

# 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

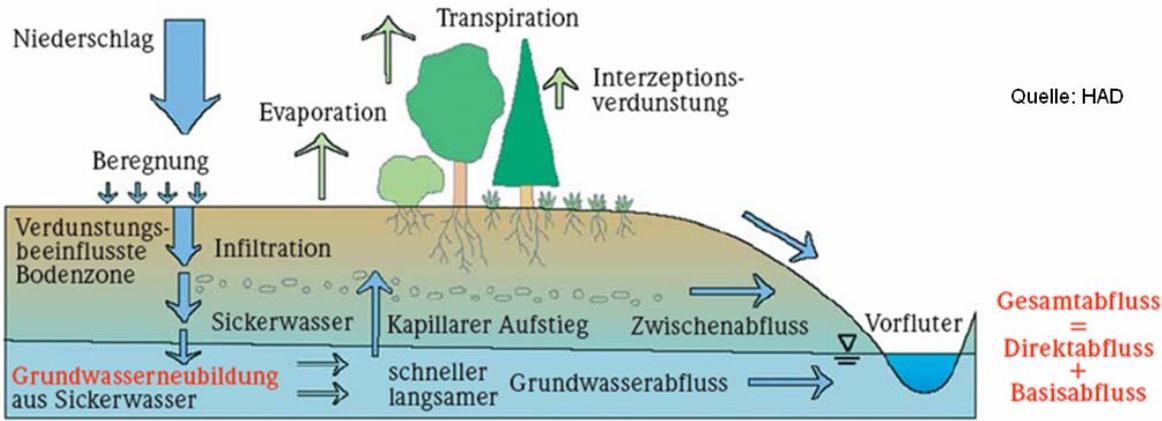
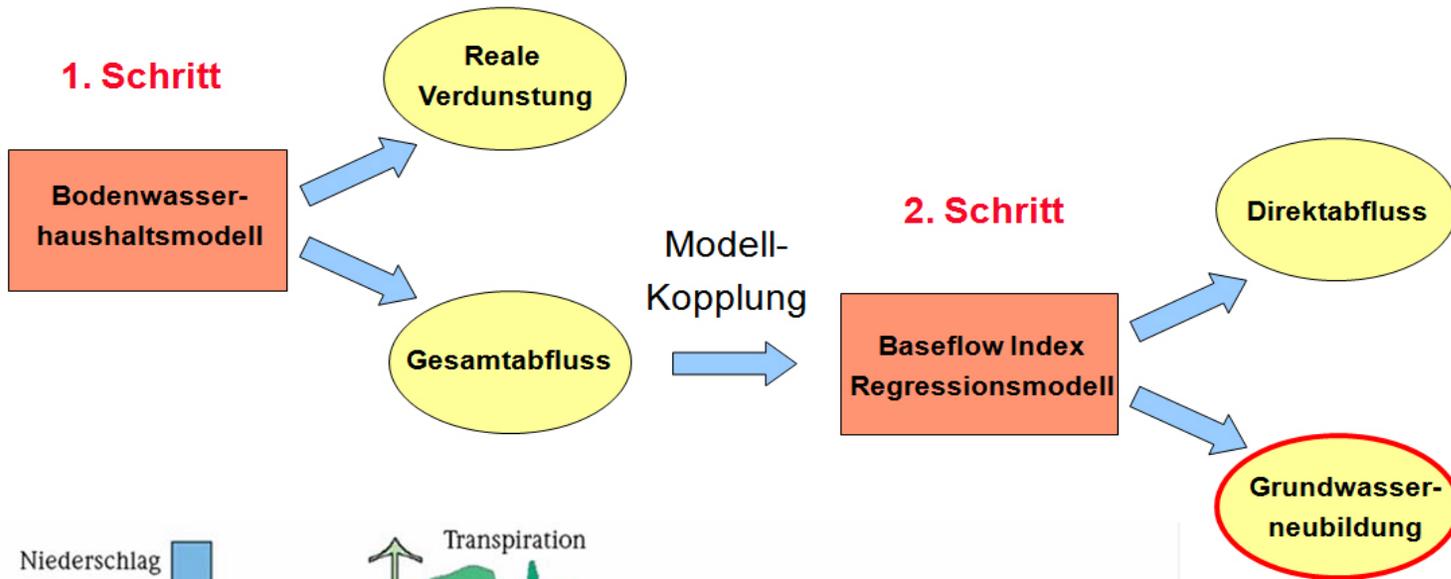
## 2. Modellierung der Grundwasserneubildung in Südhessen mit LARSIM-WHM

