

## S14 Bodenprofil Laura 2

---

### S14.1 Themenbereich «Bodenbildungsfaktoren und Profilmorphologie»

---

#### S14.1.1 Zusammenfassende Angaben zum Profil und zu den Bodenbildungsfaktoren

---

Das Bodenprofil ist in [Abb.S14.1](#) dargestellt. Einen Eindruck vom Bestand vermittelt [Abb.S14.2](#). [Tab.S14.1](#) fasst wichtige Angaben zum Boden und Profilort Laura 2 zusammen und [Tab.S14.2](#) orientiert über die Bodenbildungsfaktoren.

#### S14.1.2 Verbreitung gemäss Bodeneignungskarte der Schweiz

---

Das Profil gehört zur Kartierungseinheit V7 (alpine kristalline Berglandschaft, steile Nordhänge, Hangneigung > 35%). 354 Stichproben des Landesforstinventars gehören dieser Kartierungseinheit an. Das Profil repräsentiert damit 3.0% der mit dem LFI insgesamt erfassten 11'863 Stichproben.

#### S14.1.3 Besonderheiten am Profilort

---

Der Bestand beim Profil entspricht der Entwicklungsstufe eines Baumholzes, mit einem Deckungsgrad der Baumschicht von 90%. Vereinzelt haben Bäume an diesem NW-exponierten Mittelhang mit einer Neigung von 62% Säbelwuchs. Es handelt sich bei diesem Bestand um Privatwald.

#### S14.1.4 Profilmorphologie und Klassierung

---

Die im Profil angesprochenen morphologischen Bodenmerkmale sind in [Tab.S14.3](#) zusammen mit einer Profilskizze dargestellt.

Die überwiegend von Buchen und Fichten sowie vereinzelt Krautpflanzen stammende Streu wird nicht innerhalb eines Jahres zersetzt, so dass unter der Streuauflage ein geringmächtiger Fermentationshorizont entstanden ist. Mit der Horizontfolge L-F-Ah wird die Humusform als Moder klassiert.



**Abb. S14.1** (links) Bodenprofil Laura 2

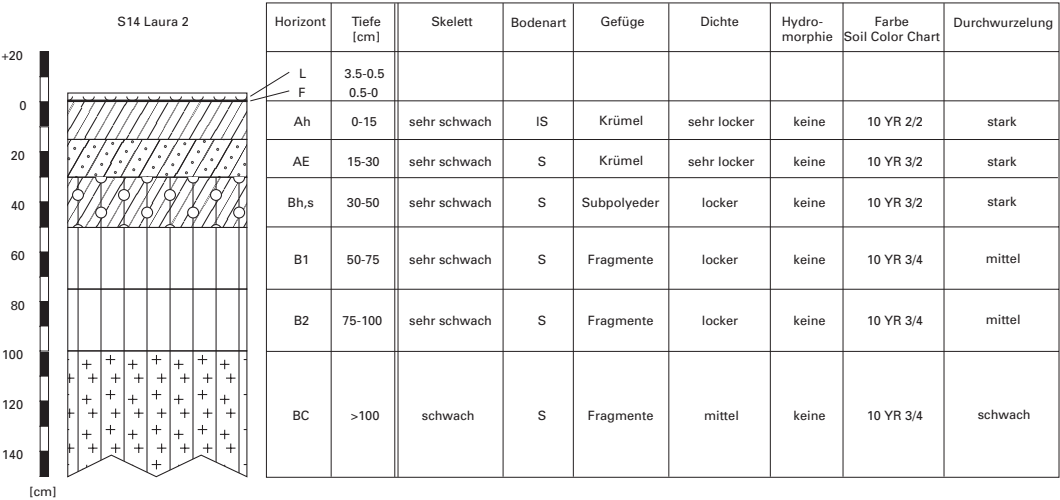
**Abb. S14.2** (rechts) Bestand am Profilort Laura 2

<b>Tab. S14.1 Zusammenfassende Angaben zum Profil Laura 2</b>	
Lokalname	Laura 2 (Kanton Graubünden, Gemeinde Roveredo)
Lage	Landeskarte 1:25 000 Blatt 1314, Passo S. Jorio Koordinaten 728600/119480
Waldgesellschaft (Ellenberg und Klötzli 1972)	Nr. 4: Farnreicher Schneesimsen-Buchenwald ( <i>Luzulo niveae-Fagetum dryopteridetosum</i> )
Horizontfolge	L-F-Ah-AE-Bh,s-B1-B2-BC
Humusform	Moder
Bodentyp	Kryptopodsol
Bodentyp nach FAO (1988)	Podzol

Tab.S14.2 Bodenbildungsfaktoren am Profilort Laura 2			
Relief	Höhe ü. M.	1330 m	
	Exposition	NW	
	Neigung	62 %	
	Geländeform	Mittelhang	
Ausgangsgestein	Tektonik/Geologie	Penninikum, Moräne inkl. rezente Moränen (aus Gneis)	
	Lithofazies	Nr. 29: Moräneablagerungen (grobklastisch)	
	(nach Tuchschnid 1995)	physikalische Verwitterbarkeit Gestein:	variabel
		chemische Verwitterbarkeit Gestein:	variabel
Klima	Tongehalt Gestein:	sehr niedrig – mittel	
	T/N Jahresmittel	5.5°C/1759 mm	
	T/N Januarmittel	–1.6°C/75 mm	
	T/N Julimittel	14.7°C/141 mm	
	Tage mit Schneedecke	149	
	Wärmegliederung	sehr kühl	
Pflanzen	Länge der Vegetationsperiode	165–180 Tage	
	Schicht	Deckung	häufigste Arten
	Baumschicht (20–30 m Höhe)	90 %	35 % Rotbuche ( <i>Fagus sylvatica</i> ) 30 % Fichte ( <i>Picea abies</i> )
	Strauchschicht	10 %	–
	Krautschicht	20 %	Buchenfarn ( <i>Phegopteris connectilis</i> ) Wald-Hainsimse ( <i>Luzula silvatica</i> ) Schattenblume ( <i>Maianthemum bifolium</i> ) Heidelbeere ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )
	Moosschicht	5 %	–

Tab.S14.3

Profilskizze und Morphologie des Bodenprofils Laura 2  
 Bodenart: IS lehmiger Sand, S Sand



Unter der organischen Auflage lassen sich bis zur Aufschlusstiefe morphologisch fünf Horizonte unterscheiden. Die Tiefenstufe 50 bis 100 cm wurde in zwei verschiedenen Tiefen beprobt (B1 und B2), so dass sich im Mineralboden sechs Horizonte ergeben. Die obersten 15 cm sind bräunlich schwarz gefärbt. In 15 bis 30 cm Tiefe erscheinen vereinzelt hellere, leicht gebleichte Zonen, ein Hinweis auf eine beginnende Podsolierung. Anzeichen einer Anreicherung sind zwischen 30 und 50 cm zu erkennen. Hauptsächlich die dunkleren, örtlich rötlichen Farben lassen diesen Schluss zu (Abb. S14.1). Darunter sind die Farben bis zur Profilsohle regelmässig dunkel braun. Der Skelettgehalt ist bis 100 cm Tiefe sehr schwach. Unterhalb 100 cm Tiefe ist etwas mehr Skelett vorhanden. Die Bodenart der Feinerde entspricht unterhalb 15 cm Tiefe einem Sand, im obersten Horizont einem lehmigen Sand. Die Struktur der Feinerde ist in den obersten 30 cm krümelig und von 30 bis 50 cm Tiefe ist eine Subpolyederstruktur vorhanden. Die Fragmentstruktur ab 50 cm Tiefe ist bei solch lockeren Böden eher ungewöhnlich. Die Dichte bleibt bis 100 cm Tiefe sehr locker bis locker. Unterhalb 100 cm ist sie mittel. Im ganzen Profil sind keine hydromorphen Merkmale zu erkennen.

Die Horizonte werden als L-F-Ah-AE-Bh,s-B1-B2-BC bezeichnet und der Boden als Kryptopodsol klassiert. Da weder die Auswaschungs- noch der Anreicherungsbereich im Profil deutlich in Erscheinung treten, lässt dies den Schluss zu, dass die Kryptopodsolierung nur schwach ausgeprägt ist.

### **Ergänzende Bodenmerkmale**

Gemäss pH-Hellige ist die Feinerde des Bodens im ganzen Profil sehr sauer. Im Boden sind keine Hindernisse für das Wurzelwachstum erkennbar. Die Durchwurzelung ist bis 50 cm Tiefe stark und nimmt bis zur Profilsohle ab.

## **S14.2 Themenbereich «Physikalische Bodenkennwerte»**

---

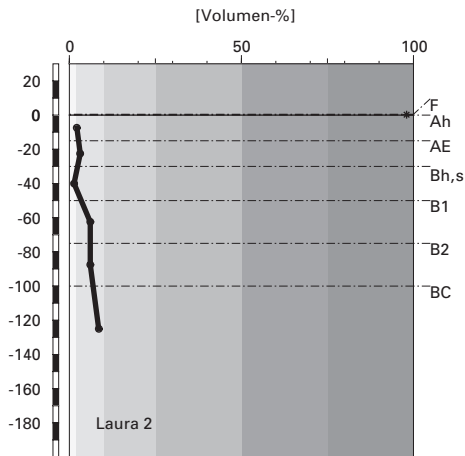
### **S14.2.1 Beschrieb einiger physikalischer Bodenkennwerte**

---

#### **Skelettgehalt**

Der Boden enthält in allen Horizonten weniger als 10% Skelett und wird damit als schwach bis sehr schwach skeletthaltig klassiert (Abb. S14.3). Vor allem der geringe Skelettgehalt im BC-Horizont ist bemerkenswert, denn dieser Horizont leitet ins Ausgangsgestein über und man würde daher einen grösseren Skelettgehalt erwarten.

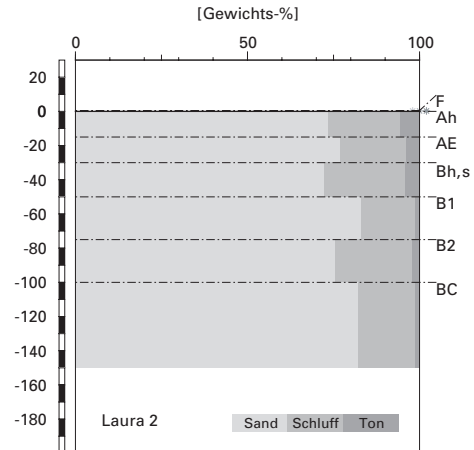
## Skelettgehalt



### Klassierung Skelettgehalt

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

## Bodenart



**Abb. S14.3** (links) Skelettgehalt

**Abb. S14.4** (rechts) Bodenart

## Bodenart

Die Feinerde ist im gesamten Profil sehr sandig. Schluff und vor allem Ton kommt nur in stark untergeordneten Anteilen vor ([Abb. S14.4](#)). Die Korngrößen nehmen im Profil von oben nach unten nur unbedeutend zu. Der Tonanteil ist vor allem ab 50 cm Tiefe sehr klein. In Bezug auf den Tongehalt handelt es sich, je nach Horizont, um leichten bis sehr leichten Boden.

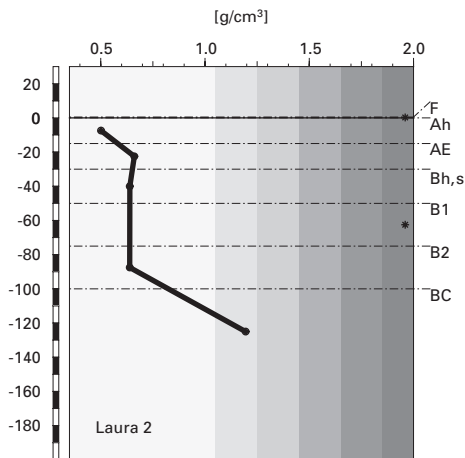
Die im Bodenprofil mit der Fingerprobe ermittelte Bodenart stimmt gut mit den Laborwerten überein ([Tab. S14.3](#)).

## Dichte der Feinerde

Die Dichte der Feinerde ist bis in eine Tiefe von 100 cm erstaunlich konstant und wird als äusserst gering klassiert ([Abb. S14.5](#)). Ab 100 cm Tiefe nimmt sie zwar sprunghaft zu, wird aber trotzdem als sehr gering beurteilt.

Die im Labor ermittelten Dichtewerte stimmen recht gut mit jenen überein, die an der Profilwand mittels Eindringwiderstand eines Messers erhoben wurden ([Tab. S14.3](#)).

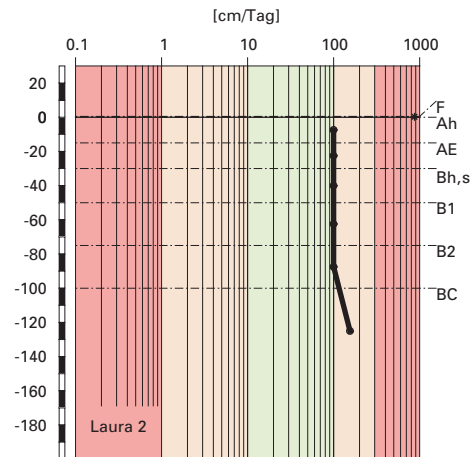
## Feinerde-Dichte



### 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. S14.5 (links)** Dichte der Feinerde

**Abb. S14.6 (rechts)** Wasserleitfähigkeit im gesättigten Boden

## Wasserleitfähigkeit im gesättigten Boden

Der Boden ist profilumfassend hoch bis sehr hoch durchlässig, da er sehr locker und sandig ist (Abb. S14.6).

## Pflanzenverfügbares Wasser

Das Speichervermögen des Bodens bis 120 cm Tiefe wird mit 268 l/m<sup>2</sup> als äusserst hoch klassiert (Abb. S14.7). Positiv auf die Speicherleistung wirkt sich insbesondere der geringe Skelettgehalt aus.

## S14.2.2

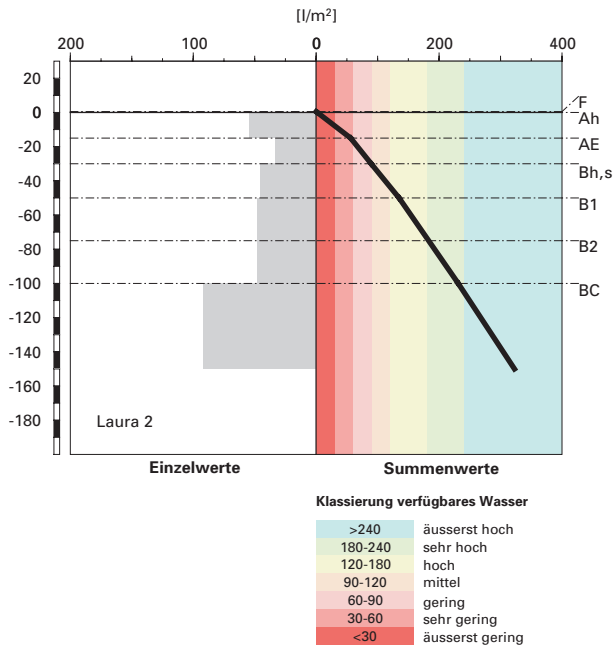
## Bodenkundliche und ökologische Interpretationen

### Wasser- und Lufthaushalt des Bodens

Im gesamten Profil kommen keine hydromorphen Merkmale vor, was angesichts der hohen bis sehr hohen Wasserdurchlässigkeit nicht erstaunt (Abb. S14.6). Gesättigte Phasen dürften in diesem Boden, wenn sie überhaupt vorkommen, nur kurz andauern.



## pflanzenverfügbares Wasser



**Abb. S14.7** Pflanzenverfügbares Wasser

### Durchwurzelbarkeit des Bodens

Der Boden ist für alle Baumarten mindestens profilumfassend durchwurzelbar, da die Dichte der Feinerde im ganzen Profil weniger als  $1.4 \text{ g/cm}^3$  beträgt und die Durchlüftung in allen Horizonten stets ausreichend ist. Die Gründigkeit ist nicht eingeschränkt und wird mit  $>120 \text{ cm}$  als sehr tiefgründig klassiert. Der Wurzelraum wird vom aktuellen Bestand, der überwiegend aus Buchen und Fichten besteht, gut genutzt. Wurzeln sind bis zur Profilssole (150 cm) vorhanden und dringen vermutlich noch tiefer in den Unterboden ein.

### Wasserversorgung des Baumbestandes

Für die von uns gewählte Referenztiefe von 120 cm ergibt sich aus unseren Berechnungen, dass der Bestand in Trockenperioden ohne nennenswerte Niederschläge nach rund 35 Tagen an Wassermangel zu leiden beginnt. Da der Boden tiefer als 120 cm durchwurzelbar ist, dürfte Trockenstress sogar

noch später eintreten. Das Risiko für Trockenstress bewerten wir an diesem Buchenstandort unter den gegebenen klimatischen Bedingungen als klein.

### **Bodenbefahrbarkeit**

Der Boden reagiert in nassem Zustand empfindlich auf Befahren mit schweren Maschinen, weil er bis in grosse Tiefen sehr wenig Skelett enthält. Da der Wald an einem Steilhang liegt, ist ein Befahren des Bestandes allerdings nicht möglich.

## **S14.3 Themenbereich «Bodenhauptbestandteile»**

---

### **S14.3.1 Charakterisierung der Bodenhauptbestandteile**

---

#### **Organische Substanz**

Am Profilort Laura 2 setzt sich der Baumbestand aus Buchen und Fichten zusammen. Die Baumschicht erreicht einen Deckungsgrad von 90%, so dass sich nur eine spärliche Krautschicht aus Buchenfarn und Wald-Hain-simse etablieren konnte. Die anfallende Streu stammt deshalb fast ausschliesslich aus der Baumschicht und ist mässig bis schlecht abbaubar. Es haben sich eine 3 cm mächtige Streuschicht (L) und ein 0.5 cm mächtiger F-Horizont gebildet. Die Humusform ist ein Moder.

Die drei obersten Horizonte sind deutlich dunkler gefärbt als die tiefer liegenden Horizonte. Sie enthalten relativ grosse bis mittlere Gehalte an organischem Kohlenstoff ( $C_{org}$ ) zwischen 9.3 und 5.8% (Abb. S14.8). Unterhalb des Bh,s-Horizontes nehmen die Gehalte auf Werte zwischen 1 und 2% ab. Der Vorrat an organischem Kohlenstoff beträgt 319 t/ha (Abb. S14.9), wobei für die Vorratsberechnung im F-Horizont ein  $C_{org}$ -Gehalt von 40% und eine Dichte von  $0.2 \text{ g/cm}^3$  angenommen wurden.

#### **Tonverteilung sowie Verteilung von Aluminium- und Eisenoxiden**

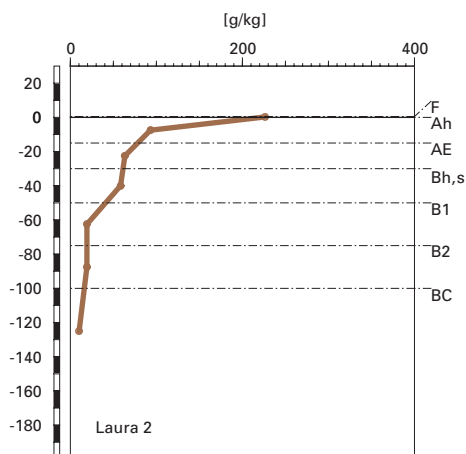
Der Anteil der Tonfraktion ist profilumfassend klein (Abb. S14.4). Er nimmt vom Ah-Horizont bis in den BC-Horizont von rund 6 auf 1% stetig ab.

Das Maximum des Dithionit-extrahierbaren Eisens ( $Fe_d$ ) liegt in der Profilmitte im B1-Horizont (Abb. S14.10). Vom B1-Horizont nimmt der Gehalt sowohl gegen den Ah-, als auch gegen den BC-Horizont praktisch linear ab. Berücksichtigt man allerdings die Verdünnung durch die organische Substanz, so ist der Gehalt im Ah- grösser als im AE-Horizont.

Bei den Oxalat- und Pyrophosphat-extrahierbaren Gehalten fällt auf, dass Aluminium im Vergleich zu Eisen nicht nur deutlich besser extrahiert

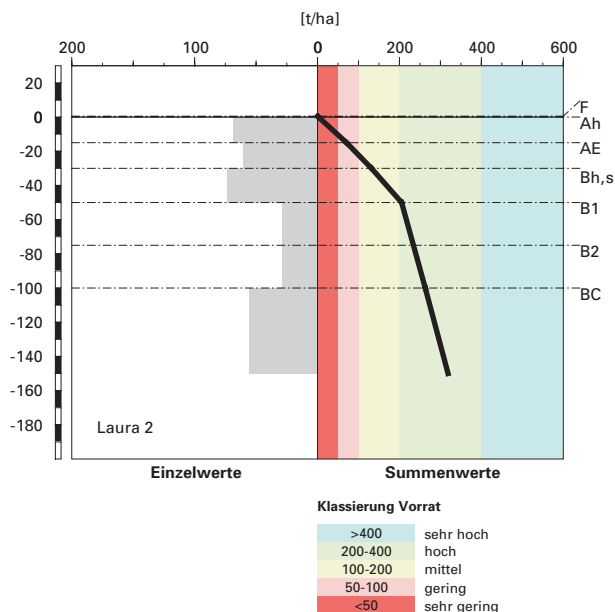


### organischer Kohlenstoff



### Kohlenstoff-Vorrat

(C<sub>org</sub>)



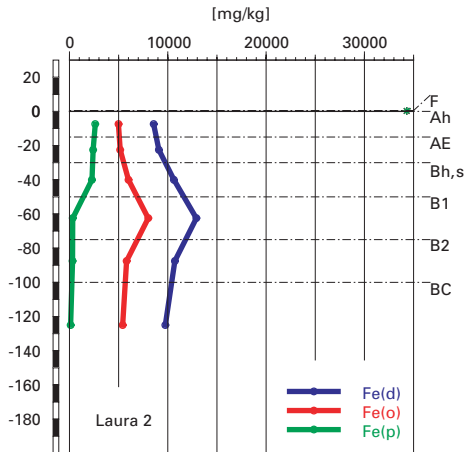
**Abb. S14.8** (links) Gehalt an organischem Kohlenstoff

**Abb. S14.9** (rechts) Vorrat an organischem Kohlenstoff

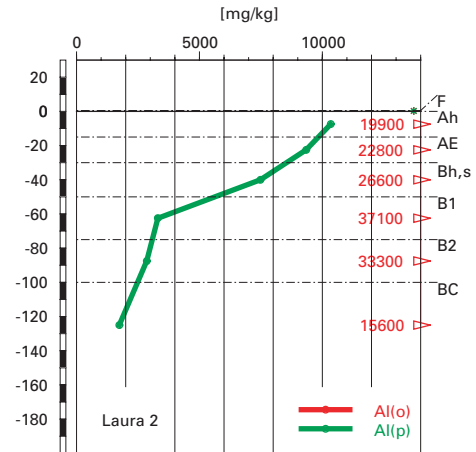
wird, sondern dass die Gehalte auch über einen weiteren Wertebereich variieren (Abb. S14.10 und S14.11). Das Oxalat-extrahierbare Eisen (Fe<sub>o</sub>) verläuft absolut parallel zum Fe<sub>d</sub> und schwankt in einem Bereich von 5 bis 8 g/kg (Abb. S14.10). Die Tiefenverteilung des Oxalat-extrahierbaren Aluminiums (Al<sub>o</sub>) ist qualitativ gleich wie jene von Fe<sub>o</sub> bzw. Fe<sub>d</sub> (Abb. S14.10 und S14.11). Mit minimalen bzw. maximalen Gehalten von 15 bzw. 37 g/kg sind die Al<sub>o</sub>-Gehalte jedoch wesentlich grösser.

Die Tiefenverteilungen der Pyrophosphat-extrahierbaren Aluminium- und Eisengehalte (Al<sub>p</sub> bzw. Fe<sub>p</sub>) unterscheiden sich von jenen der Oxalat-extrahierbaren Anteile. Sie haben die höchsten Gehalte in den obersten drei Horizonten, wobei Fe<sub>p</sub> in diesem Bereich praktisch konstante Werte von rund 2.5 g/kg aufweist (Abb. S14.10), während Al<sub>p</sub> vom Ah- bis in den B1-Horizont sehr stark von 10 auf 3 g/kg abnimmt (Abb. S14.11). In den untersten drei Horizonten sind die Fe<sub>p</sub>-Gehalte nur noch sehr gering, während Al<sub>p</sub> von 3 g/kg auf 1.7 g/kg abnimmt.

### Eisen-Oxide (Gehalte)



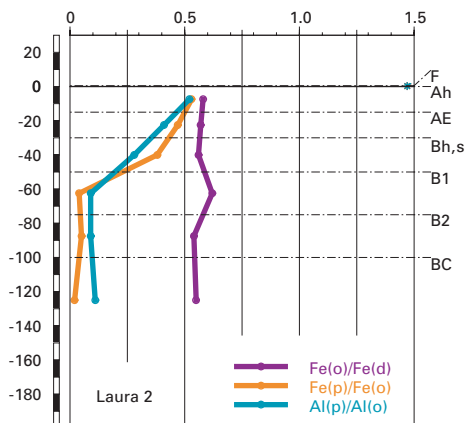
### Aluminium-Oxide (Gehalte)



**Abb. S14.10** (links) Gehalte an Dithionit- ( $\text{Fe}_d$ ), Oxalat- ( $\text{Fe}_o$ ) und Pyrophosphat- ( $\text{Fe}_p$ ) extrahierbarem Eisen

**Abb. S14.11** (rechts) Gehalte an Oxalat- ( $\text{Al}_o$ ) und Pyrophosphat- ( $\text{Al}_p$ ) extrahierbarem Aluminium

### Eisen- und Aluminiumoxide (Verhältnisse)



**Abb. S14.12** Verhältnisse der Fe- und Al-Oxide

Das  $\text{Fe}_o/\text{Fe}_d$ -Verhältnis ist im gesamten Profil konstant bei rund 0.6 (Abb. S14.12). Die  $\text{Fe}_p/\text{Fe}_o$ - und  $\text{Al}_p/\text{Al}_o$ -Verhältnisse sind praktisch deckungsgleich und verhalten sich qualitativ gleich wie die  $\text{Al}_p$ -Gehalte (Abb. S14.11 und S14.12). Sie nehmen vom Ah- bis in den B1-Horizont linear von rund 0.5 auf Werte unter 0.1 ab und bleiben dann bis in den BC-Horizont konstant eng.

### S14.3.2

#### Bodenkundliche Interpretation

Die Bedingungen für den Streuabbau sind an diesem Standort nicht ideal. Das sehr kühle Klima (Jahresdurchschnittstemperatur:  $5.5^\circ\text{C}$ ) verbunden mit der NW-Exposition und der mittleren Höhenlage von 1330 m.ü.M. erlaubt keinen vollständigen Abbau der mässig bis schlecht abbaubaren Streu innerhalb eines Jahres. An der Bodenoberfläche haben sich eine 3 cm dicke Streuschicht und ein geringmächtiger F-Horizont (0.5 cm) gebildet. Die als Moder klassierte Humusform ist Ausdruck dieses verzögerten Abbaus. Im F-Horizont werden die C/N- und C/P-Verhältnisse mit 18 bzw. 195 als mittel bzw. mässig eng klassiert. Aufgrund dieser Verhältnisse und der anhand der Krümelstruktur vermuteten hohen biologischen Aktivität im Oberboden, wird die Mineralisierung in diesem Bereich des Profils als mittel eingeschätzt. Da Bodenwühler, wie Regenwürmer, am Profilort fehlen, wird nicht mineralisierte organische Substanz in Form von löslichen oder dispergierten Humusstoffen in die Tiefe verlagert. Aufgrund des Ausgangsgesteins, welches aus kristallinem Moränematerial besteht, sind anorganische Al- und Fe-Verbindungen vorhanden, welche die verlagerte organische Substanz an ihre aktiven Oberflächen binden und so vor weiterem Abbau schützen. Diese Humusstabilisierung ermöglicht den Aufbau eines Vorrats an organischem Kohlenstoff von 319 t/ha, was im gesamtschweizerischen Vergleich ein hoher Wert ist.

Der Anteil der Tonfraktion ist profilumfassend und gesteinsbedingt sehr klein. Er nimmt mit der Profiltiefe entsprechend dem Verwitterungsgrad des Bodens ab.

Bei den extrahierbaren Al- und Fe-Oxiden fallen in erster Linie die sehr hohen  $\text{Al}_o$ - und  $\text{Al}_p$ -Gehalte auf. Sie sind auch im Vergleich zum Profil Laura 3, welches sich in unmittelbarer Nachbarschaft befindet, sehr hoch. Dies ist vermutlich in der Mineralogie des Ausgangsgesteins begründet. Bei Laura 3 handelt es sich um einen Hornblende-Biotitgneis in Wechsellagerung mit einem sauren Biotitgneis. Am Profilort Laura 2 bildet hingegen ein Hornblende-Biotitgneis in Wechsellagerung mit einem Amphibolit das Ausgangsgestein (Eggenberger und Kurz 2004). Dieses ist mineralogisch also bedeutend reicher und es enthält auch mehr leichter verwitterbare Minerale, welche mehr Al als Fe enthalten.

Weiter fallen die analogen Tiefenverteilungen von  $\text{Fe}_d$ ,  $\text{Fe}_o$  bzw.  $\text{Al}_o$  auf. Alle haben ihr Maximum im B1-Horizont. Auf den ersten Blick kann dies mit Al- und Fe-Verlagerung erklärt werden, wobei Al etwas weiter verlagert wurde als Fe.  $\text{Al}_o$  hat denn auch einen etwas grösseren Verlagerungsindex, gebildet aus dem Maximum im B1-Horizont und dem Gehalt im AE-Horizont. Er beträgt 1.6 für  $\text{Al}_o$  gegenüber 1.4 für  $\text{Fe}_o$ . Was hingegen erstaunt, ist die Tiefe der Verlagerung. Im B1-Horizont mit den maximalen Gehalten beträgt der pH-Wert 5.1 und im darüber liegenden Bh,s-Horizont 4.6. Normalerweise korrespondiert die Verlagerungstiefe mit jener Tiefe, in welcher ein pH-Wert von rund 4.5 erreicht wird (Blaser et al. 1997). Was die tiefer reichende Verlagerung hier verursacht hat, ist schwer zu sagen, da die  $\text{C}_{\text{org}}$ -Gehalte vom Bh,s- in den B1-Horizont deutlich von 5.8% auf 1.9% abnehmen.

$\text{Al}_p$  und  $\text{Fe}_p$  korrelieren stark mit dem  $\text{C}_{\text{org}}$ -Gehalt. Insbesondere  $\text{Fe}_p$  zeigt, analog der Tiefenverteilung von  $\text{C}_{\text{org}}$ , eine relativ starke Abnahme vom Ah- zum AE-Horizont und dann eine weniger starke Abnahme vom AE- zum Bh,s-Horizont. Dies zeigt die Verlagerung von Fe in komplexierter Form an.  $\text{Al}_p$  hingegen zeigt diese Nuancen nicht, da Al bei den pH-Werten im Oberboden von 4.2 bis 4.4 bereits in gelöster anorganischer Form verlagert werden kann.

Die  $\text{Al}_p/\text{Al}_o$ - und  $\text{Fe}_p/\text{Fe}_o$ -Verhältnisse besagen, dass im Ah-Horizont 50% der amorphen Al- bzw. Fe-Phasen mit der organischen Substanz assoziiert sind. Damit aber die gemessenen  $\text{Al}_p$ -Gehalte tatsächlich mit der organischen Substanz in Verbindung gebracht werden können, muss für diese eine Bindungskapazität von etwas mehr als 4 Mol Al/kg  $\text{C}_{\text{org}}$  angenommen werden, was bereits ein hoher Wert ist. Für  $\text{Fe}_p$  beträgt die entsprechende Annahme rund 0.5 Mol Fe/kg  $\text{C}_{\text{org}}$ . Der Pyrophosphat-Extrakt extrahiert Aluminium offensichtlich nicht nur durch Komplexbildung, sondern auch durch Dispersion von kolloidalen Al-Verbindungen.

Das  $\text{Fe}_o/\text{Fe}_d$ -Verhältnis ist im ganzen Profil mehr oder weniger konstant. Der B1-Horizont hat das weiteste Verhältnis und bestätigt damit die Verlagerung und Anreicherung von amorphem Eisen bis in diesen Horizont.

Die auf morphologischen Kriterien basierende Klassierung des Bodens als Kryptopodsol kann durch die Interpretation der Al- und Fe-Oxide grundsätzlich bestätigt werden. Verlagerungsindices von etwas mehr als 1 sind charakteristisch für Kryptopodsole (Blaser et al. 1997). Die tief reichende Verlagerung (bis in den B1-Horizont, pH-Wert 5.1) kann allerdings nicht erklärt werden.

## S14.4 Themenbereich «Säurezustand»

---

### S14.4.1 Charakterisierung des Säurezustandes

---

#### pH-Wert

Der Boden Laura 2 ist mässig bis stark sauer. Der pH-Wert nimmt mit der Tiefe kontinuierlich zu. Er befindet sich in den F-, Ah-, AE- und Bh,s-Horizonten in der Säureklasse 4, in allen übrigen Horizonten in der Säureklasse 3 (Abb. S14.13). Der minimale pH-Wert befindet sich mit 4.0 im F- und der maximale Wert mit 5.4 im BC-Horizont.

#### Austauschbare Kationen und Basensättigung

Entsprechend der pH-Werte ist der Kationenaustauscher in den drei obersten Mineralerde-Horizonten überwiegend mit Aluminium belegt (Abb. S14.14). Im F-Horizont dominieren dagegen die Nährstoffkationen. Unterhalb 50 cm wird mit zunehmender Tiefe der Anteil an austauschbaren Nährstoffkationen grösser, allerdings sind die absoluten Mengen klein.

Die Basensättigung wird im F-Horizont als mässig hoch und im Ah- und AE-Horizont als mässig klassiert (Abb. S14.15). Bis in eine Tiefe von 75 cm nimmt sie rasch zu und variiert in den tiefer gelegenen Horizonten nur noch geringfügig. Ab 50 cm Tiefe ist die Basensättigung hoch bis sehr hoch.

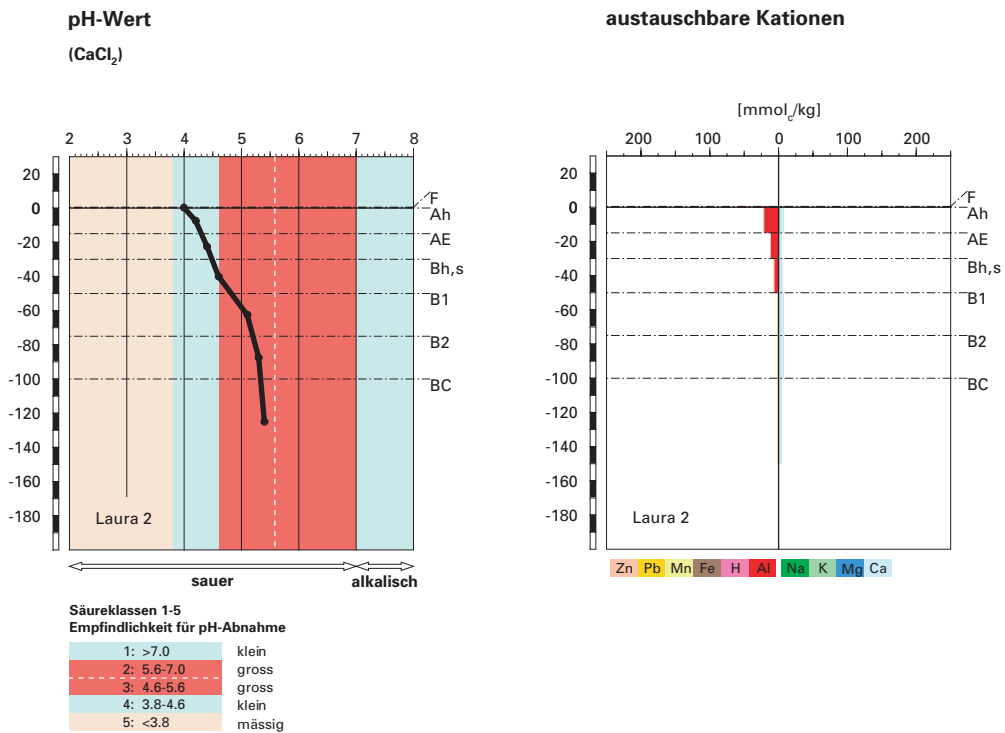
### S14.4.2 Interpretationen zum Säurezustand

---

#### Stand der Bodenversauerung

Dieser Kryptopodsol mit einer vergleichsweise hohen Basensättigung hat sich aus einer gneishaltigen Moräne entwickelt. Die Austauscherplätze der Feinerde des gesamten Profils sind zu 31% mit sauren Kationen belegt. Aufgrund dessen wird der Boden als schwach versauert bewertet. Da die Al-Belegung des Kationenaustauschers bis zur Profilsohle mindestens 5% beträgt, kann davon ausgegangen werden, dass die Versauerungsfront mit dem Bodenprofil nicht erschlossen wurde. In den obersten 50 cm, die in der Säureklasse 4 liegen, erfolgt die Säurepufferung durch Auflösung von Aluminiumverbindungen. Die Basensättigung ist hier entsprechend mässig bis mittel. Die in anderen Profilen aufgrund der Pflanzenaufnahme von Nährstoffkationen und anschliessende Anreicherung durch Streufall beobachtete Zunahme der Basensättigung in den obersten Horizonten ist hier erst in der organischen Auflage zu beobachten.

Die untersten drei Horizonte befinden sich in der schlecht puffernden Säureklasse 3. Hier steigt die Basensättigung auf hohe bis sehr hohe Werte zwischen 80 und 90% an (Abb. S14.15). Verglichen mit anderen Boden-



**Abb.S14.13 (links)** pH-Wert und Säureklassen

**Abb.S14.14 (rechts)** Belegung des Kationenaustauschers

profilen mit ähnlichen pH-Werten ist dies eine hohe Basensättigung, welche auf die mineralogische Zusammensetzung des Ausgangsgesteins zurückgeführt werden kann (Kap.S14.3.2).

### Risiko für Boden und Pflanzen

65% der Feinerde des Bodens befindet sich im schlecht puffernden pH-Bereich der Säureklasse 3. Die Empfindlichkeit einer weiteren pH-Abnahme bei gleich bleibendem Versauerungsdruck ist deshalb in diesem Boden mässig. Als Folge davon wird der pH-Wert in den B1-, B2- und BC-Horizonten sukzessive in die Säureklasse 4 absinken und die Versauerungsfront wird sich in die Tiefe verlagern. In welchem Ausmass dies die Basensättigung beeinflussen wird, hängt allerdings davon ab, ob die Verwitterung der basenreicheren Minerale des amphibolithaltigen Gneises mit dem Säureinput Schritt halten kann. Andernfalls wird die Basensättigung weiter abnehmen. Zudem befinden sich die Horizonte oberhalb 50 cm Tiefe in der



## Basensättigung

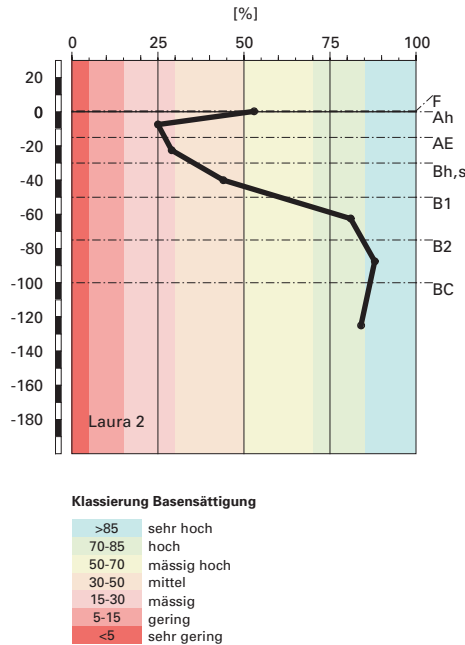


Abb. S14.15 Basensättigung

gut puffernden Säureklasse 4, so dass ein Grossteil der anfallenden Säure bereits in diesem Bereich gepuffert wird und nicht in die tiefer gelegenen Horizonte eingetragen wird. Deshalb wird das Risiko gegenüber einer weiteren pH-Abnahme als mässig beurteilt.

Das BC/Al-Verhältnis ist zur Zeit in keinem Horizont kritisch (Tab. A339 in Blaser et al. 2005). Mit fortschreitender Versauerung ist allerdings damit zu rechnen, dass der als kritisch erachtete Wert von 0.2 in den obersten beiden Horizonten, in welchen er 0.33 bzw. 0.4 beträgt, in nicht allzu ferner Zukunft unterschritten wird, zumal sich der Nährstoffkreislauf der Pflanzen nicht in einer höheren Basensättigung im mineralischen Oberboden, sondern nur in der organischen Auflage widerspiegelt (Abb. S14.15). Insgesamt wird zur Zeit von keinem Risiko für das Pflanzenwachstum ausgegangen.

## S14.5 Themenbereich «Schwermetalle»

---

### S14.5.1 Tiefenverteilung der Schwermetalle

---

Chrom, Ni und Cu weisen im oberen Teil des Bodens eher höhere Gehalte auf als im unteren Teil ([Abb.S14.16](#)). Allerdings ist der Tiefenverlauf leicht unterschiedlich. Der Cr-Gehalt ist bis zum Bh,s-Horizont gleich, steigt dann stark an auf einen maximalen Wert im B1-Horizont und geht darunter wieder leicht zurück. Kupfer bleibt bis zum B1-Horizont konstant und steigt erst darunter leicht an. Der Ni-Gehalt steigt schon vom Oberboden zum Bh,s-Horizont an und bleibt darunter mehr oder weniger konstant mit einem wenig ausgeprägten Maximum im B2-Horizont. Zink steigt zwar auch vom AE- zum Bh,s-Horizont deutlich an, jedoch geht der Gehalt vom B2 zum BC-Horizont wieder stark zurück, sogar unter den Wert im Oberboden.

Blei verhält sich ganz anders. Dieses Schwermetall ist im Oberboden etwas höher als im Unterboden, wo sich sein Gehalt praktisch nicht ändert.

### S14.5.2 Wertung der Schwermetallgehalte im untersten Mineralerde-Horizont im geochemischen Vergleich

---

Bezogen auf das Ausgangsgestein, einer Moräne aus Gneis, liegen der Cr-, Ni-, Cu- und Zn-Gehalt im BC-Horizont oberhalb und der Pb-Gehalt innerhalb typischer Wertebereiche. Da für Moräne (Lithofazies 29) keine geochemischen Angaben vorhanden sind, wurde die geologisch nächstverwandte Lithofazies mit geochemischen Angaben (Lithofazies 24, Glaziallehme) für die Beurteilung beigezogen.

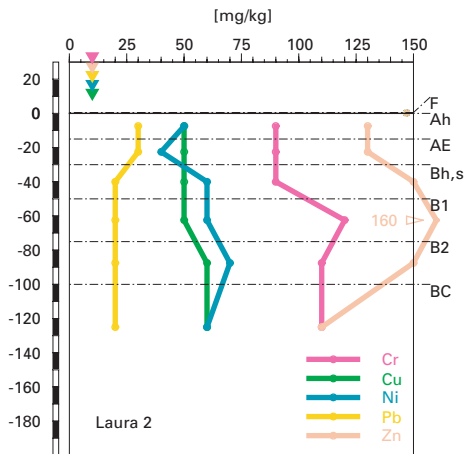
Anmerkung: Da das Ausgangsgestein, aus dem sich der Boden entwickelt hat, nicht aufgeschlossen werden konnte, werden für den geochemischen Vergleich die Schwermetallgehalte im BC-Horizont beigezogen. Da es sich dabei in diesem nur durch sehr schwache Podsolierung geprägten Boden weder um einen Anreicherungs- noch einen Auswaschungshorizont handelt, dürften die auf dem BC-Horizont basierenden Bewertungen in etwa richtig sein.

### S14.5.3 Beurteilung der quellenunabhängigen Belastung nach VBBo

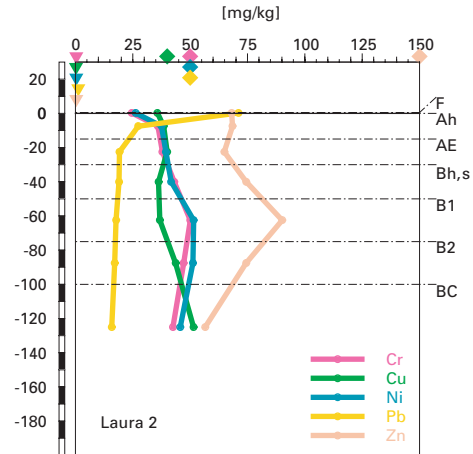
---

Für den F- und AE-Horizont wurden wegen ihres hohen Humusgehaltes ([Abb.S14.8](#)) die volumenbezogenen Konzentrationen ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ; [Tab. A342](#) in Blaser et al. 2005) beurteilt. Diese sind niedriger als die massenbezo-

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



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



**Abb. S14.16 (links)** Schwermetalle: effektive Totalgehalte

**Abb. S14.17 (rechts)** Schwermetalle: Salpetersäure-extrahierbare Gehalte

genen Gehalte (mg/kg; [Abb. S14.17](#)), da die Dichte kleiner ist als 1 g/cm<sup>3</sup>. Mangels Messwert wurde für den F-Horizont eine Dichte von 0.2 g/cm<sup>3</sup> angenommen.

Bezogen auf die VBBo liegen im F- und Ah-Horizont für alle Schwermetalle sehr niedrige bis niedrige Konzentrationen vor. Während der Pb-Gehalt im ganzen darunterliegenden Mineralboden sehr niedrig bis niedrig ist, ist der Zn-Gehalt im B1-Horizont erhöht ([Abb. S14.17](#)). Die Cr-, Cu und Ni-Gehalte sind unterhalb des Ah-Horizontes hoch bis sehr hoch. Die sehr hohen Gehalte, welche eine Überschreitung des Richtwertes der VBBo bedeuten, betreffen beim Cr den B1-Horizont, beim Ni den B1- und B2-Horizont, und beim Cu den B2- und den C-Horizont.

#### S14.5.4 **Anreicherungsfaktoren**

Da der C-Horizont, aus dem sich der Boden entwickelt hat, nicht aufgeschlossen werden konnte, wurden die Anreicherungsfaktoren relativ zum BC-Horizont berechnet. Da es sich dabei in diesem nur durch sehr schwache Podsolierung geprägten Boden weder um einen Anreicherungs- noch

<b>Tab. S14.4      Anreicherungsfaktoren</b>						
<b>Horizont</b>	<b>Tiefe [cm]</b>	<b>Anreicherungsfaktor</b>				
		<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>
Ah	0– 15	1.01	1.03	1.03	1.85	1.45
AE	15– 30	0.94	0.95	0.76	1.71	1.35
Bh,s	30– 50	0.94	0.95	1.14	1.14	1.56
B1	50– 75	1.03	0.78	0.94	0.94	1.37
B2	75–100	1.00	1.00	1.17	1.00	1.36
BC	> 100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

einen Auswaschungshorizont handelt, sind die nachfolgend gemachten Aussagen bezüglich Anreicherung oder Verarmung bedingt auch relativ zum Ausgangsgestein gültig.

Aufgrund der Anreicherungsfaktoren ist dieser Boden gegenüber dem BC-Horizont weder deutlich angereichert noch verarmt an Cr, Ni und Cu, während Zn überall etwas angereichert ist (Tab. S14.4). Auf der anderen Seite ist die Tiefenverteilung dieser vier Schwermetalle (Abb. S14.16 und S14.17) ähnlich wie diejenige der Dithionit-extrahierbaren Eisenoxide bzw. der Oxalat-extrahierbaren Eisen- und Aluminiumoxide (Abb. S14.10 und S14.11). Dies deutet auf Verlagerung der Schwermetalle mit gelöster organischer Substanz in diesem von beginnender Podsolierung geprägten Boden hin. Dass die Verlagerung an den Anreicherungsfaktoren nicht erkennbar ist, weist allerdings darauf hin, dass der Aufbau der hohen Gehalte an organischer Substanz vom Ah bis zum Bh,s-Horizont (Abb. S14.8) zu einer entsprechenden Verdünnung aller Schwermetalle, des Referenzelementes Zirkonium (Zr) und auch der Oxide geführt hat. Dies heisst dann aber auch, dass die Tiefenverteilung von Schwermetallen und Oxiden eine zu starke Verlagerung aus dem Oberboden in den B1- bzw. B2-Horizont vortäuschen.

Die profilumfassend gegenüber dem BC-Horizont erhöhten Anreicherungsfaktoren für Zn lassen sich damit erklären, dass der Nährstoffkreislauf über die Vegetation dieses Metall im durchwurzelten Teil des Bodens anreichert.

Blei ist im Ah- und im AE-Horizont angereichert (Tab. S14.4). Auch die Pb-Gehalte sind in diesen beiden Horizonten sowie in der Auflage erhöht (Abb. S14.16 und S14.17). Beides deutet auf Eintrag und Anreicherung von anthropogenem Pb hin.

## Schwermetallmobilität

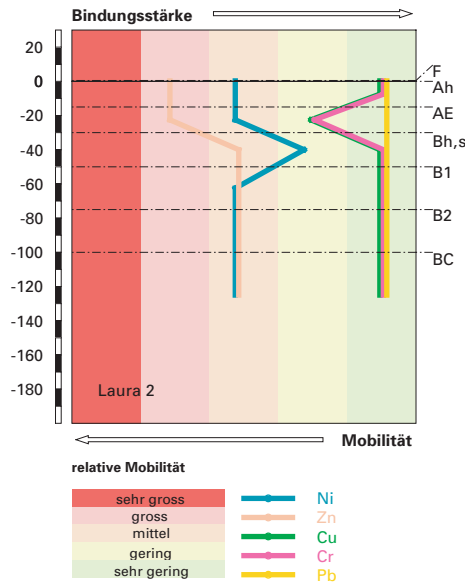


Abb. S14.18 Mobilität der Schwermetalle

### S14.5.5 Schätzung der Mobilität der Schwermetalle

Die Mobilität von Zn wird in diesem mässig bis stark sauren Boden (Abb. S14.13) aufgrund der pH-Werte als mittel bis gross abgeschätzt (Abb. S14.18). Bei allen anderen Schwermetallen erniedrigt der Gehalt an organischer Substanz die durch den pH-Wert gegebene Mobilität vom F- bis zum Bh,s-Horizont, bei Cr, Cu und Pb zudem noch im B1- und B2-Horizont. Für Ni ergibt sich in den meisten Horizonten eine mittlere Mobilität, während die Mobilität von Cr, Cu und Pb profilumfassend als gering bis sehr gering eingestuft wird. Trotz der nur schwachen Podsolierung in diesem Boden dürfte die effektive Mobilität insbesondere von Cr und Cu durch Bindung an gelöste organische Substanz etwas höher sein als geschätzt und in Abb. S14.18 dargestellt.

Aufgrund der abgeschätzten Mobilitäten und der gemessenen Tiefenverteilung und Anreicherungsfaktoren dürfte das Risiko einer Belastung des Grundwassers mit Schwermetallen in diesem Boden mässig gross sein. Allenfalls ist mit einer Auswaschung von Cu zusammen mit gelöster organischer Substanz zu rechnen. Zudem stellen die relativ hohen Gehalte an Ni und Zn im BC-Horizont bei mittlerer Mobilität ein gewisses Risiko dar.

#### S14.5.6 **Schätzung der Gefährdung von Mikroorganismen**

---

Im Ah-Horizont sind die meisten Schwermetalle in Gehalten vorhanden, welche für pflanzliche und tierische Mikroorganismen in Waldböden unkritisch sind. Der Cr-Gehalt liegt im Grenzbereich zur Toxizität für Mikroorganismen.

### S14.6 **Themenbereich «Nährstoffe»**

---

#### S14.6.1 **Nährstoffverfügbarkeit im Oberboden**

---

Unter dem Einfluss des sehr kühlen Klimas und der stark sauren Feinerde im Oberboden hat sich in diesem Buchenbestand auf rund 1330 m. ü. M. ein dünner F-Horizont gebildet. Die Humusform wird deshalb als Moder bezeichnet. Das C/N-Verhältnis im F-Horizont beträgt 18, wird als mittel klassiert und ist damit charakteristisch für Übergangshumusformen zwischen Mull und Moder. Das C/P-Verhältnis im F-Horizont ist mit 195 mässig eng und damit günstiger als das C/N-Verhältnis.

Die Krümelstruktur zusammen mit den mässig engen Verhältnissen von 16 (C/N) und 192 (C/P) im Ah-Horizont zeigen, dass die Mineralisierung der organischen Substanz nicht wesentlich gehemmt ist und dass deshalb die Nährstoffverfügbarkeit vermutlich besser ist, als dies die Humusform vermuten lässt.

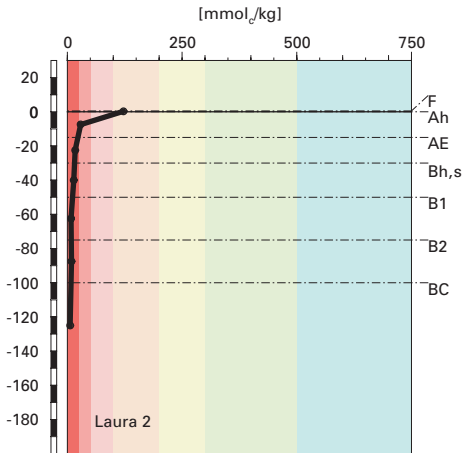
#### S14.6.2 **Nährstoffgehalte**

---

Die Kationenaustauschkapazität der Feinerde ist im F-Horizont mittel, im Ah-Horizont sehr gering und in den tiefer gelegenen Horizonten extrem gering ([Abb. S14.19](#)). Dies erstaunt angesichts des beträchtlichen Humusgehaltes in diesem Boden. Der Kationenaustauscher ist nur bis in 30 cm Tiefe überwiegend mit Aluminiumionen besetzt. Die Aluminiumbelegung nimmt mit zunehmender Profiltiefe sehr rasch ab ([Abb. S14.20](#)). Auffallend ist der grosse Anteil von austauschbarem Kalzium, welches sich gegenläufig zur Aluminiumbelegung verhält und vom B1- bis in den BC-Horizont 70 bis 77% der gesamten Kationenaustauschkapazität belegt. Die Anteile und die Verteilung von austauschbarem Mg und K sind sich sehr ähnlich und variieren mit der Tiefe nur unwesentlich. In der humusarmen Zone des Unterbodens ist die relative K- und Mg-Belegung am grössten. Die austauschbaren Protonen erreichen, abgesehen vom F-Horizont, im Bh,s-Horizont durch die Humusanreicherung ihr Maximum.



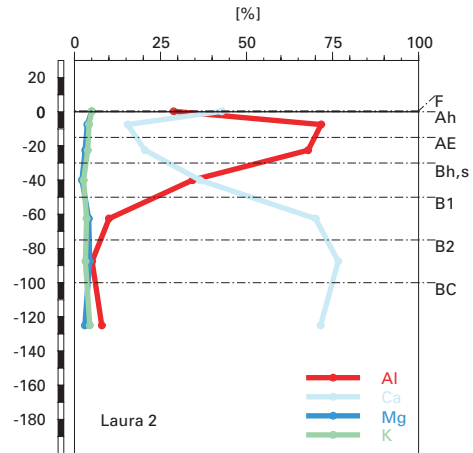
### Kationenaustauschkapazität (KAK)



#### 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. S14.19** (links) Kationenaustauschkapazität

**Abb. S14.20** (rechts) Belegung des Kationenaustauschers

### S14.6.3 Nährstoffvorräte

Infolge der sehr geringen bis extrem geringen Kationenaustauschkapazität in diesem Boden sind auch die Nährstoffvorräte bescheiden. Bis 60 cm Tiefe werden die Vorräte wie folgt beurteilt (**Abb. S14.21–S14.23**):

Ca gering  
Mg sehr gering  
K sehr gering

Für Magnesium und Kalium sind die Vorräte bis 60 cm Tiefe als sehr gering zu bewerten (**Abb. S14.22 und S14.23**). Auch unter dem Gesichtspunkt der mehr als doppelt so grossen Profilmächtigkeit und der uneingeschränkten Nutzungsmöglichkeit des skelettarmen und gut durchwurzelbaren Bodens mit geringer Neigung zu Trockenstress, ändert sich an dieser Beurteilung für Kalium und Magnesium nichts. Die Kalzium-Vorräte sind bezogen auf das gesamte Bodenprofil mittel.

Kalzium-Vorrat

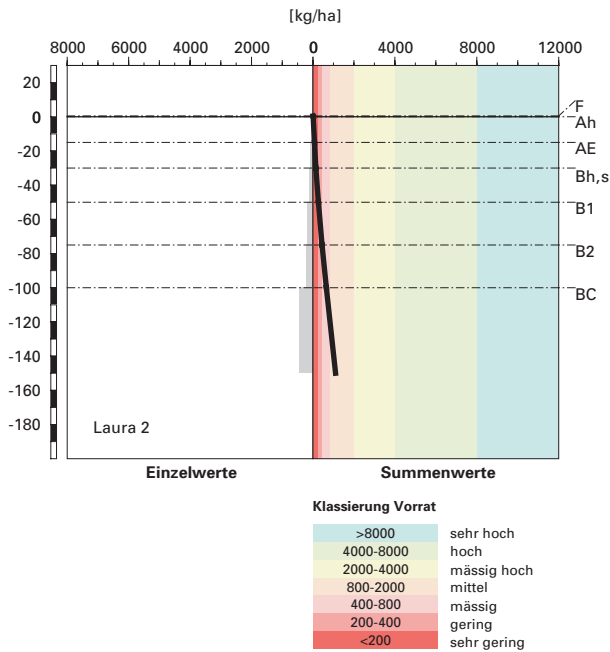


Abb.S14.21 Vorrat an Kalzium

Magnesium-Vorrat

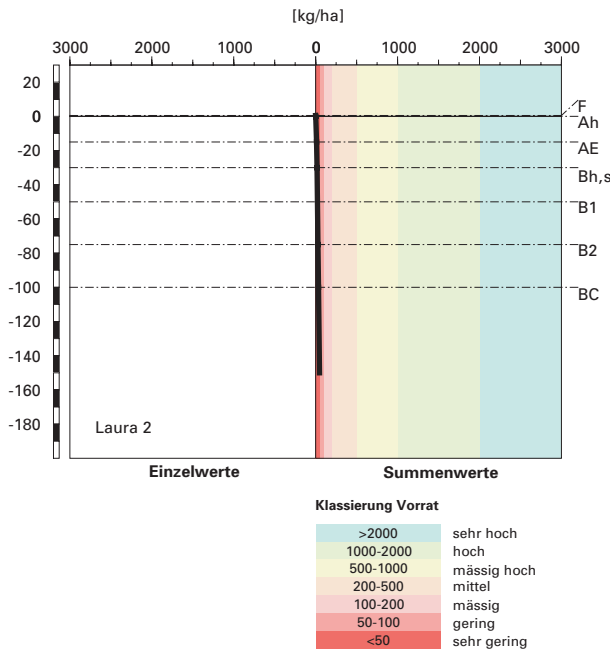


Abb. S14.22 Vorrat an Magnesium

## Kalium-Vorrat

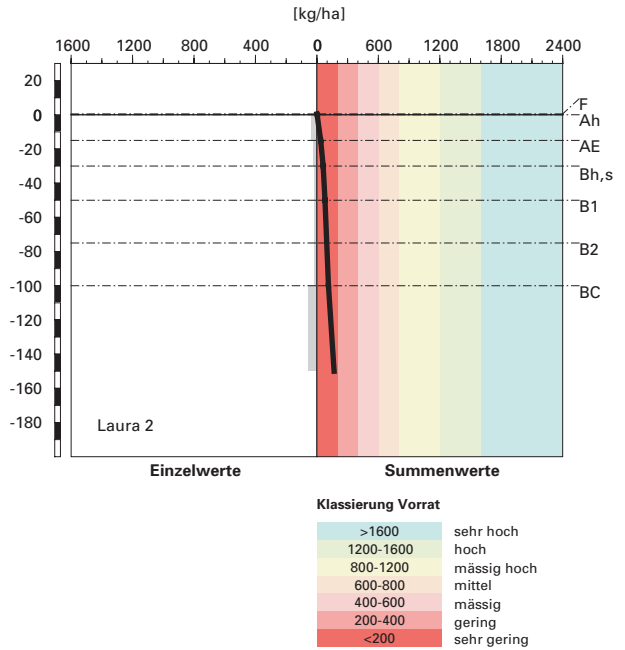


Abb. S14.23 Vorrat an Kalium

Am Profilort Laura 2 besteht bloss ein kleines Risiko für Trockenstress, so dass die Nutzung der Nährstoffvorräte kaum eingeschränkt ist.

## S14.7 Themenbereich «Waldbaulich relevante Bodenkennwerte und Baumartenwahl»

### S14.7.1 Steckbrief für die Waldbehandlung

Der Steckbrief (Tab. S14.5) orientiert über waldbaulich relevante Standortfaktoren und Bodenkennwerte.

**Tab.S14.5      Steckbrief für die Waldbehandlung (Laura 2)****Standortangaben**

Relief	Höhe	1330 m
	Exposition	NW
	Neigung	62%
Klima	Jahresniederschlag	1759 mm
	Jahrestemperatur	5.5°C
Ausgangsgestein	karbonatfreie Moräne	
Baumbestand	Struktur	mehrheitlich einschichtig
	Schlussgrad	90%
	Baumarten (Deckung)	35 % Rotbuche, 30 % Fichte
	Oberhöhe	20–30 m
Waldgesellschaft	nach E&K 1972	Nr. 4: Farnreicher Schneesimsen-Buchenwald
	nach BUWAL 2005	Nr. 4: Farnreicher Schneesimsen-Buchenwald

**Bodenkennwerte**

Bodensystematik	Bodentyp	Kryptopodsol
	Humusform	Moder
Wasser- und Lufthaushalt	Durchlüftung	Im Boden sind keine Vernässungsmerkmale erkennbar, was zeigt, dass der Boden stets gut durchlüftet ist.
	Durchwurzelbarkeit	Der Boden ist für alle Baumarten mindestens profilumfassend durchwurzelbar. Der Wurzelraum wird mit mehr als 120 cm Mächtigkeit als sehr tiefgründig klassiert. Wurzeln sind bis zur Profilsohle vorhanden.
	pflanzenverfügbares Wasser	Das Risiko für Trockenstress ist unter den gegebenen klimatischen Verhältnissen klein.
Säurezustand	pH-Wert/Kalkgrenze	Der Boden ist bis 50 cm Tiefe stark, weiter unten im Profil mässig sauer. Das Ausgangsgestein ist karbonatfrei.
	Aluminium-Toxizität	Es besteht kein Risiko für Al-Toxizität.
Nährstoffe	Verfügbarkeit im Oberboden	Die Humusform Moder und das mittlere C/N-Verhältnis weisen auf eine gehemmte biologische Aktivität hin. Im Widerspruch dazu steht das mässig enge C/P-Verhältnis. Die Mineralisierungsrate wird gesamthaft als mittel beurteilt.
	Nährstoffvorräte (Ca, Mg, K)	Die Vorräte der Nährstoffkationen sind relativ unausgewogen. Der Ca-Vorrat ist mittel, der Mg- und K-Vorrat sind sehr gering. Ab 100 cm Tiefe ist der Boden relativ reich an Ca und K.
Verankerung	Da der Boden sehr tiefgründig ist, wird die Verankerung des Baumbestandes als gut bewertet.	
Befahrbarkeit	Der Boden reagiert in nassem Zustand empfindlich auf Befahren mit schweren Maschinen, weil er bis in grosse Tiefen sehr wenig Skelett enthält. Da der Wald an einem Steilhang liegt, ist ein Befahren des Bestandes allerdings nicht möglich.	

**Naturnähe von Bestand und Oberboden**

Der Bestand besteht vor allem aus Buchen und Fichten. Die Fichte ist wahrscheinlich anthropogen bedingt mit einem so grossen Anteil (30% Deckung) vorhanden. Sie gilt hier aus heutiger Sicht als standortfremde Baumart. Im Naturwald würde vor allem die Buche herrschen und andere Baumarten wären nur vereinzelt beigemischt. Nach Frey et al. (2000) ist an diesem Standort (EK Nr.4) sowohl Mull als auch Moder mit einer geringmächtigen organischen Auflage häufig. Die aktuelle Humusform Moder ist demnach standorttypisch. Wir gehen davon aus, dass die organische Auflage zu einem grossen Teil durch die schlecht abbaubare Fichtenstreu bedingt ist.

**Baumartenwahl gemäss standortkundlichen Grundlagenwerken**

Gemäss BUWAL (2005) sind an diesem Buchenstandort (Nr.4) folgende Baumarten für die Waldverjüngung geeignet: Buche, Traubeneiche, Flaum-eiche, Kastanie, Mehlsbeere, Aspe, Bergahorn, Tanne, Lärche und Birke. An diesem Standort können also gemäss BUWAL viele Baumarten verjüngt werden.

**Bodenkundliche Kriterien für die Baumartenwahl****■ Durchwurzelbarkeit des Bodens**

Da dieser Boden von allen Baumarten tief durchwurzelt werden kann, schränkt dieses Kriterium die Baumartenauswahl nicht ein.

**■ Entwässerung des Bodens durch die Bäume**

Der Boden ist gut durchlüftet und sehr durchlässig. Daher kann das Kriterium der biologischen Entwässerung des Bodens bei der Baumartenwahl vernachlässigt werden.

**■ Trockenstress-Risiko für die Bäume**

Das Risiko für Trockenstress ist klein. Im Boden dürfte für alle Baumarten ein stets ausreichender Wasservorrat verfügbar sein. Dieses Kriterium schränkt die Baumartenauswahl nicht ein.

**■ Säurezustand und Aluminium-Toxizität**

Obwohl die Feinerde bis 50 cm Tiefe stark sauer ist, besteht kein Risiko für Al-Toxizität. Die Basensättigung beträgt minimal 25% und ab 50 cm Tiefe ist sie mit Werten über 80% hoch bis sehr hoch. Insgesamt gilt der Boden als schwach versauert. Einer weiteren Versauerung kann entgegengewirkt werden, indem ein Laubmischwald mit naturnaher Baumartenmischung geschaffen wird. Mit der vielseitigen und gut abbau-

baren Streu erhöht sich die biologische Aktivität im Oberboden, so dass weniger organische Säuren produziert und laufend Nährstoffe am Kationenaustauscher gebunden werden. Längerfristig ist dadurch eine Stabilisierung oder sogar leichte Erhöhung der Basensättigung in den oberen Horizonten zu erwarten.

#### ■ Nährstoffangebot im Boden

Die Mineralisierung der Nährstoffe ist gehemmt. Die biologische Aktivität lässt sich, wie bereits beim Säurezustand erwähnt, durch eine besser abbaubare Streumischung erhöhen. Ein Verbesserungspotential ist vor allem durch Ersetzen der Fichte mit Laubhölzern gegeben.

Viele Baumarten haben bezüglich Nährstoffversorgung des Bodens eine weite ökologische Amplitude. Das Nährstoffangebot dürfte daher an diesem Standort für die meisten Baumarten ausreichend sein. Dies gilt selbst für die nährstoffbedürftigen Edellaubhölzer. Der Bergahorn scheint uns an diesem Standort konkurrenzfähig zu sein. Zwar sind die Vorräte von Magnesium und Kalium sehr gering. Der mittlere Kalziumvorrat und die profilumfassend relativ hohe Basensättigung sprechen aber für den Bergahorn.

### S14.7.3

#### **Baumartenempfehlung**

Für den vorliegenden Waldstandort werden die in [Tab. S14.6](#) ersichtlichen Baumarten empfohlen. Aus bodenkundlicher Optik ist die Baumartenempfehlung des BUWAL (2005) aufgrund des Säurezustandes und des Nährstoffangebotes zu hinterfragen.

Aus bodenkundlicher Sicht ist eine vielfältige Baumartenmischung mit möglichst vielen Laubhölzern anzustreben. Durch die erhöhte biologische Aktivität werden mehr Nährstoffe mineralisiert und weniger organische Säuren produziert. Ob sich der Moder zu einem Mull wandelt, lässt sich nicht voraussagen.

Aufgrund der lediglich schwachen Bodenversauerung gehen wir davon aus, dass der Bergahorn an diesem Waldstandort in die Baumschicht wachsen kann. Die Lärche hat eine schlecht abbaubare Streu und sollte daher nur vereinzelt eingebracht werden.

Aus standortkundlicher Sicht sei abschliessend erwähnt, dass das BUWAL (2005) für diesen Buchenstandort Baumarten mit recht unterschiedlicher ökologischer Verbreitung empfiehlt. Wer diese Baumarten in einem Mischwald aufwachsen lassen will, muss mit einem beträchtlichen Pflegeaufwand rechnen. Wir bezweifeln, dass Eichen und Kastanien an diesem sehr kühlen Standort gegenüber der Buche konkurrenzfähig sind.



<b>Tab. S14.6      Baumartenempfehlung für den Hauptbestand</b>	
<b>Referenz</b>	<b>Baumarten</b>
Grundlagenwerke (Einheit 4; BUWAL 2005)	Buche, Traubeneiche, Flaumeiche, Kastanie, Mehlbeere, Aspe, Bergahorn, Tanne, Lärche, Birke
Bodenkundliche Kriterien	Buche, Tanne, Bergahorn, Birke, Mehlbeere, Aspe, (Traubeneiche, Flaumeiche, Kastanie, Lärche)

## S14.8      Literatur

Blaser, P./Kernebeek, P./Tebbens, L./VanBreemen, N. and Luster, J., 1997: Cryptopodzolic Soils in Switzerland. *European Journal of Soil Science*, 48: 411–423

Blaser, P. / Zimmermann, S. / Luster, J. / Walthert, L. / Lüscher, P., 2005: Waldböden der Schweiz. Band 2. Regionen Alpen und Alpensüdseite. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. Bern, Hep Verlag.

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

Eggenberger, U./Kurz, D., 2004: Bestimmung der mineralogischen Zusammensetzung von Boden- und Gesteinsproben von 95 repräsentativen Waldböden der Schweiz. Eggenberger & Kurz, Geo-Science, Ralligweg 10, 3012 Bern (im Auftrag der WSL). File-Maker-Datenbank.

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.

Frey, H.-U./Bichsel, M./Preiswerk, Th., 2000: Waldgesellschaften und Waldstandorte Graubündens, 8. Teil Südtäler. Hrsg.: Amt für Wald Graubünden, Chur. Ringordner.

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