

Sophie Bachmair und Markus Weiler

# Änderung von Infiltrations- und Abflussprozessen durch die Landnutzung



# Hypothese 1

**Die Landnutzung beeinflusst  
Infiltrations- und Abflussprozesse  
maßgeblich.**

Aber verstehen wir alle das gleiche darunter,  
inwiefern die Landnutzung Infiltrations- und  
Abflussprozesse beeinflusst?



# Gedanken zu Hypothese 1

- **Wie werden Landnutzungseffekte in hydrologische Modellen berücksichtigt?**
- **Meistens wird der Einfluss der Landnutzung lediglich mit **veränderten Transpirationsraten** und einer **prozentualen Verringerung des Niederschlagsinputs** assoziiert und in hydrologische Modelle implementiert.**

# Gedanken zu Hypothese 1

**Auf welche Weise beeinflusst die Landnutzung bzw. Landbedeckung Infiltrations- und Abflussprozesse?**

**Über dem  
Boden**



**Auf dem Boden**

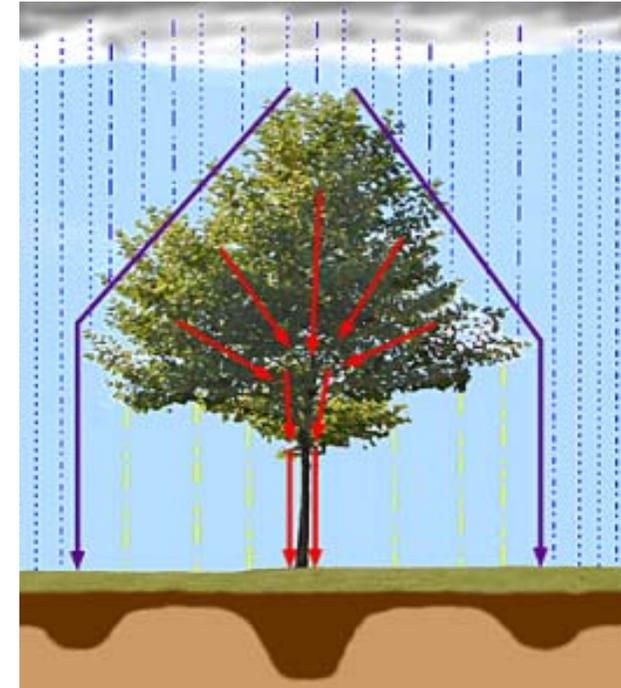
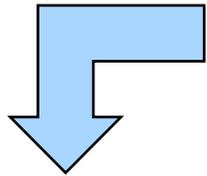


**Im Boden**



# Über dem Boden

- **Transpiration**
- **Interzeption**
- **Kronendurchfluss**
- **Stammabfluss**



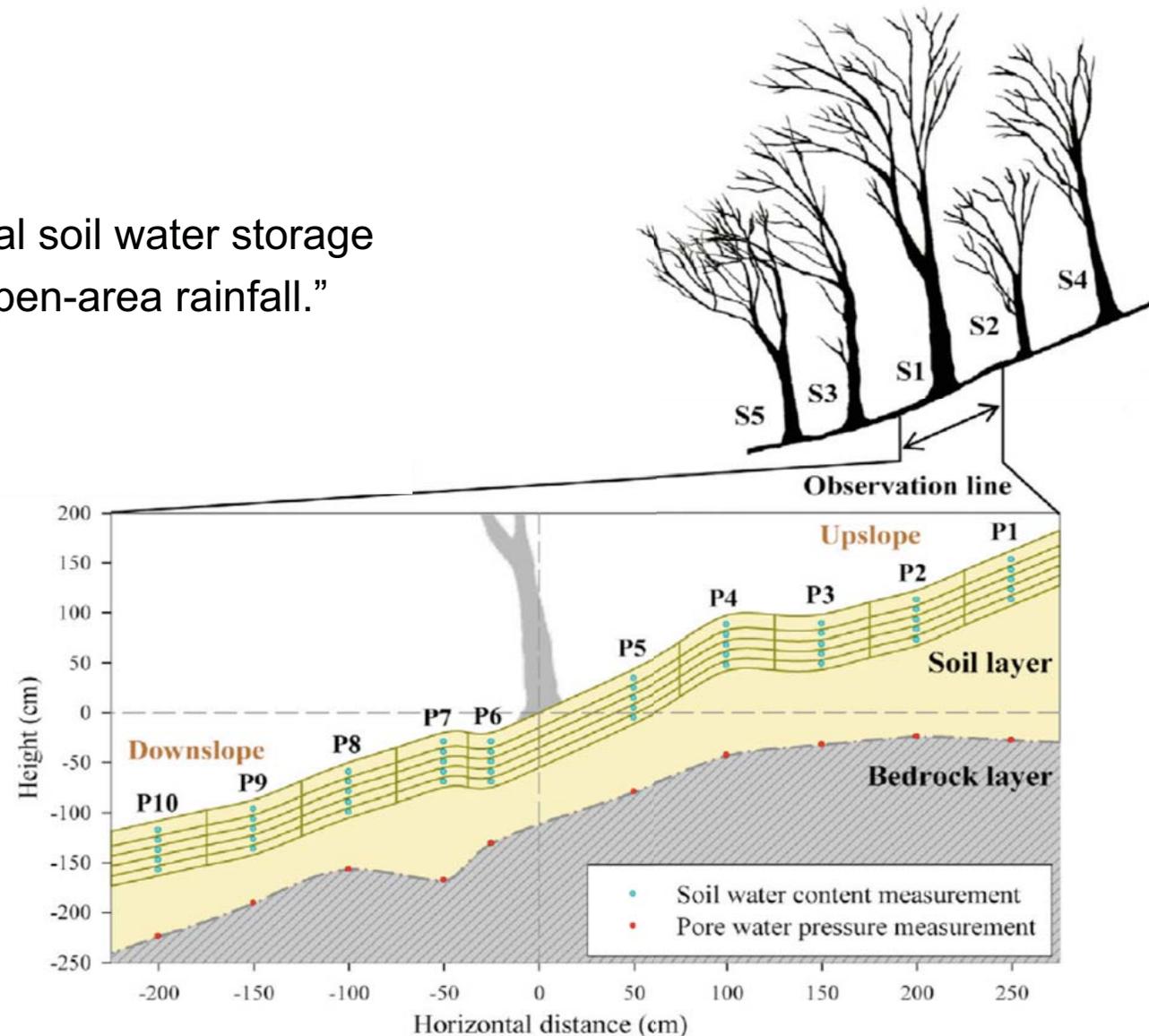
**Räumliche und zeitliche Variabilität des Bodenwassergehalts**

# Beispiel 1: Stammabfluss

Liang et al. (2007)

“At points close to the stem the maximal soil water storage was >100 to 200% of the cumulative open-area rainfall.”

