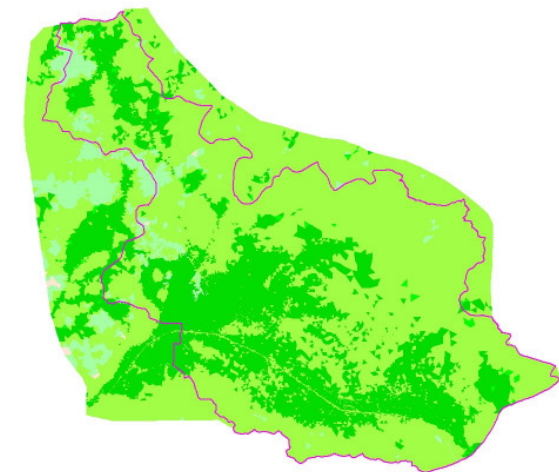
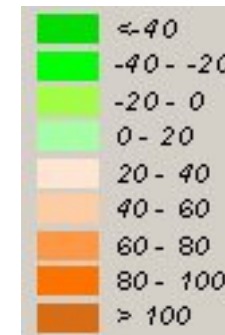


Januar



April

GWNB mit Beregnung
[mm/Mon]



August

GWNB
Abflussjahr Nov. 94 – Okt. 95

Grundwassermodellerweiterung

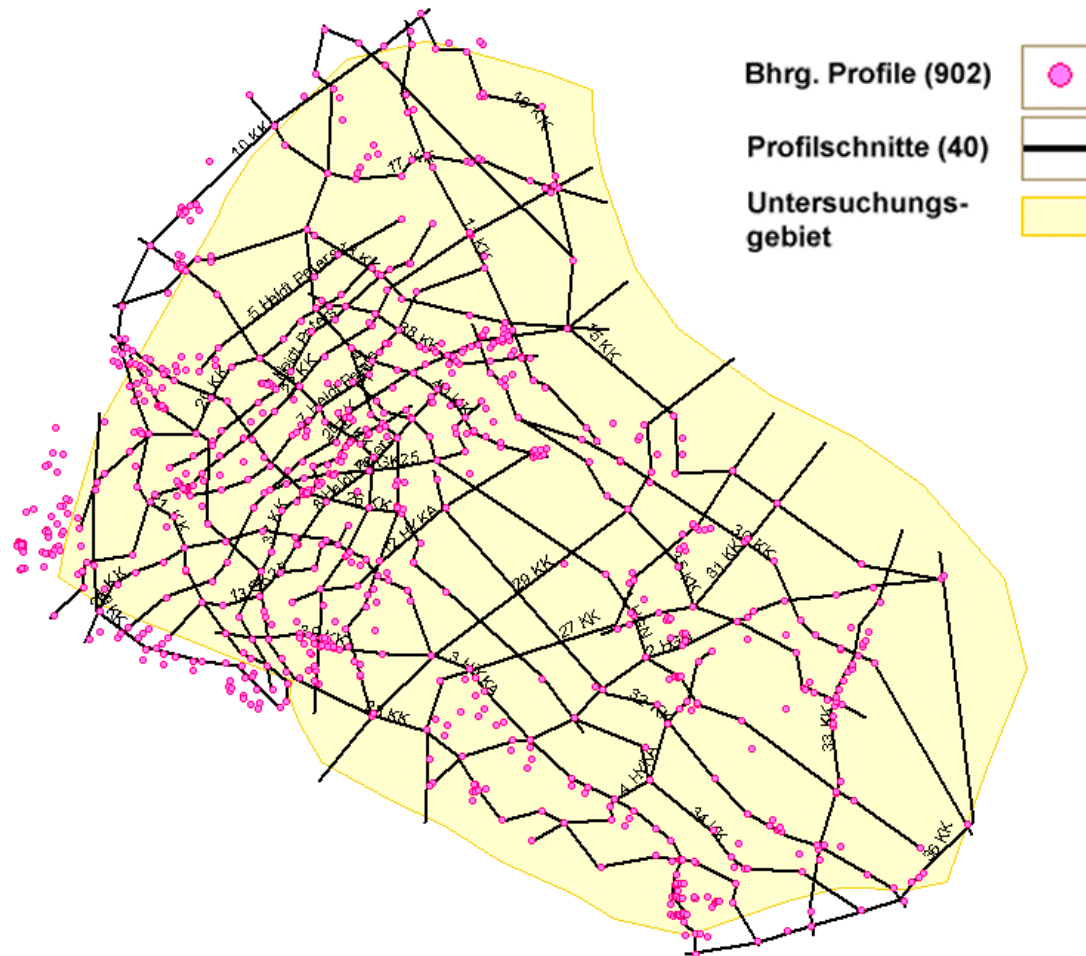


- Aufbau des hydrogeologischen Strukturmodells
 - Datengrundlagen
 - Methodik bzw. Vorgehensweise
 - Ergebnisdarstellung
- Aufbau des Grundwassermodells
- Stationäre Kalibrierung des Grundwassermodells (1994 – 2003)
 - Datengrundlagen
 - Ergebnisdarstellung
- Instationäre Verifizierung des Grundwassermodells Abflussjahr 1994/1995
 - Datengrundlagen
 - Ergebnisdarstellung

Hydrogeologisches Strukturmodell



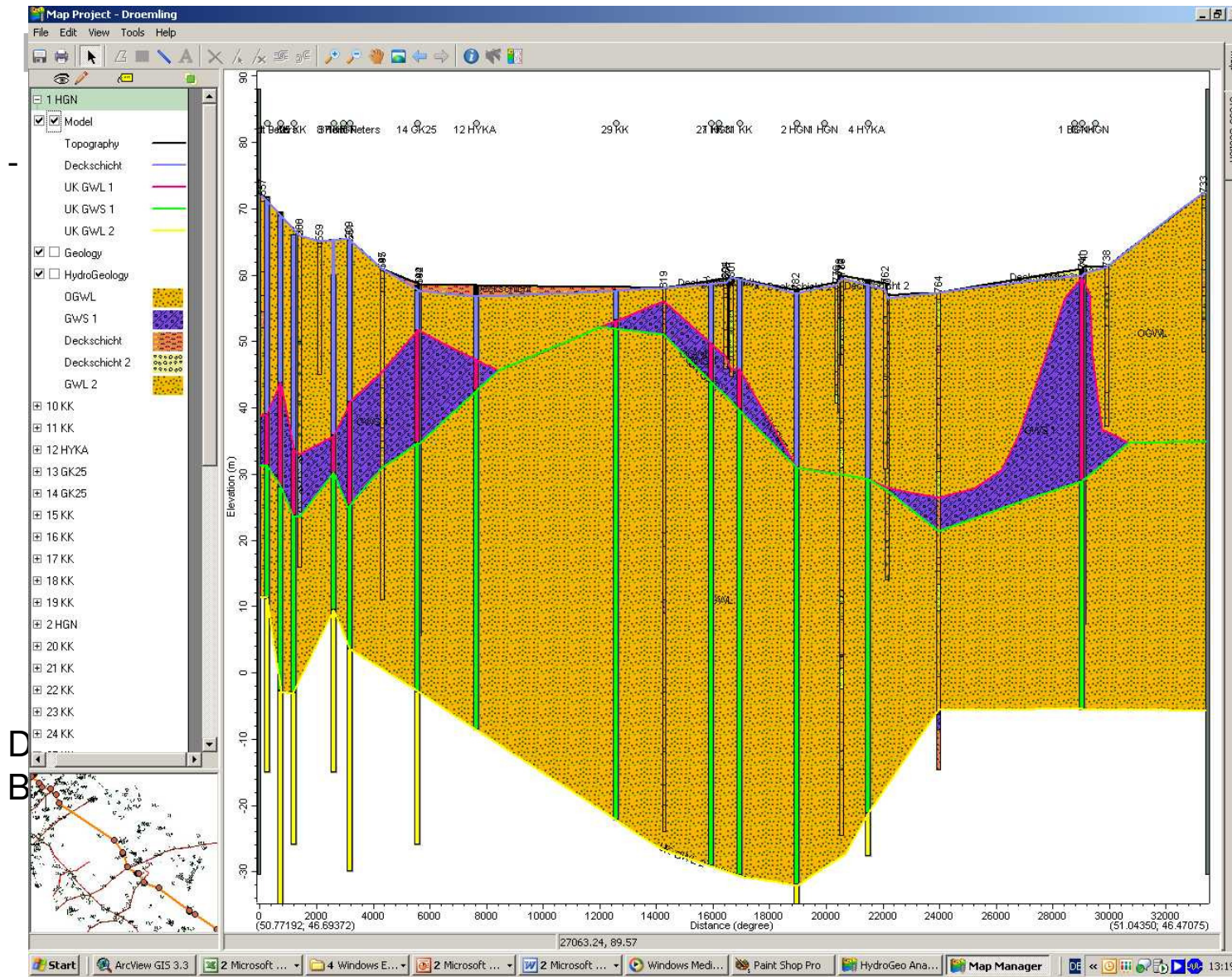
HydroGeo Analyst



Datenbank exportiert

schnitten entlang deren

Hydrogeologisches Strukturmodell

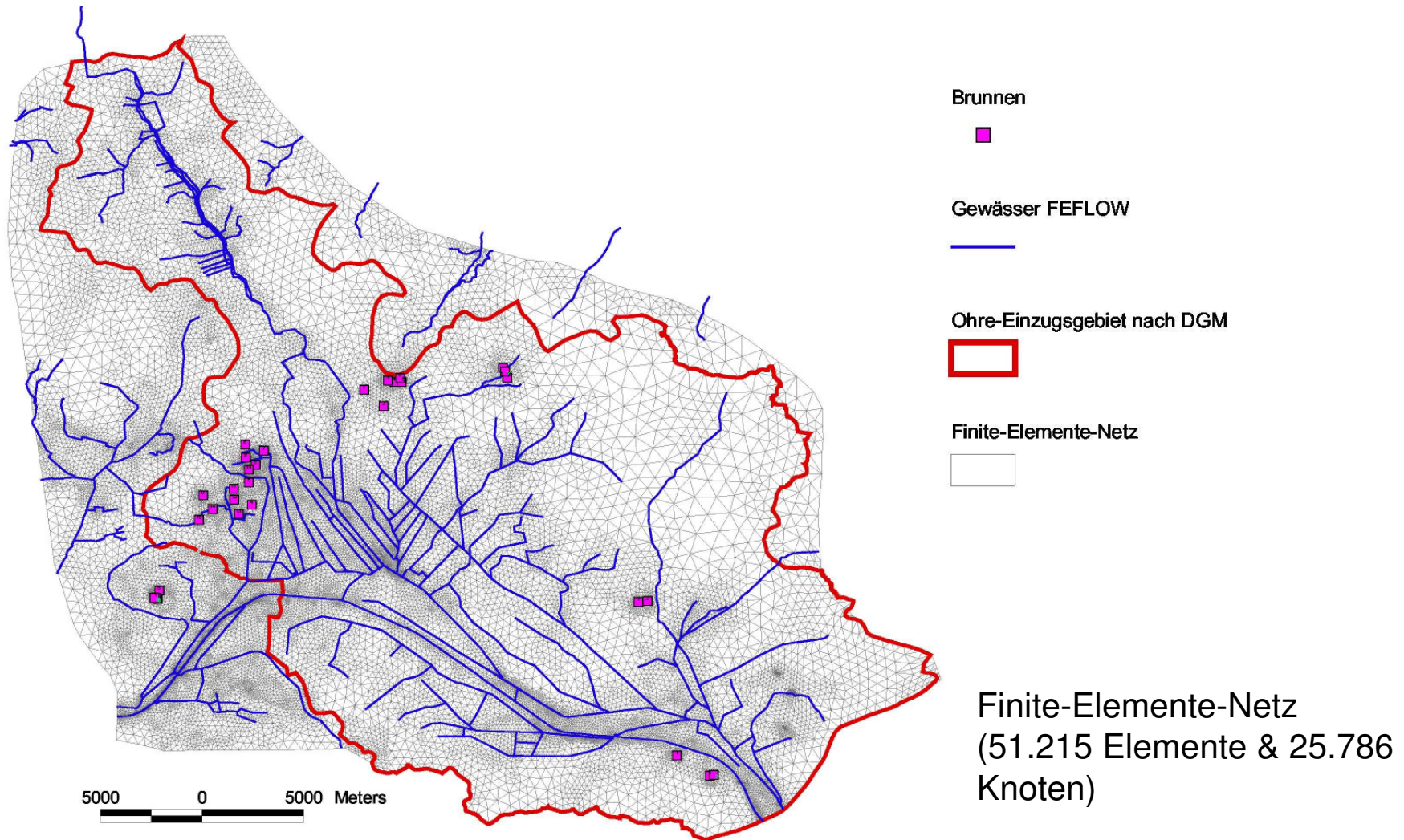


nd
bis Eem-
ale-
agerungen
S

FEFLOW-Modellaufbau



Geometrisches Modell (Horizontale Diskretisierung)



FEFLOW-Modellaufbau



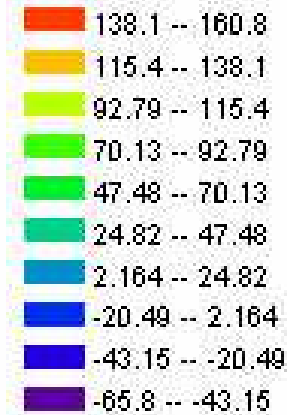
Geometrisches Modell (Vertikale Diskretisierung)

- Maßgebliche hydrogeologische Schichtgrenzen sind :

- GOK: Geländeoberkante
- UK-DS: Unterkante der Deckschicht,
- UK-GWL 1: Unterkante der oberen grundwasserleitenden Schicht,
- UK-GWS 1: Unterkante der grundwasserstauenden Schicht,
- UK-GWL 2: Unterkante der unteren grundwasserleitenden Schicht

Elevation [m]

- Fringes -



Zur Belegung der Unterkanten der Deckschicht, des GWL 1, des GWS 1 und des GWL 2 in FEFLOW konnten die Ergebnisse der Strukturmodellbearbeitung in HydrGeo Analyst genutzt werden.

(50fach überhöht)

Insgesamt besteht das Modell aus 7 Modellschichten und 8 Ebenen mit 371.301 Elementen und 213.600 Knoten.

FEFLOW-Modellaufbau



Zusammenfassung Geometrie und Parameter

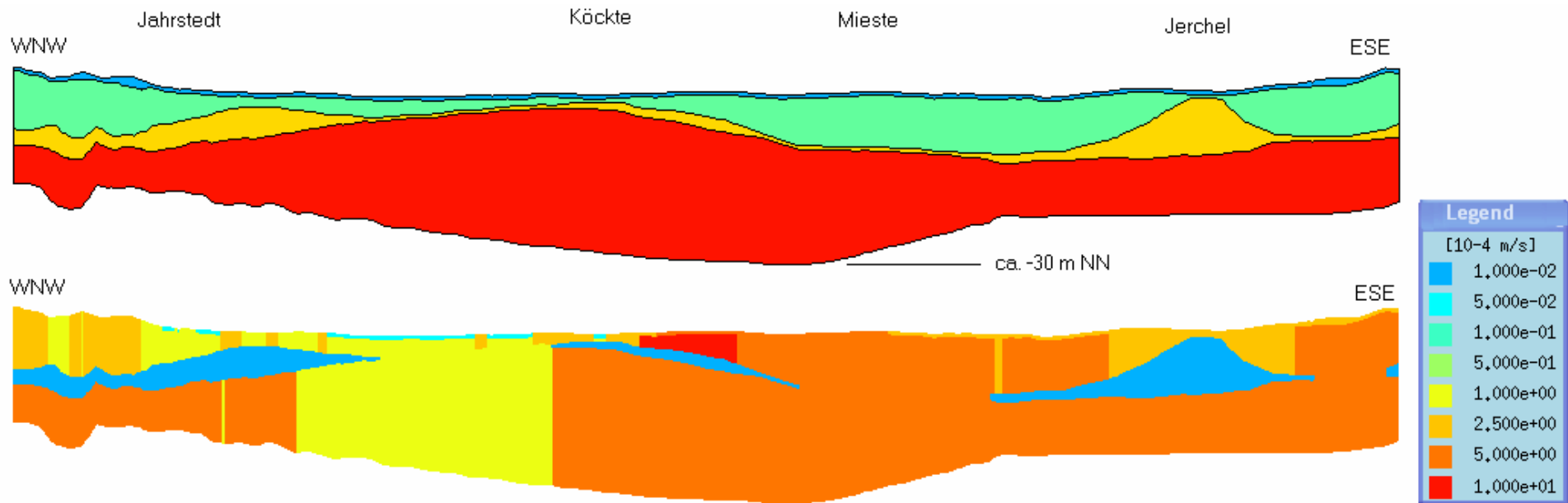
| Modell-schicht | Hydrogeolog. Einheit | Schicht-grenze | Höhenlage [m NN] | Mächtigkeit [m] | k_f -Wert [10^{-4} m/s] | Bemerkung |
|----------------|----------------------|----------------|------------------|-------------------|------------------------------|---|
| | | GOK | 43,5 – 160,7 | | | größere Mächtigkeit im Bereich der Hochflächen |
| 1 | Deckschicht (DS) | | | 2 - 62 | 0,1 - 10 | |
| | | UK DS | 40,2 – 99,7 | | | |
| 2-3 * | GWL 1 | | | 2 - 56 | 0,1 - 10 | |
| | | UK GWL 1 | 26,4 – 79,7 | | | |
| 4 * | GWS 1 | | | 2 - 70 | 0,00001 - 8 | 2 m im Fensterbereich |
| | | UK GWS | -13,5 – 75,1 | | | |
| 5 – 7 * | GWL 2 | 1 | | 5 – 100 (insges.) | 0,1 - 20 | größere Mächtigkeit im Rinnen-Bereich (z. B. MLK) |
| | | UK GWL 2 | -65,8 – 32,6 | | | |

* geändert ggü. 21.11.06

FEFLOW-Modellaufbau



Geometrisches Modell (Vertikale Diskretisierung)



Modellschichtung entlang Schnitt 1 IHU/HGN (2004)

Grundwassermodellerweiterung



Stationäre Modellkalibrierung

Kalibrierung für den Mittelwert der Jahre 1994 bis 2003

Grundlagen:

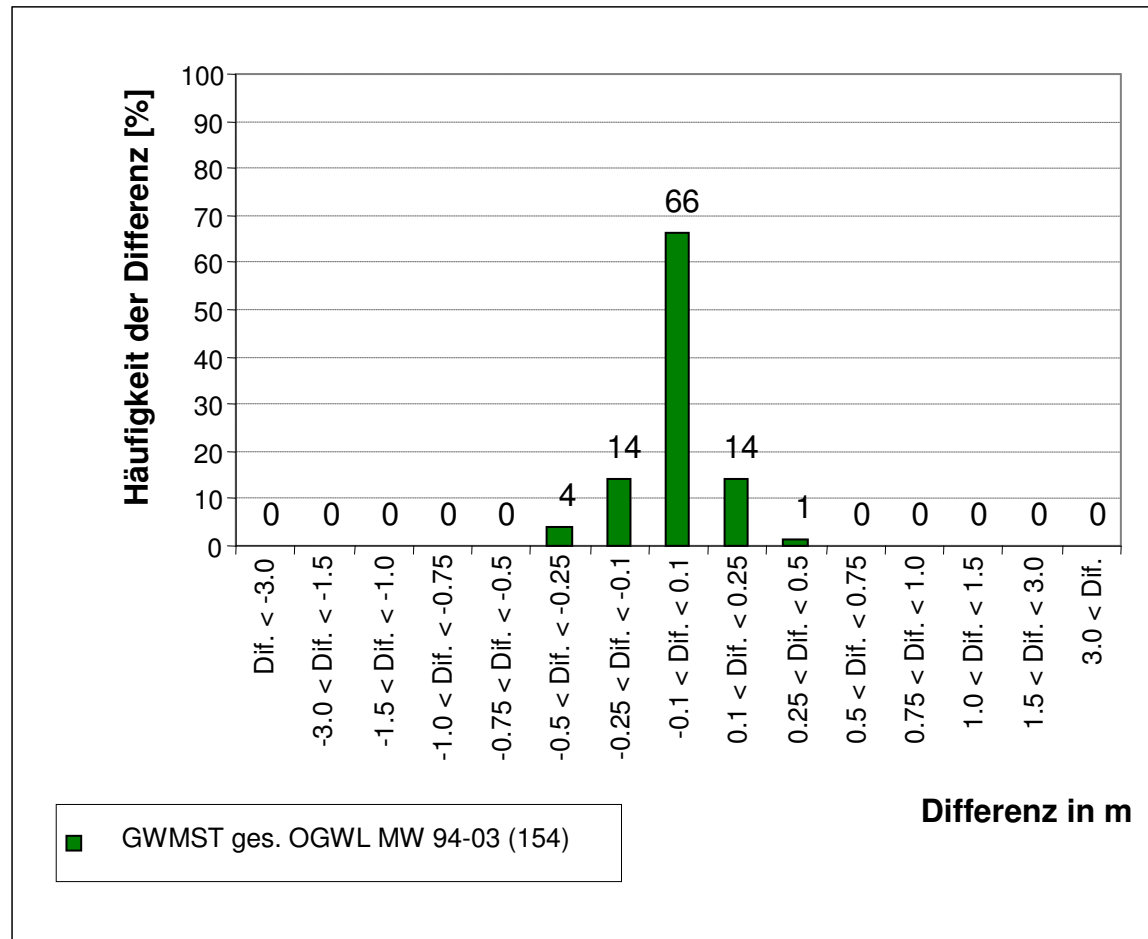
- langj. Mittelwert der Grundwasserneubildung für den Zeitraum 1994 bis 2003 aus der Berechnung mit ArcSIWA
- Mittelwerte der Beregnungsentnahmen für den Zeitraum 1994 bis 2003
- GW-Entnahmen des WW Rühren, WW Eischott und Fa. Lichtnack (basierend auf übergebenden Jahresmengen des Zeitraums 1994 bis 2003)
- GW-Entnahmen des WW Kusey, TW-Versorgung Magdeburg GmbH, landwirtschaftl. Betriebsgem. Kunrau sowie weitere Entnahmen $\geq 100 \text{ m}^3/\text{d}$ (basierend auf den Informationen der wasserrechtlichen Genehmigungen)
- Mittelwerte des Zeitraums 1993 bis 2004 von 154 Grundwassermessstellen im OGWL sowie von 51 Grundwassermessstellen im UGWL

GW-Modellkalibrierung



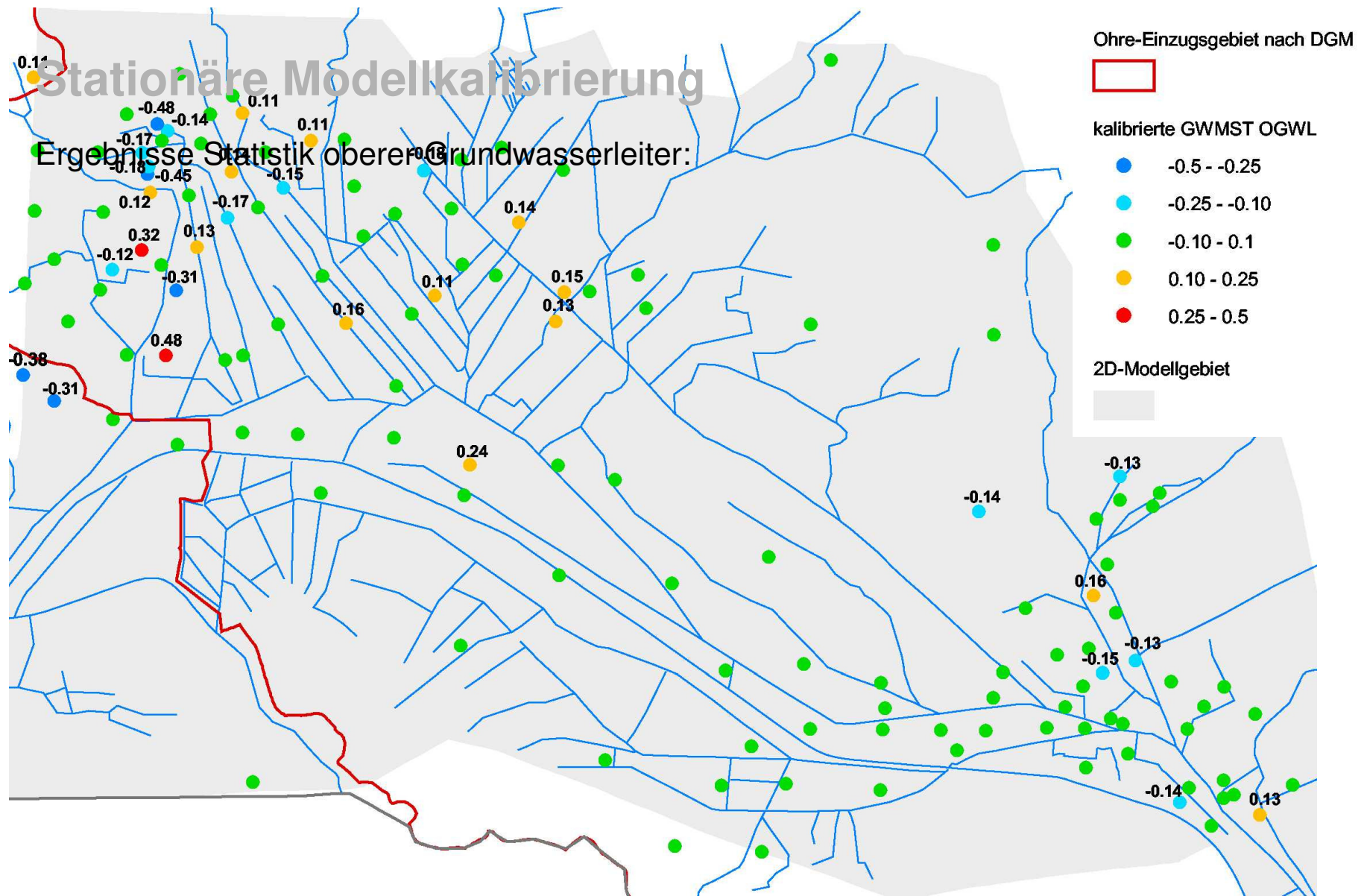
Stationäre Modellkalibrierung

Ergebnisse Statistik oberer Grundwasserleiter:

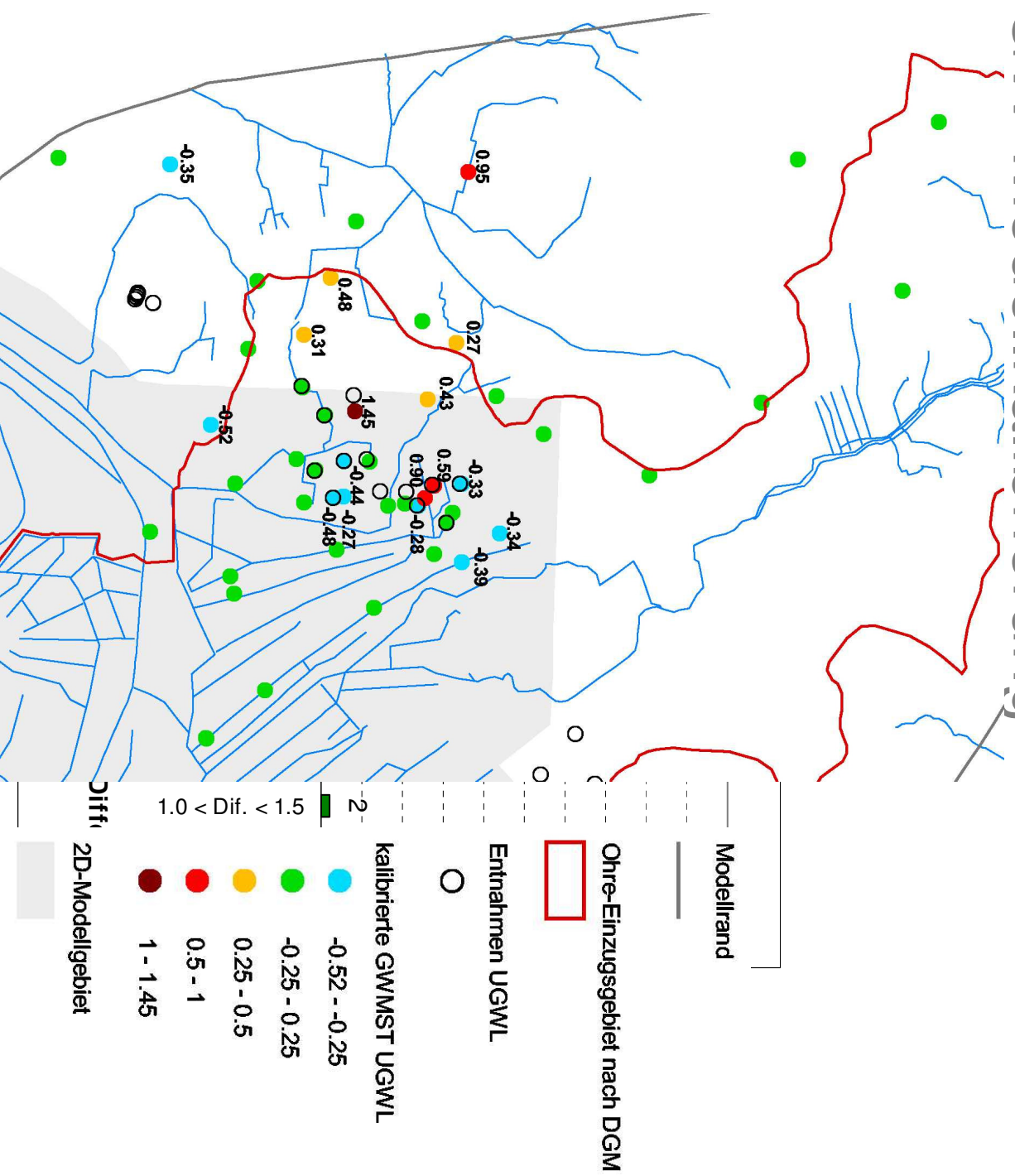


| | Diff. berechn. – gemess. W. |
|---------------|-----------------------------|
| MIN | -0,48 m |
| Mittel | 0,00 m |
| Max | 0,48 m |
| Standard-abw. | 0,13 m |

GW-Modellkalibrierung



GW-Modellkalibrierung

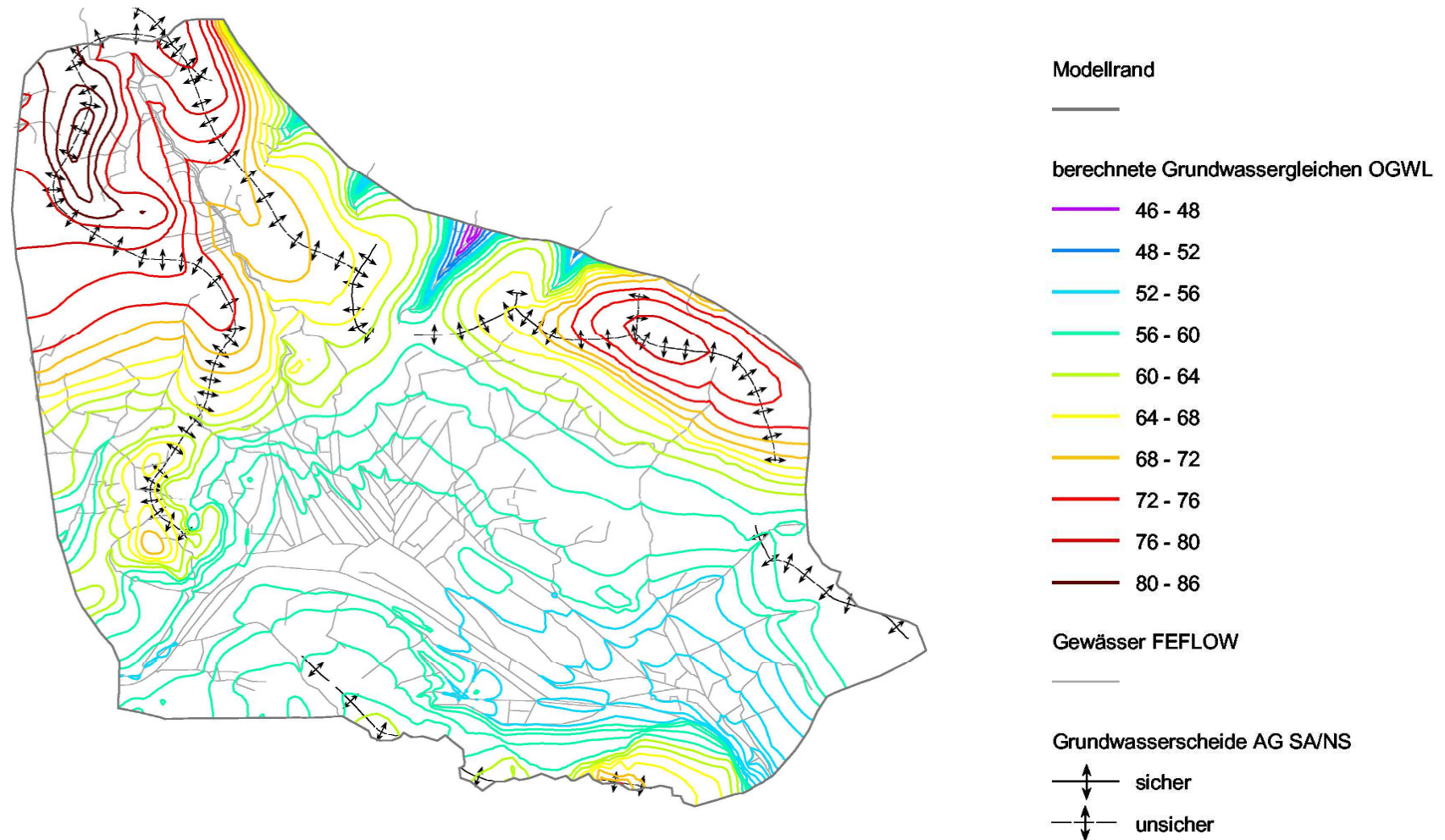


| | |
|-----------------------------|--------|
| Diff. berechn. – gemess. W. | - |
| | 0,52 m |
| | 0,05 m |
| | 1,45 m |
| | 0,42 m |

Abstrom (OGWL) in den Randbereichen



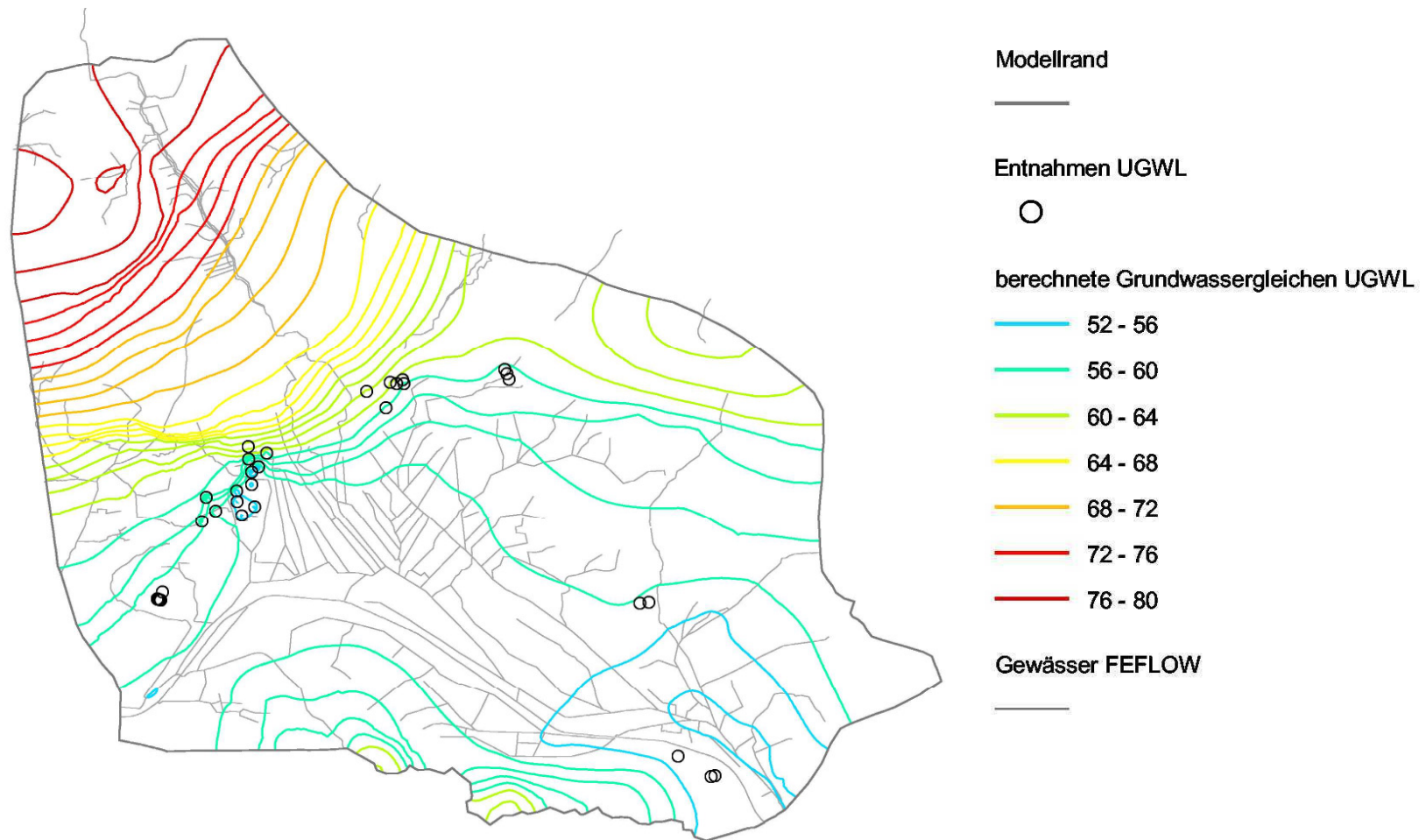
Stationäre Modellkalibrierung 94/03 (Ergebnisse)



Abstrom (UGWL) in den Randbereichen



Stationäre Modellkalibrierung 94/03 (Ergebnisse)



GW-Modellkalibrierung



Wasserbilanz aus der Modellkalibrierung

| Bilanzgrößen | Menge Modell [m³/d] | Gemessene Menge [m³/d] |
|---|-----------------------------------|---|
| Grundwasserneubildung Modellgebiet davon Grundwasserneubildung EZG Ohre | +497 466 +328 442 | |
| Abfluss Ostrand | - 59 625 | |
| Abstrom Vorfluter im Modellgebiet. Ohre Pegel Jahrstedt Ohre Pegel Calvörde | -420 940 42 348 253 707 | 36 806 (MW 94/03) 260 928 (MW 80/99) |
| Zustrom Vorfluter im Modellgebiet | +13 561 | |
| Entnahme Beregnungsverbände ges. davon im EZG Ohre | -18 752 -10 056 | |
| Entnahme Brunnen ges. davon im EZG Ohre | -12 219 -10 283 | |
| Summe | -509 | |
| Bilanzfehler | < 1 % | |

GW-Modellverifizierung



Instationäre Modellverifizierung

Verifizierung für den Grundwasserstandsgang der Periode 01.11.1994 bis 31.10.1995

Grundlagen:

- Monatsmittelwerte der Grundwasserneubildung für den Zeitraum 11/94 bis 10/95 aus der Berechnung mit ArcSIWA
- Die Jahresberechnungsmengen von 94/95 wurden wie folgt aufgeteilt:
Mai 10 %, Juni 30 %, Juli und August jeweils 25%, September 10% sowie
November bis April 0 %.
- Die Gewässer-Randbedingungen der instationären Modellverifizierung entsprechen denen der stationären Modellkalibrierung.
- monatliche GW-Entnahmen des WW Rühren für den Zeitraum 11/94 bis 10/95, digitalisiert aus Anlage 5.9 des Gutachtens von Heidt & Peters (Mai 2002)
- restliche GW-Entnahmen analog stationärer Modellkalibrierung
- Zur Verfügung standen 124 Ganglinien für die Messstellen im oberen und 56 Ganglinien für die Messstellen im unteren Grundwasserleiter.

GW-Modellverifizierung



Instationäre Modellverifizierung

Ergebnisse:

Die Gangliniendarstellung erfolgte für bestimmte Bereiche des Modellgebietes:

- Obere Ohre,
- Bereich Wasserwerke Rühren und Eischott,
- Böckwitz/Jahrstedter Drömling,
- Rätzlinger Drömling,
- Bereich Miesterhorst,
- Bereich zwischen Kunrau, Köckte und Jerchel sowie
- den Bereich Calvörde.

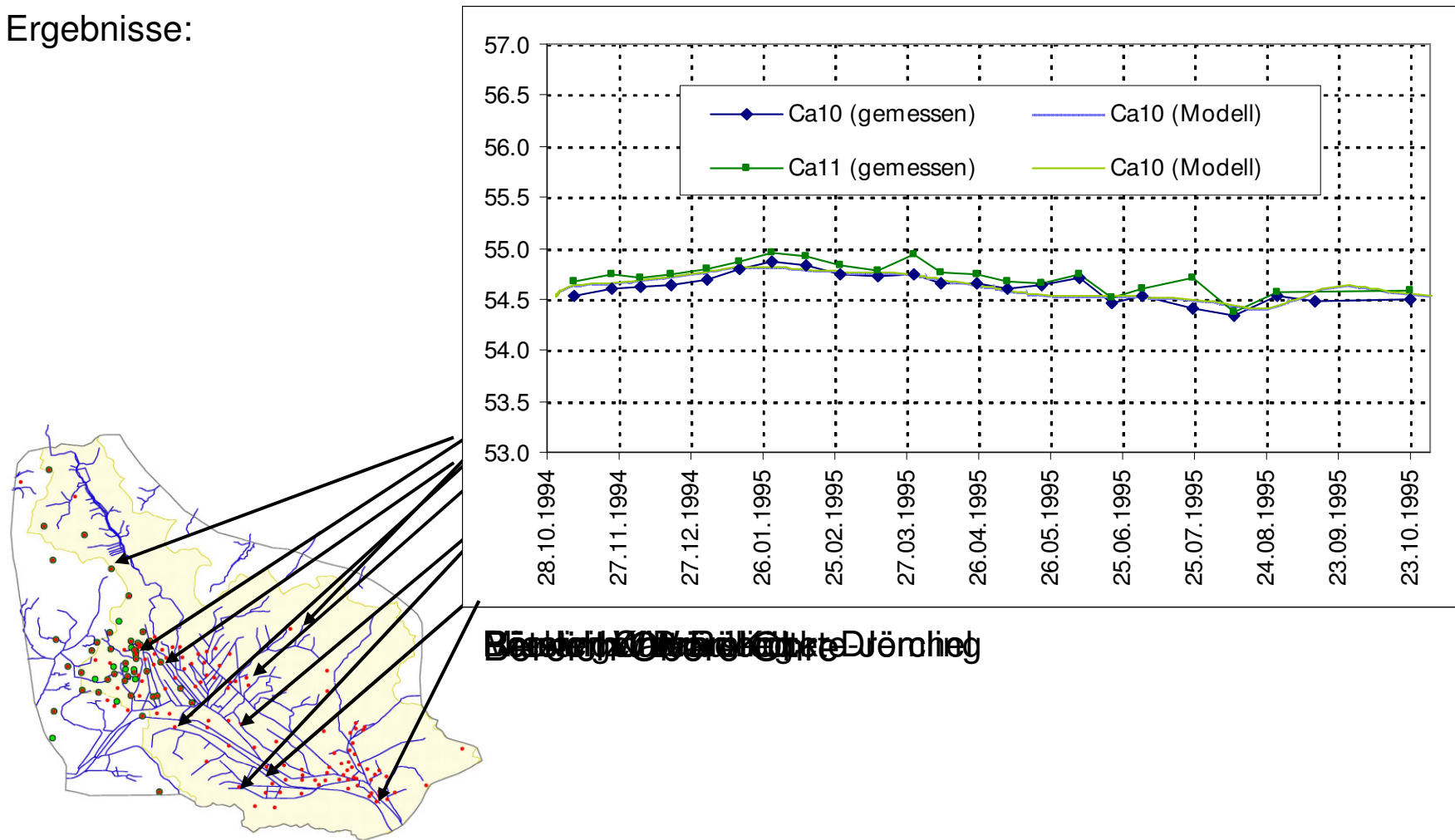
Exemplarisch wird für jeden Bereich ein Diagramm gezeigt:

GW-Modellverifizierung



Instationäre Modellverifizierung

Ergebnisse:



FEFLOW-Modellanwendung



Ermittlung der Einflüsse der Beregnungsentnahmen im NS-Bereich

Zur Bestimmung des Einflusses der GW-Nutzer auf das Dargebot im Drömling wurde wie folgt vorgegangen:

1. Instationäre Modellberechnung mit den langjährigen Monatsmitteln der Grundwasserneubildung 1994 - 2003 (94/03) und den Beregnungsentnahmen für den **Ist-Zustand**,
2. Instationäre Modellberechnungen mit den langjährigen Monatsmitteln der Grundwasserneubildung 94/03, jedoch **ohne Beregnungsentnahmen**
3. Instationäre Modellberechnungen mit den langjährigen Monatsmitteln der Grundwasserneubildung 94/03 und **Verlagerung sämtlicher Beregnungsentnahmen in den UGWL**
4. monatliche Bilanzierung der Einzugsgebiete, die im Ohre-Einzugsgebiets liegen bzw. sich mit diesem überschneiden (GWN, Entnahmen, Abflüsse),
5. monatliche Bilanzierung der durch den Stauer fließenden Grundwassermenge innerhalb der Einzugsgebietsbereiche, die sich mit dem Ohre-Einzugsgebiet überschneiden und
6. Faktorenermittlung

GW-Modellkalibrierung



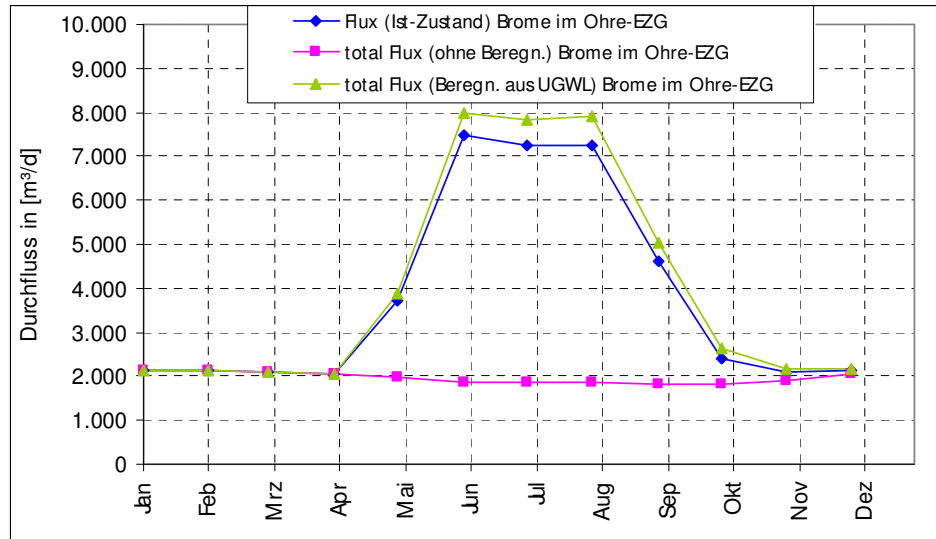
Berücksichtigung aktueller Angaben Entnahmenanteilen aus OGWL / UGWL für die Berechnungsverbände in NS

| Berechnungsverband | Mittlere Förderung 1994-2003 [m ³ /d] | Entnahme aus OGWL / UGWL [%] | Gesamtfläche [m ²] | Anteil der Entnahme im Modellgebiet [%] |
|---------------------------------------|--|------------------------------|--------------------------------|---|
| Boldecker Land BA/JE (Barwedel/Jebke) | 2 082 | 100 % OGWL | 24 023 237 | 44,6 |
| Bergfeld | 397 | 100 % UGWL | 10 366 418 | 100,0 |
| Boitzenhagen-A | 547 | 100 % OGWL | 11 000 495 | 100,0 |
| Boitzenhagen-B | 318 | 100 % UGWL | | |
| Brome | 3 891 | 100 % UGWL | 27 372 150 | 100,0 |
| Croya-Parsau | 2 136 | 100 % UGWL | 18 596 098 | 100,0 |
| Ehra-A | 329 | 100 % OGWL | 49 178 065 | 69,3 |
| Ehra-B | 790 | 100 % UGWL | | |
| Kaiserwinkel | 95 | 100 % OGWL | 9 844 537 | 100,0 |
| Radenbeck | 2 921 | 40 % OGWL 60 % UGWL | 50 463 695 | 100,0 |
| Suderwittingen | 2 620 | 90 % OGWL 10 % UGWL | 40 708 789 | 60,3 |
| Tiddische | 672 | 87 % OGWL 13 % UGWL | 16 239 745 | 100,0 |
| Tülau-Fahrenhorst | 2 093 | 20 % OGWL 80 % UGWL | 12 748 076 | 100,0 |
| Voitze | 1 547 | 90 % OGWL 10 % UGWL | 10 718 717 | 100,0 |
| Wiswedel-A | 524 | 100 % UGWL | 9 497 124 | 100,0 |

FEFLOW-Modellanwendung

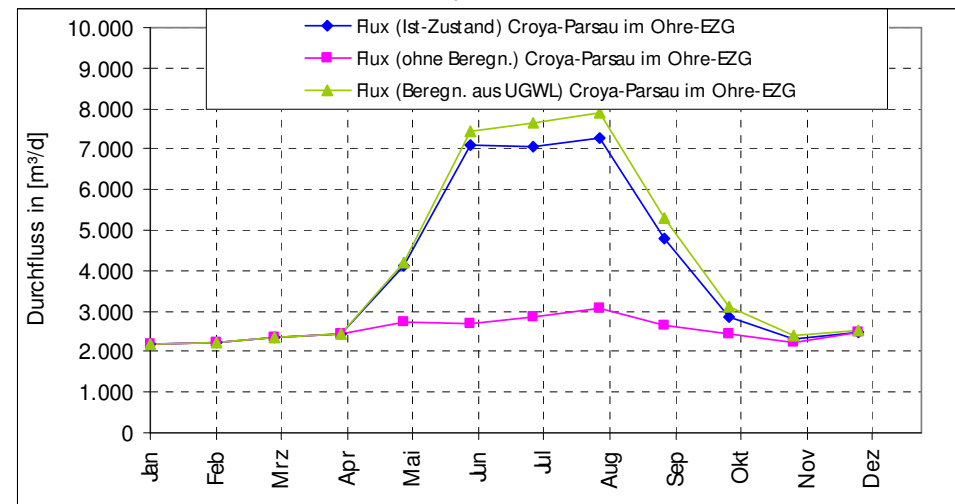


Ermittlung der Einflüsse der Beregnungsentnahmen im NS-Bereich



Brome

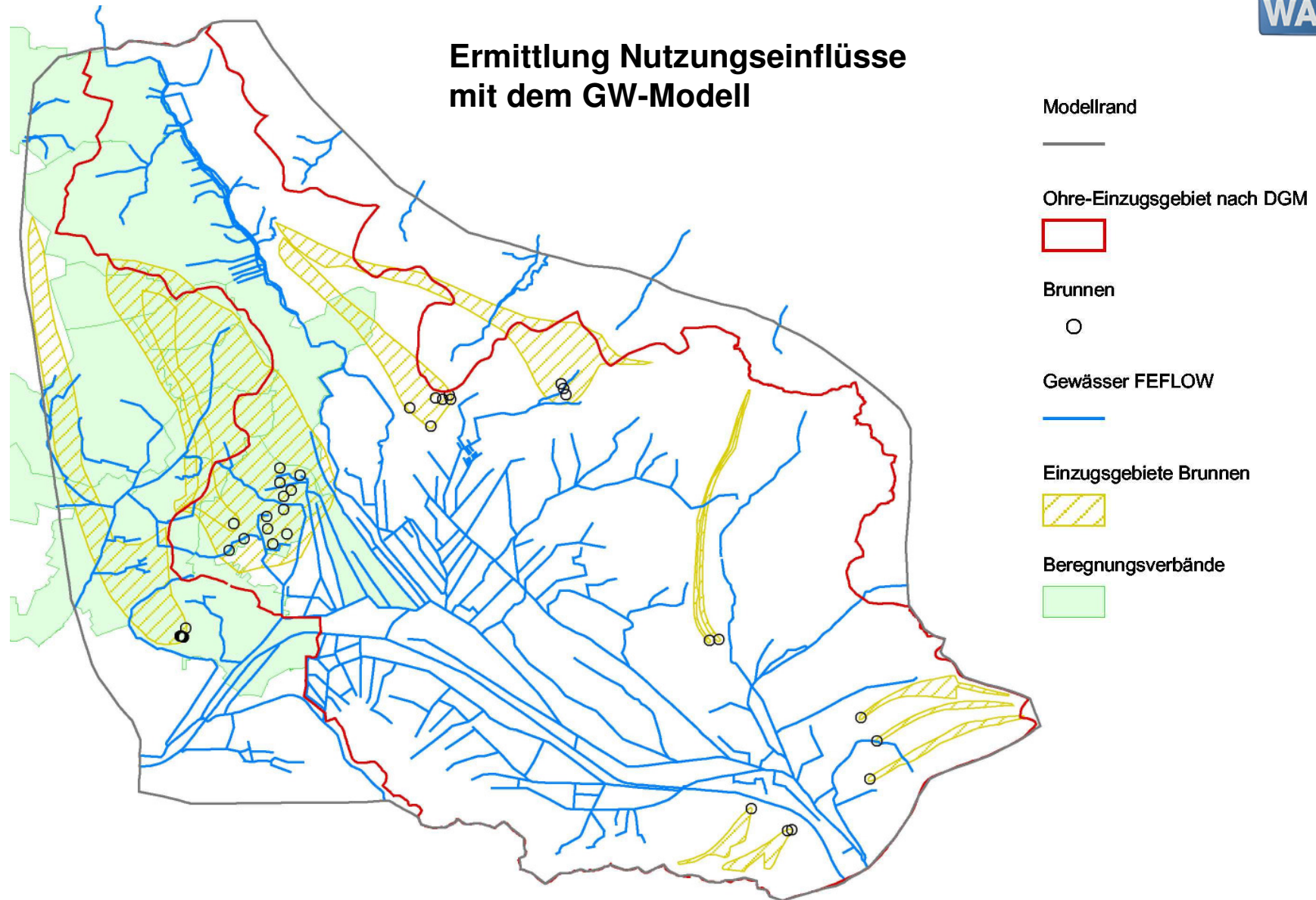
Croya-Parsau



FEFLOW-Modellanwendung



Ermittlung Nutzungseinflüsse mit dem GW-Modell



FEFLOW-Modellanwendung



Ermittlung der Einflüsse der Berechnungsentnahmen im NS-Bereich für den Ist-Zustand

| NAME | Anteil der Entnahme im OGWL, $Q_{\text{Anteil}_{\text{Oben}}}$ | Bilanzwirksamer Anteil im OGWL, $Bw_{\text{Anteil}_{\text{Oben}}}$ (mtl.) | | | | |
|--------------------|--|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | Mai | Jun | Jul | Aug | Sep |
| Tiddische | 87% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| Türlau-Fahrenhorst | 20% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| Voitze | 90% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| Wiswedel-A/B | 24% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| Sudewittingen | 90% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| Radenbeck | 40% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| Kaiserwinkel | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| Bergfeld | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Boitzenhagen-A | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Boitzenhagen-B | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| Brome | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Croya-Parsau | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |

| Anteil der Entnahme im UGWL, $Q_{\text{Anteil}_{\text{Unten}}}$ | Bilanzwirksamer Anteil im UGWL, $Bw_{\text{Anteil}_{\text{Unten}}}$ (mtl.) | | | | |
|---|--|------------|------------|------------|-------------|
| | Mai | Jun | Jul | Aug | Sep |
| 13% | 90% | 97% | 98% | 99% | 100% |
| 80% | 33% | 34% | 36% | 37% | 43% |
| 10% | 41% | 42% | 46% | 47% | 58% |
| 76% | 21% | 20% | 19% | 19% | 17% |
| 10% | 63% | 68% | 82% | 88% | 100% |
| 60% | 58% | 63% | 77% | 78% | 100% |
| 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 100% | 43% | 45% | 52% | 53% | 69% |
| 100% | 11% | 12% | 13% | 13% | 17% |
| 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 100% | 43% | 45% | 52% | 52% | 67% |
| 100% | 56% | 59% | 69% | 68% | 88% |

$$Q_{\text{Bw}}(\text{mtl.}) = \{ Q_{\text{Anteil}_{\text{Oben}}} * Bw_{\text{Anteil}_{\text{Oben}}}(\text{mtl.}) + Q_{\text{Anteil}_{\text{Unten}}} * Bw_{\text{Anteil}_{\text{Unten}}}(\text{mtl.}) \} * Q_{\text{Ber}}(\text{mtl.})$$

$Q_{\text{Bw}}(\text{mtl.})$: monatliche bilanzwirksame Q

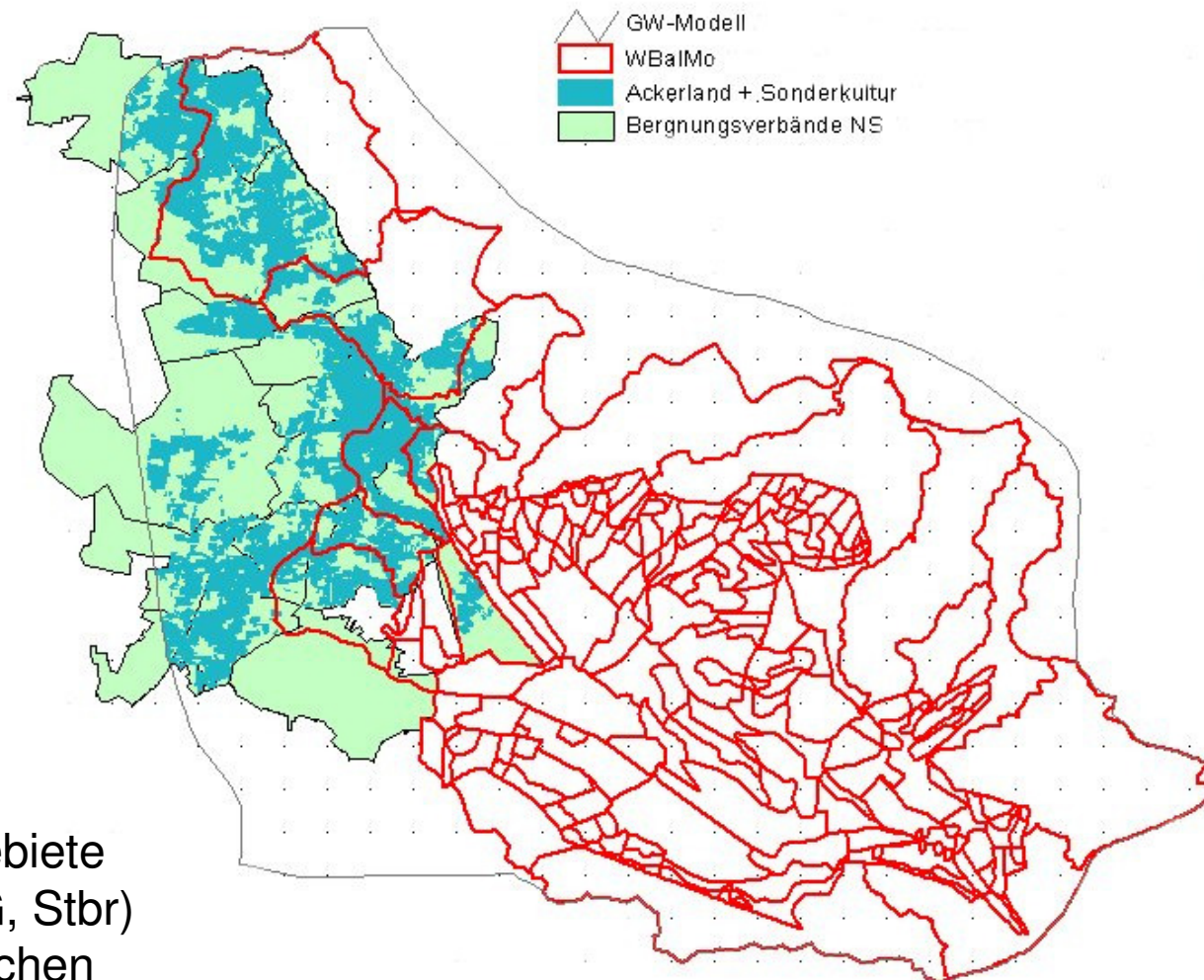
$Q_{\text{Bereg}}(\text{mtl.})$: monatliche Bereg. Q

Beispiel: Für Radenbeck ergibt sich die bilanzwirksame Q im Mai aus

$$Q_{\text{Bw}}(\text{Mai}) = \{ 40 \% * 100\% + 60 \% * 58\% \} * Q_{\text{Bereg}}(\text{Mai}) = 75 \% * Q_{\text{Bereg}}(\text{Mai})$$

Klimaabhängige Bewässerung

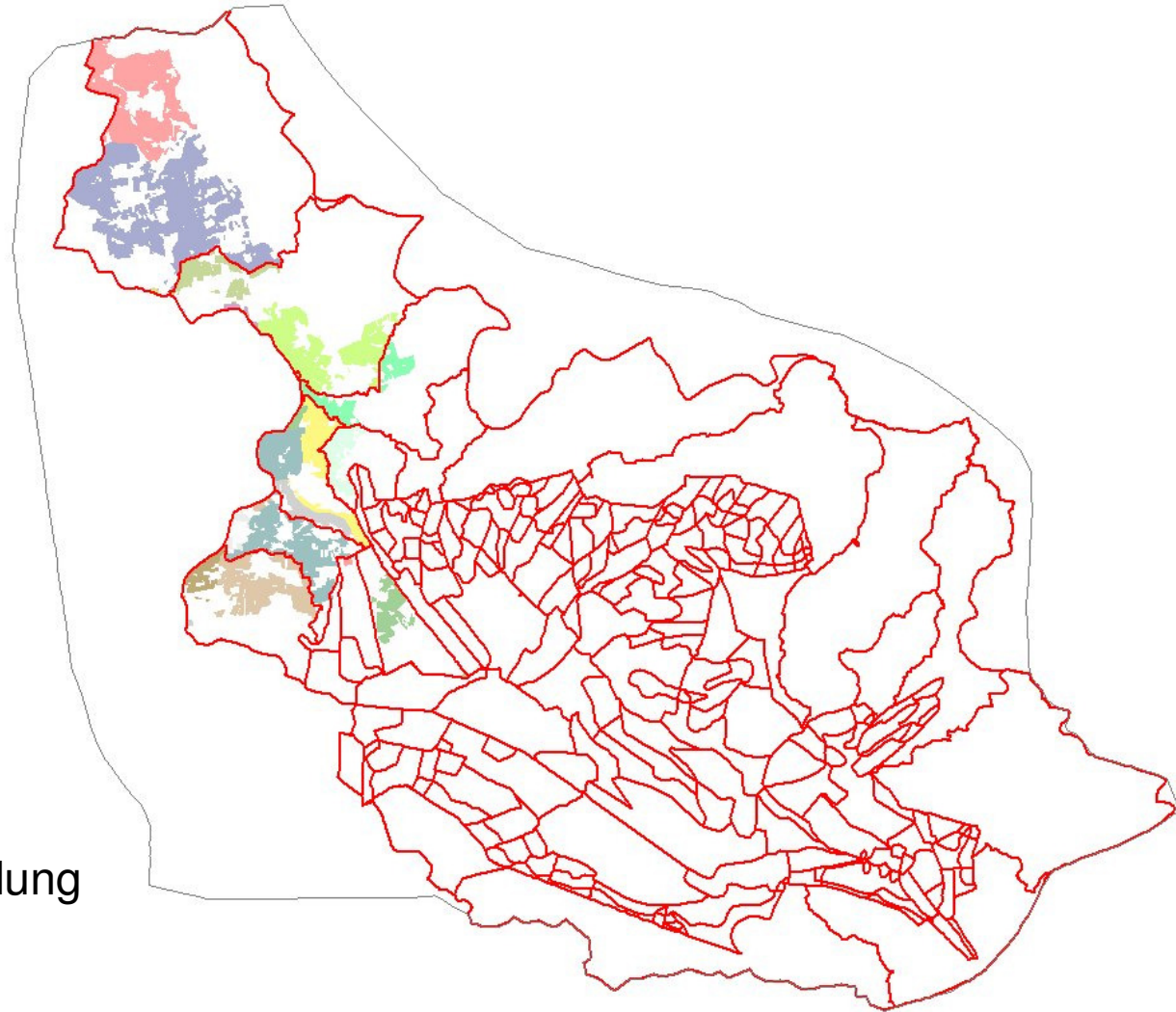
Berechnungsnutzer im Ohre-EZG



Verschneidung Gebiete
aus WBalMo (STG, Stbr)
mit Beregnungsflächen

Klimaabhängige Bewässerung

Berechnungsnutzer im Ohre-EZG



Ergebnis der Verschneidung
mit STG und Stbr
→ 29 Berechnungsnutzer

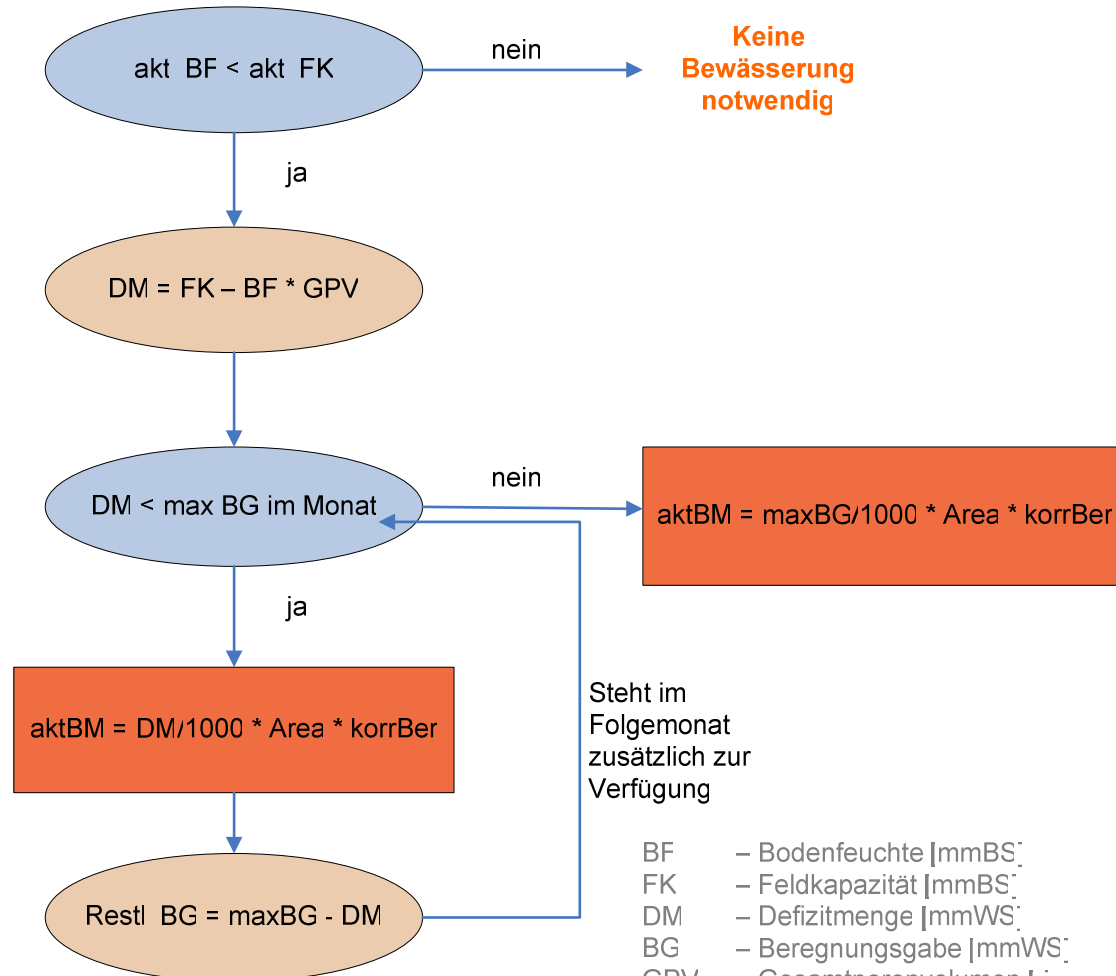
Klimaabhängige Bewässerung



Berechnung akt. Berechnungsmenge in WBalMo

mit ArcSIWA berechnet:

Parametersatz für 29
Berechnungsnutzer
(FK, GPV, Area, maxBG,
korrBer)
5.000jährige Reihe der akt. BF



maximale Berechnungsgabe

maxBG = Genehmigungswert
Berechnung * %-Anteil Monat

| Monat | %-Anteil Monat |
|-------|----------------|
| Mai | 10 |
| Juni | 30 |
| Juli | 25 |
| Aug. | 25 |
| Sept. | 10 |

Steht im
Folgemonat
zusätzlich zur
Verfügung

- BF – Bodenfeuchte [mmBS]
- FK – Feldkapazität [mmBS]
- DM – Defizitmenge [mmWS]
- BG – Berechnungsgabe [mmWS]
- GPV – Gesamtporenvolumen [-]
- korrBer – Korrekturfaktor Berechnung [-]
- maxBG – max Berechnungsgabe [mmWS]
- akt BM – akt Berechnungsmenge [m³/Mon]

Klimaabhängige Bewässerung

Eingangsgrößen für WBalMo



Parametersatz für alle 29 Berechnungsnutzer im Ohre-EZG

- Area - Berechnungsflächen (Ackerland/Sonderkultur)
- GPV - Gesamtporenvolumen aus ArcSIWA
- FK - Feldkapazität je Bewässerungsmonat aus ArcSIWA
- maxBM - maximale Berechnungsmenge je Monat
(Berechnung flächenanteilig aus Genehmigungswerte)
- korrBer - Korrekturfaktor aus Vergleich der gemessenen
Berechnungsmenge und der berechneten Berechnungsmenge für
1994 – 2003

5.000 jährige Reihe der Bodenfeuchte für alle 29 Berechnungsnutzer

akt. BF - aktuelle Bodenfeuchte für jeden Monat

Berechnung mit ArcSIWA mit den simulierten 5.000jährigen
Reihen von Niederschlag und potentieller Verdunstung aus WBalMo

Modellerweiterung WBalMo



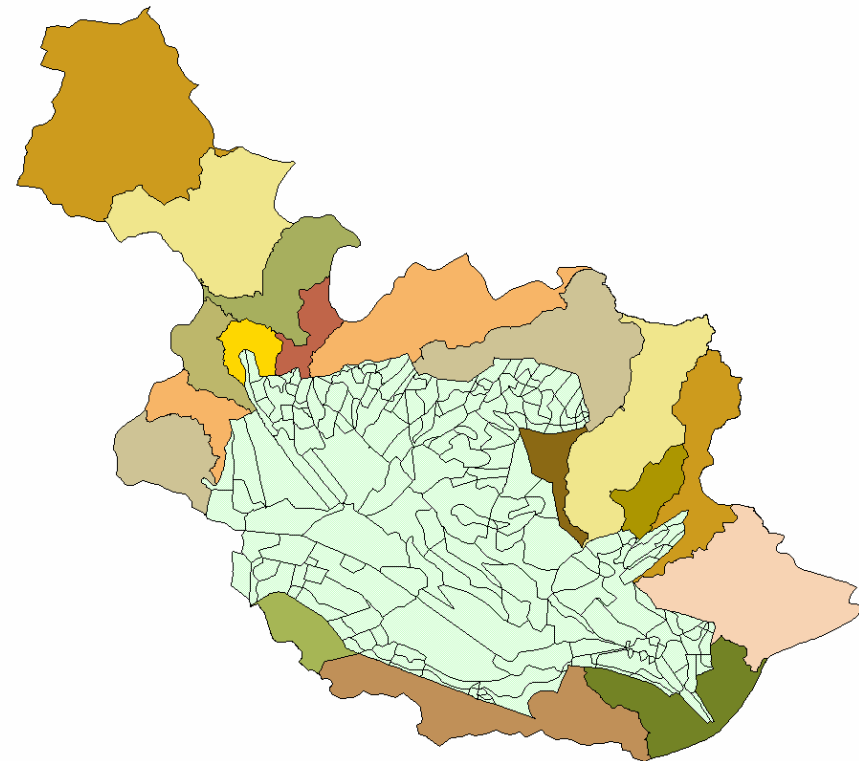
Grundlagen:

- Wasserbewirtschaftungsmodell WBalMo Drömling (Stand November 2004)
- Überarbeitung der Gliederung der Einzugsgebiete und Teileinzugsgebiete in den Bereichen Jahrstedt und im südlich davon liegenden niedersächsischen Gebiet
- Aktualisierung Kalibrierung des N-A-Modells Drosi (EGMO-D), das der Generierung langer quasinatürlicher Abflussreihen dient
- Prüfung und ggf. Ergänzung sowie Modifikation von Lage und Mengen (Entnahme, Einleitung) der Nutzungen gemäß den übergebenen Unterlagen
- Berücksichtigung von Grundwasserentnahmen ausgewählter Nutzer aus dem ersten und zweiten GWL
- Entwicklung eines Algorithmus zur klimaabhängigen Berücksichtigung von Beregnungsentnahmen; Gliederung von Beregnungsverbänden in WBalMo-Nutzungen gemäß der Flächen in Teileinzugsgebieten
- Erweiterung des WBalMo-Algorithmus' um die Möglichkeit von Grundwasserentnahmen auch aus dem Niederungsgebiet
- Variation modellinterner Kalibrierungsfaktoren

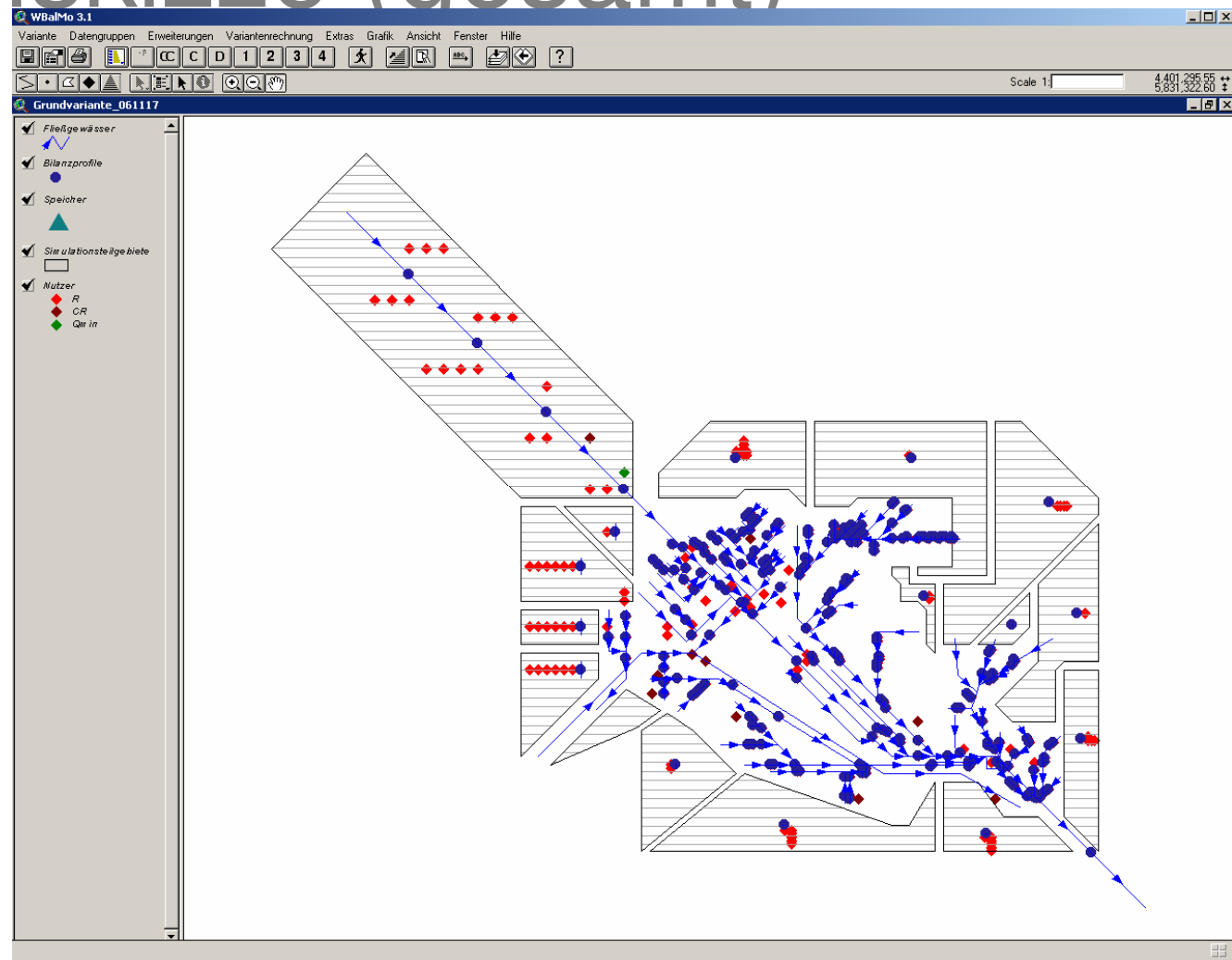
WBaIMo Drömling

grundsätzlicher Bilanzalgorithmus

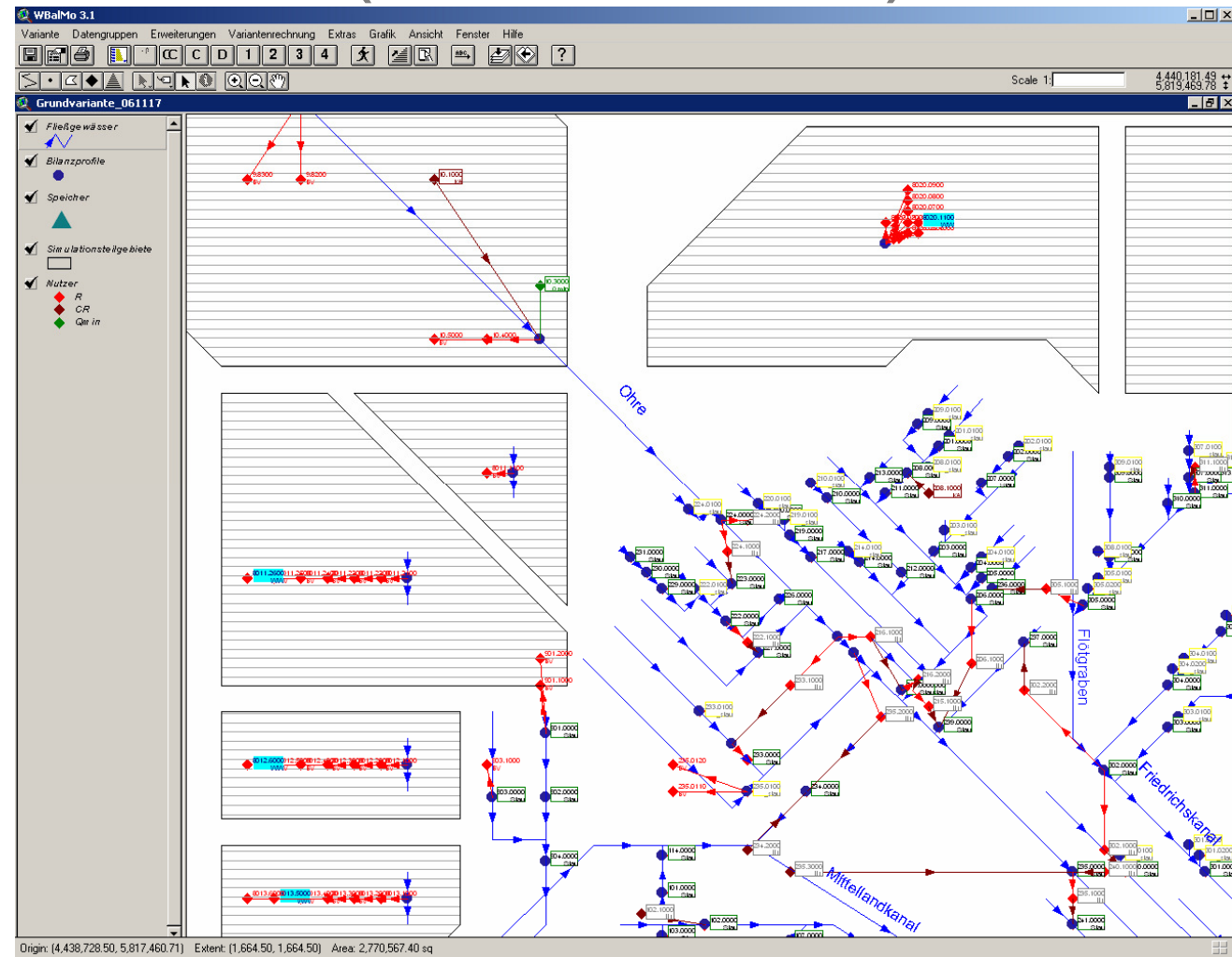
- ⇒ Natürliches Dargebot der Einzugsgebiete des Drömlingrandes
- ⇒ Bewirtschaftung in diesen EZG (Nutzerbilanzierung)
- ⇒ Aufteilung des verbleibenden Dargebots in
 - OW- und GW-Zustrom
 - GW Zustrom in Rand-Staubereiche
- ⇒ Ermittlung eines Entnahmesolls zur Erreichung der angestrebten Stauziele oder aber eines Überschusses
 - Grundwasserstände des Vormonats
 - Klimatische Wasserbilanz
 - Randzuflüsse sowie GW-Austausch mit dem MLK
 - Grundwasserströmungen zwischen benachbarten Staubereichen
- ⇒ Bilanzierung aller Staubereiche in Fließrichtung
- ⇒ Registrierung von Systemgrößen
 - Abflüsse, Grundwasserstände, ...



Systemskizze (gesamt)



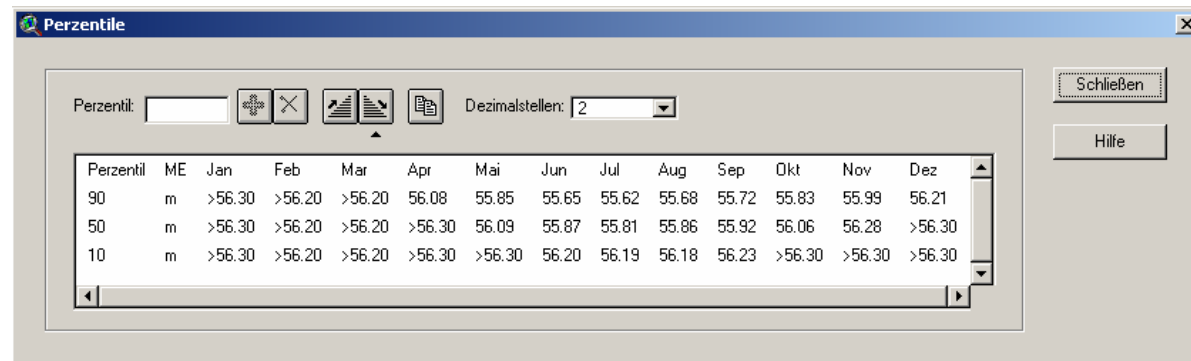
Systemskizze (Ausschnitt)



WBaIMo Drömling

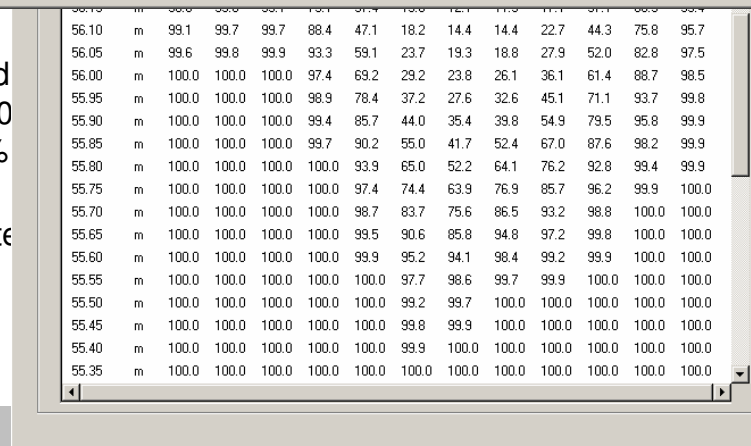
grundsätzliche Ergebnisdarstellung

- ⇒ Statistische Analyse der registrierten Systemgrößen
 - Häufigkeiten → Wahrscheinlichkeiten
 - Mittelwerte
 - Grundwasserstände, Defizite, Grundwasserflurabstände, Abflüsse ...



| Perzentil | ME | Jan | Feb | Mar | Apr | Mai | Jun | Jul | Aug | Sep | Okt | Nov | Dez |
|-----------|----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 90 | m | >56.30 | >56.20 | >56.20 | 56.08 | 55.85 | 55.65 | 55.62 | 55.68 | 55.72 | 55.83 | 55.99 | 56.21 |
| 50 | m | >56.30 | >56.20 | >56.20 | >56.30 | 56.09 | 55.87 | 55.81 | 55.86 | 55.92 | 56.06 | 56.28 | >56.30 |
| 10 | m | >56.30 | >56.20 | >56.20 | >56.30 | >56.30 | 56.20 | 56.19 | 56.18 | 56.23 | >56.30 | >56.30 | >56.30 |

- ⇒ Darstellung der Ergebnisse
 - Normaljahr (50 % ÜWK bei GWH und
 - Trockenjahr (10 % ÜWK bei GWH, 90
 - Nassjahr (90 % ÜWK bei GWH, 10 %
- ⇒ Weiterverarbeitung
 - Tabelle, Diagramm, Flurabstandskarte



| | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 56.10 | m | 99.1 | 99.7 | 99.7 | 88.4 | 47.1 | 18.2 | 14.4 | 14.4 | 22.7 | 44.3 | 75.8 | 95.7 |
| 56.05 | m | 99.6 | 99.8 | 99.9 | 93.3 | 59.1 | 23.7 | 19.3 | 18.8 | 27.9 | 52.0 | 82.8 | 97.5 |
| 56.00 | m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 97.4 | 69.2 | 29.2 | 23.8 | 26.1 | 36.1 | 61.4 | 88.7 | 98.5 |
| 55.95 | m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 98.9 | 78.4 | 37.2 | 27.6 | 32.6 | 45.1 | 71.1 | 93.7 | 99.8 |
| 55.90 | m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 99.4 | 85.7 | 44.0 | 35.4 | 39.8 | 54.9 | 79.5 | 95.8 | 99.9 |
| 55.85 | m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 99.7 | 90.2 | 55.0 | 41.7 | 52.4 | 67.0 | 87.6 | 98.2 | 99.9 |
| 55.80 | m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 93.9 | 65.0 | 52.2 | 64.1 | 76.2 | 92.8 | 99.4 | 99.9 |
| 55.75 | m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 97.4 | 74.4 | 63.9 | 76.9 | 85.7 | 96.2 | 99.9 | 100.0 |
| 55.70 | m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 98.7 | 83.7 | 75.6 | 86.5 | 93.2 | 98.8 | 100.0 | 100.0 |
| 55.65 | m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 99.5 | 90.6 | 85.8 | 94.8 | 97.2 | 99.8 | 100.0 | 100.0 |
| 55.60 | m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 99.9 | 95.2 | 94.1 | 98.4 | 99.2 | 99.9 | 100.0 | 100.0 |
| 55.55 | m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 97.7 | 98.6 | 99.7 | 99.9 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 55.50 | m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 99.2 | 99.7 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 55.45 | m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 99.8 | 99.9 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 55.40 | m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 99.9 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 55.35 | m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Erweiterung d. Modellstruktur

- ⇒ Vollständige Berücksichtigung der EZG
 - Ohre oberhalb Jahrstedt
 - Differenzierung von STG 1 in vier TEZG
 - Bp 9
 - BP 9.4
 - Bp 9.8
 - Bp 10 (Jahrstedt)
 - Dargebotsaufprägung flächenanteilig
 - Niedersächsischer Zustrombereich in den staubewirtschafteten Niederungsteil
 - STG 1.11 mit Bp 8011.1
 - STG 1.12 mit Bp 8011.2
 - STG 1.2 mit Bp 8012
 - STG 1.3 mit Bp 8013
 - Dargebotsaufprägung flächenanteilig unter Berücksichtigung von SIWA / FEFLOW

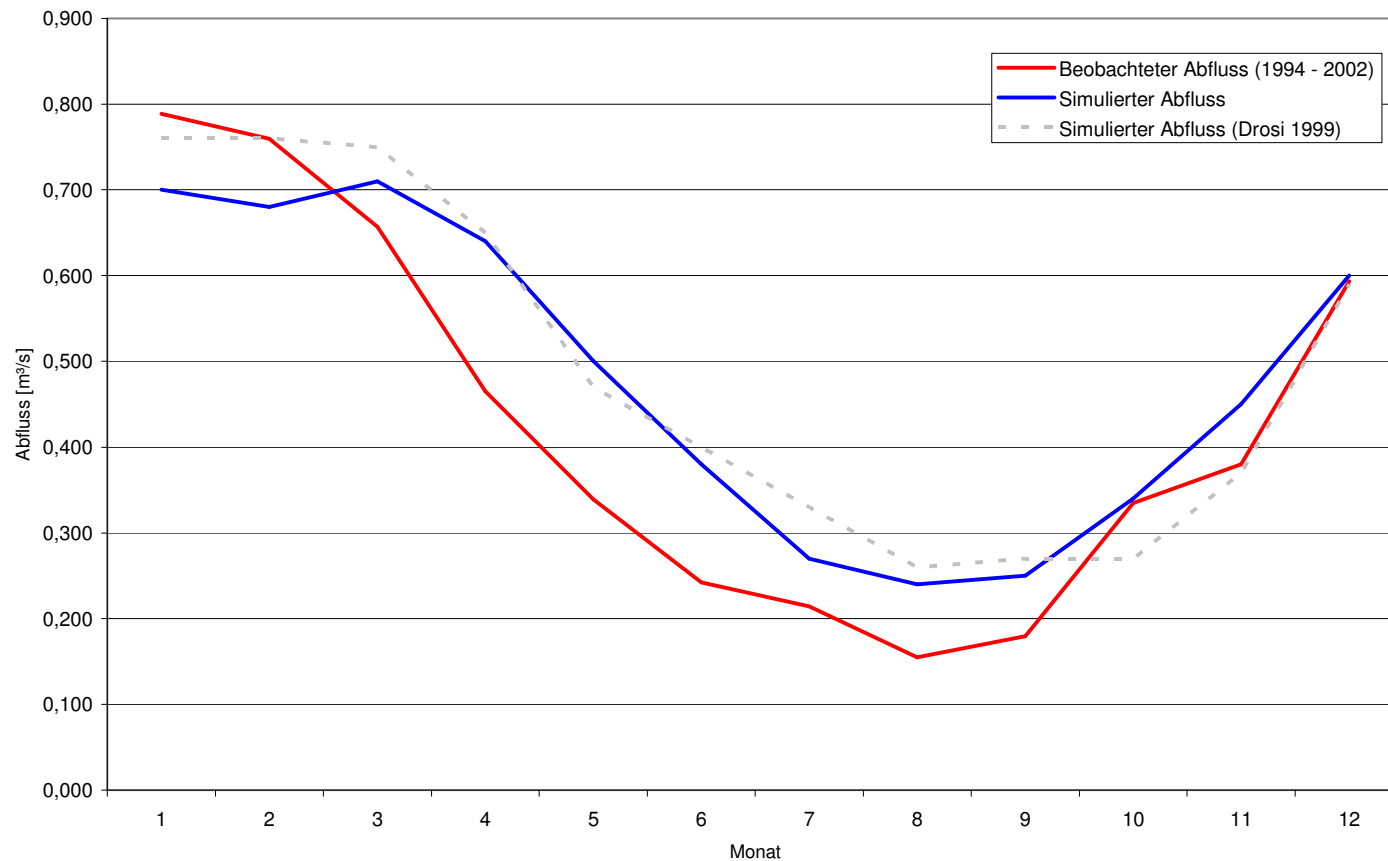
Modellkalibrierung WBalMo



- ⇒ Aktualisierung der Gebietsparameter des NA-Modells EGMO-D
- ⇒ Löschung des Nutzers „Mindestabfluss Jahrstedt“ = $0.15\text{m}^3/\text{s}$
- ⇒ Kalibrierung des NA-Modells

Modellkalibrierung WBalMo

Ergebnisse Abflüsse Pegel Jahrstedt



Modellkalibrierung WBalMo

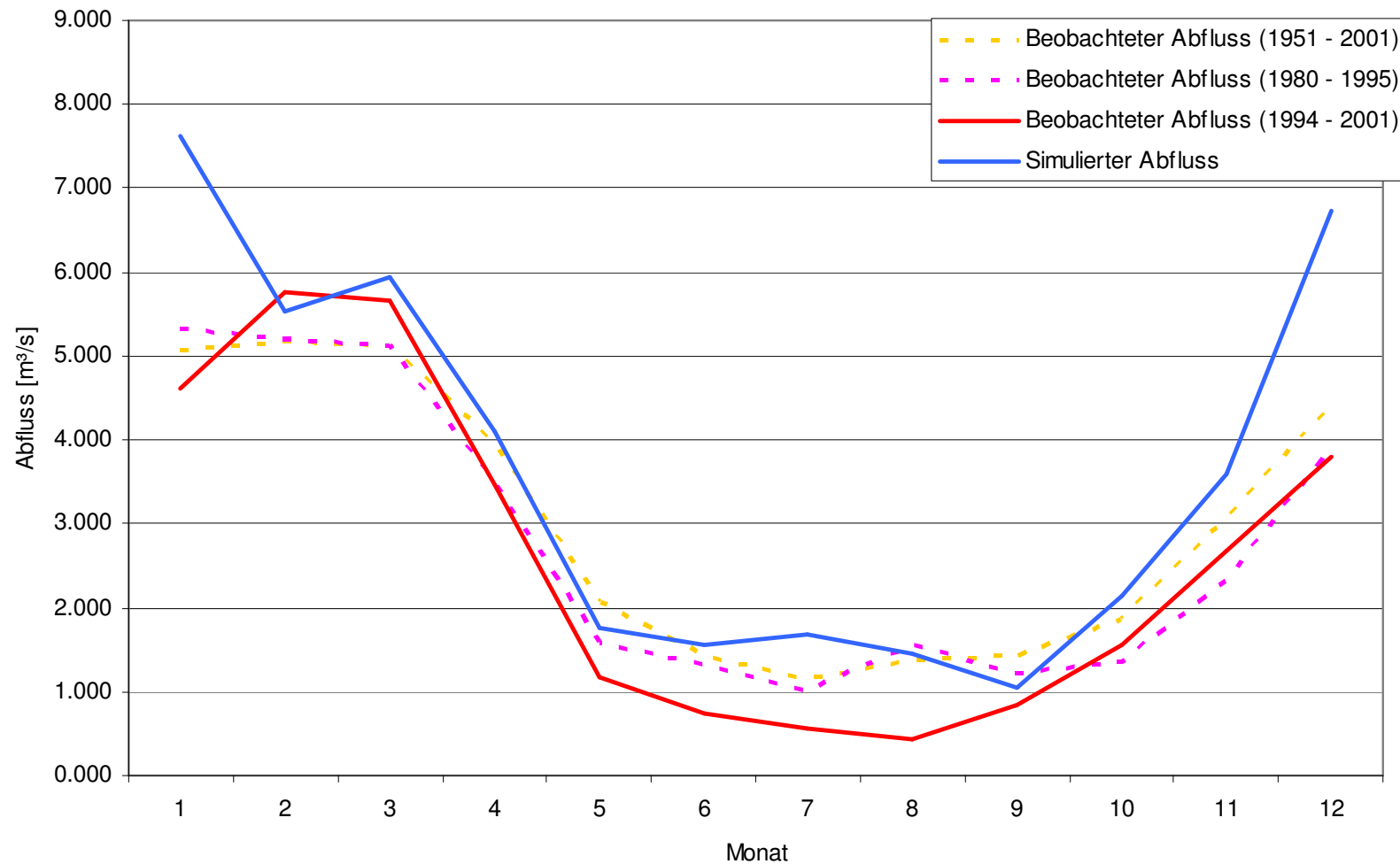


Ergebnisse Abflüsse Pegel Jahrstedt

| | Simulierter quasi-natürlicher Abfluss m ³ /s | Simulierte Abflussspende l/(s*km ²) | Beobachteter Abfluss m ³ /s (1994 bis 2002) | Simulierter Abfluss m ³ /s |
|-------------|---|---|--|---------------------------------------|
| Januar | 0,973 | 6,85 | 0,789 | 0,70 |
| Februar | 0,948 | 6,68 | 0,760 | 0,68 |
| März | 0,971 | 6,84 | 0,657 | 0,71 |
| April | 0,876 | 6,17 | 0,465 | 0,64 |
| Mai | 0,698 | 4,92 | 0,339 | 0,50 |
| Juni | 0,580 | 4,08 | 0,242 | 0,38 |
| Juli | 0,506 | 3,56 | 0,214 | 0,27 |
| August | 0,461 | 3,25 | 0,155 | 0,24 |
| September | 0,462 | 3,25 | 0,180 | 0,25 |
| Oktober | 0,476 | 3,35 | 0,335 | 0,34 |
| November | 0,631 | 4,44 | 0,380 | 0,45 |
| Dezember | 0,833 | 5,87 | 0,594 | 0,60 |
| Jahr | 0,701 | 4,94 | 0,426 | 0,48 |

Modellkalibrierung WBaIMo

Ergebnisse Abflüsse Pegel Calvörde



Modellkalibrierung WBalMo

Ergebnisse Abflüsse Pegel Calvörde



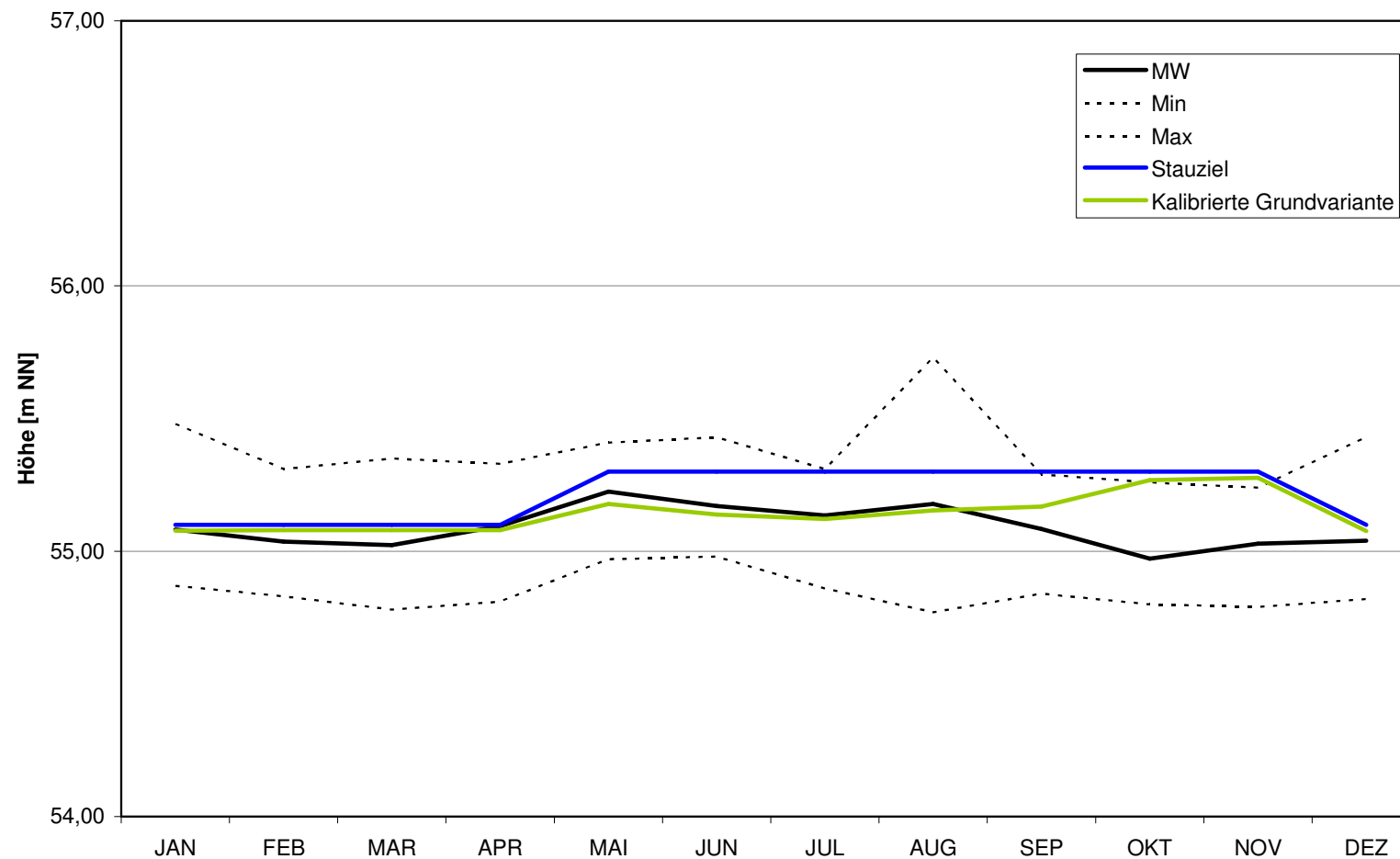
| | Beobachteter Abfluss m³/s (1994 bis 2002) | Simulierter Abfluss m³/s |
|-------------|--|--|
| Januar | 4,606 | 7,630 |
| Februar | 5,763 | 5,520 |
| März | 5,659 | 5,950 |
| April | 3,459 | 4,110 |
| Mai | 1,179 | 1,760 |
| Juni | 0,731 | 1,550 |
| Juli | 0,555 | 1,680 |
| August | 0,429 | 1,460 |
| September | 0,848 | 1,050 |
| Oktober | 1,548 | 2,150 |
| November | 2,677 | 3,600 |
| Dezember | 3,799 | 6,740 |
| Jahr | 2,604 | 3,600 |

Modellkalibrierung WBalMo

Ergebnisse Grundwasserhöhen in den Staubereichen



Stauziele und Wasserstände Stauanlage Ma 02 für Monatswerte 1993-2005

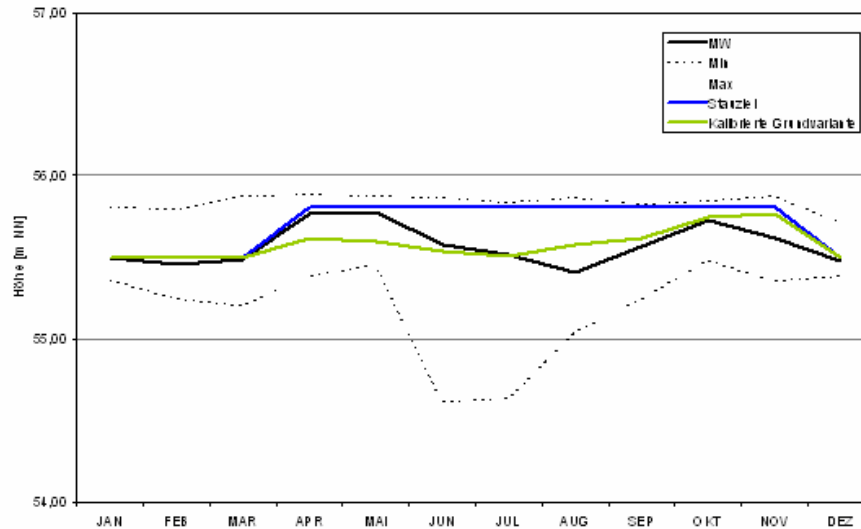


Modellkalibrierung WBaIMo

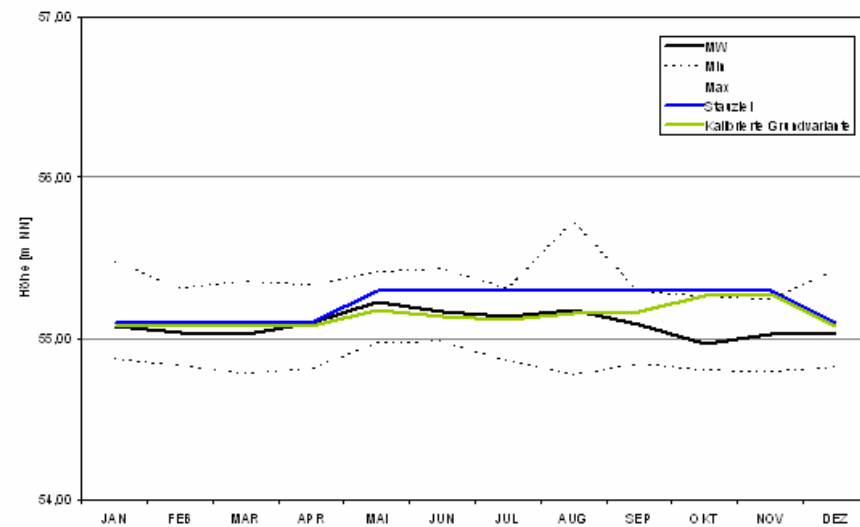
Ergebnisse Grundwasserhöhen in den Staubereichen



Stauziele und Wasserstände Stauanlage M 02 für Monatswerte 1993-2005



Stauziele und Wasserstände Stauanlage Ma 02 für Monatswerte 1993-2005



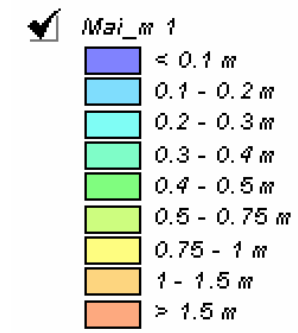
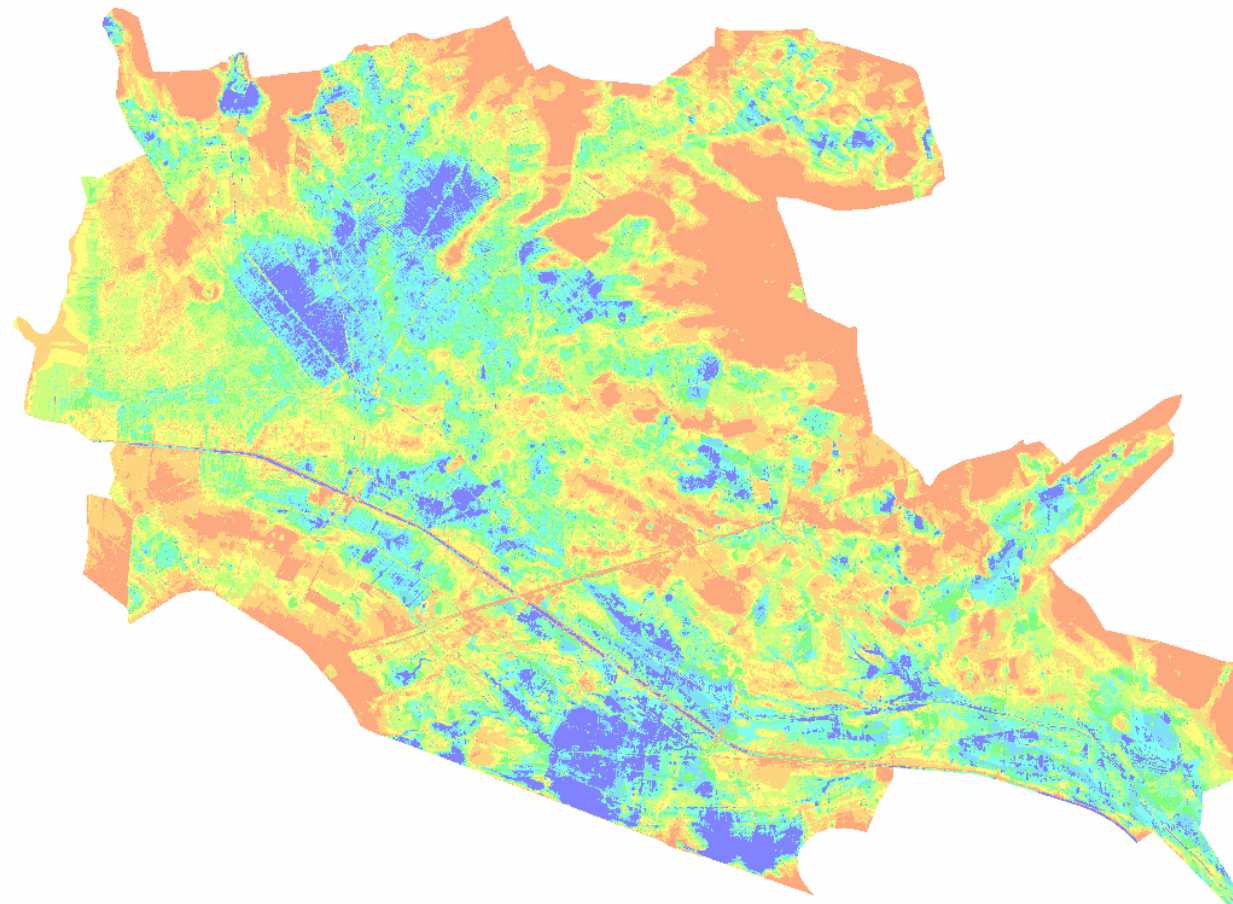
Modellkalibrierung WBaIMo



Ergebnisse Grundwasserhöhen in den Staubereichen

Darstellung der Grundwasserflurabstände (Normaljahres) im GIS

Beispiel Monat Mai



Variantenrechnungen



Variantenberechnungen

- **Variante 1** „Substitutionsvariante“: Die Wasserbereitstellung für Berechnungen in NS erfolgt aus alternativen Ressourcen, nicht aus dem Ohre-Einzugsgebiet, (Entnahmen werden auf 0 gesetzt.)
- **Variante 2** „Verlagerungsvariante“: Die Wasserentnahmen für Berechnungen in NS werden vollständig in den 2. Grundwasserleiter verlagert
- **Klimavarianten** zur Berechnung des Einflusses von Klimaänderungen nach GLOWA-Elbe ausgehend von der Ist-Situation bis zum Jahre 2052 in Fünfjahresritten
- **Variante MLK** zur Berechnung durch Überleitung aus dem Mittellandkanal
- **Variante Altmarkkreis**

Variantenrechnungen



Allgemeine Vorgehensweise

1. Die Szenarien wurden zuerst mit dem Grundwassermodell unter Berücksichtigung der angenommenen GW-Nutzung sowie des langjährigen Mittels der GWN 94/03 analog zur Modellkalibrierung stationär simuliert;
2. Danach wurden u. a. die minimalen, mittleren und maximalen GW-Stände, Standardabweichungen in den Staubereichen sowie Durchflüsse zwischen den Staubereichen aus den Simulationsergebnissen des Grundwassermodells für die Varianten ermittelt und für die WBalMo-Modellierung bereitgestellt;
3. Mit den Ergebnissen aus dem Grundwassermodell sowie den entsprechenden Parameteranpassungen erfolgten anschließend die Simulationen der Varianten mit dem Bewirtschaftungsmodell WBalMo.

Variantenrechnungen



Variante 1: ohne Beregnungsentnahmen im NS-Bereich

Vergleich Abflüsse Pegel Jahrstedt

| | Jan | Feb | Mrz | Apr | Mai | Jun | Jul | Aug | Sep | Okt | Nov | Dez |
|---|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| Abfluss ohne GW-Entnahme für Beregnung [l/s] | 700 | 680 | 710 | 640 | 500 | 420 | 360 | 330 | 330 | 340 | 450 | 600 |
| Abfluss mit GW-Entnahme für Beregnung [l/s] | 700 | 680 | 710 | 640 | 500 | 380 | 270 | 240 | 250 | 340 | 450 | 600 |
| Verhältnis Abfluss mit / ohne GW-Entnahme für Beregnung | | | | | 1,00 | 0,90 | 0,75 | 0,73 | 0,76 | | | |

⇒ Ohne Beregnungsentnahme würde es danach zu einer Abflusserhöhung am Pegel Jahrstedt von 40 bis 90 l/s (im Mittel 60 l/s) kommen.