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)**

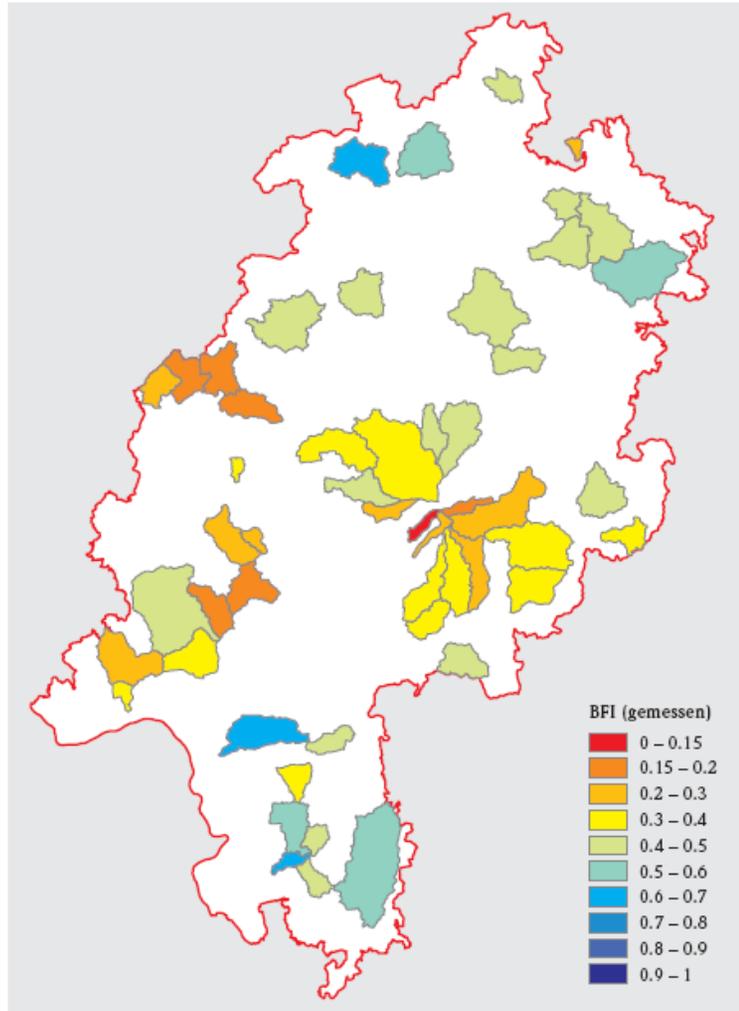
**Grundwasserneubildung = Gesamtabfluss \* BFI**