“The pore water pressure at the soil–bedrock interface increased more rapidly and to a greater extent in the region downslope from the tree stem than in the upslope region.”



# Beispiel 2: Interzeption

Keim et al. (2006)

**Untersuchung der Auswirkung der Interzeption auf die Zwischenabflussbildung anhand “virtueller Experimente” (Weiler and McDonnell, 2004) basierend auf dem Panola Hang (USA) und gemessenen Kronendurchflussraten.**

“Not only would ignoring interception miss a major effect of vegetation on subsurface stormflow generation, our work also shows that simply applying some fractional reduction as a scaled input signal (as is customary in watershed modeling studies) may mask important effects on peak flow response in some situations.”

# Auf dem Boden

**Bodenvegetation**

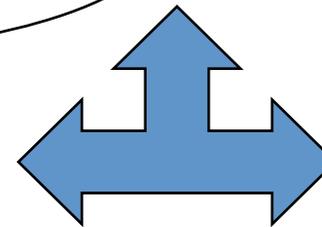


**Streuschicht**



**Barriere für Infiltration und HOF**

**„biomat flow“ (Sidle, 2007)**



**Speicherfunktion**

- Eine ganze Reihe von Studien zeigt auf, dass die Landnutzung bzw. Vegetationsbedeckung die hydraulischen Eigenschaften von Böden verändert
- Bestätigung des Konzepts "Genotyp" und "Phänotyp" von Böden nach Droogers and Bouma (1997)

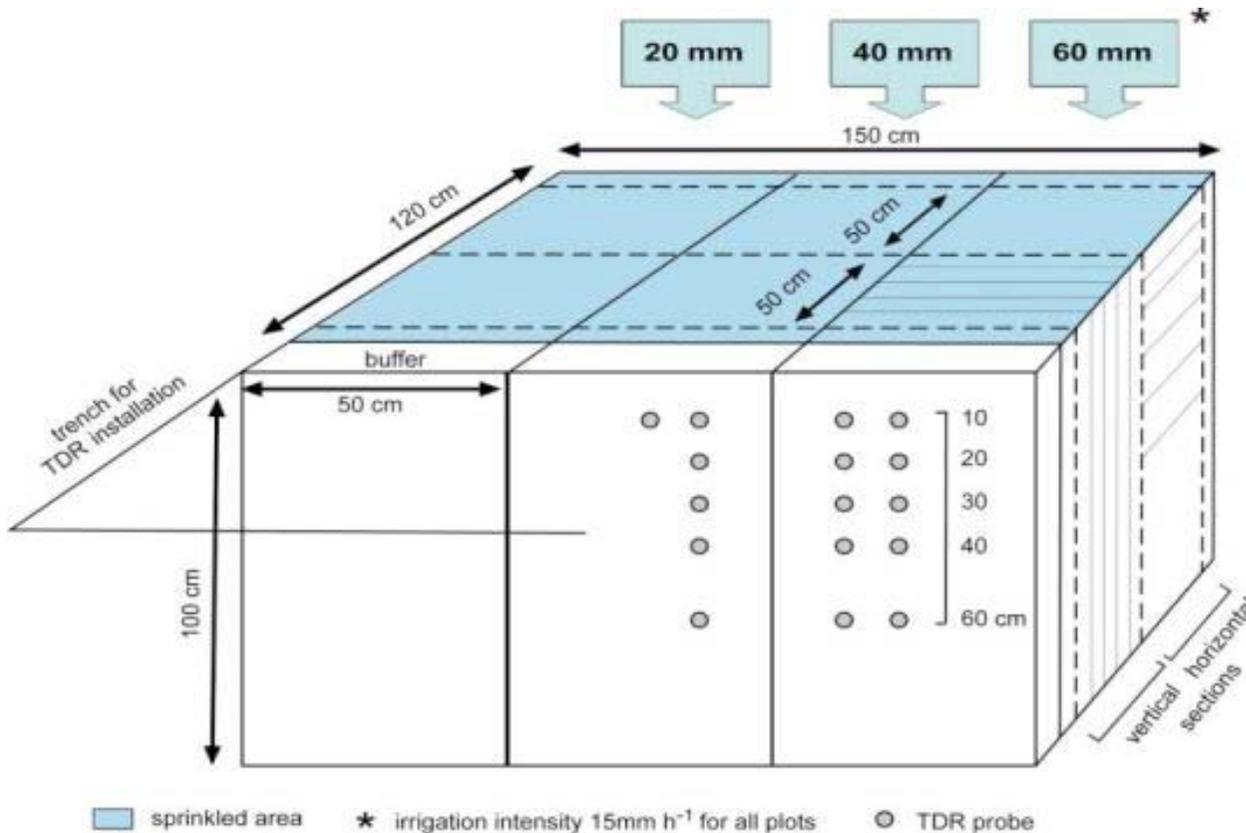
# Beispiel 1: Plotskala

Beregnungsversuche mit Brilliant Blue auf Böden mit ähnlicher Bodentextur und Ausgangssubstrat unter unterschiedlicher Landnutzung



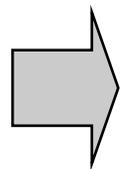
NT= untilled farmland; T = tilled farmland; G= grassland; F= forest

# Beispiel 1: Plotskala



Ermittelte Parameter:

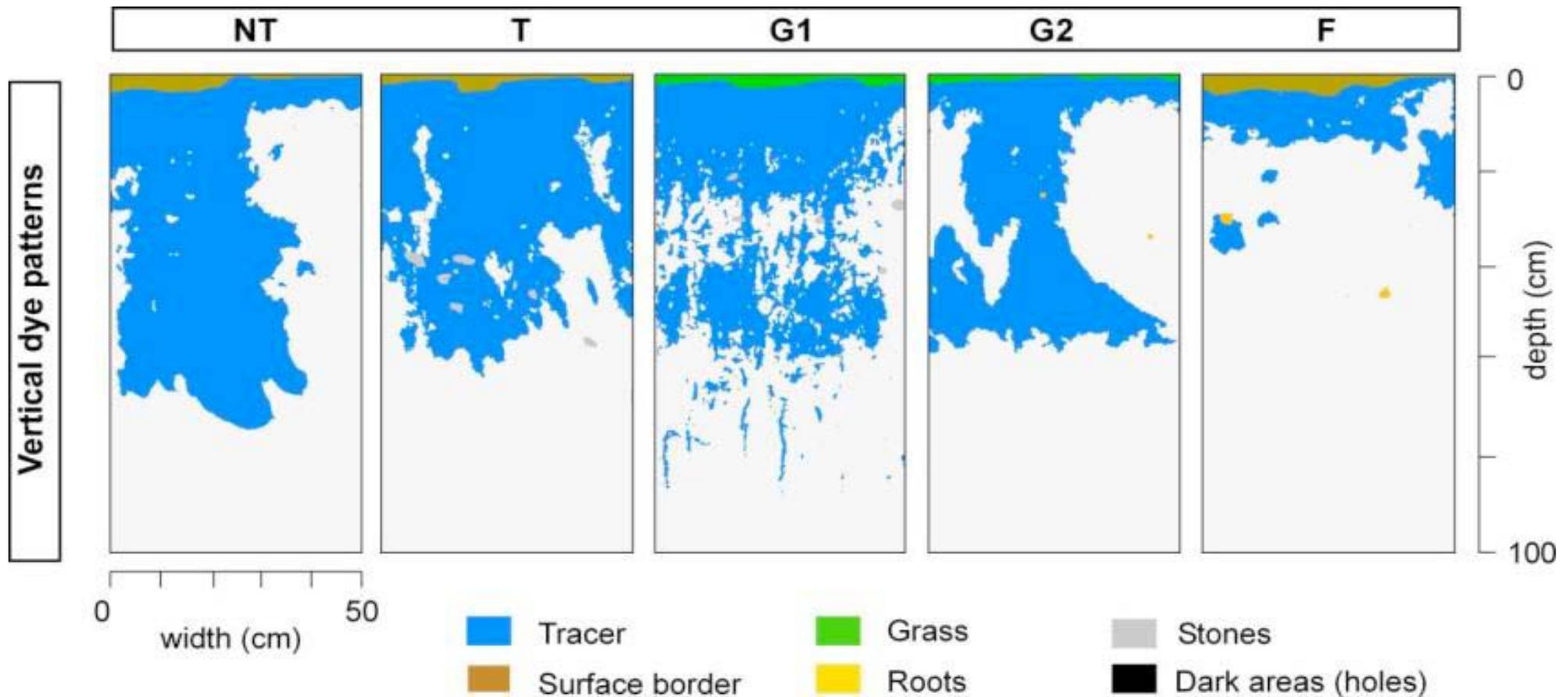
- Volumendichte, Oberflächendichte, maximale Infiltrationstiefe
- Klassifizierung der Fließprozesse nach Weiler (2001)
- Anzahl und Größe der Makroporen



