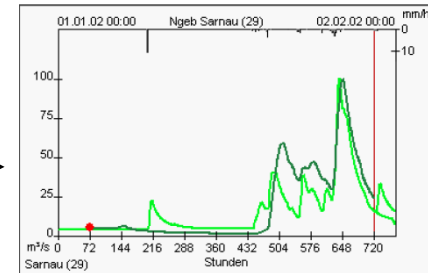
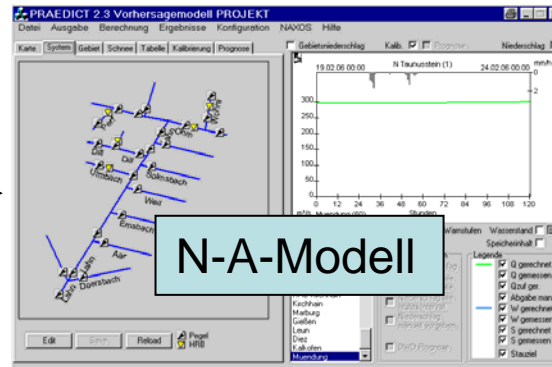


## Mögliche Auswirkungen des Klimawandels und der Klimafolgen auf die **Abflussverhältnisse an hessischen Gewässern**

Veränderungen für hydrometeorologische Parameter  
bislang aufgetretene Veränderungen im Lahnggebiet  
zukünftig zu erwartende Abflussverhältnisse (MQ,NQ,HQ)  
Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft

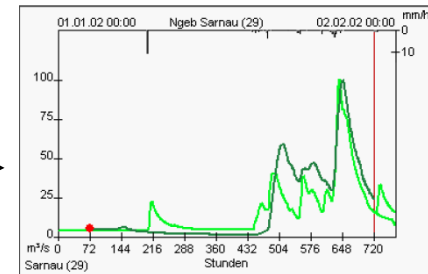
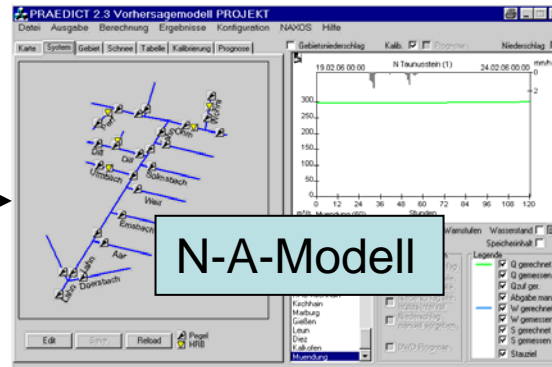
# Vorgehensweise zu Untersuchung hydrologischer Auswirkungen :



Analyse

HQ100

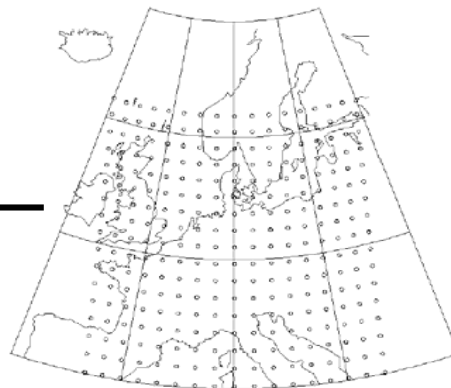
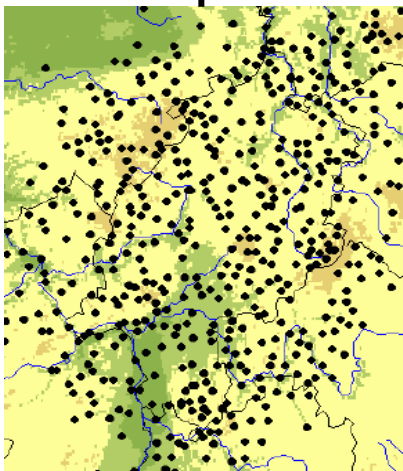
# Vorgehensweise zu Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels:



