

# **Alpine Waldböden – Zentrales Element im Wasserhaushalt oder überschätzte Größe?**

**Gerhard Markart, Bernhard Kohl, Klaus Klebinder,  
Frank Perzl, Bernadette Sotier**

**Institut für Naturgefahren (BFW)**

**Jahrestagung der ÖBG**

**Innsbruck**

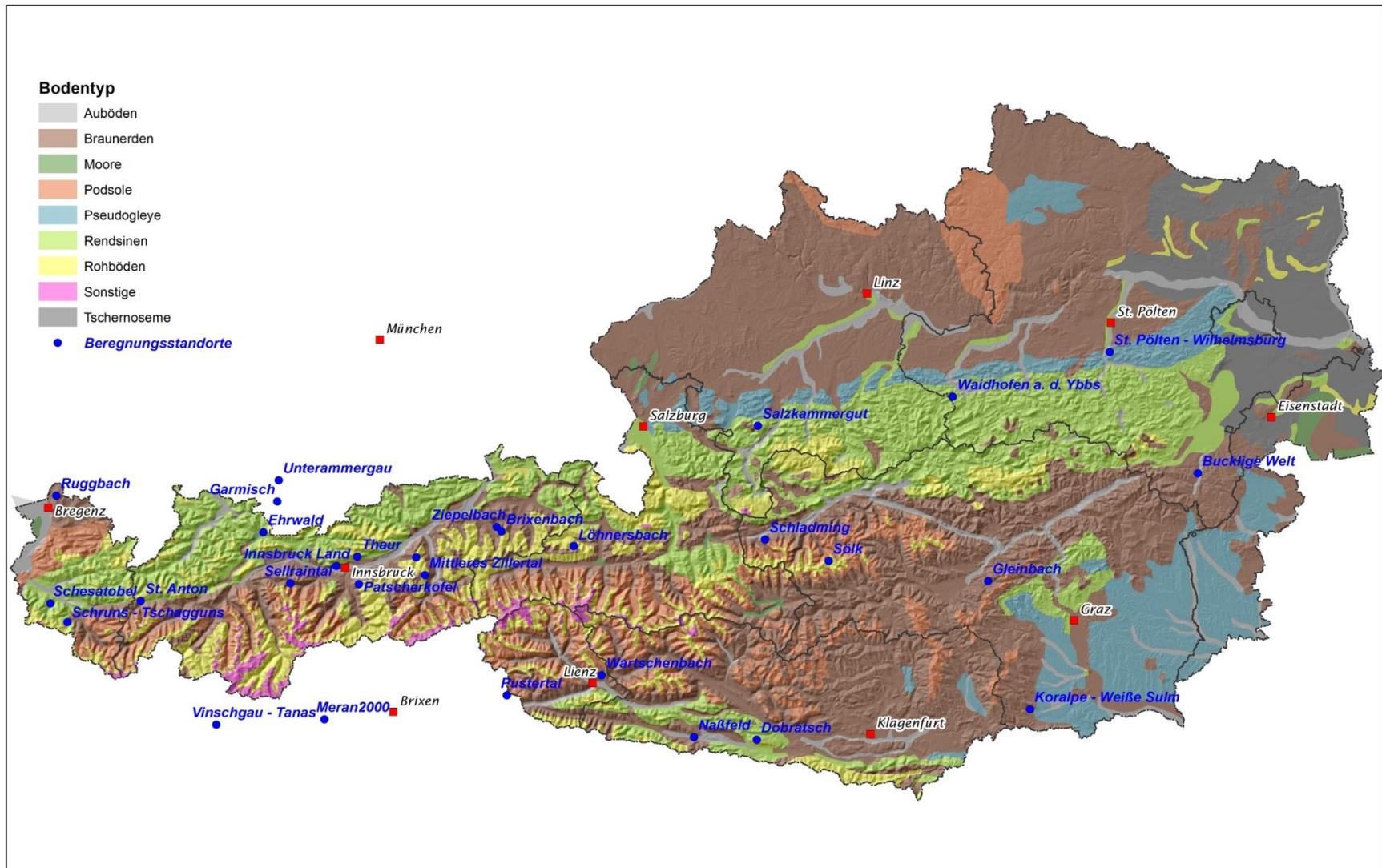
**27.6.2012**

# Inhalt

- Datengrundlagen – Randbedingungen
- Wald(Boden) - Wasserumsatz am Standort
- Wald(Boden) - Infiltration und Abfluss
- Vergleich Wald und andere Landbedeckungsformen
- Wald(Boden) und Massenbewegungen
- Connex CC – zukünftige Fragen

# Datengrundlagen - Randbedingungen

Regensimulationen + begleitende Erhebungen  
in 35 Einzugsgebieten bzw. Regionen der Ostalpen



