



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

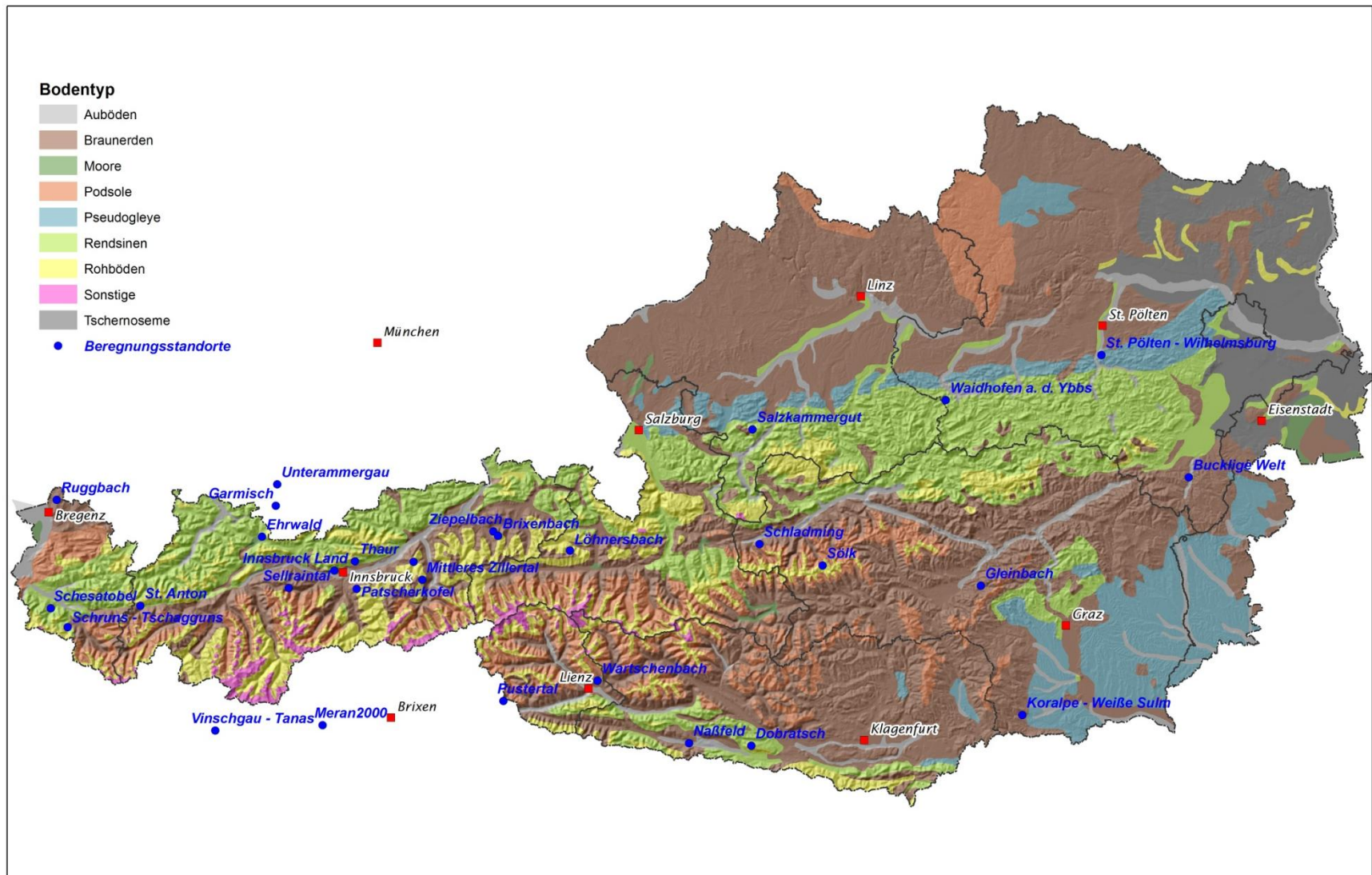
27.6.2012

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



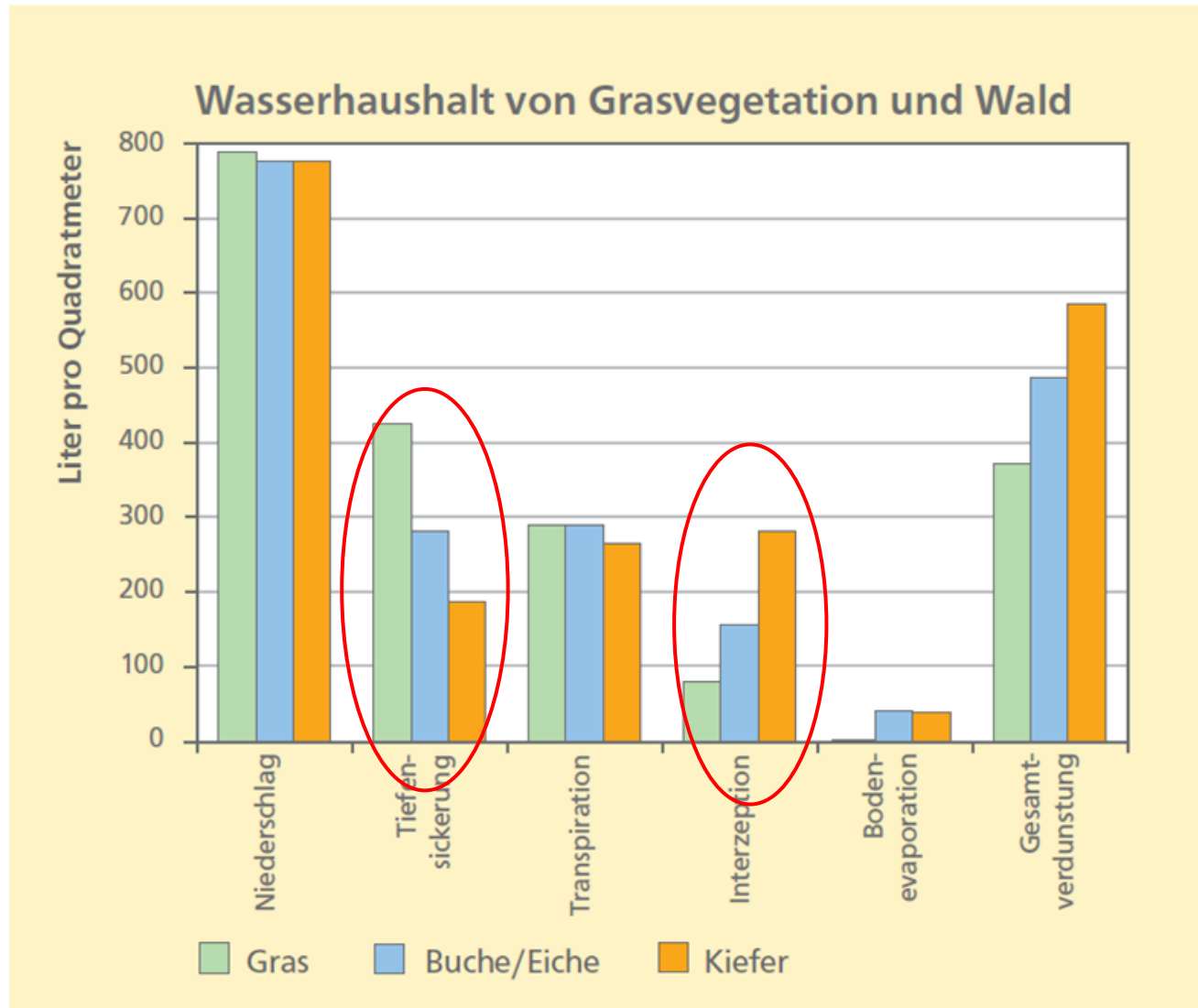
Baumschicht
Bodenvegetation

Auflagehumus

Bodenphysikalische
Eigenschaften