Analyse

Klima-  
auswirkung

Klima-  
Stations-  
reihen



Wetterlagenklassifikation

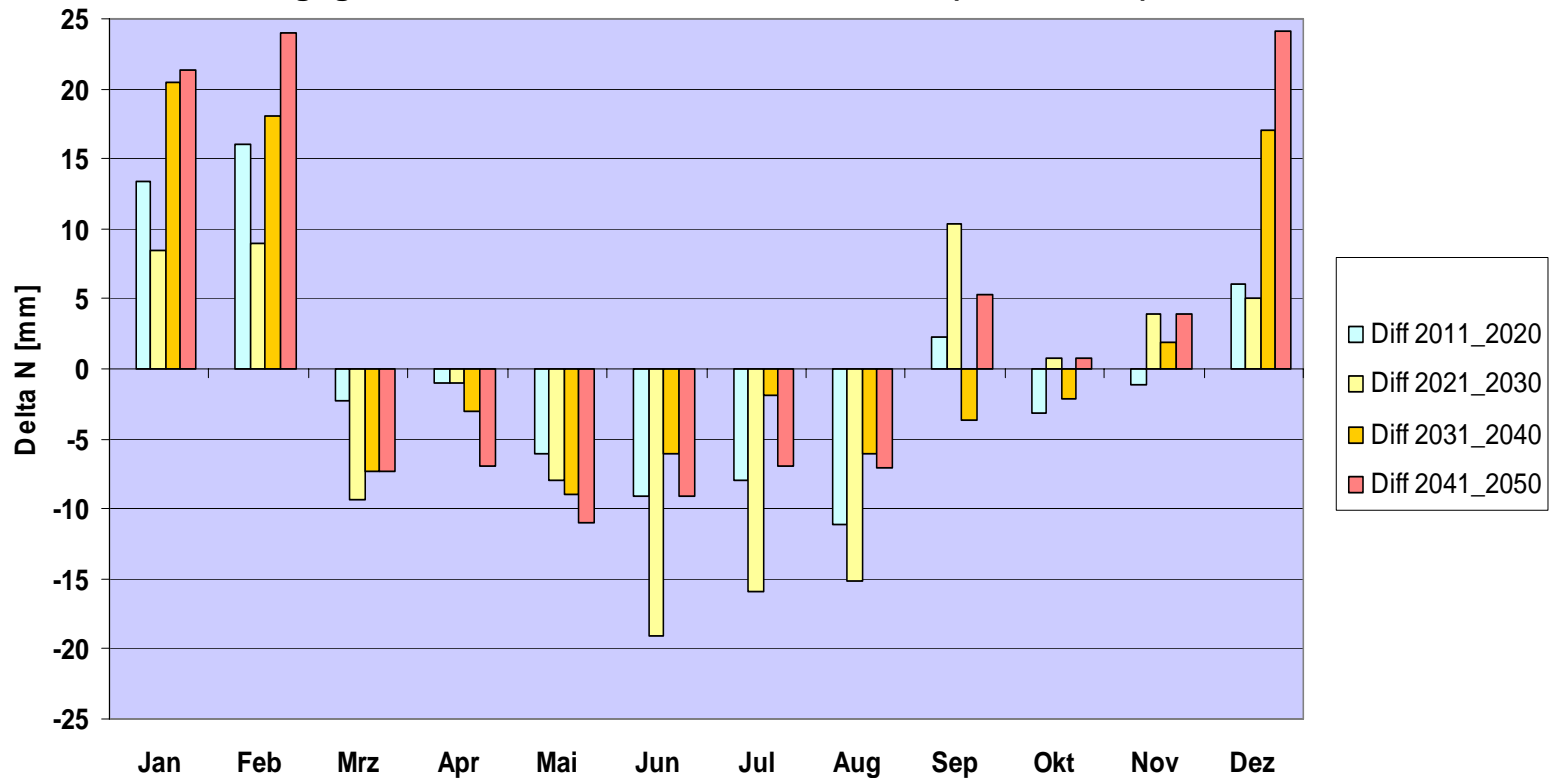


ECHAM4 B2

.. neben Temperaturerhöhungen ergeben sich aus den Klimaszenarien für Hessen

## Veränderungen der monatlichen Niederschläge:

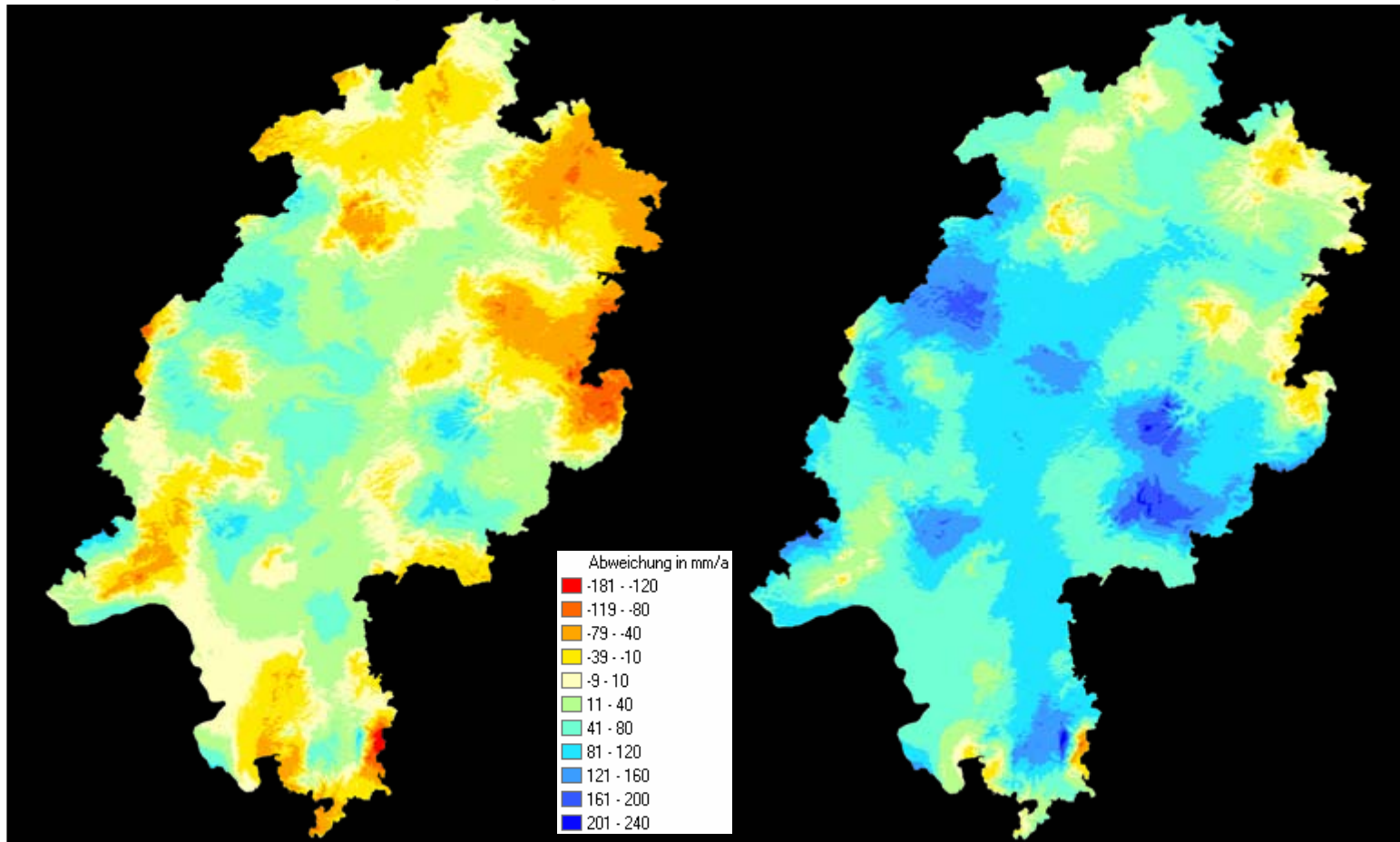
Veränderungen der simulierten Monatsniederschläge gegenüber dem simulierten Jetztzustand (1981 - 2000)



# Regionale Niederschlagsveränderung

Jahresniederschlag-Differenzenkarten

Abweichungen gegenüber der Periode 1971-2000



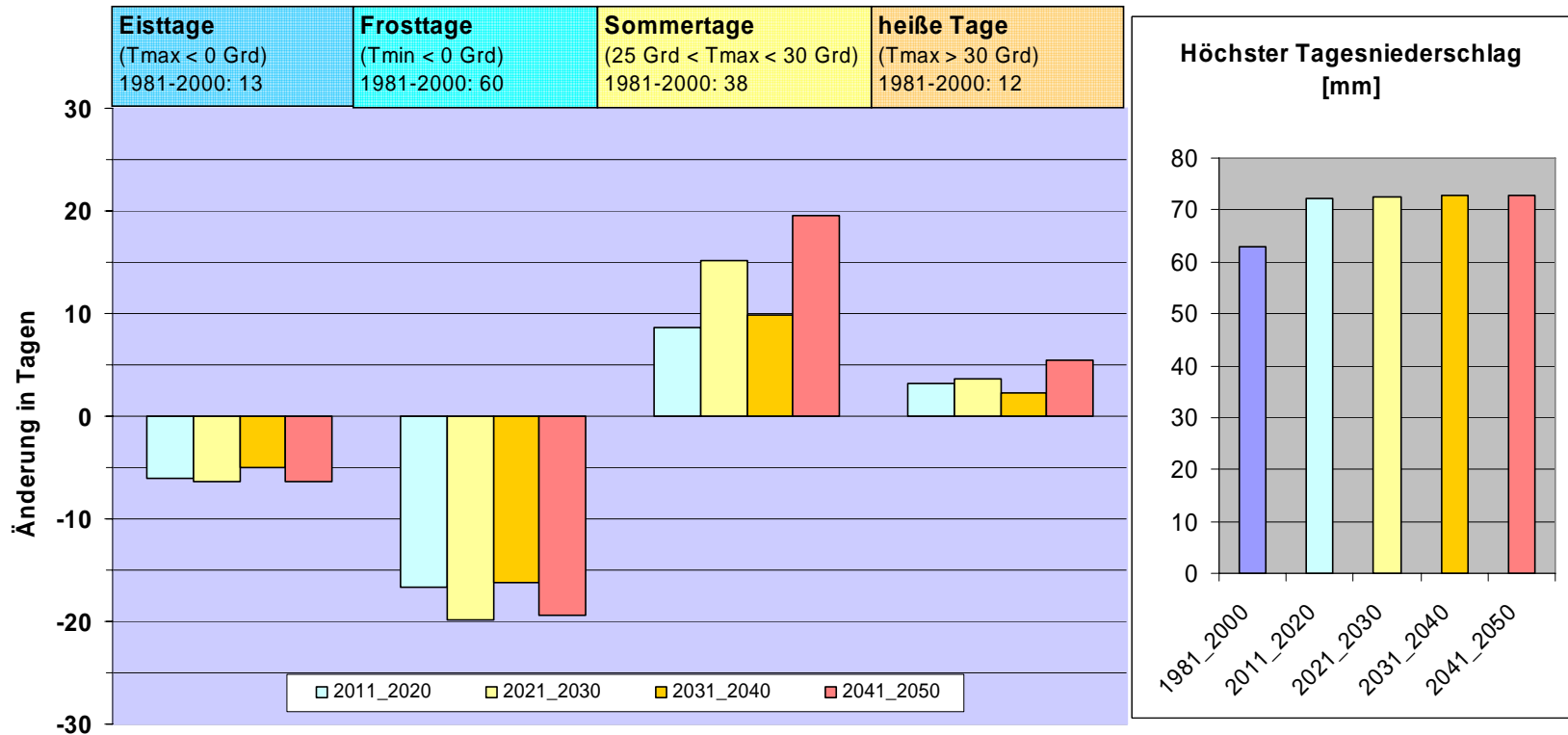
Dezennium 2021-2030 (Mittel)

Dezennium 2041-2050 (Mittel)

(aus:  
Hergesell,  
2005)

# Extremtage Wiesbaden:

Veränderung der Anzahl der mittleren jährlichen klimatischen Extremtage gegenüber dem Zeitraum 1981-2000  
**Station Wiesbaden(Sued) (145 m +NN)**  
 (ECHAM4/B2-Szenario, Regionalisierung Meteo-Research)





# Hydrometeorologische Veränderungen und Änderungen der Abflussverhältnisse

Zukunftsszenarien zeigen deutliche Veränderungen  
hydrometeorologischer Parameter (Niederschlag, Temp., ...)