7-10 Vertikalschnitte  
4-5 Horizontalschnitte

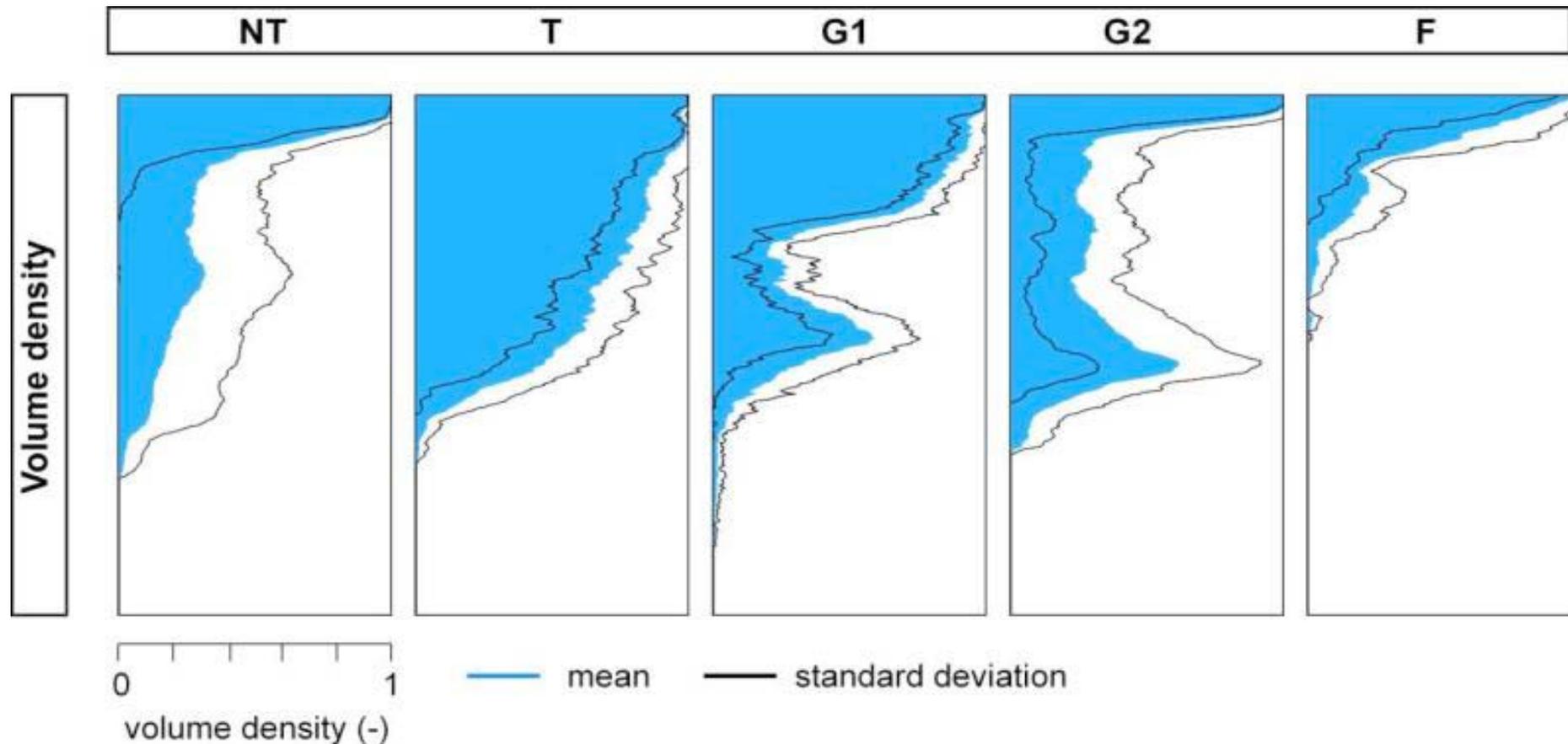
# Beispiel 1: Plotskala

60 mm Beregnung



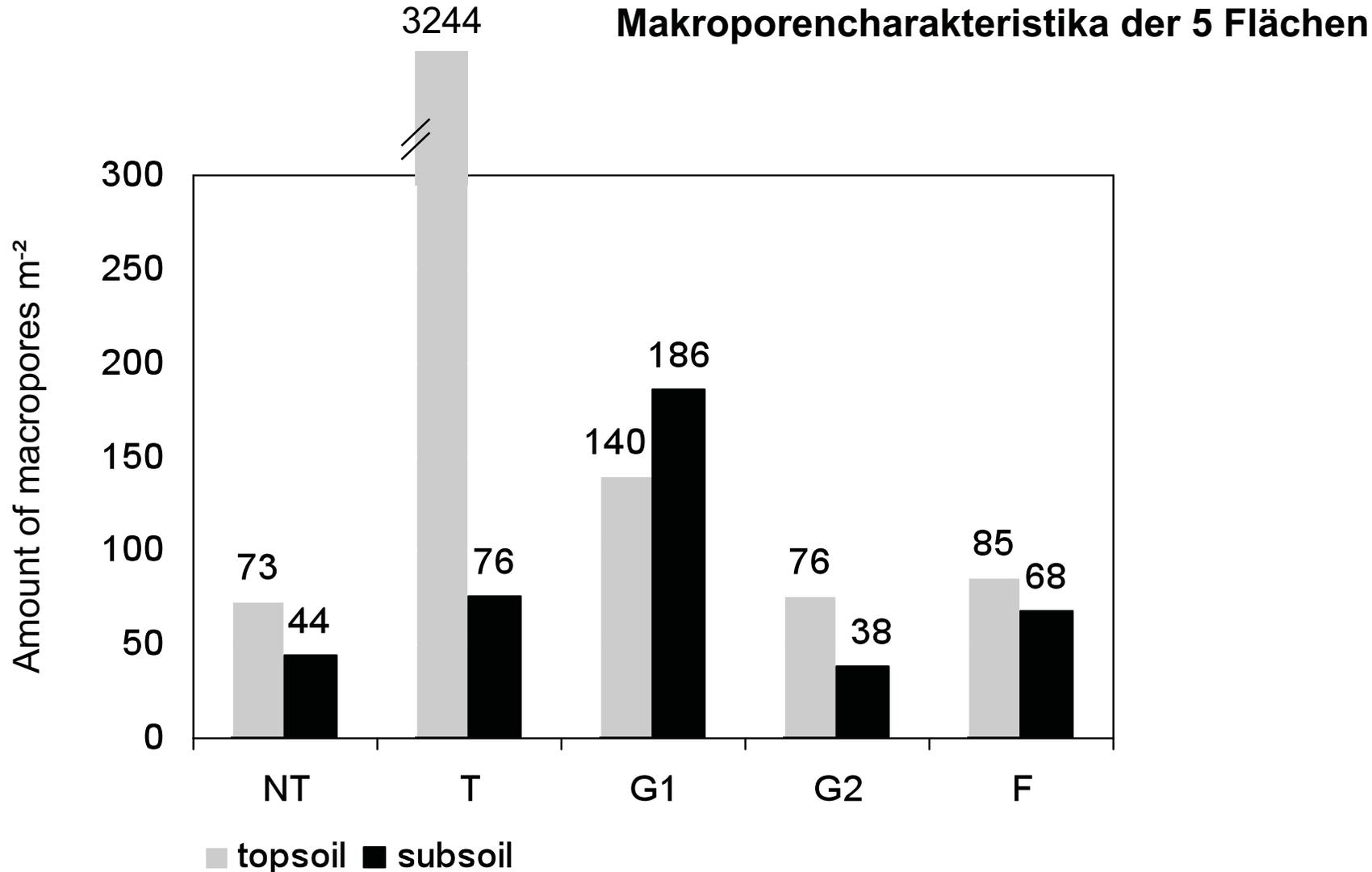
# Beispiel 1: Plotskala

60 mm Beregnung



Bachmair et. al (2009), JOH

# Beispiel 1: Plotskala



# Beispiel 1: Plotskala

## FAZIT

- Die Studie zeigt, dass die **Landnutzung** die Fließprozesse im Boden **signifikant beeinflusst**.
- Die unterschiedlichen Fließprozesse sind vor allem auf die **Unterschiede im Bodengefüge** (Makroporen und Aggregatstruktur) zurückzuführen.

# Beispiel 2: Plotskala

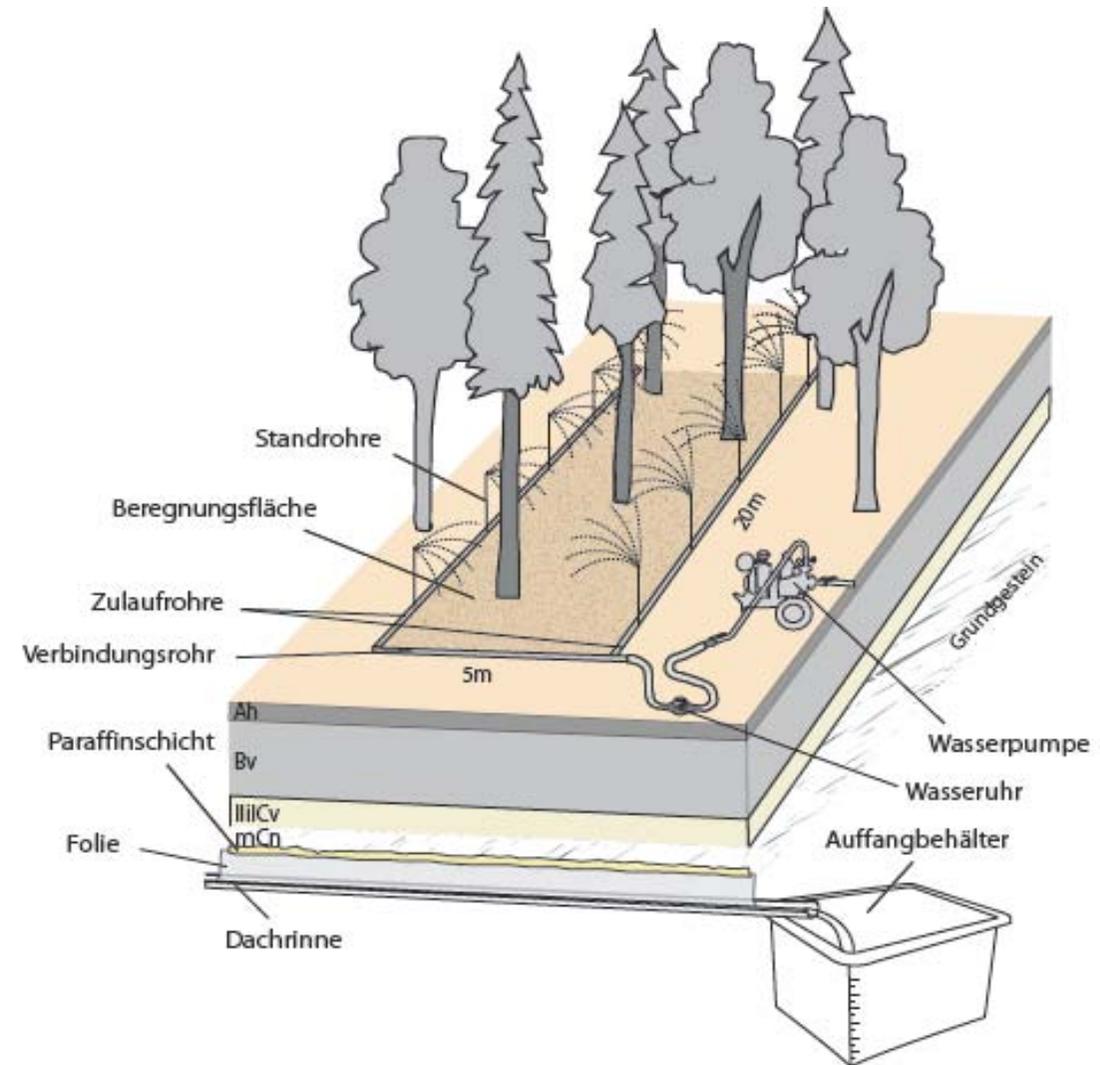
Wahren et al. (2009)