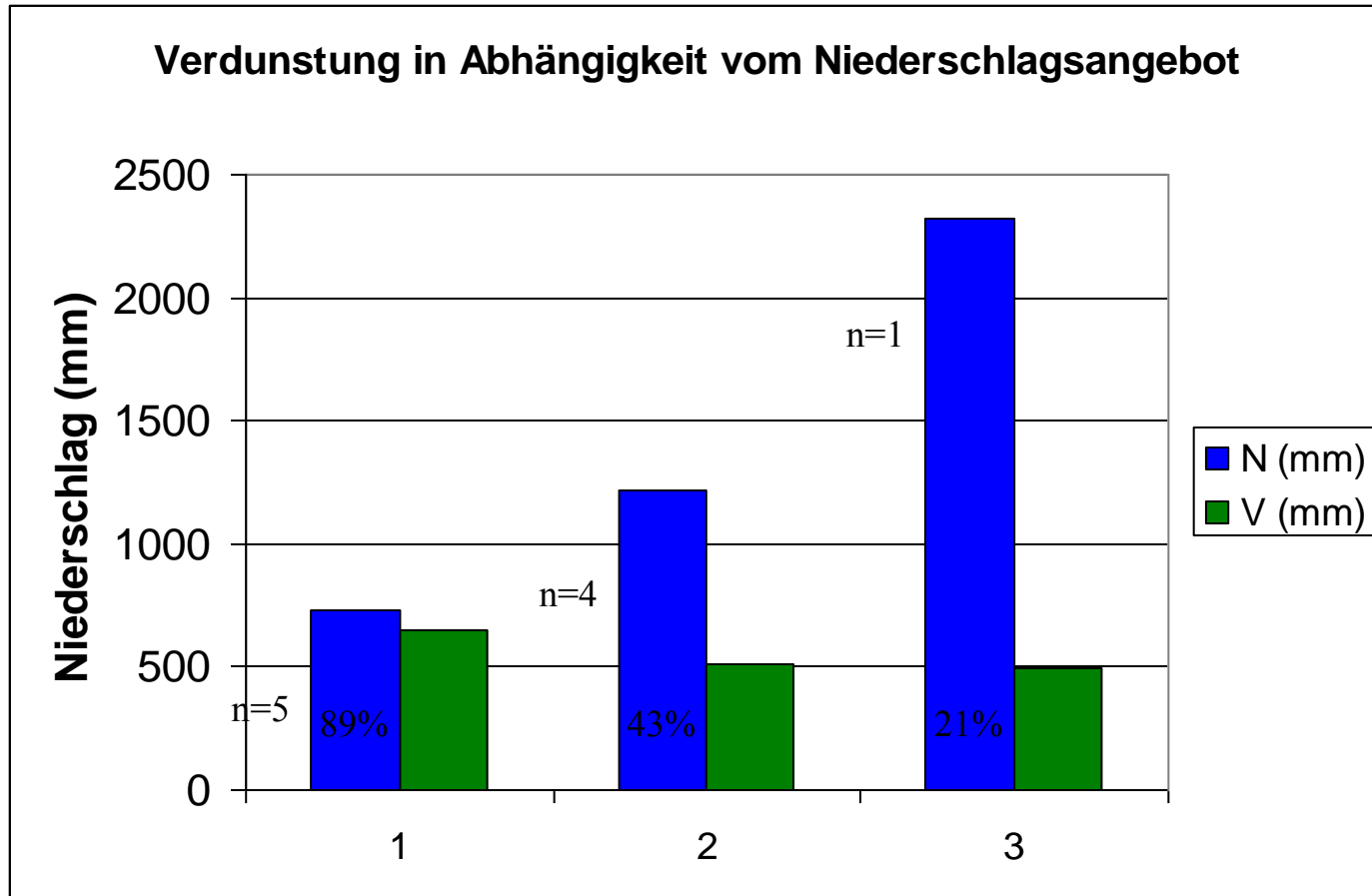
Geologischer
Untergrund
(Geo)Morphologie

Wald(Boden) - Wasserumsatz



Quelle: Zimmermann et al. (2008)

Komponenten der Wasserbilanz – Transpiration



N = Jahresniederschlag

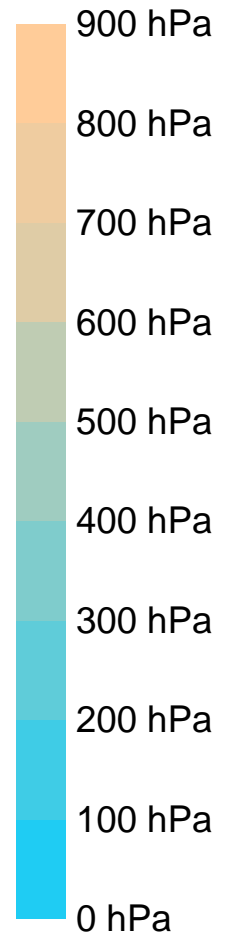
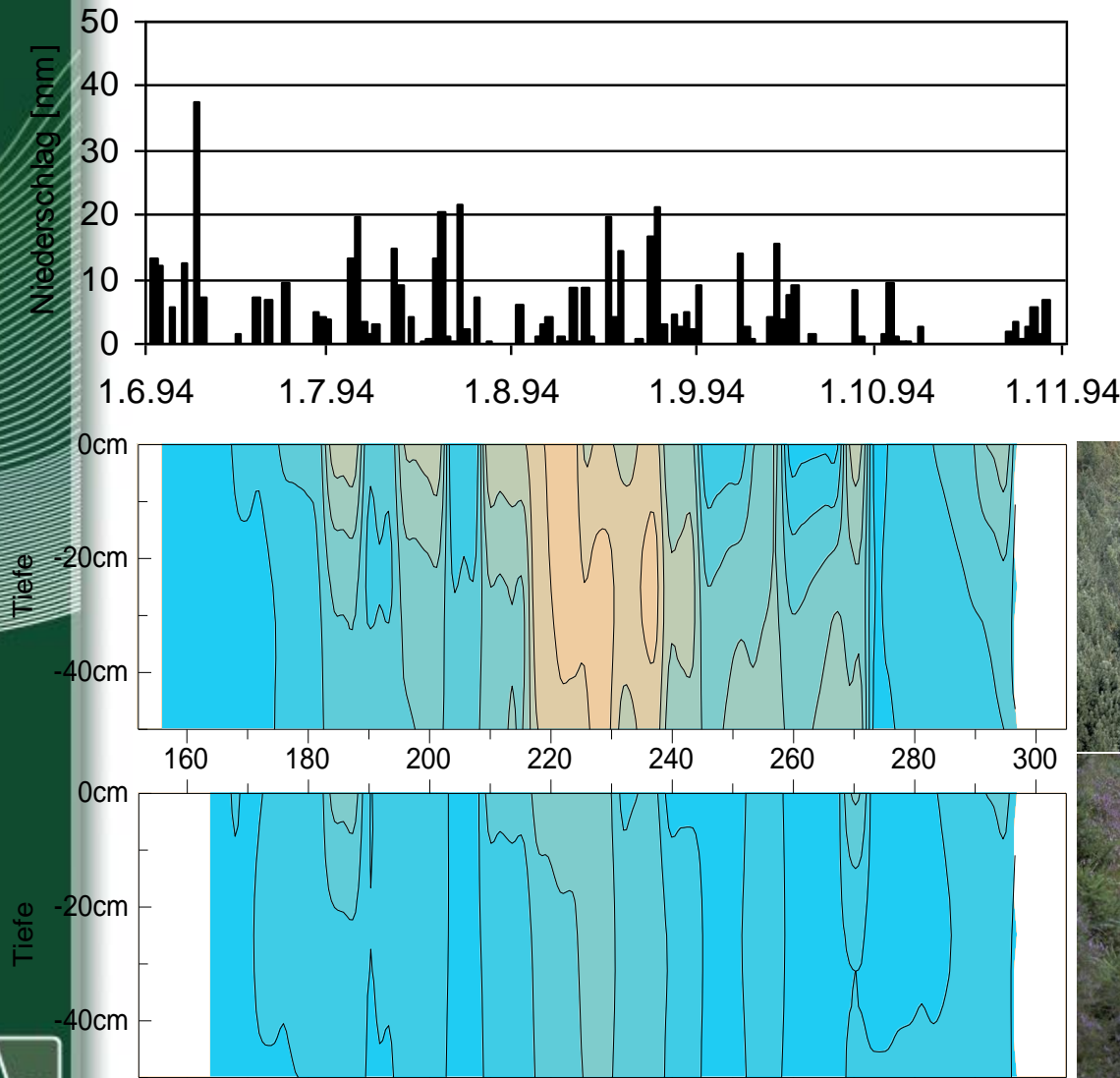
V = Verdunstung

