

LARSIM-Anwenderworkshop 2009

Berechnung der Grundwasserneubildung mit LARSIM-WHM in Hessen

Auswertung erster Modellergebnisse

Mario Hergesell

Hess. Landesamt für Umwelt und Geologie
Dezernat Hydrogeologie, Grundwasser

Bregenz, 18.02.2009

Themen

1. Modellierung der Grundwasserneubildung in Hessen nach dem Konzept des Baseflow-Index (BFI-WHM)

Sensitivität des BFI gegenüber klimatischen Faktoren

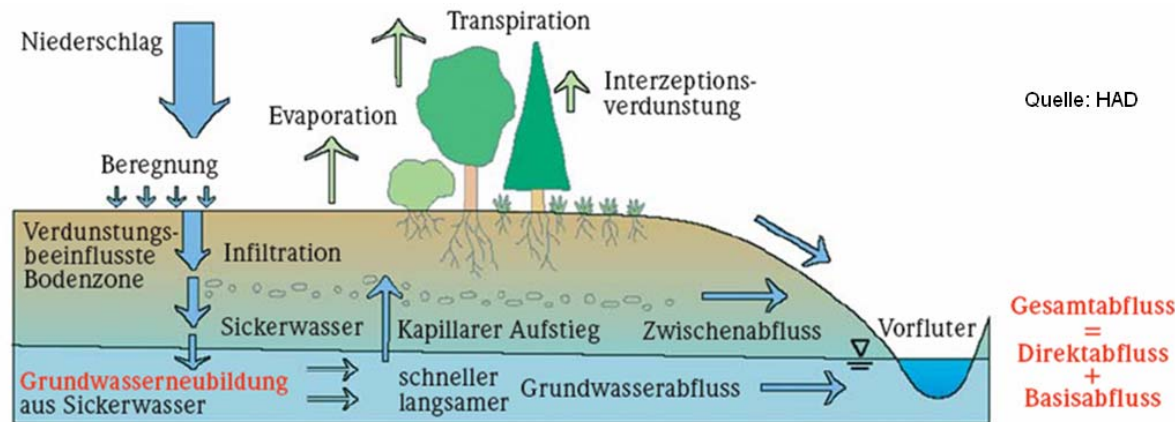
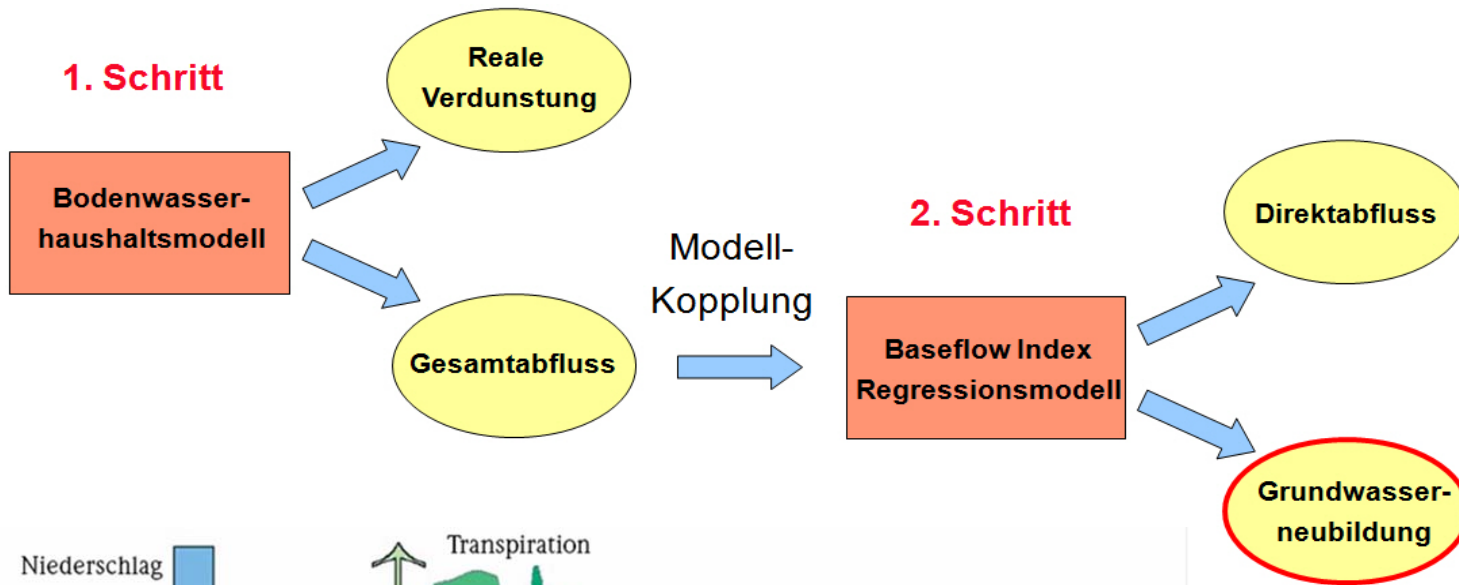
2. Modellierung der Grundwasserneubildung in Südhessen mit LARSIM-WHM

Vergleich von Modellern basierend auf LARSIM-WHM und BFI-WHM

Betrachtung der zeitlichen Dynamik des BFI für verschiedene Bezugszeiträume (Dekaden, Einzeljahre, Monate)

3. Zusammenfassung

1. Modellierung der Grundwasserneubildung in Hessen nach dem Konzept des Baseflow-Index (BFI)



Definition: $BFI = \text{Basisabfluss} / \text{Gesamtabfluss}$ ($0 \leq BFI \leq 1$)

Grundwasserneubildung = Basisabfluss (INPUT = OUTPUT)