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

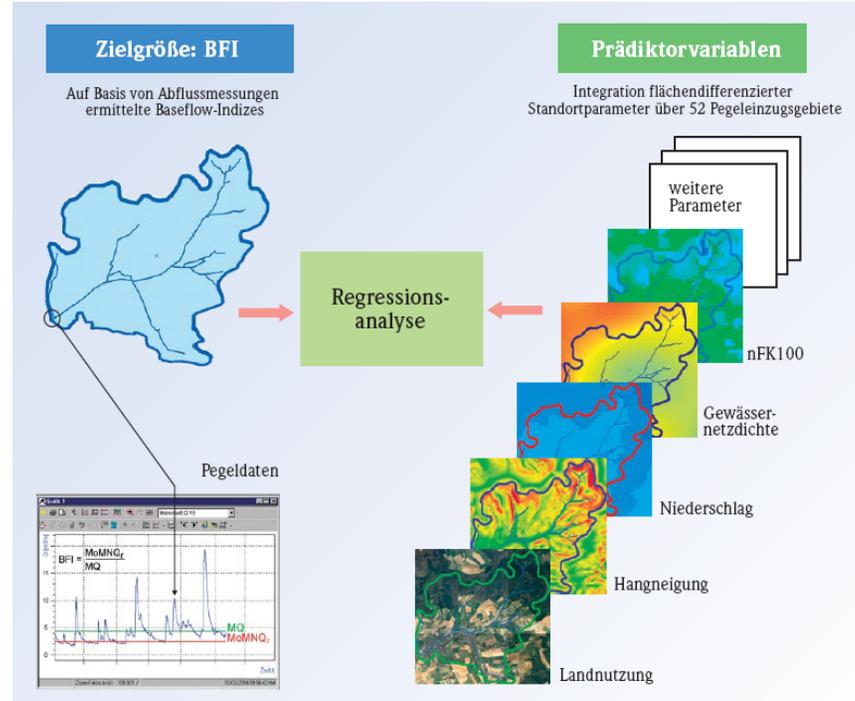
## Ermittlung des BFI aus Pegeldaten

Referenzperiode 1971-2000

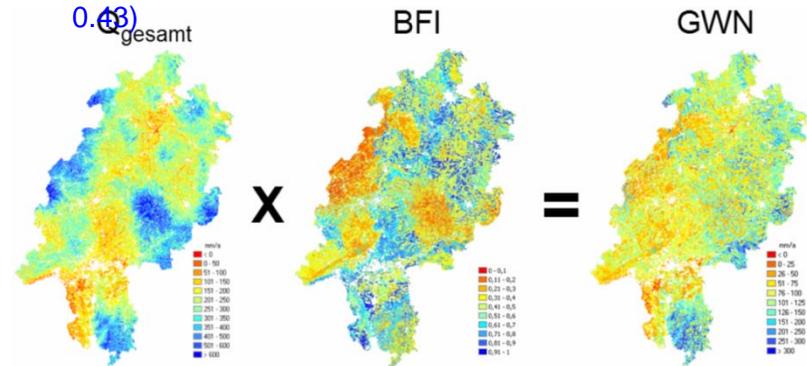
52 Einzugsgebiete (Flächenabdeckung 25 %)



## Regionalisierung des BFI



## Multiplikative Verknüpfung (Mittlerer BFI: 0.43)



# 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 Pegel Einzugsgebiete 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 = Qgesamt \* 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**

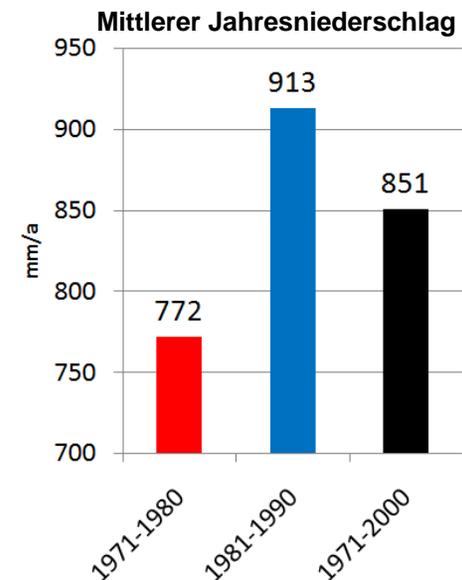
### 1981-1990 (feucht)

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

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

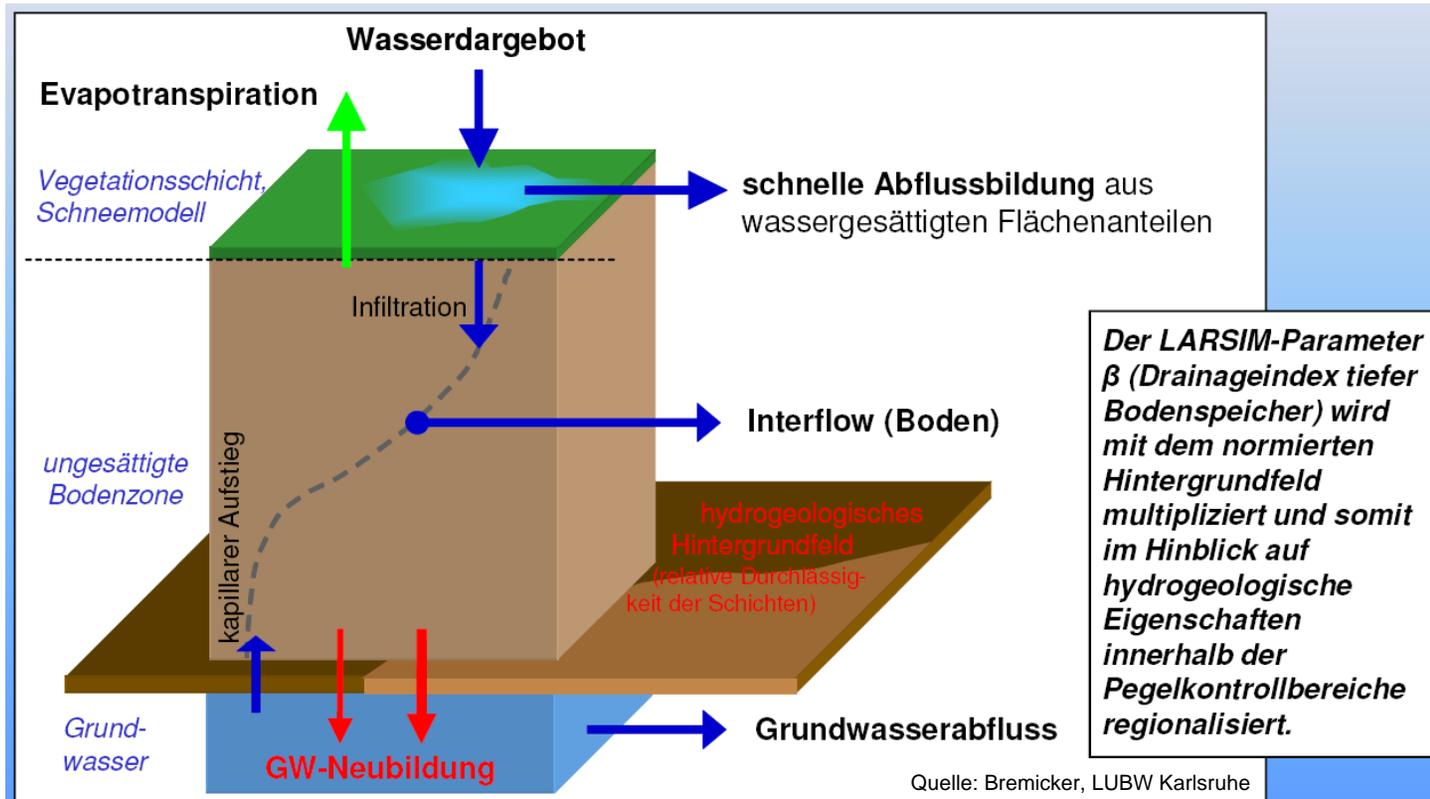
**GWN wird mit mittlerem BFI um 4 % überschätzt**