Quelle: MENDEL (2000) - verändert

Wasserumsatz im Boden

Bsp. Hochlagenaufforstung
Haggen im Sellrain

⇒ gegenüber waldlosem
Standort höherer freier
Porenraum



Waldboden - Infiltration und Abfluss

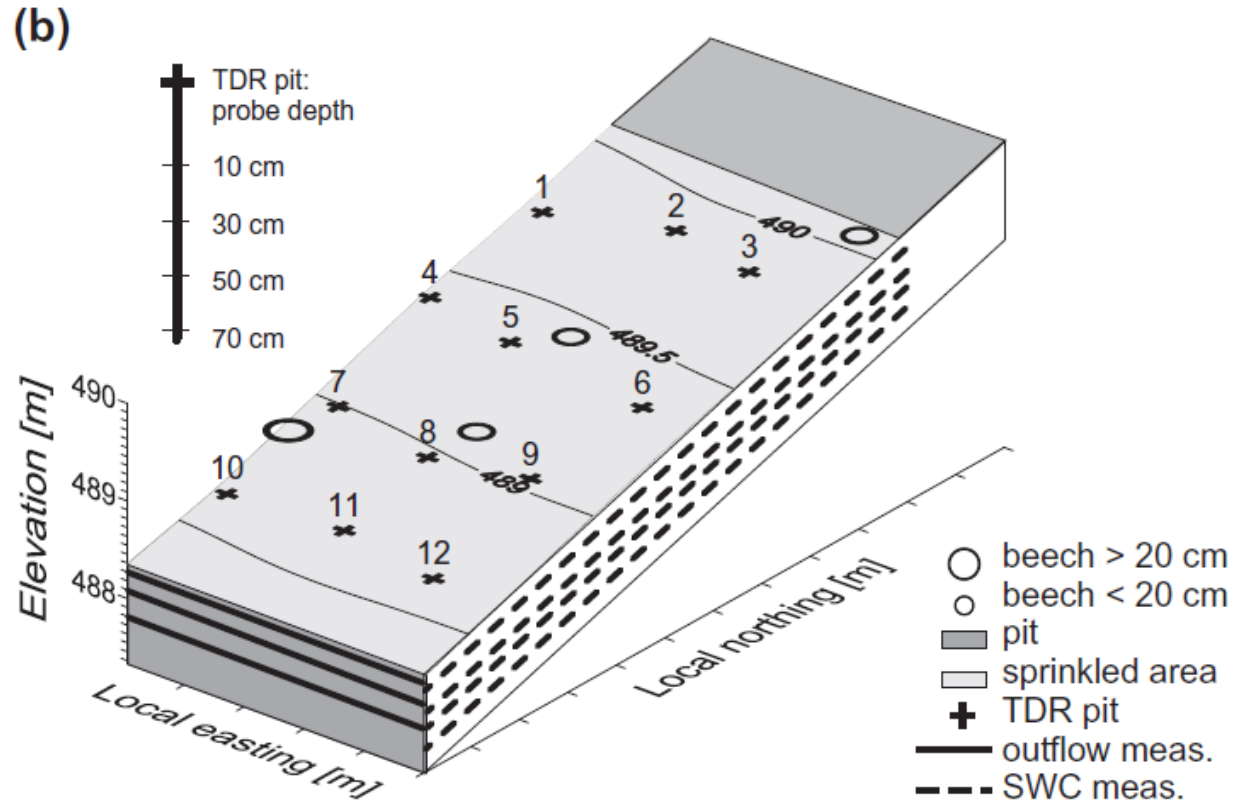
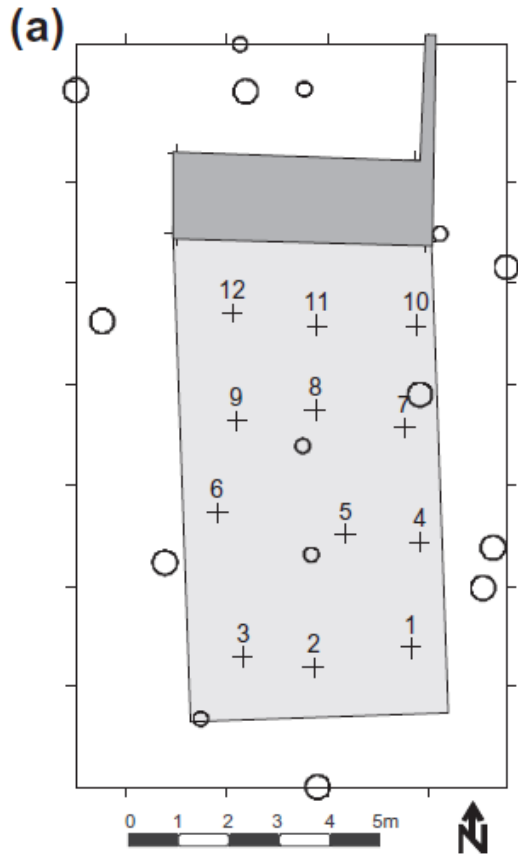
Standortsgerechter
vs. standortswidriger
Bestand

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)