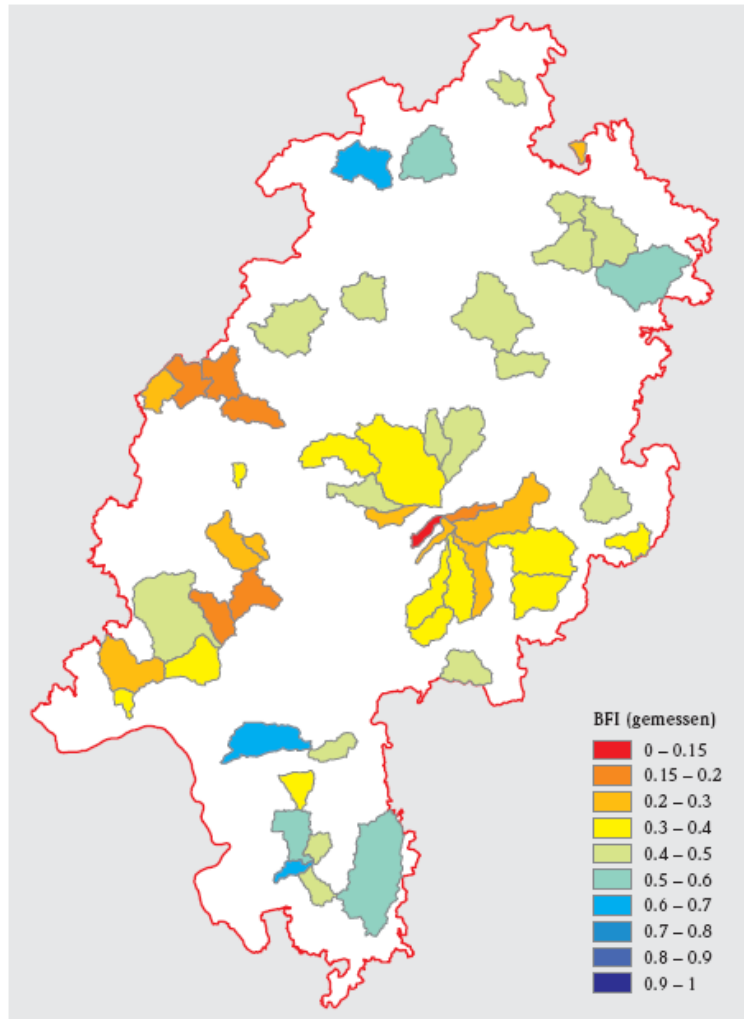
Grundwasserneubildung = Gesamtabfluss * BFI

1. Modellierung der Grundwasserneubildung in Hessen nach dem Konzept des Baseflow-Index (BFI)

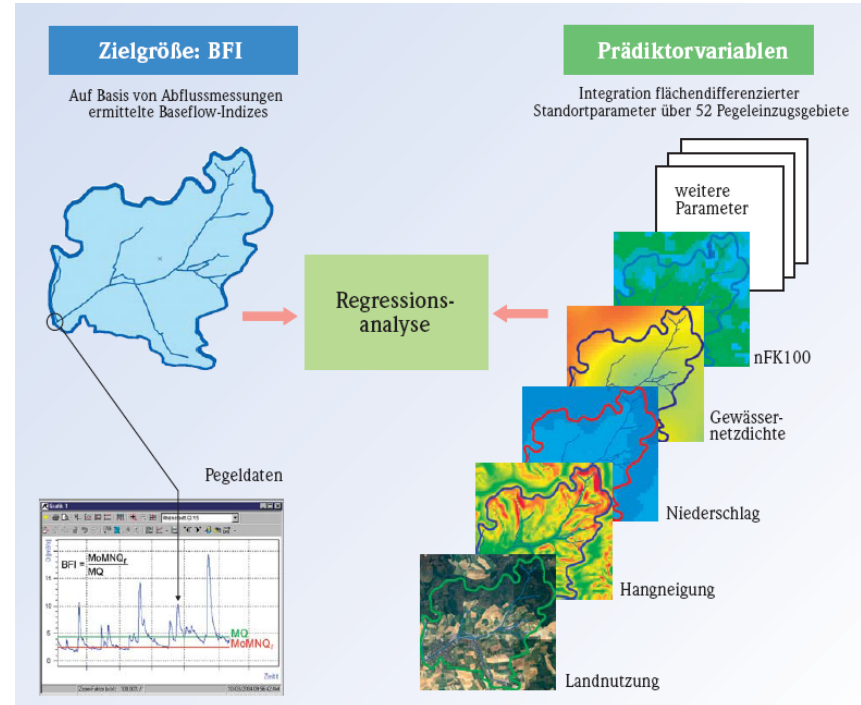
Ermittlung des BFI aus Pegeldaten

Referenzperiode 1971-2000

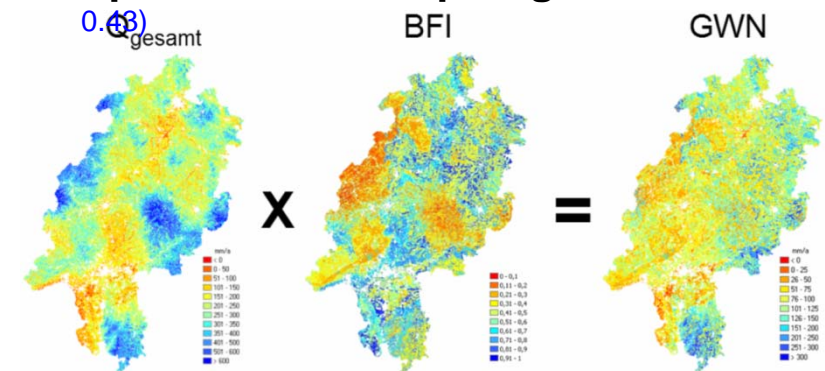
52 Einzugsgebiete (Flächenabdeckung 25 %)



