Scherrer AG
Hydrologie und Hochwasserschutz

Workshop – Bodenhydrologische und Abflussprozess -Kartierung

Was sind dominante Abflussprozesse und wie lassen sie sich im Gelände identifizieren?

Dr. Simon Scherrer,
Büro: Hydrologie und Hochwasserschutz, CH-Reinach/BL
www.scherrer-hydrol.ch

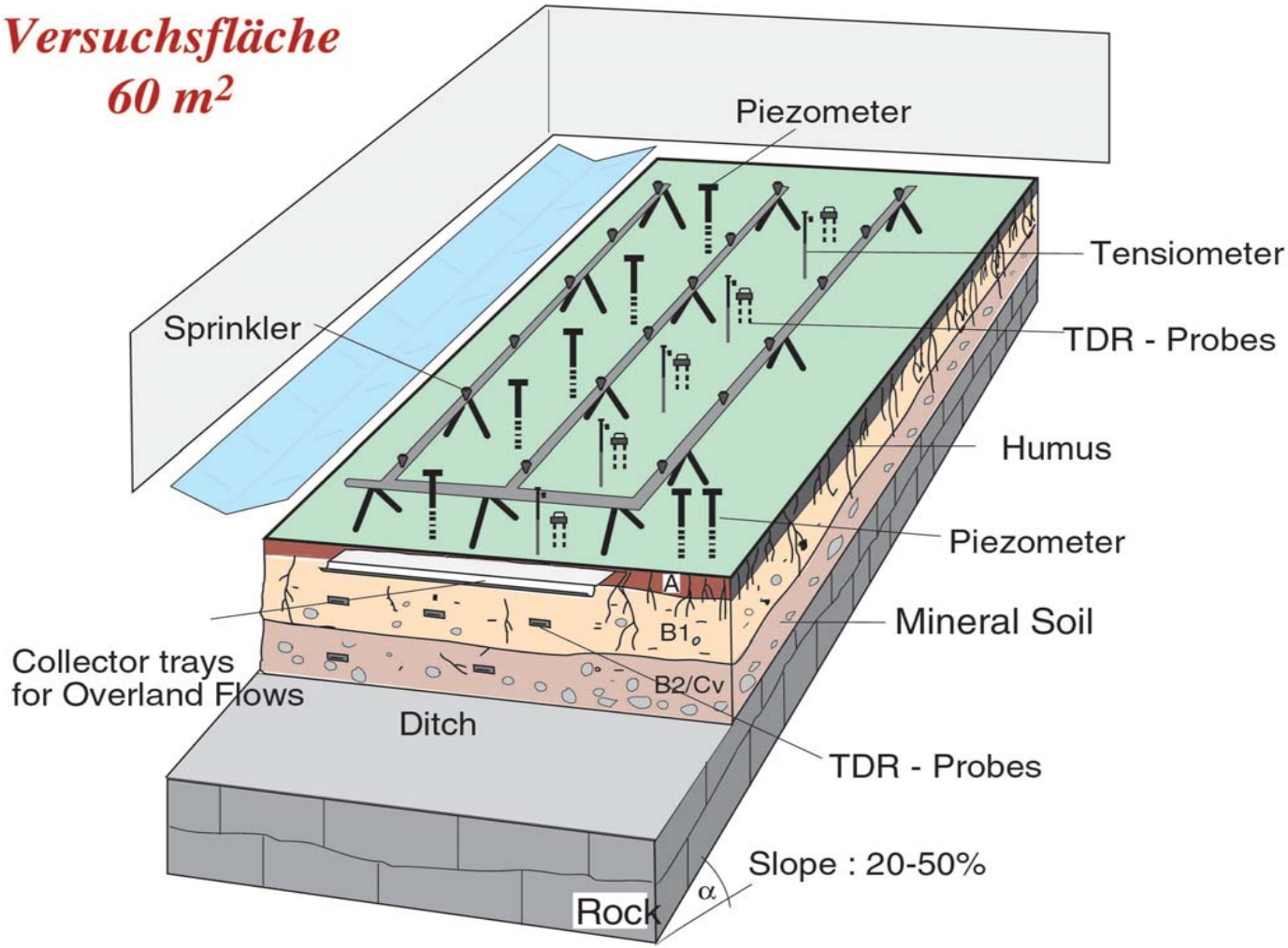
Inhalt

- Beregnungsversuche: Nachweis von Abflussprozessen
- Dominante Abflussprozesse: Welche Prozesse kennt man?
- Gesammelte Erkenntnisse
- Identifikation der Prozesse am Standort

- Identifikation der Prozesse im Gelände
    - Beispiele am Standort
    - Übertragung in die Fläche
    - Grundlagendaten
- Verifikation der Ergebnisse

- Quellen
- Zusammenfassung

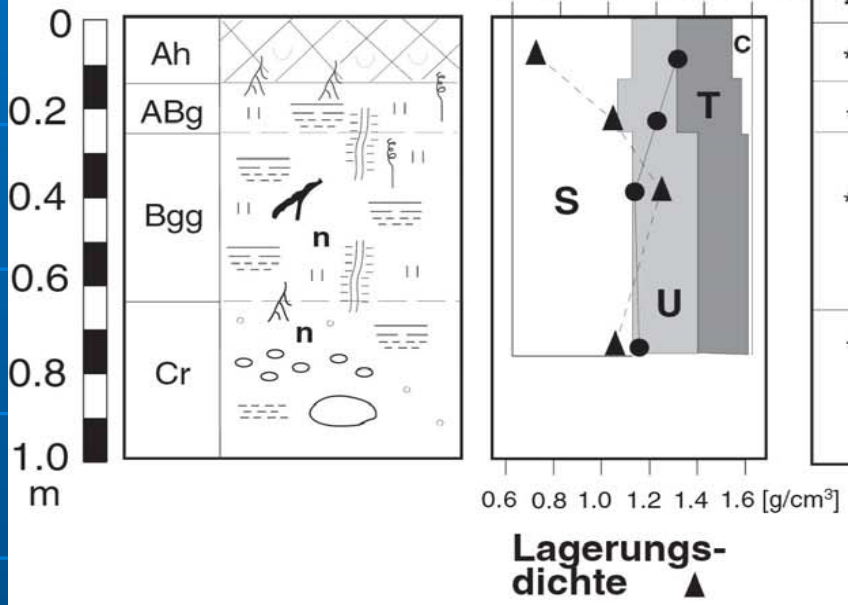
Beregnungsversuche



Beregnungsversuche

Beregnungsversuche

Kolluvialer Buntgley



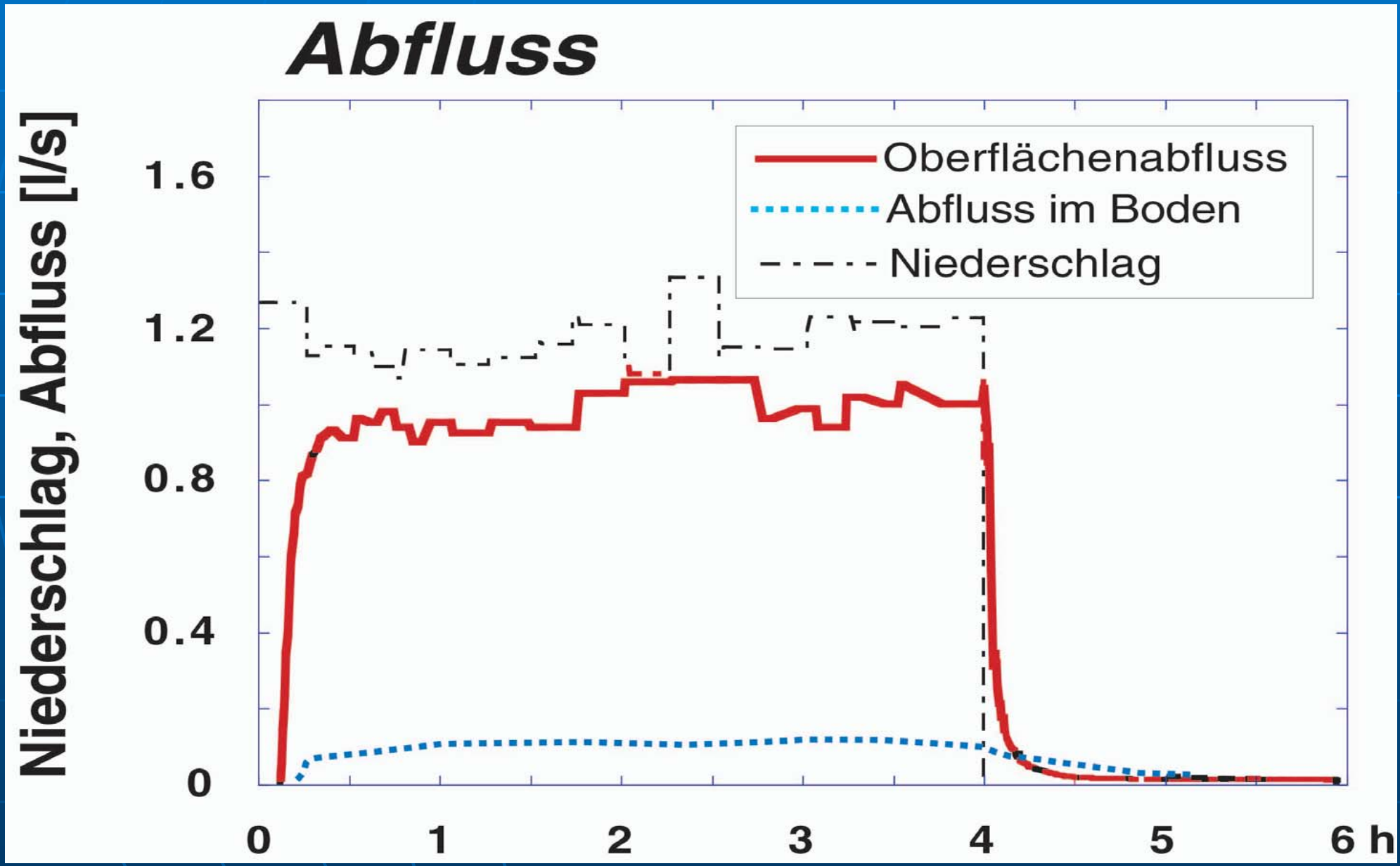
pH	$CaCO_3$	Porosität	Ld. (ρa)	org. Geh.	Textur Sand	Textur Silt	Textur Ton
*	*	72.0	0.78	8.4	51.3	19.5	20.7
*	*	60.5	1.0	4.4	47.9	22.3	22.1
*	*	54.7	1.2	2.1	54.6	24.2	19.0
*	*	53.9	1.2				

(* nicht erfasst)

Versuchsstandort Willerzell-Mulde: Bodenprofil mit den Bodenkennwerten (S = Sand, U = Silt, T = Ton, C = organischer Gehalt, Ld. = Lagerungsdichte, $CaCO_3$ = Kalkgehalt).

Weide, Hangneigung 25%, wenig Makroporen

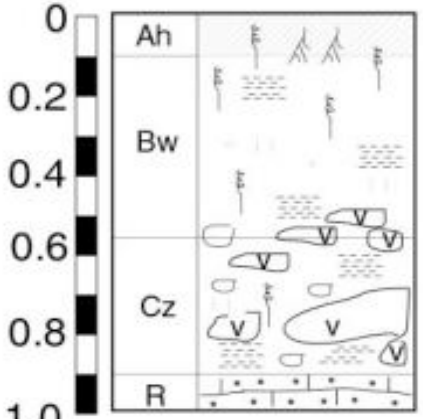
Beregnungsversuche



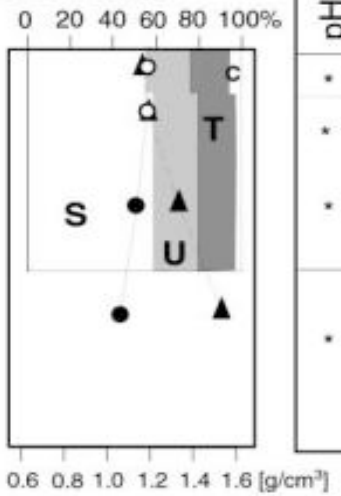
Beregnungsversuche

Sandige Braunerde

Profil:



Textur
Porosität ●

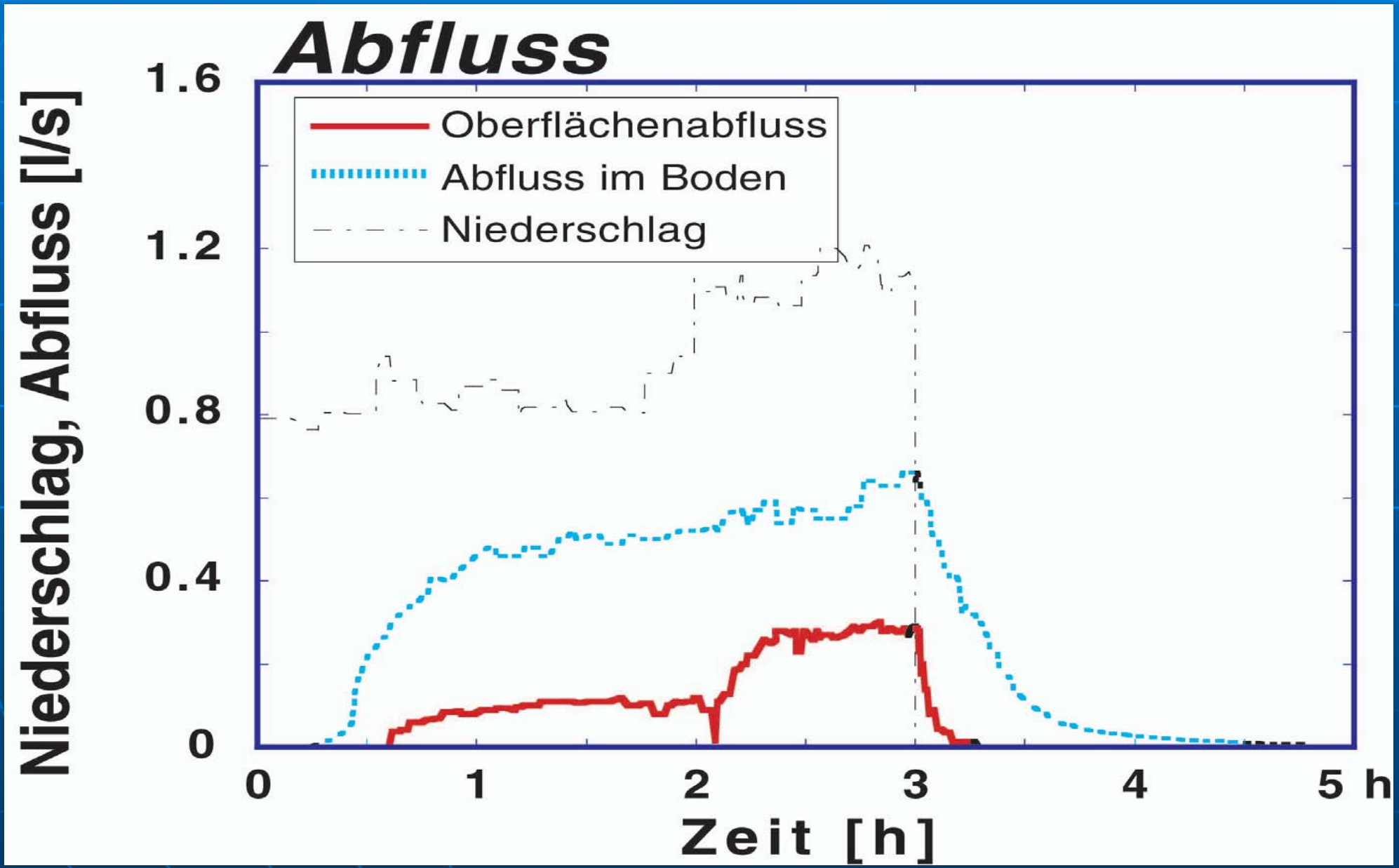


Lagerungs-dichte ▲

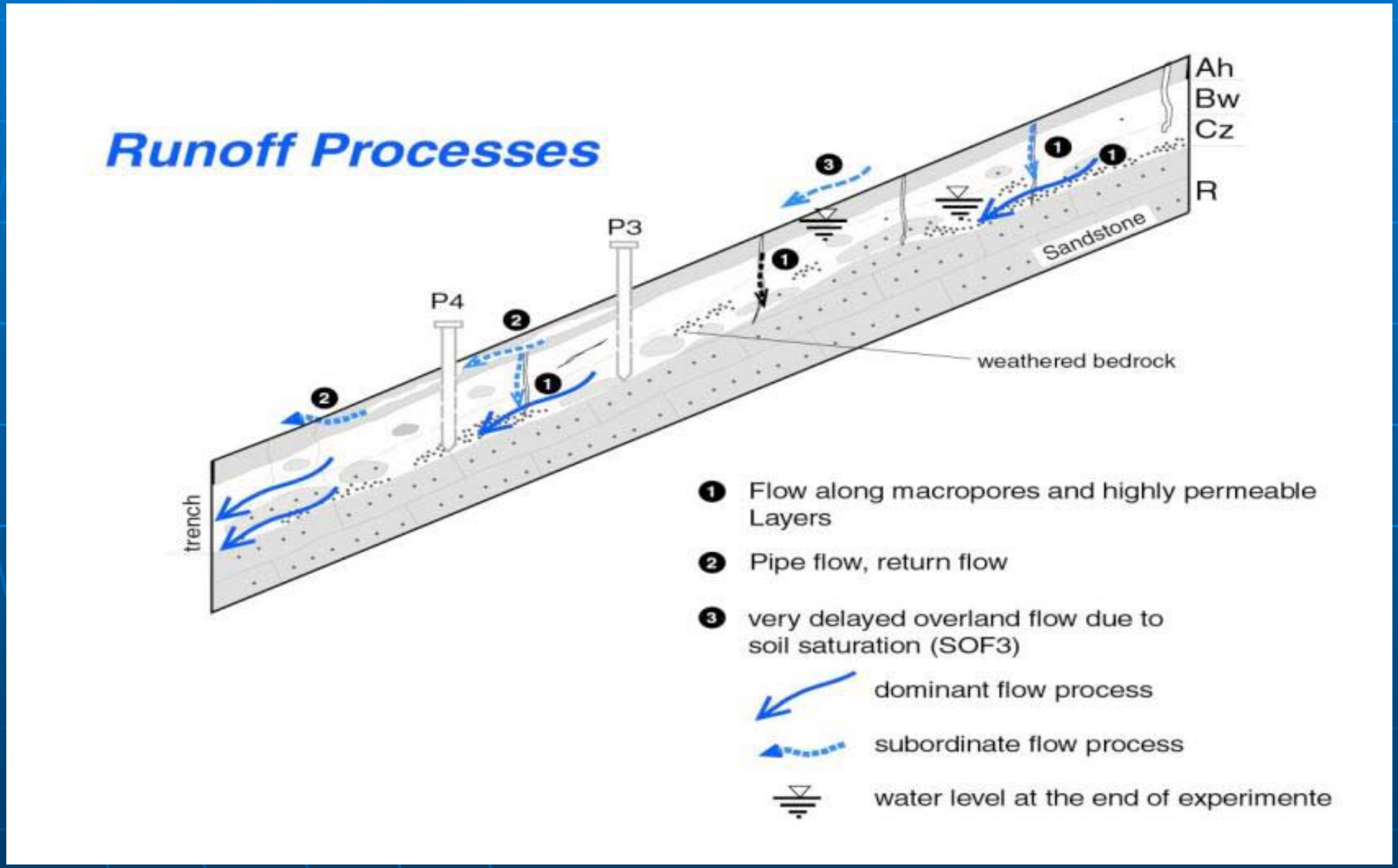
pH	$CaCO_3$	Porosität	Ld. (ra)	org. Geh.	Textur		
					Sand	Silt	Ton
*	*	55.3	1.18	6.3	58.3	17.7	19.9
*	*	53.8	1.21				
*	*	49.6	1.34	2.2	59.9	19.1	19.5
*	*	41.3	1.55				

(* nicht erfasst)

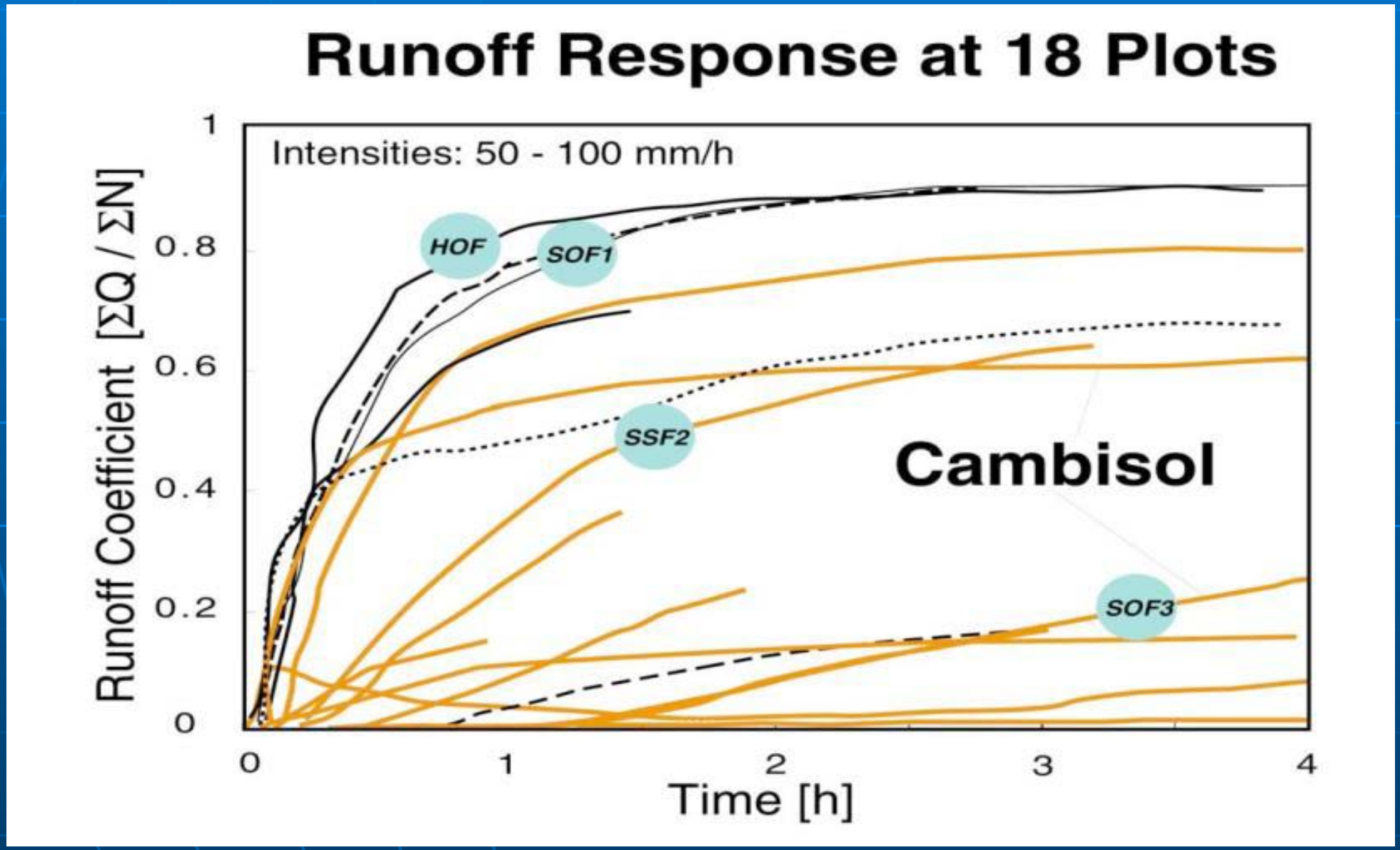
Beregnungsversuche



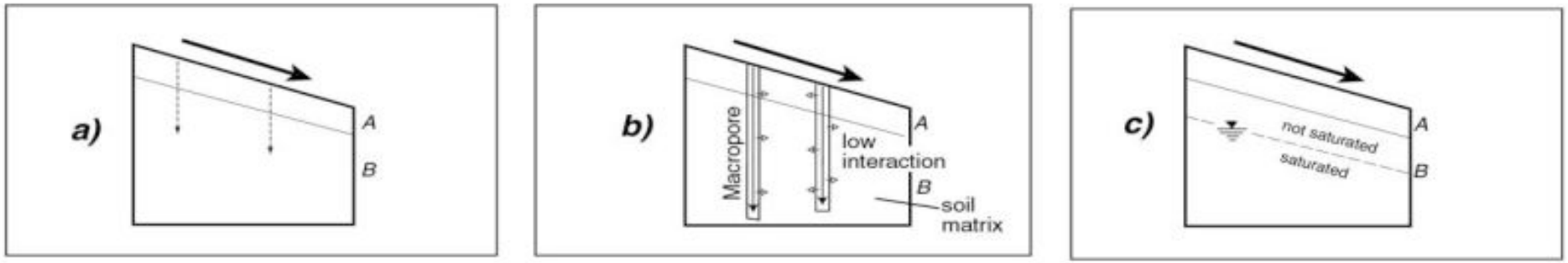
Beregnungsversuche



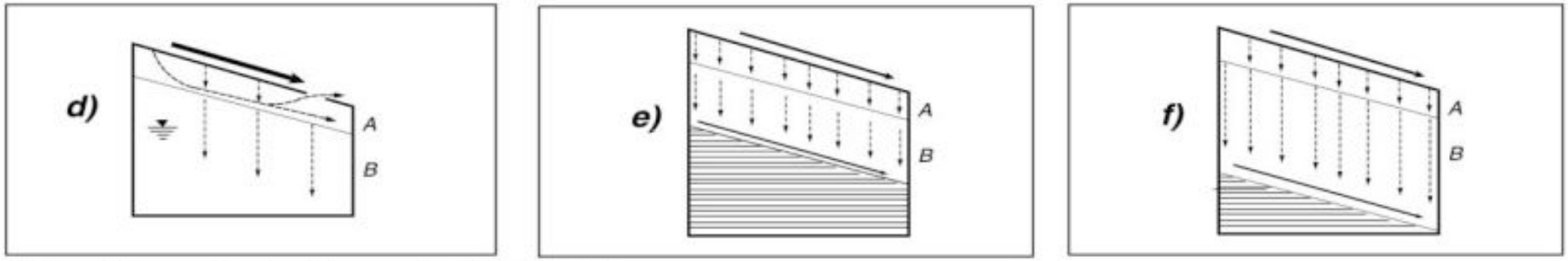
Beregnungsversuche



Gesammelte Erkenntnisse



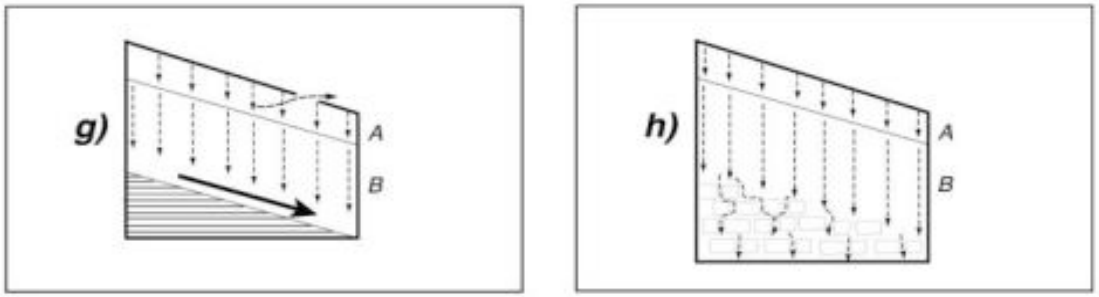
Different forms of hortonian overland flow (HOF):
8a. Infiltration restricted by a low permeability layer in the A or upper B horizon caused by compaction, dispersion of aggregates, hydrophobic humus, C-enrichment by certain vegetation (sites 3, 15, 16) in soils without macropores.
8b. Rapid initial infiltration via macropores, but little uptake by the soil matrix either at the surface or from macropores (site 5).
8c. General low infiltration characteristics (site 13).



Different forms of saturation overland flow (SOF).
8d. On nearly saturated shallow soils, infiltration quickly causes saturation (sites 11,12).
9e. Delayed saturation overland flow (SOF2). High rate of infiltration into shallow soil which becomes saturated up to the surface when all pore space is filled with water (sites 1, 7).
8f. Very delayed saturation overland flow (SOF3). Deep and permeable soils become only saturated up to the surface when all pore space is filled with water. This occurs only during large rainfall events (sites 2, 8,10, 17).

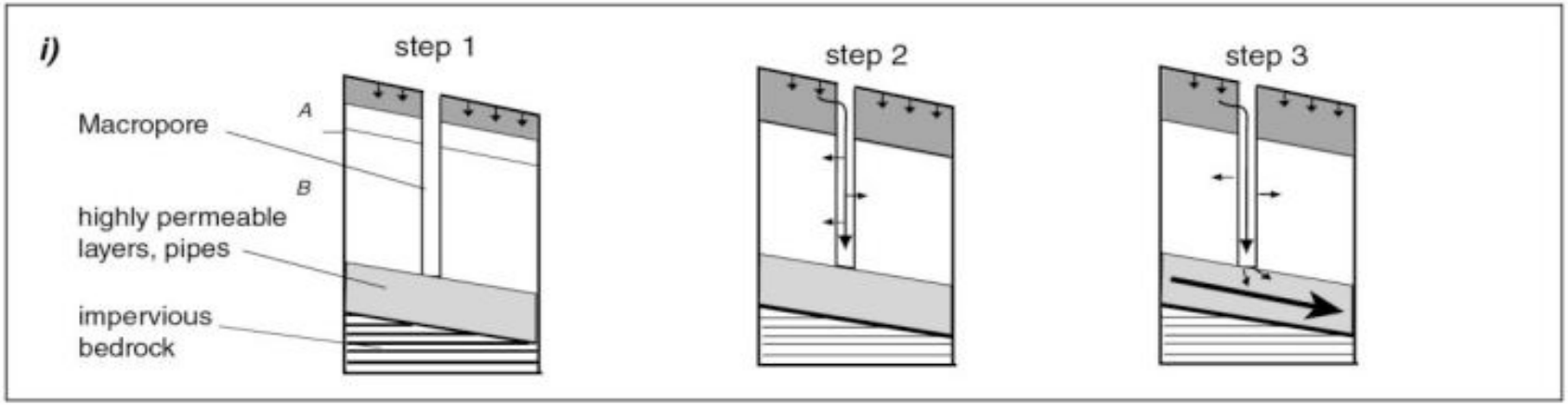
Scherrer et al. (2007)

Gesammelte Erkenntnisse



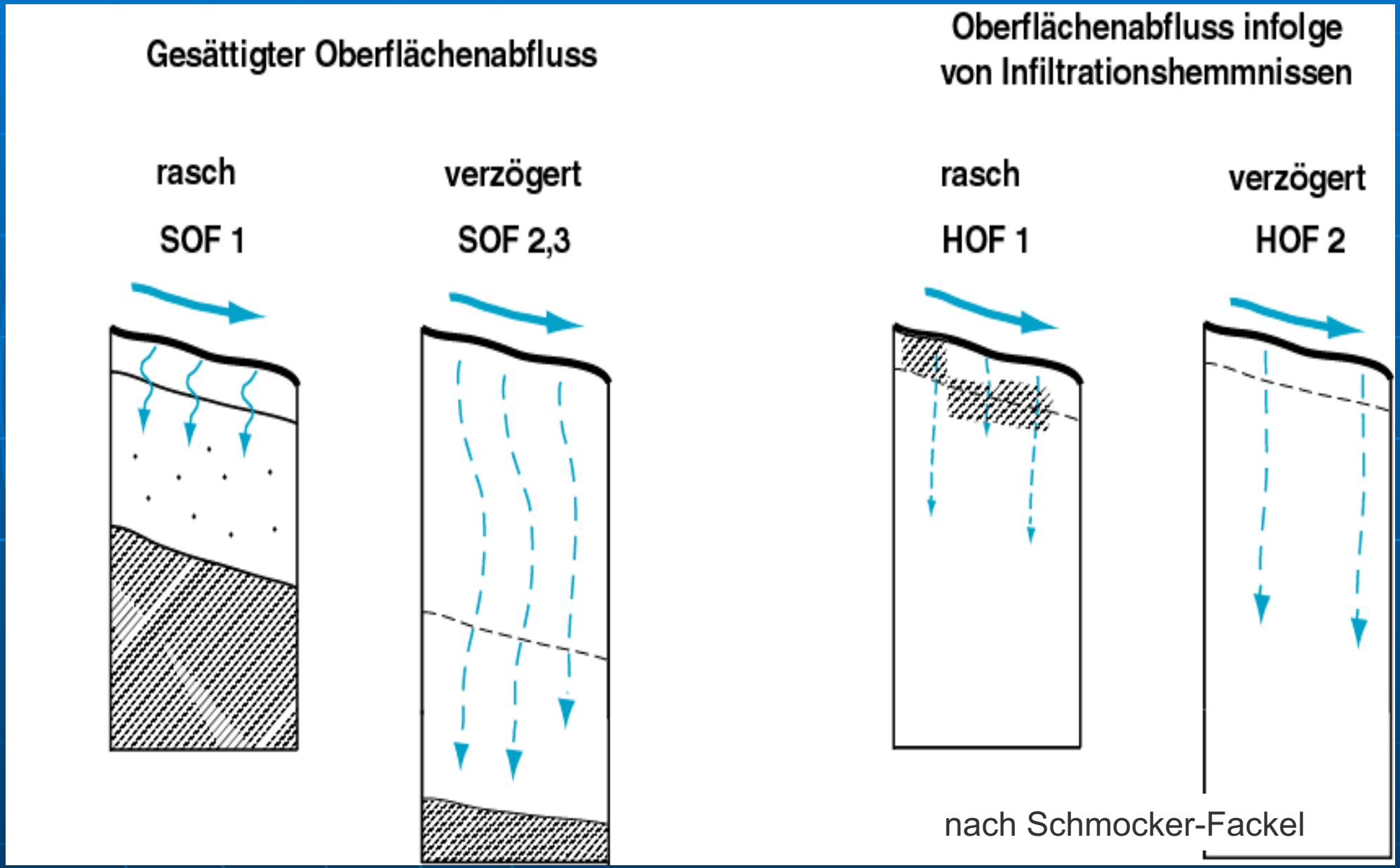
Subsurface flow (SSF):
8f. Rapid subsurface flow (SSF2). Shallow soils over an impervious layer. Good vertical and lateral permeability are required (sites 4, 6, 18).

Deep percolation (DP):
8h). Permeable soils with good verical permeablity in combination with a pervious geology (sites 9,14).

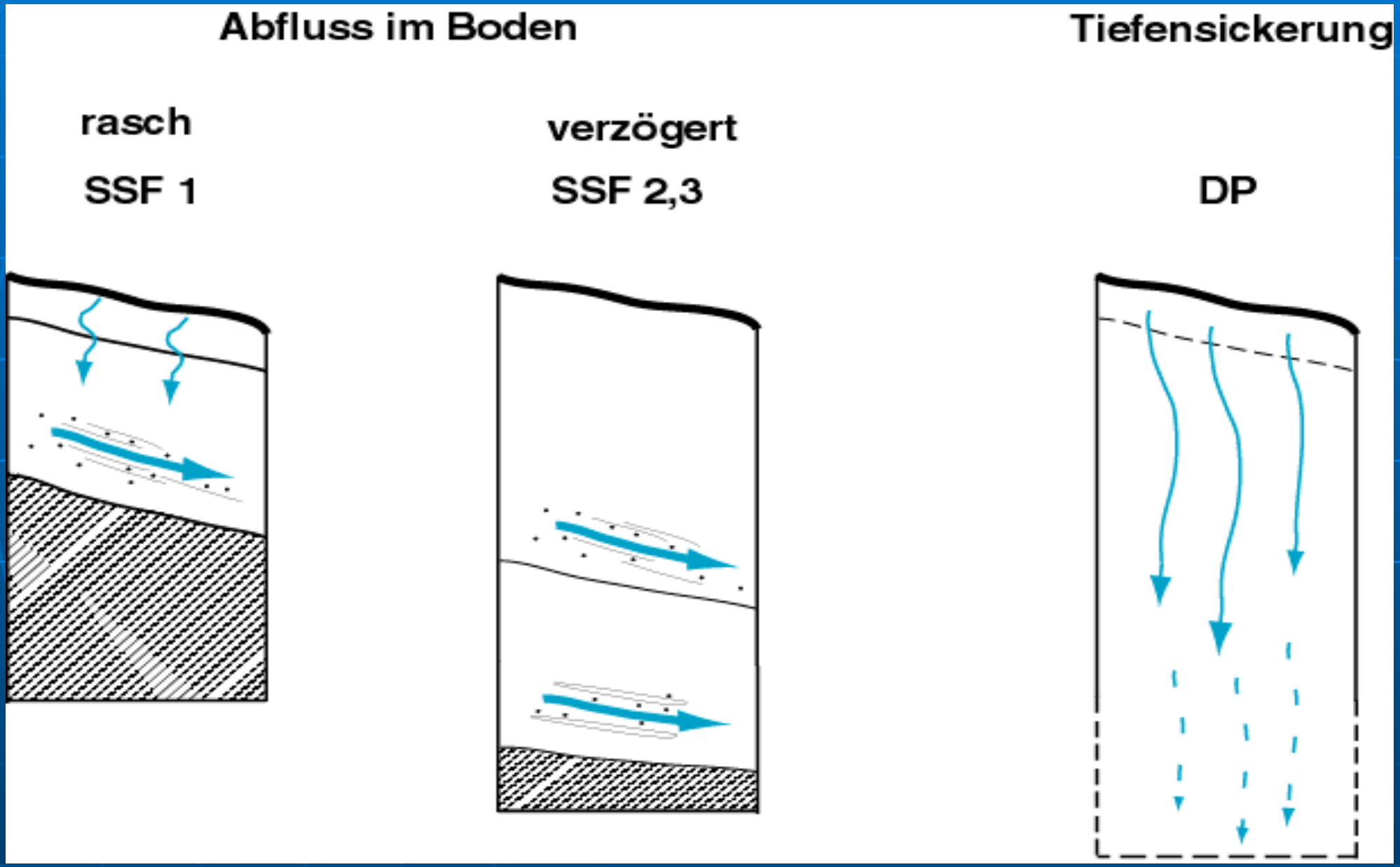


8i. Reasons for the rapid lateral flow (SSF2) at site 18 in detail. Step1: Quick saturation of the upper most A-horizon.
Step 2: Initiation of macropore flow and bypassing of the soil matrix.
Step 3: Lateral flow in highly permeable layer above bedrock.

Gesammelte Erkenntnisse



Gesammelte Erkenntnisse



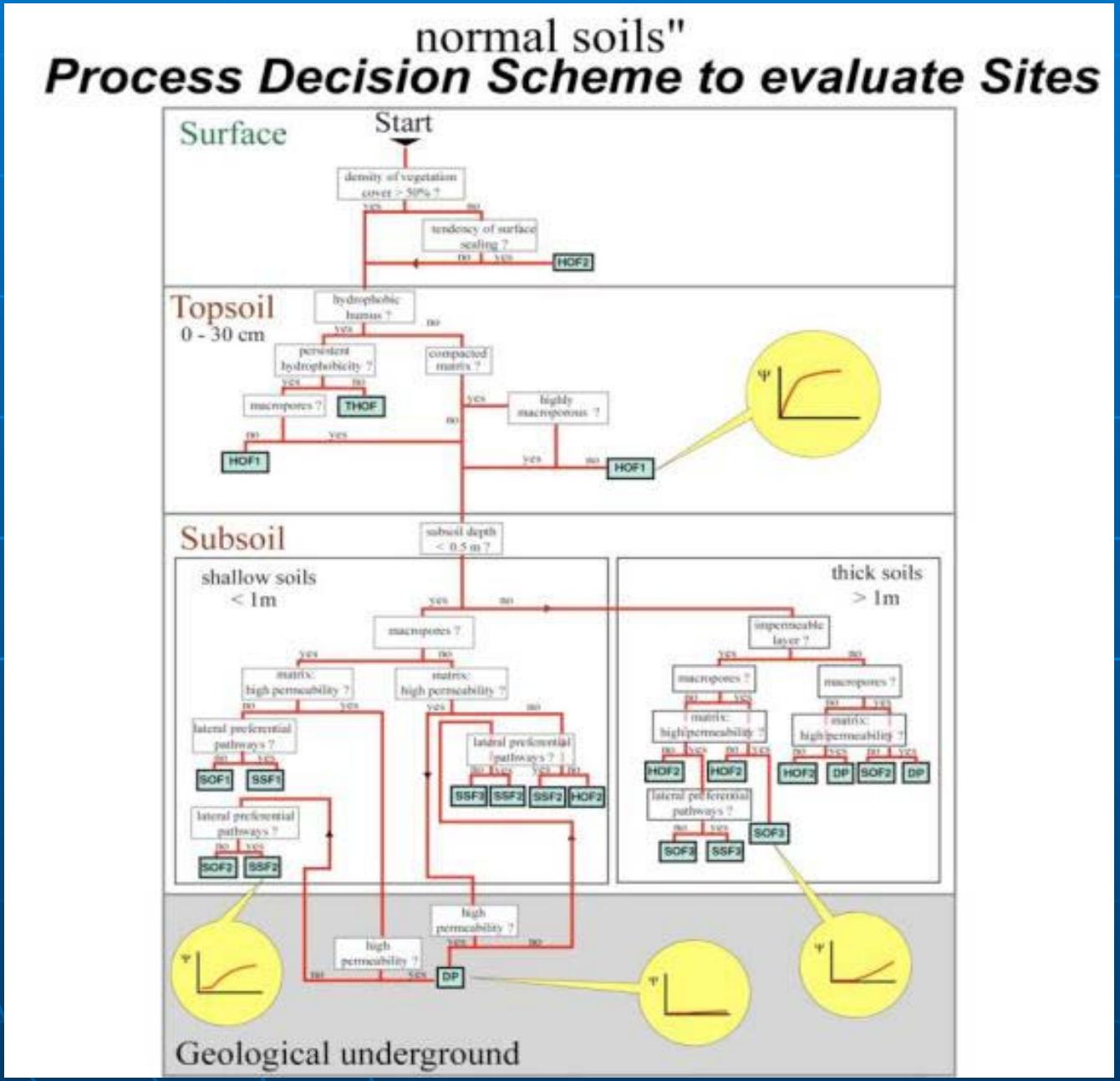
Identifikation der Prozesse am Standort

Oberfläche

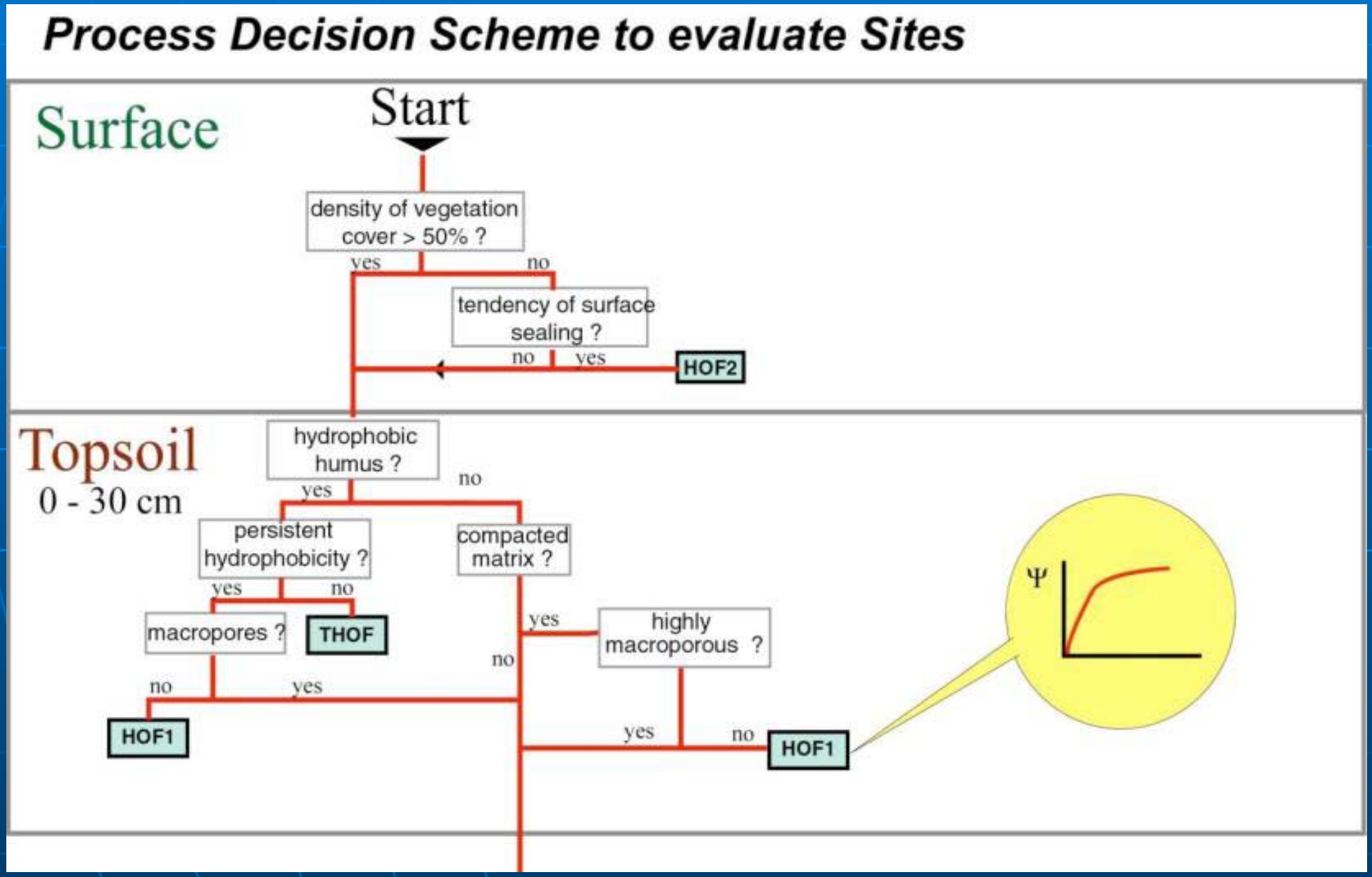
Oberboden

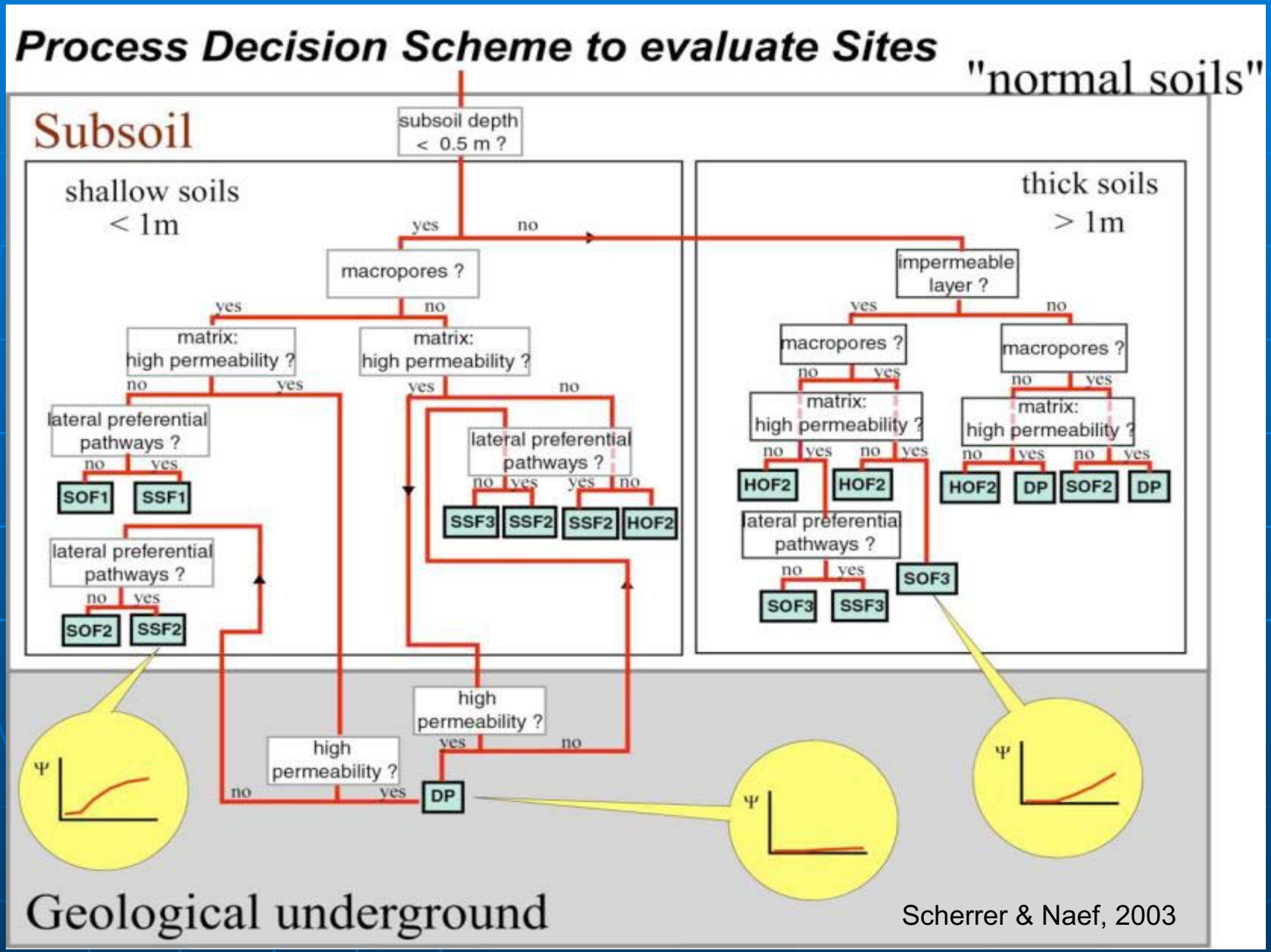
Unterboden

Geologie



Identifikation der Prozesse am Standort

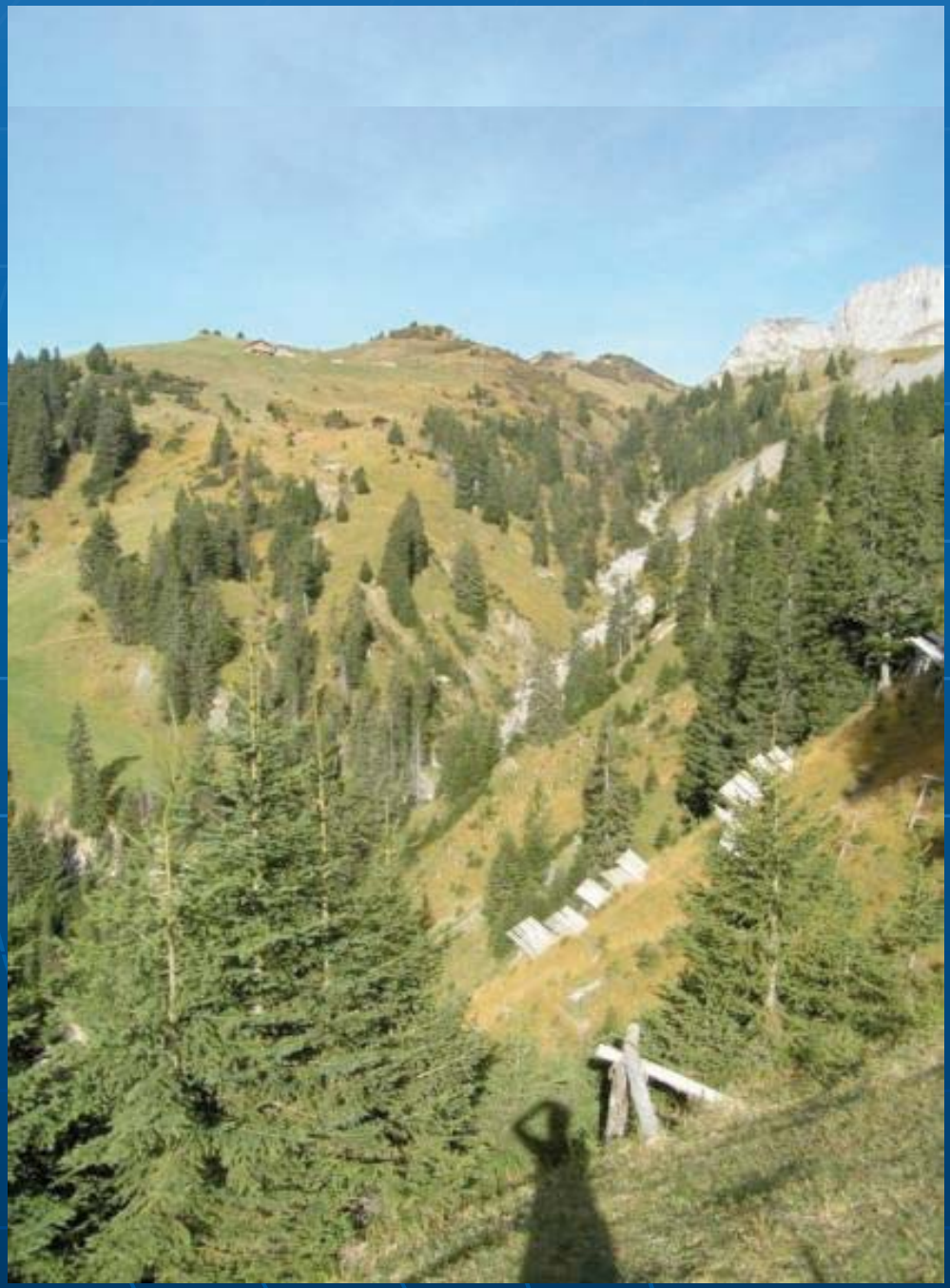



Process Decision Scheme to evaluate Sites
"normal soils"
Subsoil
subsoil depth
< 0.5 m ?
shallow soils
< 1m
thick soils
> 1m
yes
no
macropores ?
matrix:
high permeability ?
lateral preferential
pathways ?
SOF1
SSF1
SOF2
SSF2
SSF3
HOF2
impermeable
layer ?
SOF3
DP
high
permeability ?
Ψ
Geological underground
Scherrer & Naef, 2003

Identifikation der Prozesse am Standort

Dominanter Prozess:
Saturated Overland Flow SOF1

Identifikation der Prozesse am Standort



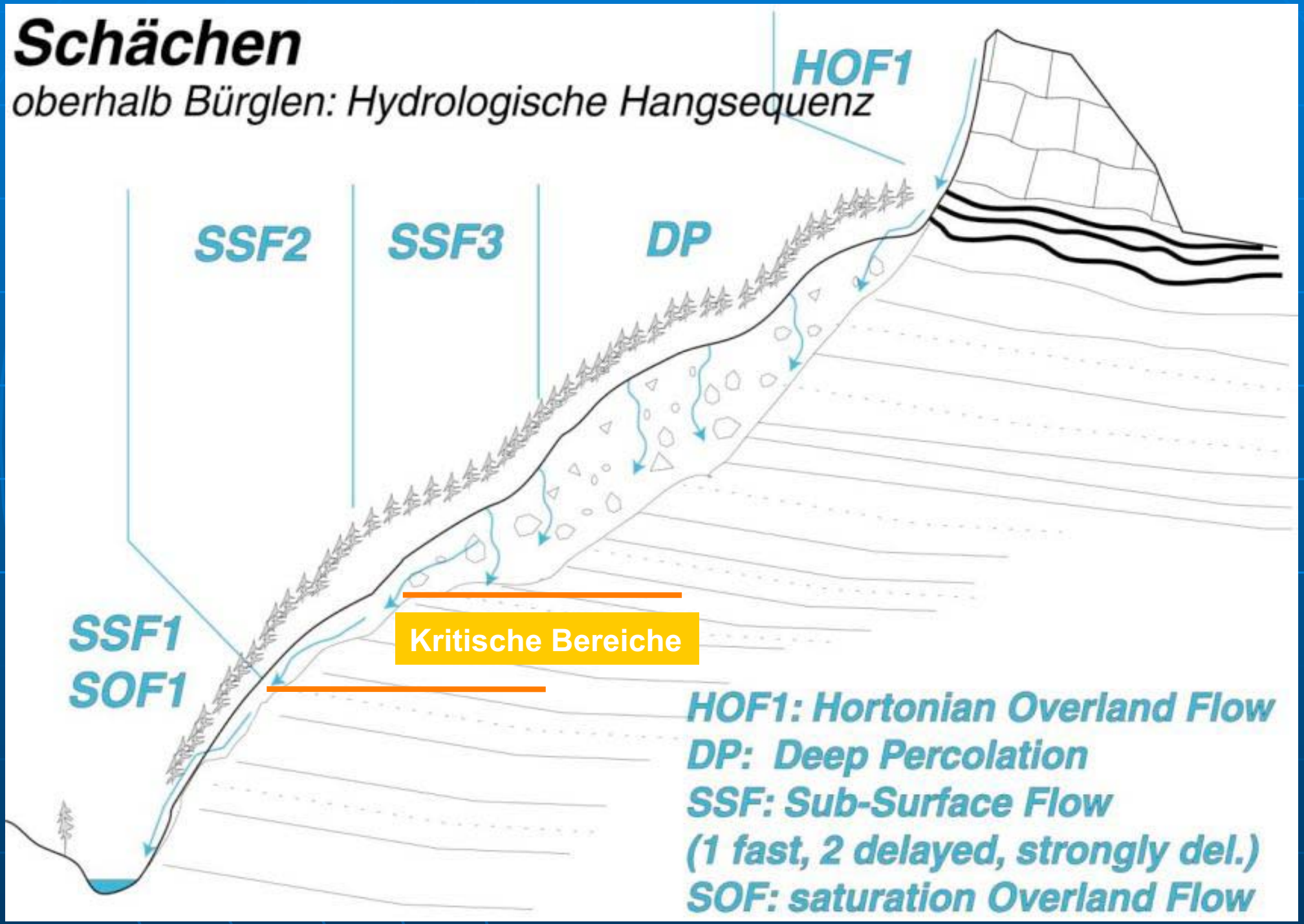
Dominanter Prozess:
Rapid Subsurface Flow (SSF1)

Identifikation der Prozesse am Standort

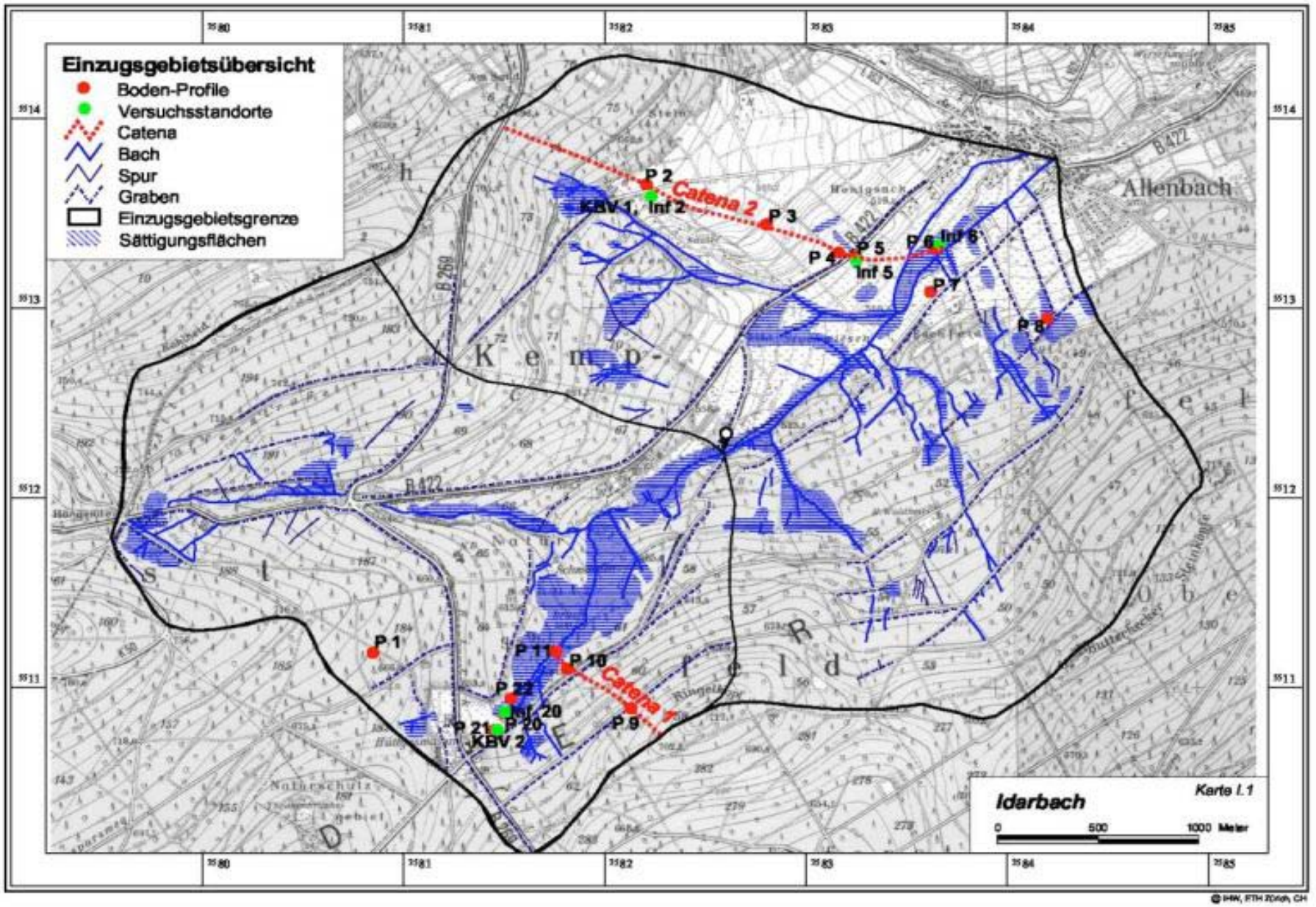
Dominant Process:
Deep Percolation

Mächtige durchlässige Ablagerungen: grosses Speichervolumen (sofern stauende Schichten fehlen)

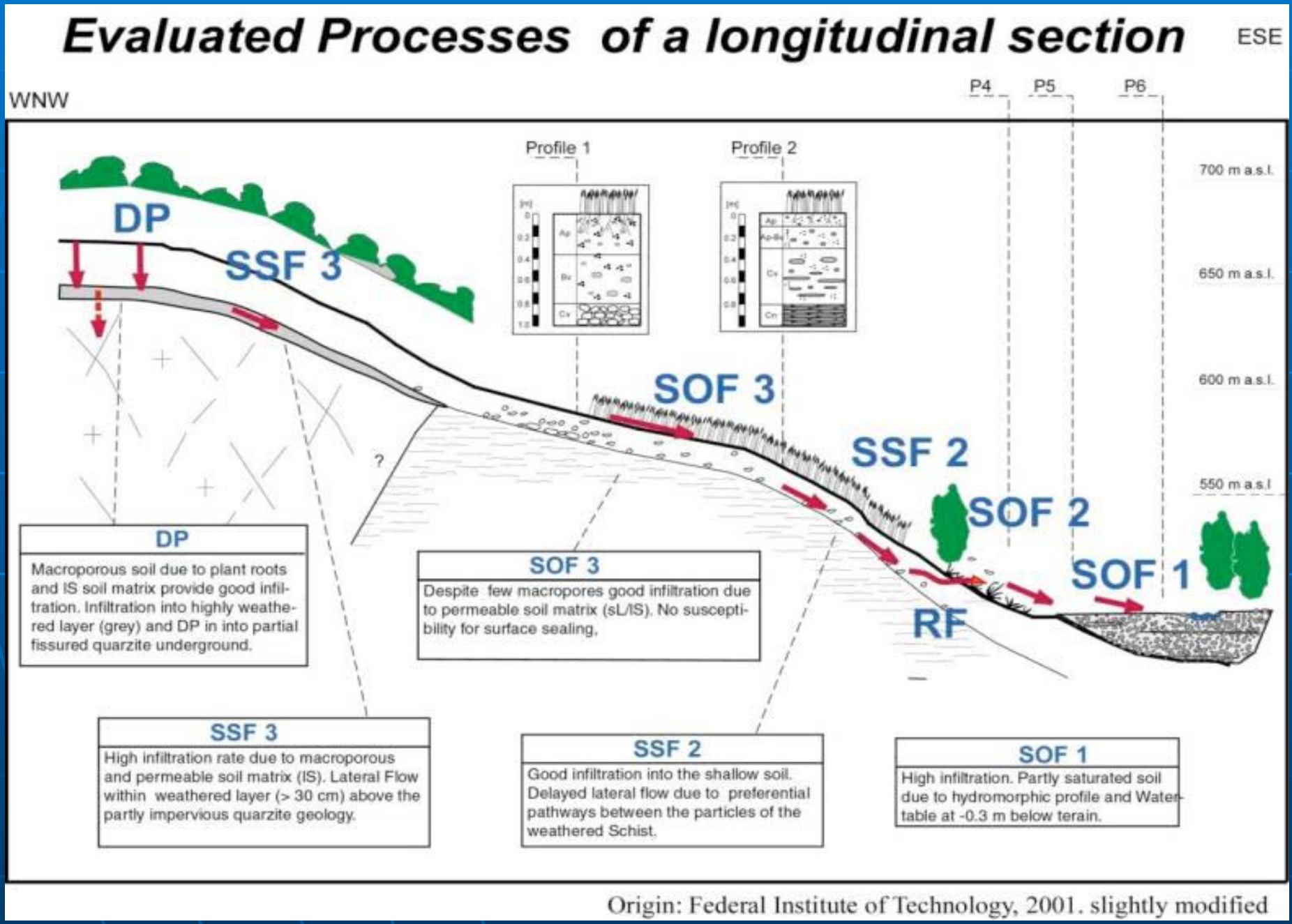
Übertragung der Prozesse auf die Fläche



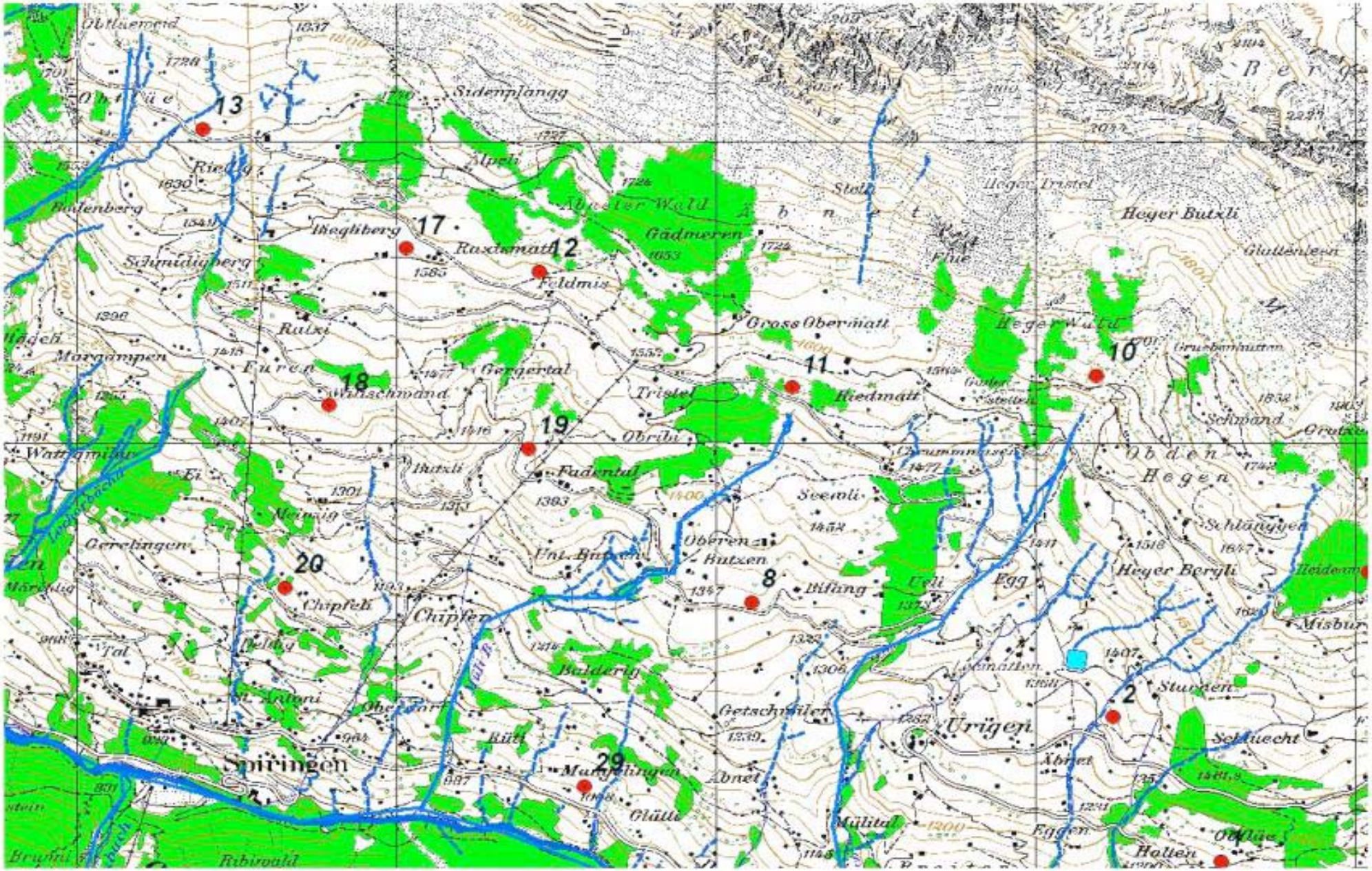
Übertragung der Prozesse auf die Fläche

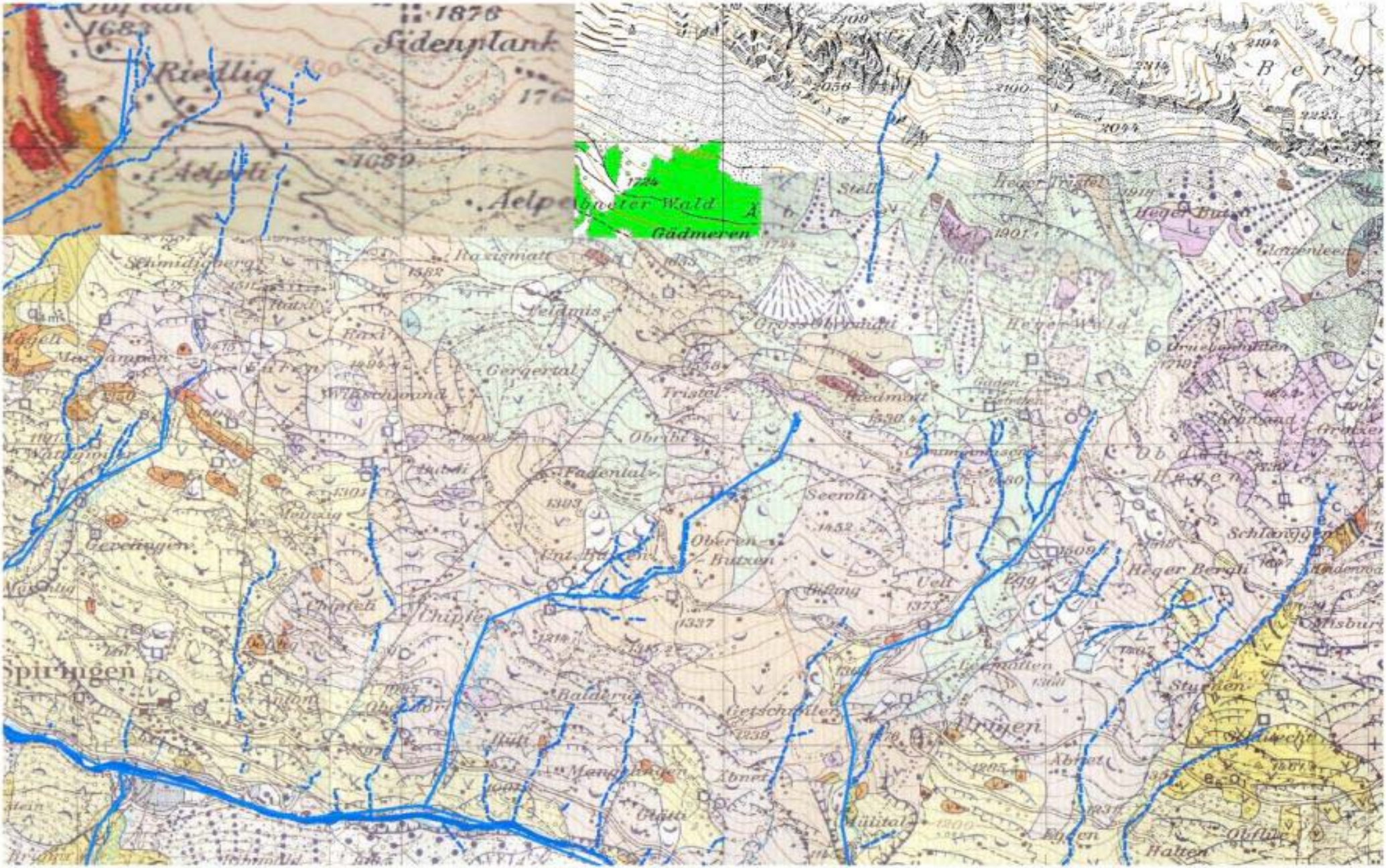


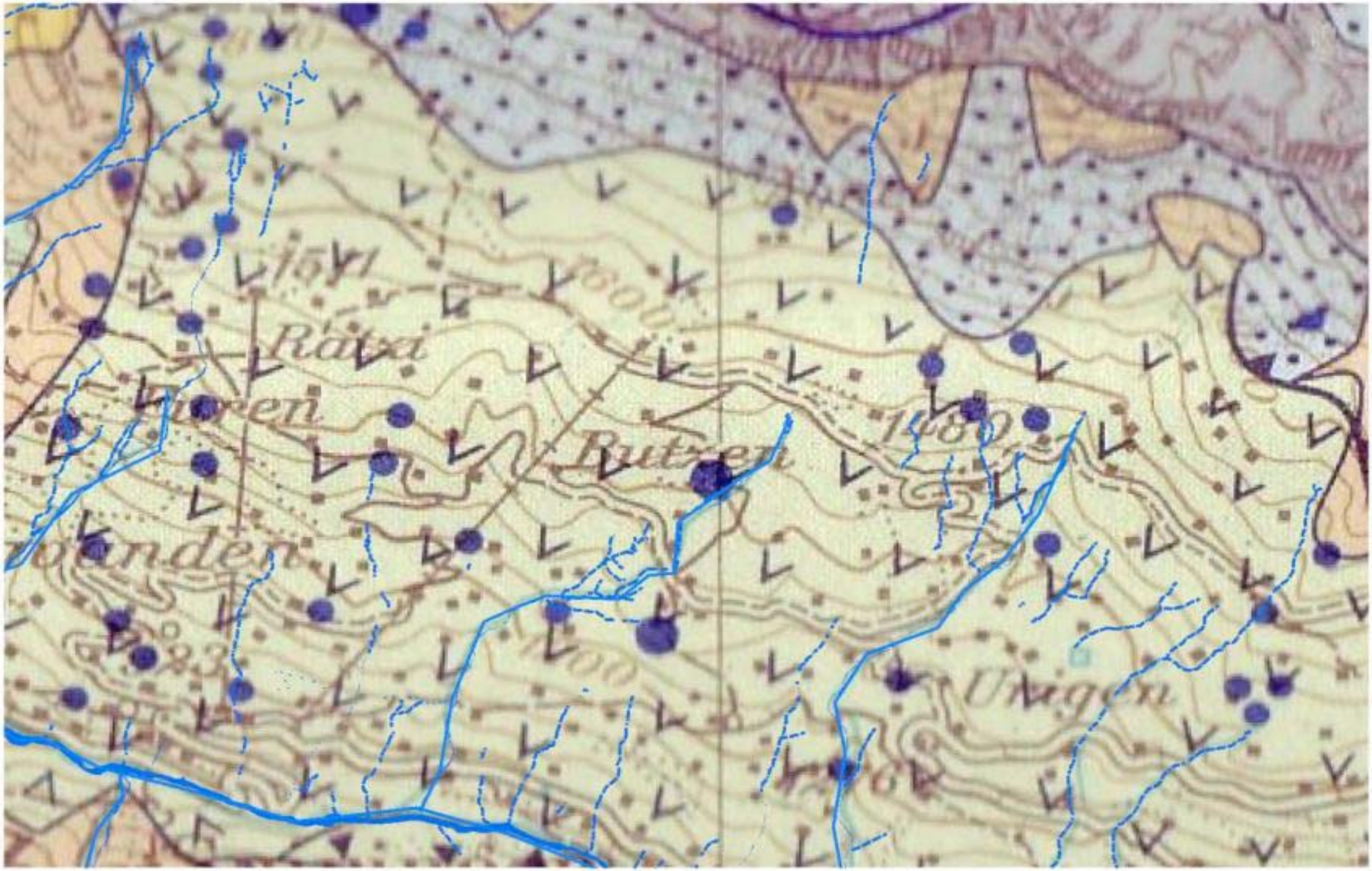
Übertragung der Prozesse auf die Fläche

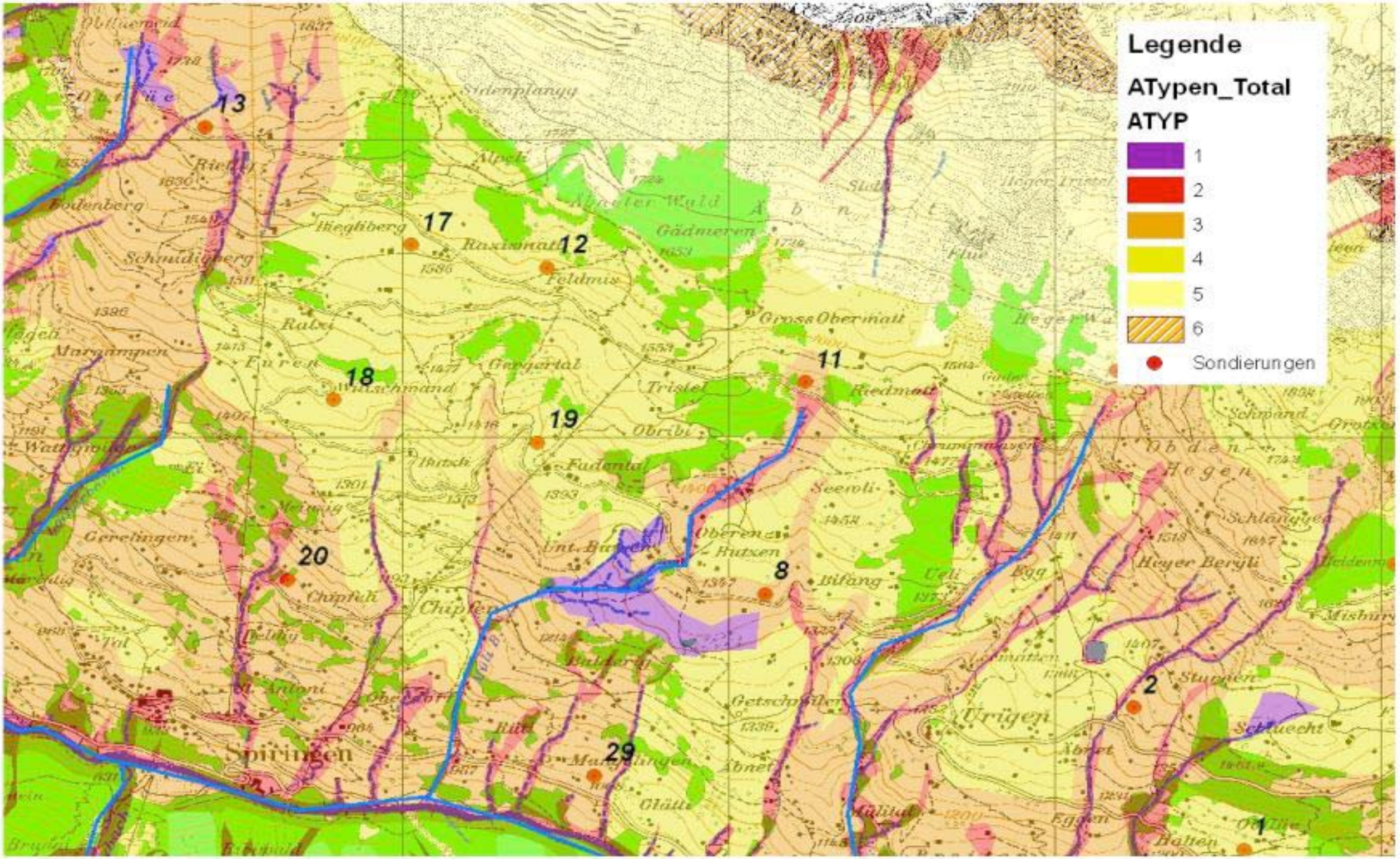


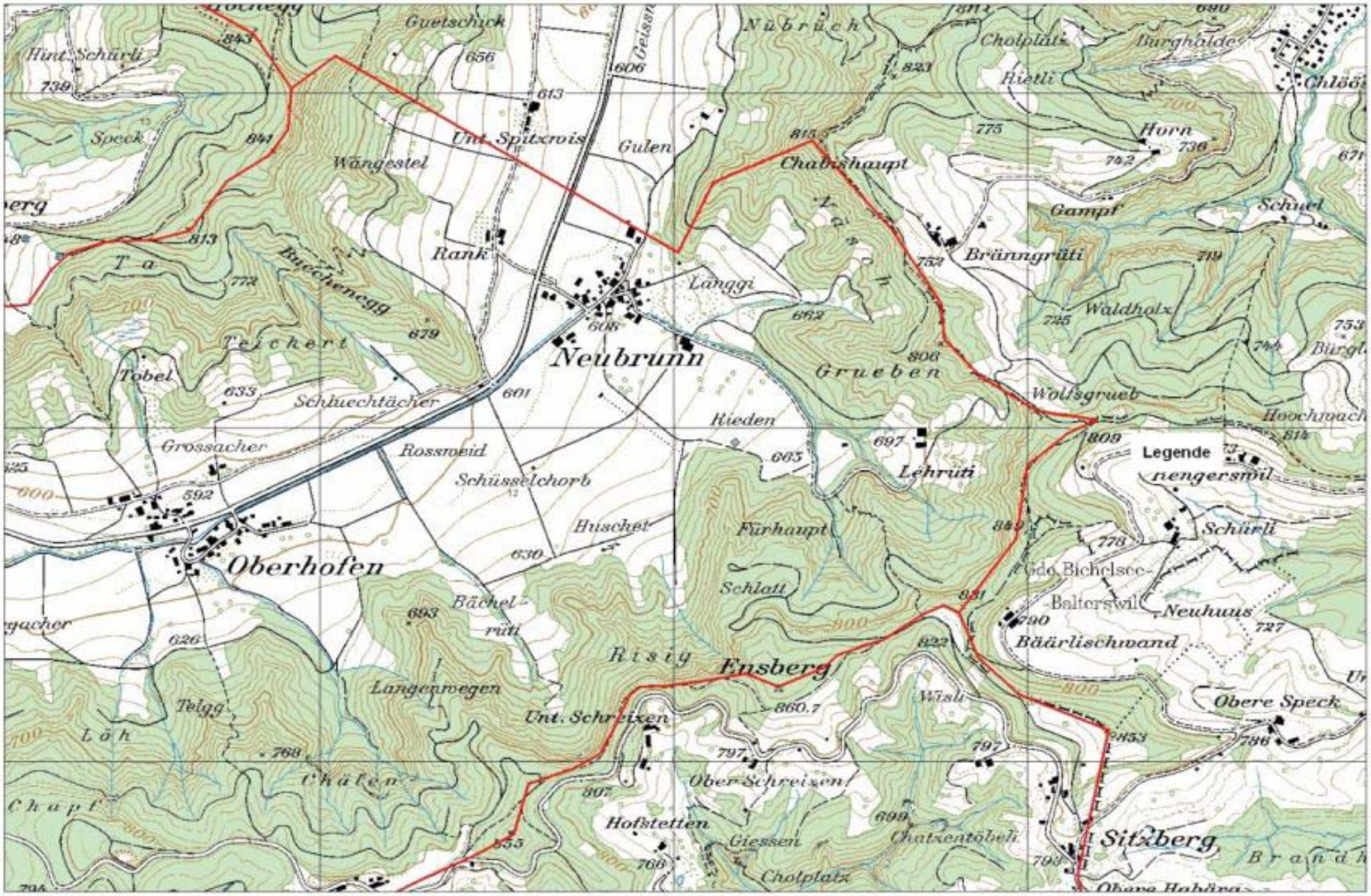
Grundlagendaten für die Kartierung

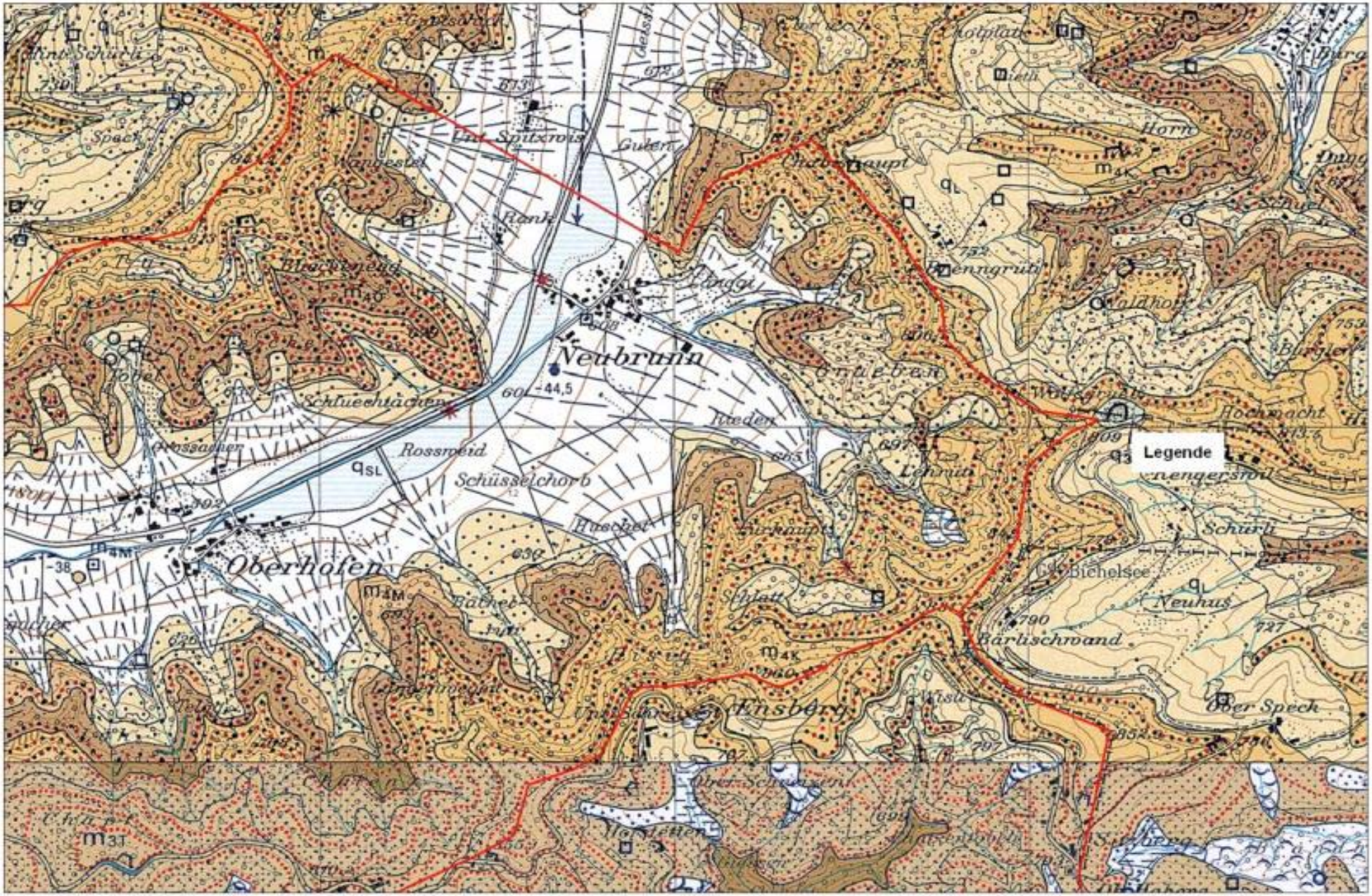


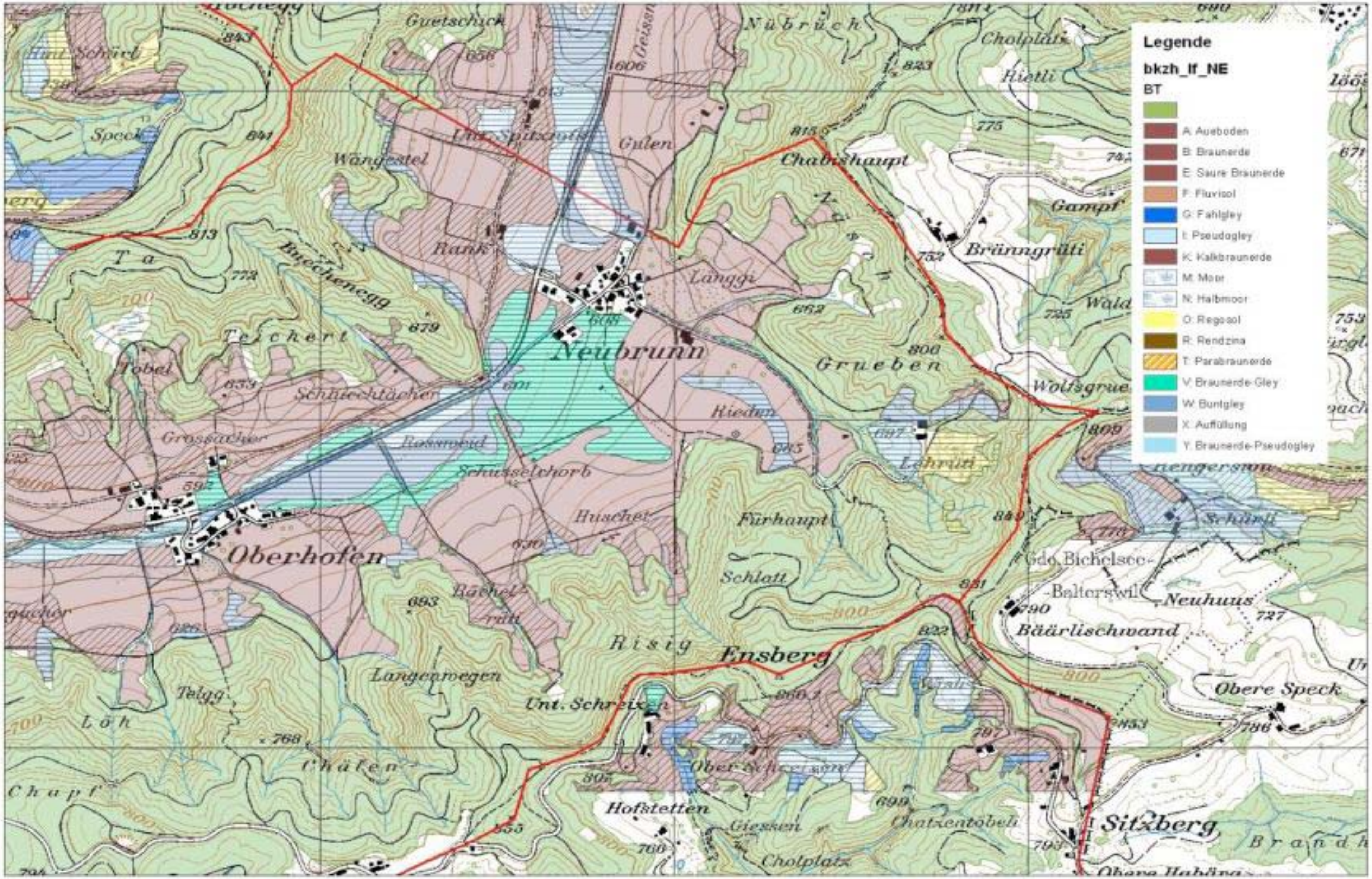

1878
Sidenplank
Riedlig
Aelpli
Aelpe
Gädmeren
Berg
Spirrigen
Ibrigen

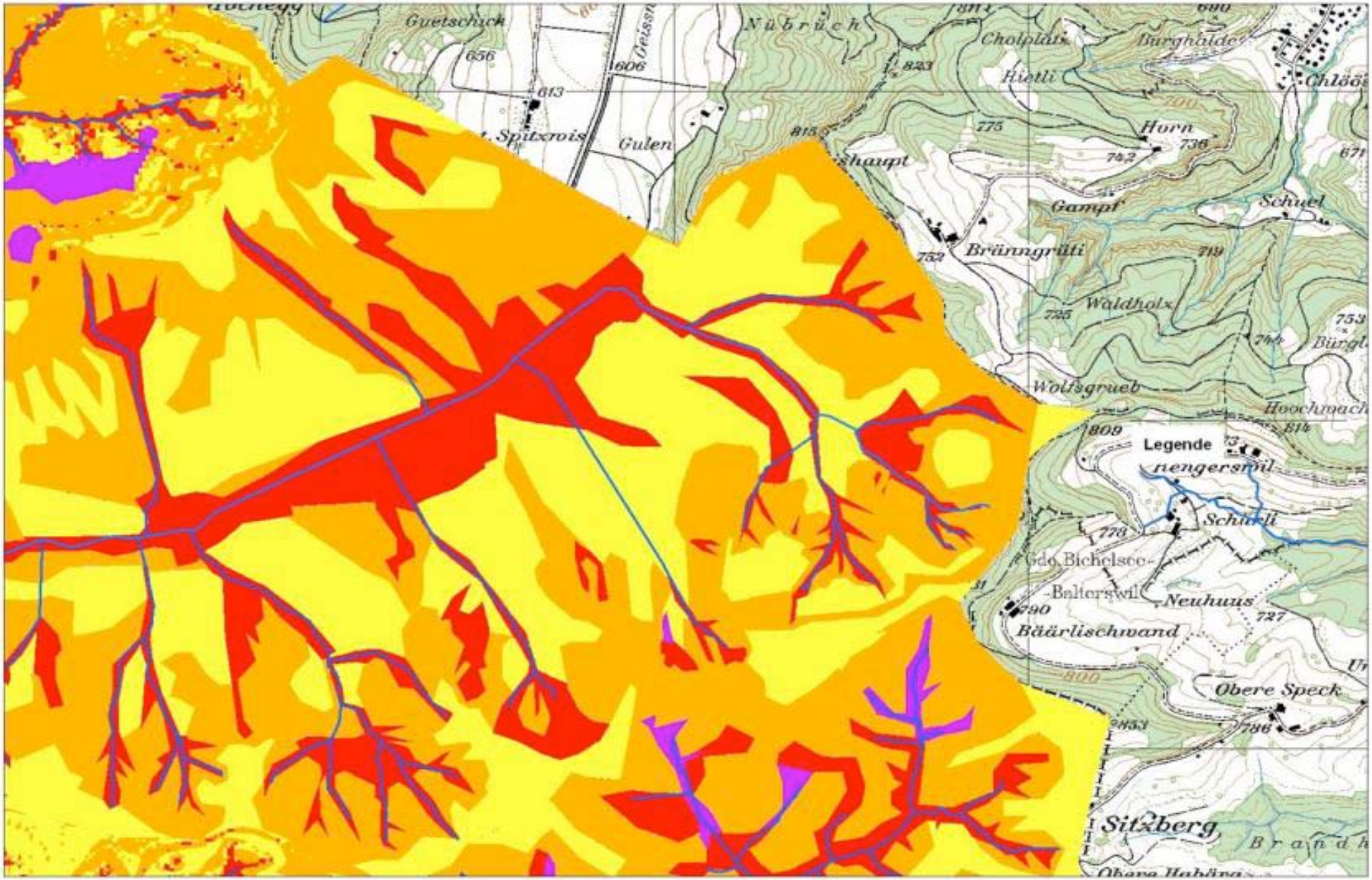

Rätzi
Rutzen
Unggen


Legende
ATypen_Total
ATYP
1
2
3
4
5
6
Sondierungen
13
17
12
18
19
11
20
8
29
2
1
Spiringen
Urigen


Guetschick
Nübrüch
Cholplatz
Burghölde
Hint. Schürli
Rietli
Speck
Unt. Spitzrois
Gulen
Wängestel
Chabishaupt
Horn
Gampf
Schuel
Rank
Brännigrüti
Langgi
Waldholz
Buechenegg
Teichert
Neubrunn
Grueben
Tobel
Schluechtächer
Wolfsgrueb
Rieden
Grossacher
Rossroeid
Schüsselchorb
Lehrüti
Legende
Huschet
Fürhaupt
Schürli
Oberhofen
Schlatt
Bächel-
rüti
Balterswil
Neuhuus
Bäärlischwand
Risig
Ensberg
Langenwegen
Wisli
Obere Speck
Telgg
Unt. Schreixen
Löh
Chälen
Ober Schreixen
Hofstetten
Giessen
Chatzentöbeli
Sitzberg
Cholplatz


Neubrunn
Oberhofen
Ensberg
Legende


Legende
bkzh_lf_NE
BT
A: Aueboden
B: Braunerde
E: Saure Braunerde
F: Fluvisol
G: Fahlgley
I: Pseudogley
K: Kalkbraunerde
M: Moor
N: Halbmoor
O: Regosol
R: Rendzina
T: Parabraunerde
V: Braunerde-Gley
W: Buntgley
X: Auffüllung
Y: Braunerde-Pseudogley
Neubrunn
Oberhofen
Sitzberg
Ensberg
Grueben
Nübruch
Chabishaupt
Brünngrüti
Gampf
Wangestel
Buechenegg
Teichert
Tobel
Gulen
Rank
Langgi
Rieden
Lehrüti
Fürhaupt
Schlatt
Risig
Huschet
Schüsselchorb
Grossacher
Langenwegen
Telgg
Chälen
Unt. Schreixen
Hofstetten
Giessen
Cholplatz
Chatzentobel
Bäärlischwand
Neuhuus
Obere Speck
Schürli
Gde. Bichelsee-Balterswil
Guetschick
Cholplatz
Rietli
Speck
Wald
Wolfsgrueb


Guetschick
656
613
Spitzrois
Gulen
606
Nübrüch
823
Cholplatz
Burghalde
Hietli
Chlöö
775
Horn
738
742
Gampf
Schuel
Brünngrätli
752
719
Waldholz
725
753
Wolfsgrueb
Hoochmach
809
Legende
Schürli
778
Gde. Bichelsee-
-Balterswil
Neuhuus
790
727
Bäärlischwand
800
Obere Speck
786
Sitzberg

Verifikation der Ergebnisse

- **Qualitativ:** wenn Kartierung stimmt, dann müssten… .(Indizien suchen, welche diese Aussagen bestätigen /widerlegen).

- **Qualitativ:** Prüfung der Karte anhand von Beobachtungen Ansässiger.

- **Quantitativ:** Verifikation der Kartierung mit Abflussmessungen.

- **Quantitativ:** Verifikation der Kartierung mit einem Niederschlag-Abfluss-Modell.

Quellen

http://www.scherrer-hydrol.ch/
publikationen/publikationen_scherrer.htm

Zusammenfassung

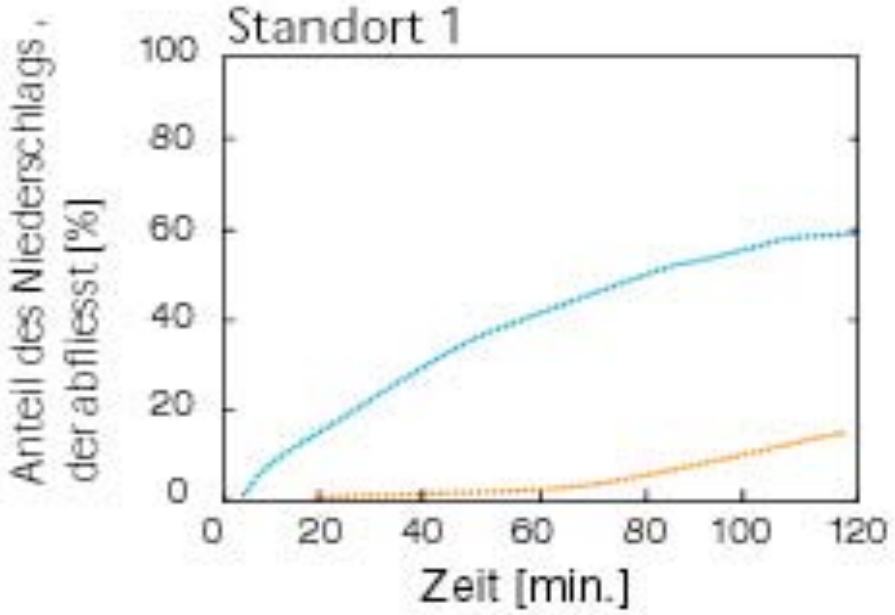
- Kartierung auf der Grundlage von Karten und Begehungen / Feldarbeit gibt guten Einblick ins Gebiet.
- Die Kartengrundlagen sind unterschiedlich reichhaltig.
- Schlechte Grundlagen: Kartierung wird aufwändiger, aber auch ungenauer.
- Kartierungen sollten verifiziert werden, bevor sie für weitere Zwecke verwendet werden.

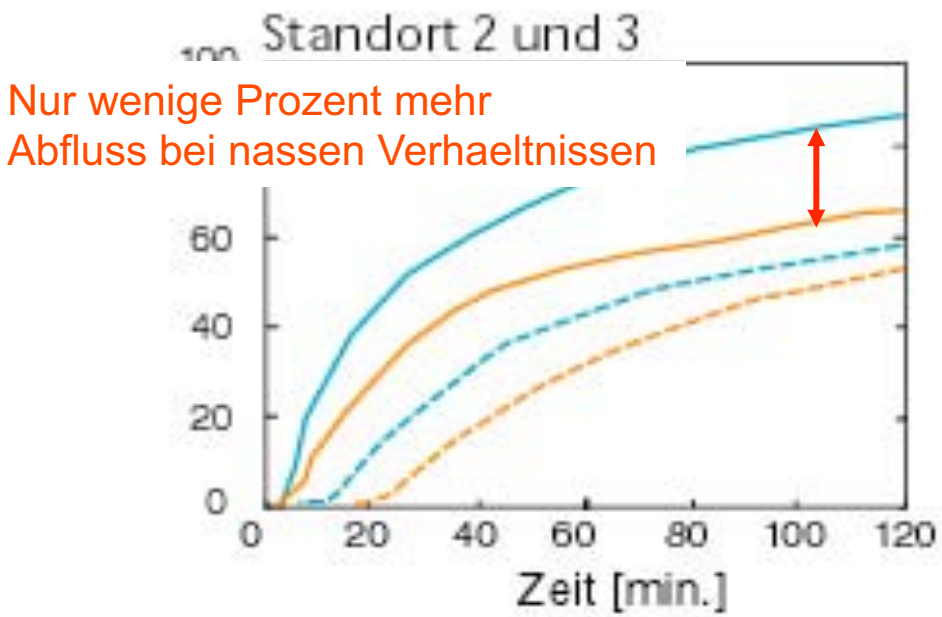
Besten Dank für die Aufmerksamkeit.

Scherrer AG
Hydrologie und Hochwasserschutz

Niederschlag-Vorgeschichte (Vorregen)

Beregnungsversuche auf trockene und nasse Verhaeltnisse



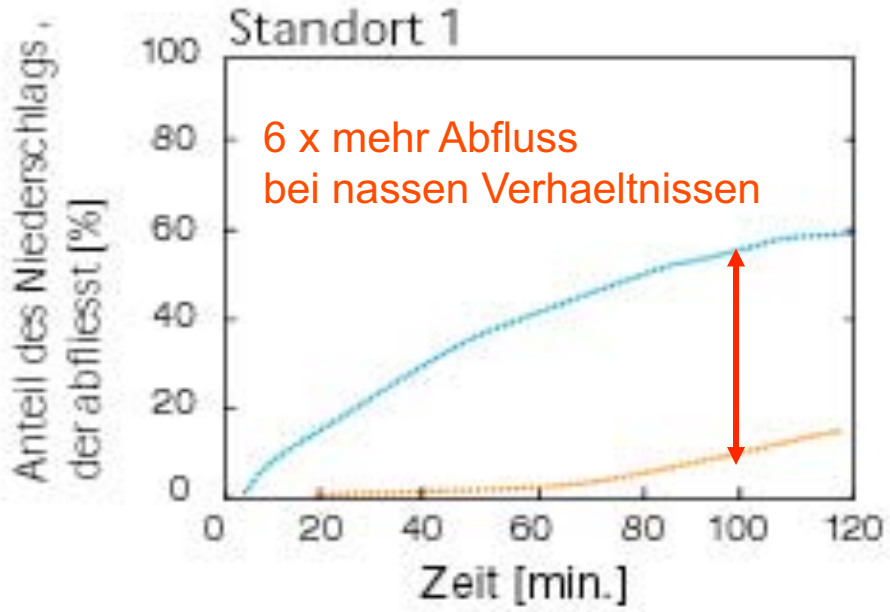


- Ablauf:
  - 1. Tag: auf trockenen Boden 300 – 400 m Niederschlag
  - 2. Tag: auf nassen Boden Versuchswiederholung
- Standort 1: grosser Unterschied der Abflussreaktionen
- Standort 2 u. 3: mässig stärkere Reaktion beim Nassversuch

Wie viel stärker ein Einzugsgebiet nach einem Vorregen reagiert, hängt vom Bodenaufbau und den Entwässerungsprozessen ab.

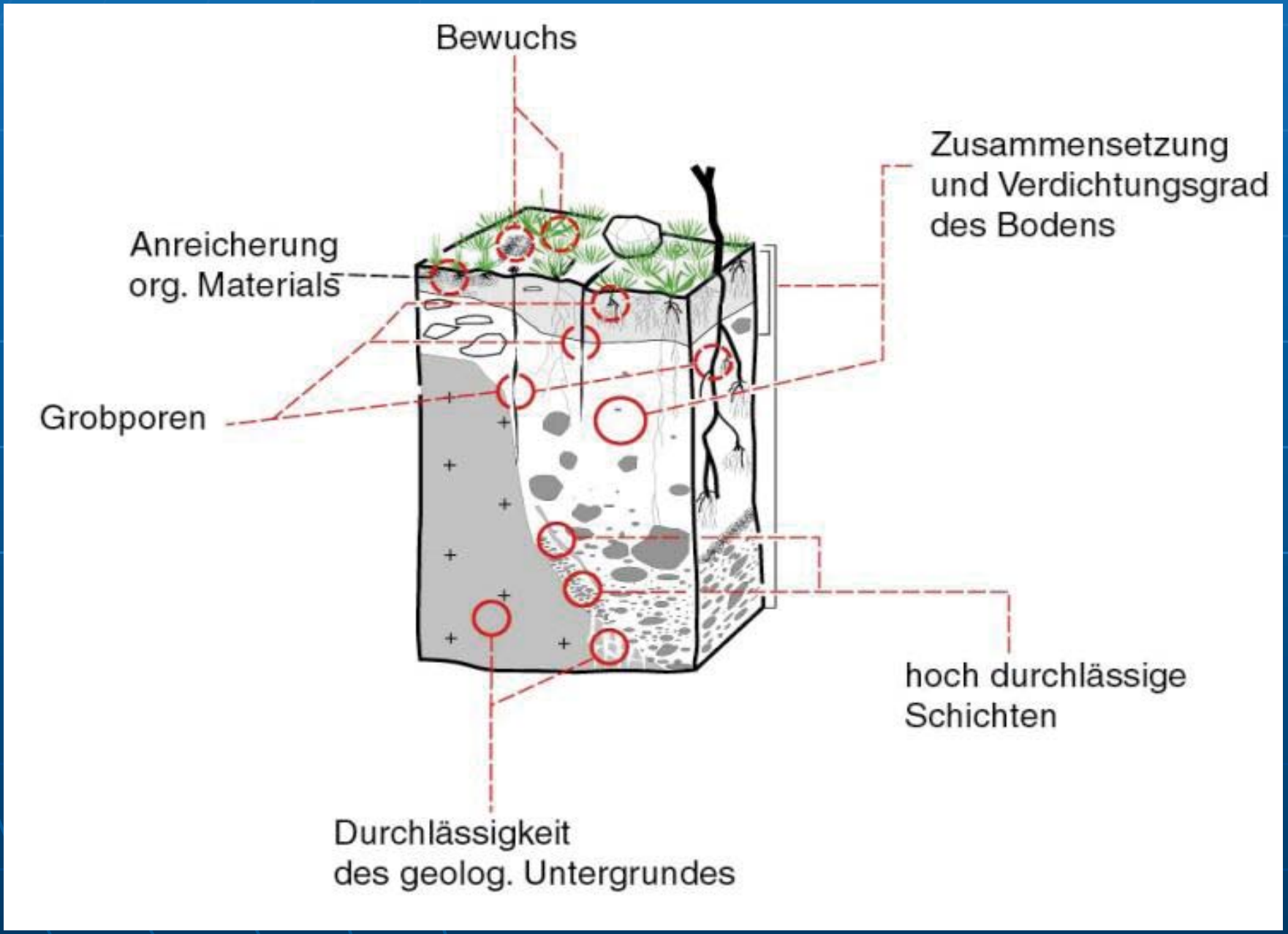
Niederschlag-Vorgeschichte (Vorregen)

Beregnungsversuche auf trockene und nasse Verhaeltnisse



- Ablauf Beregnungsversuch:
  - 1. Tag: auf trockenen Boden 300 – 400 m Niederschlag
  - 2. Tag: auf nassen Boden Versuchswiederholung
- Standort 1: grosser Unterschied der Abflussreaktionen
-

Infiltrationsvermögen der Böden



Verschärfende und mindernde Faktoren der Abflussbildung

- Verschärfende Faktoren
  - Niederschlag-Vorgeschichte (Vorregen)
  - Schneeschmelze
  - Gefrorene Böden
- Mindernde Faktoren
  - Karst

Process	Type	Abbr.	Intensity of Runoff Process	Process Criteria: Characteristics and Conditions
Overland flow processes	Horto-nian	HOF1	Immediate Hortonian Overland Flow due to Infiltration Hindrance (Infiltration Excess Overland Flow)	Soil or surfaces with serious infiltration hindrances: Soils with extremely high clay content, compacted soils by agricultural machines or cattle; bedrock surfaces with low permeability.
		HOF2	Delayed Hotonian Overland Flow due to Infiltration Hindrance (Infiltration Excess Overland Flow)	Hydrophobic soils, (soils with extremely dense root network near surface similar to fur), compacted soils with low macropore density, sealed and crusted soils, macroporous soils with small water exchange (interaction) between macropores and soil matrix.
	Satura-tion	SOF1	Immediate Saturation Overland Flow due to Soil Saturation (Saturated Overland Flow)	Soil water level near surface combined with good permeability of soil layers (macroporous, permeable matrix), which enable infiltration and saturation after short rainfall, absence of lateral flow structures.
		SOF2	Saturation Overland Flow due to slowly saturating soils (Saturated Overland Flow)	Permeable, shallow soils with a low permeable subsoil e.g. bedrock, soils with a water level in the subsoil, absence of lateral flow structures.
		SOF3	Delayed Overland Flow due to very slowly saturated Soils (Saturated Overland Flow)	Thick macroporous soils with permeable soil matrix, which can only be saturated after extensive rainfall.
Subsurface Flow Processes	Lateral Flow	SSF1	Subsurface Flow	Lateral flow in steep and shallow hill-slope soils due to effective lateral flow paths (macropores, pipes, highly permeable layers) in combination with low permeable underground (bedrock, impermeable layer), thicker soils with small interaction between macropore flow and soil matrix.
		SSF2	Delayed Subsurface Flow	Lateral flow in the soil due to lateral flow paths (macropores, permeable layers) with medium water exchange to the surrounding soil matrix and low permeable underground (impervious bedrock, impermeable layer).
		SSF3	Strongly delayed subsurface flow	Delayed lateral flow controlled by lateral flow paths in thick soils (macropores, highly permeable layers)
	Vertical Flow	DP	Deep percolation	Permeable and thick soils or permeable soils with a permeable geological underground.