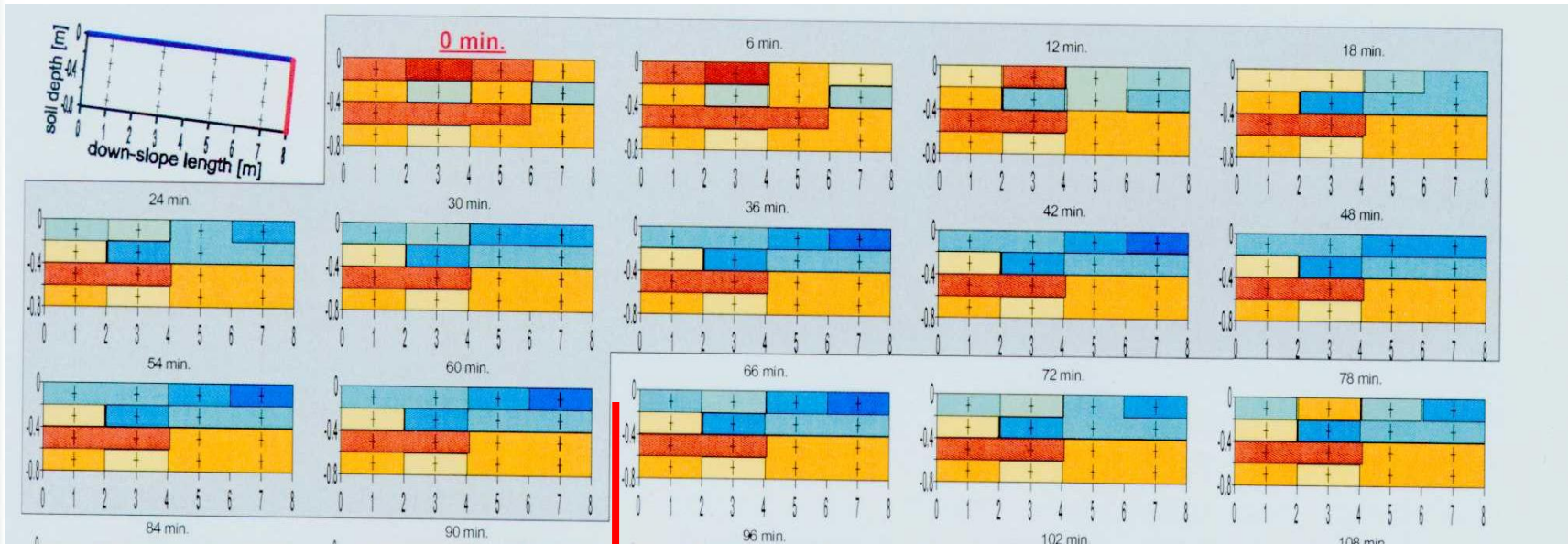
Fichte auf Pseudogley

= standortswidrige Baumart

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

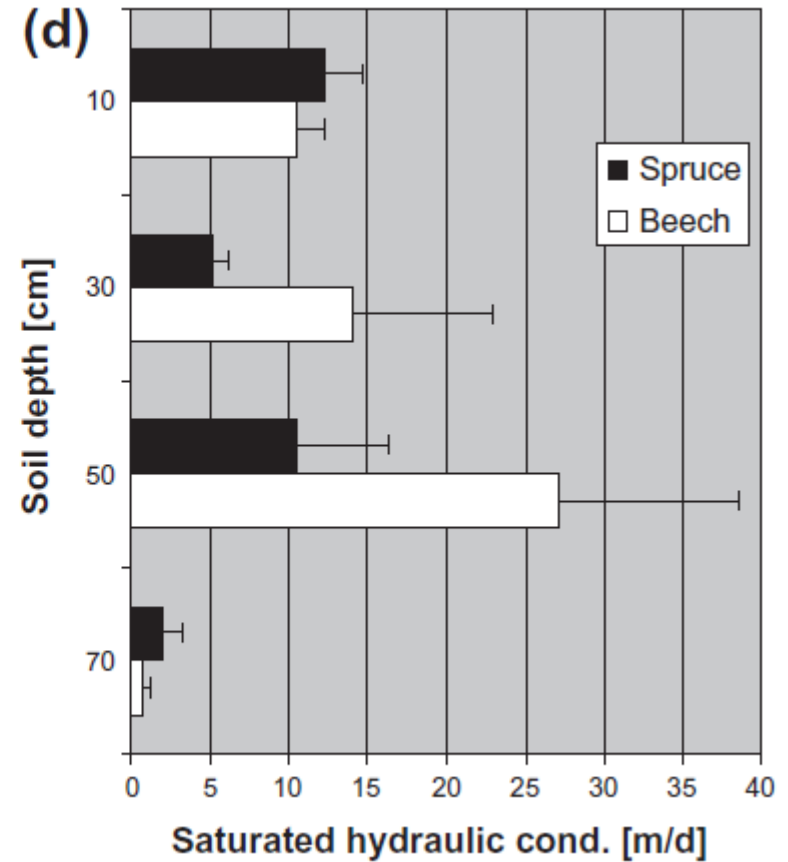
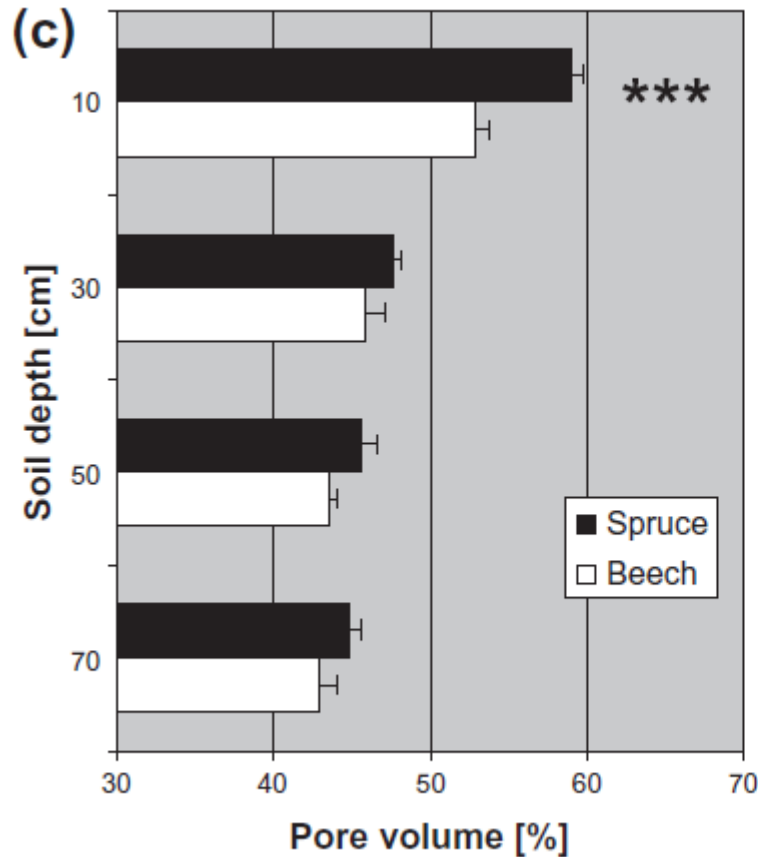


Wasseranteil in Volums-%

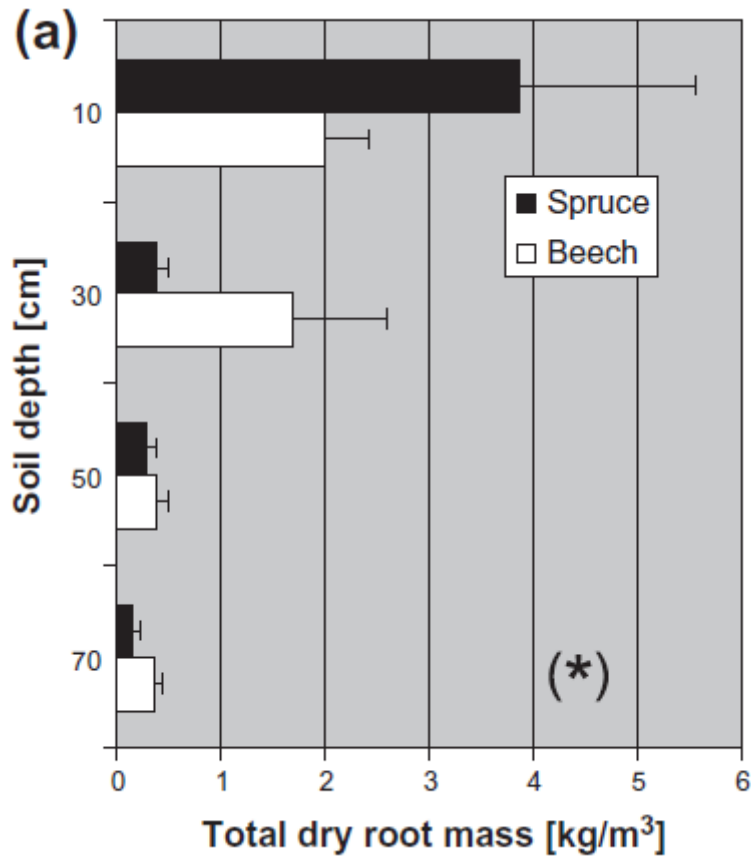


SCHUME et al. (2003), Jost et al. (2012)

Bodeneigenschaften



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



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

Präferenzielles Fließen



Wurm- und Mauerlöcher
Wurzelkanäle
Klüfte, Schwundrisse

...

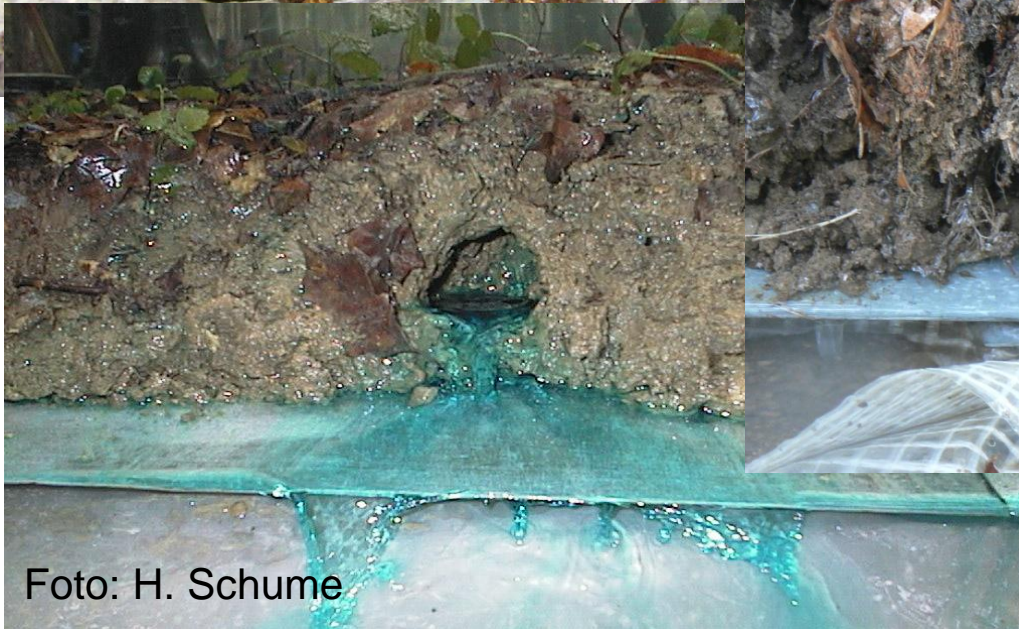
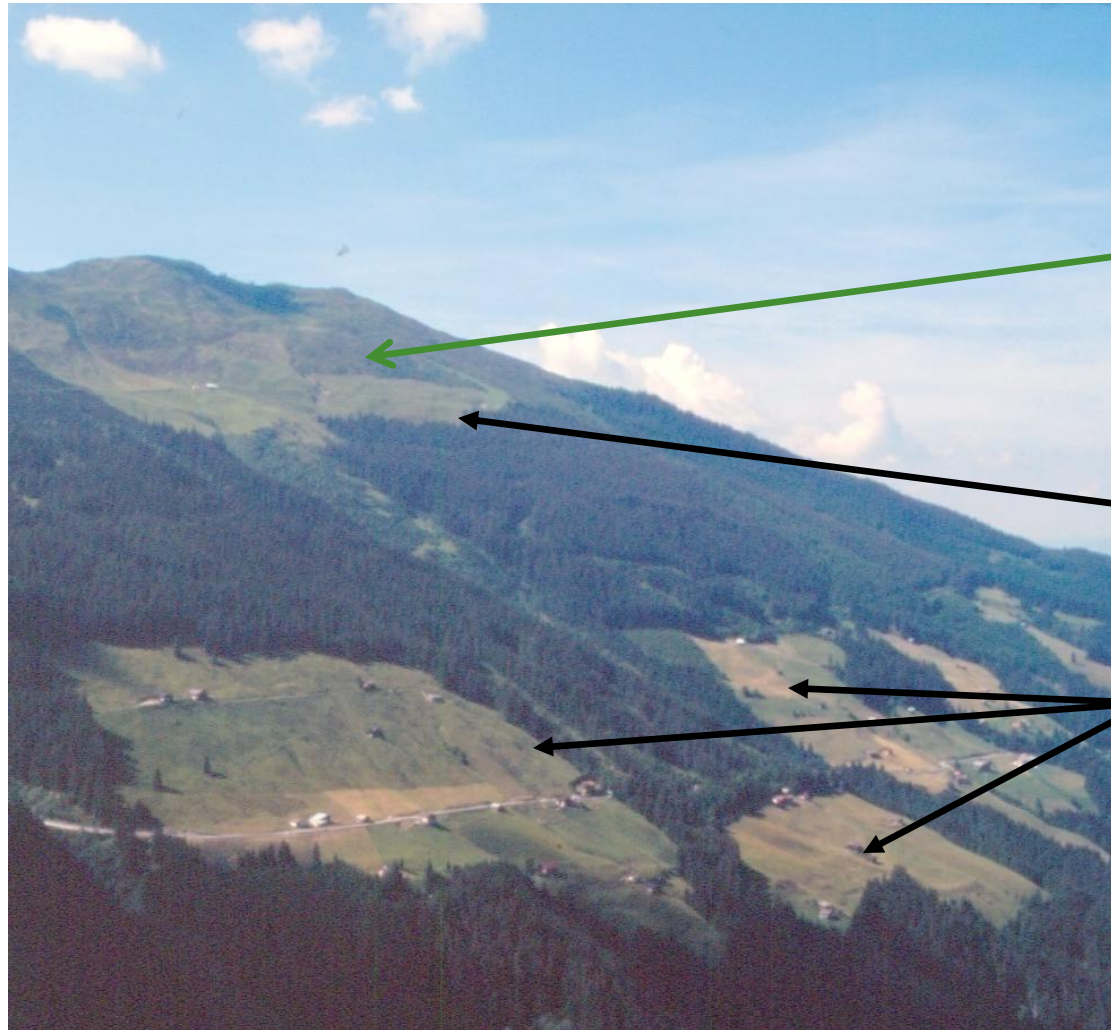