Regionalisierung des BFI



Multiplikative Verknüpfung (Mittlerer BFI:



1. Modellierung der Grundwasserneubildung in Hessen nach dem Konzept des Baseflow-Index (BFI)

Das Verfahren liefert plausible Ergebnisse für langjährig mittlere Verhältnisse

aber

Das Verhältnis zwischen Grundwasserneubildung und Gesamtabfluss bzw. der BFI ist **zeitlich variabel** und abhängig von den klimatischen Bedingungen

BFI- Regressionsmodell für Hessen

Signifikante Parameter

Niederschlag - metrisch

Verhältnis Sommer-/Winterniederschlag - metrisch

Gebietshöhe - metrisch

Landnutzung Acker

Landnutzung Grünland

Landnutzung Wald

nFK100 - metrisch und klassifiziert

Kf-Wert der Böden - metrisch und klassifiziert

Flussdichte - metrisch

Kf-Wert oberer Grundwasserleiter - metrisch und klassifiziert

Ein statischer BFI ist nur eingeschränkt für Klimamodellierung anwendbar

Ein statischer BFI ist nicht anwendbar auf extreme Feucht- oder Trockenjahre

Im Rahmen der Klimamodellierung ist für die Ermittlung der Grundwasserneubildung eine **Dynamisierung der Abflusseparation** erforderlich

1. Modellierung der Grundwasserneubildung in Hessen nach dem Konzept des Baseflow-Index (BFI)

Sensitivitätsanalyse - Klimaabhängigkeit des BFI

Bestimmung der BFI-Werte aus Abflussmessungen (MoMNQ/MQ) für 52 hessische Pegeleinzugsgebiete für die **Trockendekade 1971-1980** und die **Feuchtdekade 1981-1990**

	Niederschlag	Diff. vs. 1971-2000	BFI	Diff. vs. 1971-2000
1971-2000 (mittel)	845		0.47	
1971-1980 (trocken)	772	- 8.7 %	0.50	+ 6.4 %
1981-1990 (feucht)	913	+ 8.0 %	0.45	- 4.3 %

Auswirkung auf die Grundwasserneubildung ($GWN = Q_{\text{gesamt}} * BFI$)

1971-1980 (trocken)

mittlerer BFI: $GWN = 201 \text{ mm/a} * 0.47 = 94.5 \text{ mm/a}$

korrigierter BFI: $GWN = 201 \text{ mm/a} * 0.50 = 100.5 \text{ mm/a}$

GWN wird mit mittlerem BFI um 6 % unterschätzt

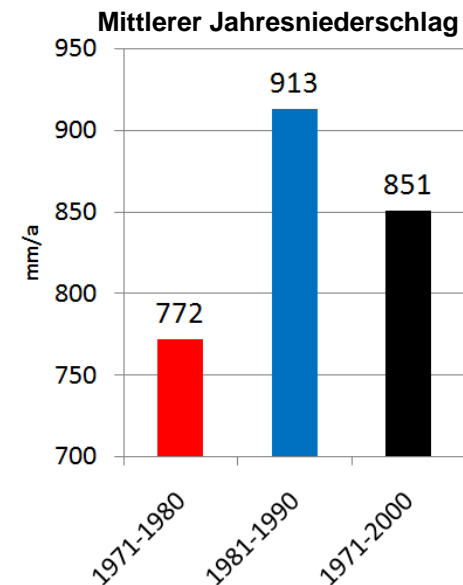
1981-1990 (feucht)

mittlerer BFI: $GWN = 310 \text{ mm/a} * 0.47 = 145.7 \text{ mm/a}$

korrigierter BFI: $GWN = 310 \text{ mm/a} * 0.45 = 139.5 \text{ mm/a}$

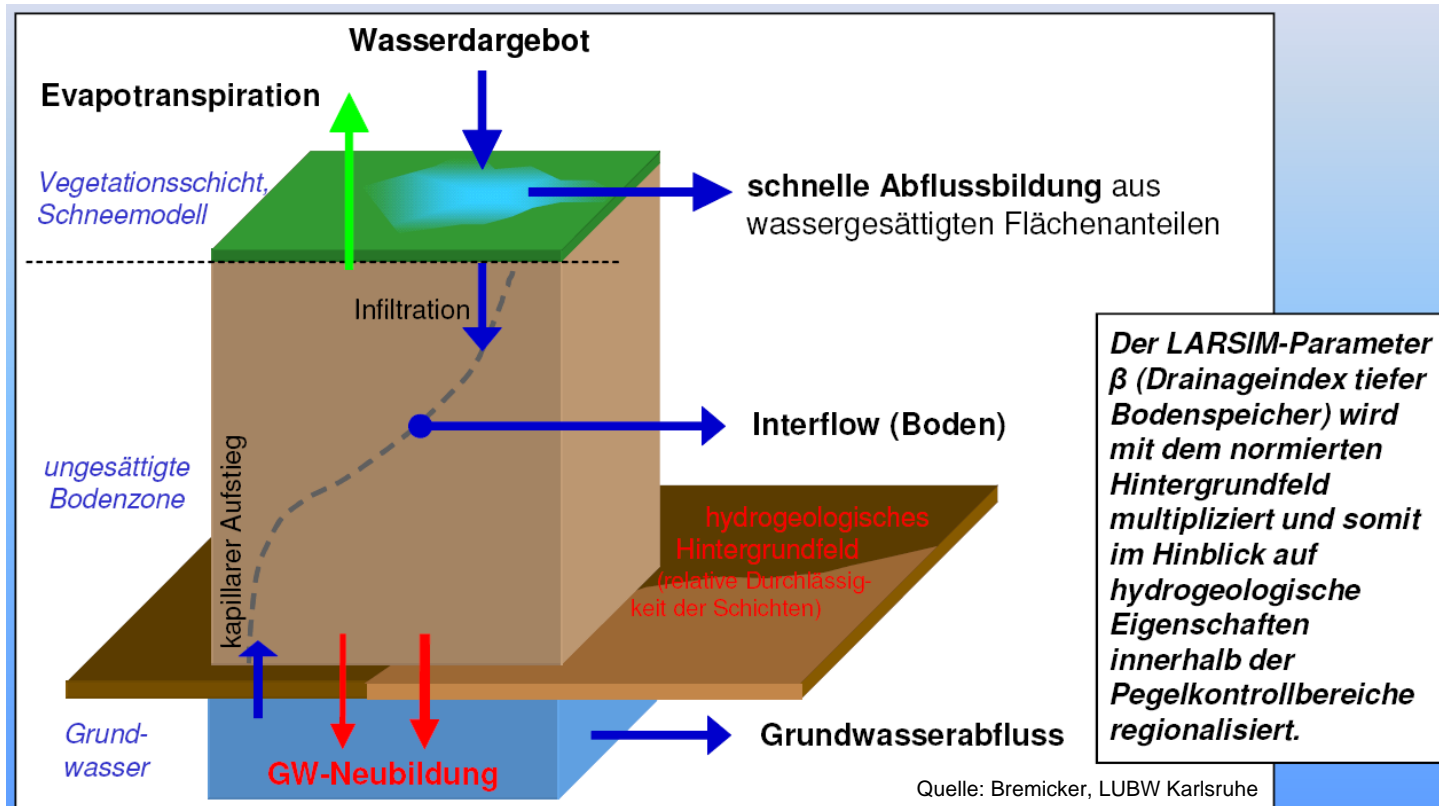
GWN wird mit mittlerem BFI um 4 % überschätzt