# Kein Waldboden ohne Wald

Entfernung des Waldes = sukzessiver Verlust der Waldbodeneigenschaften

Grünland



Wald



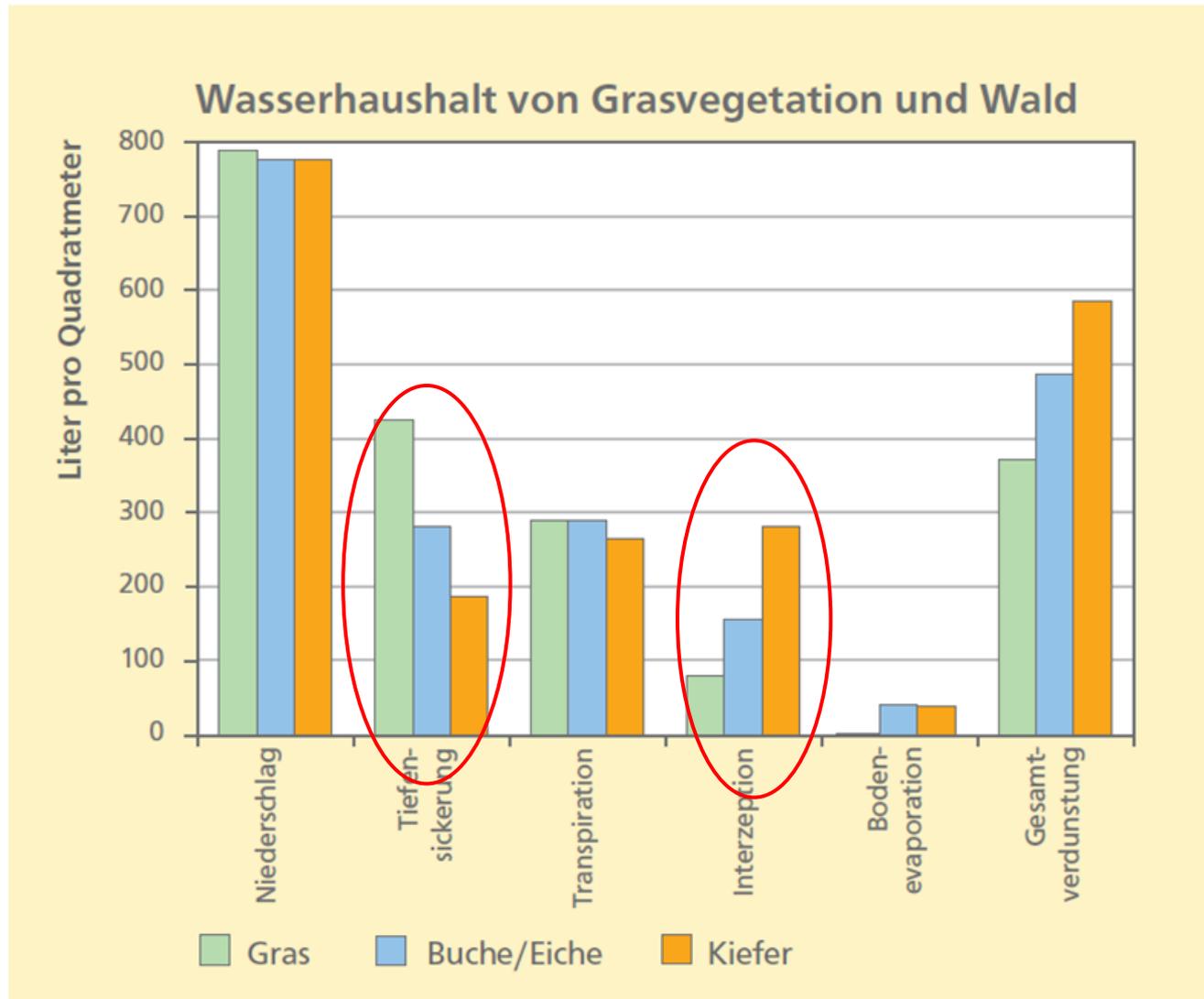
Baumschicht  
Bodenvegetation

Auflagehumus

Bodenphysikalische  
Eigenschaften

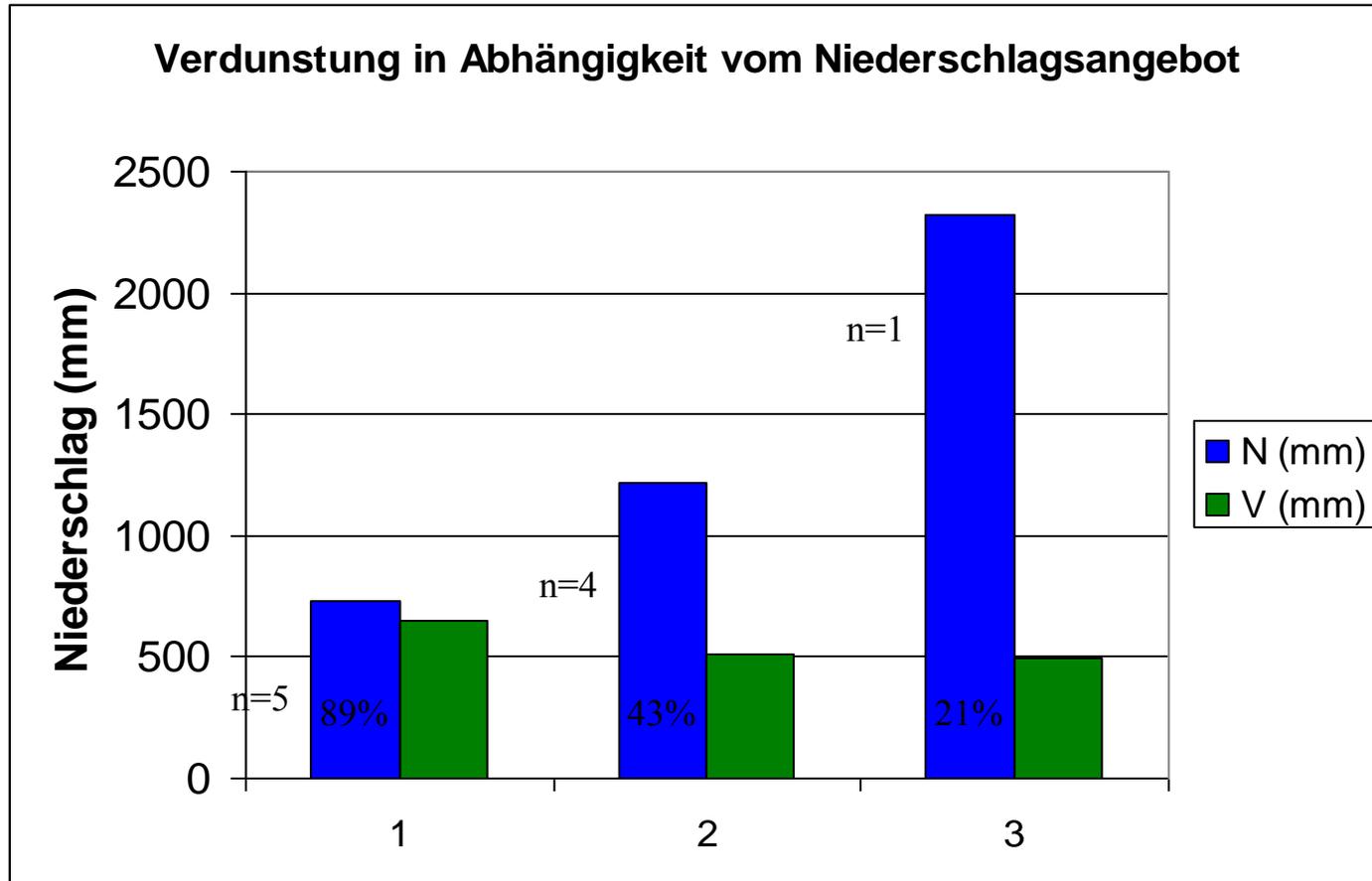
Geologischer  
Untergrund  
(Geo)Morphologie

# Wald(Boden) - Wasserumsatz



Quelle: Zimmermann et al. (2008)

# Komponenten der Wasserbilanz – Transpiration



N = Jahresniederschlag

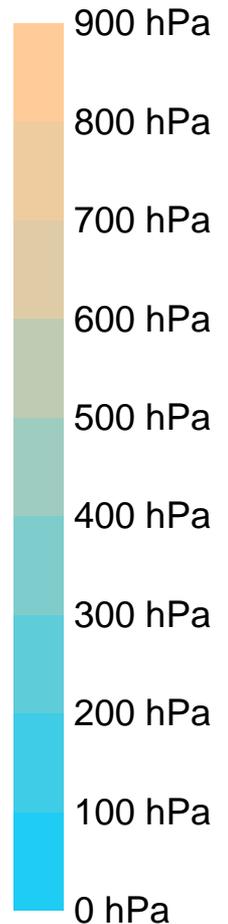
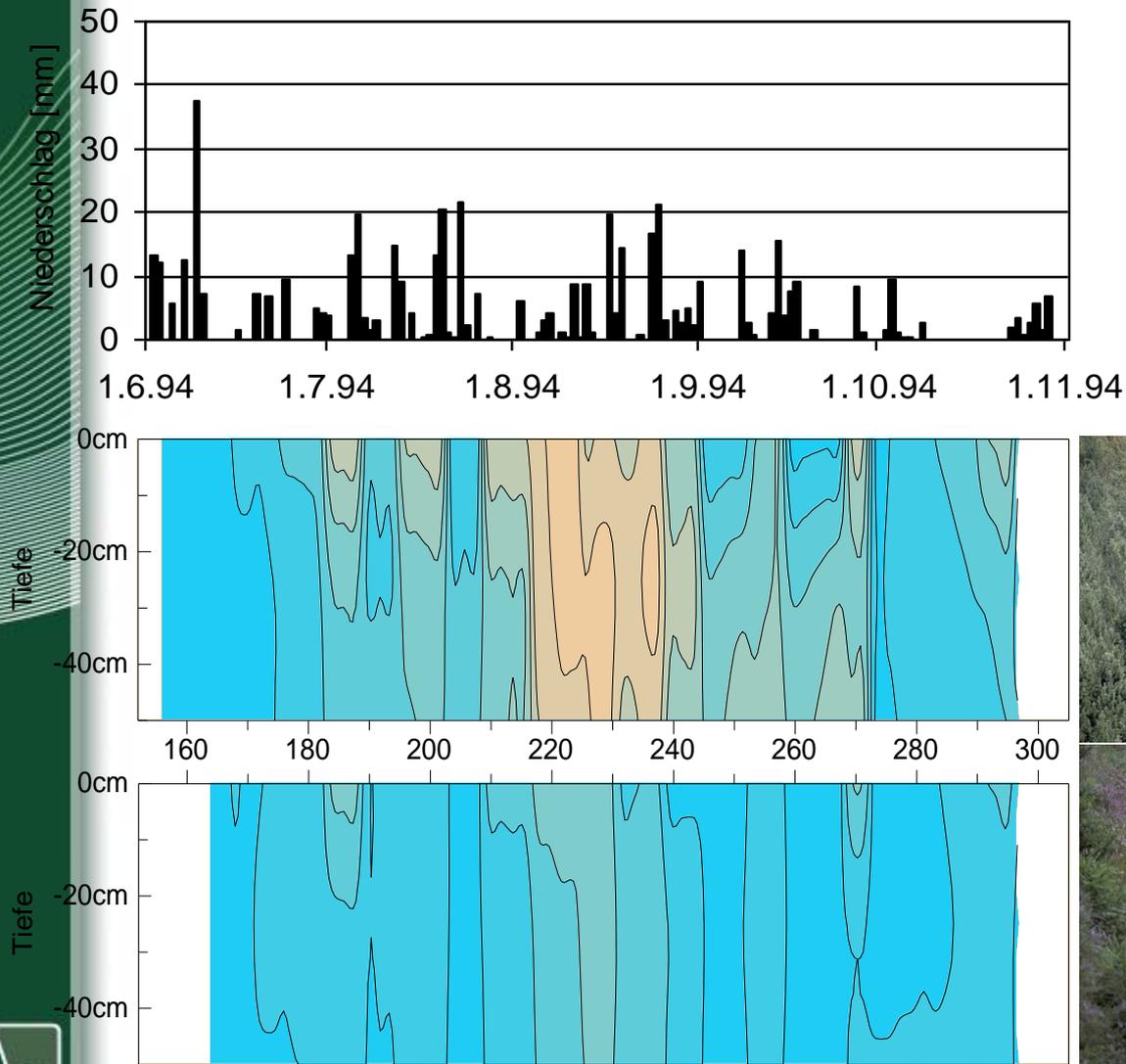
V = Verdunstung