- Untersuchung der Änderung der bodenhydraulischen Eigenschaften eines aufwachsenden Waldbestandes
- Konzept der „unechte Zeitreihe“ auf **Acker, Jungaufforstung, Altaufforstung, und Kernwald** bei **gleichen pedologischen Ausgangsbedingungen**
- Methoden: Farbtracer-Versuche, Haubeninfiltrometer, Messung bodenhydraulischen Parameter und Lagerungsdichte im Labor
- höherer Grob- und Mittelporenanteil der Aufforstungen, höherer Corg Anteil, geringere Lagerungsdichte

# Beispiel 3: Hangskala

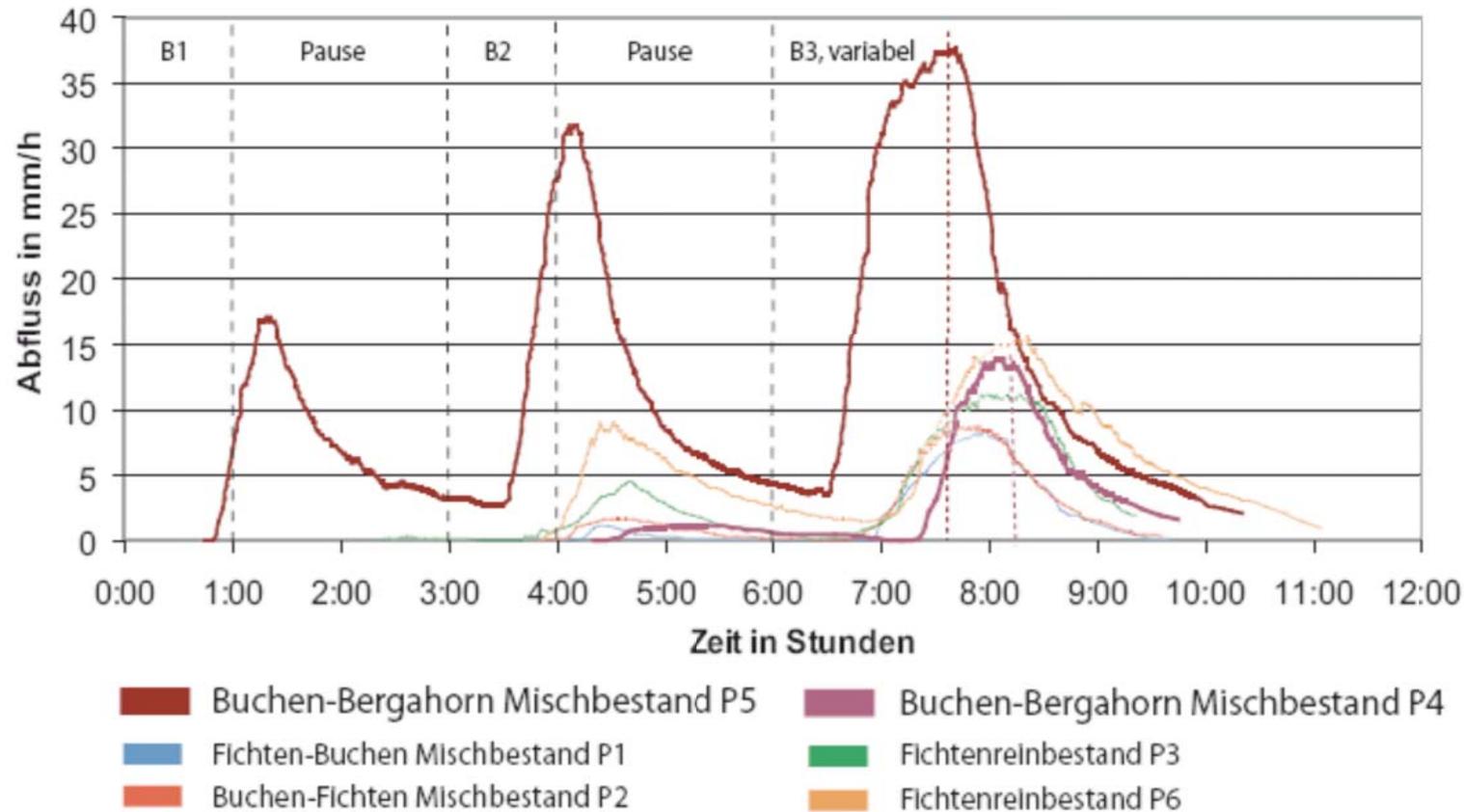
Nordmann et al. (2009)

Vergleich der  
Wasserretentionsfunktion von  
Hängen mit unterschiedlicher  
Waldbestockung  
(Fichtenreinbestand, Fichte-  
Buche-Mischwald, Buche-  
Bergahorn-Mischwald)

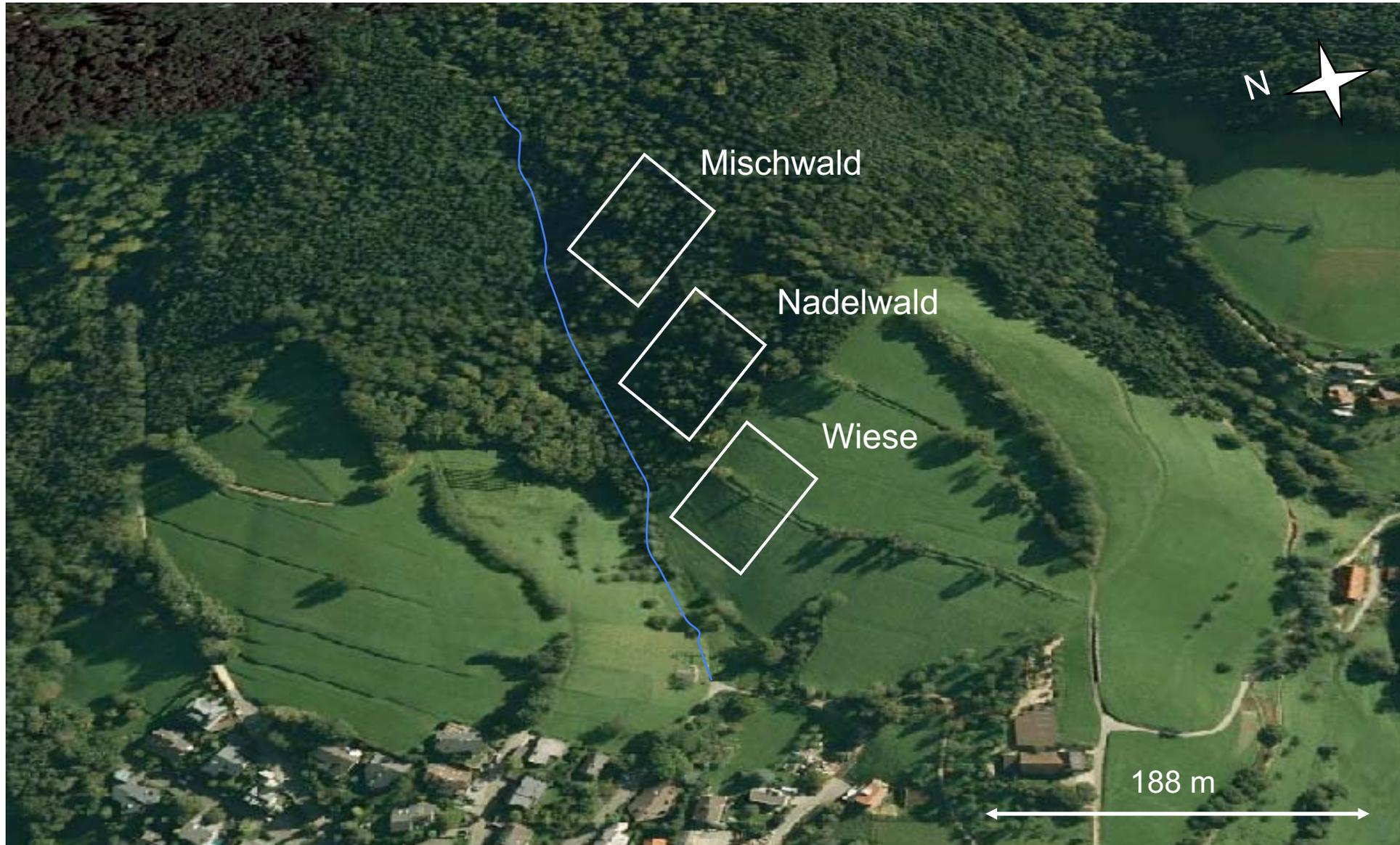


# Beispiel 3: Hangskala

Nordmann et al. (2009)



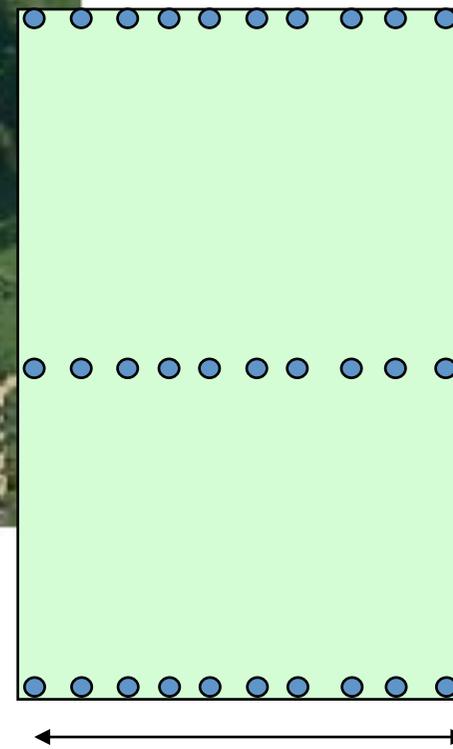
# Beispiel 4: Hangskala



# Beispiel 4: Hangskala



 Wehr



60 m

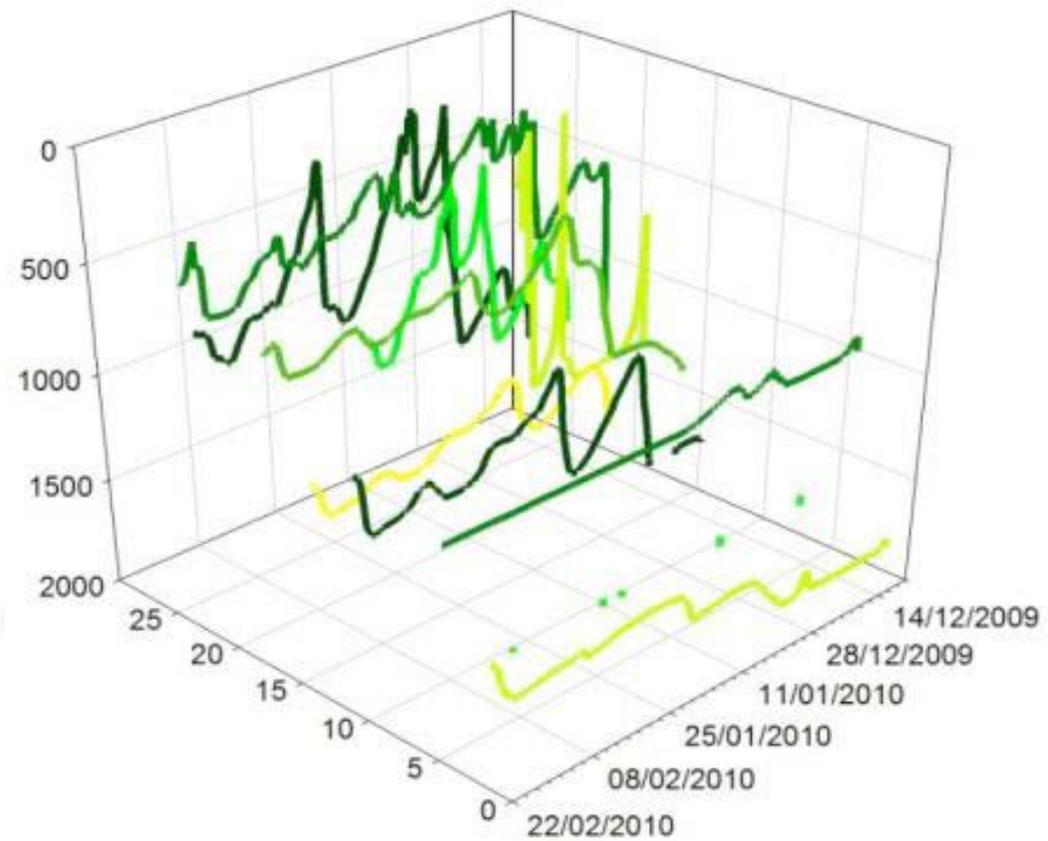
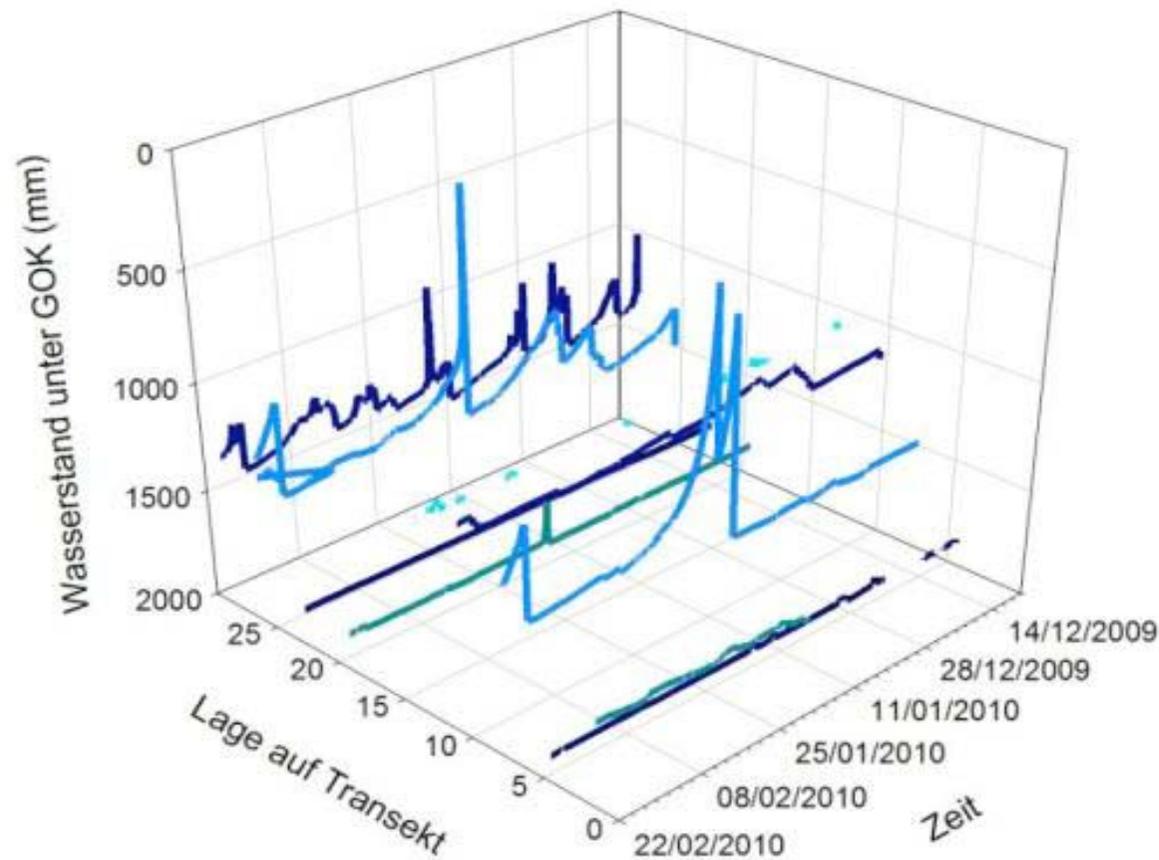
30 m



# Beispiel 4: Hangskala

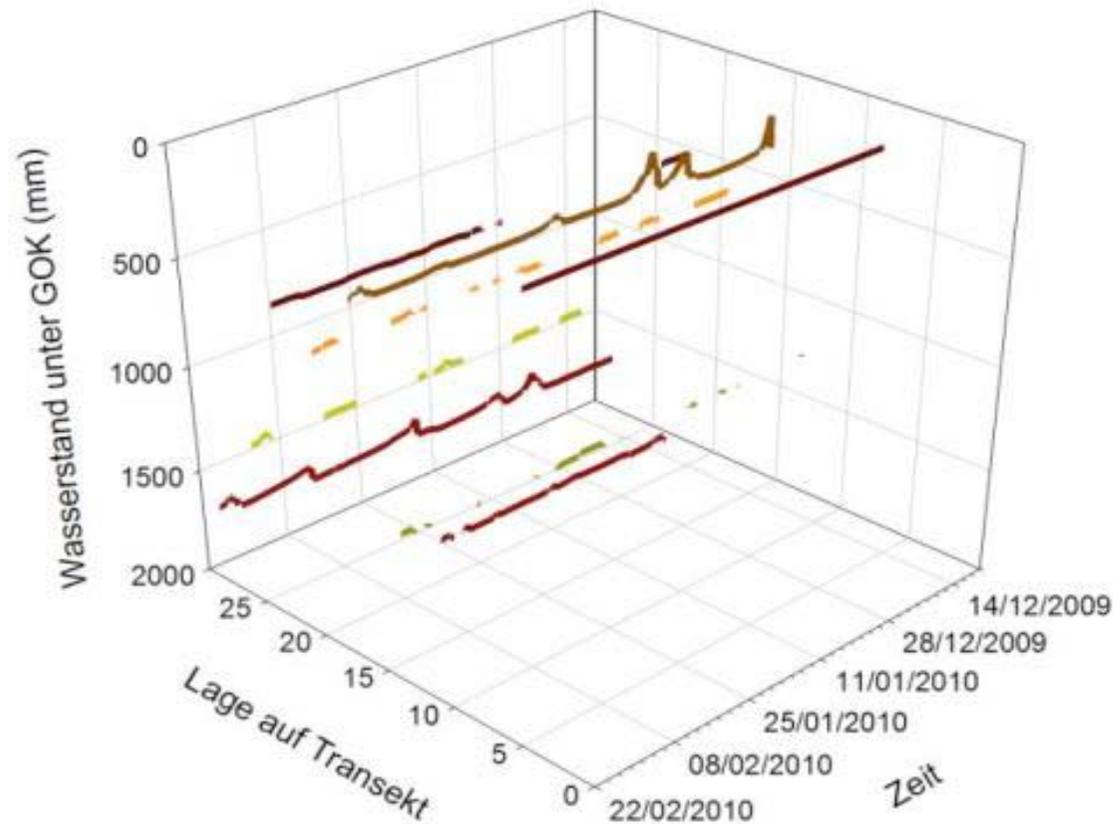
Wiese

Nadelwald



# Beispiel 4: Hangskala

Mischwald



# Hypothese 2

Um die Änderung von Infiltrations- und Abflussprozesse durch die Landnutzung in hydrologischen Modellen zu implementieren müssen **landnutzungsrelevante Parameter angepasst** werden und **weitere Prozesse** berücksichtigt werden.

# Beispiel 1

Wahren et al. (2009)

- **Untersuchung des Effekts unterschiedlicher Parametrisierungen des WHH- und N-A-Modells AKWA-M (Münch, 2008) auf die Abflussbildung von Aufforstungsflächen**
- **1x "konventionelle" Parametrisierung** (Anpassung der Vegetations- und Makroporenparameter, **keine** Änderung der bodenhydraulischen Eigenschaften)
- **1x Parametrisierung mit** Änderung der bodenhydraulischen Eigenschaften
- **Höhere Spitzenabflüsse ohne Berücksichtigung der veränderten bodenhydraulischen Eigenschaften**

# Beispiel 2

- **Benchmark-Studie der Vorhersagekraft von **IN<sup>3</sup>M** (Weiler, 2001) und **MACRO** (Jarvis, 1991) in Böden unter unterschiedlicher Landnutzung**
- **Verschiedene Parameterisierungsstrategien**
  - gemessener Bodenwassergehalt
  - im Feld ermittelte Makroporeneigenschaften,
  - bodenhydraulische Parameter ermittelt mit 2 verschiedenen PTFs basierend auf Bodentextur, Lagerungsdichte und Corg
- **Keine Kalibrierung (“blind predictions”)**
- **4 verschiedene Benchmark-Kriterien** (Tiefenprofil des Bodenwassergehalts nach 75% und 125% der Beregnungszeit, Tiefenprofil der Tracerverteilung, max. Infiltrationstiefe)

# Beispiel 2

## Benchmark-Ergebnisse der Simulation mit MACRO

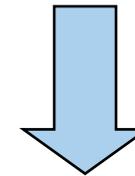
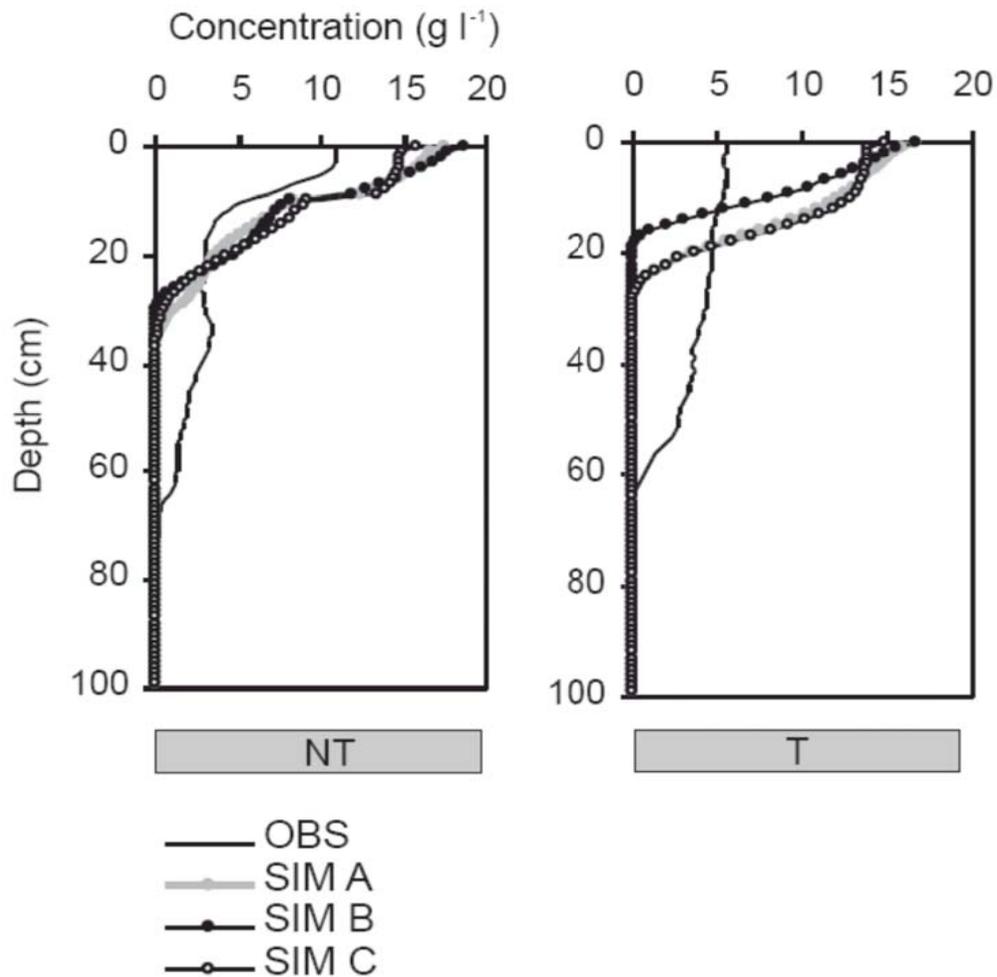
Site	Parameterization	Criterion				Overall classification
		No. 1 [%]	No. 2 [%]	No. 3 [g l <sup>-1</sup> ]	No. 4 [cm]	
NT	A	1.43	1.20	1.54	-37	f
	B	0.83	1.64	1.77	-43	f
	C	2.54	3.69	1.70	-38	f
T	A	5.30	9.43	2.53	-43	f
	B	5.38	9.84	2.41	52	f
	C	0.47	5.46	2.53	-43	f
G1	A	2.25	3.44	1.07	-10	a
	B	2.67	3.20	1.02	-13	a
	C	2.64	3.51	1.20	13	a
G2	A	2.48	4.37	2.41	-19	f
	B	4.97	6.52	2.19b	-25	f
	C	3.54	2.23	2.62	-38	f
F	A	7.71	7.50	0.68	-8	f
	B	10.31	10.52	0.84	-18	f
	C	4.40	5.11	1.87	17	f

schwarz = acceptable    rot = failed

Bachmair et. al (in press), VZJ

# Beispiel 2

Kriterium: Tiefenprofil der Tracerverteilung



Aufgrund von **Mikrotopographie, Streuschicht und horizontalen Wurzeln** müssen weitere Prozesse berücksichtigt werden.

# Diskussionspunkte

- Zur Implementierung von Landnutzungsprozessen in Modellen brauchen wir **plausible Orientierungswerte** zur **Parametrisierung**
- Bedarf an **quantitativen Studien** als Orientierungshilfe und **gemeinsame Datenbasis**
- Gemeinsames Konzept über "**Minimalanforderungen**" für quantitative Studien

# Offene Fragen

- **Welchen Effekt hat die räumliche Heterogenität der Bodenfeuchte durch Stammabfluss und Interzeption auf das Abflussverhalten?**
- **Welche Vegetationscharakteristika müssen kartiert werden, um eventuelle Prozessänderungen ableiten zu können (Vegetationsart, Kronenbedeckungsgrad, Wurzeltiefe, Wurzelsystem, Streuschicht)?**