Fazit: Für Dekaden-Auswertungen ist der Fehler relativ gering*



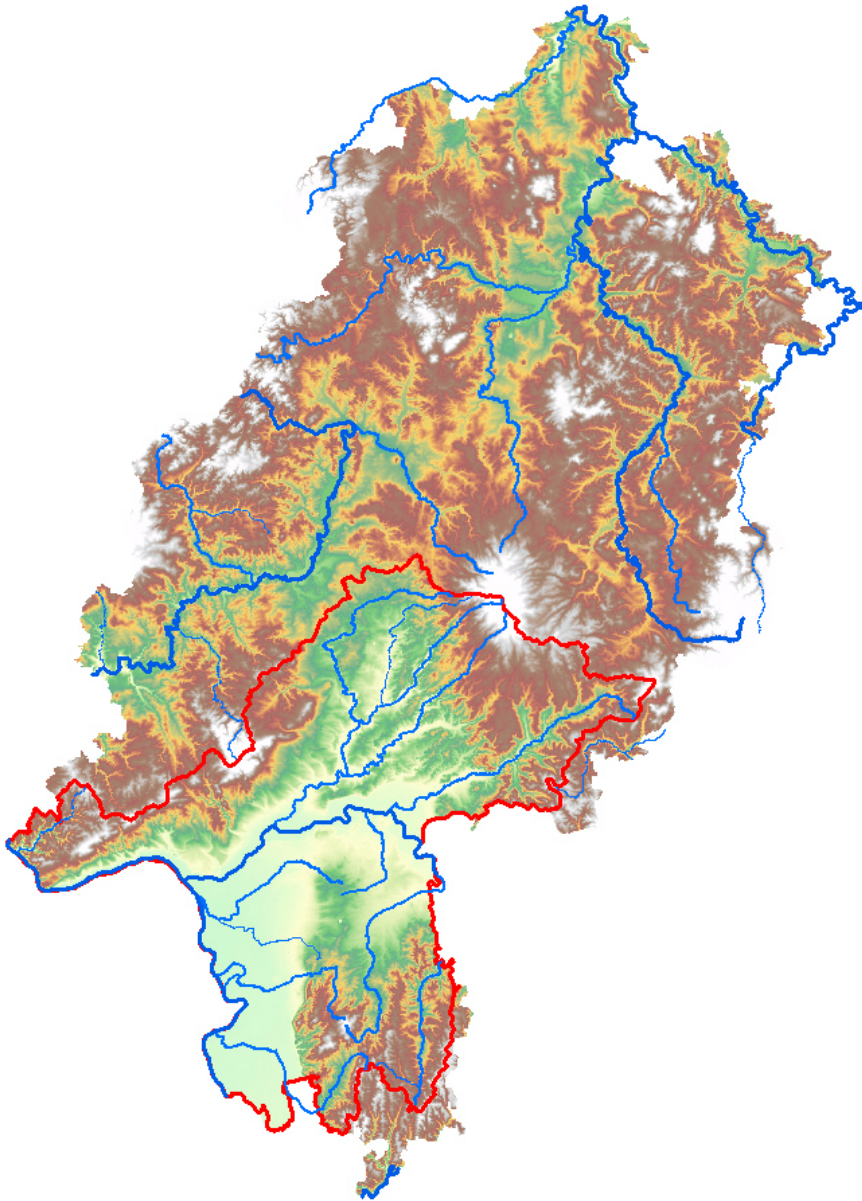
Dynamisierung der Abflussseparation

Weiterentwicklung des LARSIM-Bodenmoduls -> Integration eines hydrogeologischen Hintergrundfeldes



Dynamische Ermittlung **aller** Abflusskomponenten in Abhängigkeit von Niederschlagsintensität, aktueller Bodenfeuchte und vertikaler Durchlässigkeit

2. Modellierung der Grundwasserneubildung in Südhessen mit LARSIM-WHM



Modellgebiet Südhessen (7218 km²)