Quelle: MENDEL (2000) - verändert

# Wasserumsatz im Boden

Bsp. Hochlagenaufforstung  
Haggen im Sellrain

⇒ gegenüber waldlosem  
Standort höherer freier  
Porenraum



# Waldboden - Infiltration und Abfluss

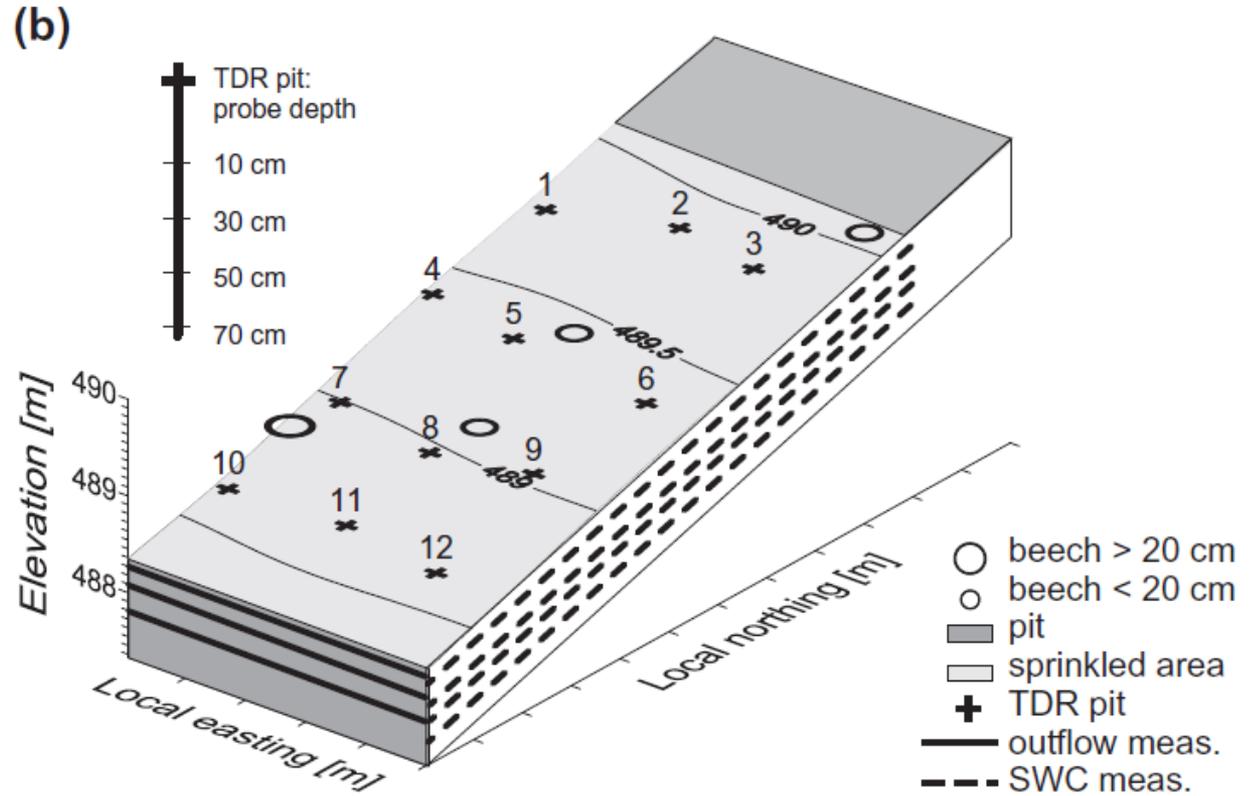
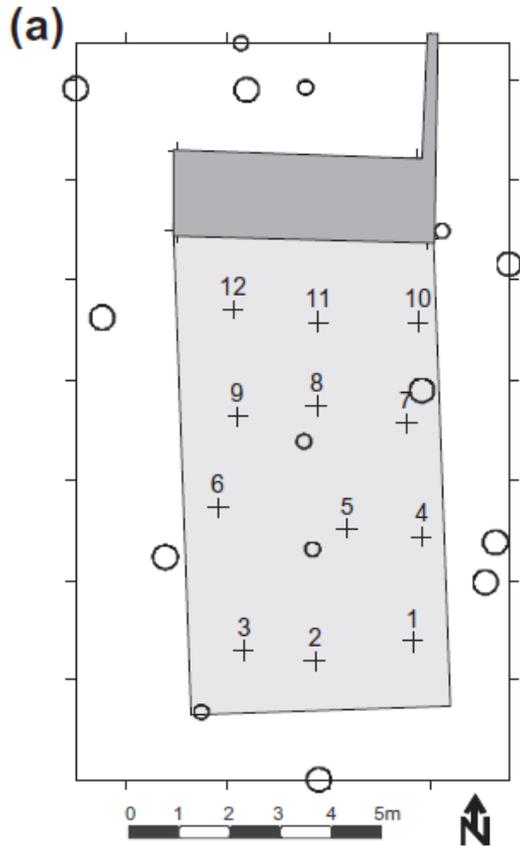
Standortsgerechter  
vs. standortswidriger  
Bestand

Kreisbach, St. Pölten  
Buche und Fichte auf  
bindigem Untergrund  
(Pseudogley)



Schume et al. (2012)

Jost et al. (2012), J. Hydrol.





## Buche auf Pseudogley

= standortstaugliche Baumart

Boden nimmt mehr auf und leitet zumindest stellenweise weiter in die Tiefe

28 31 34 37 40 43 46 49 52

Wasseranteil in Volums-%



SCHUME et al. (2003), Jost et al. (2012)



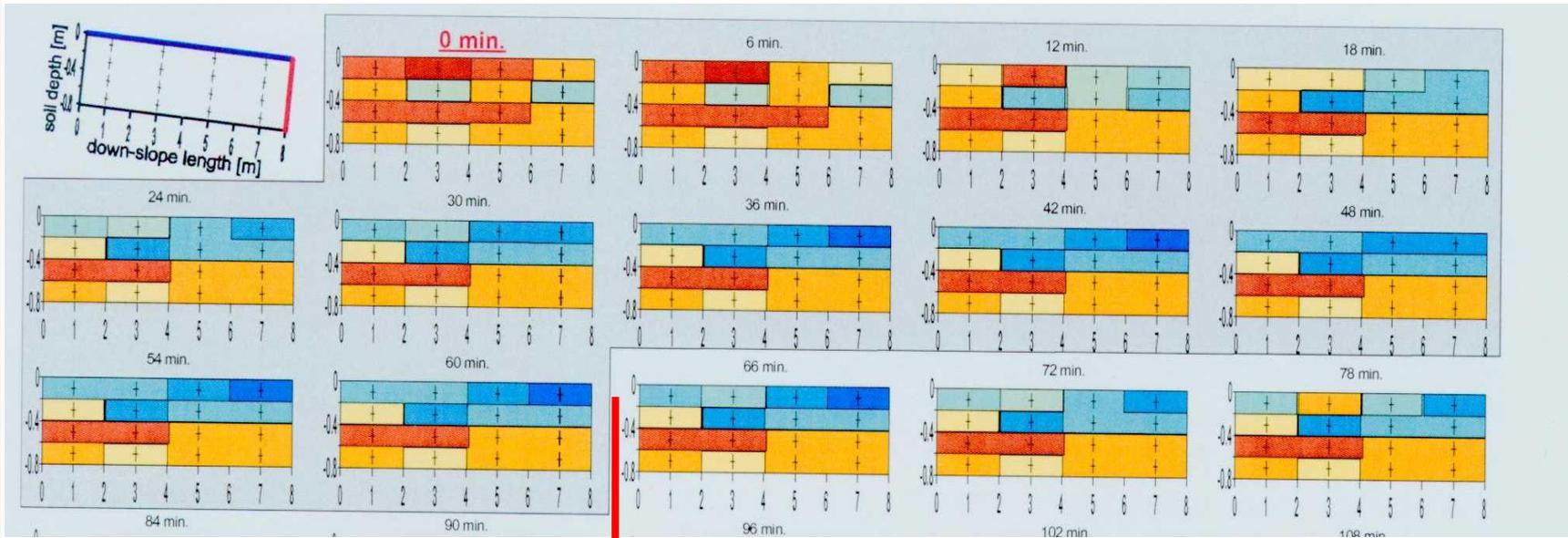
# Fichte auf Pseudogley

= standortswidrige Baumart

(Berechnung + Bodenphysik durch BFW  
Bodenfeuchtemessungen und Bodenanalytik  
durch Inst f. Waldökologie-BOKU)