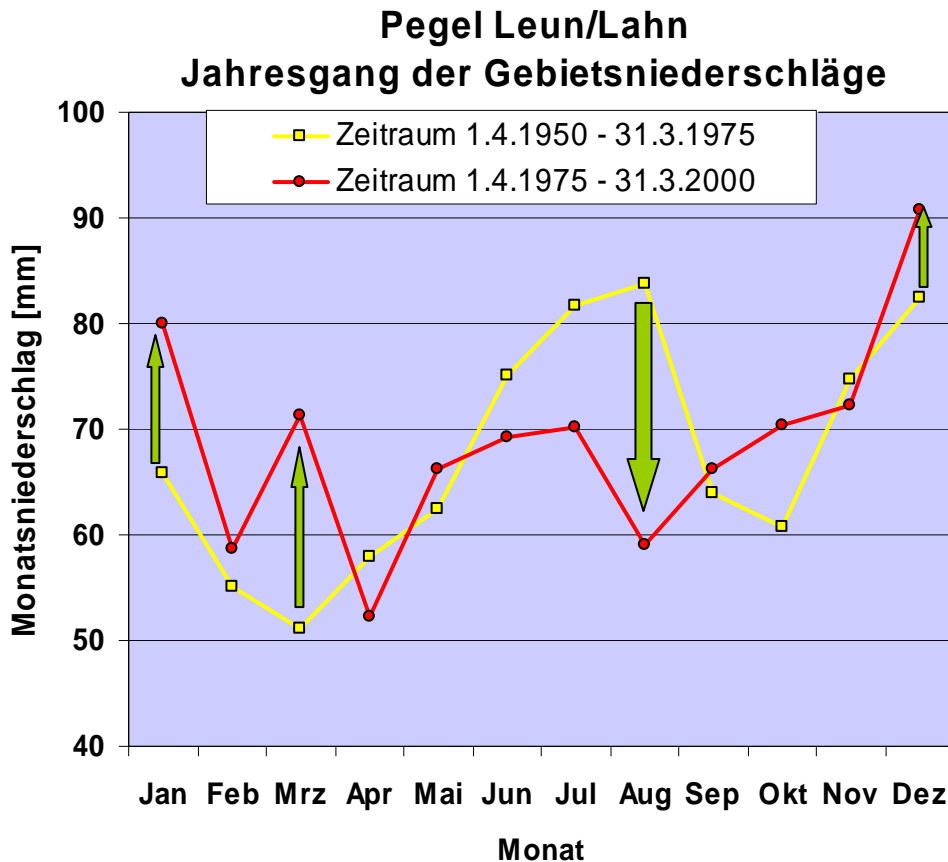
Können Veränderungen hydrometeorologischer Parameter in  
untersuchten Abflussreihen festgestellt werden?

Fallbeispiel aus der KHR-AG

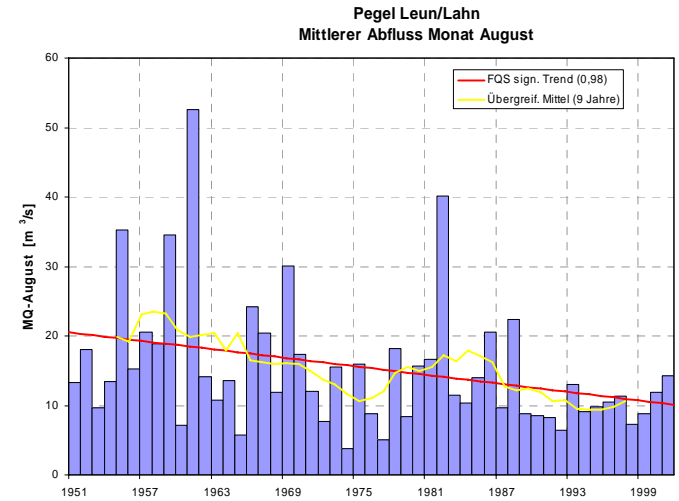
"Änderungen im Abflussregime des Rheingebiets":

Entwicklung 1950-2000 im Lahnggebiet

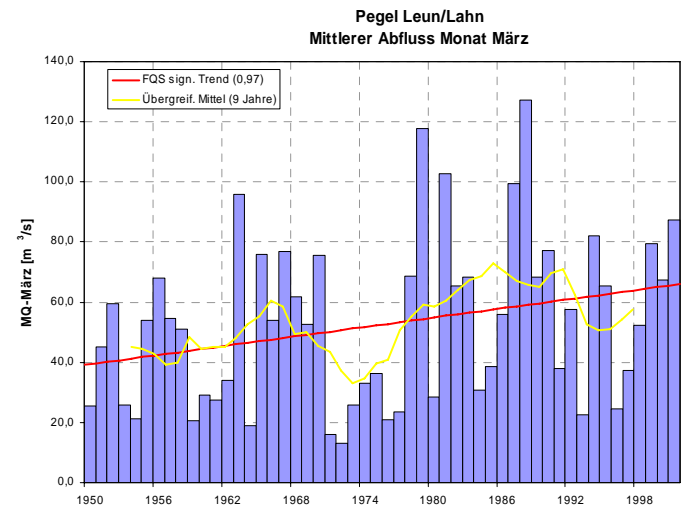
# „Historische“ Veränderungen am Pegel Leun (Lahn) 1950 - 2000



Niederschlag



Aug



Mrz

Abfluss

# Untersuchungsansatz Klimaänderung und Abflussverhalten



- Globales Klimamodell
- Auswahl eines Szenariolaufes
- Regionalisierung auf hessische Stationen
- Aufbereitung der Stationswerte und Anwendung in einem N-A-Modell
- Analyse und Auswertungen der Ergebnisse: Hydrologische Auswirkungen für die Klimaszenarien gg. Periode 1981-2000

# Wasserhaushaltsmodell

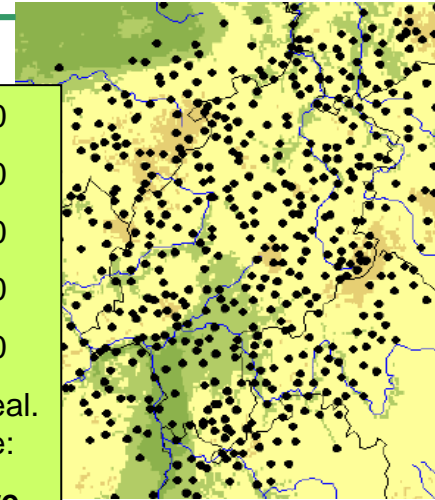
# LARSIM



Umrechnung gemessener Klimadaten auf die Teileinzugsgebiete  
Niederschlag, Lufttemperatur, Sonnenscheindauer, relative Luftfeuchte, Luftdruck, Windgeschwindigkeit