Foto: H. Schume

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

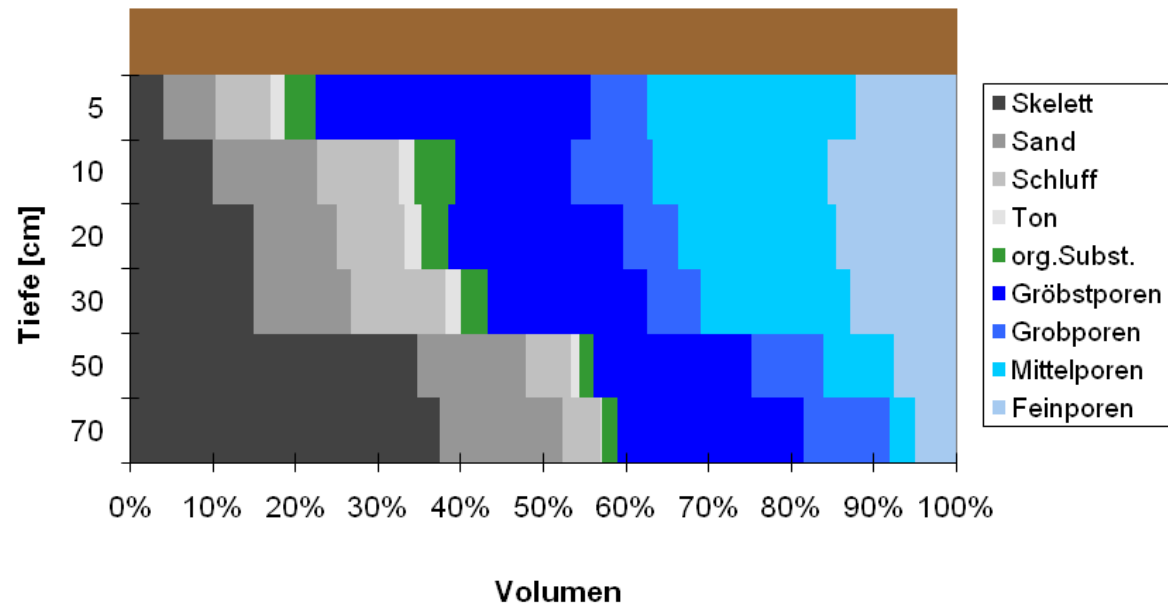
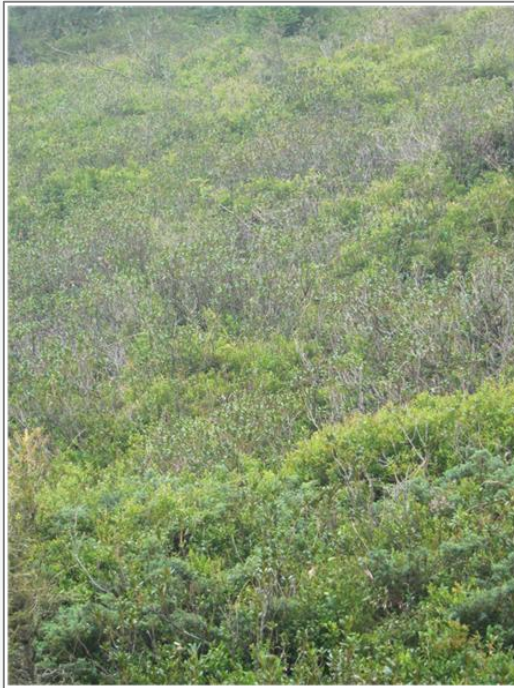
Subalpiner Fi-Wald



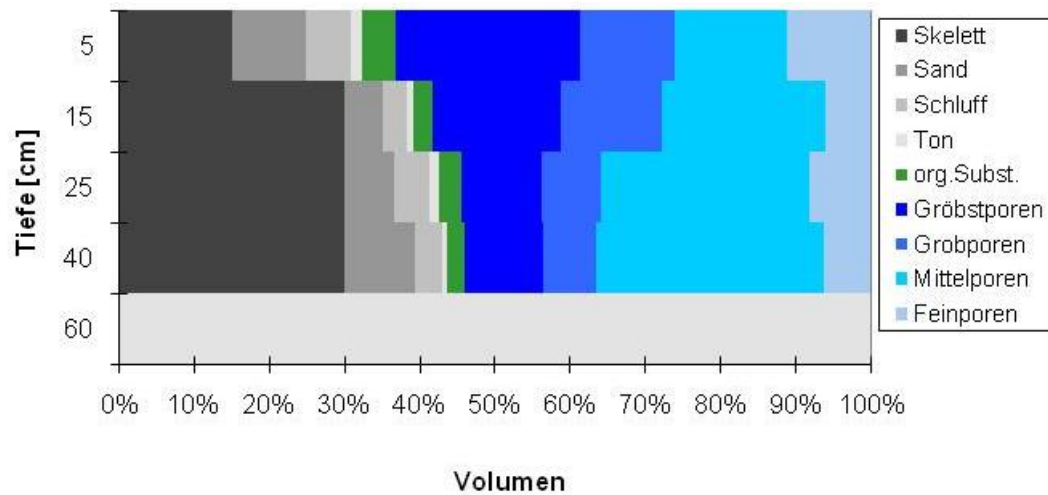
Foto: F. Perzl

Zillertal - Geolsalm

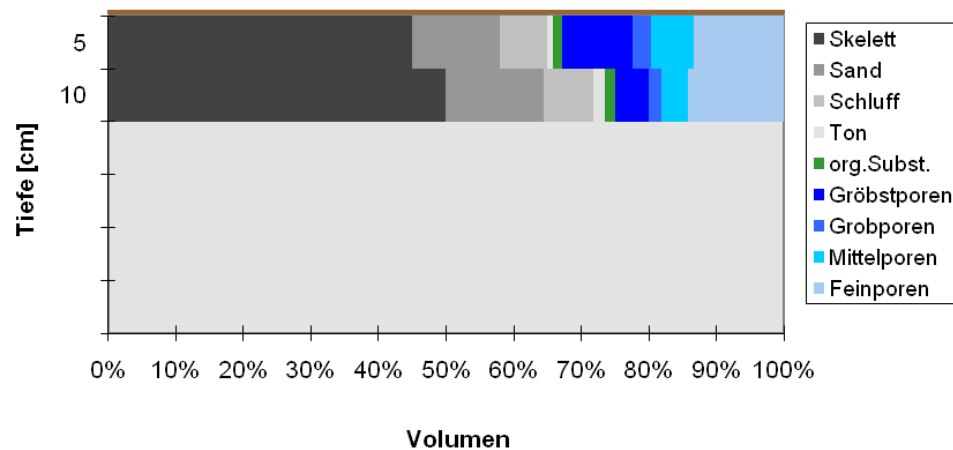
Zwergstrauchheide



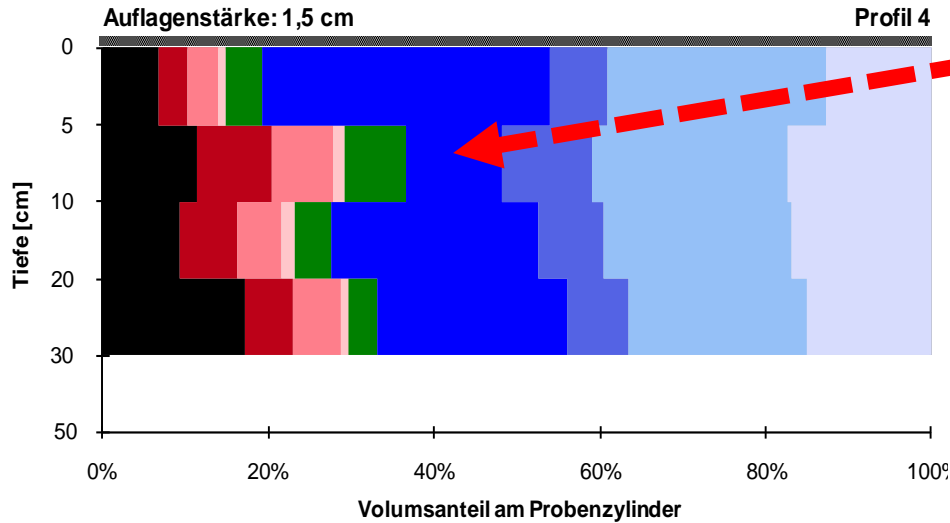
Waldboden



Planie



„Langzeitgedächtnis“ der Böden



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

■ Bodenskelett

■ Sand

■ Schluff

■ Ton

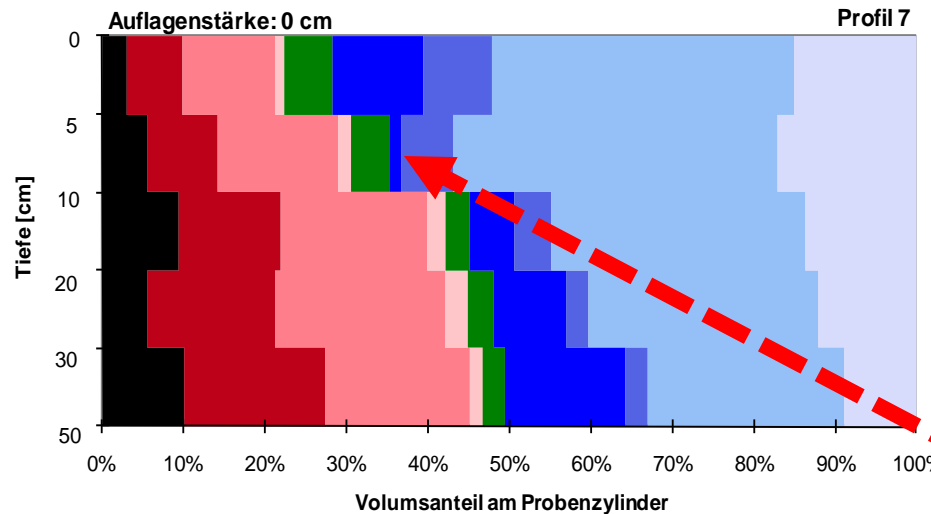
■ Org. Substanz

■ Gröbtporen

■ Grobporen

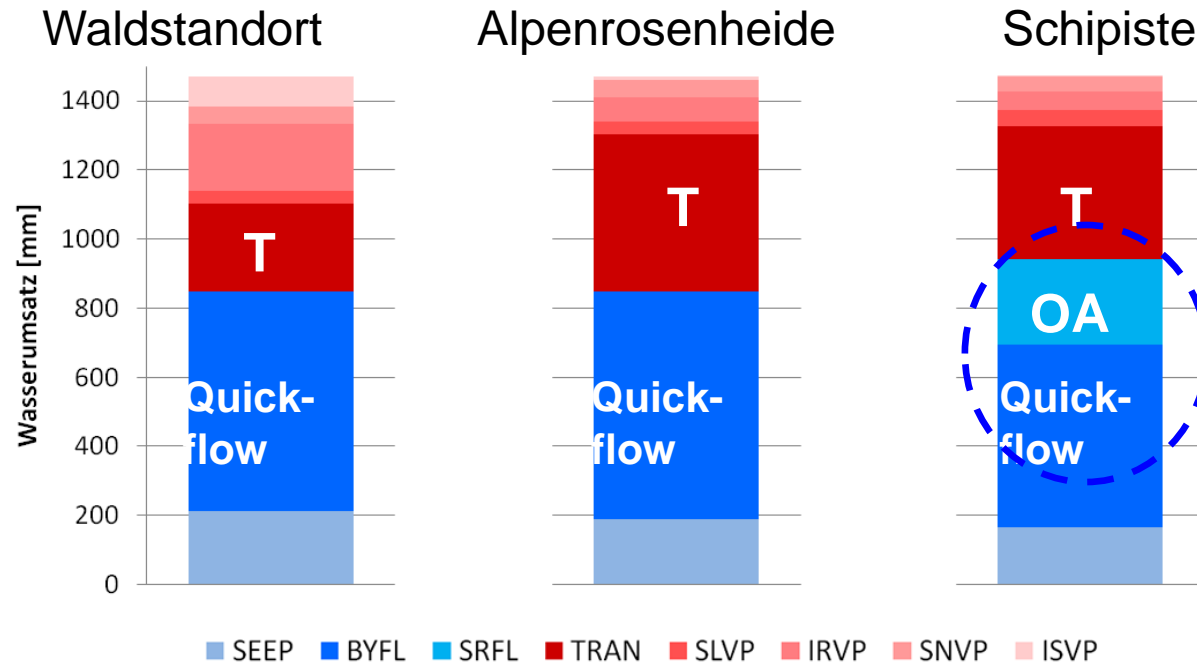
■ Mittelporen

■ 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

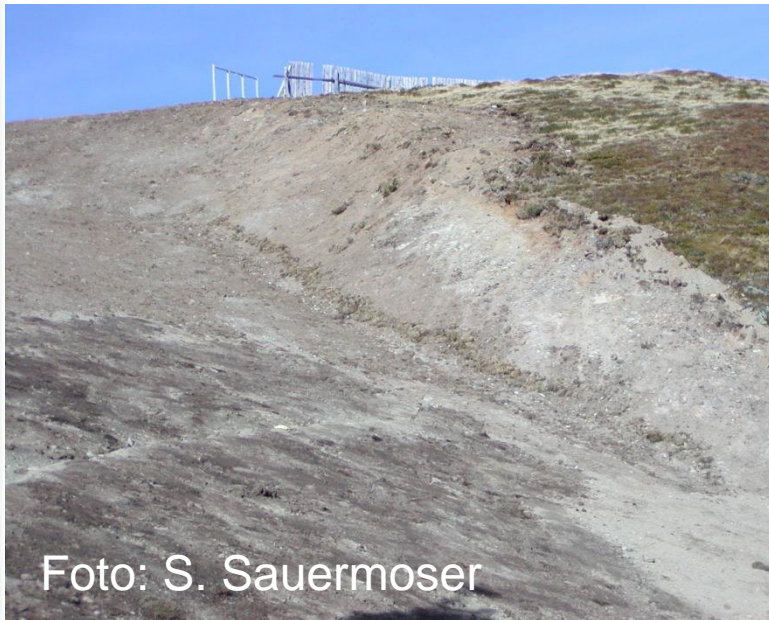
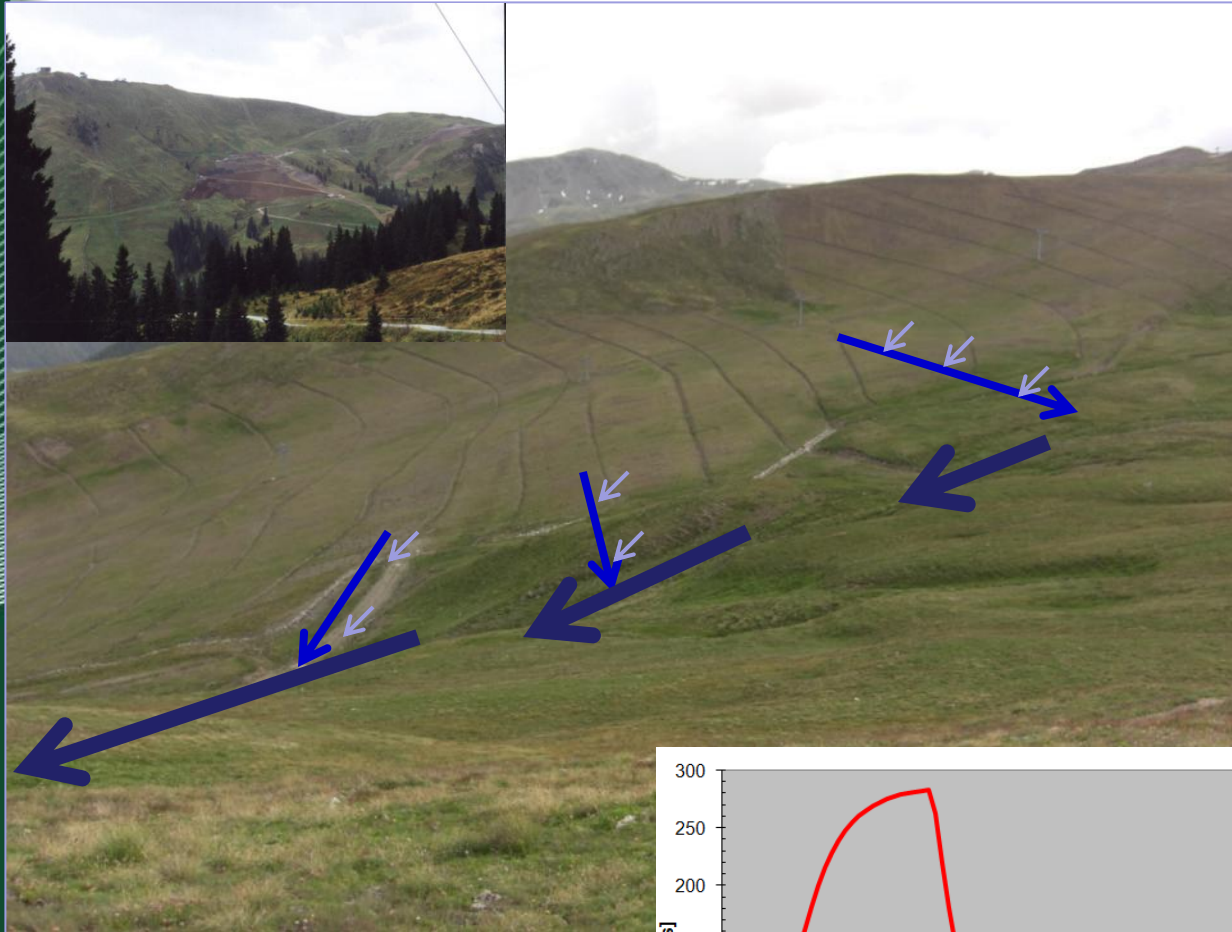


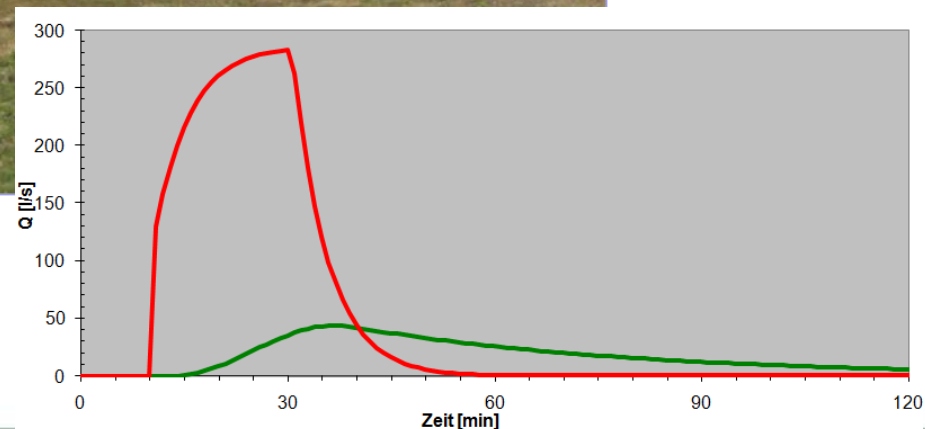
Foto: S. Sauermoser



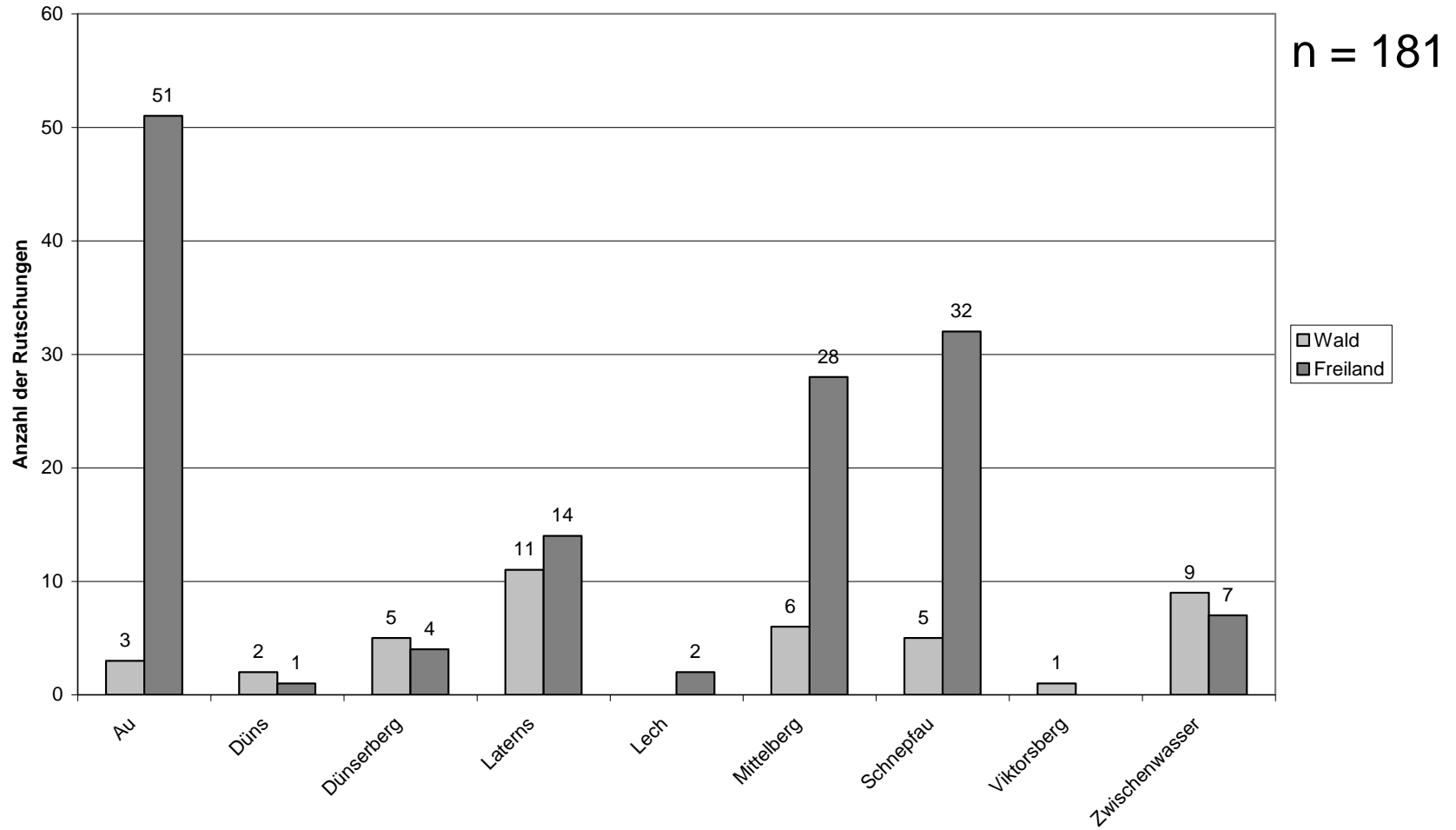
Hydrologische Auswirkungen von Bodenveränderungen in den Hochlagen



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



Waldboden und Massenbewegungen



Seichtgründige Massenbewegungen

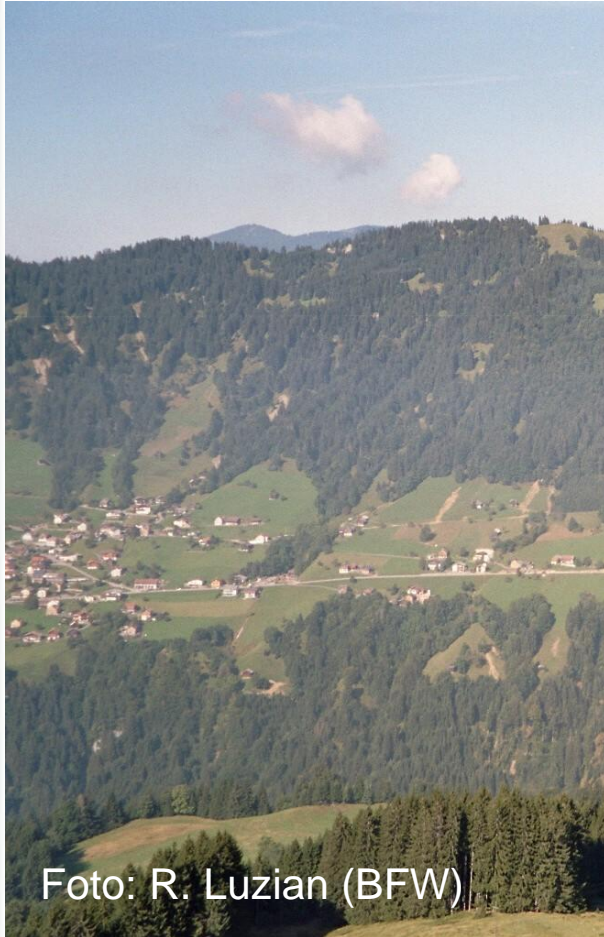


Foto: R. Luzian (BFW)



- 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


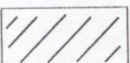
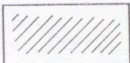


Begründung:
Wildholzgefahr

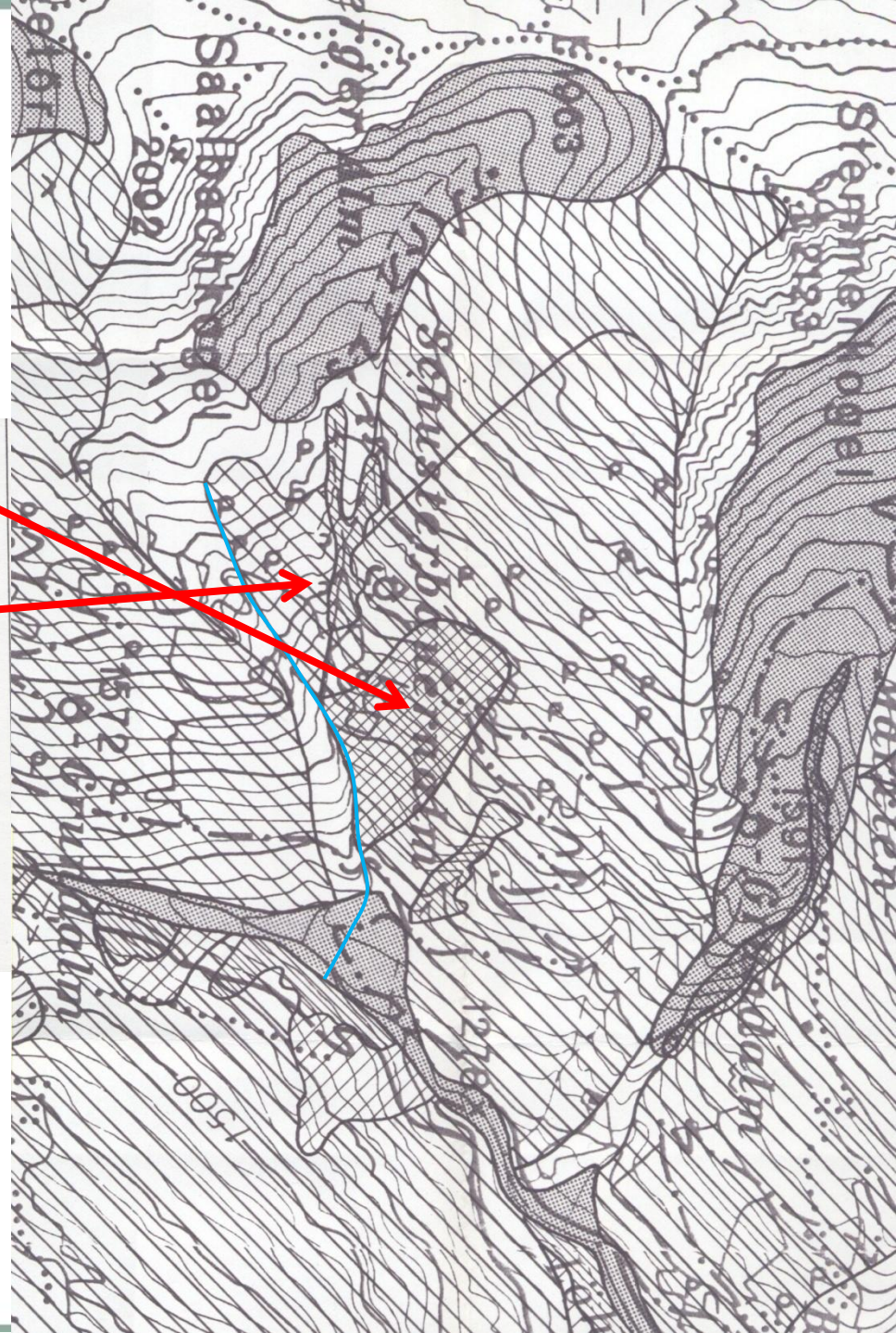
Durch Geologen
unterbunden –
warum?



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 ³
Porenvolumen (PV)	= 50%

- ⇒ **Masse Boden (50 Vol%) = 0,5 * 2,5 = 1,25 to/m³ = 12500 to/ha**
- ⇒ **Masse Wasser (30 Vol%) = 0,3 * 1 = 0,3 to/m³ = 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 cm²/1000 = 1,6 m³ (bei 50 cm DM = 2,5 m³)
- 1m³ Holz = 0,5 to
- 0,5 to Astmaterial/Baum

Wassermehranfall bei 1200 mm N p.a.

Interzeption:

- Fichtenaltbestand p.a. = 500 mm = 5000 m³/ha (Mendel 2000)
 - Schlagflora = 250 mm = 2500 m³/ha
- ⇒ Bestandesentnahme = kurzfristige Reduktion = **2500 m³/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 m³/ha**

4500 m³/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
- ...



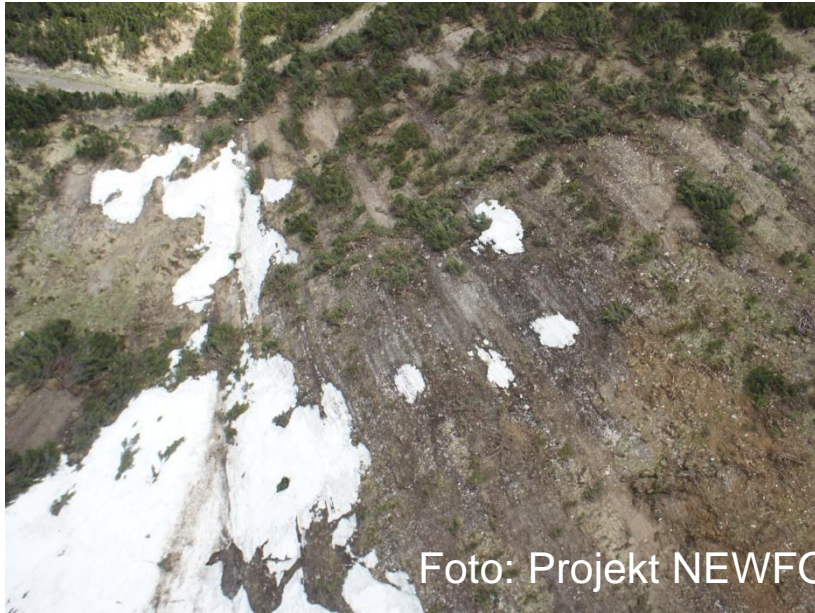


Foto: Projekt NEWFOR



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!