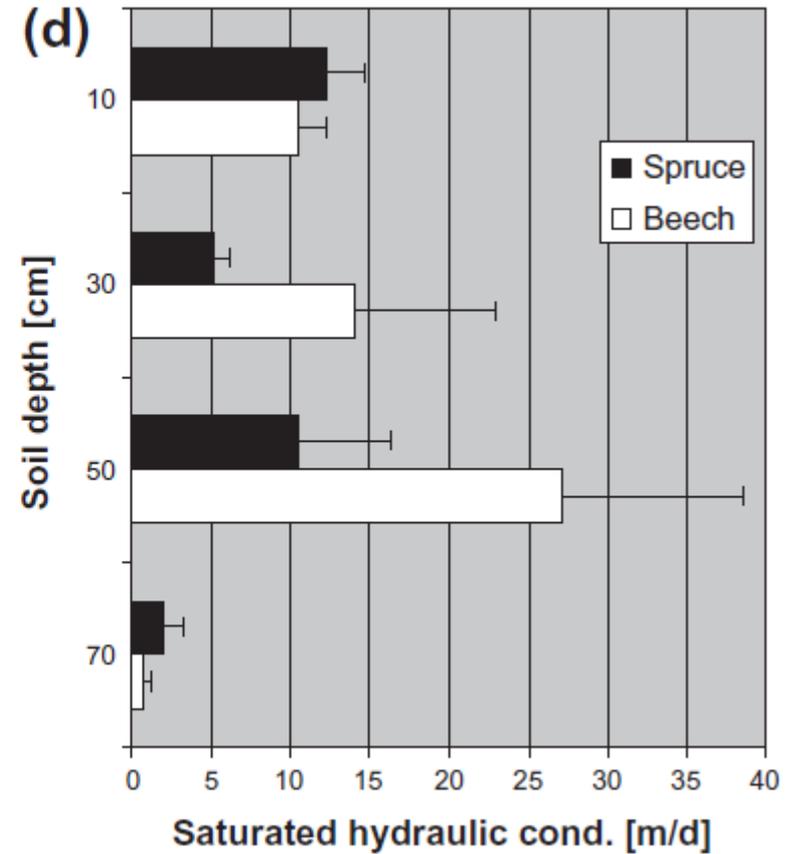
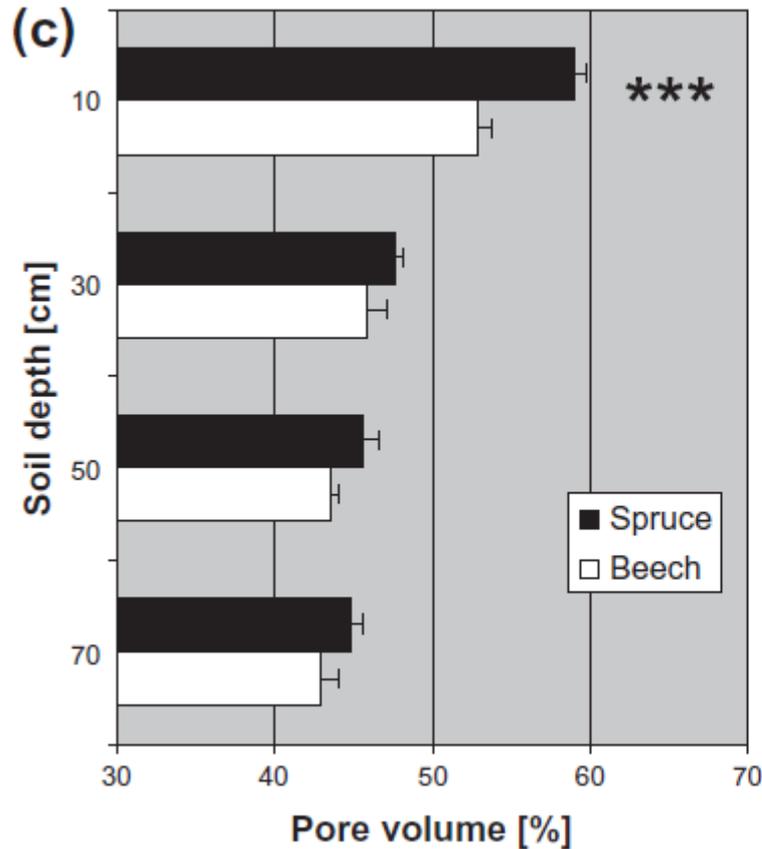


Wasseranteil in Volums-%

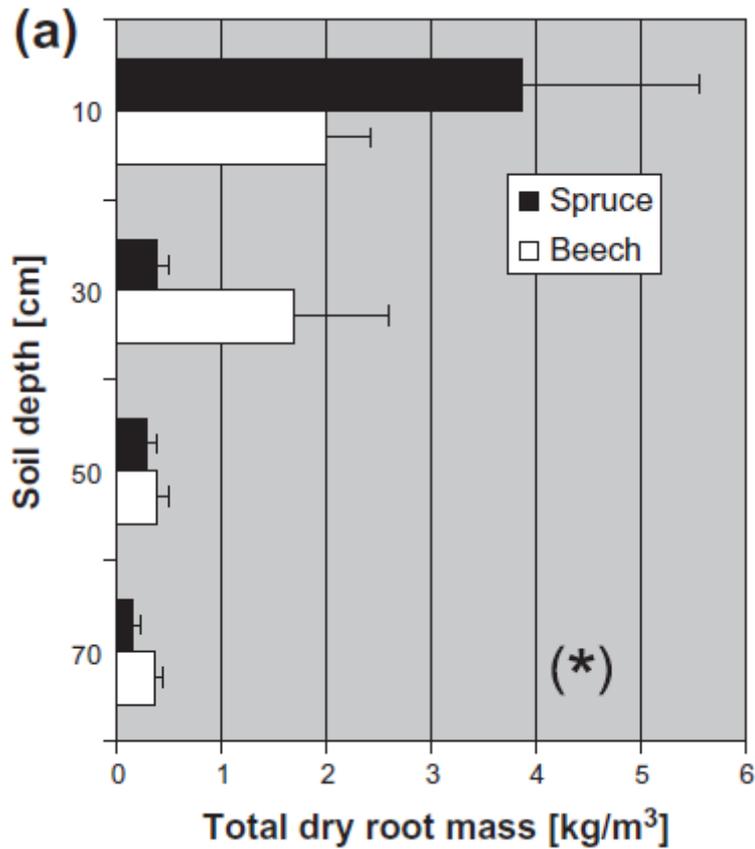


SCHUME et al. (2003), Jost et al. (2012)

# Bodeneigenschaften



Jost et al. (2012). J. Hydrol.



Jost et al. (2012). J. Hydrol.

# Präferenzielles Fließen



Wurm- und Mäusröhren  
Wurzelkanäle  
Klüfte, Schwundrisse

...

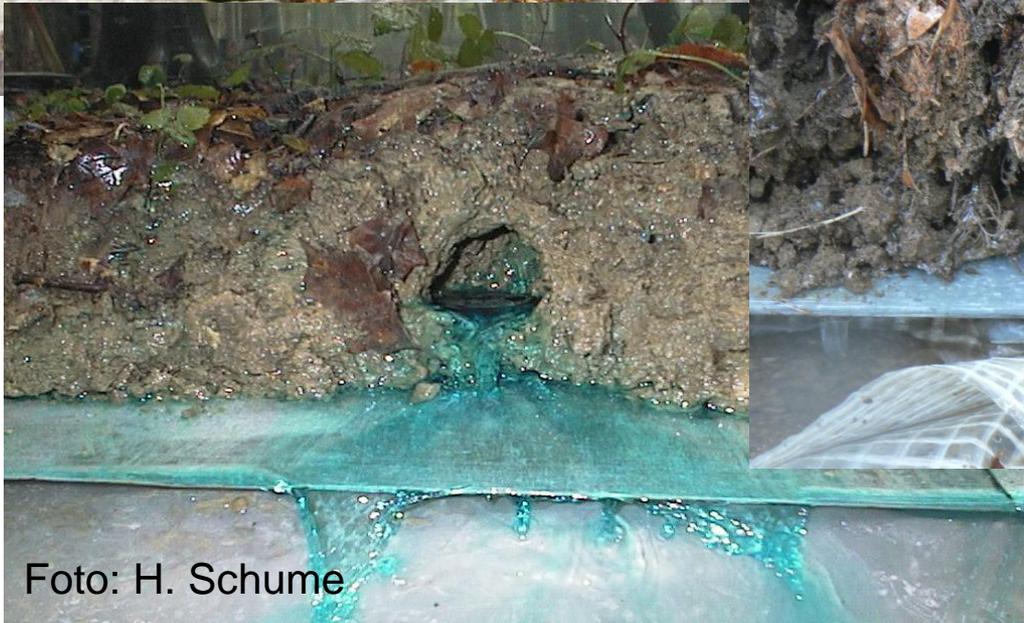
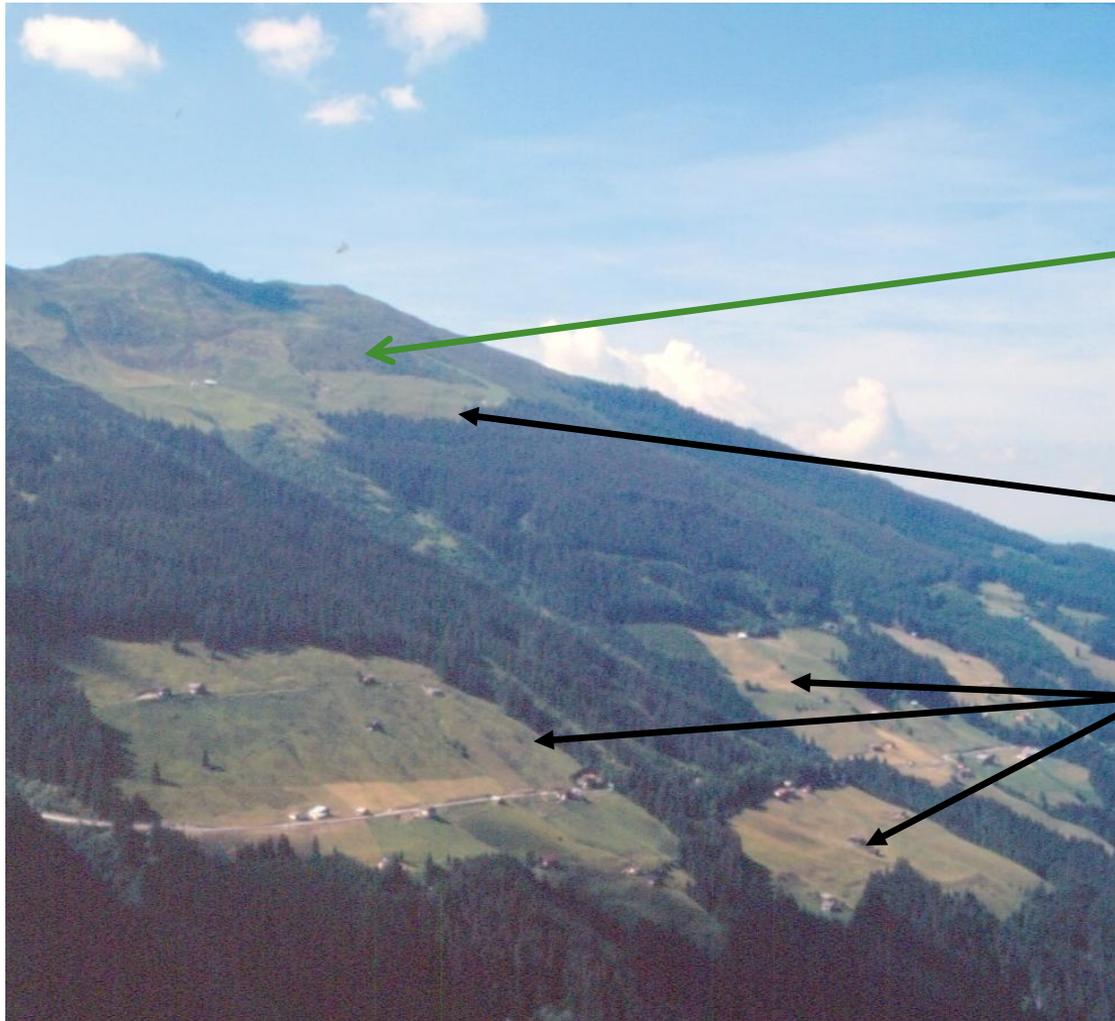