**Flächendifferenzierte Modellierung für
1206 Teileinzugsgebiete (à ca. 6 km²)**

Betrachtungszeitraum: 1994-2003

**Auswertung von Monats-, Jahres und
Dekadenwerten**

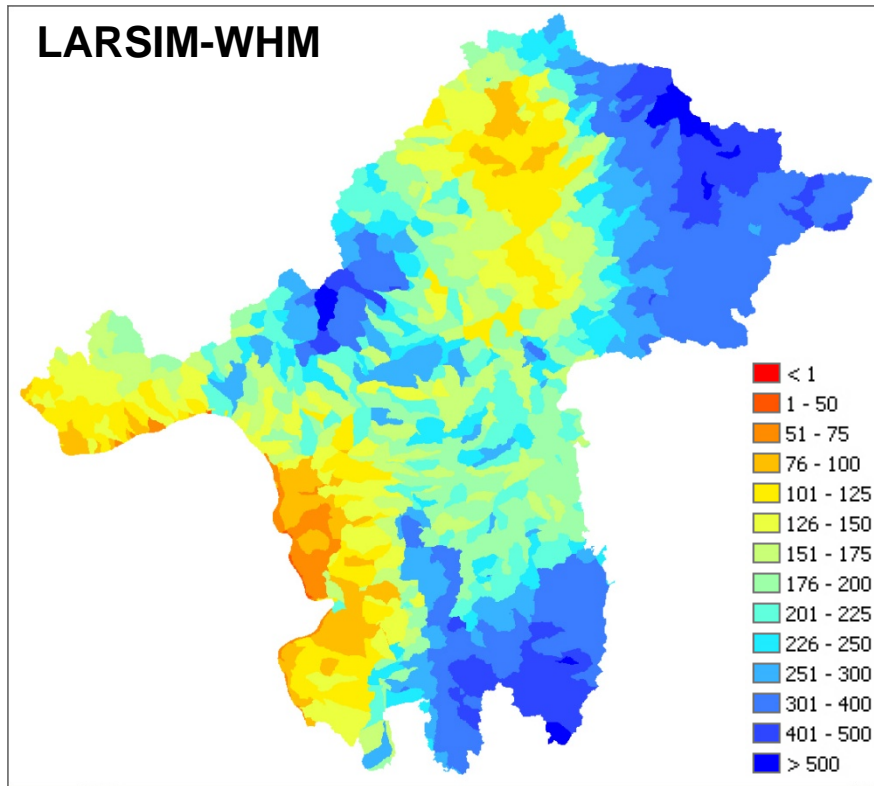
Vergleichsmodellierung mit BFI-WHM
gemeiname Gebietsgröße: 6713 km²
(100 Meter Raster, 671.293 Rasterzellen)

Untersuchungsschwerpunkt:

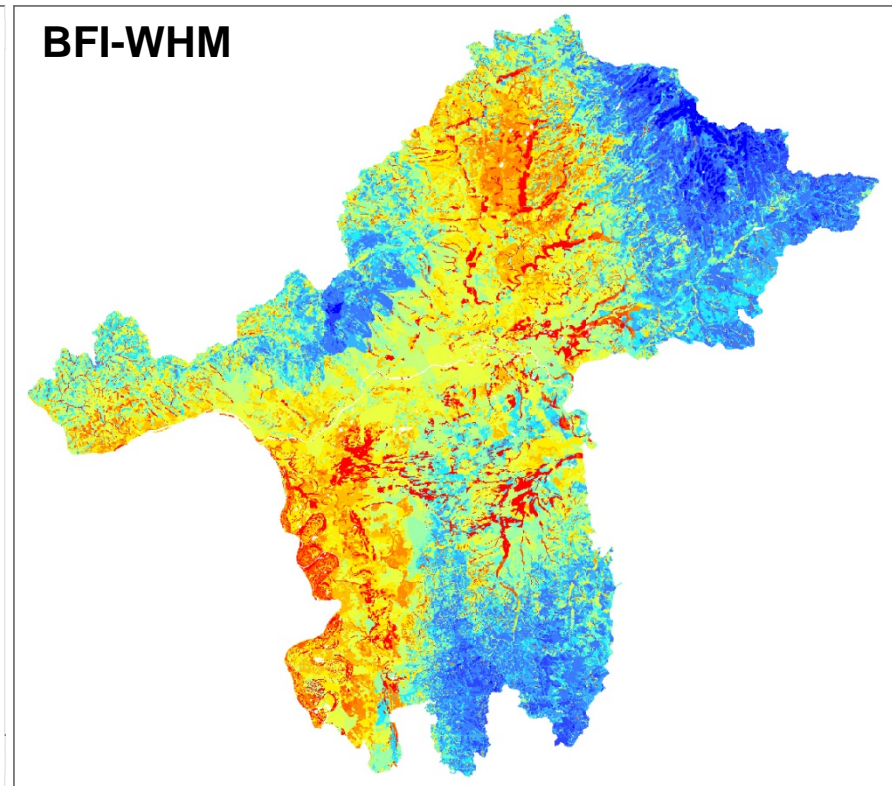
**Dynamik der Abflussanteile in
Abhängigkeit unterschiedlicher
Betrachtungszeiträume**