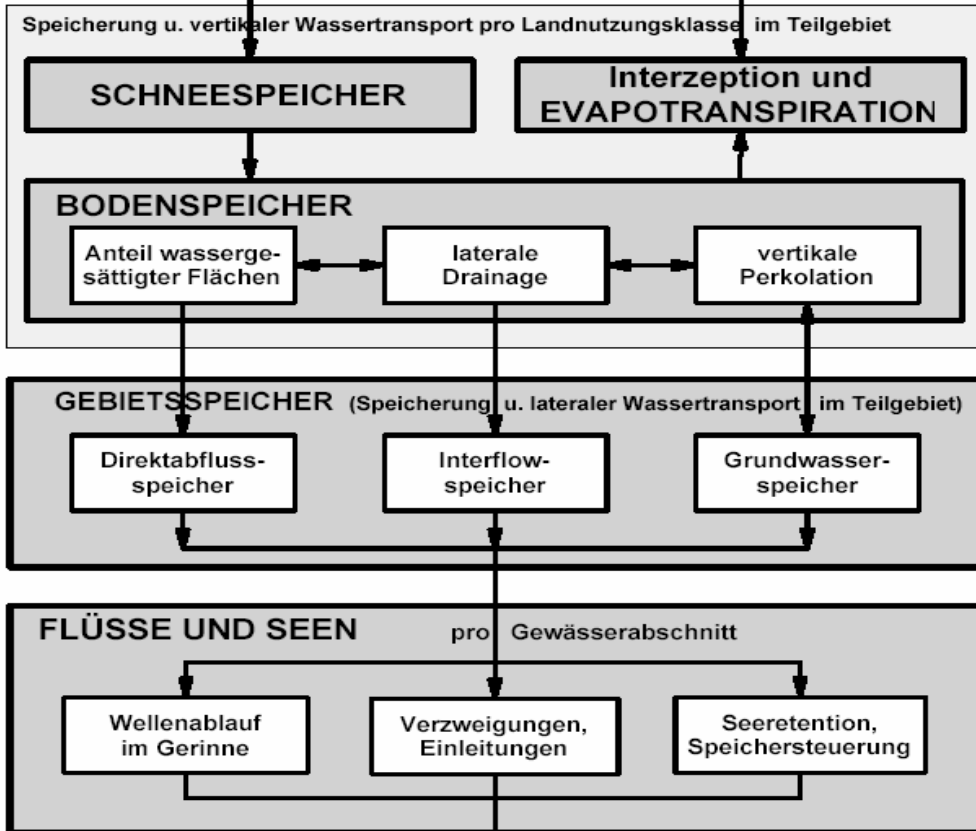
„Enke-Daten“

Tageswerte



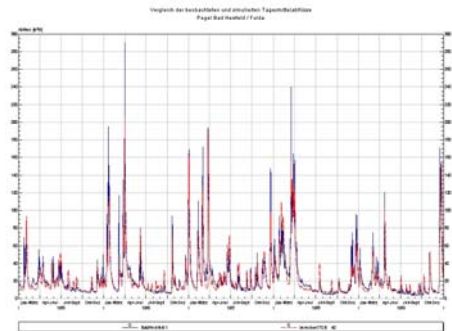
- 1981-2000
- 2011-2020
- 2021-2030
- 2031-2040
- 2041-2050
- jew. 10 Real. a 20 Jahre:
- 1000 Jahre**

BÜRDLING



Abfluss

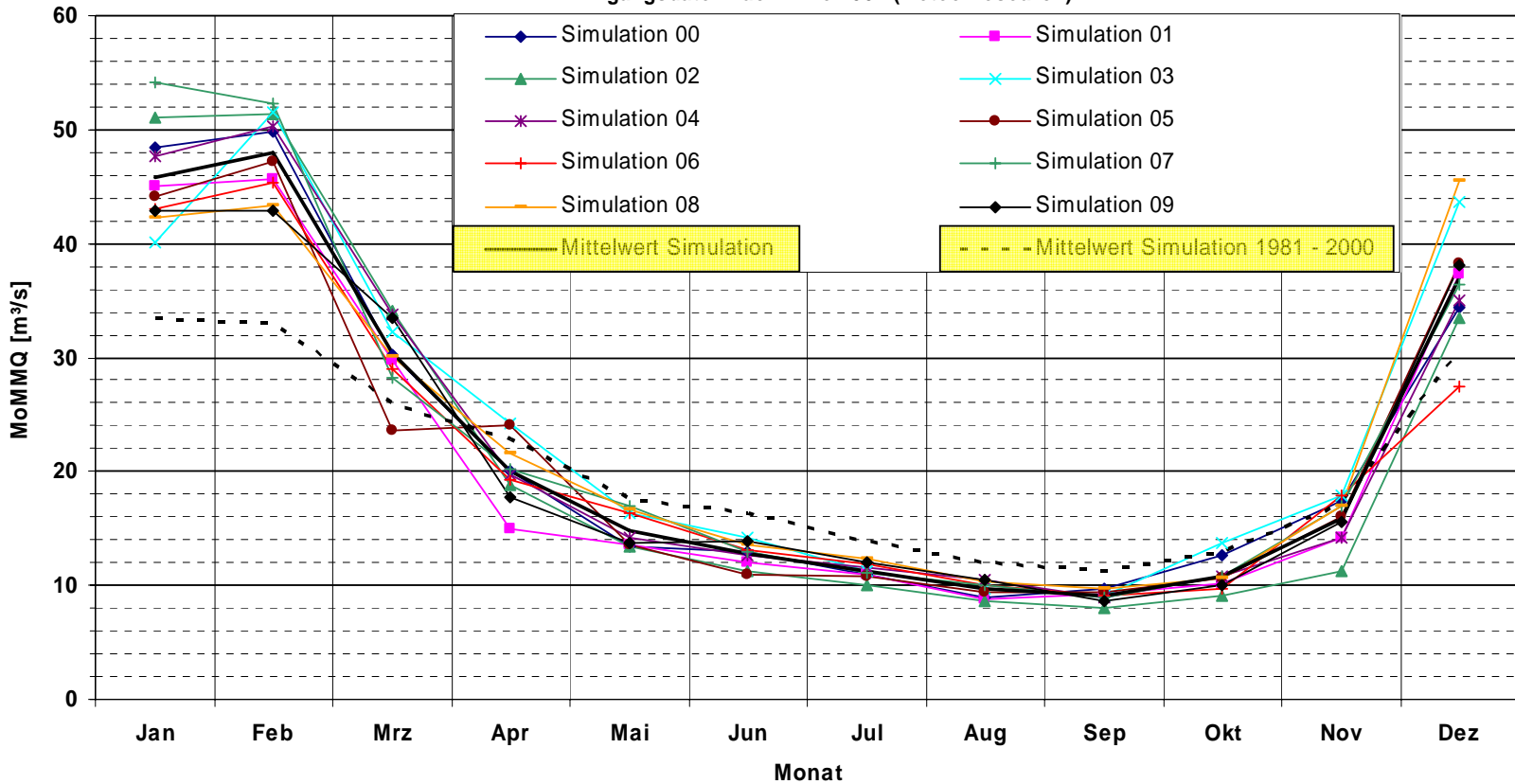
Tageswerte



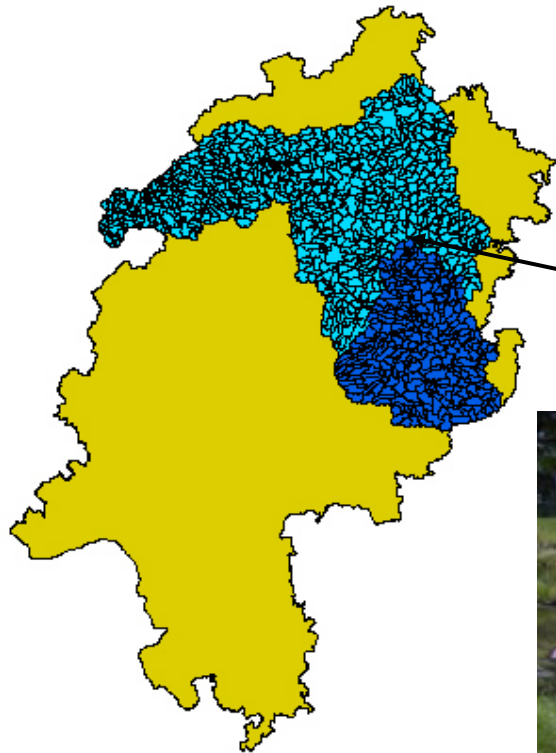
(Richter u. Czesniak, 2004)