Foto: H. Schume

# Vergleich Wald und andere Landbedeckungsformen

## Geolsalm - Finsingtal



Umfangreiche  
verbessernde Maß-  
nahmen, z.B.  
Aufforstungen,  
Weidefreistellung, ...

Waldgrenze  
anthropogen gedrückt

Rodungen für  
Landwirtschaft im  
Waldgürtel

# Vergleich Wald und andere Landbedeckungsformen



Foto: B. Kohl

Zwergstrauchheide

Planie - Schipiste



Foto: F. Perzl

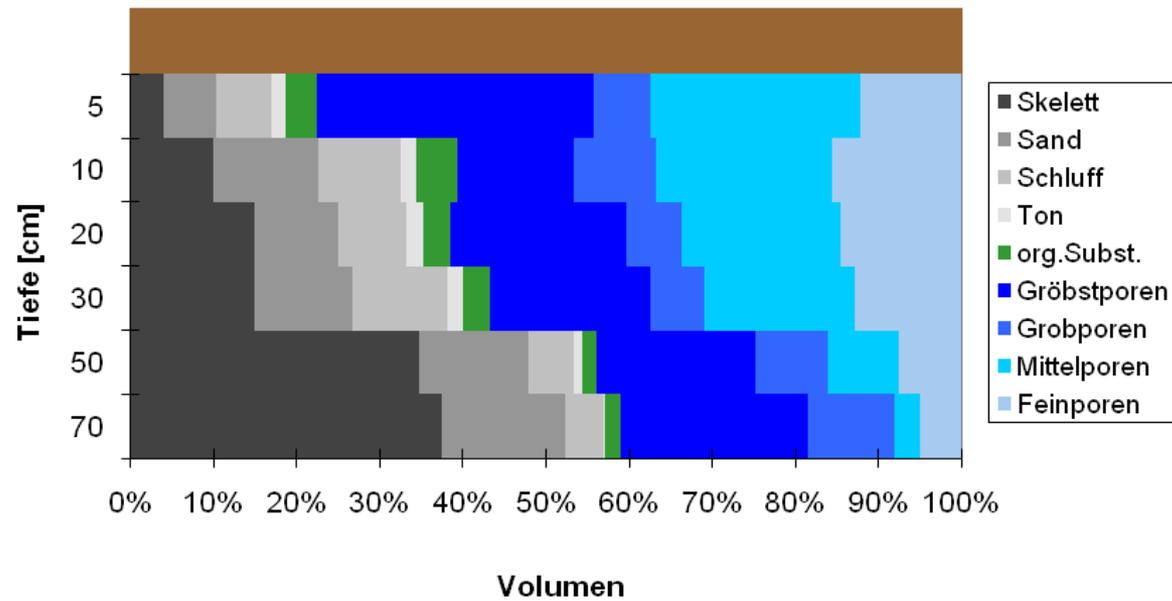
Subalpiner Fi-Wald



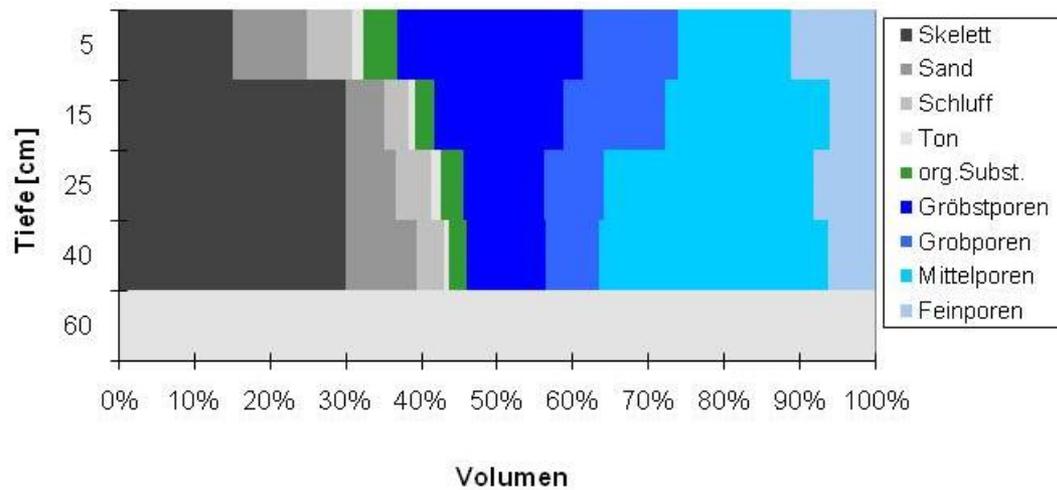
Foto: F. Perzl

Zillertal - Geolsalm

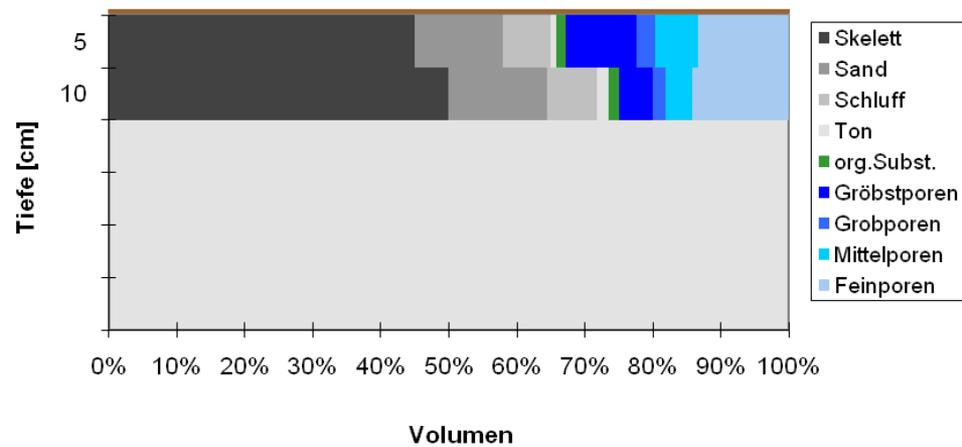
# Zwergstrauchheide



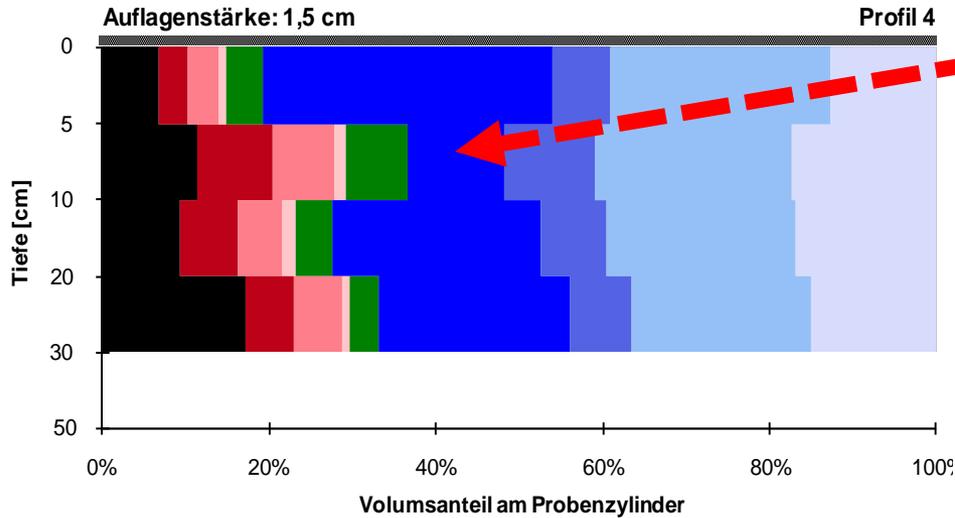
# Waldboden



# Planie



# „Langzeitgedächtnis“ der Böden



**Semipodsol unter Wald,  
vor 40 Jahren beweidet**