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

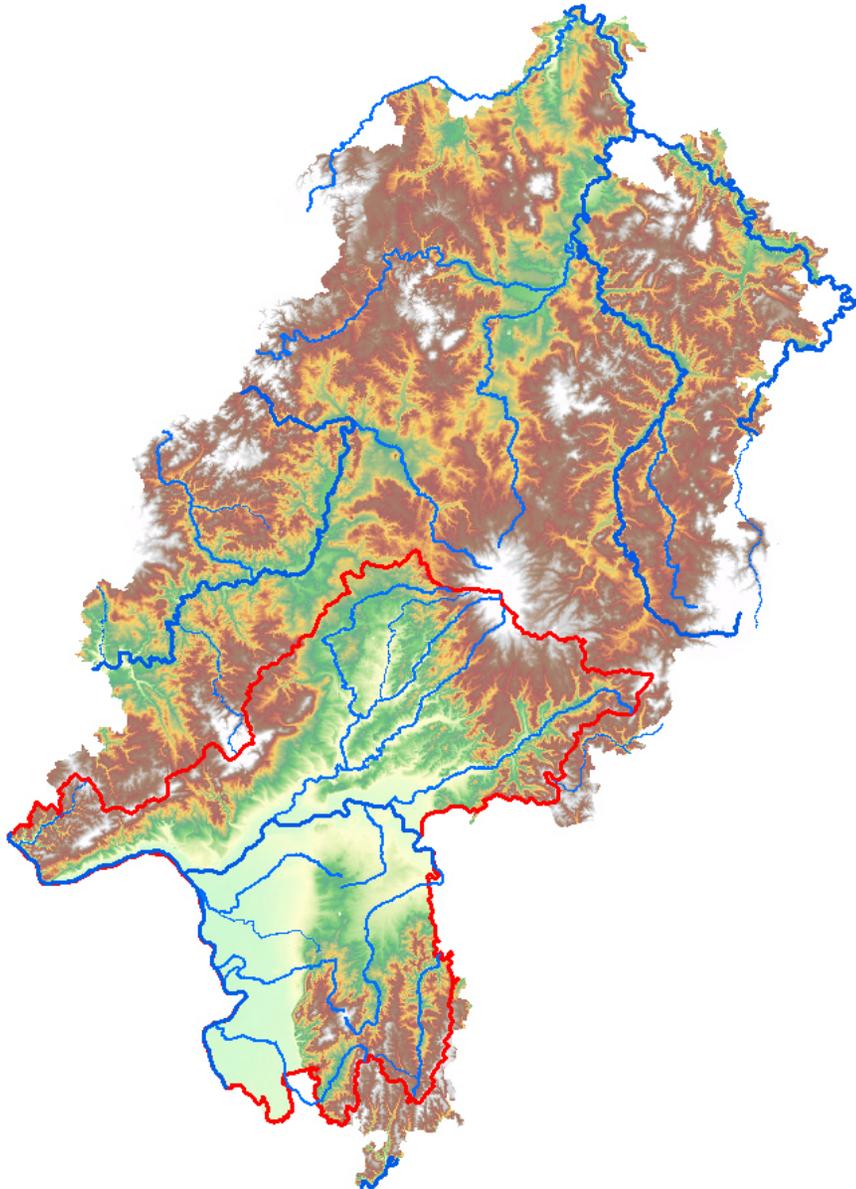


### Dynamisierung der Abflusssparation

Weiterentwicklung des LARSIM-Bodenmoduls -> Integration eines hydrogeologischen Hintergrundfeldes



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



**Modellgebiet Südhessen (7218 km<sup>2</sup>)**

**Flächendifferenzierte Modellierung für  
1206 Teileinzugsgebiete (à ca. 6 km<sup>2</sup>)**

**Betrachtungszeitraum: 1994-2003**

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

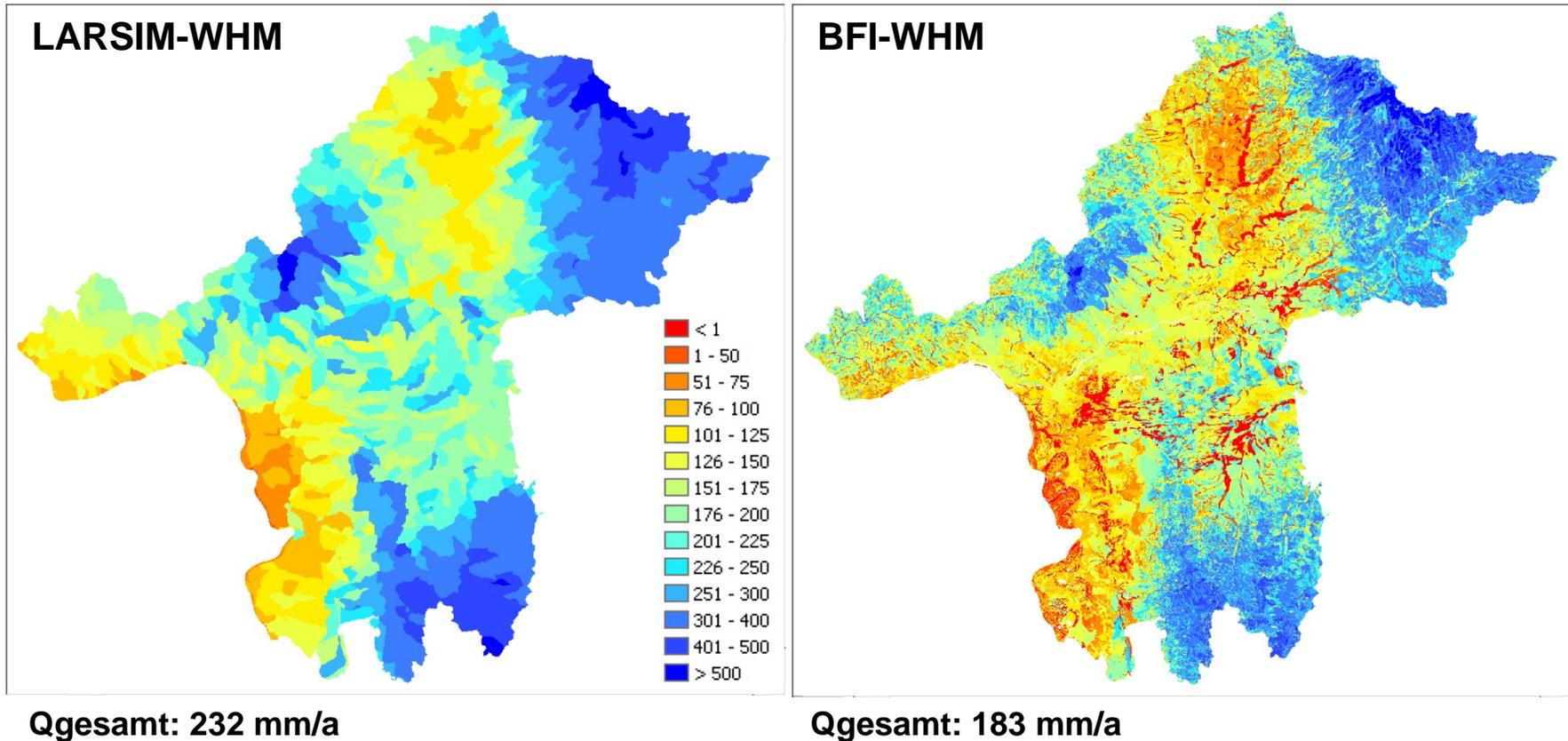
**Vergleichsmodellierung mit BFI-WHM**  
**gemeiname Gebietsgröße: 6713 km<sup>2</sup>**  
(100 Meter Raster, 671.293 Rasterzellen)

**Untersuchungsschwerpunkt:**

**Dynamik der Abflussanteile in  
Abhängigkeit unterschiedlicher  
Betrachtungszeiträume**

## 2. Modellierung der Grundwasserneubildung in Südhessen mit LARSIM-WHM

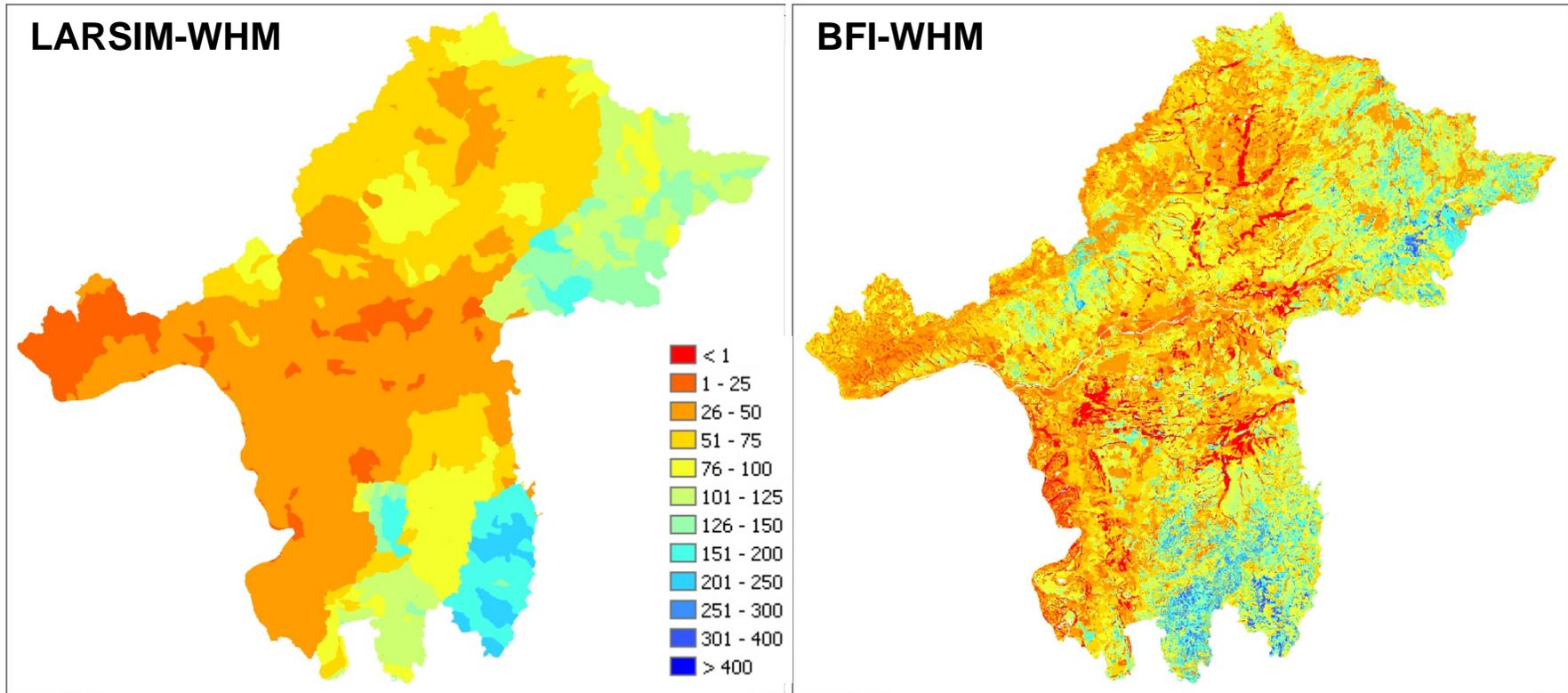
Modellergebnisse 1994-2003 (*Dekaden-Mittelwerte*): **Gesamtabfluss**



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**



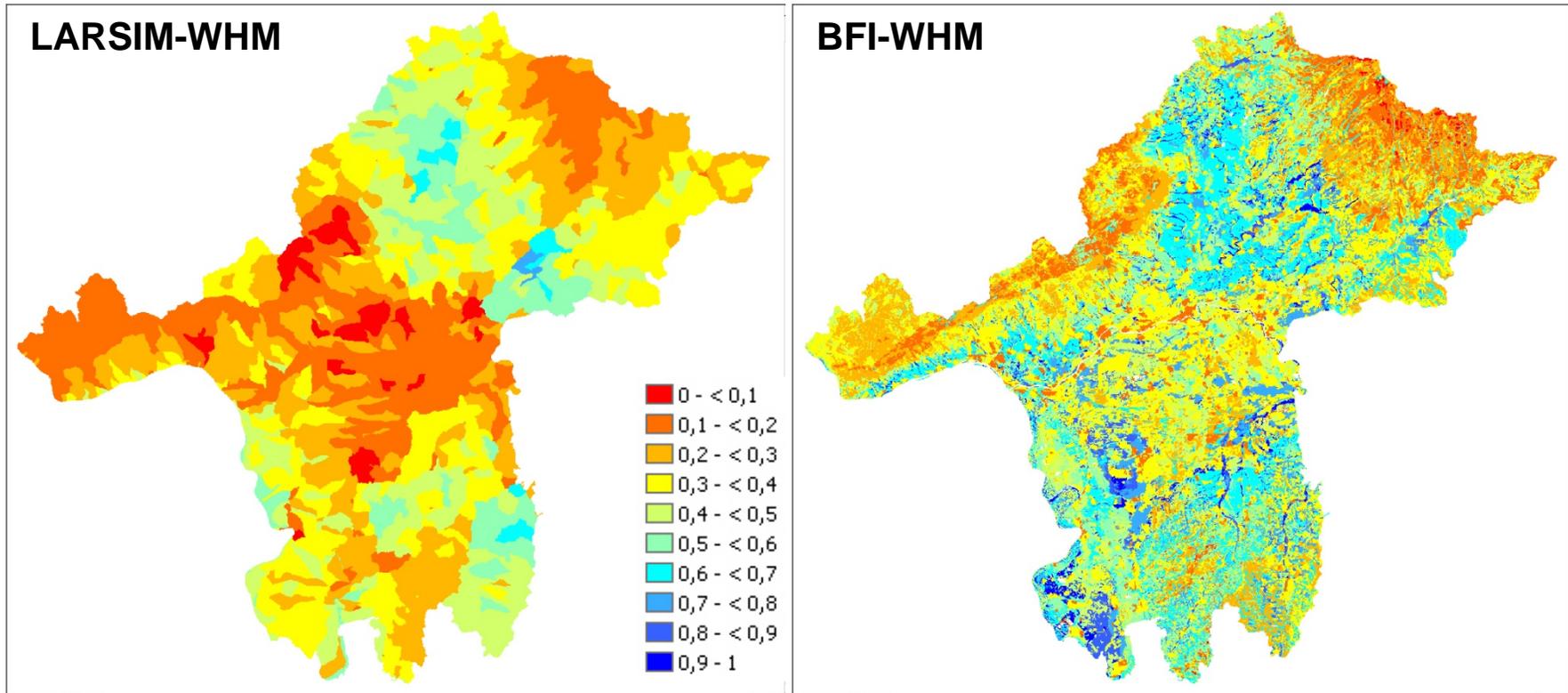
Qbasis: 69 mm/a

GWN: 73 mm/a

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**



BFI: 0.30

BFI: 0.45

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

Die räumlichen Verteilungsmuster unterscheiden sich zum Teil deutlich

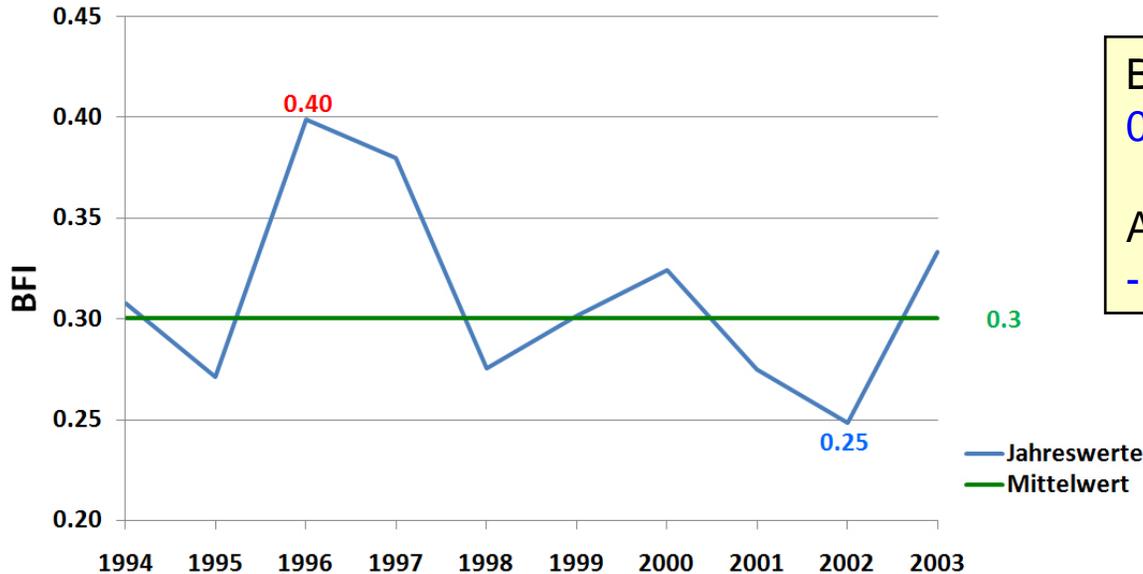
## 2. Modellierung der Grundwasserneubildung in Südhessen mit LARSIM-WHM



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

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	<b>0.40</b>	<b>33</b>	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	<b>0.25</b>	<b>-17</b>	82	115	-29
2003	477	-32	0.33	11	48	18	166
<b>10-a Mittel</b>	<b>704</b>		<b>0.30</b>		<b>69</b>	<b>73</b>	<b>-5</b>

### 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 = Qgesamt \* 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:  $GWN = 329 \text{ mm/a} * 0.30 = 99 \text{ mm/a}$

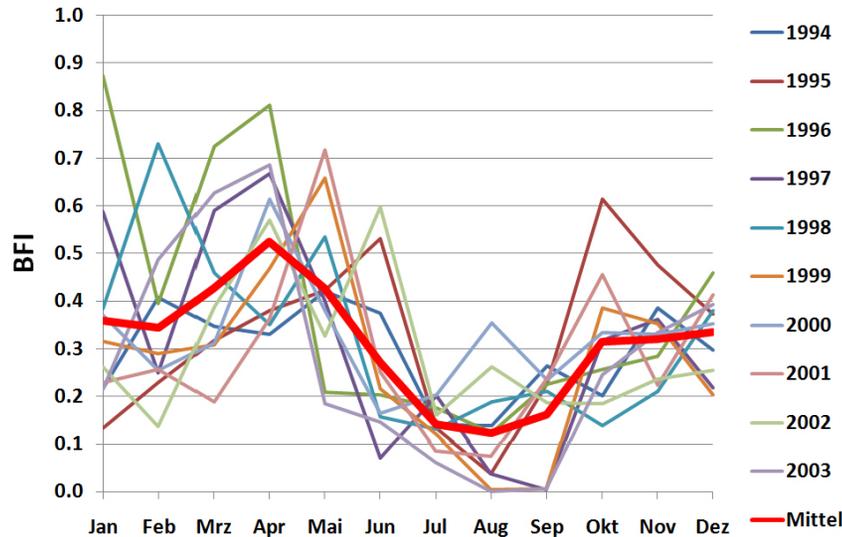
korrigierter BFI:  $GWN = 329 \text{ mm/a} * 0.25 = 82 \text{ mm/a}$

**GWN würde mit mittlerem BFI 21 % höher ausfallen**

Fehlerbereich der GWN  
bei konstantem BFI:

-25 % bis +21 %

## Dynamik des BFI - Monatswerte 1994-2003



### Bandbreite des monatlichen BFI:

Einzeljahr

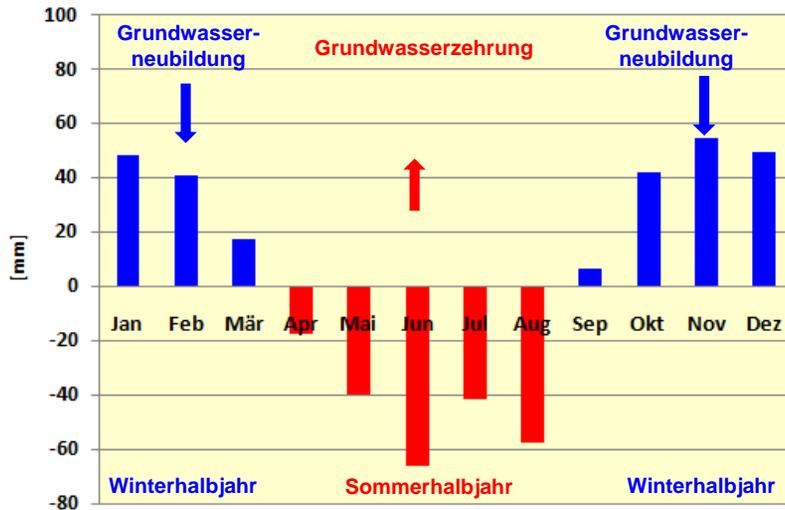
0 bis 0.87

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 !**