# Simulation: 10 Realisierungen/Dekade, Beispiel MQ 2031-2040

Mittlere monatliche Mittelwasserabflüsse  
2031 - 2040  
MoMMQ Pegel Bad Hersfeld, Fulda  
Eingangsdaten nach Enke 2004 (Meteo-Research)



# Einzugsgebiet Fulda / Pegel Bad Hersfeld:



Einzugsgebiet der Fulda:

AEo = 6947 km<sup>2</sup>

Pegel Bad Hersfeld:

AEo: 2120 km<sup>2</sup>

Höhe: 940 – 194 m+NN

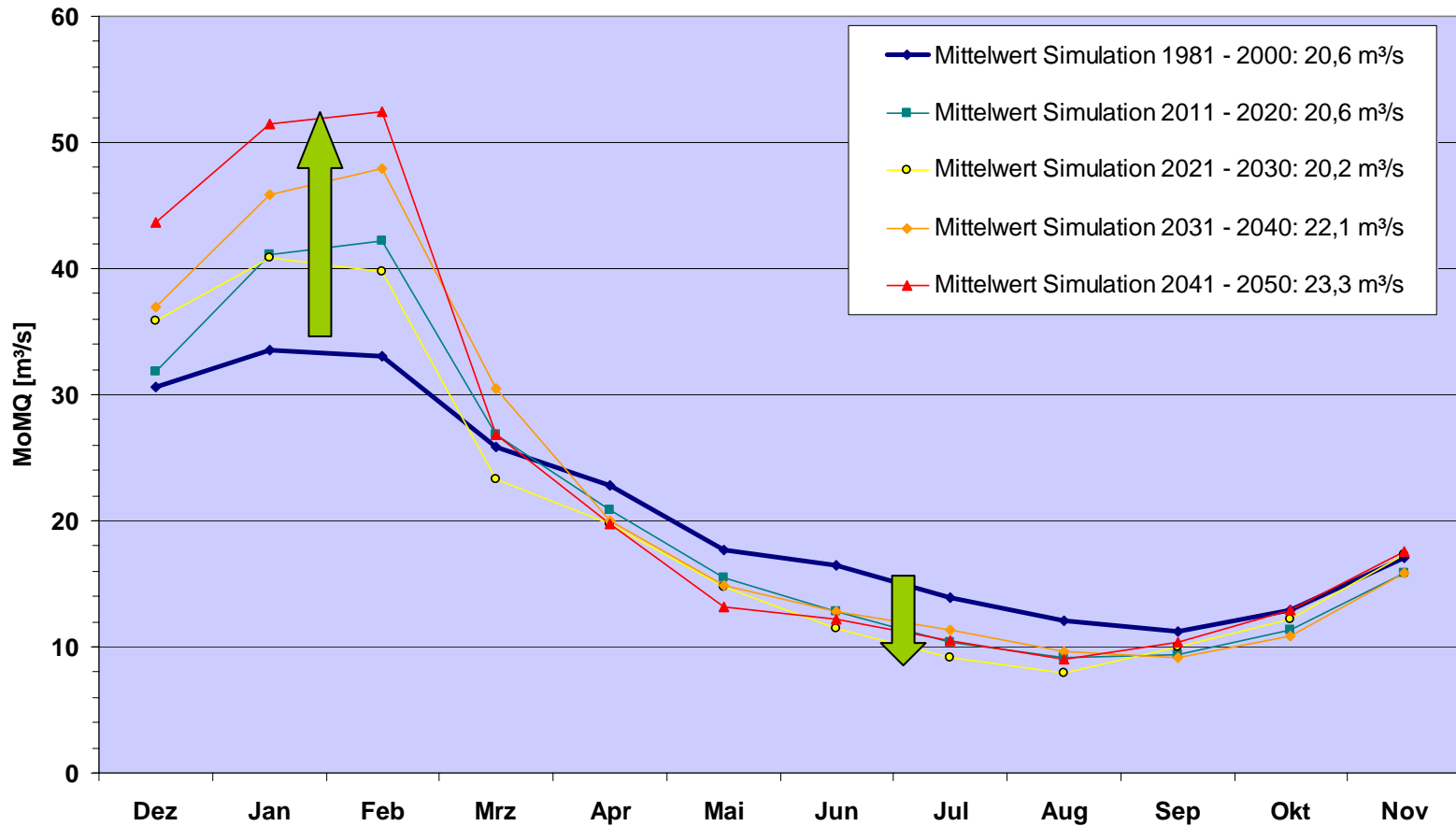
Waldanteil: 40 %

bebaut: 8,5 %



# Abflussregime Fuldaoberlauf:

## Veränderungen im Abflussregime MoMQ Pegel Bad Hersfeld / Fulda (Klimadaten nach Enke, Abflusssimulation LARSIM)

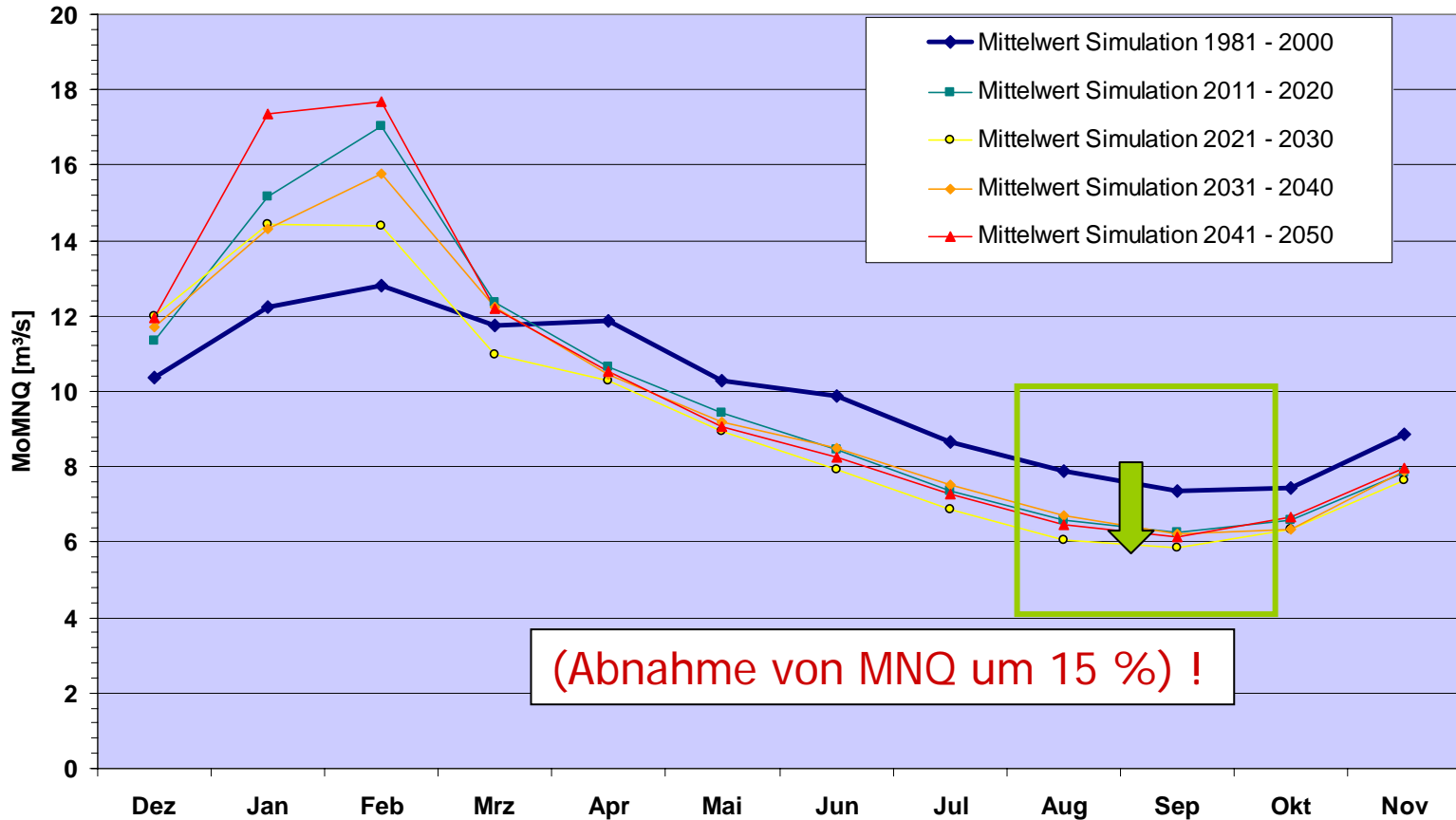


# Niedrigwasserabfluss Fuldaoberlauf:

## Veränderungen im Niedrigwasserregime MoMNQ

### Pegel Bad Hersfeld / Fulda

(Klimadaten nach Enke, Abflusssimulation LARSIM)



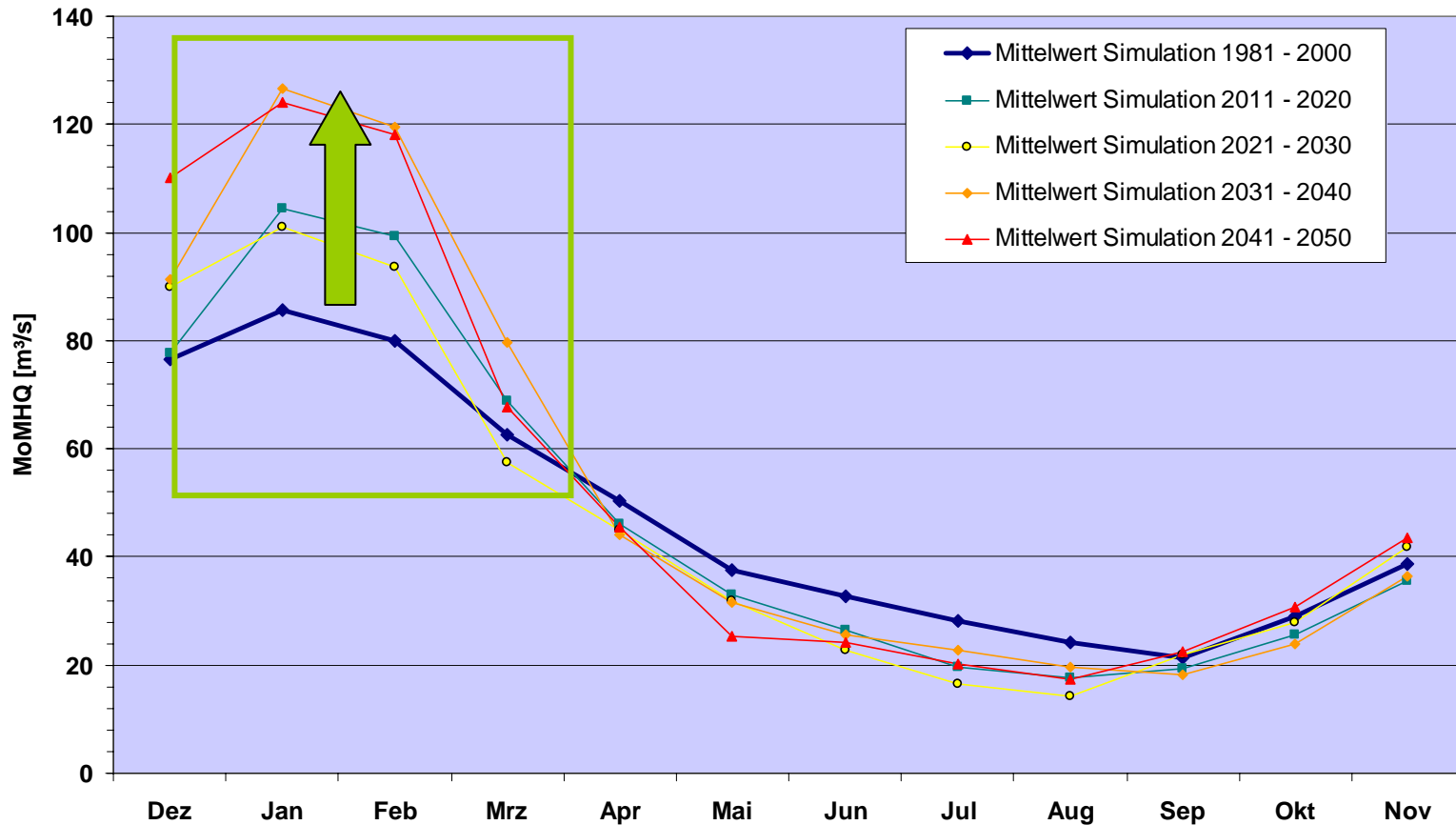
(Abnahme von MNQ um 15 %) !

# Hochwasserabfluss Fuldaoberlauf:

## Veränderungen im Hochwasserregime MoMHQ

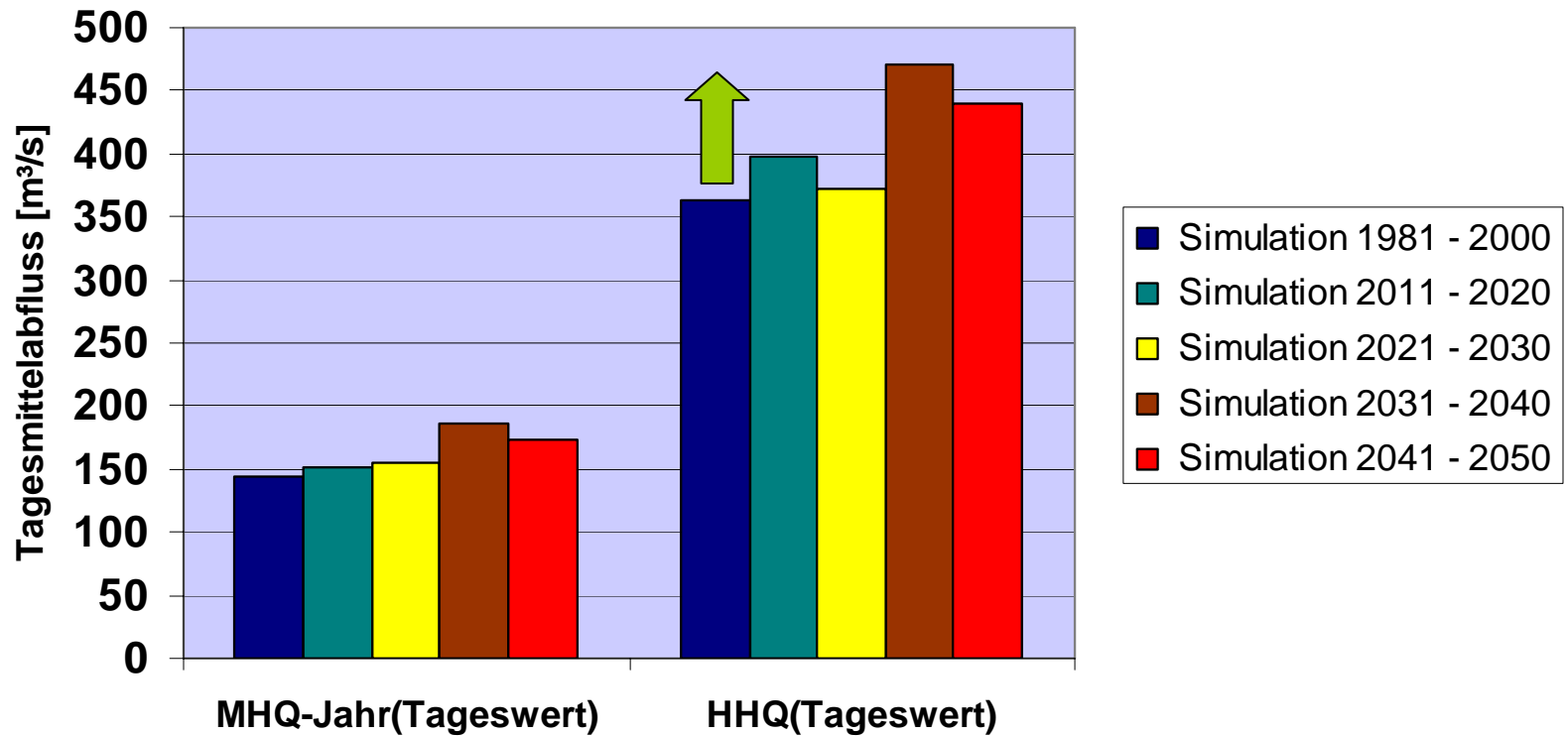
### Pegel Bad Hersfeld / Fulda

(Klimadaten nach Enke, Abflusssimulation LARSIM)



# Veränderung der Hochwasserabflüsse

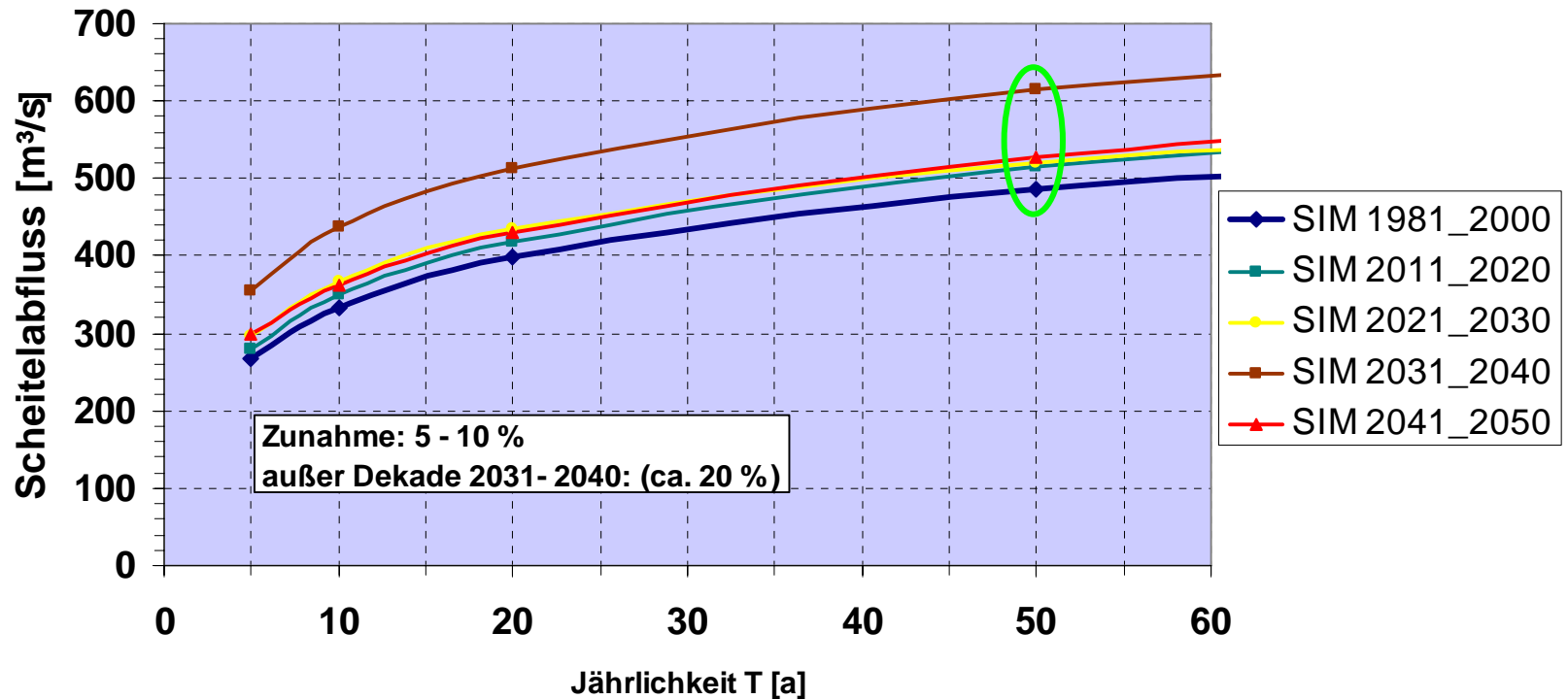
## Veränderung der Hochwasserabflüsse (Tageswerte am Pegel Bad Hersfeld/Fulda)



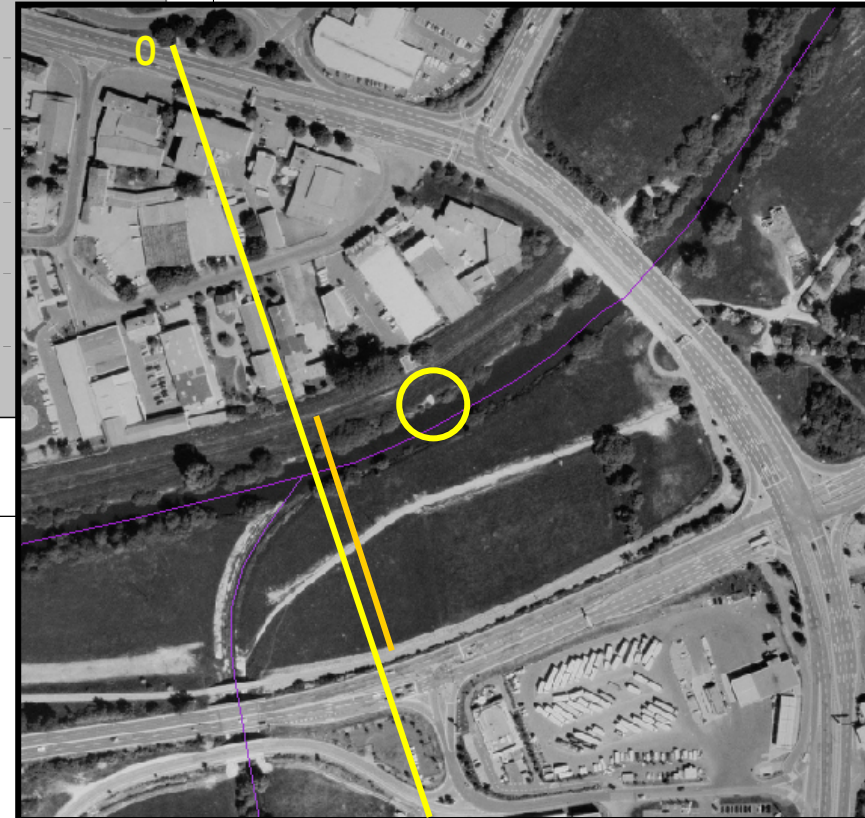
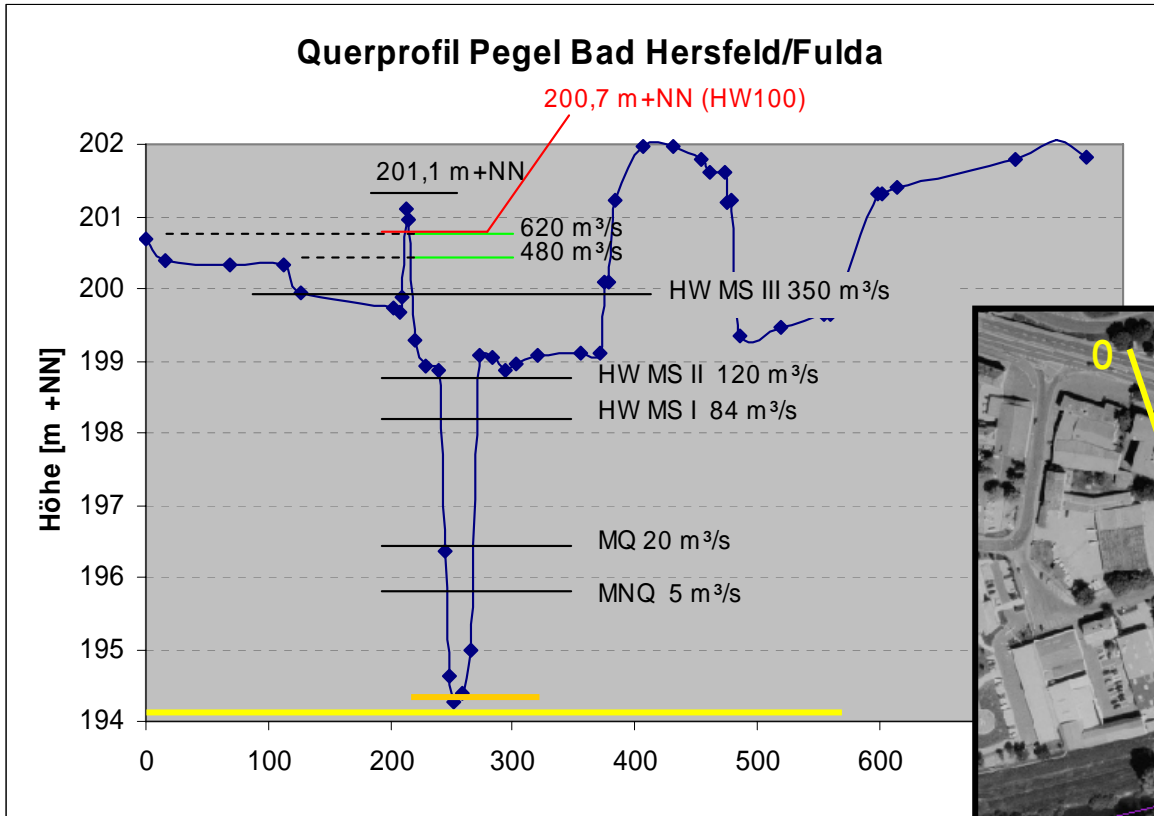
# Abschätzung der HQ-Jährlichkeiten:

## Hochwasserjährlichkeiten-Szenarien Pegel Bad Hersfeld

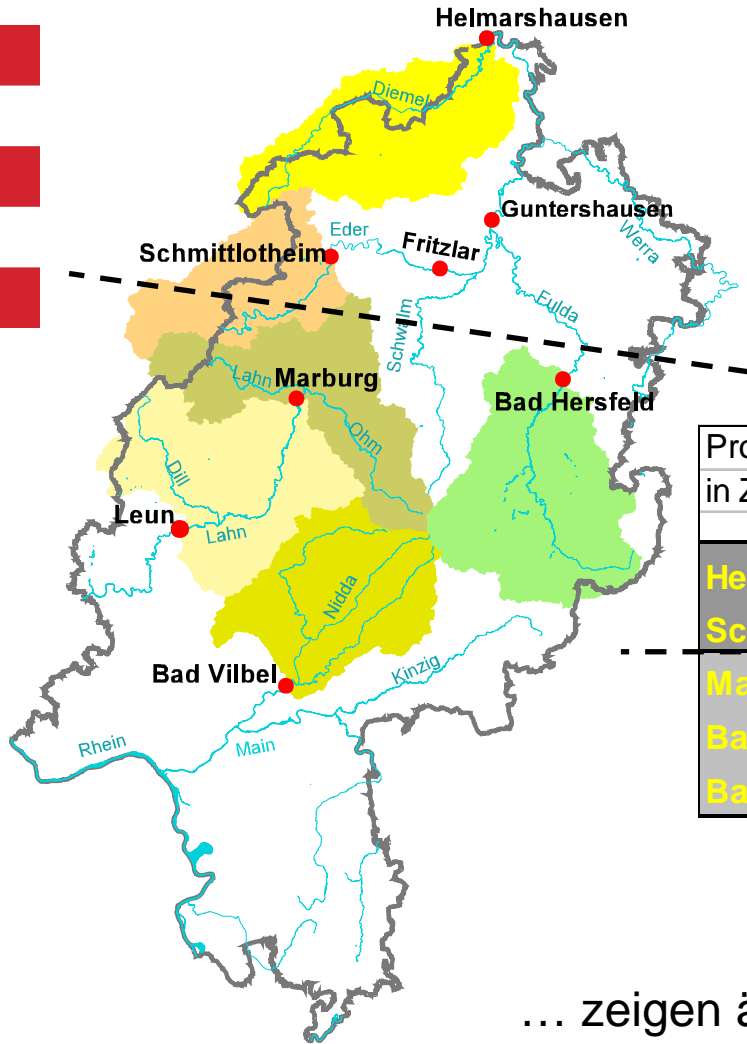
(Klimadaten nach Enke, Simulation LARSIM, Scheitelermittlung über Regression)  
 (W-Verteilung LPIII mit jew. 20 Jahres-HQ pro Simulationszeitraum)



# Situation im Bereich des Pegels Bad Hersfeld:



# 8 untersuchte Pegel in Hessen:



Veränderungen im Abflussverhalten [%]

Prozentuale Änderungen in Zukunftsszenarien	Mittelwasserabflüsse			Niedrig-W.	Hoch-W.
	Jahr	Winter	Sommer	MNQ	HQ
<b>Helmarshausen / Diemel</b>					
<b>Schmittlotheim / Eder</b>	-15	-10	-20 / -40	-20 / -40	+5
<b>Marburg, Leun / Lahn</b>					
<b>Bad Vilbel / Nidda</b>	+ 5	+15	-15	-10 / -15	+20
<b>Bad Hersfeld / Fulda</b>					

... zeigen ähnliche Ergebnisse wie für Bayern (Main) und tw. ähnliche Ergebnisse wie in BW (Neckar)



## Erkennbar für Hessen:

Zunahme der Temperatur  
mehr flüssige Niederschläge im Winter  
Umverteilung des Niederschlagsanges



### Auswirkungen auf die Abflussverhältnisse:

Änderung des jahreszeitlichen Abflussanges  
Zunahme der Abflüsse im Winter (DJF)  
Abnahme der Abflüsse im Sommer (-15%)  
HQ-Scheitelerhöhung um mind. 5 - 10 %, (20%)

Abflussabnahme im Diemelgebiet / Nordhessen

# Auswirkungen:

## Mittelwasser: (Umverteilung)

unausgeglichene Wasserführung  
z.B. bei Kraftwerken Mehrerzeugung im Winter  
Erzeugungseinschränkungen im Sommer

## Niedrigwasser: (Verschärfung)

Gewässerqualität, Wasserentnahme, Kühlwasser,  
Einleite- und Entnahmemöglichkeiten

## Hochwasser: (Verschärfung)

Rückhaltemaßnahmen verlieren an Wirksamkeit  
vorhandener Hochwasserschutz verringert sich  
Fortschreibung von Bemessungsgrößen (Klimazuschlag?)

# Auswirkungen:



Rhein bei Düsseldorf im Sommer 2003 (dpa)

# Aussageschärfe:

Globale Modelle → Szenarien → Regionalisierungen

Temperatur >> Niederschlag >> Extremniederschlag

→ *Klimamodelle und nachgeschaltete hydrologische Modelle liefern Szenarien, keine Prognosen!*