■ Bodenskelett

■ Sand

■ Schluff

■ Ton

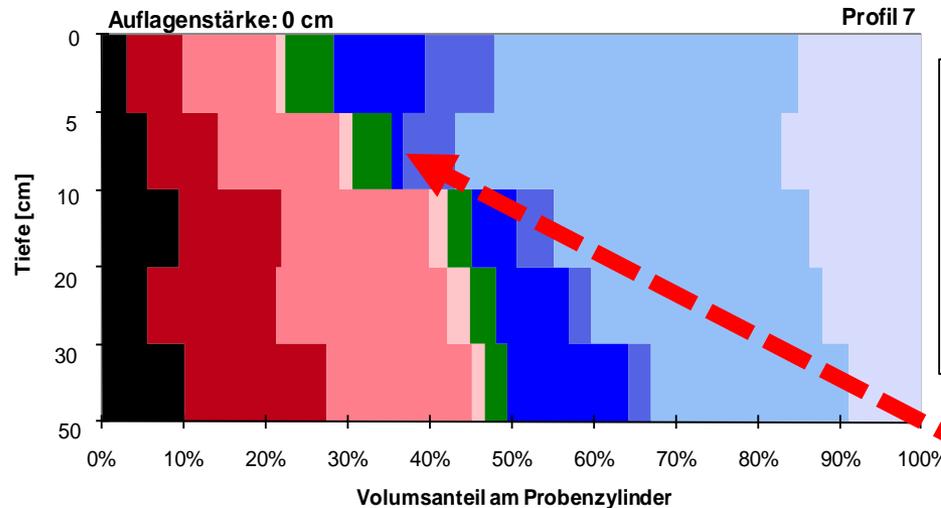
■ Org. Substanz

■ Gröbstporen

■ Grobporen

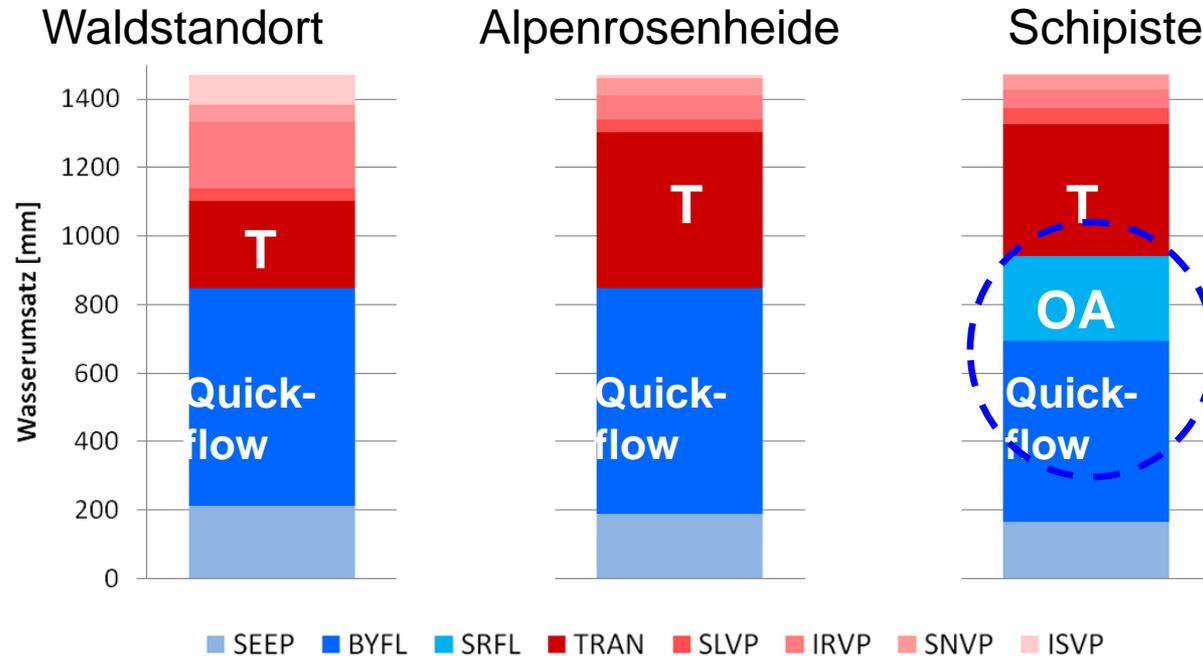
■ Mittelporen

■ Feinporen



**Weidepseudogley  
mit Weidestausohle**

# Jahreswasserbilanz:



ISVP	Evaporation des interzeptierten Schnees
IRVP	Evaporation des interzeptierten Regens
SNVP	Evaporation der Schneedecke am Boden
SLVP	Evaporation des Bodens
TRAN	Transpiration (T)
SRFL	Direktabfluss, Oberflächenabfluss (OA)
BYFL	Bypassfluss, rasche Tiefensickerung (QUICKFLOW)
SEEP	Langsame Tiefensickerung
SWAT	Langsame Tiefensickerung

(gerechnet mit BROOK90 – Federer 1995)



Foto: F. Perzl



Foto: F. Perzl

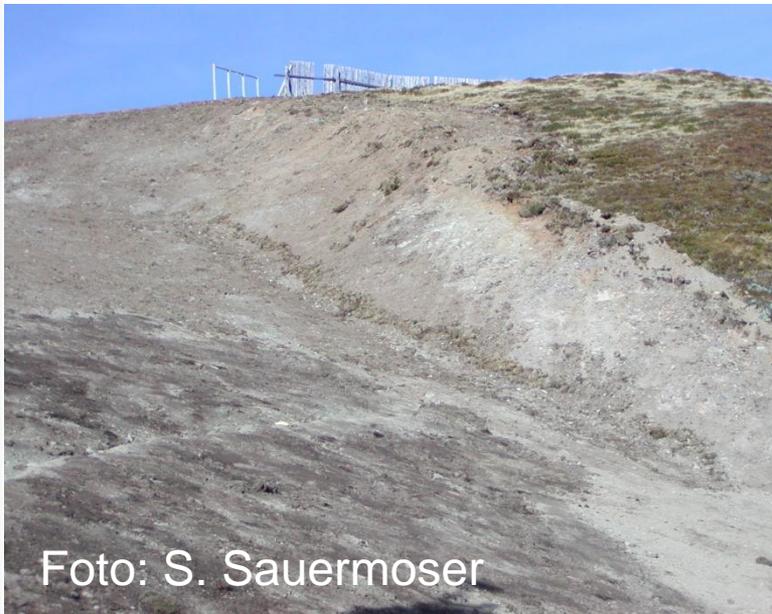
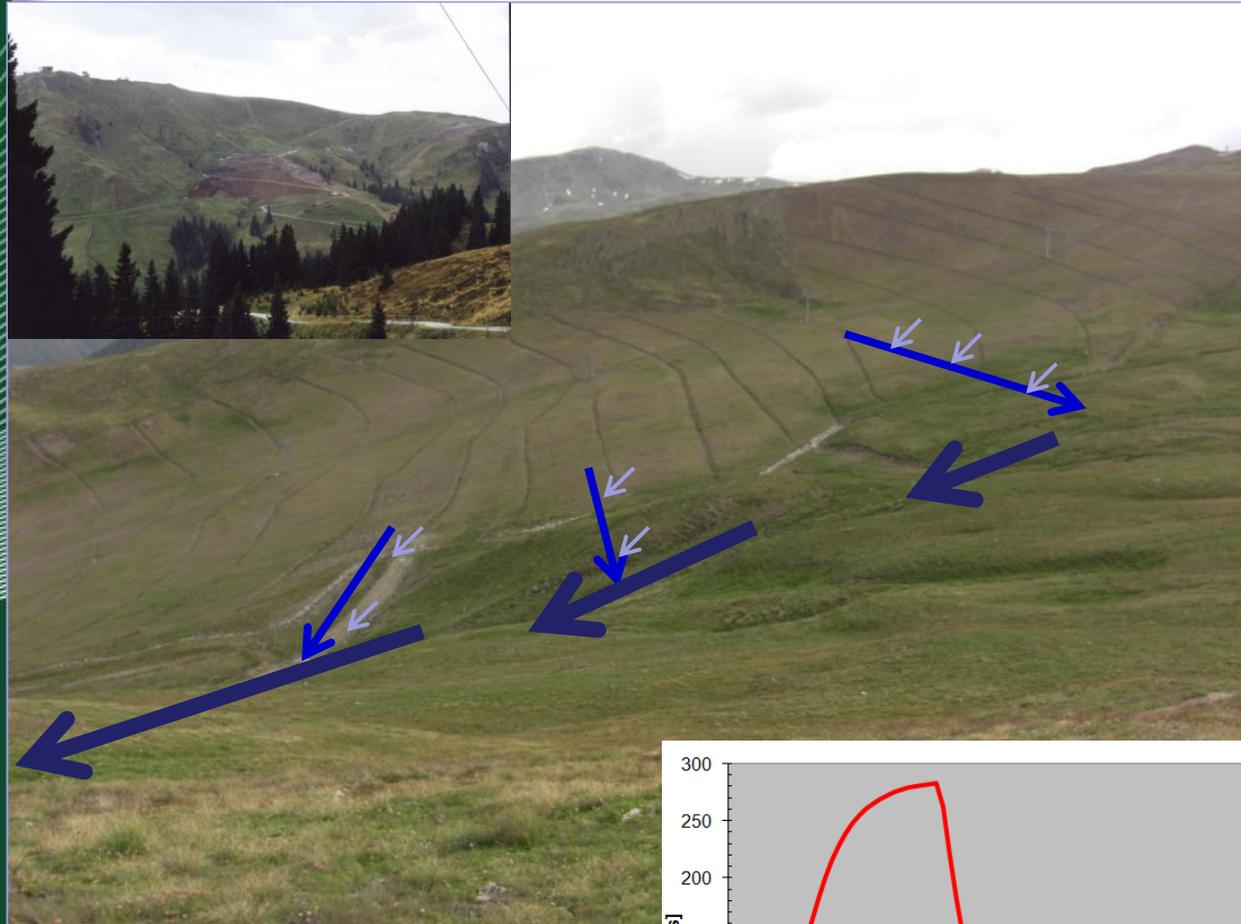