2. Modellierung der Grundwasserneubildung in Südhessen mit LARSIM-WHM

Modellergebnisse 1994-2003 (*Dekaden-Mittelwerte*): **Gesamtabfluss**



Qgesamt: 232 mm/a

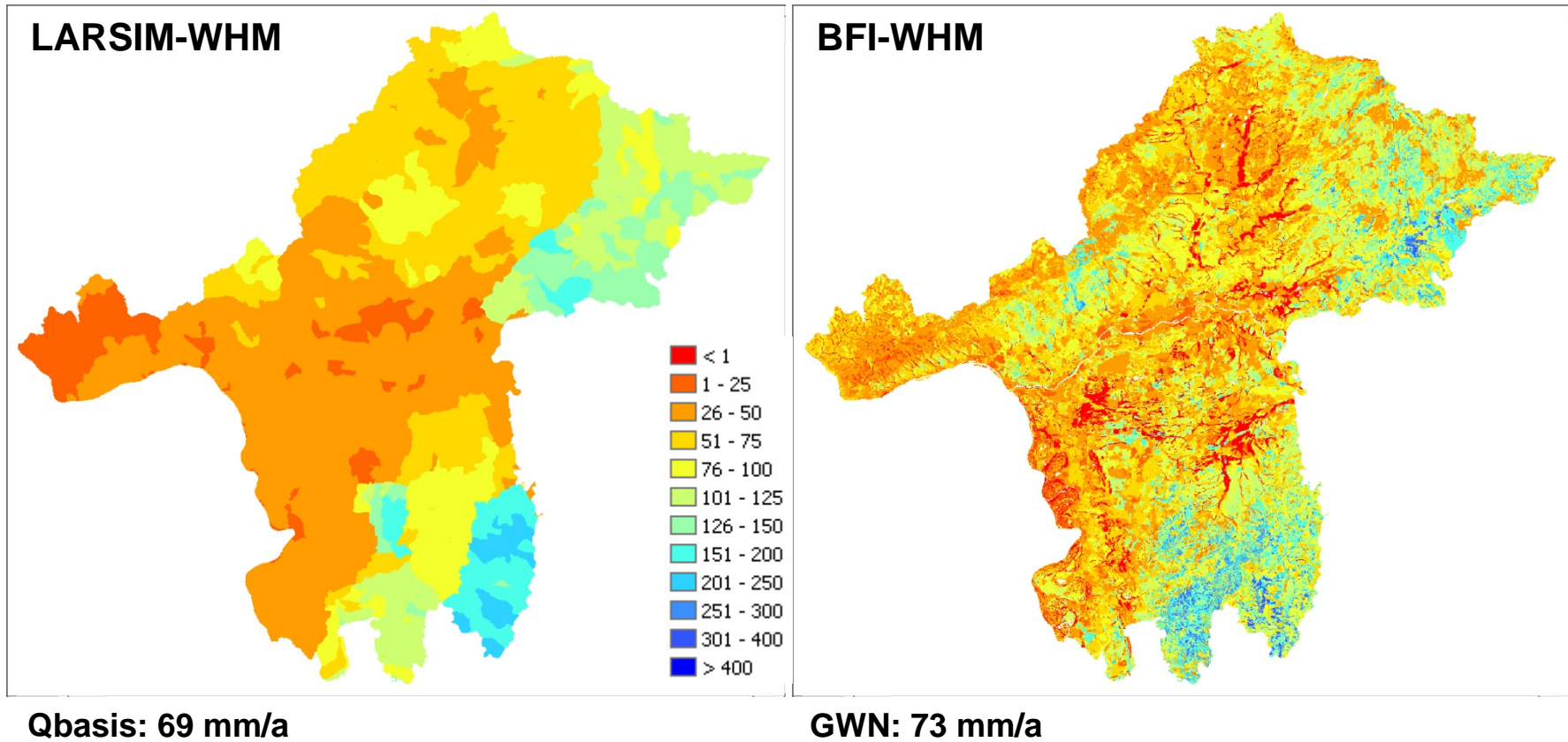


Qgesamt: 183 mm/a

Der langjährig mittlere Gesamtabfluss von **LARSIM-WHM** ist **27 % höher** als der von **BFI-WHM**

2. Modellierung der Grundwasserneubildung in Südhessen mit LARSIM-WHM

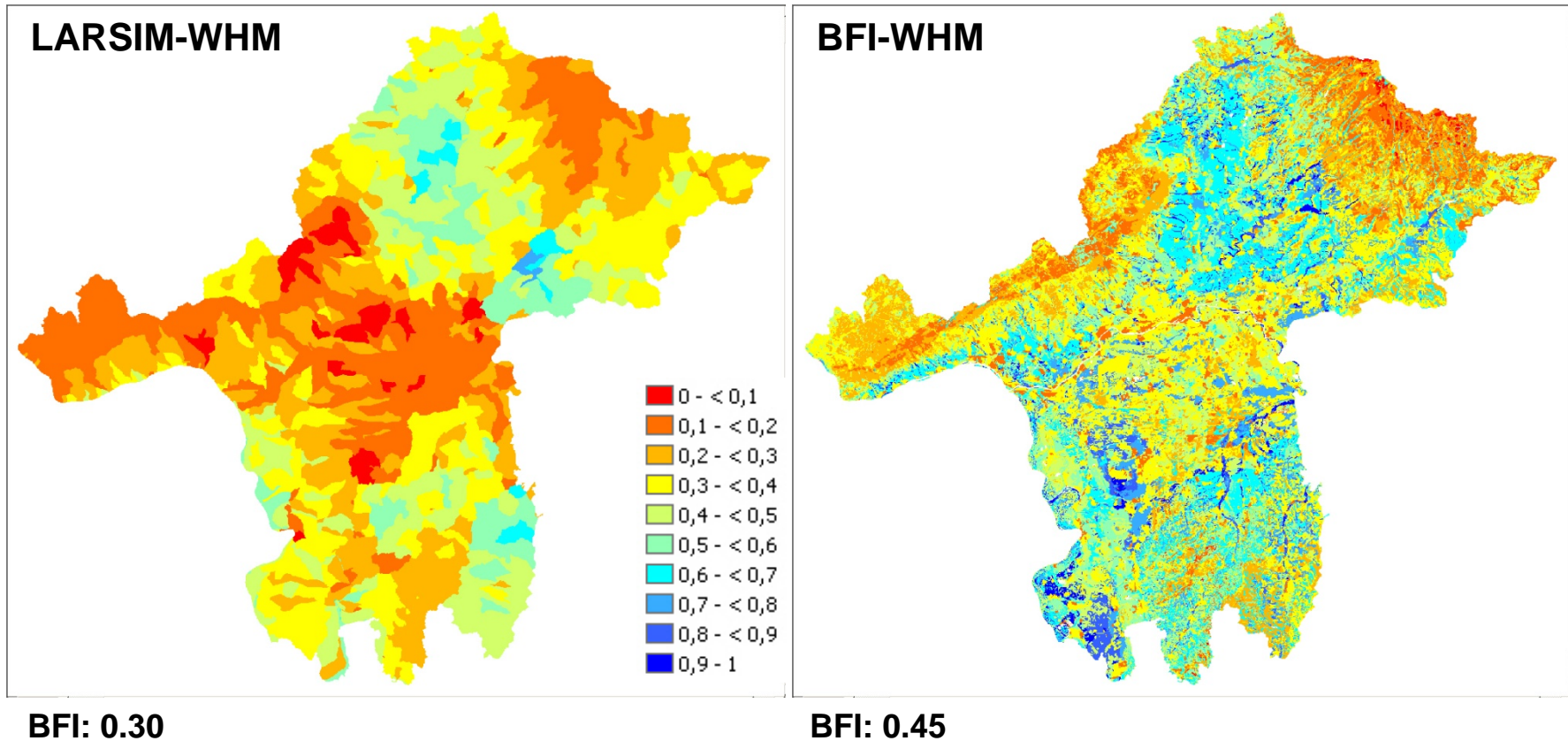
Modellergebnisse 1994-2003 (*Dekaden-Mittelwerte*): **Basisabfluss bzw. GWN**