Normaljahr – Trockenjahr - Nassjahr



Häufigkeitstabelle, Überschreitungswahrscheinlichkeiten

- Registrierung von Systemzuständen je Zeitschritt
- 1000-maliger Durchlauf der Simulation

Grundwasserflurabstände

- Berechnung von Perzentilen 10%, 50%, 90%
- Entsprechen: Trockenjahr – Normaljahr – Nassjahr

Grundwasserhöhen

- Berechnung von Perzentilen 10%, 50%, 90%
- Entsprechen: Nassjahr – Normaljahr – Trockenjahr

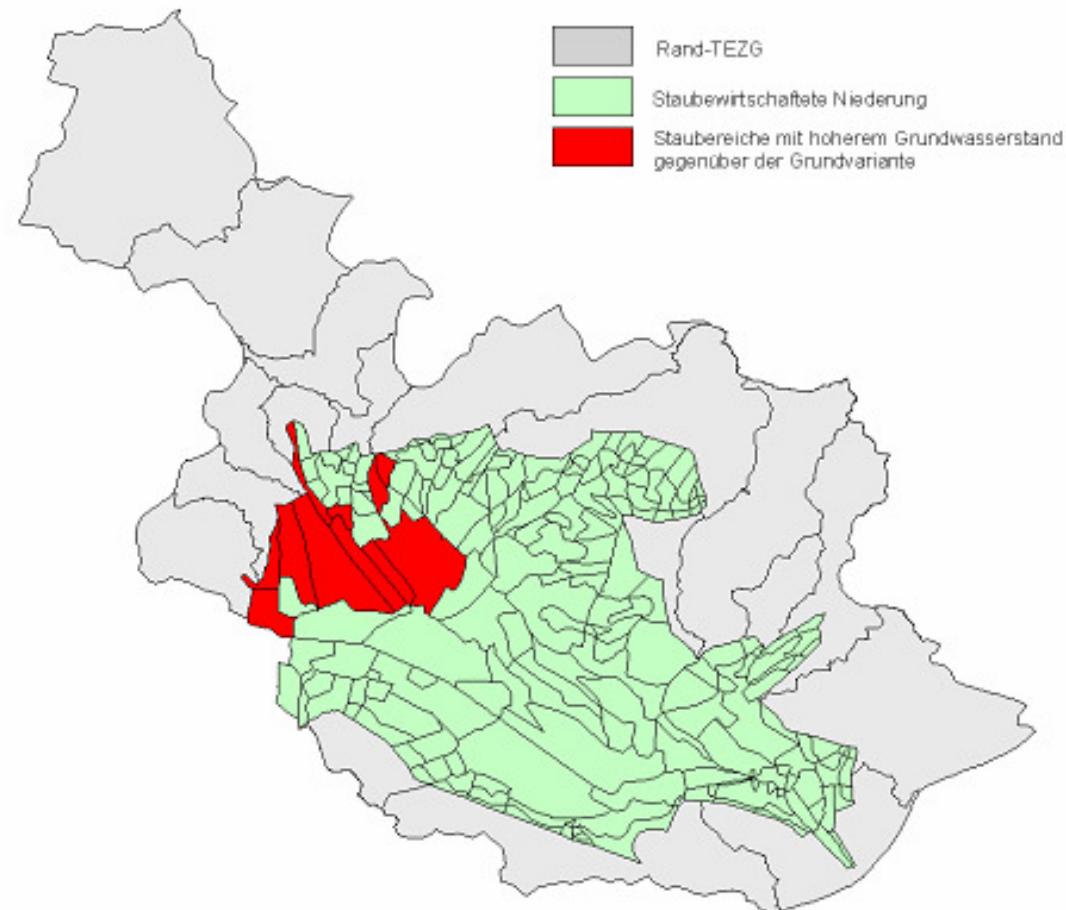
Am Beispiel
Monat Juni

| Abszisse ME | Jan | Feb | Mar | Apr | Mai | Jun | Jul | Aug | Sep | Okt | Nov | Dez |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 57.50 m | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 57.45 m | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 57.40 m | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 57.35 m | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 57.30 m | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 57.25 m | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 57.20 m | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 2.0 | 5.4 | 5.6 | 6.6 | 17.1 | 31.6 | 0.0 |
| 57.15 m | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 3.0 | 6.9 | 7.4 | 9.2 | 20.9 | 39.4 | 0.0 |
| 57.10 m | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.1 | 5.2 | 8.6 | 9.1 | 12.3 | 25.8 | 47.0 | 0.0 |
| 57.05 m | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 8.5 | 11.5 | 12.0 | 16.1 | 31.6 | 56.9 | 0.0 |
| 57.00 m | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.8 | 13.5 | 16.8 | 14.3 | 20.5 | 36.9 | 65.1 | 0.0 |
| 56.95 m | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.4 | 20.0 | 24.5 | 18.5 | 26.0 | 45.3 | 73.1 | 0.0 |
| 56.90 m | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 14.8 | 28.4 | 32.9 | 23.0 | 32.9 | 53.7 | 80.9 | 0.0 |
| 56.85 m | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 33.8 | 39.4 | 44.2 | 30.5 | 40.6 | 62.3 | 88.0 | 0.0 |
| 56.80 m | 100.0 | 96.8 | 95.5 | 89.1 | 51.8 | 48.6 | 58.7 | 40.2 | 49.1 | 71.2 | 93.8 | 100.0 |
| 56.75 m | 100.0 | 98.7 | 97.8 | 93.5 | 67.8 | 59.5 | 69.5 | 55.7 | 59.3 | 79.3 | 96.9 | 100.0 |
| 56.70 m | 100.0 | 99.9 | 99.6 | 97.5 | 81.7 | 78.6 | 84.6 | 74.9 | 73.9 | 91.6 | 99.6 | 100.0 |
| 56.65 m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 99.7 | 95.9 | 98.2 | 98.2 | 94.3 | 92.3 | 98.4 | 100.0 | 100.0 |
| 56.60 m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 56.55 m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 56.50 m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 56.45 m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 56.40 m | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Variantenrechnungen



Variante 1: ohne Beregnungsentnahmen im NS-Bereich

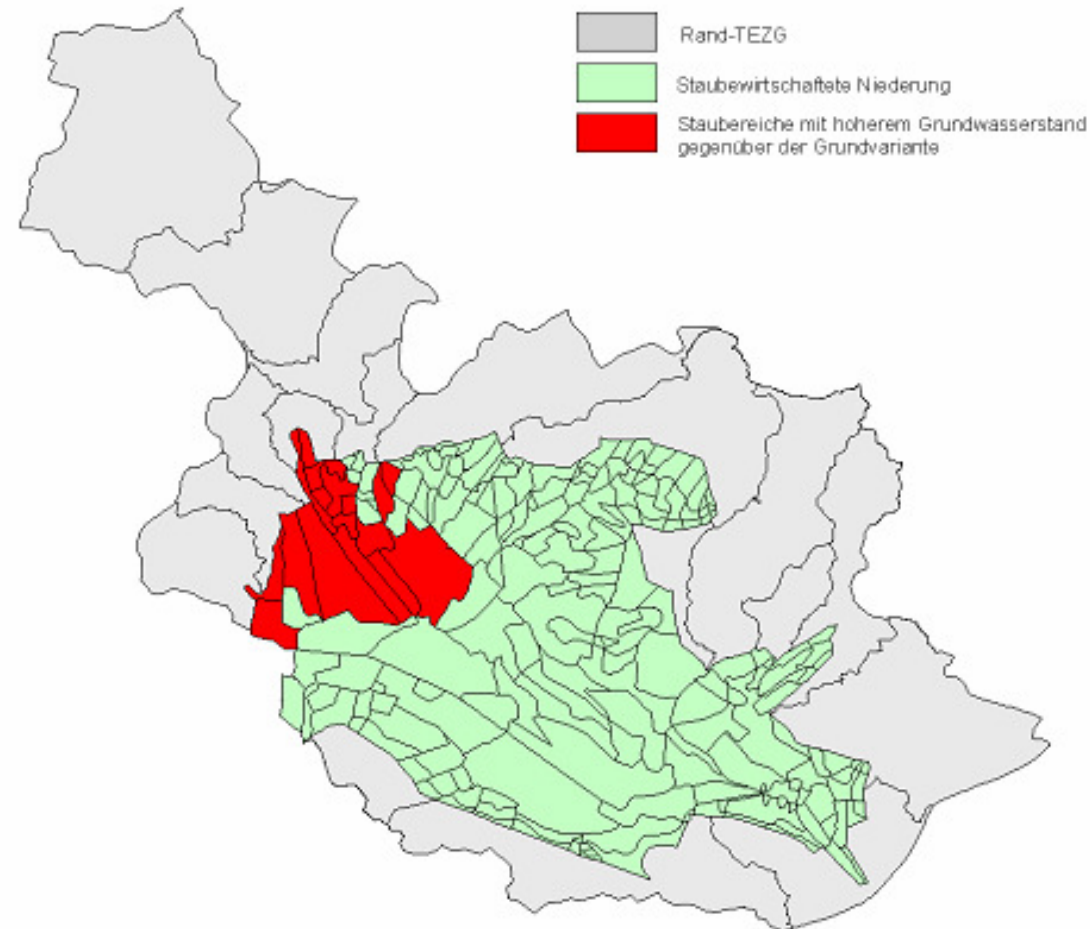


Übersicht der um mindestens 5 cm positiv beeinflussten Staubereiche - Normaljahr -

Variantenrechnungen



Variante 1: ohne Berechnungsentnahmen im NS-Bereich



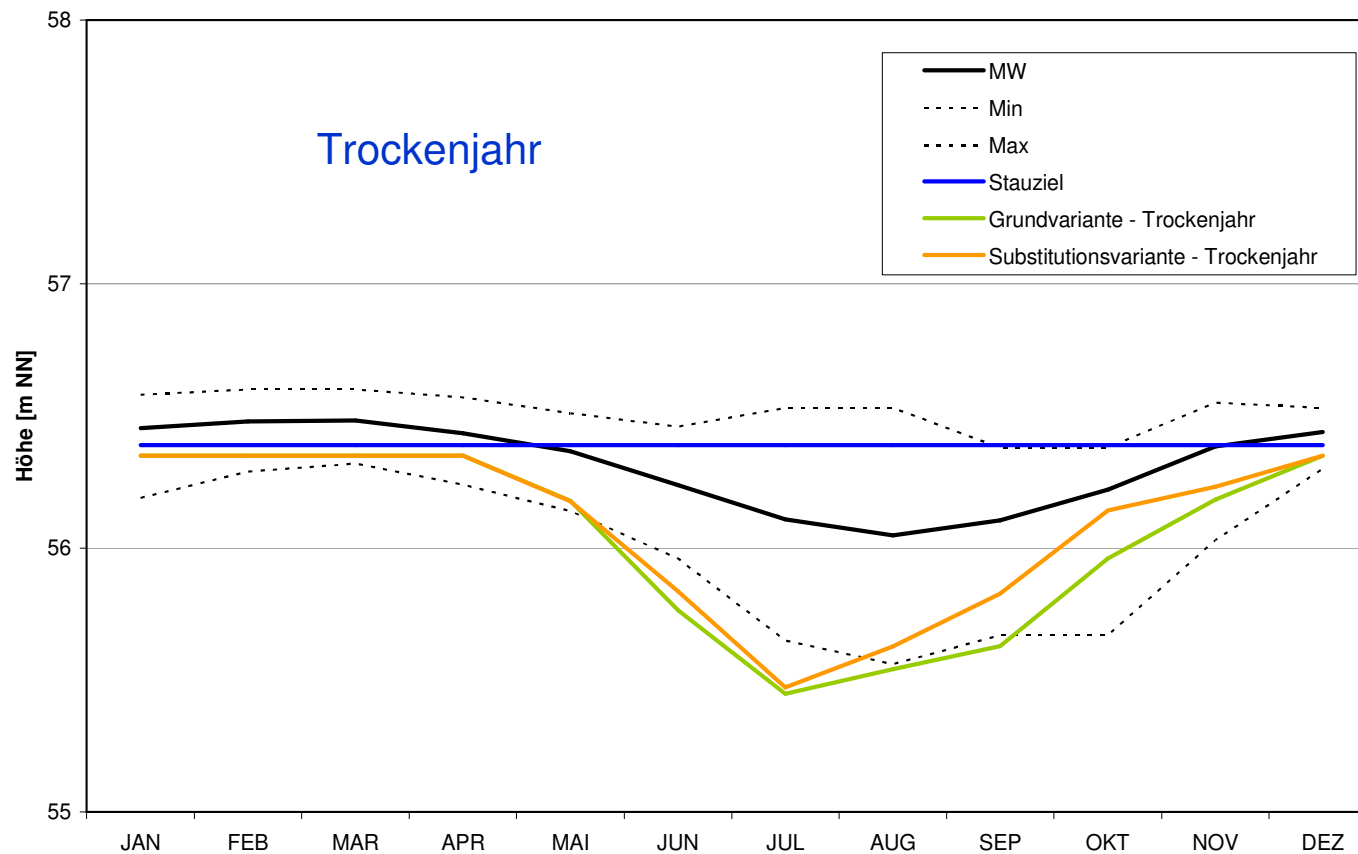
Übersicht der um mindestens 5 cm positiv beeinflussten Staubereiche - Trockenjahr -

Variantenrechnungen



Variante 1: ohne Berechnungsentnahmen im NS-Bereich Auswirkungen der Substitution im Staubereich 233 (Ja 03)

Stauziele und Wasserstände Stauanlage Ja 03 für Monatswerte 1993-2005



Variantenrechnungen



Variante 2: Berechnungsentnahmen aus dem UGWL

Durch die Bilanzierung mit WBalMo wurde ermittelt, dass die Verlagerung vorhandener Grundwasserentnahmen aus dem ersten in den zweiten GWL insgesamt keine relevanten Auswirkungen auf das Grundwasserregime im Niederungsgebiet hat. Ursachen hierfür sind:

1. Die im Ohre-EZG liegenden Berechnungsverbände Brome und Croya-Parsau fördern das Grundwasser bereit jetzt aus dem UGWL. Auch die Berechnungsentnahmen von Radenbeck und Tülau-Fahrenhorst stammen bisher jeweils zu 60 % bzw. 80 % aus dem UGWL.
2. Die Gesamtförderrate der o. g. 4 Berechnungsverbände beträgt ca. 11 Tm³/d. Dies entspricht ca. 59 % der Gesamtförderrate aller im Modellgebiet betrachteten Berechnungsverbände. D. h. die Verlagerung bezieht sich bestenfalls auf 41 % der Gesamtentnahme.
3. Von diesen 41 % sind, wie die Modellrechnungen zeigen, nur ca. 42 % bilanzwirksam im oberen Grundwasserleiter und damit abflusswirksam für die Ohre.

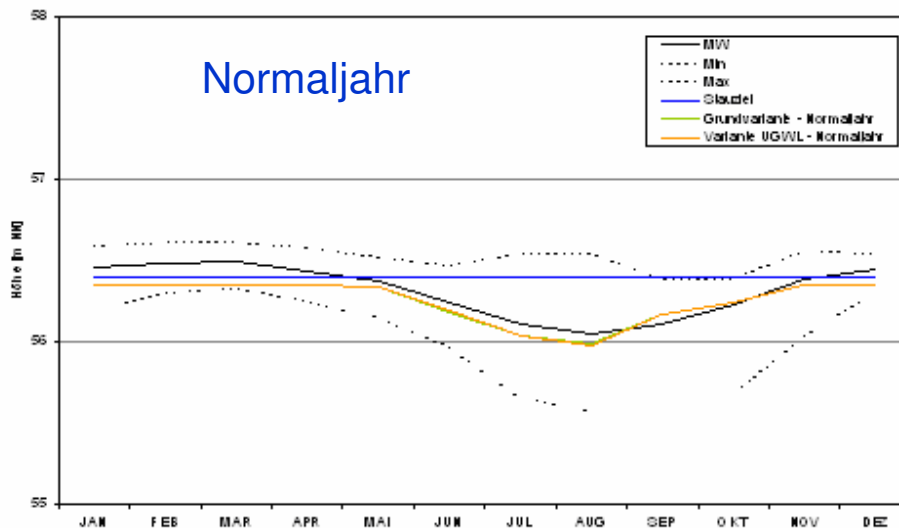
Variantenrechnungen



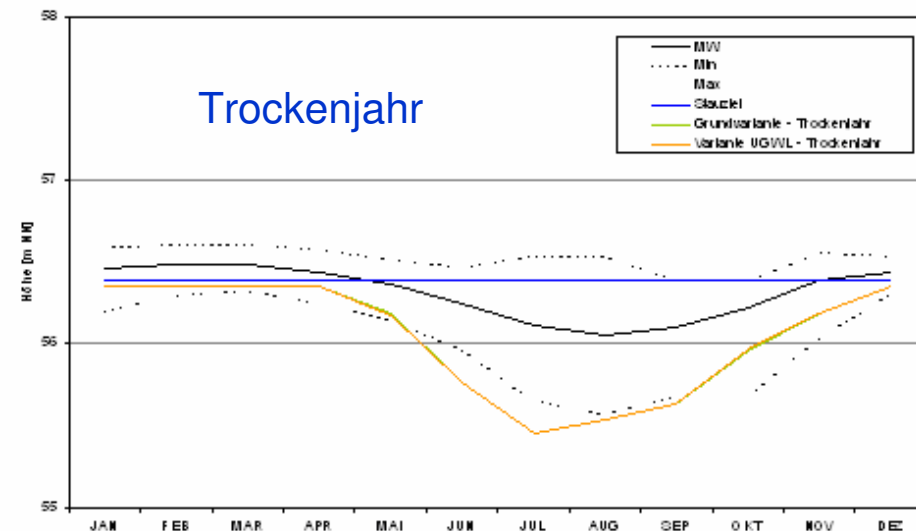
Variante 2: Berechnungsentnahmen aus dem UGWL

Auswirkungen der Substitution im Staubereich 233 (Ja 03)

Stauziele und Wasserstände Stauanlage Ja 03 für Monatswerte 1993-2005



Stauziele und Wasserstände Stauanlage Ja 03 für Monatswerte 1993-2005

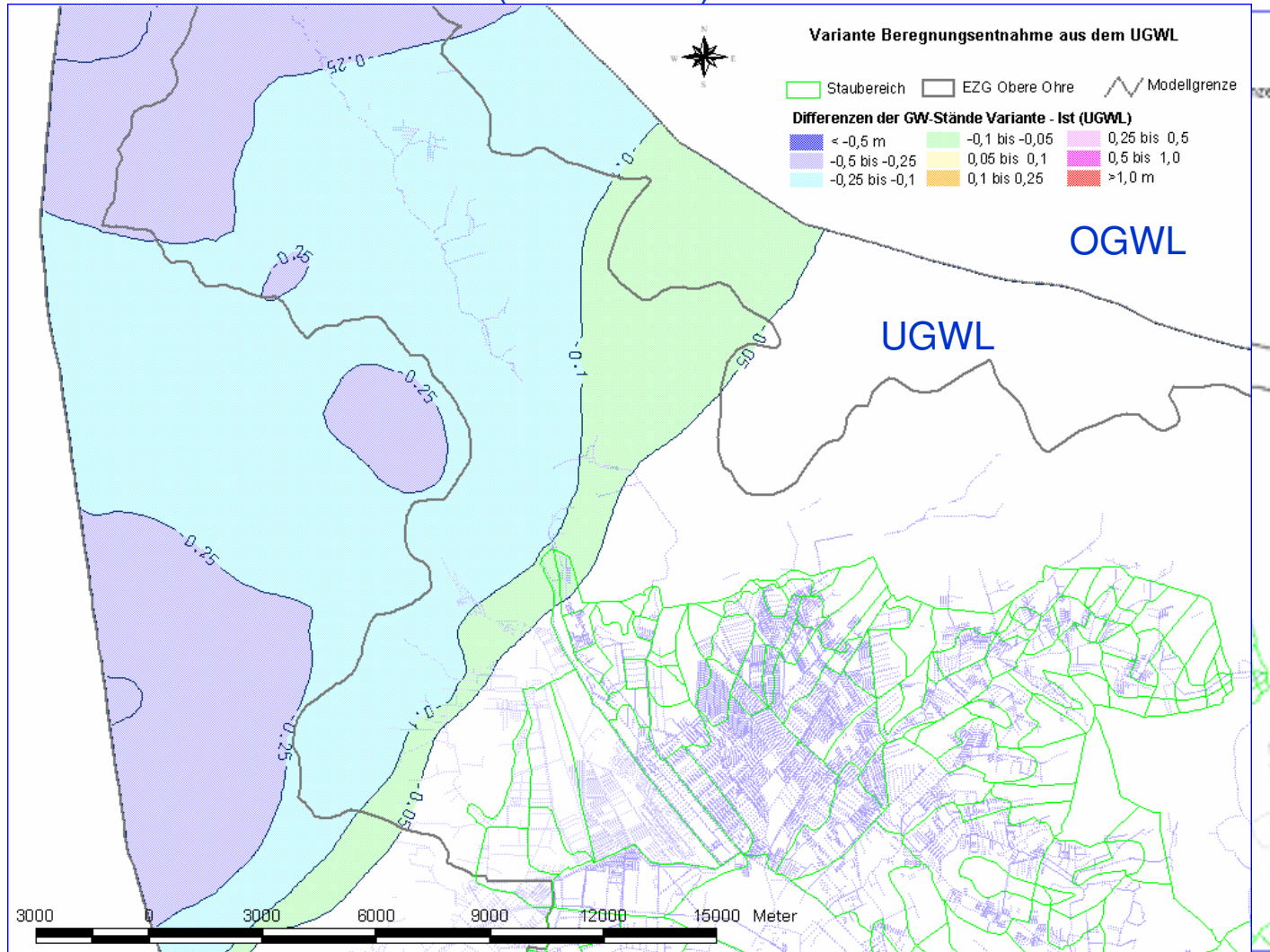


Variantenrechnungen

Variante 2: Beregnungsentnahmen aus dem UGWL



Differenzen der GW-Stände (GW-Modell) Variante 2 minus Variante 1st



Variantenrechnungen



Klimavarianten:

Zielstellung: Zur Berechnung des Einflusses von Klimaänderungen nach GLOWA-Elbe ausgehend von der Ist-Situation bis zum Jahre 2052 in Fünfjahresschritten

Arbeitsschritte:

- Klimadaten** - Übernahme der Daten aus GLOWA-Projekt
- Modelle**
 - Umrechnung PET z. Zt. nach Priestley/Taylor → Turc/Ivanow für unsere
 - Aufbereitung der Klimadaten für SIWA, EGMO-D und WBalMo
- SIWA** - Berechnung der Bodenfeuchte als Eingangsgröße für WBalMo
- FEFLOW** - GW-Modellbereichungen mit entsprechenden GWN jeweils für die Ausgangssituation (die 1. 5J-Periode) und die Situation nach den angenommenen Klimaänderungen (die letzte 5J-Periode) als Eingangsparameter für die Modellierung mit WBalMo
- EGMO-D** - Berechnung der Dargebotsreihen für die STG's als Eingangsgröße für WBalMo
- WBalMo**
 - Modelländerung Bilanzjahr -> Bilanzhorizont
 - Simulation mit den geänderten Parametern entsprechend den Klimaänderungen

Klimaänderung

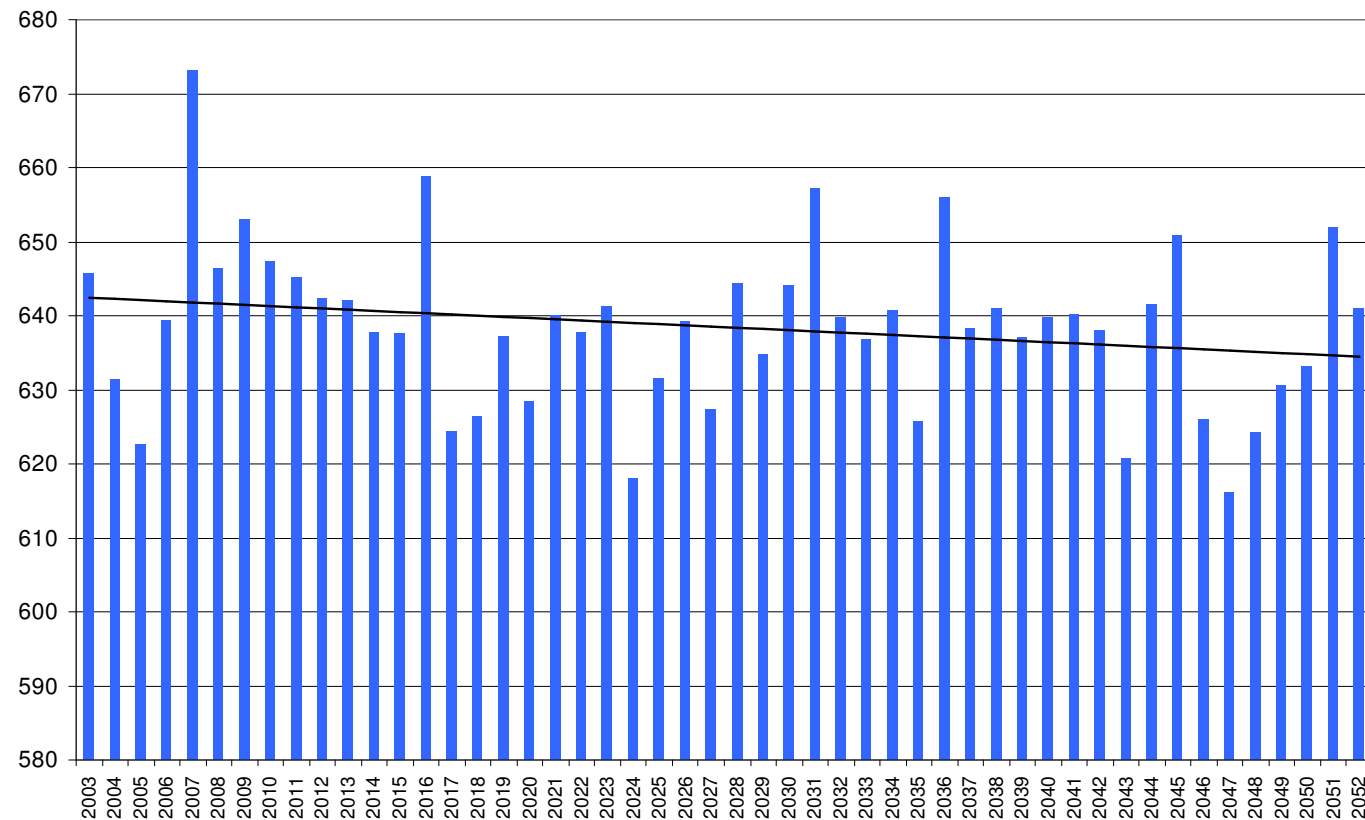


Unter Verwendung von Klimareihen Niederschlag und potentielle Verdunstung aus dem Projekt GLOWA

Reihe 2003 – 2052, in 10 Perioden a 5 Jahren mit 100 Realisierungen = 5.000 Jahre

Geringe
Abnahme der
Jahressumme
n

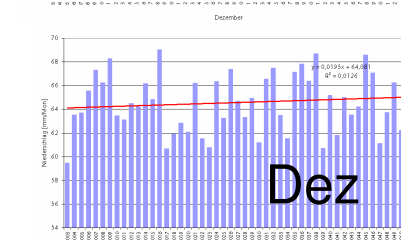
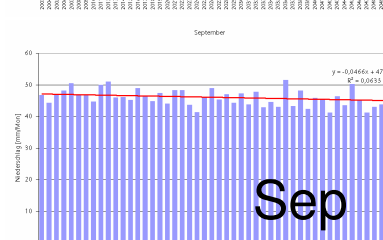
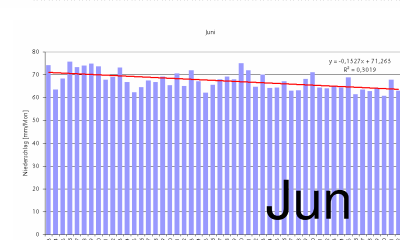
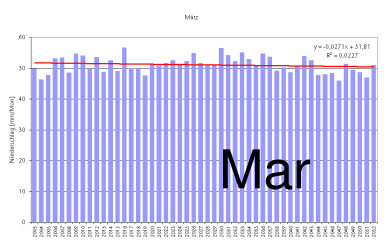
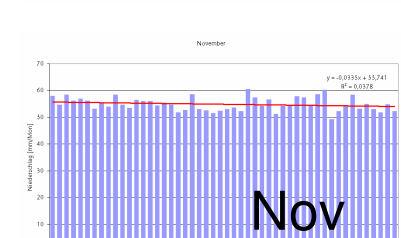
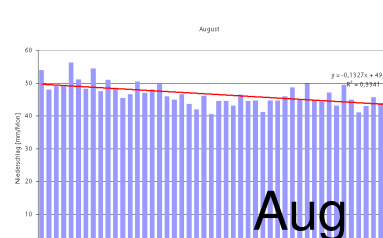
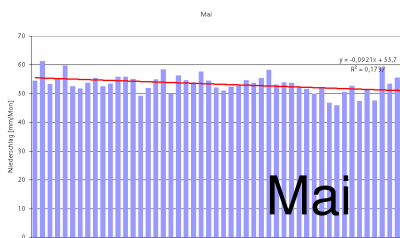
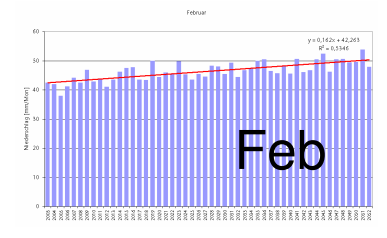
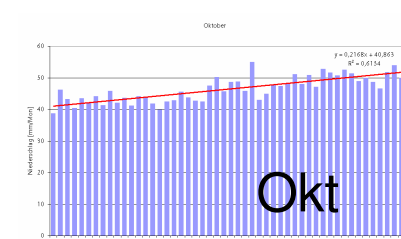
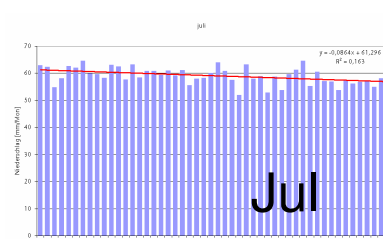
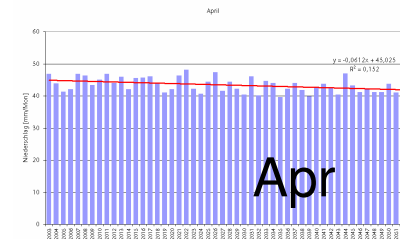
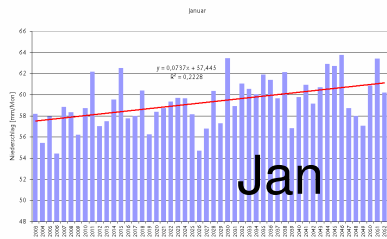
Niederschlag [mm] - Jahressummen



Klimaänderung



- Niederschlag - Abnahme in den Monaten März bis September und November
- Zunahme in den Monaten Oktober und Dezember bis Februar



Klimaänderung



Bilanzjahr

- konstante Bewirtschaftungsregeln / -daten **und**
- kein Trend in Abfluss- und Klimareihen

Bilanzhorizont

- über die Zeit variierende Bewirtschaftungsregeln / -daten **oder**
- trendbehaftete Abfluss- und Klimareihen

WBaIMo Drömling

- Bilanzjahr 2004
- 1000 Simulationsläufe des Bilanzjahres

WBaIMo Drömling 10p

- 10 Perioden a 5 Jahre = Bilanzhorizont 2003 – 2052
- 100 Simulationsläufe des gesamten Bilanzhorizontes

Periode

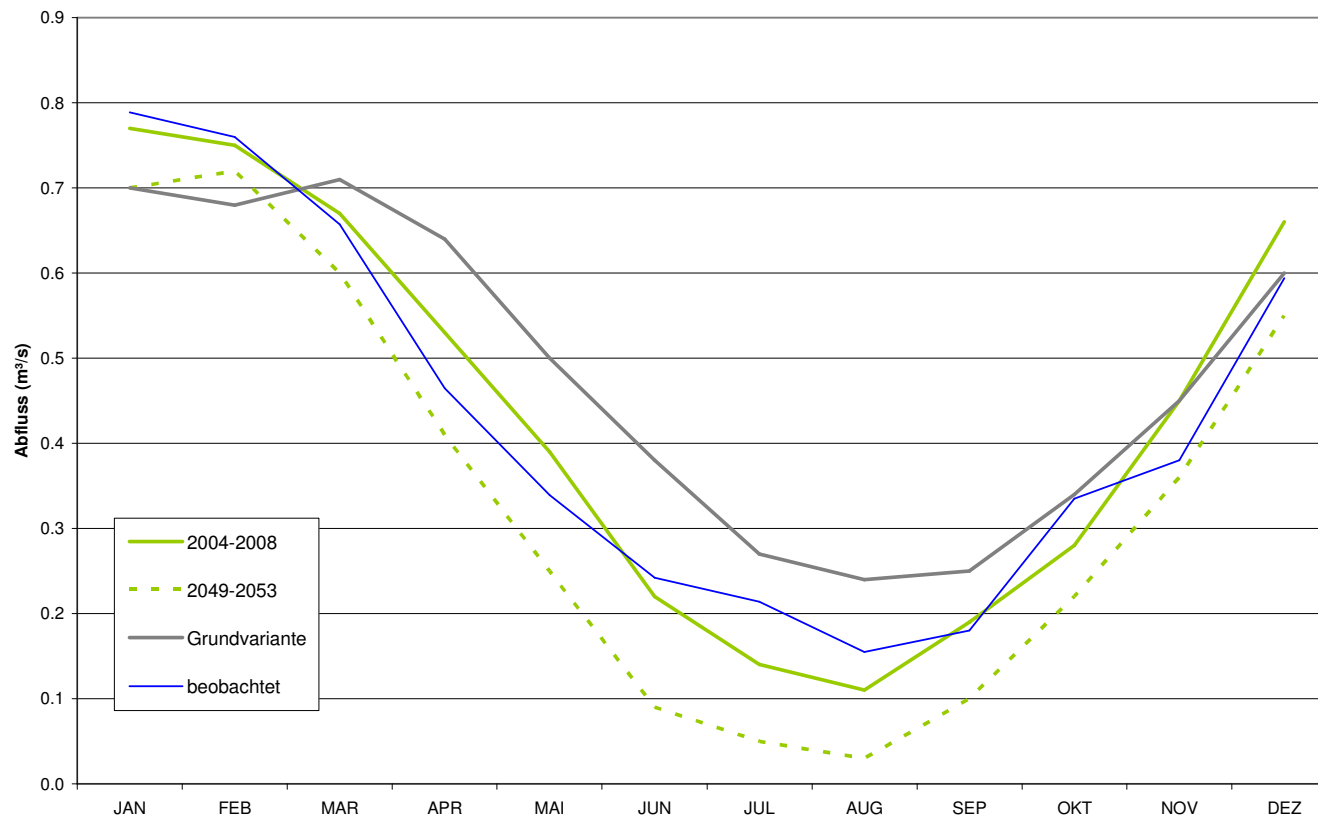
- **Ergebnisdarstellung für jede Periode getrennt möglich**

Variantenrechnungen

Klimavarianten:



– Abflüsse Pegel Jahrstedt



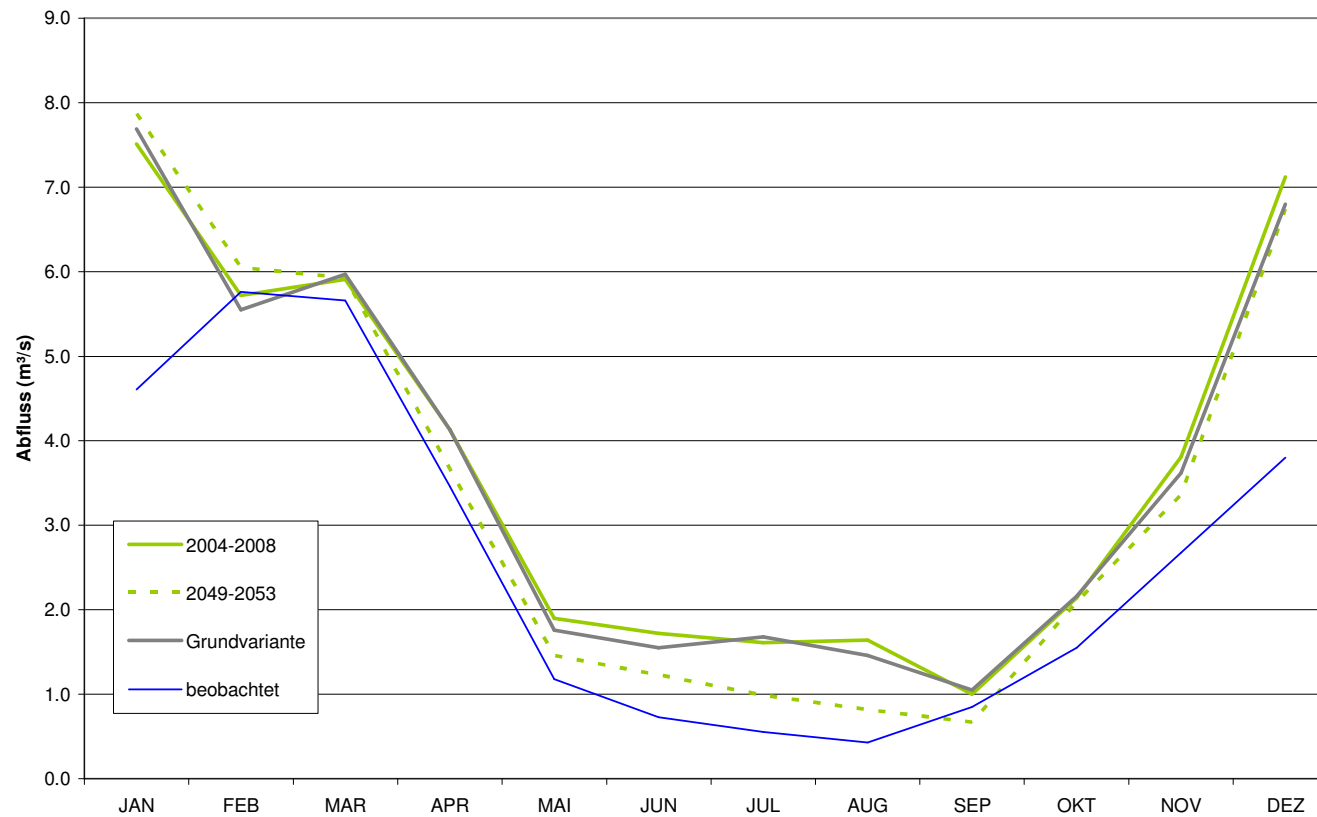
Im Jahresmittel verringern sich die Abflüsse in der Ohre in Jahrstedt um ca. 0,1 m³/s

Variantenrechnungen

Klimavarianten:



– Abflüsse Pegel Calvörde



Im Jahresmittel verringern sich die Abflüsse in der Ohre in Calvörde um ca. 0,3 m³/s

Variantenrechnungen

Klimavarianten:



Im Jahresmittel verringern sich die Abflüsse in der Ohre :

- in Jahrstedt um ca. 0,1 m³/s und
- in Calvörde um etwa 0,3 m³/s.

Daneben ist ein wesentlich stärker ausgeprägter innerjähriger Gang bedingt durch die Zehrung des Feuchtgebietes zu verzeichnen: während die Winterabflüsse etwa das gegenwärtige Niveau halten, ist im Sommer mit starken Rückgängen der Abflüsse zu rechnen.

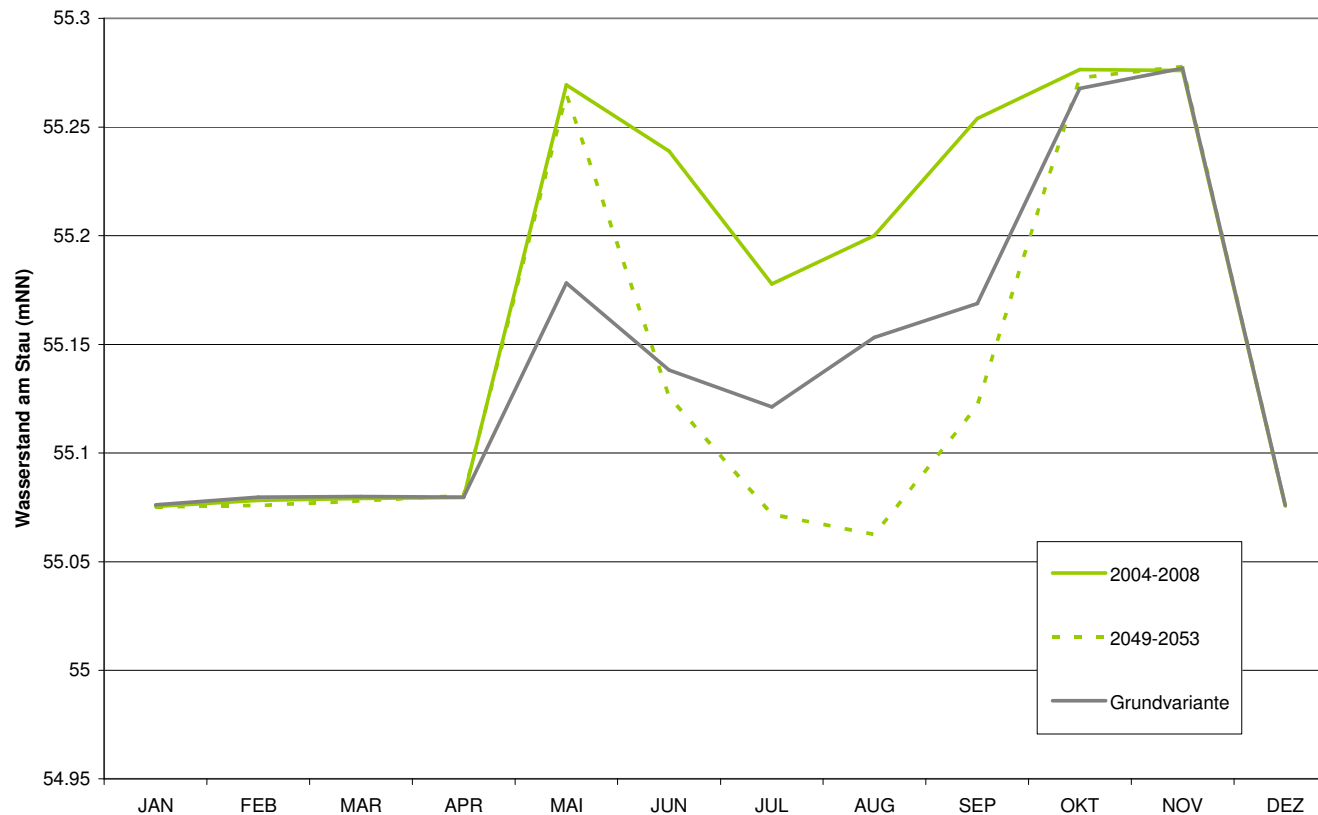
Aus der Gesamtbilanz der Niederung resultiert in der letzten Periode der Klimavariante ein mittlerer Rückgang des Abflusses in Calvörde im August um ca. 0,8 m³/s gegenüber der Grundvariante.

Variantenrechnungen

Klimavarianten:



– Grundwasserhöhe SB 701



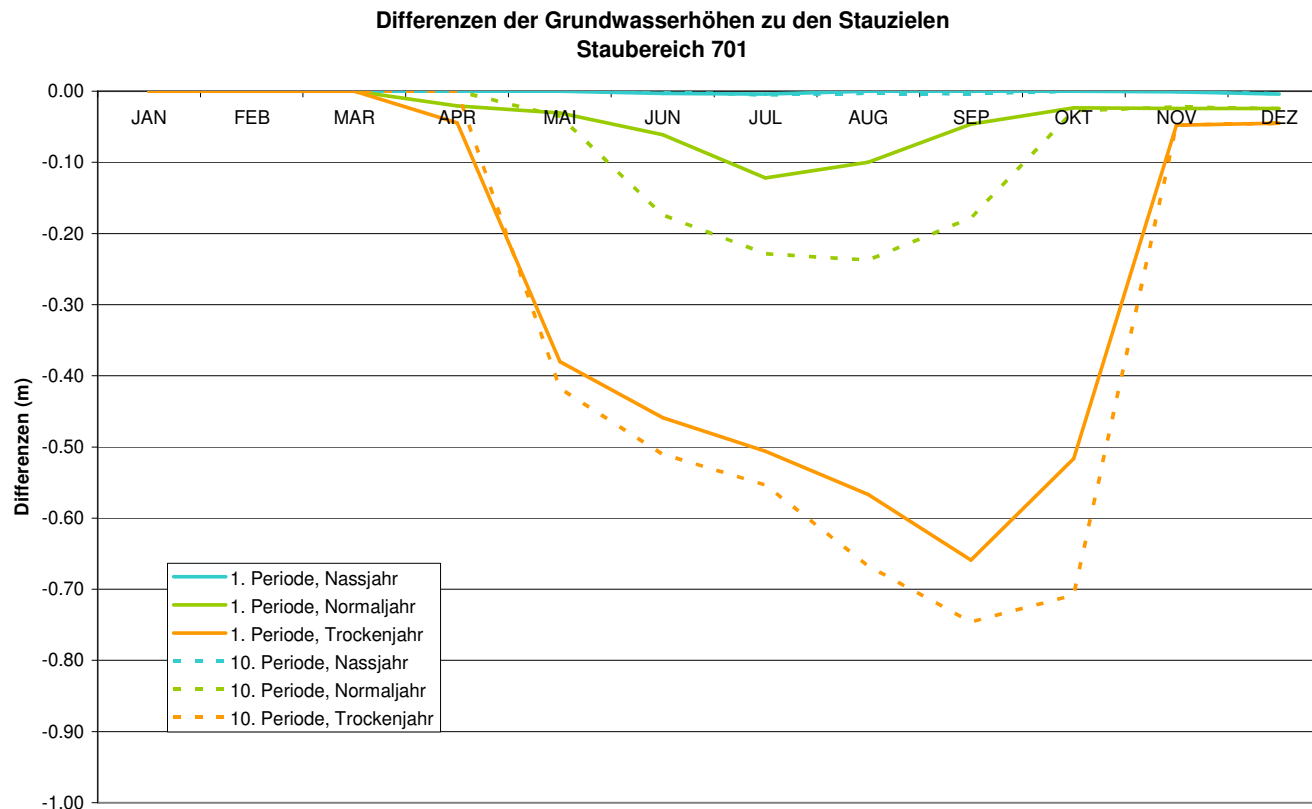
Staubereich, der nicht im Bereich von Gewässern mit höheren und stabilen Abflüssen liegt

Variantenrechnungen

Klimavarianten:



– Grundwasserdefizite SB 701



Staubereich, der nicht im Bereich von Gewässern mit höheren und stabilen Abflüssen liegt

Variantenrechnungen

Variante MLK:



Veranlassung: Ergebnis der Variante 1 – ohne Beregnungsentnahmen im NS-Bereich ist die Ausweisung einer Reihe von Staubereichen, die dadurch mindestens in Trockenjahren die angestrebten Grundwasserstände besser erreichen.