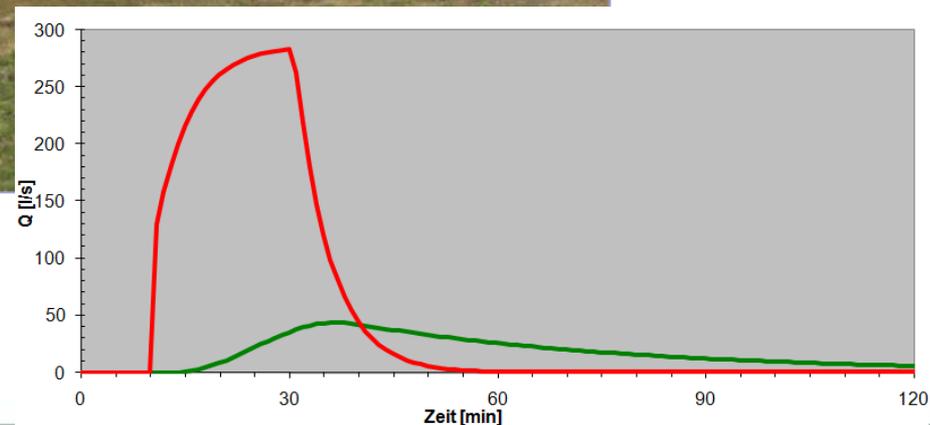
Foto: S. Sauermoser



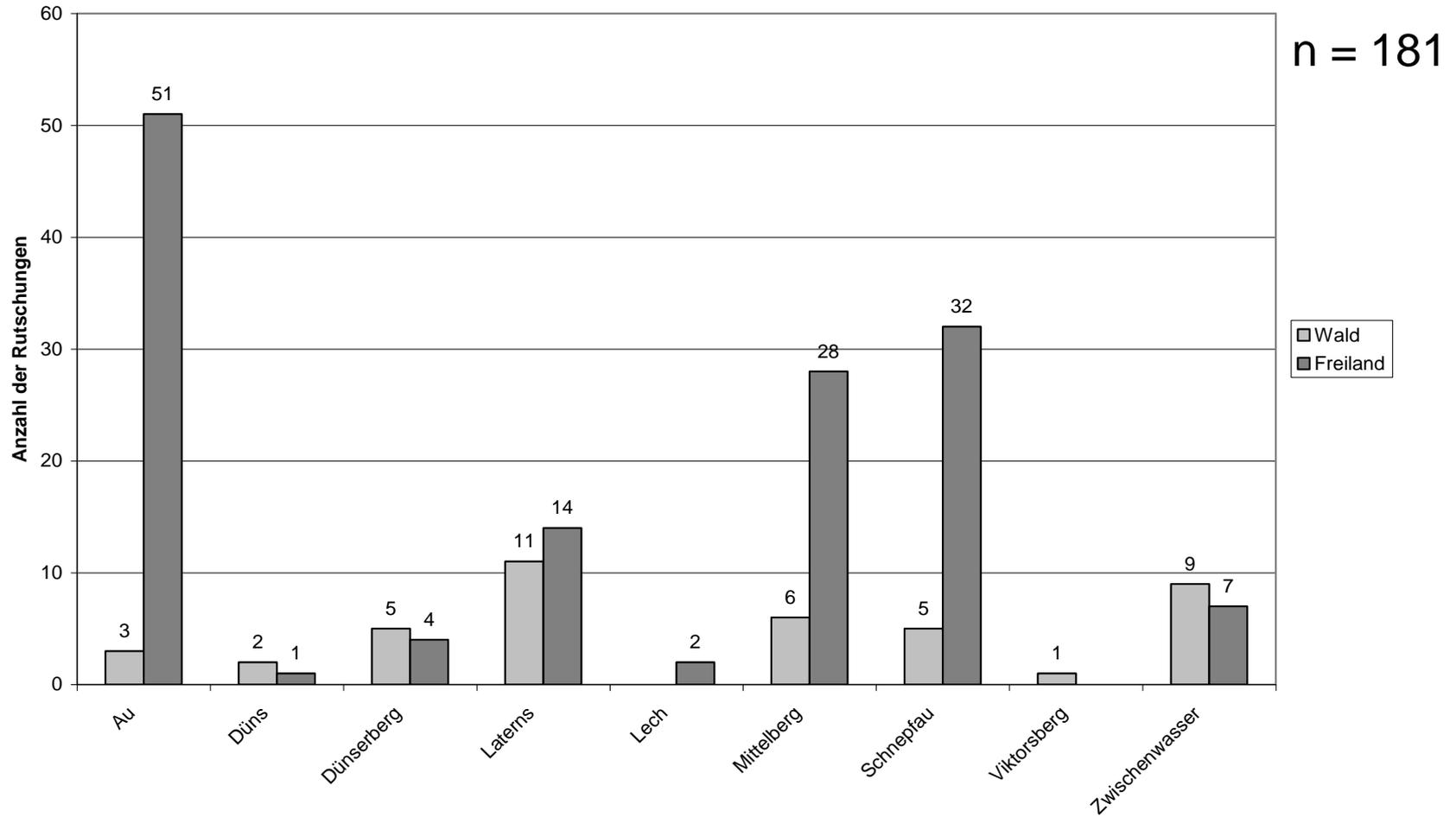
# Hydrologische Auswirkungen von Bodenveränderungen in den Hochlagen



- Strukturzerstörung
- keine Grobwurzeln
- Kaum Bodenauflage
- Spärliche Vegetation
- Dichtlagerung
- Geringe Rauigkeit
- Oberflächenabfluss
- Abflusskonzentration
- Bodenerosion



# Waldboden und Massenbewegungen



# Seichtgründige Massenbewegungen



Foto: R. Luzian (BFW)



- 1 Blößen
- 2 Extensivierte Flächen
- 3 Hohes Hangwasserangebot
- 4 Übergang zum Freiland.

Buchfeld – Laternsertal (Vlbg. August 2005)



Stabilisierende Wirkung der  
Baumwurzeln:  
Armierung der Hangoberfläche



Foto: R. Reiter (BFW)

# Wald – tiefgründige Massenbewegungen

Limitierte Wirkung:

- Ungünstige geologische Verhältnisse (tief liegender Gleithorizont, tiefgründiges Lockermaterial, Moräne...)
- hoher Eintrag von Oberflächenwässern und Interflow aus überliegenden waldfreien Bereichen



Gradenbach – Mölltal, Kärnten

Fotos: K. HAGEN - BFW

10.11.2005 16:32

# „Hangentlastungen“

Löhnersbach / Salzburg



Geplant: Abräumen  
des ganzen Hanges

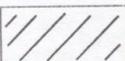
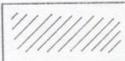
**Begründung:**  
Wildholzgefahr

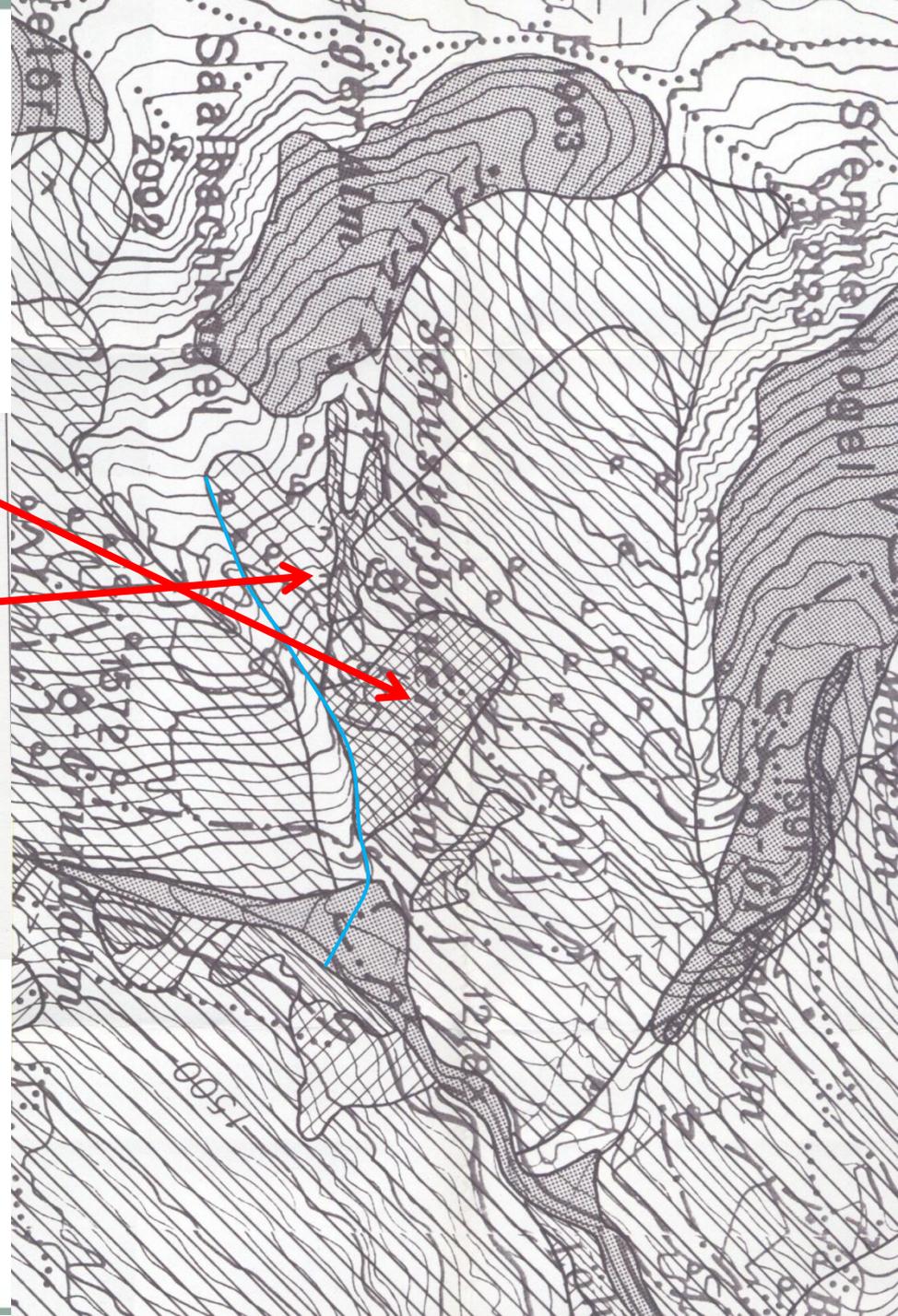
Durch Geologen  
unterbunden –  
**warum?**



# Hangentlastungen

## Legende:

	tiefundige Massenbewegungen, Auflockerung in Fels	-	aktiv
	tiefundige Massenbewegungen, Auflockerung in Fels	-	derzeit nicht aktiv
	Rutschungen, Gleitungen, Erosionsherde in Lockersedimenten	-	aktiv
	Rutschungen, Gleitungen, Erosionsherde in Lockersedimenten	-	derzeit nicht aktiv
	ausgedehntere und mächtigere Lockersedimentkörper		



Nach Mayer und Beinsteiner (1972):

Bei Bodenmächtigkeit von 1m

- ⇒ Masse des Bodens = 85%
- ⇒ Masse des Wassers bei Feldkapazität = 13%
- ⇒ Masse des Bestandes = 2%

Bei großflächigem Abtrieb

- ⇒ Deutliche Reduktion der Interzeptions- und Transpirationsleistung
- ⇒ mehrere hundert mm Niederschlag an zusätzlichem Sickerwasser

## Überschlagsmäßige Berechnung:

### Annahmen:

Bodenmächtigkeit	= 1 m
FD	= 2,5 g/cm <sup>3</sup>
Porenvolumen (PV)	= 50%

- ⇒ **Masse Boden (50 Vol%) = 0,5 \* 2,5 = 1,25 to/m<sup>3</sup> = 12500 to/ha**
- ⇒ **Masse Wasser (30 Vol%) = 0,3 \* 1 = 0,3 to/m<sup>3</sup> = 3000 to/ha**
- ⇒ **Masse Bestand (400 Bäume) = (400\*0,8 to) + (400\*0,5 to) =  
= 520 to/ha**

### Gerechnet mit:

- Volumen eines Baumes nach Denzin = 40 cm<sup>2</sup>/1000 = 1,6 m<sup>3</sup> (bei 50 cm DM = 2,5 m<sup>3</sup>)
- 1m<sup>3</sup> Holz = 0,5 to
- 0,5 to Astmaterial/Baum

## Wassermehranfall bei 1200 mm N p.a.

Interzeption:

- Fichtenaltbestand p.a. = 500 mm = 5000 m<sup>3</sup>/ha (Mendel 2000)
  - Schlagflora = 250 mm = 2500 m<sup>3</sup>/ha
- ⇒ Bestandesentnahme = kurzfristige Reduktion = **2500 m<sup>3</sup>/ha (Minimum)**

Transpirationsleistung:

- Fichtenaltbestand = ca. 390-450 mm p.a. (Lyr et al. 1992)
  - nackter Boden = ca. 200 mm (Molchanov 1960)
  - div. Gräser = ca. 230-300 mm (Molchanov 1960)
- ⇒ Bestandesentnahme = kurzfristige Reduktion = **2000 m<sup>3</sup>/ha**

**4500 m<sup>3</sup>/ha und Jahr MEHR**

**an Oberflächenabfluss bzw. Tiefensickerung**

# CONNEX CC – zukünftige Fragen



„Wanderung“ der Bäume an der aktuellen Waldgrenze

„Extensivierung“ von Almen

- rasche hydrologische Änderungen (Hydrophobie, Vernässung, Sukzessionen...)
- Phänologie der Böden? Zukünftige Bodenentwicklung?



Hochlagenaufforstungen der WLW, Schmirner Sonnhänge, Tirol

# Bodenerosion

Zunahme der Bodenerosion (Bsp.: Höttinger Graben bei Innsbruck)

- Nutzungsänderung – Bestoßungsintensität, -dauer?
- Niederschlagsverhältnisse, Lawinentätigkeit
- ...



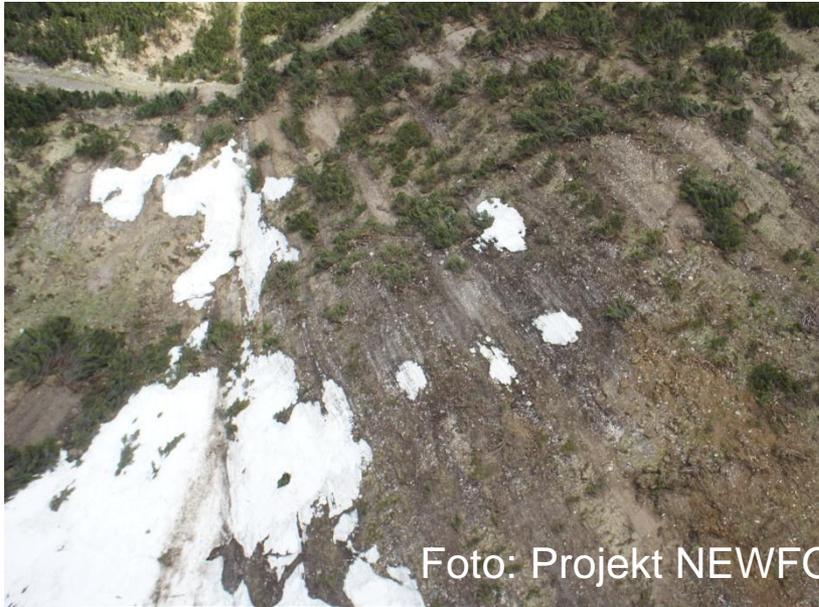


Foto: Projekt NEWFOR



Foto: B. Kohl

Auswirkungen auf die Böden in den Hochlagen?

Projekt EROSTAB –  
gefördert von  
BMLFUW, WLV und  
Stadt Innsbruck

# Trinkwasserschutz

Vermehrte flüssige Niederschläge auch in den Wintermonaten, Nassschnee...

⇒ Zunahme von Schneedruck,...



Fotos: F. Perzl

## Wirkung von Waldvegetation und Waldboden

- **(+)**
  - Transpiration (freier Bodenspeicher)
  - Interzeption
  - Reduktion der kinetischen Energie des Niederschlages
  - **Dosierte Infiltration**
  - **Armierung des Oberbodens/Erosionsschutz**
  - **Ventileffekt im Boden – durch hohen Gröbstoporenanteil – Schutz vor Überdruck**
  - **Reinigung des Wassers**
  - ...

# Wirkung von Waldvegetation und Waldboden

- (+/-)
  - **Abnehmende Retentionsleistung bei langer Niederschlagsdauer**
  - Wildholzgefahr (Bewirtschaftung!)
  - ...

Danke für Ihr Interesse!