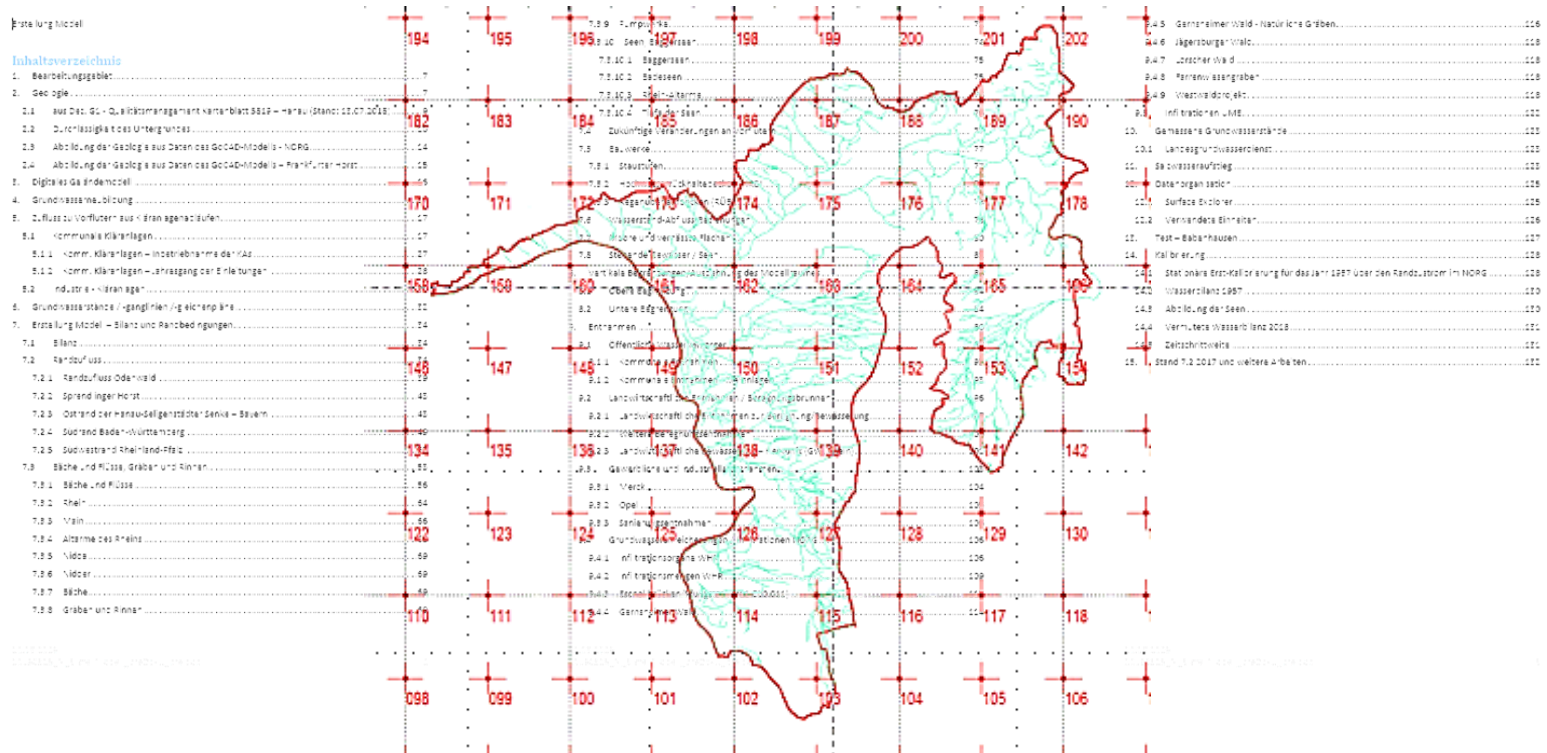
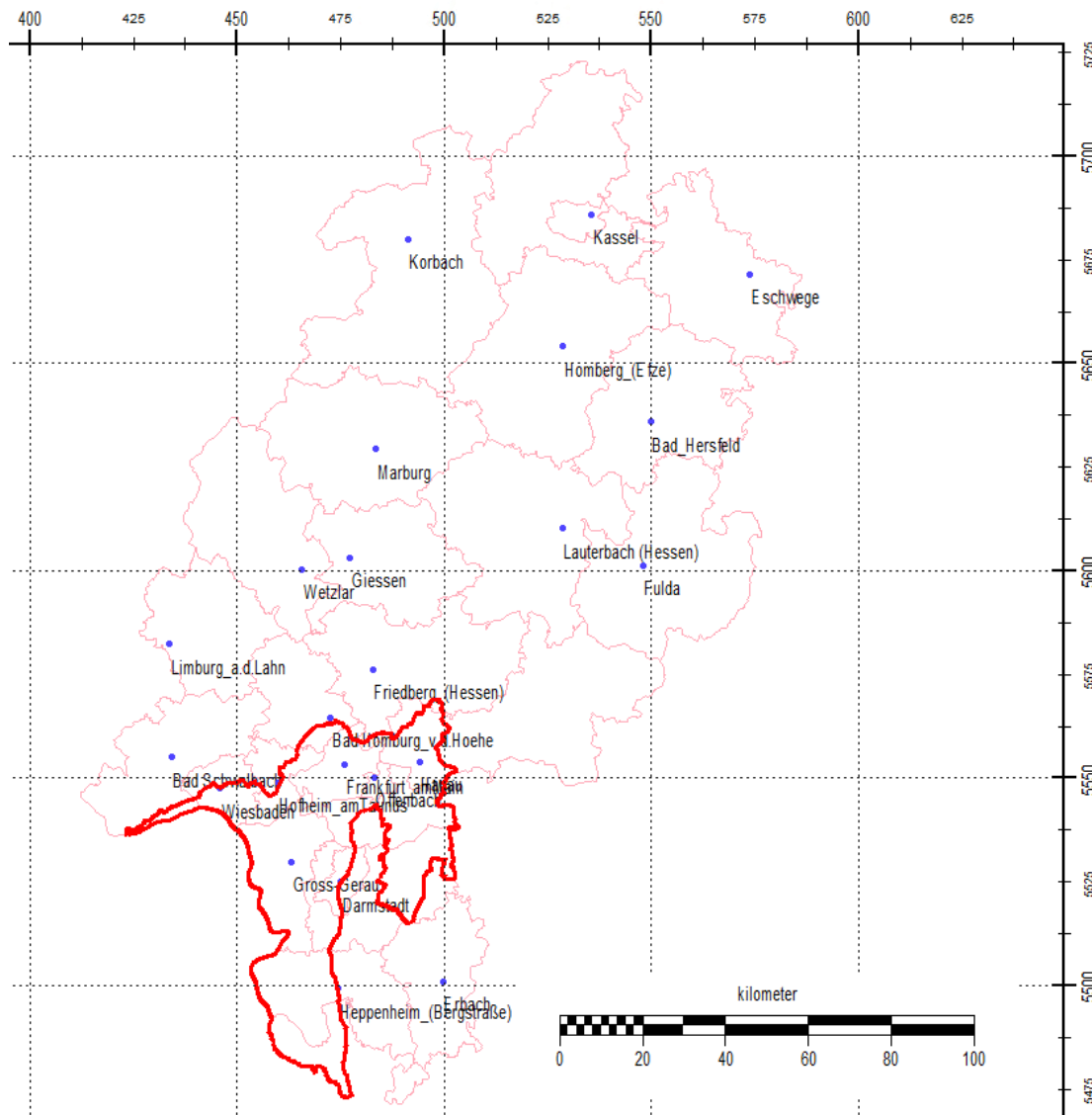


# Grundwasserströmungsmodell Nördlicher Oberrheingraben (NORG) und Untermainebene (UME)



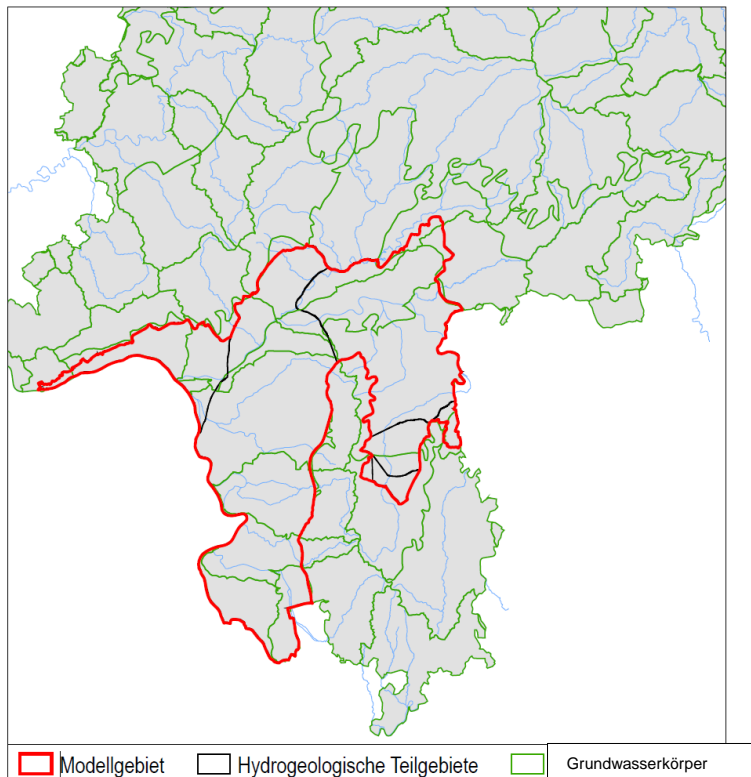
# Übersicht

Das Bundesland  
**Hessen**  
und seine Landkreise



## Modellgrenzen – in der Fläche

Die Modellgrenzen folgen im Wesentlichen den Grenzen der **Grundwasserkörper**.

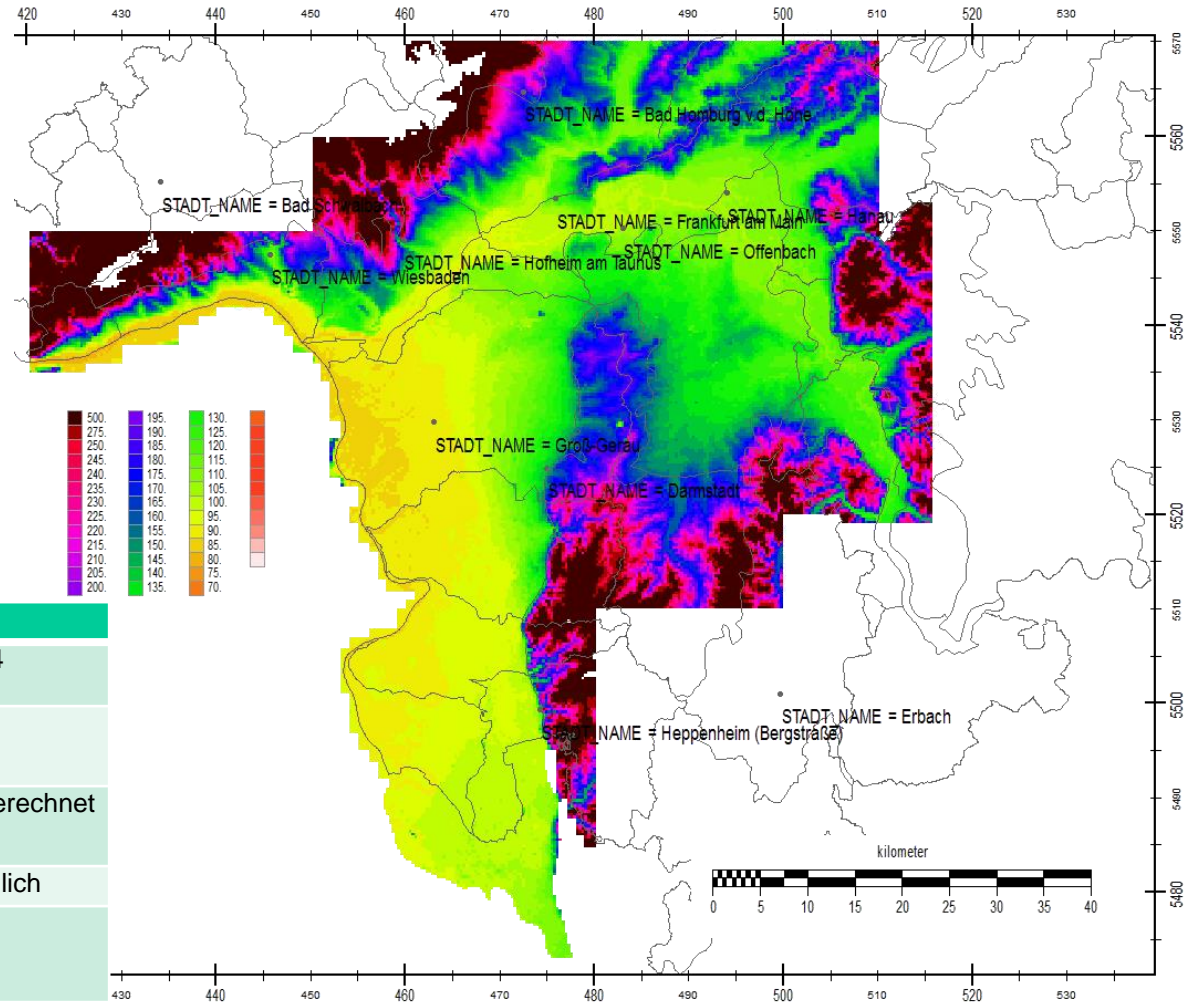


rot: Fläche 2.650 km<sup>2</sup>

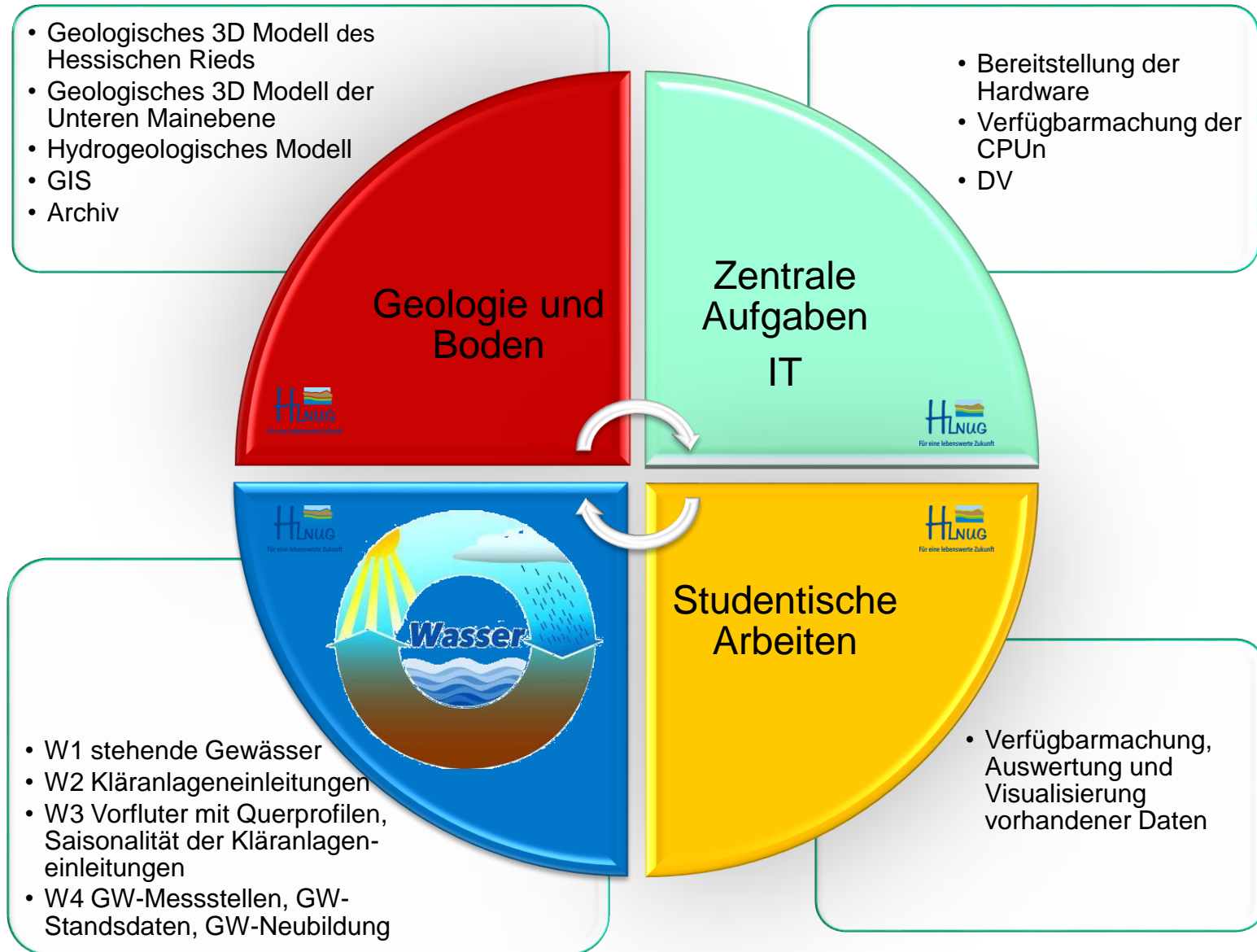
# Modellgrenzen – in der Vertikalen

## Obere Begrenzung

## Digitales Geländemodell



<b>DGM1</b>	<b>Hessen</b>
<b>erstellt im Jahr</b>	Befliegungen zw. 2011 und 2014 (Bayern 2013)
<b>KoordSystem Projektion</b>	UTM32/ETRS89
	Hess. Daten wurden in GK umgerechnet und verglichen
<b>Punktwolken</b>	Punktdatendichte ist unterschiedlich
<b>Bearbeitung</b>	bearbeitet Gebäude/Bäume etc. sind rausgerechnet



# Geologie

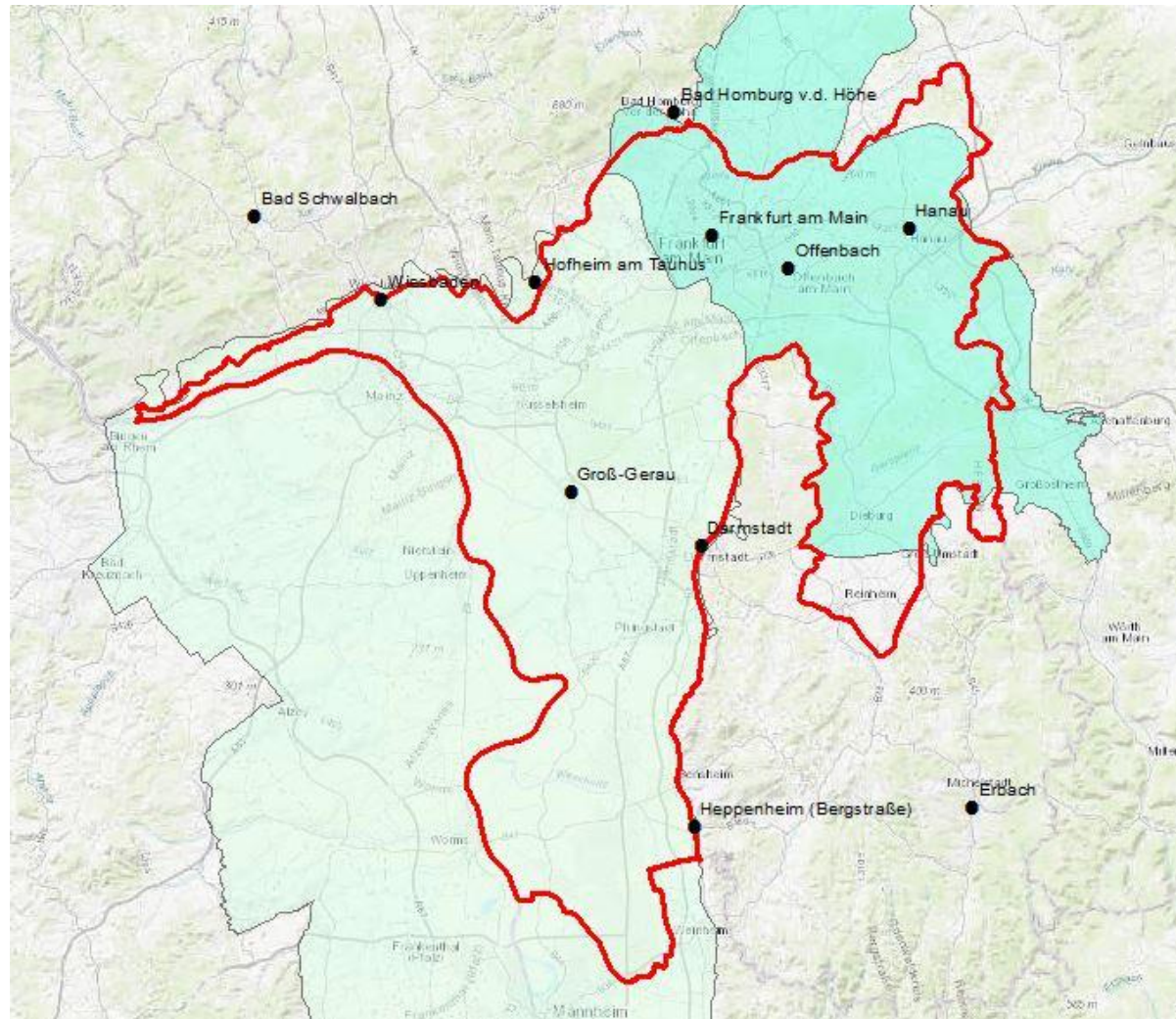
## NORG

Nördlicher

Oberrheinigraben

## UME

Untere Mainebene



# Geologie

## Veröffentlichungen und studentische Arbeiten



Geol. Jb. Hessen 138: 57-73, 11 Abb.; Wiesbaden 2014

CHRISTIAN HOELMANN<sup>1</sup> & ROUWEN LEHNÉ<sup>2</sup>

### Die quartärgeologische Entwicklung und ein geologisches 3D-Modell des nördlichen Oberrheingraben

Methodischer Vergleich von 2D- und 3D-Modellierungswerkzeugen zur Interpolation von Lockergesteinsparametern in einem hochauflösenden geologischen 3D-Modell als Basis für eine numerische Grundwassersimulation – Fallbeispiel Babenhausen

Masterarbeit  
Johannes Krimm | 2422411  
Angewandte Geowissenschaften

Synthesisierung von Bohrschichtinformationen zur bundesländerübergreifenden 3D-Modellierung der unkonsolidierten Sedimente im Oberrheingraben und in der Untermainebene

Masterarbeit von  
Jacob Wächter, Matr.-Nr.: 2663348

Institut für Angewandte Geowissenschaften  
Darmstadt, August 2016

### Analyse, Bewertung und Vergleich von Methoden zur Flächeninterpolation mit ArcGIS - Fallbeispiel Babenhausen

Analysis, evaluation and comparison of surface interpolation methods in ArcGIS - case study Babenhausen  
Bachelor-Thesis von Elisabeth Andrea Gertrud Diehl  
Tag der Einreichung:

1. Gutachten: Prof. Dr. Christoph Schübö  
2. Gutachten: Dr. Rouwen Lehné

2017

Optimierung eines geologischen 3D-Modells quartärer Sedimente unter Zuhilfenahme hydraulischer Daten am Beispiel der Hanau-Seligenstädter Senke (Südhessen)

Genehmigte Dissertation

am Fachbereich Material- und Geowissenschaften der Technischen Universität Darmstadt zur Erlangung des akademischen Grades Doktor rerum naturalium (Dr. rer. nat.)

vorgelegt von  
Diplom-Geologin Ina Lewin (geb. Spottke)

2017



# Geologie

## Hydrogeologische Modellvorstellung - NORG

- Absenkung des Ablagerungsraumes mit anschließender Auffüllung durch Sedimente
- kein flächenhaftes Auftreten von Geringleitern oberhalb der Ludwigshafen-Formation
- Erosion der Ludwigshafen-Formation nach ihrer Ablagerung durch fluviatile Prozesse des Rheins in zentralen Bereichen des Projektgebietes
- Ludwigshafen-Formation im südlichen Bereich des Projektgebietes großflächig, aber nicht flächendeckend
- hydraulische Funktion von Grundwassergeringleitern nur lokal gegeben

(Quelle: HLNUG, Jahresbericht 2012)

Lithostratigraphische Einheit	Lithologie	Mächtigkeit	Chronostratigraphie	Beispiel
Mannheim-Formation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beginnt mit charakteristischem Grobsediment-Impuls</li> <li>• mehrere fluviatile Schüttungszyklen</li> <li>• graue, kalkige Sande und Kieslagen</li> <li>• feinkörnige Hochflut- und Altarmablagerungen häufig nicht erhalten</li> <li>• an der Neckarmündung und Grabenrand mit Massenablagerungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rund 30 m</li> <li>• max. 56 m nachgewiesen im Heidelberger Becken</li> </ul>	Mittel- bis Oberpleistozän	
Ludwigshafen-Formation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fluviatil und limnisch geprägte Sequenzen aus Sanden bis Schluffen/Tonen und organischen Horizonten</li> <li>• meist grau bis dunkelgrau, karbonatisch</li> <li>• lokal: Schwemmfächersedimente und größer klastische Sedimente am Neckar-Schwemmfächer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• max. rund 70 m im Heidelberger Becken</li> <li>• meist wenige Meter bis 50 m</li> </ul>	Mittelpleistozän	
Viernheim-Formation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechselfolge von Fein- und Mittelsanden, z. T. kiesig und untergeordnet Schluffe bis Tone und Torfe</li> <li>• grünlich-graue Sande mit Helglimmer, Kohlenstoffgehalt bis 30 %, gut sortiert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• max. rund 170 m im Heidelberger Becken</li> <li>• meist einige Zehner Meter</li> </ul>	Oberpliozän bis Mittelpleistozän	
Iffezheim-Formation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mehrere fluviatile Schüttungszyklen</li> <li>• kalkfreie, kaolinisierte Sande</li> <li>• z. T. stark pedogen überprägte Bunttone; in Nestern mit Karbonatanreicherungen</li> <li>• z. T. mit diamiktischer Zusammensetzung mit Feinkies und Grobsand</li> <li>• z. T. humose Feinsedimente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• maximal 750 m im Heidelberger Becken</li> <li>• zum Teil nur wenige Meter mächtig</li> </ul>	Plio- bis Unterpleistozän	

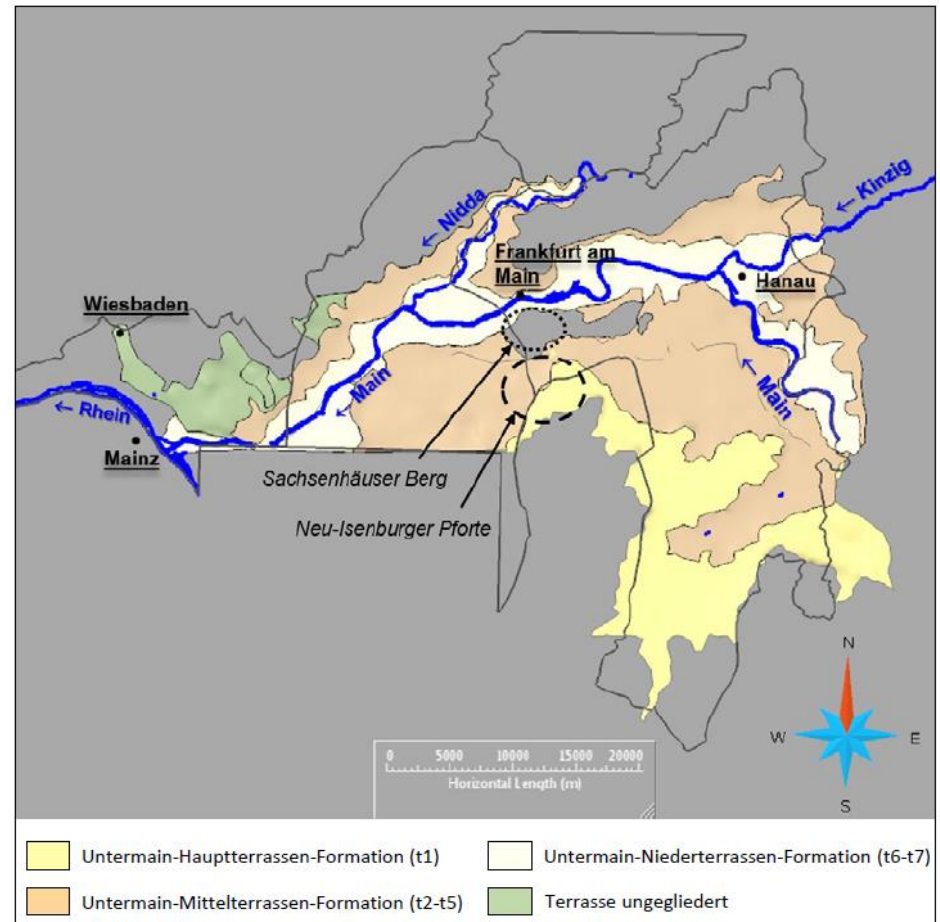


# Geologie

## Hydrogeologische Modellvorstellung - UME

- Geringere Absenkung des Ablagerungsraumes und Hebungstektonik entlang von Horst-Strukturen
  - Einfluss der Dynamik des Main-Verlaufes auf das Ablagerungsgeschehen und auf das Vorkommen von Terrassensedimenten
  - Weitflächiges Rinnensystem
- hydraulische Funktion von Grundwassergeringleitern großflächig nicht gegeben

(Quelle: HLNUG, Jahresbericht 2019)

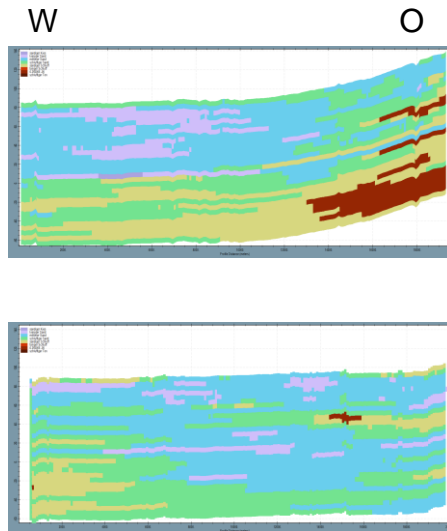


# Geologie

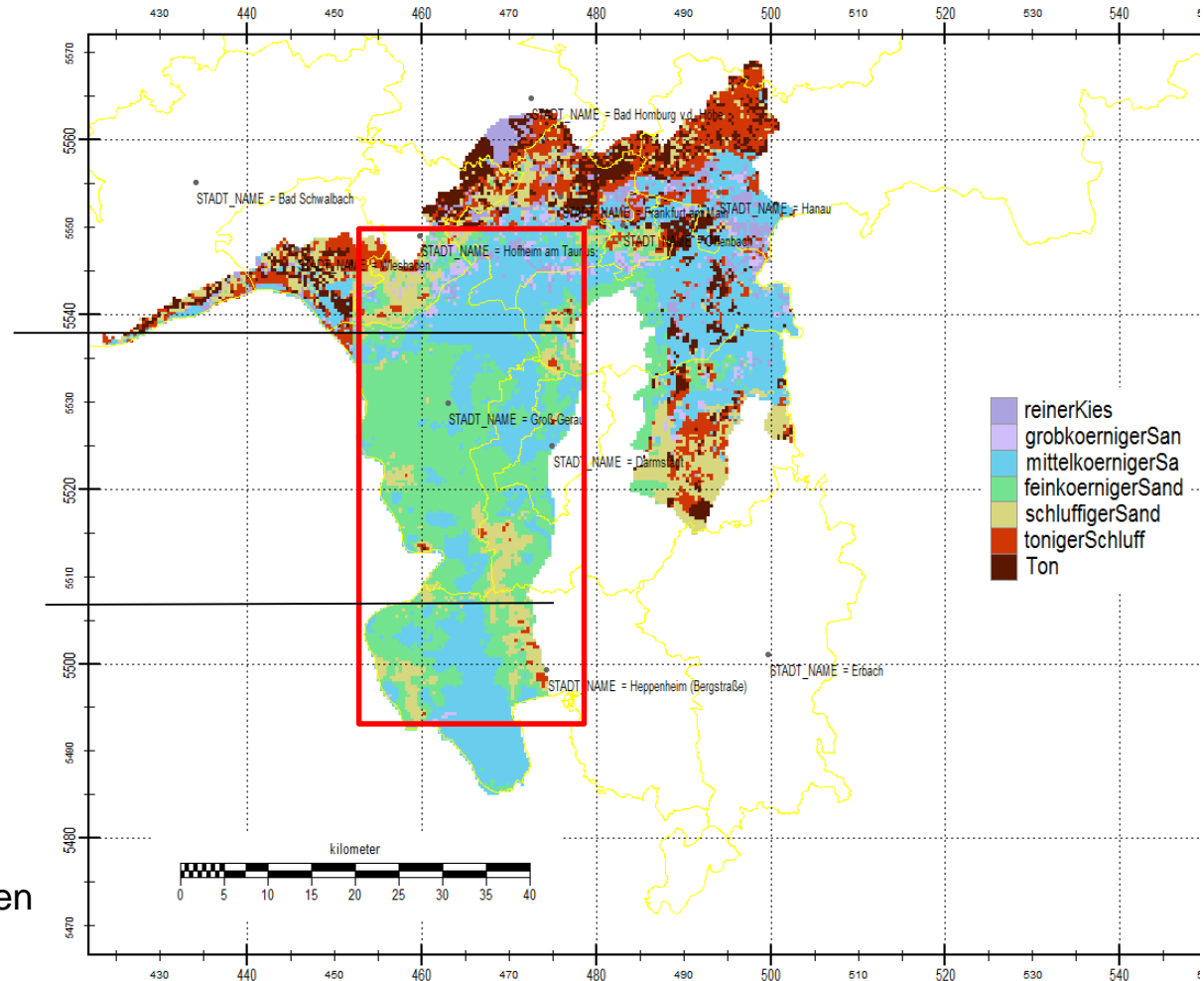
## Umsetzung der hydrogeologischen Modellvorstellung – auf der Basis des 3D-Geologie-Modells

### NORG

- erfolgt voxelbasiert



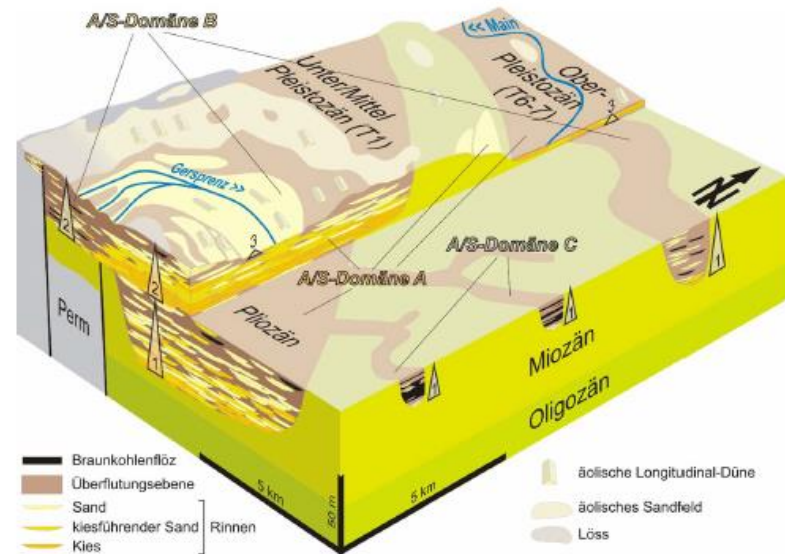
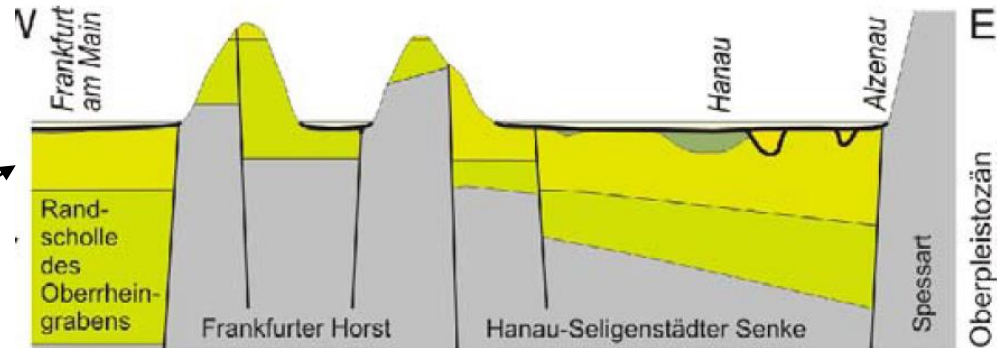
- bis in eine Tiefe von 150 m  
abgebildet mit 30 Modellschichten



# Geologie

## UME Untermainebene

- Mainzer Becken
- Frankfurter Horst
- Hanau-Seligenstädter Senke



Quelle der Abb.:  
 Lang, Stefan (2007):  
*Die geologische Entwicklung der Hanau-Seligenstädter Senke (Hessen, Bayern).*  
 Darmstadt, Technische Universität, [Online-Edition: <http://elib.tu-darmstadt.de/diss/000782>],  
 [Dissertation]

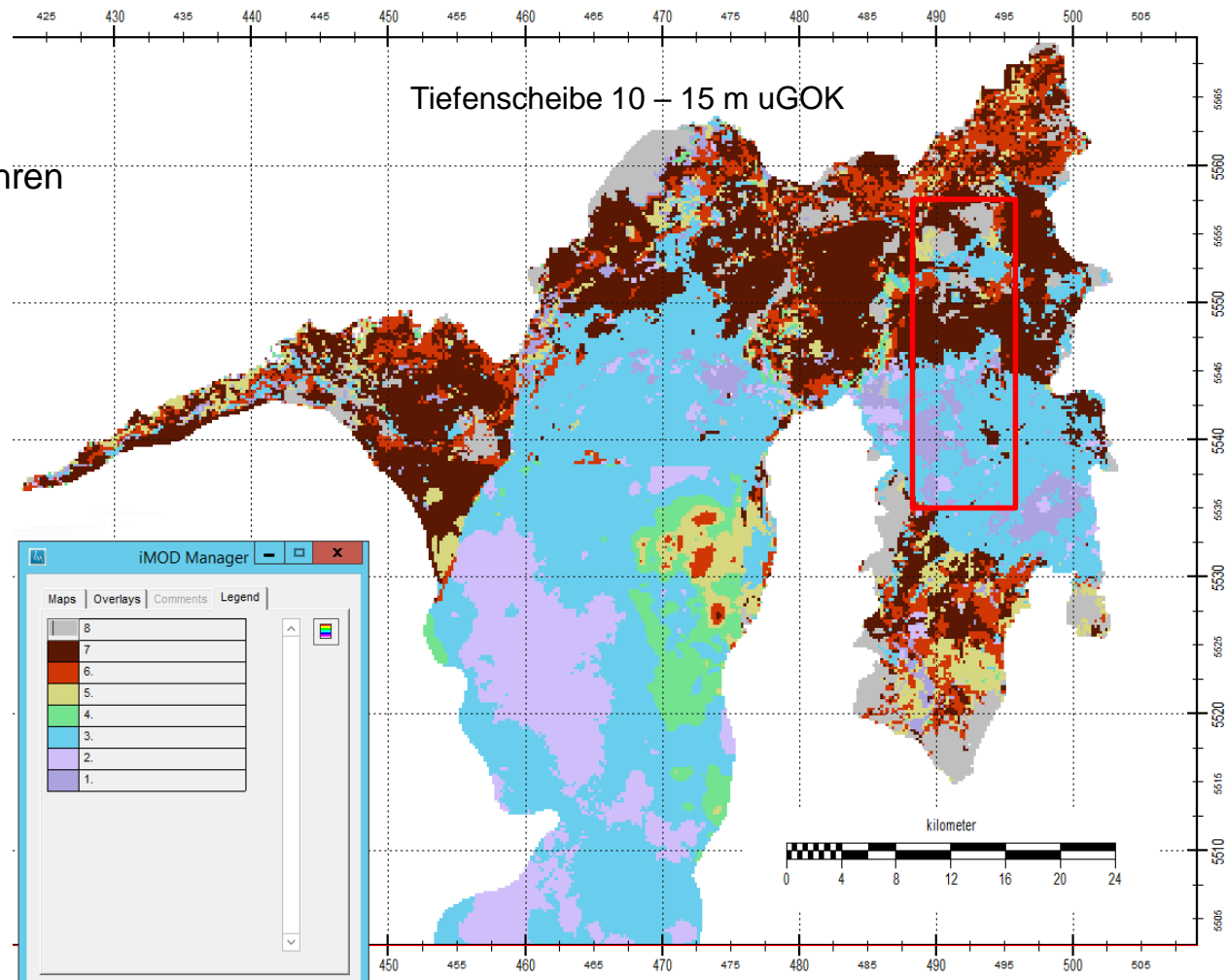
Abb. 41: Schematisches Modell der plio-/pleistozänen Sedimentarchitektur der Hanau-Seligenstädter Senke.

# Geologie

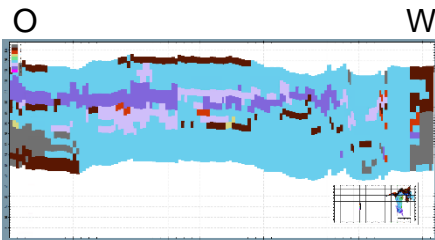
## Umsetzung der hydrogeologischen Modellvorstellung – auf der Basis des 3D-Geologie-Modells

UME

- neues Interpolationsverfahren



Schnitt O - W



HESSEN Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Anmelden | English | hessen.de | Dow


THEMEN MESSWERTE PUBLIKATIONEN ÜBER UNS PRESSE

Themen > Wasser > **Seen und Badegewässer**

Wasser

- Abwasser
- Belastete Gebiete nach Düngeverordnung
- Fließgewässer
- Grundwasser
- Hochwasser
- Hydrogeologie
- Niederschlag
- Niedrigwasser
- Oberflächennahe Geothermie
- Seen und Badegewässer**
- Badegewässer

## Seen und Badegewässer



© HLNUG Marbachstausee

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

HESSEN

# HAA

## Fachinformationssystem Hessische Abwasseranlagen





Anmelden | English | hessen.de

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie


MESSWERTE PUBLIKATIONEN ÜBER UNS PRESSE

Themen > Wasser > **Niedrigwasser**

Wasser

- Abwasser
- Belastete Gebiete nach Düngeverordnung
- Fließgewässer
- Grundwasser
- Hochwasser
- Hydrogeologie
- Niederschlag
- Niedrigwasser**
- Oberflächennahe Geothermie

## Niedrigwasser



© HLNUG

HESSEN Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

### Landesgrundwasserdienst

Im Rahmen des Landesgrundwasserdienstes (LGD) wird ein Grundwassermessnetz unterhalten, das repräsentativ alle Gebiete in Hessen abdeckt. Mit dem **LGD-Viewer** können die folgenden Grundwasserinformationen zu allen Messstellen des Landesgrundwasserdienstes in Form von Daten und Grafiken recherchiert und eingesehen werden:

- Grundwasserstände,
- Quellschüttungen,
- Grundwasserbeschaffenheitsanalysen und,
- Stammdaten

Nutzen Sie unser [Kontaktformular](#), um uns über eventuell auftretende Funktionsstörungen zu informieren.

# Wasser

## Veröffentlichungen und studentische Arbeiten

### GIS-gestützte Modellierung der regionalen Grundwasserneubildung in Hessen

MARIO HERGESELL

Jahresbericht 2002

### Entwicklung eines Regressionsmodells zur Ermittlung flächendifferenzierter Abflusskomponenten in Hessen durch die Regionalisierung des Baseflow-Index (BFI)

Jahresbericht 2004

W3

MARIO HERGESELL & GEORG BERTHOLD

### Numerische Modellierung der Erzeugung einer biologischen Reaktionszone in einem kontaminierten Grundwasserleiter im urbanen Raum



Masterarbeit von

Nadine Vogel, Matr.-Nr.: 1770999

Institut für Angewandte Geowissenschaften  
Darmstadt, Oktober 2016

Fabian Mitzé

JUSTUS-LIEBIG-  
UNIVERSITÄT  
GIESSEN

Justus-Liebig-Universität Gießen

Fachbereich 09 Agrarwissenschaften, Ökotropologie und Umweltmanagement

Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement  
Professur für Landschafts-, Wasser- und Stoffhaushalt

Bachelorarbeit zum Thema:

Auswertung von berechneten Grundwasserneubildungsdaten mit  
GIS für verschiedene Zeiträume und verschiedene Flächenbezüge  
wie Grundwasserkörper und Wasserschutzgebiete  
unter dem Aspekt des Klimawandels

2020

zur Erlangung des Grades: Bachelor of Science

Auswertung von berechneten Grundwasserneubildungsdaten



Analysis of low flow  
measurements in river basins,  
Hesse, Germany, using state-wide  
reference date measurements and GIS tools

Master Thesis of

Laura Kristin Eck, Matr. No. 2908825

Institut für Angewandte Geowissenschaften  
Darmstadt, September 2021

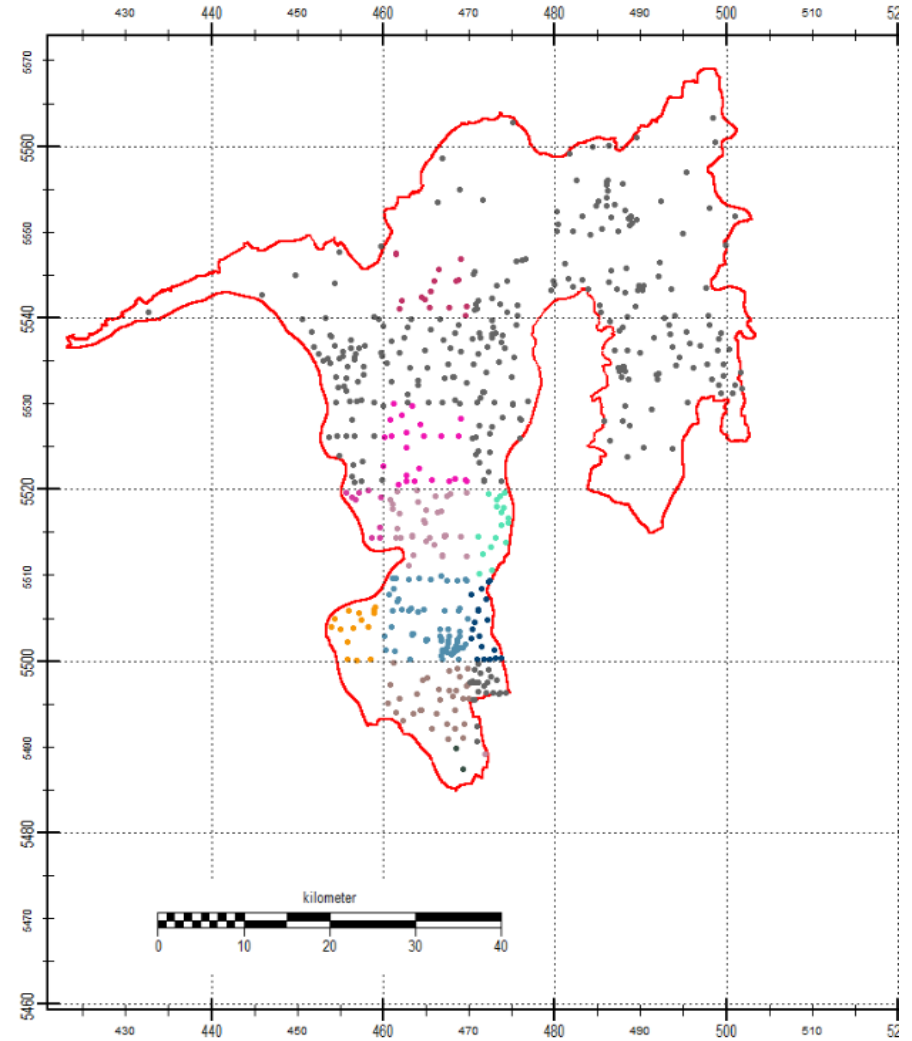
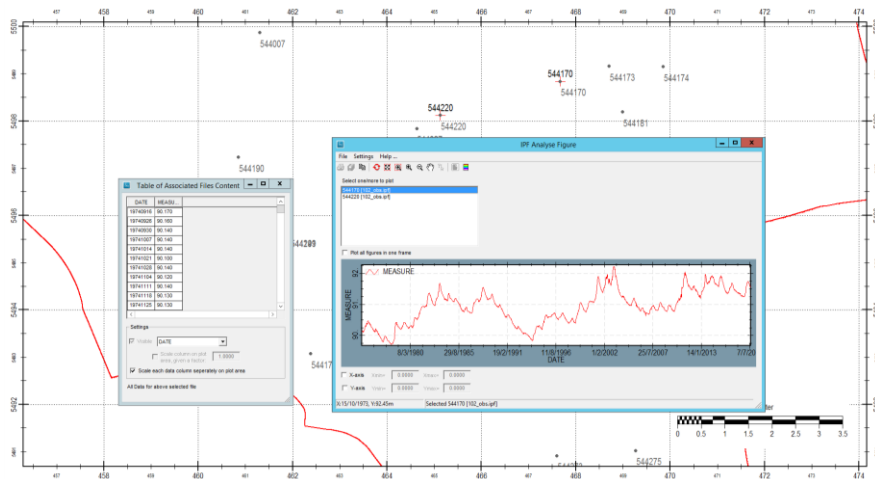


# Grundwassermessstellen

Nutzung der Daten der Messstellen  
des Landesgrundwasserdienstes

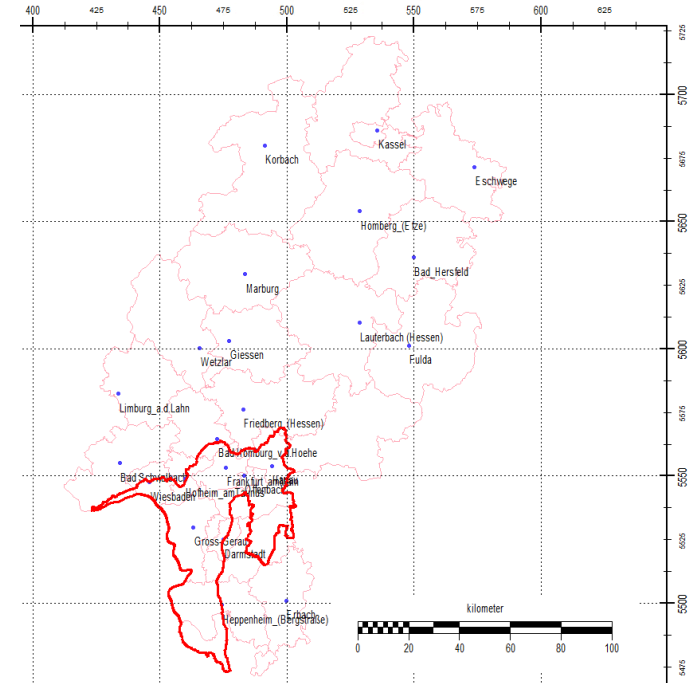
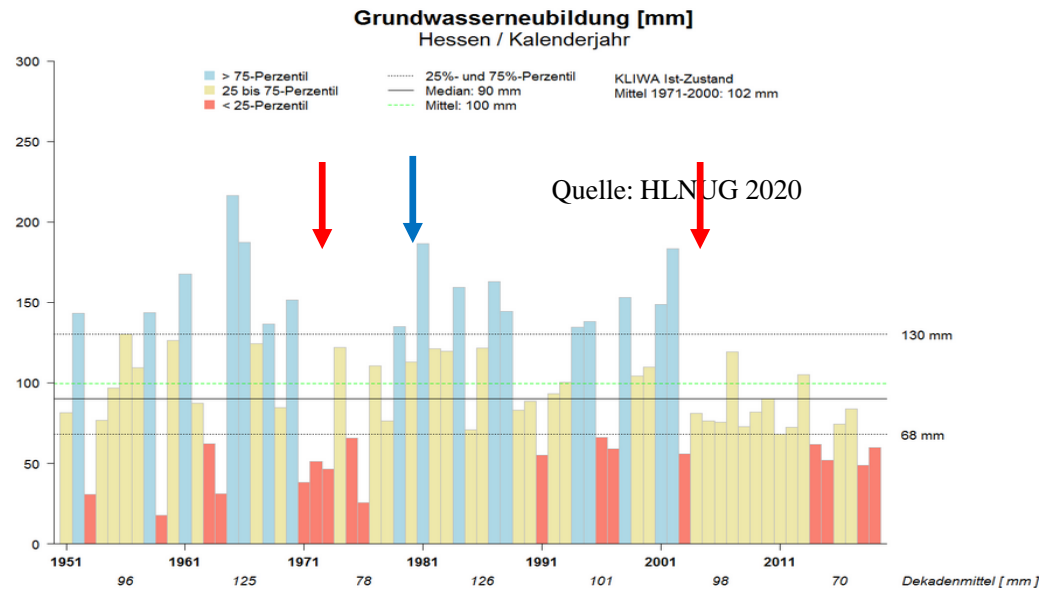


© Regierungspräsidium Darmstadt



# Grundwassermessstellen

Trocken- und Nassperioden in **Hessen**  
in der Zeit zwischen 1950 und 2020.

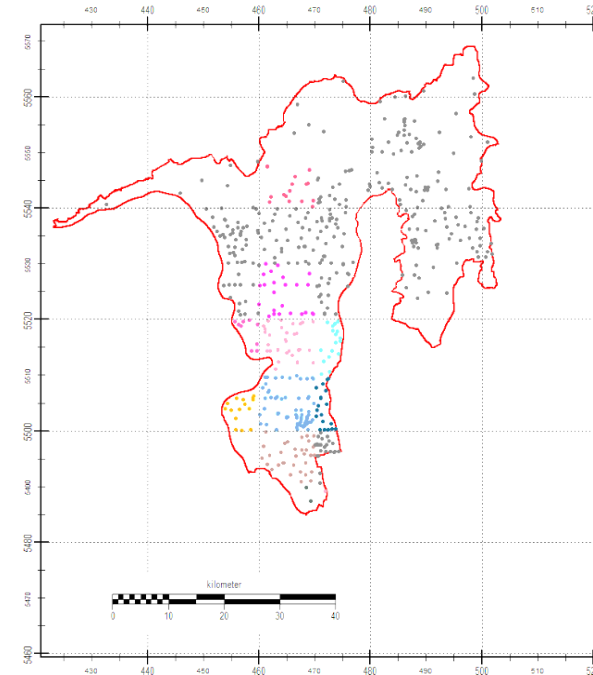
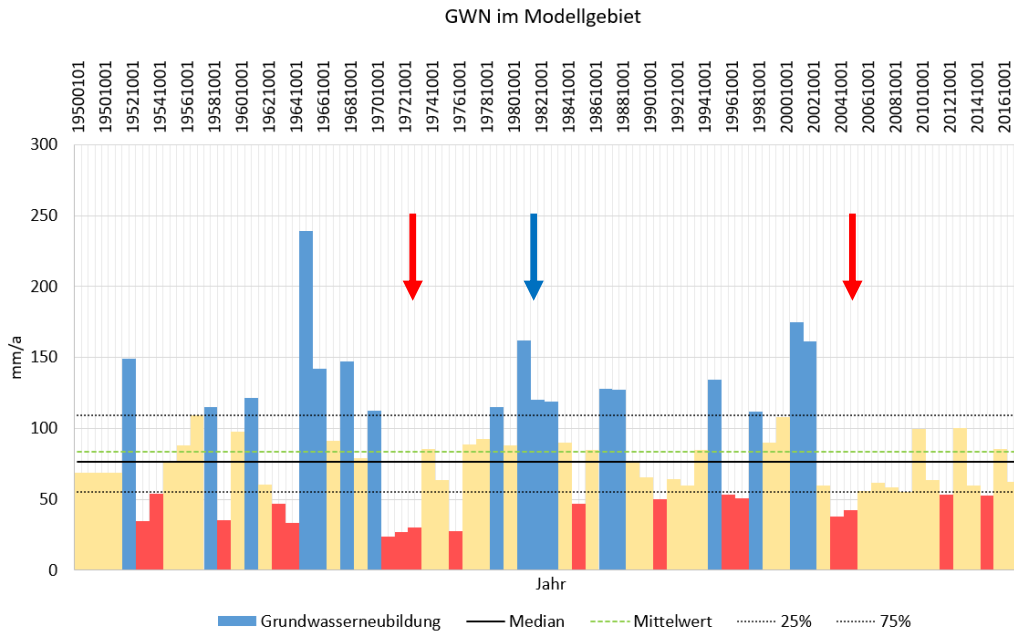


von Jahr	bis Jahr	Anzahl Jahre	Besonderheit
1971	1976	6	Trockenperiode
1980	1987	7	Nassperiode
2011	2018	8	Trockenperiode



# Grundwassermessstellen

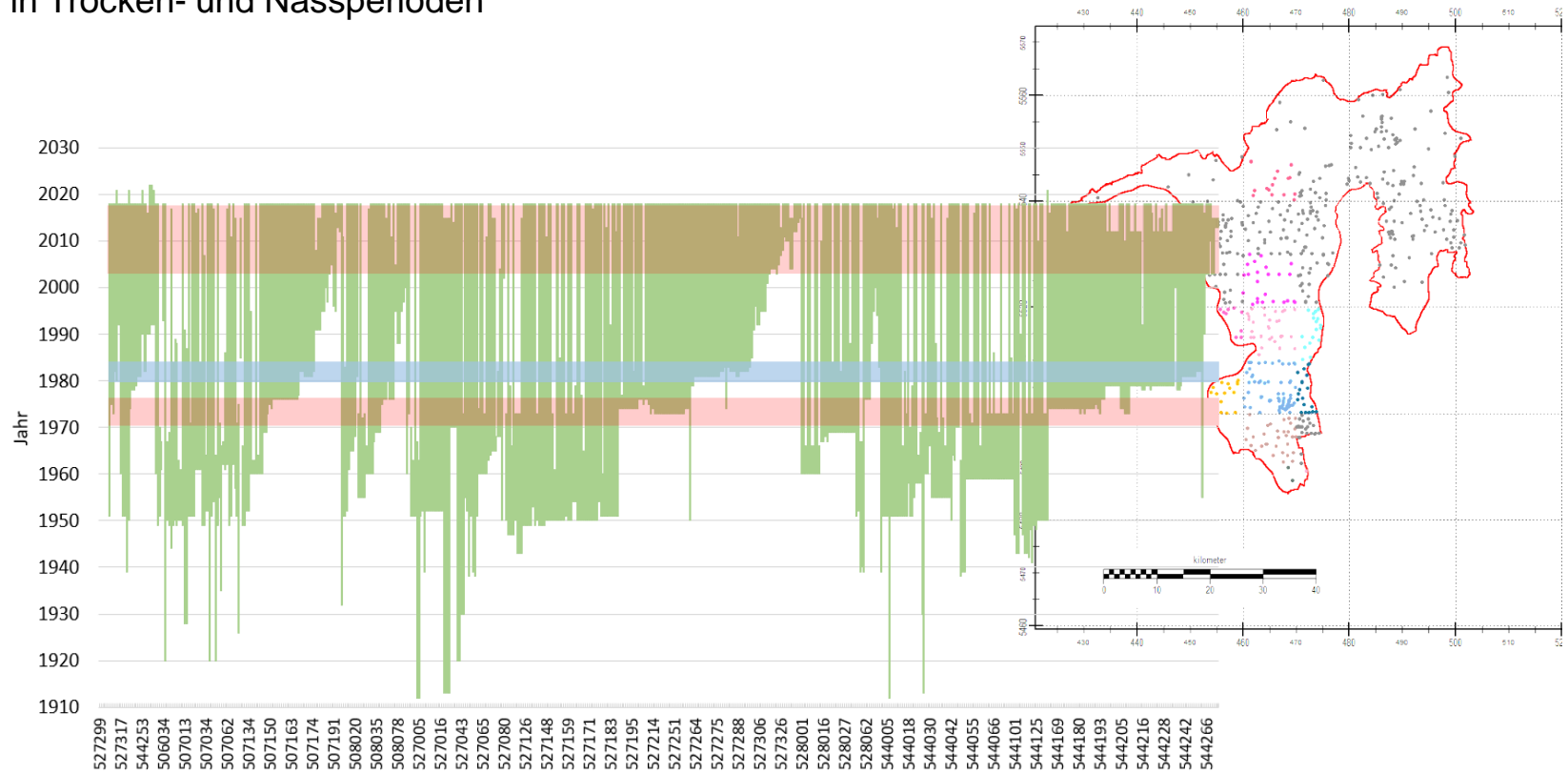
Trocken- und Nassperioden im **Modellgebiet**  
in der Zeit zwischen 1950 und 2020.



von Jahr	bis Jahr	Anzahl Jahre	von Jahr	bis Jahr	Anzahl Jahre	Besonderheit
1971	1976	6	1971	1976	6	Trockenperiode
1980	1987	7	1980	1983	4	Nassperiode
2011	2018	8	2003	2018	15	Trockenperiode

# Grundwassermessstellen – Datenverfügbarkeit

in Trocken- und Nassperioden



Messstellen - Kurzname (Auswahl)			
1971	1976	6	Trockenperiode
1980	1983		4
2003	2018	15	Trockenperiode

# Grundwassermessstellen - Datenqualität

Wie oft misst die Messstelle?

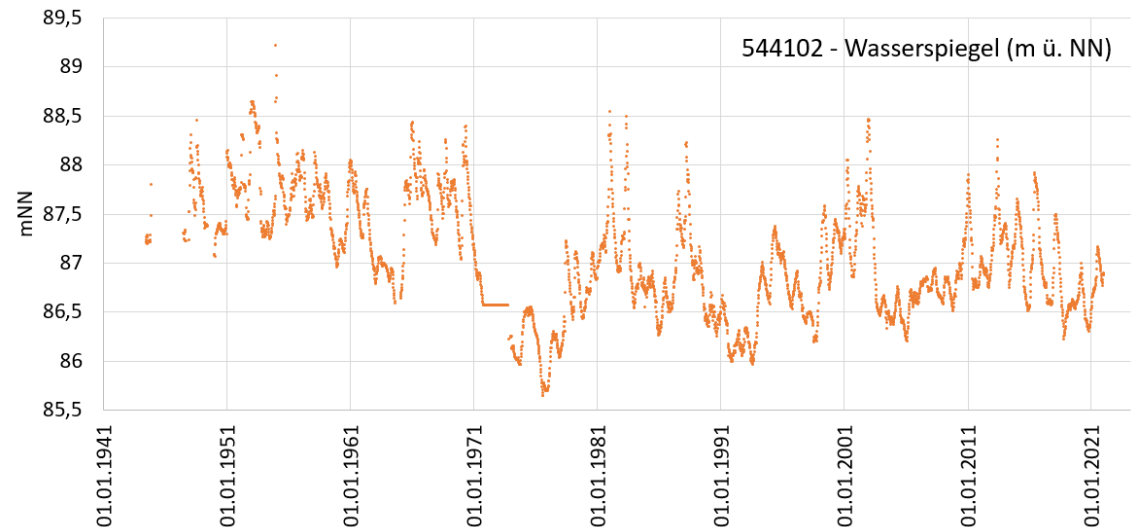
Sind die Daten qualitätsgeprüft?

- Messintervalle zwischen 0 bis 20 x pro Monat)

Typische Auffälligkeiten:

- Messstelle war trocken
- Messstelle ist ausgefallen
- „Meter“ – Fehler
- Zahlendreher

➤ Fehlerquote relativ gering



# Grundwassermessstellen - Zuordnung

Wo misst die Messstelle?

Messort in der **Ebene**

- ist eingemessen, ist bekannt

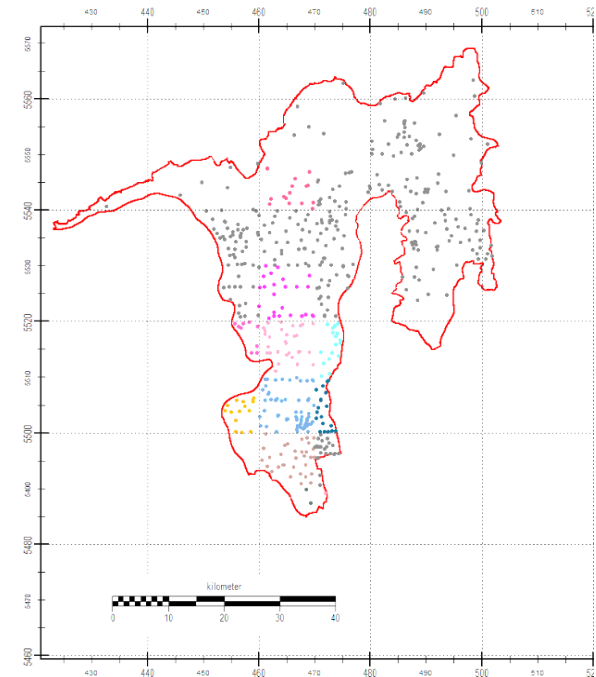
Messort in der **Vertikalen**

- ist abhängig vom Ausbau der Messstelle

➤ Filterstrecke

➤ durchflusswirksamer Ringraum

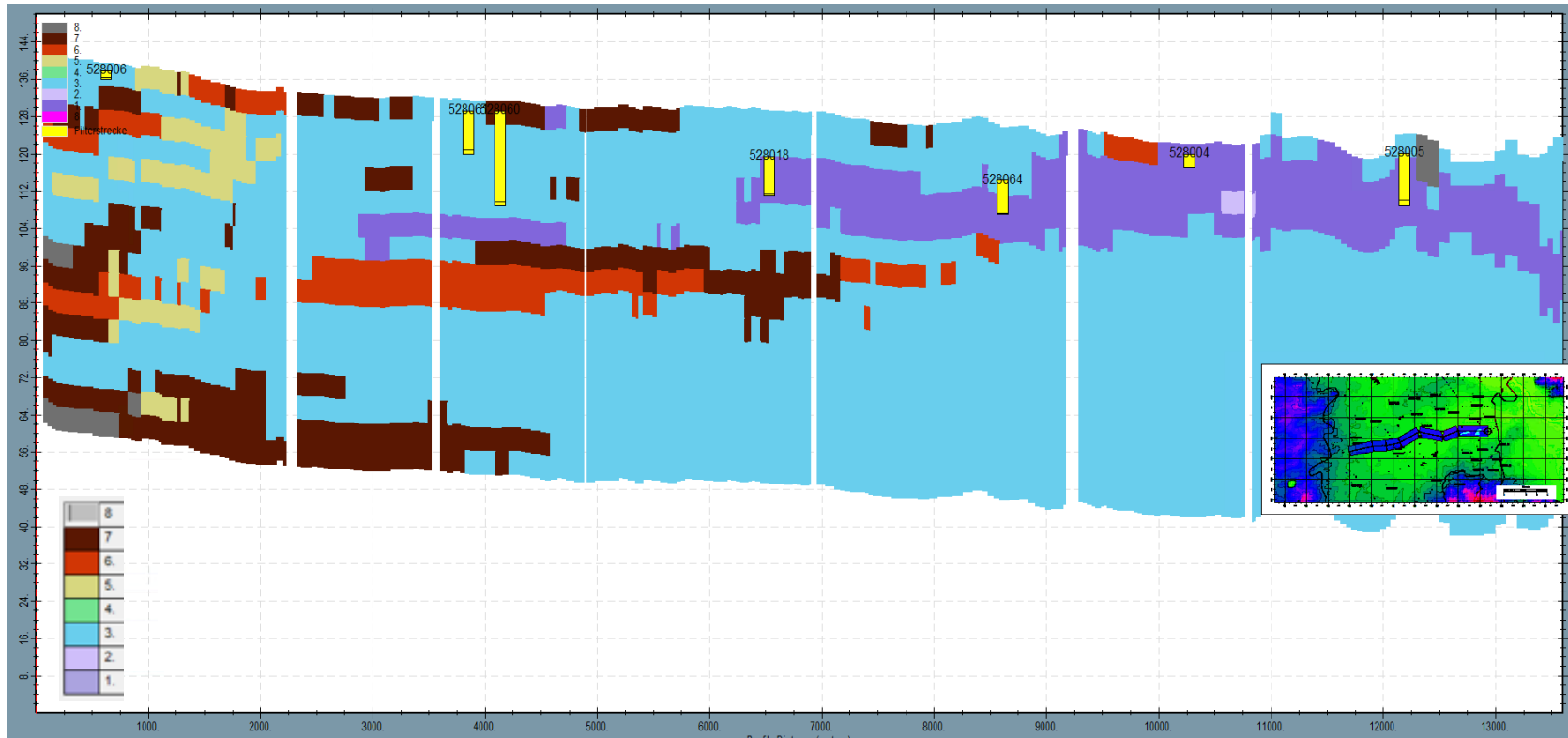
- bekannt ist i. A. die Lage der Filterstrecke



## Grundwassermessstellen - Zuordnung

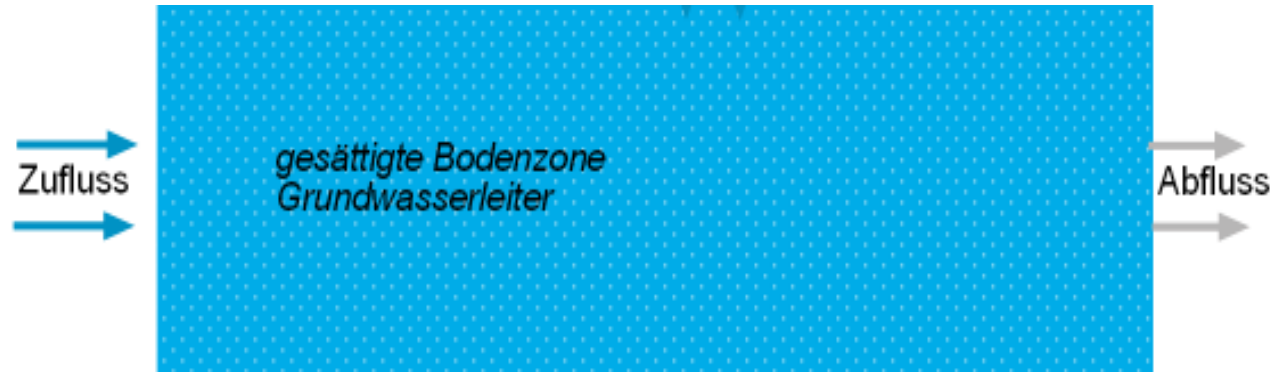
Jede Grundwassermessstelle misst  
entsprechend der Lage ihrer Filterstrecke  
die Potentialhöhe des erfassten  
Grundwasserstockwerkes.

Entsprechend erfolgt eine Zuordnung der  
Filterstrecken zu den Modellschichten.



# Modellbilanz

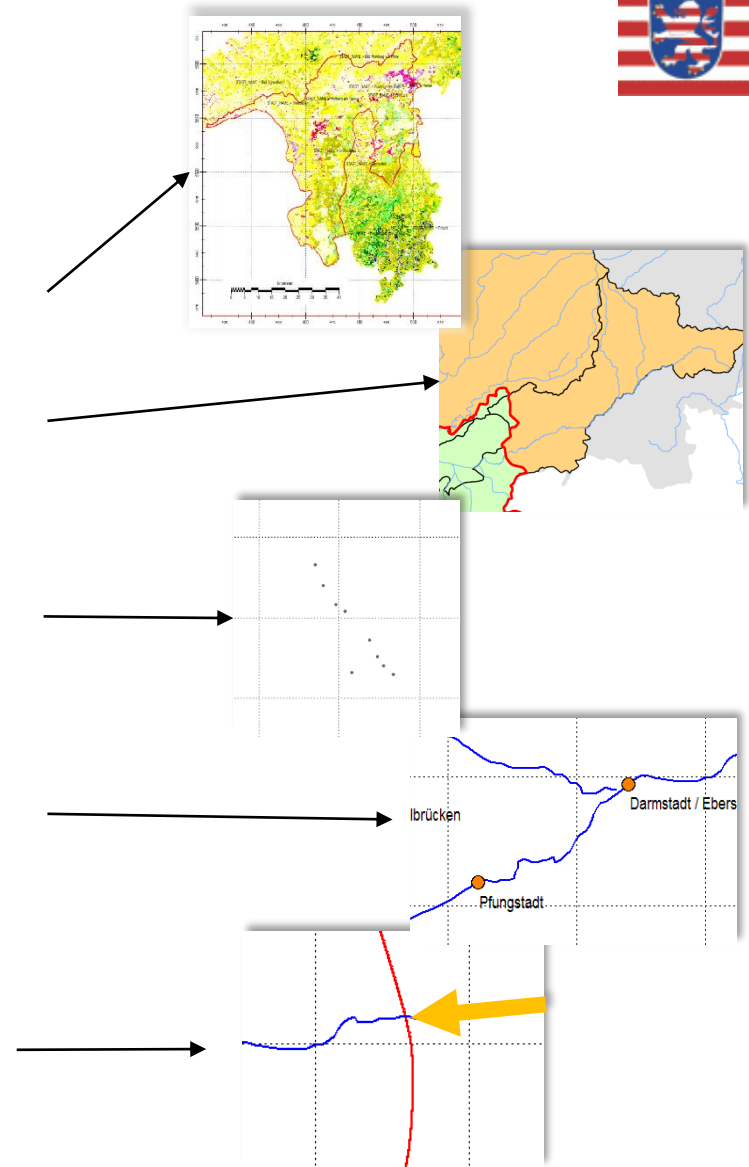
## Komponenten der Modellbilanz



# Modellbilanz

## Komponenten der Modellbilanz

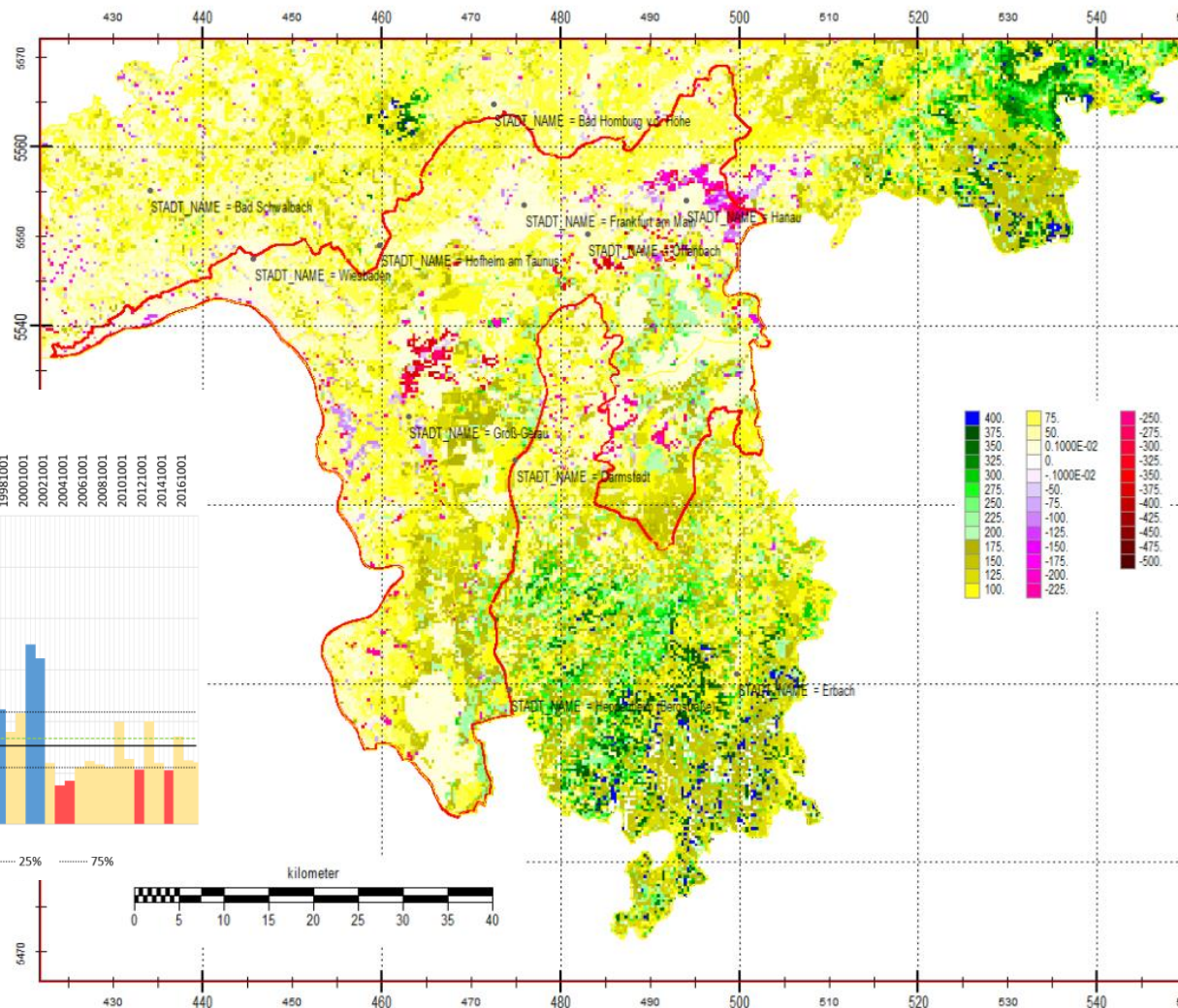
- Zustrom** aus Grundwasserneubildung
- Grundwasserzustrom
- Infiltrationen/  
Grundwasseranreicherung/  
Rieselfelder
- Kläranlageneinleitungen
- Oberflächengewässer



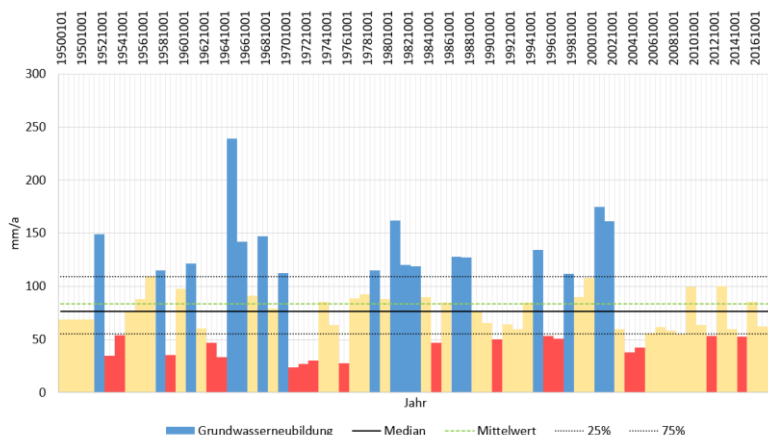
# Modellbilanz - Grundwasserneubildung

GWN für langjähriges Mittel

- für Einzeljahre seit 1950 im Modell
- auch monatlich verfügbar



GWN im Modellgebiet





# Modellbilanz – Infiltrationen/Grundwasseranreicherung

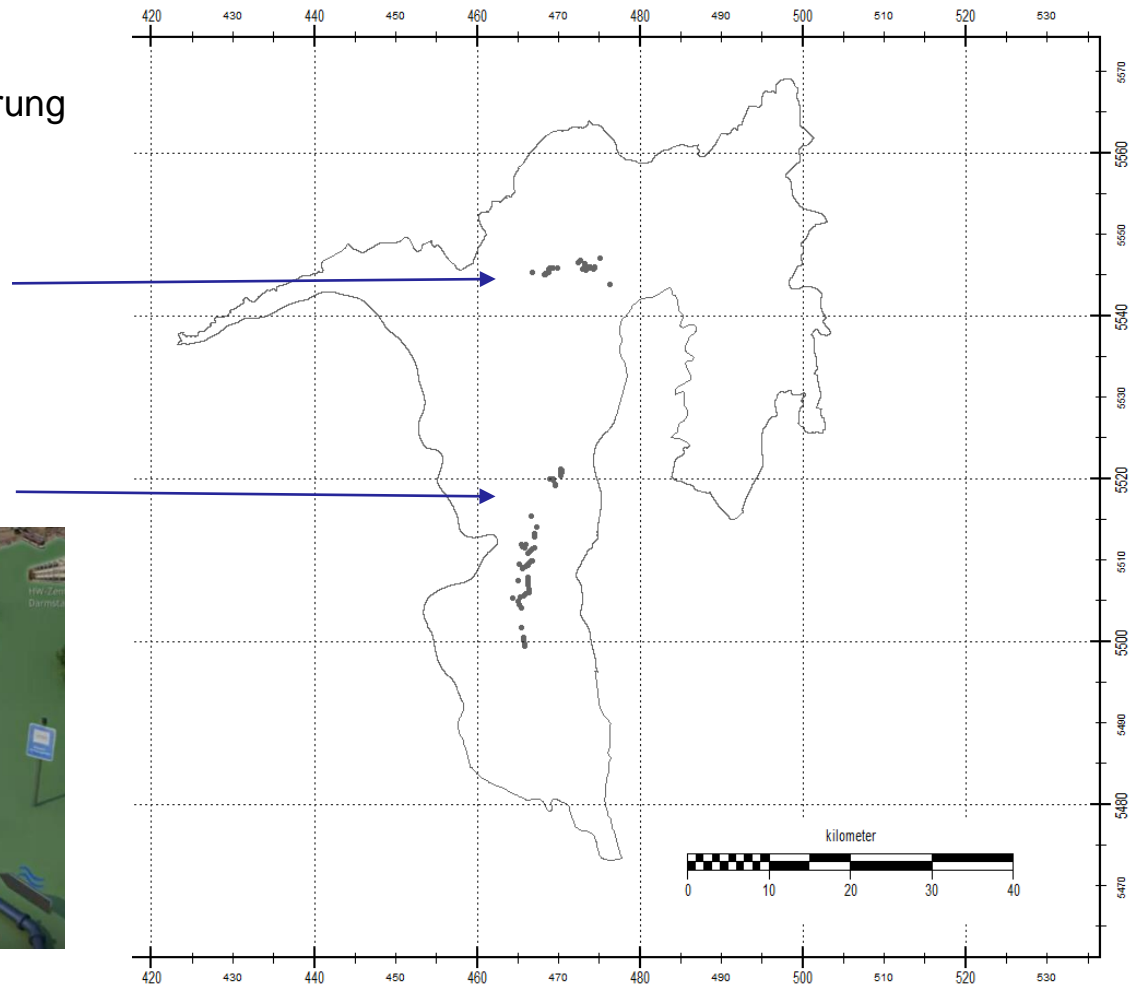
Infiltration/Grundwasseranreicherung  
ist ein Input von Außen!

Infiltration  
aus Mainwasseraufbereitung

Infiltration  
aus Rheinwasseraufbereitung



Quelle: website Hessenwasser, Abruf 28.08.2018



## Modellbilanz – Rieselfelder vor 1965

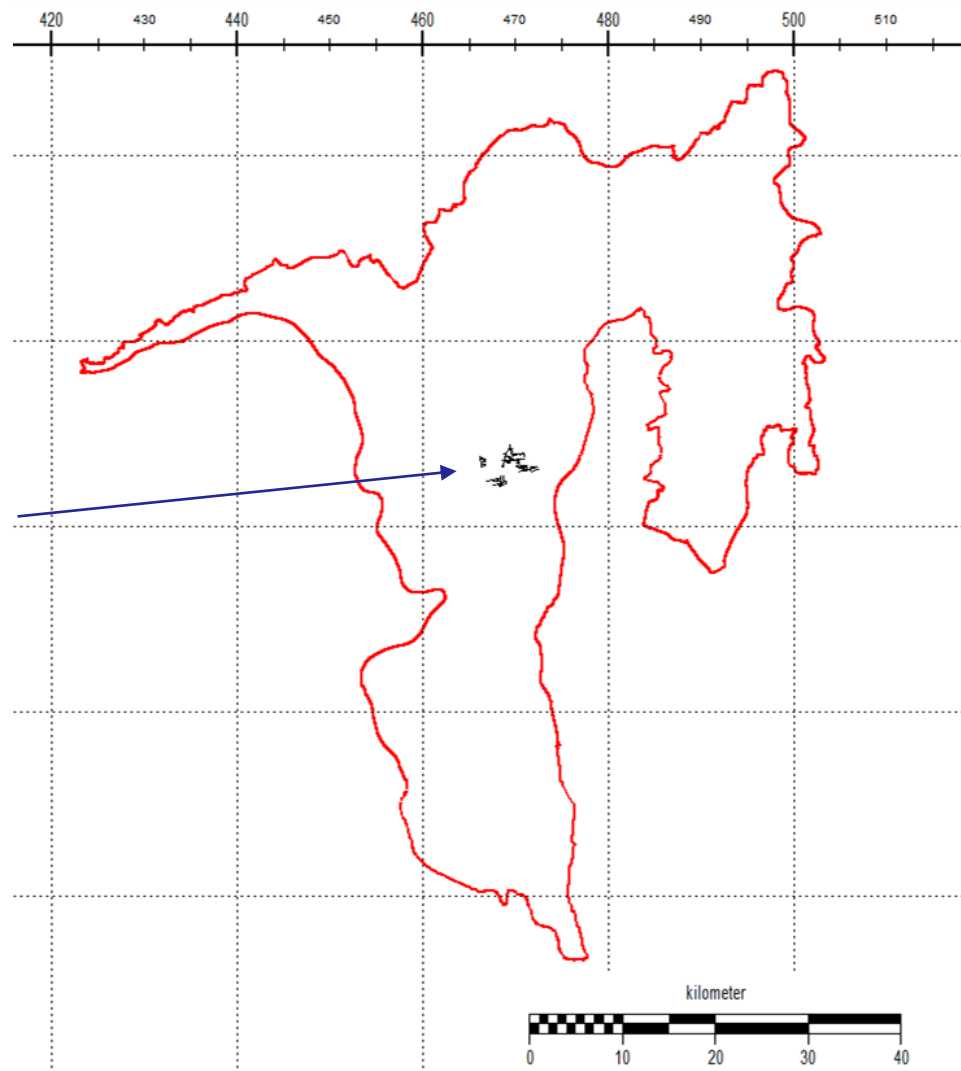
Beginn der Abwasserverrieselung 1880

Bau der Kläranlage (mechan.) 1954 - 58

Ende der Abwasserverrieselung  
wegen Errichtung der  
biolog. Reinigungstufe in der KA 1965



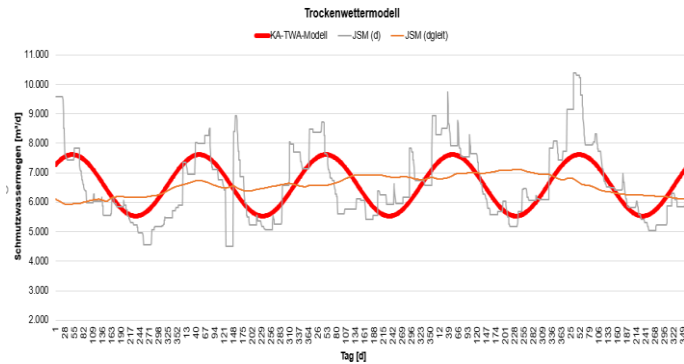
Marcus Stippak (2007): Wasserversorgung und Kanalisation in Darmstadt 1870 - 1914.  
Darmstädter Schriften 90



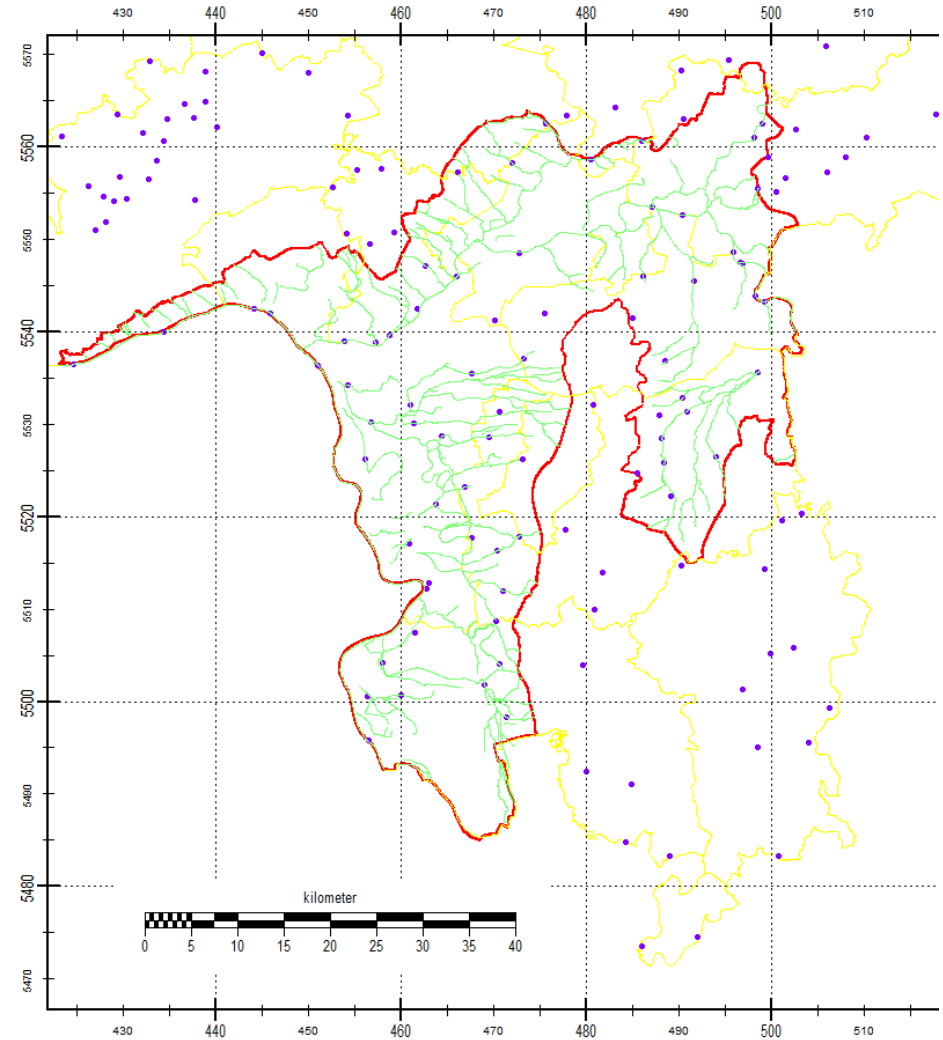
# Modellbilanz – Kläranlageneinleitungen

## Kläranlageneinleitung in Vorfluter

- veränderlich über die Zeit und saisonal



© Regierungspräsidium Darmstadt



# Modellbilanz - Oberflächengewässer

## Vorfluter

Berücksichtigung von

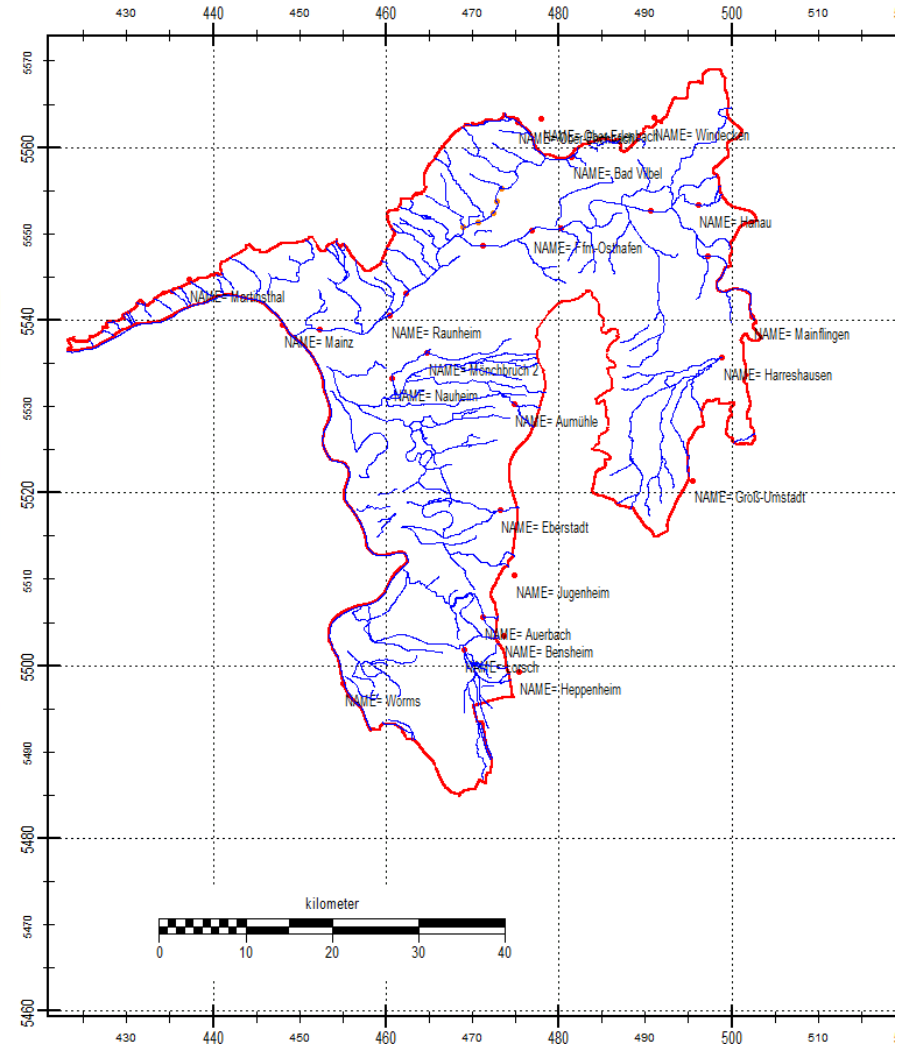
- Pegeln
- Staustufen in Main und Nidda



Quelle: undine.bafg.de



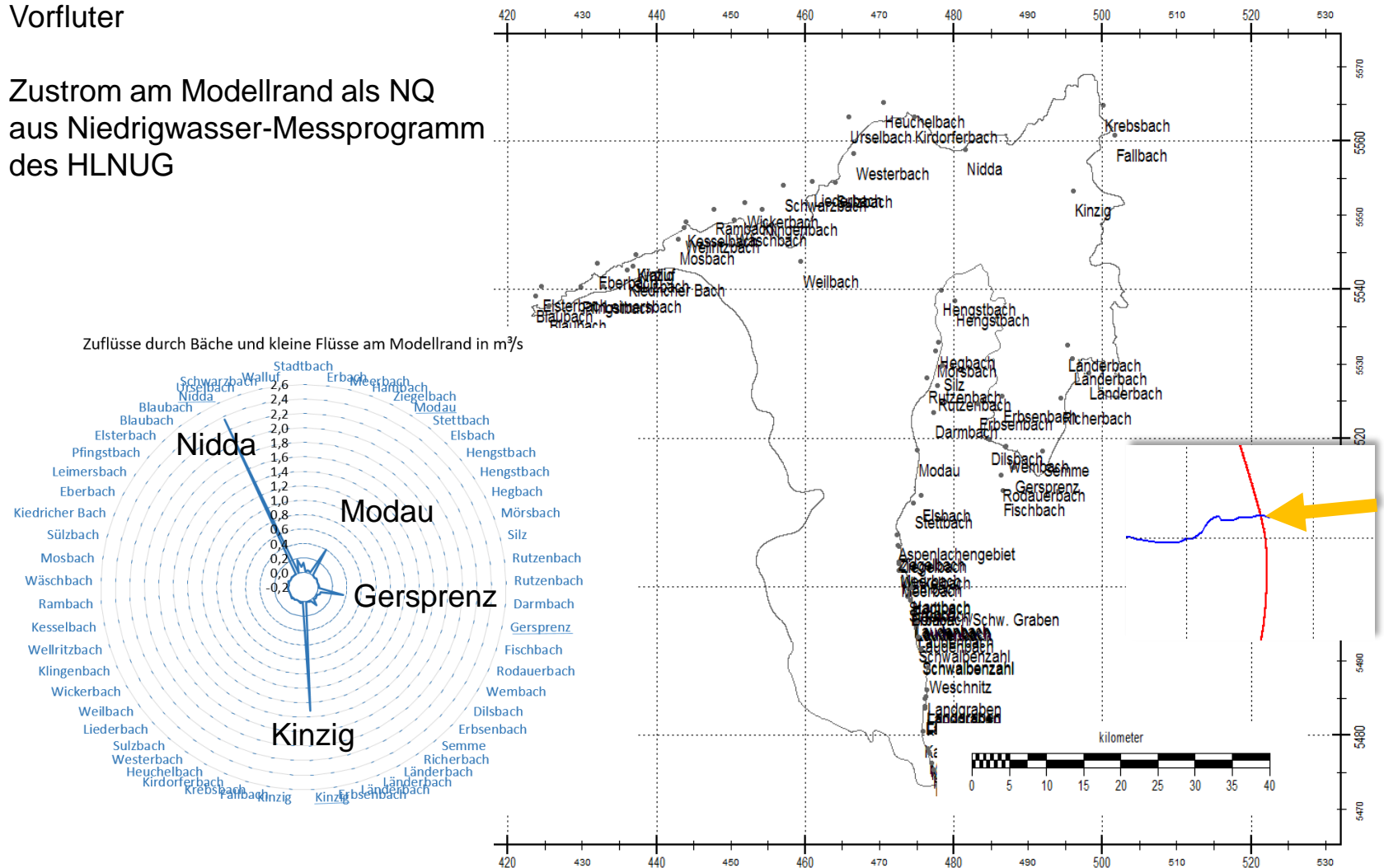
Quelle: wikipedia.org



# Modellbilanz - Oberflächengewässer

## Vorfluter

Zustrom am Modellrand als NQ  
aus Niedrigwasser-Messprogramm  
des HLNUG

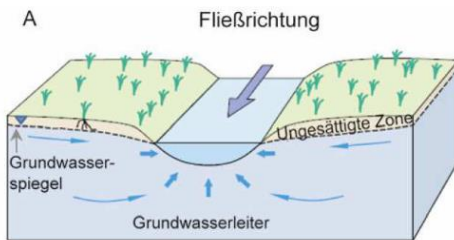
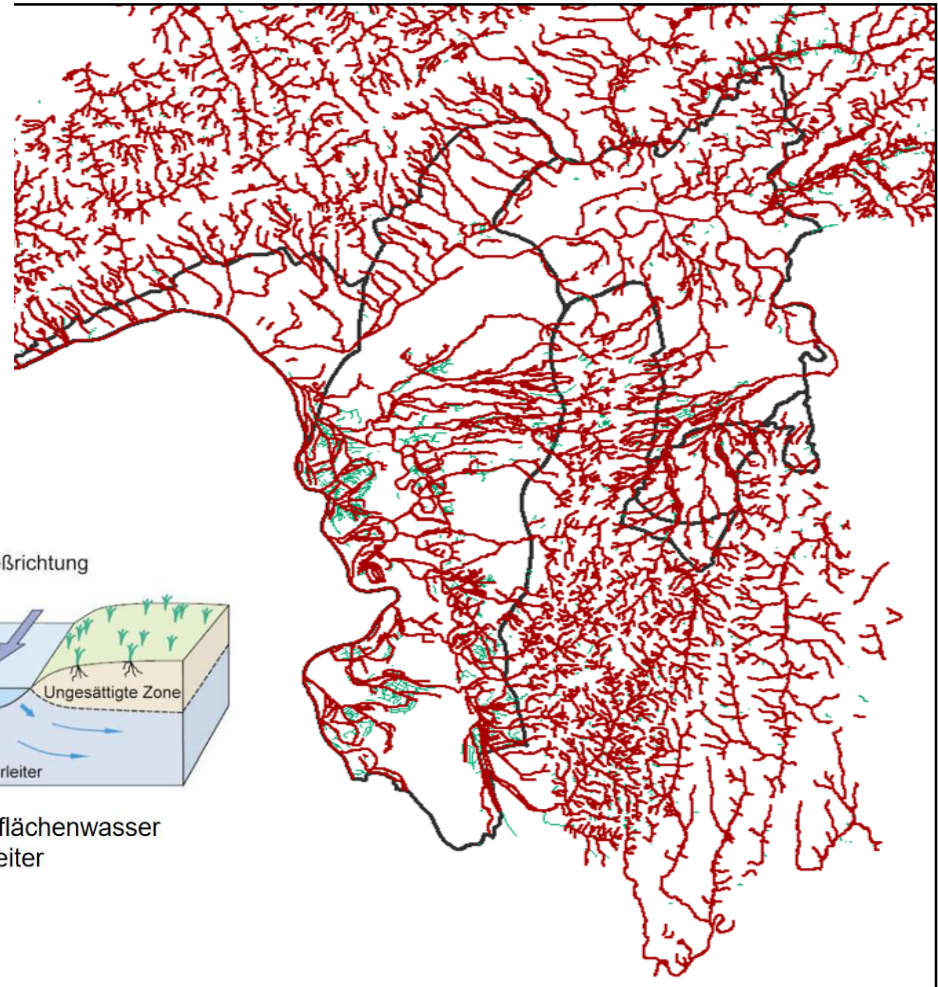


## Wechselwirkung – Grundwasser / Oberflächengewässer

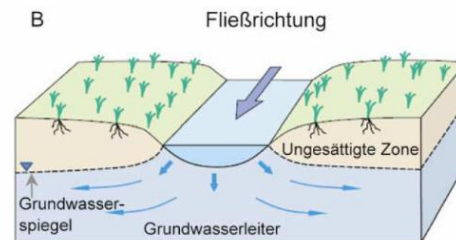
### Vorfluter, Gräben und Rinnen

Der Wasserstand im Gewässer ergibt sich aus dem Zufluss am Modellrand, Einleitungen aus Kläranlagen und der Interaktion mit dem Grundwasser.

Die Interaktion wird bestimmt von Potentialunterschied zwischen Grundwasser und Gewässer und der Bachbettmächtigkeit und –durchlässigkeit.



**Exfiltration** von Grundwasser  
in das Fließgewässer  
(effluenter Fluss)



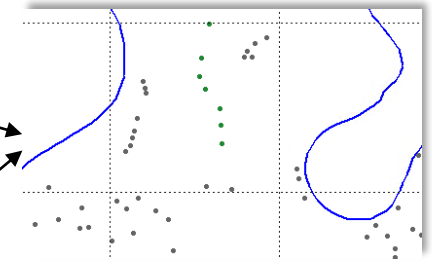
**Infiltration** von Oberflächenwasser  
in den Grundwasserleiter  
(influenter Fluss)

# Modellbilanz

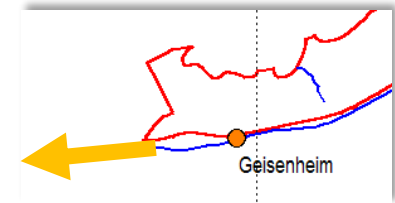
## Komponenten der Modellbilanz

### Abstrom aus

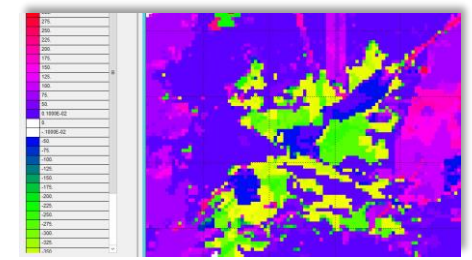
- Entnahmen öffentl. Wasserversorger
- Landwirtschaftliche Entnahmen
- Entnahmen Gewerbe und Industrie
- Entnahmen durch Sanierungen*
- Auskiesung*
- Großbaustellen*



Oberflächengewässer



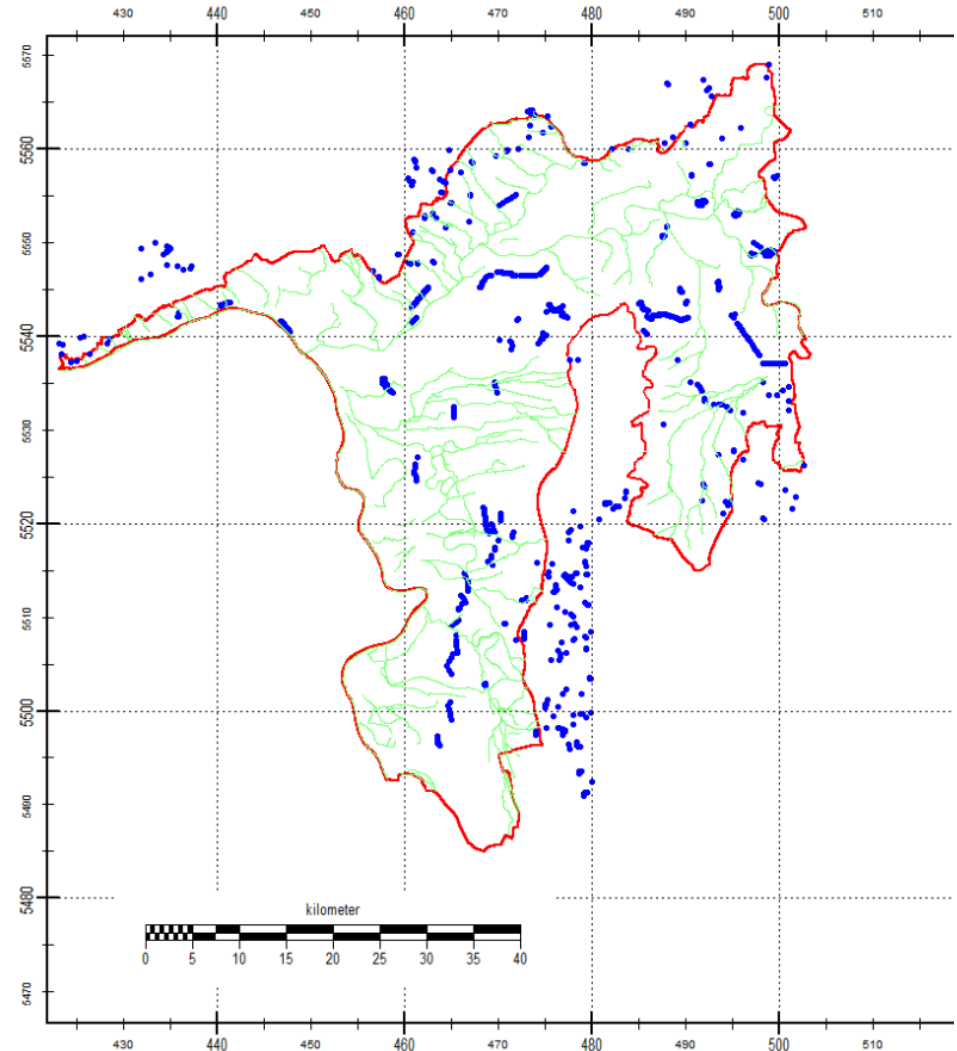
Verdunstungsflächen/  
stehende Gewässer



# Modellbilanz - Entnahmen

## Öffentliche Wasserversorger

- Entnahmen seit 1957
- Wasserrechte





# Modellbilanz - Entnahmen

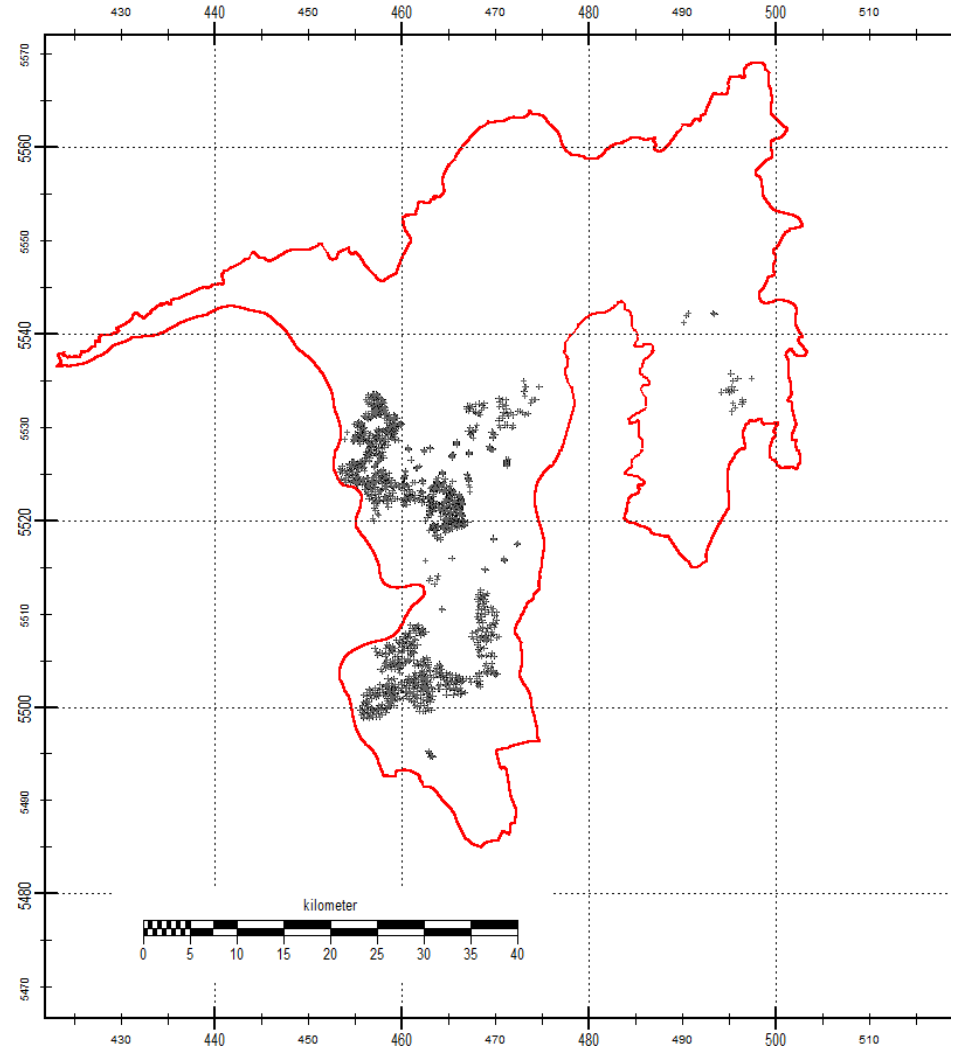
## Landwirtschaftliche Entnahmen für Berechnung

- Entnahmen seit Dokumentation
- Wasserrechte
- es gibt eine Dunkelziffer

Nr.	Name
1	LK Groß-Gerau
1	BBV Astheim
2	BBV Allmendfeld
3	BBV Rüsselsheim-Bauschheim
4	BV Berkach
5	BBV Allmendfeld, Abt. Biebesheim
6	BBV Crumstadt-Stockstadt
7	BV Geinsheim
8	BBV Gernsheim
9	BV Klein-Gerau
10	BBV Wallerstädten
11	BBV Leeheim
12	BBV Dornheim
13	BBV Erfelden
14	BBV Nauheim
15	BBLV Wolfskehlen
16	BBV Worfelden



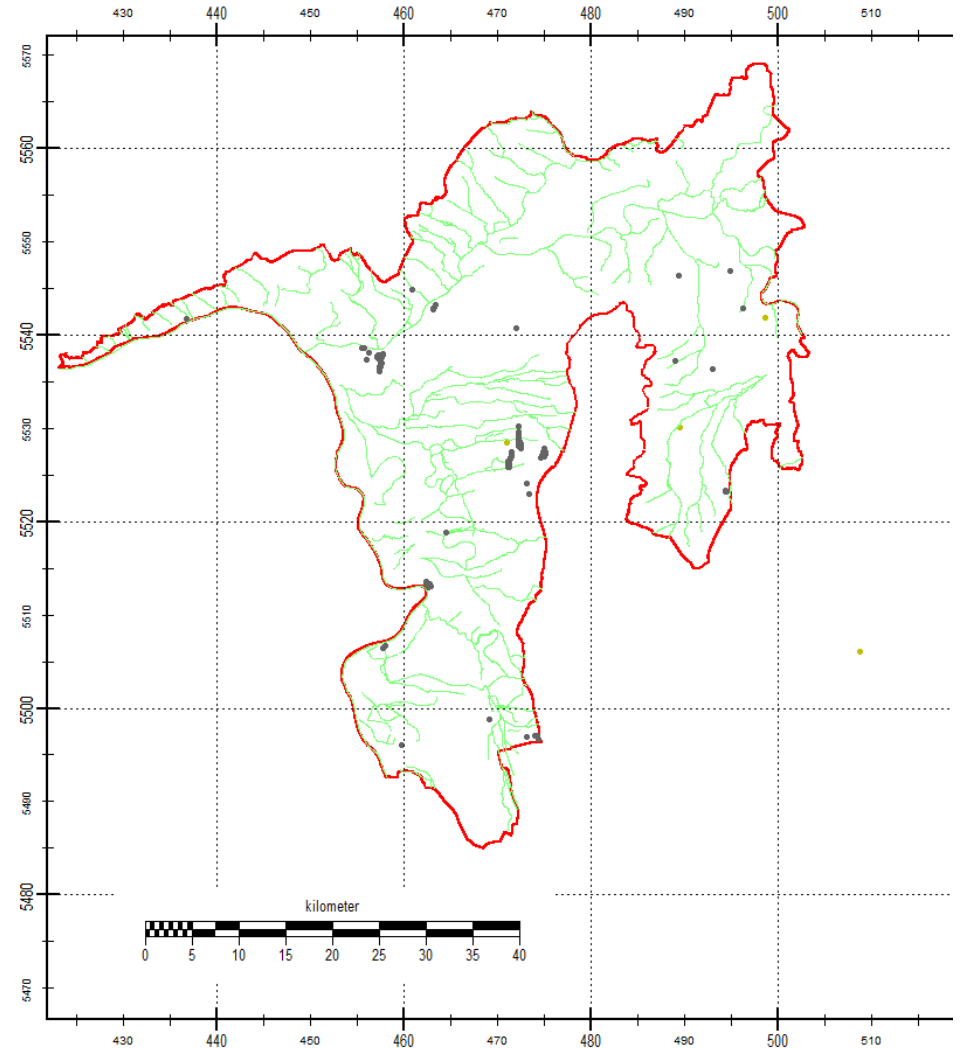
roß-Gerau
rmstadt-Dieburg
penhausen
rmstadt-Arheilgen
rzhausen
räfenhausen
riesheim
rreshausen
fungstadt
Weiterstadt
Hähnlein
m
hungs-, Boden- und Landsc
enbach
ainhausen
dgau
iskirchen
raße
Berechnung
hausen
e
Braunshardt



# Modellbilanz - Entnahmen

## Industrie/Gewerbe

- Entnahmen seit 1957
- Wasserrechte



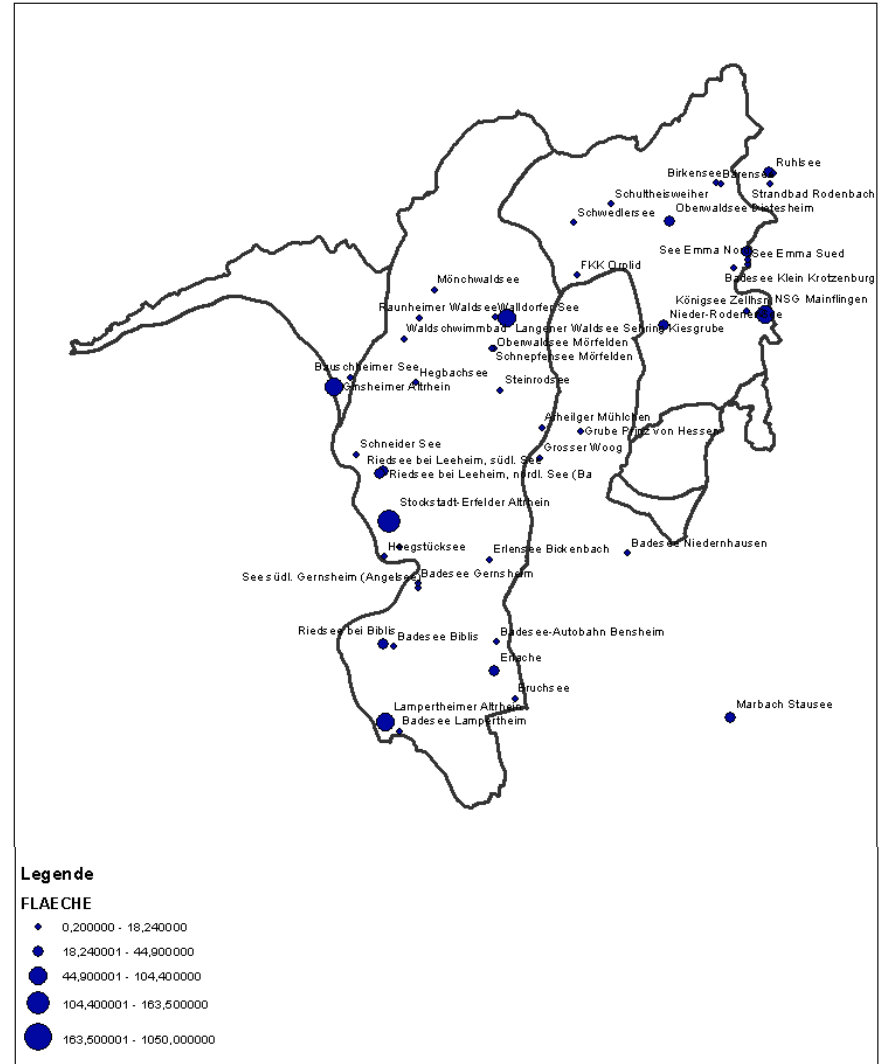
# Modellbilanz – Verdunstungsflächen/Kiesseen

## Seen und Kiesgruben

- Lokation, Tiefe
- Fördermengen
- Abbildung im Vorflutersystem

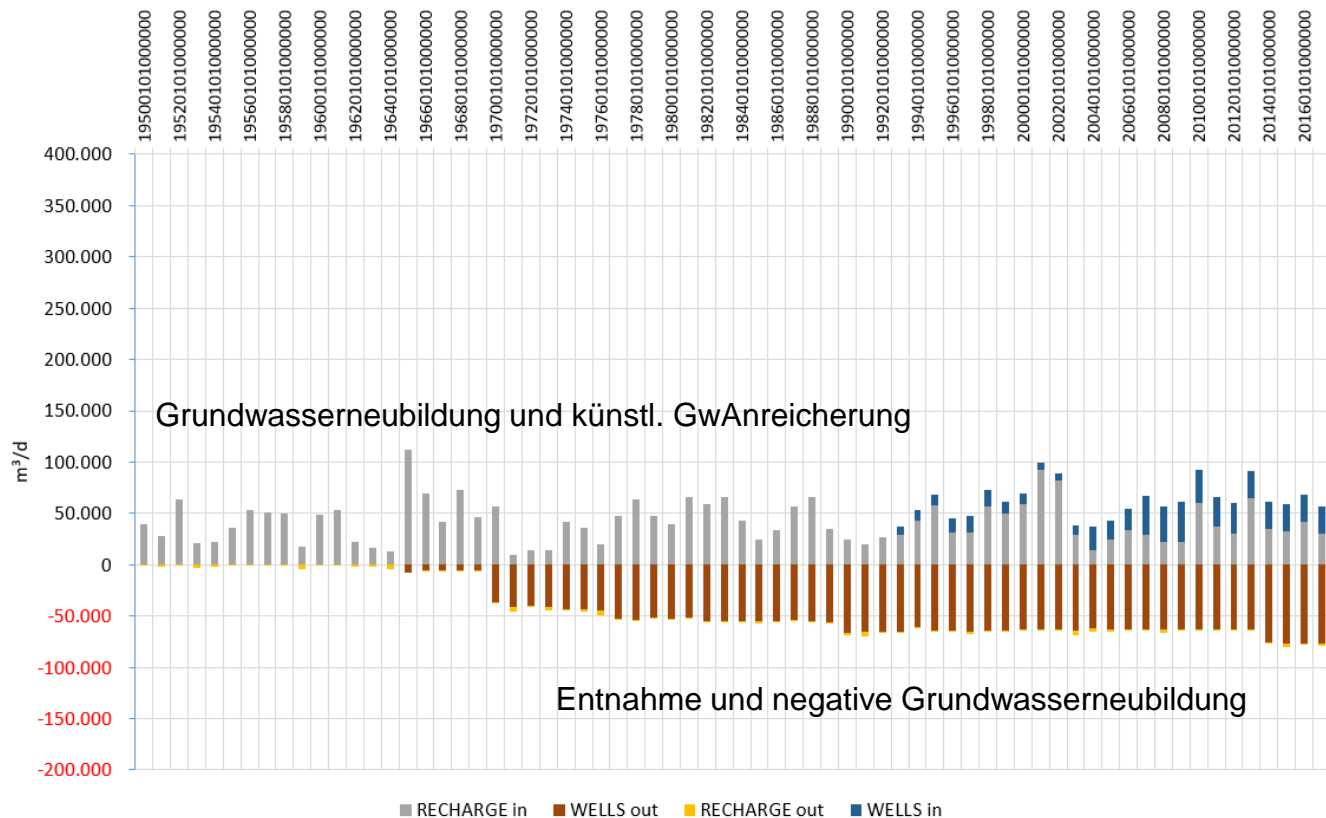
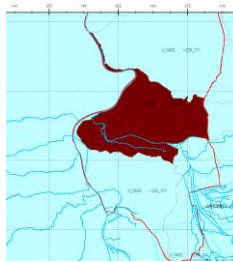


© Regierungspräsidium Darmstadt



# Modellbilanz

Beispiel zur Bilanzierung zur Überprüfung der Eingangsdaten.  
Vor allem für die Entnahmedaten wird ein Qualitätsgewinn aus dem geplanten Datenmanagement-  
system im Zuge des Wasserwirtschaftlichen Fachplans erwartet.

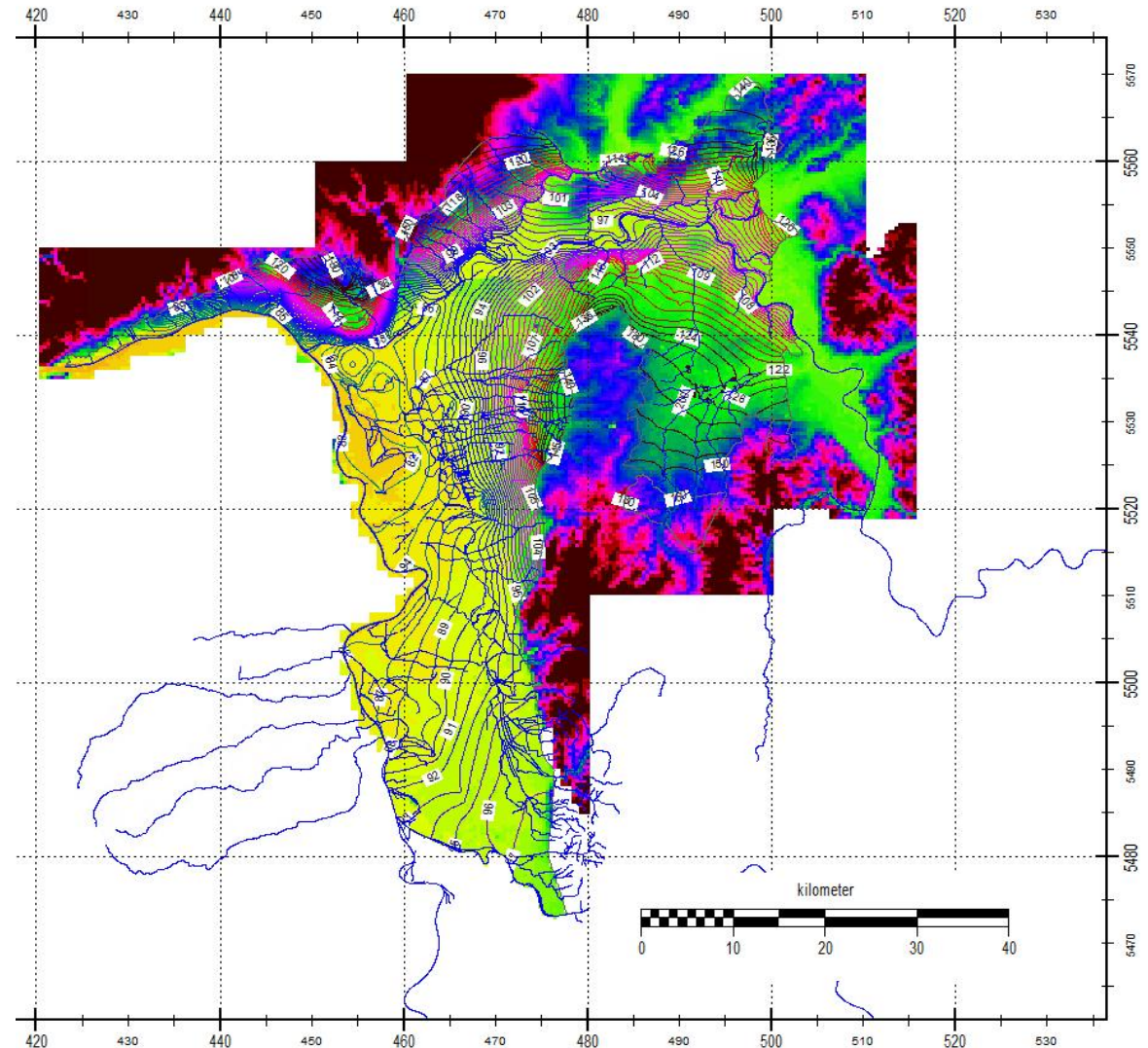


- hier: Dargebot vs. Entnahme -

# Modellkalibrierung

Die Prüfung der  
Modellkalibrierung wird  
anhand der Fragen  
erfolgen:

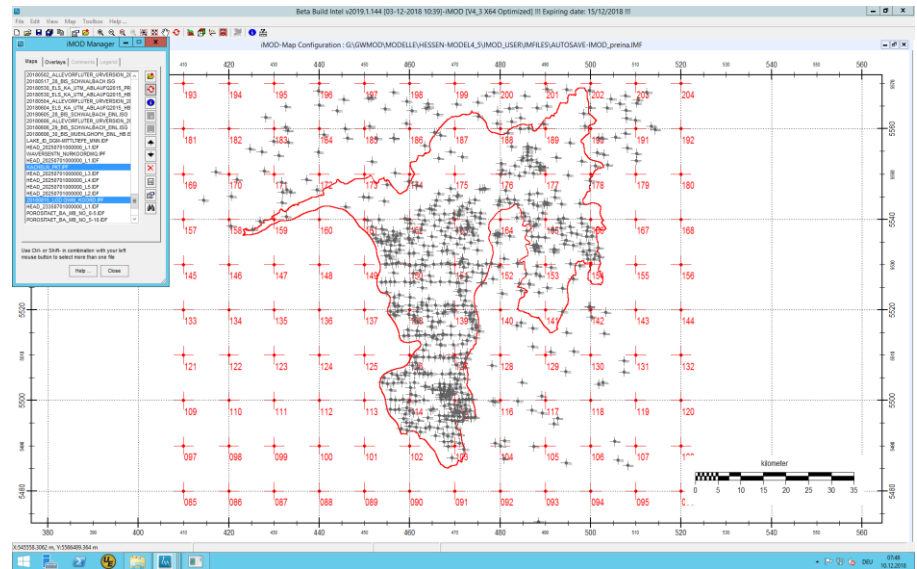
- Sind die Bilanzglieder der Wasserbilanz plausibel?
- Ist der Vergleich der gerechneten mit den gemessenen Grundwasserständen zufriedenstellend?
- Ist die Strömungsrichtung gut abgebildet?
- Werden die Fließzeiten für bekannte (einfache) Transportprozesse gut wiedergegeben?



# Verwendete Software



- iMOD ist eine Entwicklung aus MODFOLW heraus
- Open Source
- Community gibt Input, alle profitieren



## Grundwassermodell und was nun?

### *JETZT und ZUKÜNFTIG*

- Die Daten werden hochaufgelöst vorgehalten.
- Die Daten können aktualisiert werden, z. B. mit einem aktualisierten 3D-Geologie-Modell.
- Die Daten sind variabel in Fläche und Auflösung abrufbar, für Teilmodelle verwendbar.
- Das Grundwassermodell ist

*lebendig und mitwachsend,  
es trägt zum Systemverständnis bei,  
es ermöglicht Synergieeffekte  
und  
es treibt fachliche Diskussionen an.*

# Nördlicher Oberrheingraben NORG und Untermainebene UME im Grundwasserströmungsmodell

**Danke für Ihre  
Aufmerksamkeit**



Alles beabsichtigt: [LACHSCHON.DE](http://LACHSCHON.DE)