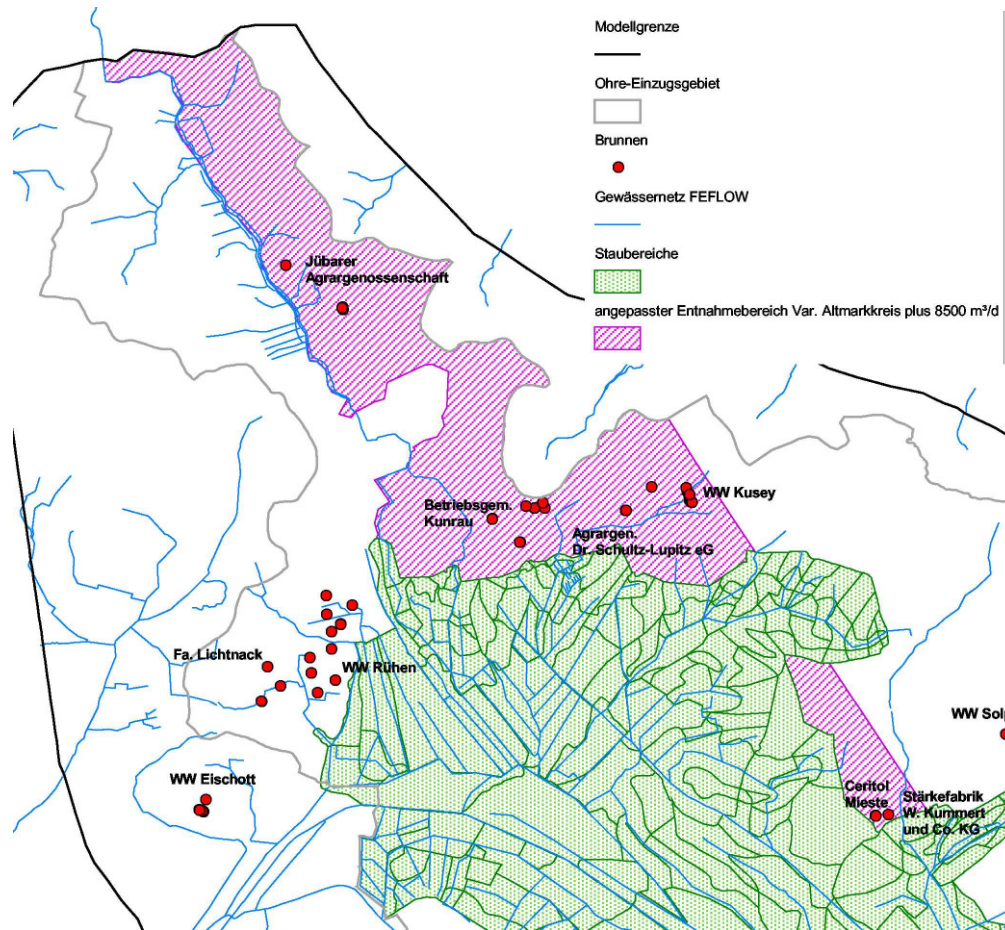
Annahme: Die betroffenen Staubereichen werden mit Zusatzwasser versorgt. Je zu versorgendem Staubereich wird die Menge, die nach der Bilanzierung bis zu dem zu erreichenden Stauziel noch fehlt, eingeleitet. Dabei wird eine Entnahme dieses Zusatzwassers aus dem MLK ohne jegliche Einschränkung der Verfügbarkeit unterstellt. (Keine Untersuchung technischer Machbarkeit)!

Ergebnisse: Zusatzwasser von etwa maximal 1,5 m³/s in Trockenjahren bzw. maximal ca. 0,8 m³/s wird in Normaljahren zeitweise benötigt, um Effekte der Beregnungsentnahmen in Niedersachsen zu kompensieren. Die ausgewiesene Menge dient allerdings auch der Stützung von Grundwasserhöhen so bevorteilter Staubereiche und ihrer Nachbarn – unabhängig von dem Beregnungseinfluss.

Variantenrechnungen

Variante Altmarkkreis:

Variante unter Berücksichtigung zusätzlicher GW-Entnahme („ruhender Anträge“) im Ohre-Einzugsgebiet des SA-Bereichs



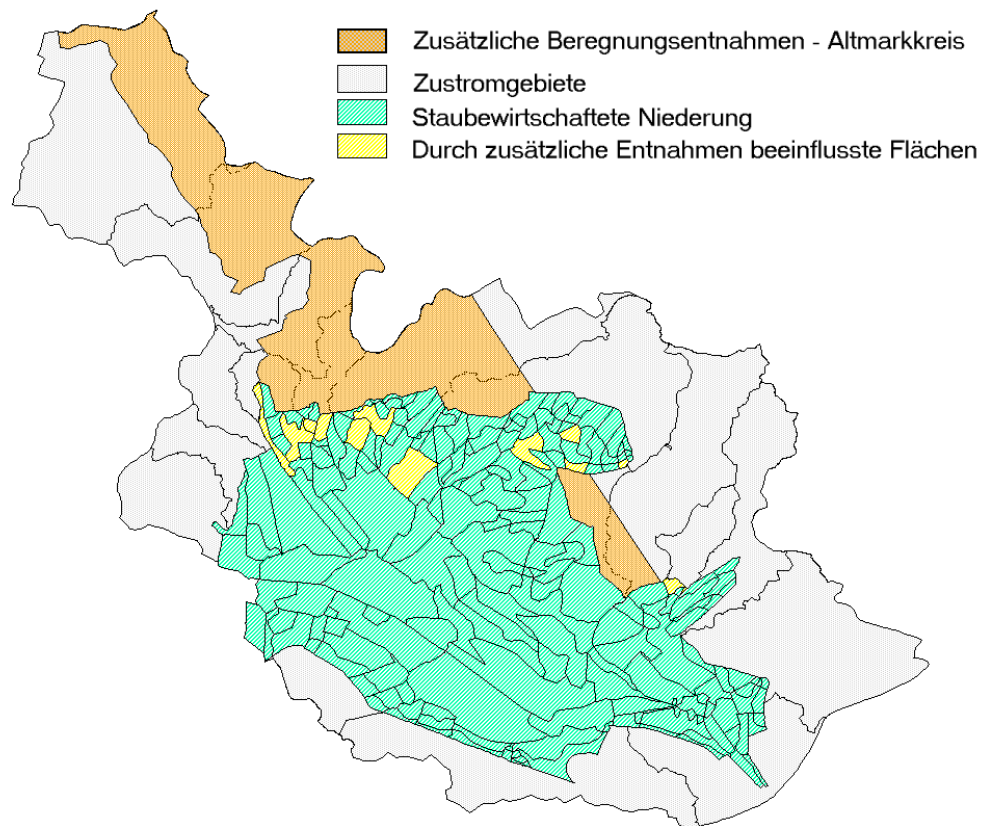
Modell-Annahmen:

- GW-Entnahme 8.500 m³/d
- aus dem UGWL und gleichmäßig
- verteilt auf einer Fläche von ca. **121** km

Variantenrechnungen

Variante Altmarkkreis:

Variante unter Berücksichtigung zusätzlicher GW-Entnahme („ruhender Anträge“) im Ohre-Einzugsgebiet des SA-Bereichs



Modell-Annahmen:

- GW-Entnahme 8.500 m³/d
- aus dem UGWL und gleichmäßig
- verteilt auf **einer Fläche** von ca. **121 km**

Ergebnisse der Simulation: Die am nördlichen Rand liegenden Staubereiche des Naturparks würden von der zusätzlichen Entnahme beeinflusst, aber nicht erheblich.

Stellungnahmen



Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt

Geringere Durchlässigkeit Stauer (Geschiebemergel);

- Mit angenommenen Durchlässigkeiten gute Modellkalibrierung (Ober- und Unterpegel).

Stellungnahmen



Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Hannover

Modell: eine mögliche Interpretation der hydrogeologischen / hydraulischen Verhältnisse

Randbedingungen 3. Art (Vorfluter / Modellrand) → Wasserstandsfixierung

Zusätzliche Messungen erforderlich!

- Aufgabe war, ein Modell zu erstellen, zu kalibrieren und zu verifizieren. → Ist erfolgt. – Unter Beachtung teilweise unzureichender Datengrundlagen (unterer GWL). Unsicherheiten speziell unterer GWL (geringe Auswirkungen im Rahmen des Vorhabens).
- Vorfluter mit Nebenbedingungen (bei Absinken unter Sohle, RBD. 2. Art).

LHW Sachsen-Anhalt, NLWKN Niedersachsen, Naturpark Drömling, Altmarktkreis

Bei Variantenrechnungen wurden i. d. R. nur Rechenergebnisse dargestellt werden, es erfolgte kaum eine Interpretation;

Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen für die Behörden fehlen.

- Gegenstand der Leistungsbeschreibung der Auftraggeber waren die Modellerweiterung des Wasserhaushaltsmodells Drömling und (in der projektbegleitenden Arbeitsgruppe abgestimmte) Prognoserechnungen.
 - Gemäß Protokoll der Beratung der AG vom 19.1.2007 sollten Wünsche bzgl. des Umfangs der Ergebnisdarstellung dem AN mitgeteilt werden.
- Schlussfolgerungen und Empfehlungen sollten gemeinsam diskutiert und erarbeitet werden, Vorschläge hierzu werden nach Diskussion der Stellungnahmen gegeben
- WASY ist bereit, das Ergebnis der Diskussion noch in den Abschlußbericht einzuarbeiten.

Stellungnahmen



Naturpark Drömling

Lesbarkeit der Abbildungen zur GWNB (Farbunterschiede); Abbildungen als pdf, redaktionelle Hinweise.

Vorschlag für GW-Messstellen

Grundwasserdefizite in Klimavariante – Stauziele?

Hinweise zu Variante MLK

Kritik an Variante Altmarktkreis

- Redaktionelle Hinweise werden berücksichtigt.
- Vorschlag neuer Messtellen wird erstellt.
- Auch bei Klimavariante wurde innerjährliche Variation der Stauziele wie bei den anderen Varianten angesetzt.
- Variante 6: Vorgabe Altmarktkreis

Schlussfolgerungen / Empfehlungen



- Der Drömling hat eine angespannte Wasserbilanz. Das verfügbare Dargebot ist insbesondere in Trockenperioden nicht ausreichend, den Bedarf des Naturparks zu decken.
- Diese angespannte Situation kann sich zukünftig aufgrund des Klimawandels verschärfen, speziell aufgrund der voraussichtlich zunehmenden Verdunstung in den Sommermonaten.

Empfehlung 1:

Genehmigungen für neue Wasserentnahmen (Grund- und Oberflächenwasser) sollten grundsätzlich nicht erteilt werden. Ausnahmen:

- Dargebotsausgleich durch GW-Speicherung in Naßperioden (Speicherung = Entnahme)
- Die Entnahme erfolgt im Ausgleich zur Aufgabe eines ruhenden Wasserrechts. Erwerb dieses Rechts durch den Antragstellers?
- Das entnommene Wasser wird nach Nutzung weitgehend und in ausreichender Qualität rückgeleitet.

Schlussfolgerungen / Empfehlungen



- Die Beregnungsentnahmen im niedersächsischen Teil des Einzugsgebiets beeinflussen den Abfluss der Ohre sowie westlich gelegene Staubereiche des Drömling.
- Die Substitution aller Beregnungsentnahmen im NS-Teil des Einzugsgebiets führt nur zu relevanten Verbesserungen (> 5 cm) in wenigen Staubereichen, ohne dass aber die Stauziele durchgängig erreicht werden. Der Einfluss auf den Abfluss in der Ohre am Pegel Jahrstedt beträgt in Niedrigwasserperioden ca. 90 l/s (ca. 25 %).

Empfehlung 2:

Die vollständige Substitution der Beregnungsentnahmen in NS führt zu keiner signifikanten Verbesserung der Wasserbilanz des Drömling. Auf die Substitution der Beregnungsentnahmen kann verzichtet werde. Genehmigungen für zusätzliche Entnahmen sollten aber nicht gegeben werden (s. oben).

Schlussfolgerungen / Empfehlungen



- Die Beregnungsentnahmen im niedersächsischen Teil des Einzugsgebiets erfolgen sowohl im oberen als auch unteren Grundwasserleiter.
- Die Verlagerung aller Entnahmen in den unteren Grundwasserleiter führt zu keiner signifikanten Verbesserung der Wasserbilanz des Drömling.

Empfehlung 3:

Die Verlagerung von Beregnungsentnahmen aus dem oberen in den unteren Grundwasserleiter ist keine Maßnahme zur signifikanten Verbesserung der Wasserbilanz des Drömling. Auf diese Maßnahme kann verzichtet werden. Neue Anlagen (als Ersatz bestehender) sollten im Interesse der nachhaltigen Wasserbewirtschaftung aber in den unteren GWL verlegt werden.

Schlussfolgerungen / Empfehlungen



- Wie in NS sind die Auswirkungen von Beregnungsentnahmen in SA (Altmarktkreis) im vorgegebenem Umfang (8.500 m³/d) auf die Wasserbilanz des Drömling beschränkt.
- Da die Entnahmen aber nicht lokalisiert sind (flächenhafte Verteilung über ein Gebiet von > 120 km²) sind bei Konzentration der Entnahmen speziell in Randbereichen des Drömling größere Auswirkungen nicht auszuschließen.
- Genehmigung einer einzelnen Maßnahme voraussichtlich unkritisch, aber u. U. Bevorzugung einzelner.

Empfehlung 4:

Grundsatz s. Empfehlung 1, Einzelmaßnahmen ggf. nach Prüfung Lokalität in Abstimmung mit Naturpark genehmigungsfähig.

Schlussfolgerungen / Empfehlungen



- Die Wasserbilanz des Drömling kann signifikant und nachhaltig durch Zuführung von Wasser aus dem Mittellandkanal verbessert werden. Zusatzwasser von etwa maximal 1,5 m³/s in Trockenjahren bzw. maximal ca. 0,8 m³/s in Normaljahren wird zeitweise benötigt
- Hierdurch können die Auswirkungen der Beregnungsentnahmen in NS mehr als ausgeglichen werden, d.h. es können – technische Machbarkeit vorausgesetzt – auch weitere Staubereiche bevorteilt werden.

Empfehlung 5:

Die Überleitung von Zuschusswasser aus dem Mittellandkanal sollte vorbereitet werden. Hierzu sind Detailuntersuchungen zur technischen Machbarkeit erforderlich.

Schlussfolgerungen / Empfehlungen



- Klimaszenarien lassen ein weitere Verschärfung der Wasserdargebotssituation für den Drömling erwarten.
- Geringe Grundwasserflurabstände verstärken den Effekt einer erhöhten Verdunstung (die nach aktuellen Angaben des DWD z.B. für BB seit den 90er Jahren bereits nachweisbar ist).

Empfehlung 6:

Langfristige Überprüfung der Schutz- und Bewirtschaftungsziele (Stauziele) im Naturpark sowie von Maßnahmen zur Bereitstellung von Zuschusswasser (Wasserrückhalt!).

Schlussfolgerungen / Empfehlungen



- Die Modelluntersuchung basierte partiell auf groben Datengrundlagen. Das betrifft vor allem die GW-Dynamik im unteren Grundwasserleiter.
- Für die Ohre im Oberlauf standen keine Vermessungsdaten zur Verfügung. Hier konnte somit keine gekoppelte Modellierung OW – GW erfolgen.
- Konsequenzen bzgl. Der oben gegebenen generellen Empfehlungen sind aber nicht damit verbunden.

Empfehlung 7:

Es wird empfohlen, GW-Messstellen im Unteren GWL zur Präzisierung des Einzugsgebiets zu errichten. Weiter wird empfohlen, die Ohre im Oberlauf zu vermessen und im Nachgang eine Präzisierung des Modellsystems / der Bilanz zu veranlassen – unter Berücksichtigung des Jahresganges OW.



Danke für die Aufmerksamkeit!

Zusammenfassung



- Die vorliegende Studie „Erstellung einer Länder übergreifenden Wasserbilanz des Drömlings“ wurde in Begleitung bzw. Abstimmung mit den projektbegleitenden Fachbehörden der Länder Niedersachsen und Sachsen-Anhalt auftragsgemäß durchgeführt
- Das erweiterte Modellgebiet mit 1.118 km² (70 % in SA & 30 % in NS) erfasst
 - das Einzugsgebiet der oberen Ohre
 - die WSG der Wasserwerke Rühren und Eischott
 - 86 % der Berechnungsfläche der 13 Berechnungsverbände in NS
 - zwei WW und 7 landwirtschaftliche bzw. industrielle GW-Nutzer in SA
- Erstellung des hydrogeologischen Strukturmodells aus 900 Bohrungen für das quartäre Grundwasserleitersystem aus
 - der Deckschicht (qh///Hn, qw//p)
 - dem oberen Grundwasserleiter (qw//f, qD2//gf)
 - der grundwasserstauenden Schicht (Geschiebemergel, qD1//Mg)
 - Dem unteren Grundwasserleiter (qD1//gf, qe//gf)

Zusammenfassung



- Grundwasserneubildung für das gesamte Modellgebiet
 - Berechnung der GWN für das langjährige Mittel (1995- 2004)
 - Berechnung der monatlichen GWN für Abflussjahr 1994/1995
 - Berechnung klimaabhängiger Bewässerung
- Aufbau des 3D-GW-Modells mit
 - 7 numerischen Modellschichten gemäß des hydrogeol. Strukturmodells
 - Randbedingungen für das relevante Gewässer- / Grabensystems
 - Randbedingungen für die GW-Entnahmen durch WW, landwirtschaftliche bzw. industrielle Nutzung
- Kalibrierung / Verifizierung des GW-Modells
 - Stationäre Modellierung des mittleren Zustands im Zeitraum 1995- 2004
 - Instationäre Modellierung der GW-Dynamik im Abflussjahr 94/95
 - Bewertung der Ergebnisse anhand 205 GW-Messstellen (jeweils 154 und 51 im OGWL und UGWL sowie entsprechenden Abflusswerten in der Ohre bzw. der kleinen Aller)

Zusammenfassung



- Ermittlung der Einflüsse der Beregnungsentnahmen mittels des GW-Modells
- Erweiterung des Wasserhaushaltsmodells WBalMo
 - Erweiterung des Modellstruktur des Ohre-EZG oberhalb Jahrstedt
 - Aktualisierung der Nutzer entsprechend verfügbarer Unterlagen
 - Berücksichtigung klimaabhängiger Bewässerung
 - Kalibrierung und Modellverifikation für den Zeitraum 1994 – 2003
- Breitstellung bzw. Berechnung der GWN-Daten aus dem Projekt GLOWA-Elbe für die Klimavarianten zur Berechnung des Einflusses von Klimaänderungen
- Variantenberechnungen gemäß Abstimmungen

Variantenberechnungen

- **Variante 1** „Substitutionsvariante“ mit Annahme Wasserbereitstellung für Berechnungen in NS aus alternativen Ressourcen, nicht aus dem Ohre-EZG:
Begrenzte signifikant positive Auswirkungen auf einige Staubereiche im Drömling speziell im Grenzbereich zu Niedersachsen;
- **Variante 2** „Verlagerungsvariante“ mit Berechnungsentnahmen im Modellgebiet komplett aus dem UGWL:
kein nennenswerter Einfluss im Vergleich zur jetzigen Situation zu erwarten;
- **Klimavarianten** zur Berechnung des Einflusses von Klimaänderungen:
Die prognostizierten Änderungen von Niederschlag und Verdunstung beeinflussen das Regime des Drömling mittelbar durch die tendenziell verringerten Zuströme in die Niederung, (teilweise im Modell berücksichtigte) Nutzungen mit steigenden Bedarfsforderungen sowie unmittelbar durch verringerte Sommerniederschläge und erhöhte Werte der Verdunstung. Die Beeinflussung der Abflussverhältnisse und der Grundwasserstände variiert innerhalb des Gebietes erheblich;

Variantenberechnungen

- **Variante MLK** zur Berechnung durch Überleitung aus Mittellandkanal:
Zusatzwasser von etwa maximal 1,5 m³/s in Trockenjahren bzw. maximal ca. 0,8 m³/s in Normaljahren zeitweise benötigt, um Effekte der Beregnungsentnahmen in Niedersachsen zu kompensieren. Die ausgewiesene Menge dient allerdings auch der Stützung von Grundwasserhöhen so bevorteilter Staubebereiche und ihrer Nachbarn – unabhängig der Beregnung;
- **Variante Altmarkkreis** zur Berücksichtigung Erteilung weiterer Beregnungswasserrechte („Ruhende Anträge) mit Entnahme aus dem UGWL im Altmarkkreis:
Unter der Annahme, dass die betrachtete zusätzliche GW-Entnahme gleichmäßig auf eine Fläche von 121 km² erfolgt, ist lediglich lokal mit negativen Auswirkungen zu rechnen.