Der langjährig mittlere Basisabfluss von **LARSIM-WHM** ist ca. 5 % niedriger als der von **BFI-WHM**

2. Modellierung der Grundwasserneubildung in Südhessen mit LARSIM-WHM

Modellergebnisse 1994-2003 (*Dekaden-Mittelwerte*): **Basisabfluss/Gesamtabfluss**



Der langjährig mittlere BFI von **LARSIM-WHM** ist **33 % niedriger** als der von **BFI-WHM**

Die räumlichen Verteilungsmuster unterscheiden sich zum Teil deutlich

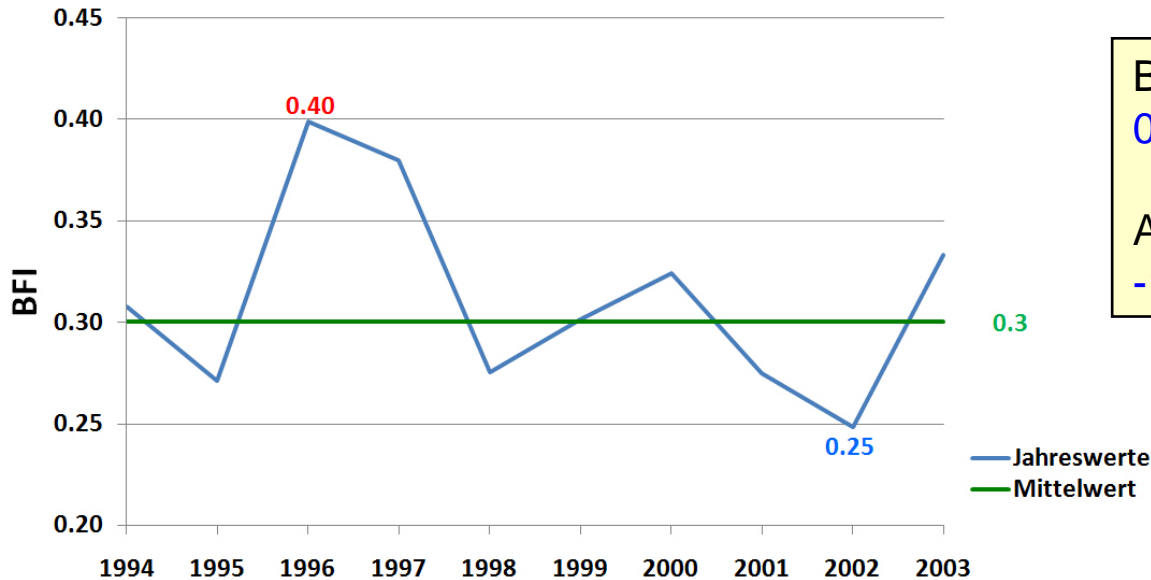
2. Modellierung der Grundwasserneubildung in Südhessen mit LARSIM-WHM

Modellergebnisse: Jahreswertewerte 1994-2003 (rot = Trockenjahre, blau = Feuchthjahre)

Jahr	Niederschlag	Diff. % vs. 10-a Mittel	BFI	Diff. % vs. 10-a Mittel	GWN LARSIM	GWN BFI-WHM	Diff. % vs. BFI-WHM
1994	705	0	0.31	2	75	63	19
1995	796	13	0.27	-10	77	101	-23
1996	596	-15	0.40	33	51	35	46
1997	540	-23	0.38	27	52	31	67
1998	779	11	0.28	-8	78	98	-20
1999	691	-2	0.30	0	68	62	10
2000	781	11	0.32	8	77	86	-11
2001	798	13	0.28	-8	83	121	-31
2002	873	24	0.25	-17	82	115	-29
2003	477	-32	0.33	11	48	18	166
10-a Mittel	704		0.30		69	73	-5

2. Modellierung der Grundwasserneubildung in Südhessen mit LARSIM-WHM

Dynamik des BFI - Jahreswerte 1994-2003



Bandbreite des jährlichen BFI:

0.25 bis 0.4

Abweichung vs. Mittel (0.3):

-17 % bis +33 %

Auswirkung auf die Grundwasserneubildung ($GWN = Q_{\text{gesamt}} * BFI$)

1996 (trocken)

mittlerer BFI: $GWN = 127 \text{ mm/a} * 0.30 = 38 \text{ mm/a}$

korrigierter BFI: $GWN = 127 \text{ mm/a} * 0.40 = 51 \text{ mm/a}$

GWN würde mit mittlerem BFI 25 % niedriger ausfallen

2002 (feucht)

mittlerer BFI: $GWN = 329 \text{ mm/a} * 0.30 = 99 \text{ mm/a}$

korrigierter BFI: $GWN = 329 \text{ mm/a} * 0.25 = 82 \text{ mm/a}$

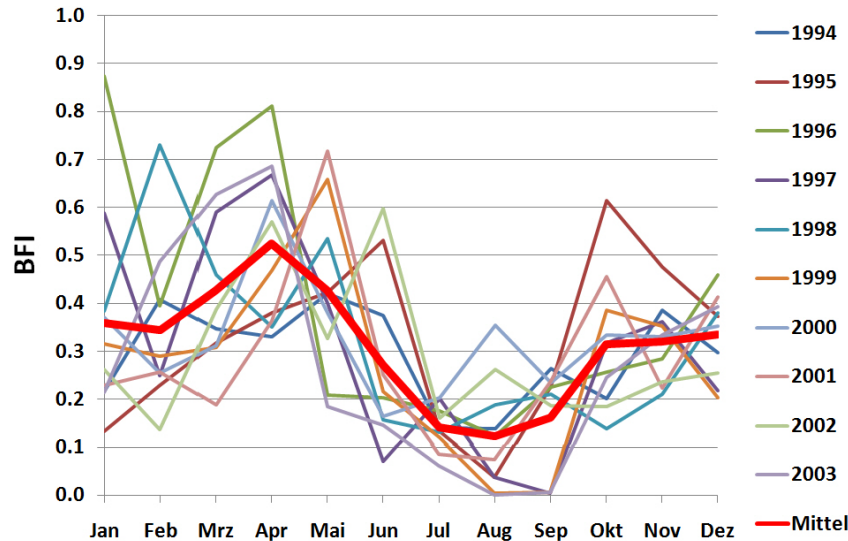
GWN würde mit mittlerem BFI 21 % höher ausfallen

Fehlerbereich der GWN
bei konstantem BFI:

-25 % bis +21 %

2. Modellierung der Grundwasserneubildung in Südhessen mit LARSIM-WHM

Dynamik des BFI - Monatswerte 1994-2003



Bandbreite des monatlichen BFI:

Einzeljahr

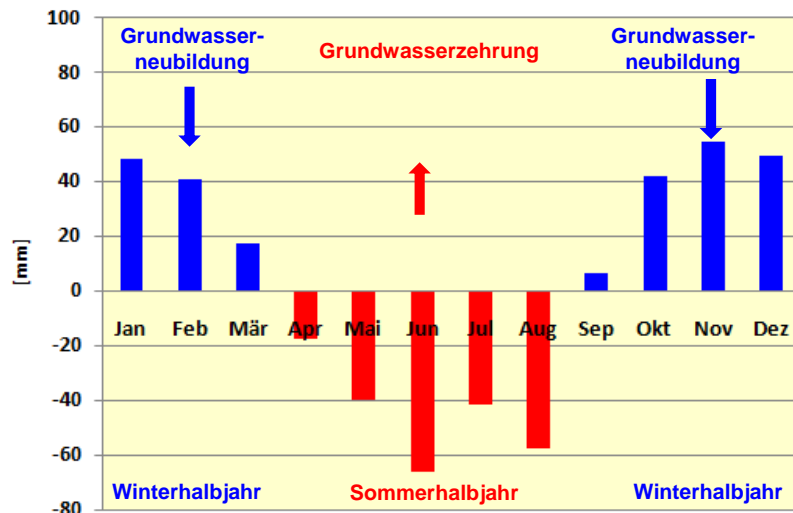
0 bis 0.87

10-a Mittel

0.12 bis 0.52

-60% bis +73%

Jahresgang der klimatischen Wasserbilanz



BFI ist im (feuchten) Winterhalbjahr bzw. Frühjahr am höchsten

BFI ist im (trockenen) Sommerhalbjahr am niedrigsten

?

?

3. Zusammenfassung

- Das statische Baseflow Index-Konzept liefert plausible Ergebnisse für die langjährig mittlere Grundwasserneubildung.
- Für **Dekaden**-Auswertungen ist der Fehler unter Verwendung konstanter Baseflow Indizes noch relativ gering. Für **Trockendekaden** wird die Grundwasserneubildung um ca. **5 % unterschätzt**, für **Feuchtdekaden** wird sie um ca. **5 % überschätzt**.
- Die LARSIM-Modellergebnisse zeigen für **Einzeljahre** eine deutliche klimatisch bedingte Dynamik des BFI; in Trockenjahren nimmt der BFI deutlich höhere Werte gegenüber dem langjährigen Mittel an (+ 33%), in Feuchtjahren liegt er deutlich darunter (17%).
- Für **Trockenjahre** würde die GWN bei konstantem BFI um **25 % niedriger** ausfallen. Für **Feuchtjahre** würde die GWN bei konstantem BFI um **21 % höher** ausfallen
- Noch deutlicher ist die Dynamik des BFI im **Jahresgang** ausgeprägt. Fast der gesamte Wertebereich zwischen 0 und 1 wird abgedeckt. Im Winter und Frühjahr sind die BFI-Werte am höchsten, im Sommer am niedrigsten **???**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !