

## V7 Bodenprofil Rüschegg-Scheidwald

---

### V7.1 Themenbereich «Bodenbildungsfaktoren und Profilmorphologie»

---

#### V7.1.1 Zusammenfassende Angaben zum Profil und zu den Bodenbildungsfaktoren

---

Das Bodenprofil ist in [Abb.V7.1](#) dargestellt. Einen Eindruck vom Bestand vermittelt [Abb.V7.2](#). [Tab.V7.1](#) fasst wichtige Angaben zum Boden und Profilort Rüschegg-Scheidwald zusammen, und [Tab.V7.2](#) orientiert über die Bodenbildungsfaktoren.

#### V7.1.2 Verbreitung gemäss Bodeneignungskarte der Schweiz

---

Das Profil gehört zur Kartierungseinheit O4 (Alpenrand, vorwiegend sandige Molasse; Steilhänge, vorwiegend nordexponiert, Hangneigung >35%). 93 Stichproben des Landesforstinventars gehören dieser Kartierungseinheit an. Das Profil repräsentiert damit 0.8% der mit dem LFI insgesamt erfassten 11'863 Stichproben.

#### V7.1.3 Besonderheiten am Profilort

---

Das Profil V7 repräsentiert den Boden in einer typischen Ausbildung des Farnreichen Tannen-Buchenwaldes.

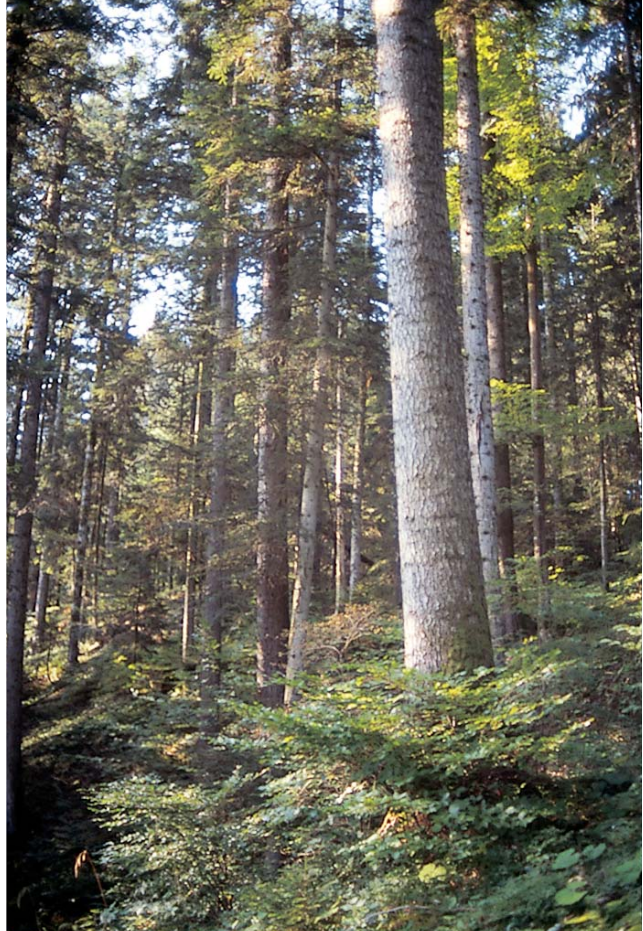
#### V7.1.4 Profilmorphologie und Klassierung

---

Die im Profil angesprochenen morphologischen Bodenmerkmale sind in [Tab.V7.3](#) zusammen mit einer Profilskizze dargestellt.

Die gut abbaubare Streu stammt vor allem von der Tanne und von der üppig gedeihenden Krautschicht. Am Boden ist nur eine dünne Streuschicht vorhanden. Die Horizontfolge des Oberbodens wird mit L-Ah bezeichnet und die Humusform als Mull klassiert.

Aufgrund der morphologischen Merkmale lassen sich im 1.1 m tief aufgeschlossenen Mineralboden fünf Horizonte erkennen. Das Profil ist auffallend stark hydromorph geprägt, was an der fehlenden Verbraunung und an den vielen Vernässungsmerkmalen erkennbar ist.



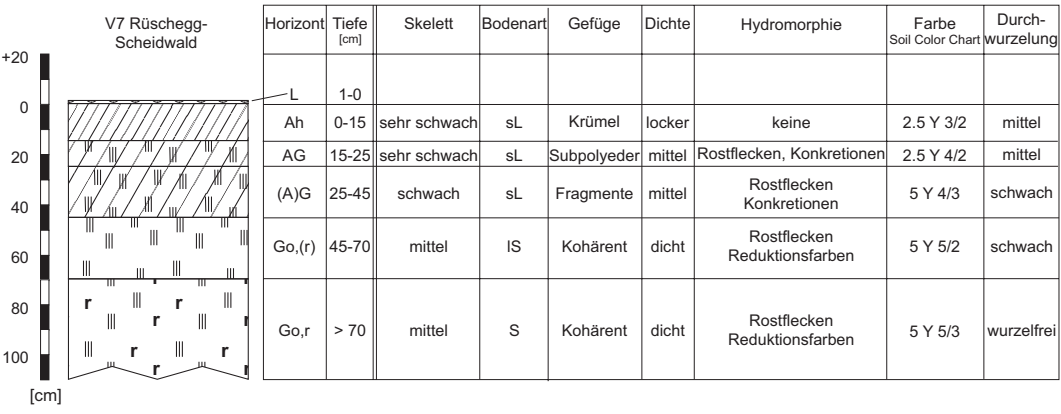
**Abb. V7.1** ([links](#)) Bodenprofil Rüschegg-Scheidwald

**Abb. V7.2** ([rechts](#)) Bestand am Profilort Rüschegg-Scheidwald

<b>Tab. V7.1 Zusammenfassende Angaben zum Profil Rüschegg-Scheidwald</b>	
Lokalname	Rüschegg-Scheidwald 5007 (Kanton Bern, Gemeinde Rüschegg)
Lage	Landeskarte 1:25000 Blatt 1206, Guggisberg Koordinaten 595040/178520
Waldgesellschaft (Ellenberg & Klötzli 1972)	Nr. 20: Farnreicher Tannen-Buchenwald ( <i>Abieti-Fagetum polystichetosum</i> )
Horizontfolge	L-Ah-AG-(A)G-Go,(r)-Go,r
Humusform	Mull
Bodentyp	Gley, grundnass
Bodentyp (FAO 1988)	Eutric Gleysol

Tab. V7.2		Bodenbildungsfaktoren am Profilort Rüscheegg-Scheidwald	
Relief	Höhe ü. M.	1160 m	
	Exposition	NE	
	Neigung	45 %	
	Geländeform	Mulde	
Ausgangsgestein	Tektonik/Geologie	Molassebecken; untere Süsswassermolasse, sandig	
	Lithofazies	Nr. 22: Molassesandsteine	
	(nach Tuchschnid 1995)	physikalische Verwitterbarkeit Gestein:	mittel – gross
		chemische Verwitterbarkeit Gestein:	klein
	Tongehalt Gestein:	mittel	
Klima	T/N Jahresmittel	5.9°C/1700 mm	
	T/N Januarmittel	– 1.6°C/101 mm	
	T/N Julimittel	14.9°C/162 mm	
	Tage mit Schneedecke	132	
	Wärmegliederung	ziemlich rauh	
	Länge der Vegetationsperiode	150 – 165 Tage	
Pflanzen	Schicht	Deckung	häufigste Arten
	Baumschicht (30 m Höhe)	40 %	50–75% Weiss-Tanne ( <i>Abies alba</i> ) 5–25% Fichte ( <i>Picea abies</i> ) 3% Rotbuche ( <i>Fagus sylvatica</i> )
	Strauchschicht	5 %	–
	Krautschicht	100 %	weisse Pestwurz ( <i>Petasites albus</i> ) gemeiner Waldfarn ( <i>Athyrium filix-femina</i> ) gemeiner Sauerklee ( <i>Oxalis acetosella</i> ) wolliger Hahnenfuss ( <i>Ranunculus lanuginosus</i> ) überhängende Segge ( <i>Carex pendula</i> )
	Mooschicht	80 %	–

Tab. V7.3 **Profilskizze und Morphologie des Bodenprofils Rüscheegg-Scheidwald**  
 Bodenart: S Sand, IS lehmiger Sand, sL sandiger Lehm



Die obersten 15 cm des Mineralbodens sind aufgrund ihres grossen Humusgehaltes bräunlich schwarz gefärbt. Die zwar etwas hellere Zone in 15–25 cm Tiefe scheint infolge ihrer relativ dunklen Farbe aber ebenfalls ziemlich humusreich zu sein. Ab 25 cm Tiefe wird die Feinerde heller und zeichnet sich bis zur Profilsohle durch gräuliche Farbtöne aus. Bis 15 cm Tiefe kommen keine Vernässungsmerkmale vor. Während in 15 bis 45 cm Tiefe die vorhandenen Konkretionen und Rostflecken nicht gut sichtbar sind, fallen weiter unten im Profil markante Rostflecken in der teilweise reduzierten grauen Bodenmatrix auf. Der Boden enthält bis 45 cm Tiefe geringe, weiter unten mittlere Skelettmengen. Die Feinerde ist im Oberboden lehmig und wird mit zunehmender Tiefe sandiger. Die Dichte nimmt vom krümeligen und lockeren Oberboden bis hin zum kohärenten und dichten Unterboden stetig zu. Wurzeln wurden bis 70 cm Tiefe beobachtet.

Die Horizontfolge des Profils lautet L-Ah-AG-(A)G-Go,(r)-Go,r. Demnach wird der Boden als grundnasser Gley klassiert. Die temporäre Vernässung erfolgt durch Grund- und Hangwasser.

#### **Ergänzende Bodenmerkmale**

Obwohl wir die Kalkgrenze mit dem Bodenprofil nicht erreicht haben, nehmen wir an, dass das Ausgangsgestein karbonathaltig ist. Die Kalkgrenze verläuft unterhalb von 110 cm Tiefe. Gemäss pH-Hellige ist die Feinerde oberhalb der Kalkgrenze schwach bis mässig sauer. Trotz temporärer Vernässung und recht dichtem Unterboden sind im Profil keine unüberwindbaren Hindernisse für das Wurzelwachstum erkennbar.

## **V7.2 Themenbereich «Physikalische Bodenkennwerte»**

---

### **V7.2.1 Beschrieb einiger physikalischer Bodenkennwerte**

---

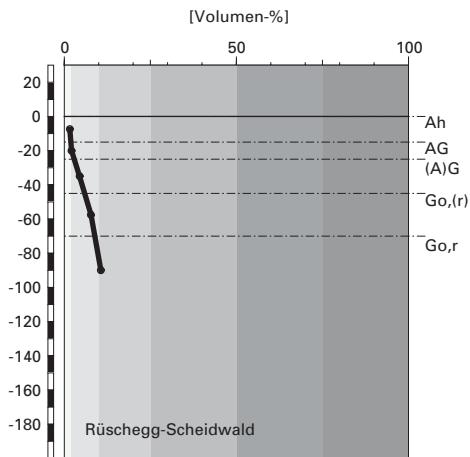
#### **Skelettgehalt**

Der Boden enthält wenig Skelett. Bis 70 cm Tiefe ist er schwach skeletthaltig, weiter unten im Profil ist der Skelettgehalt mittel ([Abb. V7.3](#)).

#### **Bodenart**

Die Feinerde wird mit zunehmender Tiefe grobkörniger, was mit dem gegen die Profilsohle hin abnehmenden Verwitterungsgrad des Bodens erklärt werden kann ([Abb. V7.4](#)). Die dominierenden Korngrössenfraktionen sind in allen Horizonten der Sand und der Schluff. In Bezug auf den Tongehalt handelt es sich bis 70 cm Tiefe um mittelschweren, weiter unten im

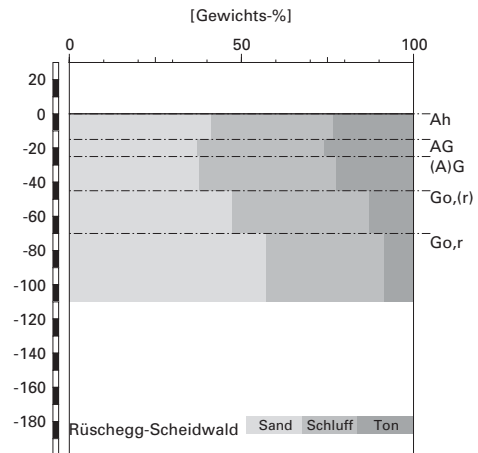
## Skelettgehalt



### Klassierung Skelettgehalt

>75	extrem stark
50-75	sehr stark
25-50	stark
10-25	mittel
2-10	schwach
<2	sehr schwach

## Bodenart



**Abb. V7.3 (links)** Skelettgehalt

**Abb. V7.4 (rechts)** Bodenart

Profil um leichten Boden. Bei der Bestimmung der Bodenart im Feld wurde der Sandanteil zulasten des Tonanteils in allen Horizonten überschätzt (Tab. V7.3).

### Dichte der Feinerde

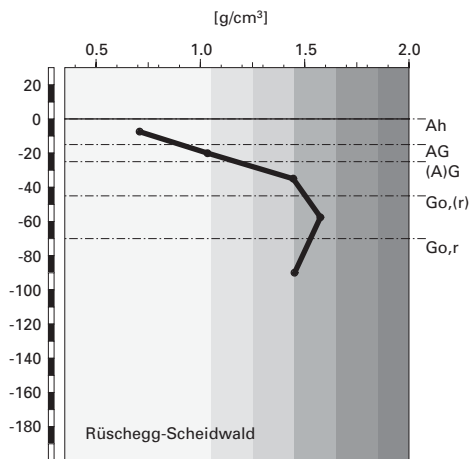
Die Dichte nimmt bis 45 cm Tiefe markant zu und bleibt dann bis zur Profilssole etwa konstant (Abb. V7.5). Die obersten 25 cm des Profils sind sehr locker gelagert, weiter unten hat die Feinerde eine mittlere Dichte. Mit  $1.58 \text{ g/cm}^3$  weist der Go-Horizont eine maximale Dichte auf.

### Wasserleitfähigkeit im gesättigten Boden

Der Boden ist je nach Horizont mittel bis hoch durchlässig (Abb. V7.6). Der mittlere Profilbereich hat die kleinste Durchlässigkeit.



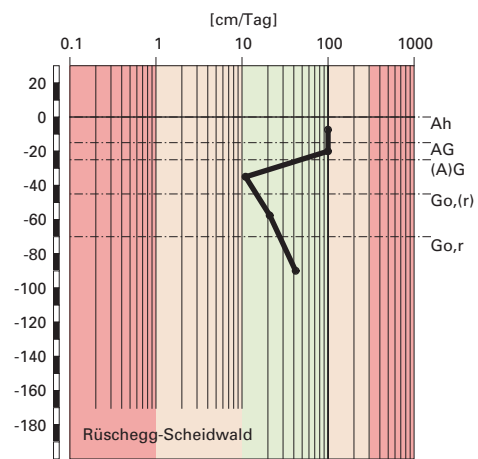
## Feinerde-Dichte



### Klassierung Dichte

>1.85	sehr hoch
1.65-1.85	hoch
1.45-1.65	mittel
1.25-1.45	gering
1.05-1.25	sehr gering
<1.05	äusserst gering

## gesättigte Wasserleitfähigkeit ( $k_{sat}$ )



### Klassierung $k_{sat}$

>300	äusserst hoch
100-300	sehr hoch
40-100	hoch
10-40	mittel
1-10	gering
<1	sehr gering

**Abb. V7.5 (links)** Dichte der Feinerde

**Abb. V7.6 (rechts)** Wasserleitfähigkeit im gesättigten Boden

## Pflanzenverfügbares Wasser

Die Wasserspeicherkapazität des Bodens bis 120 cm Tiefe beträgt 214 l/m<sup>2</sup>, was als sehr hoch klassiert wird (Abb. V7.7).

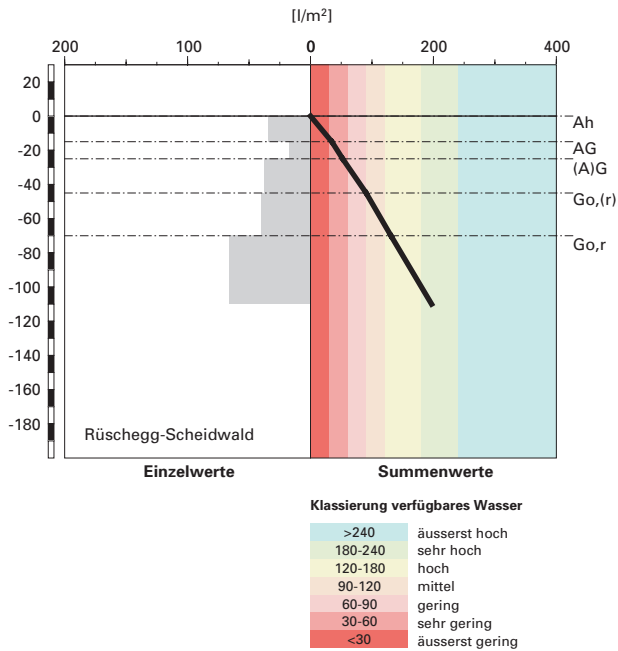
## V7.2.2

## Bodenkundliche und ökologische Interpretationen

### Wasser- und Lufthaushalt des Bodens

In diesem grundnassen Gley sind Vernässungserscheinungen offensichtlich. So kommen ab 15 cm Tiefe Rostflecken vor und ab 45 cm Tiefe sind zusätzlich reduktive Zonen erkennbar. Aufgrund der Vernässungsmerkmale gehen wir davon aus, dass sich im Boden aerobe und anaerobe Phasen abwechseln. Bis zur Aufschlusstiefe von 110 cm wurde die über das gesamte Jahr sauerstofffreie Zone, in der stets reduzierende Verhältnisse herrschen, nicht erreicht. Die Vernässung erfolgt in diesem Boden durch Grund- oder durch Hangwasser. Dies wird unter anderem an der Belegung des Kationen-

## pflanzenverfügbares Wasser



**Abb. V7.7** Pflanzenverfügbares Wasser

austauschers sichtbar, indem die Basensättigung im hydromorph geprägten und karbonatfreien Bereich des Bodens nahezu 100% beträgt (Abb. V7.15). Das periodisch bis nahe an die Bodenoberfläche ansteigende basenreiche Fremdwasser wirkt einer Abnahme der Basensättigung im karbonatfreien Profilbereich entgegen.

### Durchwurzelbarkeit des Bodens

Wir gehen davon aus, dass der Boden im hydromorph geprägten und relativ dichten Bereich (Dichte > 1.4 g/cm³) für empfindliche Baumarten wie Buche und Fichte eingeschränkt durchwurzelbar ist. Für die weniger empfindlichen Baumarten wie Tanne oder Bergulme dürfte der Wurzelraum mindestens 120 cm mächtig und damit sehr tiefgründig sein. Der Wurzelraum wird vom aktuellen Bestand aus Tannen, Fichten und Buchen nicht voll genutzt, denn Wurzeln konnten bloss bis 70 cm Tiefe beobachtet werden.

### **Wasserversorgung des Baumbestandes**

Bei einer Referenztiefe von 120 cm kann gemäss unseren Berechnungen davon ausgegangen werden, dass der Bestand in Trockenperioden ohne nennenswerte Niederschläge nach rund 25 Tagen an Wassermangel zu leiden beginnen würde. Trotz dem nicht optimalen Speichervermögen des Bodens besteht an diesem Tannen-Buchenstandort (E&K 20) bloss ein kleines Risiko für Trockenstress, und zwar sowohl bei den tief wurzelnden Baumarten als auch bei den Arten mit oberflächlicherem Wurzelwerk. Wir kommen zu diesem Schluss, weil ein günstiges Klima herrscht und der Boden unter Fremdwasserzufuhr steht. In Trockenperioden wirkt kapillar in den Wurzelraum aufsteigendes Wasser dem Trockenstress-Risiko entgegen.

### **Bodenbefahrbarkeit**

Der Boden reagiert in nassem Zustand sehr empfindlich auf Befahren mit schweren Maschinen, da der Skelettgehalt relativ gering ist. Im Winter ist das Befahren aus bodenökologischer Sicht fast immer problematisch, weil der Boden dann meistens bis nahe an die Bodenoberfläche mit Wasser gesättigt und daher höchstens oberflächlich gefroren ist.

## **V7.3 Themenbereich «Bodenhauptbestandteile»**

---

### **V7.3.1 Charakterisierung der Bodenhauptbestandteile**

---

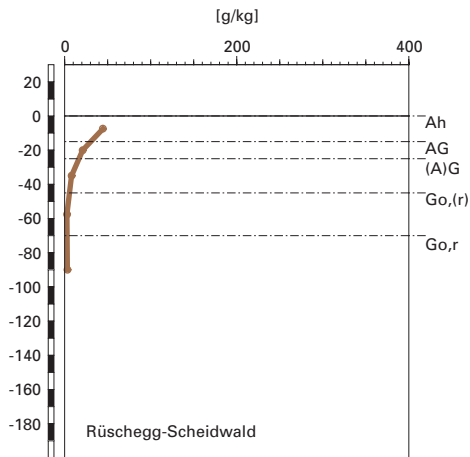
#### **Organische Substanz**

Am Profilort Rüschegg-Scheidwald dominiert die Weiss-Tanne im Baumbestand, in welchem einzelne Fichten und Buchen beigemischt sind. Die Baumschicht erreicht einen Deckungsgrad von nur 40%, weshalb flächendeckend eine Krautschicht gedeiht, in welcher man vor allem weisse Pestwurz, gemeinen Waldfarn, gemeinen Sauerklee, wolligen Hahnenfuss sowie überhängende Segge findet. Die Streu stammt mehrheitlich von der Tanne aus der Baumschicht und von den Pflanzen in der Krautschicht und gilt insgesamt als gut abbaubar. Auf dem Boden hat sich nur eine dünne Streuschicht gebildet.

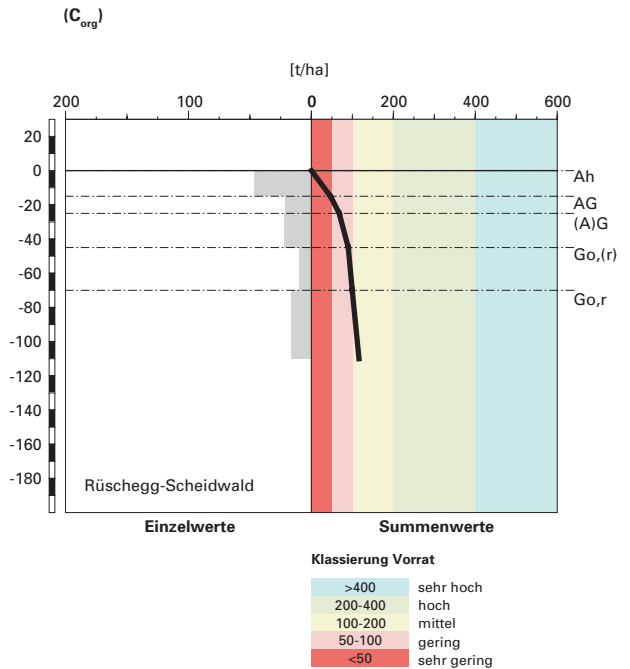
Der bräunlich schwarze Ah-Horizont hebt sich aufgrund seines grösseren Gehaltes an organischem Kohlenstoff ( $C_{org}$ ) vom restlichen Teil des Mineralbodens ab. Der  $C_{org}$ -Gehalt beträgt im Ah-Horizont 4.5%, im AG-Horizont geht er auf weniger als die Hälfte zurück und im (A)G-Horizont ist er noch 0.8% (Abb. V7.8). Im Unterboden liegt der  $C_{org}$ -Gehalt konstant bei



## organischer Kohlenstoff



## Kohlenstoff-Vorrat



**Abb. V7.8 (links)** Gehalt an organischem Kohlenstoff

**Abb. V7.9 (rechts)** Vorrat an organischem Kohlenstoff

0.3%. Aus diesen Gehalten resultiert ein Vorrat an organischem Kohlenstoff von 116 t/ha (Abb. V7.9).

## Tonverteilung sowie Verteilung von Aluminium- und Eisenoxiden

Der Tongehalt variiert im Oberboden zwischen 22 und 26% und nimmt im Unterboden mit der Tiefe kontinuierlich auf das Minimum von 9% ab (Abb. V7.4).

Die Gehalte der extrahierbaren Eisenverbindungen sind alle ähnlich über die Profiltiefe verteilt. Beim Dithionit- und Oxalat-extrahierbaren Eisen ( $Fe_d$  und  $Fe_o$ ) nimmt der Gehalt im Oberboden mit der Tiefe leicht zu, nimmt dann auf den kleinsten Wert im Go,(r)-Horizont ab und im Go,r-Horizont wieder zu (Abb. V7.10). Beim Pyrophosphat-extrahierbaren Eisen ( $Fe_p$ ) ist der Gehalt in den obersten 25 cm konstant und nimmt bereits unterhalb des AG-Horizontes bis auf das Minimum im Go,(r)-Horizont ab. Das Oxalat-

extrahierbare Aluminium ( $Al_o$ ) zeigt ein ähnliches Verteilungsmuster.  $Al_o$  ist im ganzen Oberboden konstant, nimmt auf das Minimum im Go,(r)-Horizont ab und im Go,r-Horizont wieder leicht zu (Abb. V7.11). Das Pyrophosphat-extrahierbare Aluminium ( $Al_p$ ) nimmt bis in den Go,(r)-Horizont kontinuierlich ab und im Go,r-Horizont wieder leicht zu.

Das  $Fe_o/Fe_d$ -Verhältnis ist in den obersten 25 cm 0.6, nimmt bis in den Go,(r)-Horizont auf 0.44 ab und bleibt im Go,r-Horizont konstant (Abb. V7.12). Das  $Fe_p/Fe_o$ -Verhältnis beträgt in den obersten 25 cm rund 0.35 und im tieferen Mineralboden rund 0.2. Das  $Al_p/Al_o$ -Verhältnis variiert mit der Tiefe am stärksten, nimmt jedoch tendenziell leicht ab.

### V7.3.2

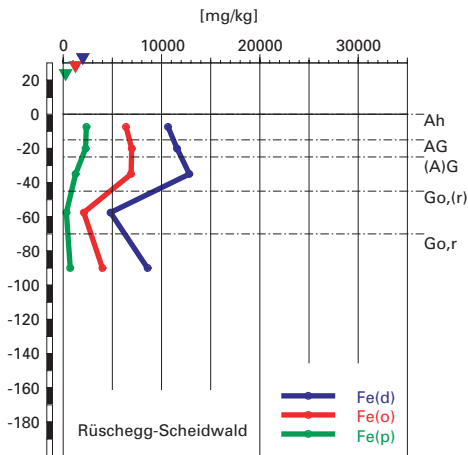
#### **Bodenkundliche Interpretation**

Die gut abbaubare Streumischung der Tanne und der Pflanzen aus der Krautschicht wird innerhalb eines Jahres praktisch vollständig zersetzt. Es hat sich nur eine dünne Streuschicht gebildet und die Humusform wird als Mull klassiert. Zu dieser schnellen Umsetzung der Streu tragen die günstigen Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse am Profilort sowie die dadurch bedingte grosse biologische Aktivität bei. Der pH-Wert des Bodens ist mässig bis schwach sauer, was ebenfalls eine grosse biologische Aktivität unterstützt, welche durch zahlreiche Spuren von Regenwürmern belegt wird. Die Regenwürmer sorgen für eine intensive Durchmischung von organischer Substanz und mineralischer Feinerde, was sich in einer Krümelstruktur der Feinerde und einem 15 cm mächtigen Ah-Horizont äussert. Das C/N-Verhältnis ist im Ah-Horizont mässig eng und mit einer hohen Mineralisierungsrate der organischen Substanz verbunden. Die nicht mineralisierte organische Substanz unterliegt einer Humifizierung und wird durch Verbindungen mit Tonmineralen sowie mit Aluminium- und Eisenoxiden vor weiterem Abbau geschützt. So hat sich ein im gesamtschweizerischen Vergleich mittlerer Vorrat von 116 Tonnen organischem Kohlenstoff pro ha aufgebaut (Abb. V7.9).

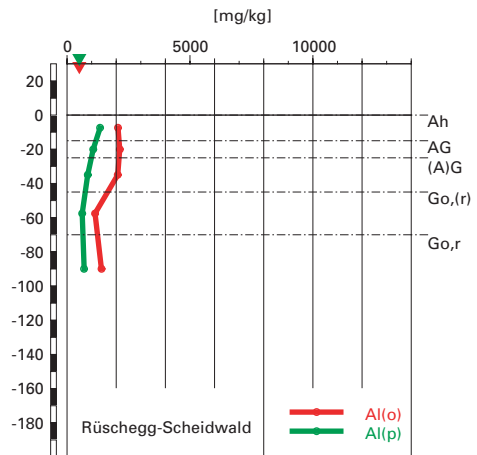
Der Tongehalt ist im Oberboden mehr oder weniger konstant und nimmt im Unterboden, entsprechend der abnehmenden Verwitterungsintensität und -dauer, kontinuierlich ab. Im Go,r-Horizont erreicht er 9% und dürfte damit wahrscheinlich dem natürlichen Tongehalt des Ausgangsgesteins, einer sandigen Süsswassermolasse, entsprechen.

Die Farbe des Unterbodens ist durch den extremen Wasserhaushalt und die damit verbundenen anaeroben Phasen geprägt. Bei Wassersättigung mit entsprechender Sauerstoffarmut wird Eisen reduziert und liegt in zweiwertiger Form vor. Bereits im sauerstoffarmen Milieu ist in der Bodenlösung mit  $Fe^{2+}$  zu rechnen (Schachtschabel et al. 2002), welches wahr-

### Eisen-Oxide (Gehalte)



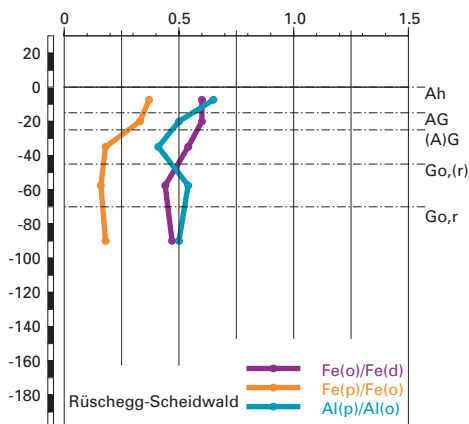
### Aluminium-Oxide (Gehalte)



**Abb. V7.10 (links)** Gehalte an Dithionit- ( $\text{Fe}_d$ ), Oxalat- ( $\text{Fe}_o$ ) und Pyrophosphat- ( $\text{Fe}_p$ ) extrahierbarem Eisen

**Abb. V7.11 (rechts)** Gehalte an Oxalat- ( $\text{Al}_o$ ) und Pyrophosphat- ( $\text{Al}_p$ ) extrahierbarem Aluminium

### Eisen- und Aluminiumoxide (Verhältnisse)



**Abb. V7.12** Verhältnisse der Fe- und Al-Oxide

scheinlich an gelöste organische Substanz gebunden ist. Unter solchen Bedingungen bilden sich mit der Zeit schwer lösliche Minerale mit zweiwertigem Eisen, wie zum Beispiel Vivianit  $[\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2]$  oder Pyrit  $[\text{FeS}_2]$ , welche den Boden grau färben. Dies ist an den erhöhten  $\text{HNO}_3$ -extrahierbaren P- und teilweise auch S-Gehalten im Go,r-Horizont zu erkennen (Tab. A210 in Zimmermann et al. 2006). Diese Graufärbung ist vor allem im Go,r-Horizont zu beobachten, während die Bodenfarbe in 45 bis 70 cm Tiefe und die Tiefenverteilung der Eisenfraktionen eine Eisenverarmung im Go,(r)-Horizont anzeigen (Abb. V7.10). Die Verarmung ist wahrscheinlich auf die Dynamik des Grundwasserspiegels zurückzuführen. Während Phasen von hoch anstehendem Grundwasser herrschen im Go,(r)-Horizont anaerobe Verhältnisse, die zur Reduktion und Lösung von Eisen führen. Wenn das Grundwasser wieder sinkt, wird gelöstes Eisen ausgewaschen und der Go,(r)-Horizont verarmt. Bei wieder steigendem Grundwasserspiegel enthält das Wasser zwar gelöstes Eisen, das aber vor allem bei Sauerstoffkontakt oberhalb jenes Bereiches oxidiert und ausfällt, in welchem der Grundwasserspiegel über längere Zeit liegt. Dieser aerobe Bereich liegt offenbar häufig im Oberboden, wie die erhöhten Eisengehalte zeigen (Abb. V7.10). Insgesamt ist der Go,(r)-Horizont als Zone des schwankenden Grundwasserspiegels eine Verarmungszone, was sich in der Tiefenverteilung der extrahierbaren Eisenfraktionen widerspiegelt.

$\text{Fe}_p$  ist ähnlich über die Profiltiefe verteilt wie  $\text{Fe}_o$ , was auf ähnliche Verteilungsprozesse der mit diesen beiden Extraktionen erfassten Verbindungen hinweist. Der Anteil von  $\text{Fe}_p$  an  $\text{Fe}_o$  beträgt höchstens 37 %, im Unterboden sogar nur 15 bis 20 %.

Im Gegensatz zu Eisen ist Aluminium nicht redoxsensitiv. Es kann allerdings durch Bindung an gelöste organische Substanz in Lösung gehen und genau gleich wie Eisen im Boden umverteilt werden. Die Komplexe von organischer Substanz mit zweiwertigem Eisen sind jedoch viel stärker als jene mit Aluminium. Deshalb zeigt die Tiefenverteilung von  $\text{Al}_o$  nur in Ansätzen dasselbe Muster wie jene von  $\text{Fe}_o$ , die Gehaltsunterschiede zwischen den Horizonten sind bei  $\text{Al}_o$  weniger stark ausgeprägt.

Die relativ grossen  $\text{Fe}_o/\text{Fe}_d$ -Verhältnisse sind für einen hydromorph geprägten Boden typisch. Die zeitweise Vernässung verhindert eine Kristallisation von ausgefällten amorphen Eisenoxiden ( $\text{Fe}_o$ ), die in diesem Boden als Rostflecken sehr augenfällig sind, womit deren Anteil an den gesamthaft extrahierbaren Eisenverbindungen ( $\text{Fe}_d$ ) gross bleibt.

Aufgrund der morphologischen Merkmale wurde dieser Boden als grundnasser Gley klassiert. Die Interpretation der Bodenhauptbestandteile bestätigt diese Klassierung. Insbesondere ist der Einfluss des schwankenden Grundwasserspiegels auf die Tiefenverteilung der redoxsensitiven

Eisenverbindungen sehr gut ersichtlich. Die Tiefenverteilung von Aluminium, welches nicht redoxsensitiv ist und von gelöster organischer Substanz weniger stark gebunden wird, ist weniger stark differenziert. Der grössere  $\text{Fe}_o$ -Gehalt und das weitere  $\text{Fe}_o/\text{Fe}_d$ -Verhältnis im Oberboden sind nicht auf eine Verbraunung, sondern auf eine Eisenumverteilung als Folge der Redoxdynamik zurückzuführen.

## V7.4 Themenbereich «Säurezustand»

---

### V7.4.1 Charakterisierung des Säurezustandes

---

#### pH-Wert

Die Feinerde ist im ganzen Profil schwach bis mässig sauer (Abb. V7.13). Die pH-Werte liegen zwischen 4.7 im Ah- und 6.0 an der Profilsohle im Go<sub>r</sub>-Horizont. Bis in eine Tiefe von 45 cm befindet sich die Feinerde in der Säureklasse 3, in den tiefer gelegenen Horizonten in der Säureklasse 2.

#### Austauschbare Kationen und Basensättigung

Der Kationenaustauscher ist überall zum weitaus grössten Teil mit basischen Kationen belegt, wobei neben Kalzium auch eine erwähnenswerte Menge von austauschbarem Magnesium vorkommt (Abb. V7.14). Nur im Ah-Horizont sind neben den basischen Kationen geringe Mengen saurer Kationen austauschbar gebunden. Bemerkenswert ist hier, dass diese zum grössten Teil aus Mangan und Protonen und nur zum kleinsten Teil aus Aluminium bestehen (Tab. A208 in Zimmermann et al. 2006). Die Basensättigung liegt zwischen 92 und 99% und wird als sehr hoch klassiert (Abb. V7.15).

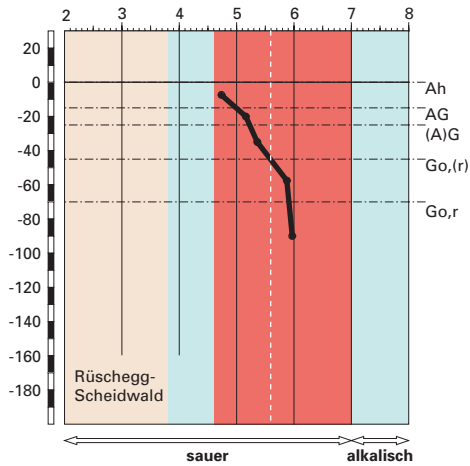
### V7.4.2 Interpretationen zum Säurezustand

---

#### Stand der Bodenversauerung

Der Stand der Bodenversauerung dieses grundnassen Gleys wird anhand des Tiefenverlaufes des pH-Wertes beurteilt. Das nicht erschlossene Ausgangsgestein ist karbonathaltig und befindet sich in der Säureklasse 1. Die pH-Werte verteilen sich somit auf drei Säureklassen, wodurch die Versauerung als mässig klassiert wird. Die Säurepufferung erfolgt im ganzen Profil vorwiegend durch Protonierung variabler Ladungen am Kationenaustauscher sowie durch Silikatverwitterung. Im unteren pH-Bereich der Säureklasse 3 ist Aluminium, das bei der Silikatverwitterung

## pH-Wert (CaCl<sub>2</sub>)



**Säureklassen 1-5**  
Empfindlichkeit für pH-Abnahme

1: >7.0	klein
2: 5.6-7.0	gross
3: 4.6-5.6	gross
4: 3.8-4.6	klein
5: <3.8	mässig

## austauschbare Kationen

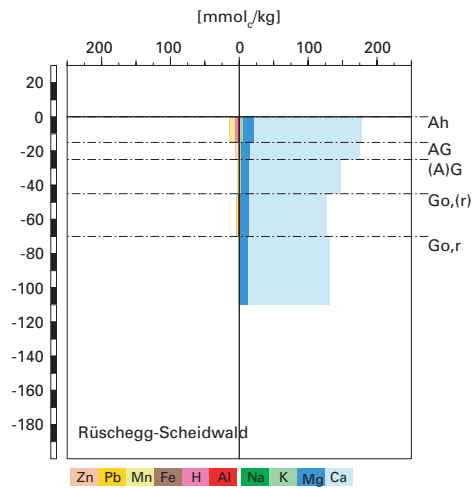
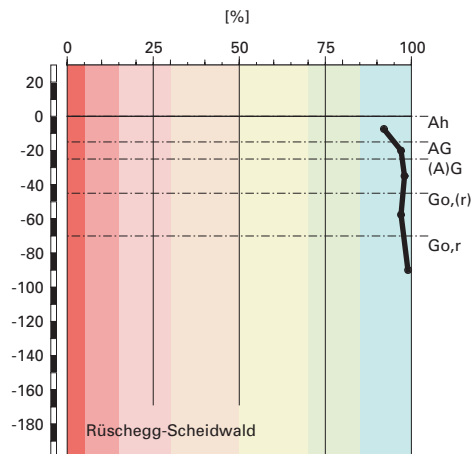


Abb. V7.13 (links) pH-Wert und Säureklassen

Abb. V7.14 (rechts) Belegung des Kationenaustauschers

## Basensättigung



**Klassierung Basensättigung**

>85	sehr hoch
70-85	hoch
50-70	mässig hoch
30-50	mittel
15-30	mässig
5-15	gering
<5	sehr gering

Abb. V7.15 Basensättigung



freigesetzt wird, in geringem Masse löslich und kann an den Austauschprozessen teilnehmen. Diese Bedingung ist im Ah-Horizont mit einem pH-Wert von 4.7 offensichtlich gegeben. Im pH-Bereich der Säureklasse 2 ist Aluminium unlöslich, weshalb der Kationenaustauscher praktisch vollständig mit basischen Kationen belegt ist. Die erhöhten Mengen von austauschbarem Mangan sind für Horizonte in den Säureklassen 2 und 3 nicht aussergewöhnlich. Wird im pH-Bereich dieser Säureklassen bei der Silikatverwitterung Mangan freigesetzt, so nimmt dieses 2-wertige Kation an den Austauschprozessen teil. Mit sinkendem pH-Wert nimmt allerdings die Löslichkeit des eintauschstarken 3-wertigen Aluminiums rasch zu, wodurch die weniger stark gebundenen 2-wertigen Kationen von ihren Austauscherplätzen verdrängt werden.

Verglichen mit dem sehr ähnlichen Boden V6 ist die Versauerung hier etwas weiter fortgeschritten. Dies zeigt sich an den allerdings nur geringfügig tieferen pH-Werten sowie am austauschbaren Aluminium im Ah-Horizont, wo gleichzeitig die Versauerungsfront liegt. Der im Vergleich mit dem Profil V6 höhere Anteil an austauschbarem Magnesium ist vermutlich gesteinsbedingt.

### **Risiko für Boden und Pflanzen**

Das Risiko einer weiteren Abnahme des pH-Wertes wird hier als gross beurteilt, denn die gesamte Feinerde liegt ausschliesslich in den nur schwach puffernden Säureklassen 2 und 3. Der Ah-Horizont befindet sich im unteren Bereich der Säureklasse 3 im Übergang zur Säureklasse 4. Dort erfolgt die Säurepufferung hauptsächlich durch Auflösung von Aluminiumverbindungen. Es muss deshalb angenommen werden, dass bei einer pH-Abnahme im Ah-Horizont, wo der Versauerungsdruck am grössten ist, auch die Basensättigung dort abnehmen wird. Allerdings wirkt das basenreiche, bis in den AG-Horizont aufsteigende Grundwasser der Versauerung entgegen, weil die Tiefenverlagerung von ausgetauschten Kationen gehemmt bleibt und basische Kationen ständig mit dem Bodenwasser nachgeliefert werden. Die Basensättigung wird deshalb insgesamt auch bei einer weiteren pH-Abnahme hoch bleiben.

Für das Pflanzenwachstum besteht im ganzen Profil kein Risiko durch toxisch wirkendes Aluminium Beeinträchtigung zu werden, weil das BC/Al-Verhältnis im ganzen Profil weit über dem kritischen Bereich von 0.2 liegt. Dies wird sich auch bei einer weiteren pH-Abnahme nicht ändern, weil die Basensättigung, bedingt durch den Wasserhaushalt und durch das karbonathaltige Ausgangsgestein, hoch bleiben wird.

V7.5.1 **Tiefenverteilung der Schwermetalle**

---

Der Cr-Gehalt nimmt vom Ah- bis zum Maximum im AG- und (A)G-Horizont leicht zu und geht darunter linear bis zum minimalen Wert im Go,r-Horizont zurück (Abb. V7.16). Die Tiefenverteilung von Cu und Ni gleichen sich. Die minimalen Gehalte dieser Schwermetalle befinden sich im Ah- und AG-Horizont. Im (A)G-Horizont erreichen die Gehalte beider Schwermetalle ein sekundäres Maximum und gehen im Go,(r)-Horizont wieder etwas zurück. Im Go,r-Horizont schliesslich sind der Ni- und Cu-Gehalt maximal. Auch der Zn-Gehalt ist im untersten Horizont maximal. Die minimalen Zn-Gehalte befinden sich im AG-, (A)G- und Go,(r)-Horizont. Im Ah-Horizont ist der Zn-Gehalt etwas grösser als im AG-Horizont. Blei weist den höchsten Gehalt im obersten Mineralerde-Horizont auf. Darunter sinkt der Gehalt bis zu einem ersten Minimum im (A)G-Horizont, ist im Go,(r)-Horizont wieder etwas grösser und hat ein zweites Minimum im Go,r-Horizont.

V7.5.2 **Wertung der Schwermetallgehalte im untersten Mineralerde-Horizont im geochemischen Vergleich**

---

Bezogen auf das Ausgangsgestein aus Molasse (Lithofazies 22) liegen der Pb-Gehalt im Go,r-Horizont innerhalb, die Gehalte der übrigen Schwermetalle oberhalb typischer Wertebereiche.

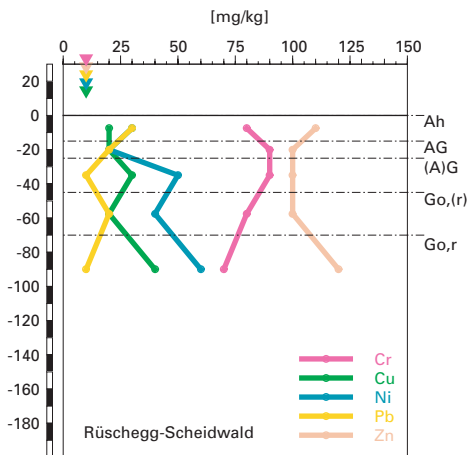
Anmerkung: Aufgrund unserer Daten lässt sich nicht sagen, in wie weit der Go,r-Horizont das unveränderte Ausgangsgestein repräsentiert und die auf diesem Horizont basierende Beurteilung richtig ist.

V7.5.3 **Beurteilung der quellenunabhängigen Belastung nach VBBo**

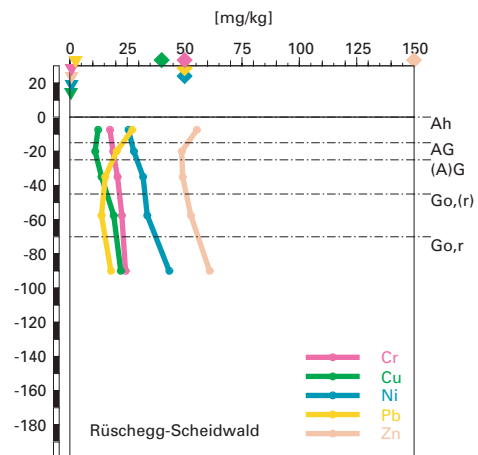
---

Bezogen auf die VBBo sind die Cr- und Zn-Gehalte im ganzen Profil niedrig (Abb. V7.17). Der Ni-Gehalt ist im Go,r-Horizont hoch, in allen anderen Horizonten erhöht. Der Cu-Gehalt ist im Go,r-Horizont erhöht, darüber sehr niedrig bis niedrig. Umgekehrt ist Pb im Ah-Horizont erhöht und darunter sehr niedrig bis niedrig. Die Richtwerte der VBBo werden nicht überschritten.

**Cr, Cu, Ni, Pb, Zn**  
(effektive Totalgehalte)



**Cr, Cu, Ni, Pb, Zn**  
(HNO<sub>3</sub>-extrahierbare Gehalte)



**Abb. V7.16** (links) Schwermetalle: effektive Totalgehalte

**Abb. V7.17** (rechts) Schwermetalle: Salpetersäure-extrahierbare Gehalte

#### V7.5.4 Anreicherungsfaktoren

Da nicht bekannt ist, in wie weit der Go,r-Horizont das unveränderte Ausgangsgestein repräsentiert, können keine Aussagen bezüglich Anreicherung oder Verarmung relativ zum Ausgangsgestein gemacht werden.

Der ganze obere Teil des Profils vom Ah- bis zum Go,(r)-Horizont ist an Ni und Cu verarmt (Tab. V7.4). Für diese Verarmung dürfte einerseits die Mobilisierung durch gelöste organische Substanz verantwortlich sein. Im AG- und (A)G-Horizont kommt die Auflösung von mit Eisenoxiden assoziiertem Ni und Cu während der wassergesättigten Phasen dazu. Die mobilisierten Schwermetalle werden dann durch vertikalen oder lateralen, hangparallelen Transport mit dem zurückgehenden bzw. abfließenden Wasser wegtransportiert. Auch Cr, welches mit Eisenoxiden assoziiert ist, wird in wassergesättigten Phasen aufgelöst. Bei diesem Schwermetall manifestiert sich in diesem Boden aber vor allem die Tendenz, beim Übergang von reduzierenden zu oxidierenden Verhältnissen zusammen mit oxidiertem Eisen wieder auszufallen. Dies betrifft vor allem im Unterboden gelöstes Cr, das mit steigendem Grundwasserspiegel in den Oberboden gelangt, dort bei Sauerstoffkontakt ausfällt und damit die etwas erhöhten Cr-Anreicherungs-faktoren vom Ah- bis zum (A)G-Horizont verursacht (vgl. auch

**Tab. V7.4****Anreicherungs-faktoren**

Horizont	Tiefe [cm]	Anreicherungs-faktor				
		Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Ah	0–15	1.20	0.53	0.53	3.15	0.96
AG	15–25	1.23	0.48	0.32	1.91	0.80
(A)G	25–45	1.23	0.72	0.80	0.95	0.80
Go,(r)	45–70	0.92	0.40	0.54	1.62	0.67
Go,r	>70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

die Anreicherung von Eisenoxiden im Oberboden, [Abb. V7.10](#)). Auch die sekundären Maxima der Ni- und Cu-Anreicherungs-faktoren im (A)G-Horizont sind möglicherweise Ausdruck einer solchen Wiederausfällung mit Eisenoxiden.

Bei Zn werden die vernässungsbedingten Prozesse vermutlich durch die Nährstoffrückführung mit der Streu in den Oberboden überlagert, was sich in einem gegenüber den darunterliegenden Horizonten erhöhten Anreicherungs-faktor im Ah-Horizont ausdrückt.

Die Anreicherung von Pb im Ah- und AG-Horizont dürfte auf atmosphärischen Eintrag anthropogenen Bleis zurückzuführen sein. Der erhöhte Anreicherungs-faktor im Go,(r)-Horizont sollte wegen der insgesamt niedrigen Pb-Gehalte in diesem Boden nicht überinterpretiert werden.

**V7.5.5****Schätzung der Mobilität der Schwermetalle**

In diesem mässig bis schwach sauren Boden ([Abb. V7.13](#)) wird die Mobilität der Schwermetalle als sehr gering bis gering eingestuft, mit Ausnahme einer mittleren Mobilität von Ni und Zn im Oberboden ([Abb. V7.18](#)). Dabei verringert im Ah- und AG-Horizont der hohe Gehalt an organischer Substanz ([Abb. V7.8](#)) die Mobilität von Cr, Cu und Pb. Die Mobilität von Cr und Pb wird im AG-Horizont zusätzlich durch den hohen Tongehalt ([Abb. V7.4](#)) beeinflusst.

Die in [Abb. V7.18](#) dargestellten Mobilitätsschätzungen müssen aufgrund der im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Effekte gelöster organischer Substanz und der Redoxdynamik modifiziert werden. Mobilisierung durch gelöste organische Substanz dürfte insbesondere die Mobilität von Ni und Cu vom Ah- bis zum Go,(r)-Horizont gegenüber der auf Eigenschaften der Bodenfestphase basierenden Schätzung erhöhen. Vom AG- bis zum Go,(r)-Horizont erhöht die Auflösung von mit Eisenoxiden assozi-

## Schwermetallmobilität

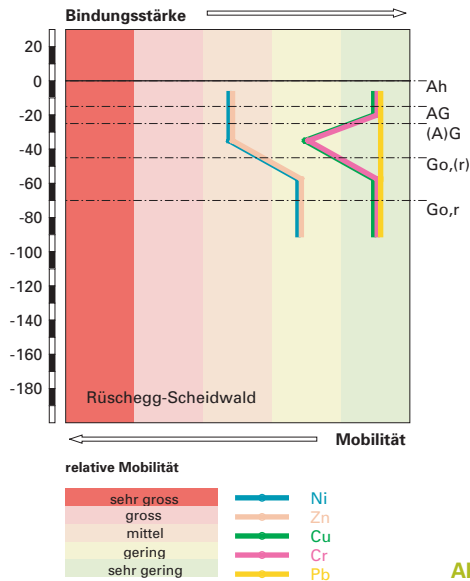


Abb. V7.18 Mobilität der Schwermetalle

iertem Ni und Cu während wassergesättigter Phasen die Mobilität dieser Schwermetalle zusätzlich. Umgekehrt dürfte die Bildung schwerlöslicher Sulfide die Mobilität von Cu und Pb im Unterboden erniedrigen.

Bei diesem Boden besteht vor allem ein Risiko der Auswaschung von Ni und Cu aus den zeitweise wassergesättigten AG- bis Go,(r)-Horizonten durch lateralen, hangparallelen Abfluss. Das Risiko einer vertikalen oder lateralen Auswaschung aus dem Go,r-Horizont wird als klein beurteilt.

### V7.5.6

#### Schätzung der Gefährdung von Mikroorganismen

Im Ah-Horizont liegen die meisten Schwermetalle in Gehalten vor, welche für pflanzliche und tierische Mikroorganismen in Waldböden unkritisch sind. Hingegen liegt der Cr-Gehalt im Grenzbereich zum Risiko für Mikroorganismen.

### V7.6.1 Nährstoffverfügbarkeit im Oberboden

---

Aufgrund der Humusform und des Bodengefüges ist die Nährstoffverfügbarkeit im Oberboden am Profilort Rüschegg-Scheidwald gut. Die gut abbaubare Streumischung von der Tanne sowie der Pflanzen aus der Krautschicht wird innerhalb eines Jahres praktisch vollständig zersetzt. Es hat sich nur eine dünne Streuschicht gebildet und die Humusform wird als Mull bezeichnet. Im mässig bis schwach sauren Boden ist die biologische Aktivität gross, was an den zahlreichen Spuren von Regenwürmern ersichtlich ist. Die Regenwürmer sorgen für eine intensive Durchmischung von organischer Substanz und Mineralerde. Als Folge davon ist die Feinerde im 15 cm mächtigen Ah-Horizont krümelig.

Das C/N-Verhältnis beträgt im Ah-Horizont 15 und ist gemäss Literaturangaben typisch für die Humusform Mull. Das mässig enge C/N-Verhältnis ist mit einer hohen Mineralisierungsrate der organischen Substanz verbunden. Die Streu wird also nicht nur schnell zersetzt, sondern die organischen Substanzen werden auch relativ schnell mineralisiert, wodurch die Nährstoffe für die Pflanzen verfügbar werden. Die anhand des C/N-Verhältnisses gemachten Aussagen stehen damit in Einklang mit den morphologischen Beobachtungen. Das mässig enge C/P-Verhältnis von 109 im Ah-Horizont ist ebenfalls für eine grosse biologische Aktivität charakteristisch.

### V7.6.2 Nährstoffgehalte

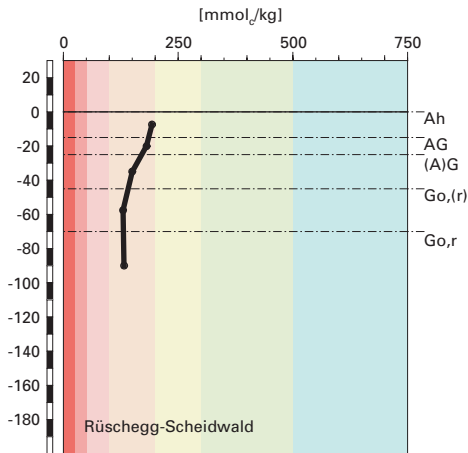
---

Die Kationenaustauschkapazität (KAK) wird im ganzen Boden als mittel klassiert ([Abb. V7.19](#)). Sie ist im Ah-Horizont mit 193 mmol<sub>c</sub>/kg am grössten und nimmt mit der Tiefe auf 132 mmol<sub>c</sub>/kg im Go<sub>r</sub>-Horizont ab. Dieser mit der Tiefe abnehmende Trend deckt sich mit dem Tiefenverlauf des C<sub>org</sub>- und des Tongehaltes.

Entsprechend der mässig bis schwach sauren Feinerde dominieren die Nährstoffkationen, vor allem Kalzium, am Kationenaustauscher ([Abb. V7.20](#)). Bei einem pH-Wert unterhalb 5.6 gelangt Aluminium durch Säurepufferungsprozesse vermehrt in Lösung und kann Kationen mit einer kleineren Wertigkeit vom Austauscher verdrängen. Bei pH-Werten in diesem Boden zwischen 4.7 und 6.0 und dem Einfluss von karbonathaltigem und nährstoffreichem Grundwasser hat die Verdrängung der Nährstoffkationen erst im Oberboden in Ansätzen begonnen. Die Al-Belegung beträgt aber höchstens rund 1%. Kalzium dominiert mit Anteilen zwischen 81% und 90% die



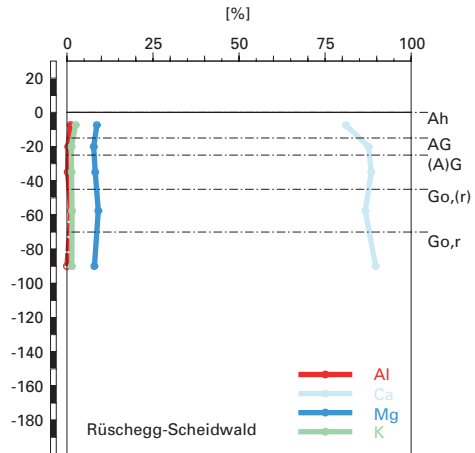
### Kationenaustauschkapazität (KAK)



#### Klassierung KAK

>500	extrem hoch
300-500	sehr hoch
200-300	hoch
100-200	mittel
50-100	gering
25-50	sehr gering
<25	extrem gering

### Austauscherbelegung mit Ca, Mg, K und Al (in % der KAK)



**Abb. V7.19 (links)** Kationenaustauschkapazität

**Abb. V7.20 (rechts)** Belegung des Kationenaustauschers

Austauscherbelegung. Im Oberboden ist es zugunsten der anderen Nährstoffkationen und vor allem von Mn und Protonen am geringsten vertreten. Die Mg-Belegung schwankt nur wenig zwischen rund 8% und 9% und ist im regionalen Vergleich relativ gross. Die K-Belegung ist im Ah-Horizont mit 2.5% rund doppelt so gross wie in allen anderen Horizonten.

### V7.6.3

### Nährstoffvorräte

In den **Abb. V7.21 bis V7.23** sind die Vorräte an Ca, Mg und K dargestellt. Der Ca-Vorrat steigt mit der Tiefe sehr stark an. Bei Mg und K ist die Vorratszunahme im ganzen Boden linear, jedoch weniger stark als bei Ca. Im Hauptwurzelaum (bis 60 cm Tiefe) wird das Angebot an Nährstoffkationen wie folgt beurteilt:

K mittel

Es gilt zu beachten, dass die Versorgung mit Nährstoffen stark vom Wasserhaushalt abhängig ist. Diesbezüglich herrscht am Profilort Rotenbach ein kleines Risiko für Trockenstress. Damit dürften die hohen Vorräte an Nährstoffkationen den Pflanzen praktisch uneingeschränkt zur Verfügung stehen.

## Magnesium-Vorrat

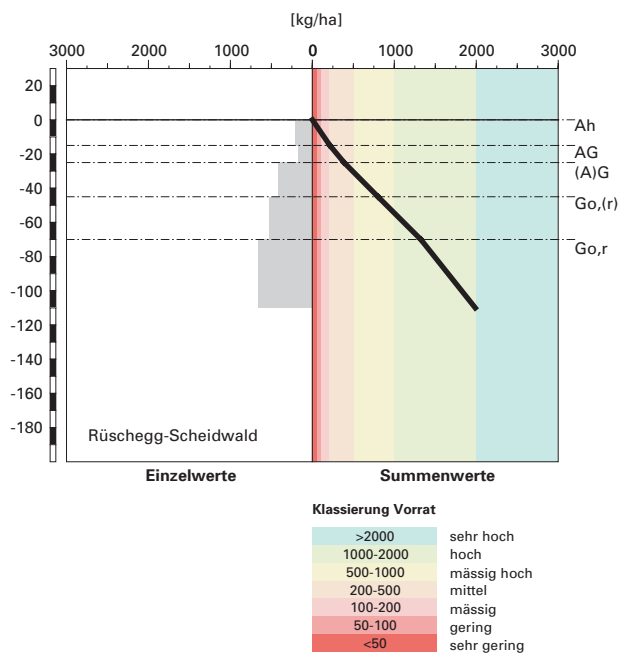


Abb. V7.22 Vorrat an Magnesium

## Kalium-Vorrat

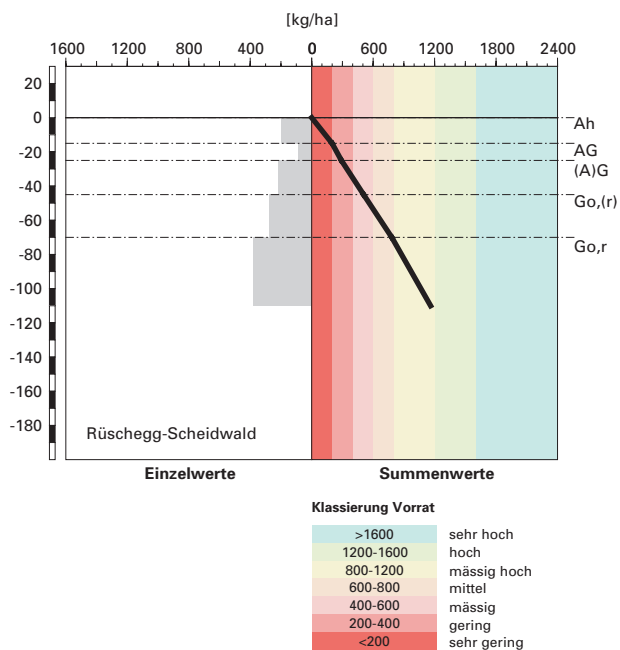


Abb. V7.23 Vorrat an Kalium

## V7.7 Themenbereich «Waldbaulich relevante Bodenkennwerte und Baumartenwahl»

---

### V7.7.1 Steckbrief für die Waldbehandlung

---

Der Steckbrief (Tab.V7.5) orientiert über waldbaulich relevante Standortfaktoren und Bodenkennwerte.

### V7.7.2 Baumartenwahl

---

#### Naturnähe von Bestand und Oberboden

Im Bestand sind vor allem Tannen, aber auch zahlreiche Fichten und einzelne Buchen vertreten. Diese Baumartenmischung bewerten wir als nicht naturnah, weil der Buchenanteil zu klein ist. Nach Ott et al. (1997) ist an diesem Tannen-Buchen-Standort (E & K 20) die Humusform Mull häufig. Den beim Profil vorliegenden Mull bewerten wir demnach als standorttypisch.

#### Baumartenwahl gemäss standortkundlichen Grundlagenwerken

Gemäss BUWAL (2005) sind an diesem Tannen-Buchen-Standort (Einheit 20) folgende Baumarten für die Waldverjüngung vorgesehen: Buche, Tanne, Bergahorn, Bergulme, Fichte, Esche und Vogelbeere. Aufgrund des ziemlich rauen Klimas lassen sich nur eine begrenzte Anzahl Baumarten verjüngen. Ob und inwieweit auch ungünstige Bodeneigenschaften die Baumartenauswahl einschränken, wird gleich anschliessend beschrieben.

#### Bodenkundliche Kriterien für die Baumartenwahl

##### ■ Durchwurzelbarkeit des Bodens

Dieser grundnasse und ab 25 cm Tiefe relativ dichte Gley lässt sich nur eingeschränkt durchwurzeln. Dies gilt vor allem für empfindliche Baumarten wie Buche und Fichte, welche in diesem zeitweise vernässten Boden ein oberflächliches Wurzelwerk ausbilden. Wir empfehlen, vor allem jene Baumarten einzubringen, welche den Boden tief durchwurzeln können, wie beispielsweise die Tanne oder die Bergulme. Ihr tief greifendes Wurzelwerk vermag den Boden umfassender zu nutzen und verbessert die Verankerung des Bestandes.

##### ■ Entwässerung des Bodens durch die Bäume

Die Entwässerung des temporär vernässten Bodens durch tief wurzelnde Baumarten bewirkt eine Bodenverbesserung.

<b>Tab. V7.5      Steckbrief für die Waldbehandlung (Rüschegg-Scheidwald)</b>		
<b>Standortangaben</b>		
Relief	Höhe	1160 m ü. M.
	Exposition	NE
	Neigung	45 %
Klima	Jahresniederschlag	1700 mm
	Jahrestemperatur	5.9°C
Ausgangsgestein	untere Süsswassermolasse	
Baumbestand	Struktur	stufig
	Schlussgrad	40 %
	Baumarten (Deckung)	25–50 % Weiss-Tanne, 5–25 % Fichte, 3 % Rotbuche
	Oberhöhe	30 m
Waldgesellschaft	nach E & K 1972	Nr.20: Farnreicher Tannen-Buchenwald
	nach BUWAL 2005	Einheit 20: Hochstauden-Tannen-Buchenwald
<b>Bodenkennwerte</b>		
Bodensystematik	Humusform	Mull
	Bodentyp	Gley
	Vernässungsgrad	grundnass
Wasser- und Lufthaushalt	Durchlüftung	Die Durchlüftung ist in diesem stark hydromorph geprägten Boden ab 15 cm Tiefe zeitweise ungenügend. Die Vernässung erfolgt durch Grund- bzw. Hangwasser.
	Durchwurzelbarkeit	Das Wachstum der Wurzeln wird ab 15 cm Tiefe durch die zeitweise ungenügende Durchlüftung und ab 25 cm Tiefe zusätzlich durch die grosse Dichte erschwert. Trotz dieser Einschränkungen dürfte der Wurzelraum zumindest für die wenig empfindlichen Baumarten mehr als 120 cm mächtig und damit sehr tiefgründig sein. Die in Bezug auf Dichte und Sauerstoffarmut empfindlichen Baumarten durchwurzeln den Boden vor allem oberflächlich. Wurzeln wurden bis 70 cm Tiefe beobachtet.
	pflanzenverfügbares Wasser	Unter den gegebenen klimatischen Bedingungen besteht sowohl für die tief wurzelnden Baumarten als auch für jene mit oberflächlicherem Wurzelwerk ein bloss kleines Risiko für Trockenstress.
Säurezustand	pH-Wert/Kalkgrenze	Die Kalkgrenze verläuft unterhalb der Profilschle, also unterhalb von 110 cm Tiefe. Die Feinerde ist in 0–45 cm Tiefe mässig sauer, weiter unten im Profil schwach sauer.
	Aluminium-Toxizität	Es besteht kein Risiko für Al-Toxizität.
Nährstoffe	Verfügbarkeit im Oberboden	Wie die Humusform Mull weist auch das mässig enge C/N-Verhältnis im Ah-Horizont auf eine hohe Mineralisierungsrate hin. Unterstützt wird diese Aussage durch das mässig enge C/P-Verhältnis im Ah-Horizont. Die biologische Aktivität wird gesamthaft als hoch beurteilt.
	Nährstoffvorräte (Ca, Mg, K)	Die Vorräte der Nährstoffkationen bis 120 cm Tiefe sind insgesamt sehr gross. Der Ca- und der Mg-Vorrat sind sehr hoch und der K-Vorrat ist hoch.
Verankerung	Die Verankerung der Tiefwurzler wird als gut, jene der oberflächlicher wurzelnden Baumarten als mässig bewertet.	
Befahrbarkeit	Der Boden reagiert in nassem Zustand sehr empfindlich auf Befahren mit schweren Maschinen.	

#### ■ Trockenstress-Risiko für die Bäume

Es besteht bloss ein kleines Risiko für Trockenstress. Im Boden dürfte sowohl für die tief wurzelnden Baumarten als auch für jene mit einem oberflächlicheren Wurzelwerk meistens ein ausreichender Wasservorrat verfügbar sein. Dieses Kriterium schränkt die Baumartenauswahl nicht ein.

#### ■ Säurezustand und Aluminium-Toxizität

Dieser bloss schwach bis mässig saure Boden ist periodisch bis nahe an die Bodenoberfläche mit basenreichem Grund- bzw. Hangwasser gesättigt. Dadurch wird eine weitere Abnahme des pH-Wertes und der Basensättigung stark gedämpft. Eine Verbesserung des Säurezustandes durch entsprechende Baumartenwahl ist nicht nötig. Der Säurezustand schränkt damit die Baumartenauswahl nicht ein.

#### ■ Nährstoffangebot im Boden

Die biologische Aktivität im Oberboden ist hoch. Eine Erhöhung der Mineralisierung durch Einbringen geeigneter Baumarten ist grundsätzlich nicht nötig. Es sei jedoch darauf verwiesen, dass durch den Ersatz des aktuell zu hohen Nadelholzanteils mit Laubholz eine noch bessere Nährstoffumsetzung erzielt werden kann.

Die in allen Horizonten relativ ausgeglichenen Gehalte an Nährstoffkationen und deren bis 120 cm Tiefe insgesamt sehr grosser Vorrat dürften allen Baumarten ein konkurrenzkräftiges Wachstum erlauben. Dies gilt selbst für die nährstoffbedürftigen Edellaubhölzer. Die Nährstoffvorräte für sich allein betrachtet schränken die Baumartenauswahl nicht ein.

### V7.7.3

#### **Baumartenempfehlung**

Aufgrund des ziemlich rauen Klimas lässt sich an diesem Tannen-Buchen-Standort nur eine begrenzte Anzahl Baumarten einbringen. Zudem schränken zwei der von uns betrachteten bodenkundlichen Kriterien, die beide vom Klima abhängig sind, die Baumartenauswahl ein. Die beiden kritischen Eigenschaften sind die Durchwurzelbarkeit und die biologische Entwässerung des Bodens. Die in [Tab. V7.6](#) enthaltene Baumartenempfehlung vom BUWAL (2005) ist hinsichtlich dieser einschränkenden Kriterien zu hinterfragen.

Aus bodenkundlicher Sicht sind an diesem Waldstandort Baumarten zu fördern, die den Boden tief durchwurzeln, wie etwa die Bergulme oder die Tanne. Diese Baumarten können die von uns als kritisch erachteten Bodeneigenschaften ertragen. Sie nutzen den temporär vernässten Boden tiefgründig und erhöhen mit ihrem tief verankerten Wurzelwerk die Bestandes-



<b>Tab. V7.6 Baumartenempfehlung für den Hauptbestand</b>	
<b>Referenz</b>	<b>Baumarten</b>
Grundlagenwerke (Einheit 20; BUWAL 2005)	Buche, Tanne, Bergahorn, Bergulme, Fichte, Esche, Vogelbeere
Bodenkundliche Kriterien	Buche, Tanne, Bergahorn, Bergulme, Fichte, Vogelbeere, (Esche)

stabilität. Ihre tief greifenden Wurzeln bringen eine wirkungsvolle Drainage mit entsprechender Bodenverbesserung.

Von den in Tab. V7.6 empfohlenen Baumarten (BUWAL 2005) sind aus bodenökologischer Sicht vor allem die Bergulme und die Tanne geeignet. Die Buche, die Esche, der Bergahorn und die Fichte sind aufgrund ihrer oberflächlichen Durchwurzelung weniger geeignet. Da sie aber gemäss BUWAL (2005) auf diesem Standort von Natur aus vorkommen, sind auch sie zu fördern. Für ein konkurrenzstarkes Wachstum der Esche dürfte der schattige Standort zu kühl sein.

## V7.8 Literatur

BUWAL, 2005: Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion, Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 564 S.

Ellenberg, H./ Klötzli, F., 1972: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitt. Eidgenöss. Forschungsanst. Wald Schnee Landsch. 48, 4: 587–930.

FAO, 1988: FAO/Unesco Soil Map of the World, Revised Legend, with corrections and updates. World Soil Resources Report 60, FAO, Rome. Reprinted with updates as Technical Paper 20, ISRIC, Wageningen, 1997. 140 S.

Ott E./Frehner M./Frey H.-U./Lüscher P., 1997: Gebirgsnadelwälder. Ein praxisorientierter Leitfaden für die standortgerechte Waldbehandlung. Haupt, Bern. 287 S.

Schachtschabel, P./Blume, H.P./Brümmer, G.W./Hartge, K.H./Schwertmann, U., 2002: Scheffer/ Schachtschabel, Lehrbuch der Bodenkunde. 15. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg. 593 S.

Tuchschmid, M.P., 1995: Quantifizierung und Regionalisierung von Schwermetall- und Fluorgehalten bodenbildender Gesteine der Schweiz. Umweltmaterialien 32, BUWAL, Bern. 130 S.

Zimmermann, S./Luster, J./Blaser, P./Walthert, L./Lüscher, P., 2006: Waldböden der Schweiz. Band 3. Regionen Mittelland und Voralpen. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. Bern, Hep Verlag. 848 S.