

1. Definition eines Ablaufs der erforderlichen Untersuchungen zur Integration des Nährelementvorrats der Bodensteine im Rahmen der BZE II

Im Rahmen einer Wiederholung der Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II) wird diskutiert, auch den Beitrag der Bodensteine zum verfügbaren Nährelementvorrat zu berücksichtigen. Am Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre der Universität Freiburg werden seit 2001 umfangreiche Arbeiten zur Ermittlung des Vorrats an austauschbaren Nährelementen der Bodensteine für den Raum des südlichen Schwarzwaldes durchgeführt. Aufgrund der Ergebnisse dieser Arbeiten sowie einer in 2003 für den Auftraggeber durchgeführten Pilotstudie sehen wir generell zwei mögliche Ansätze, den Beitrag des Bodenskeletts im Rahmen der BZE II zu integrieren.

1.1 Statistisches Verfahren unter Einsatz von Pedo-Transferfunktionen

Auf Basis einfach zu ermittelnder Bodenparameter können Pedotransferfunktionen zur Abschätzung der Austauscherleistung des Grobbodens ermittelt werden. Als geeignete Parameter erscheinen hierbei sinnvoll:

- Wasserdampfadsorption der Skelettpartikel bei pF 4,6
- Feinbodenbürtige Austauschereigenschaften (insbesondere Mg-Anteil der Ake).

Zur Ausweitung bestehender Modellansätze müsste allerdings nach derzeitigem Kenntnisstand nach Ausgangsgesteins(gruppen) differenziert werden. Deshalb ist es wichtig alle im Rahmen der BZE II flächenbezogen relevanten, skeletthaltigen Standorte nährelementarmer Gesteinsgruppen bei der Probenauswahl zu berücksichtigen.

Für ein geeignetes und repräsentatives Probenkollektiv müssten die Daten für die oben genannten Bodenparameter tiefenbezogen erfasst werden. Auf Basis dieser Ergebnisse werden durch Einsatz geeigneter statistischer Verfahren Transferfunktionen zur Abschätzung der Austauscherleistung des Grobbodens erstellt. Unter Berücksichtigung der im Rahmen der BZE II erhobenen Geländedaten (Lagerungsdichte, Grobbodenanteil) kann somit eine quantitative Abschätzung der skelettbürtiger Austauscherleistung erfolgen. Soweit die Erfassung der Prädiktoren skelettbürtiger Austauschereigenschaften nicht bereits in den Routinebetrieb der BZE II integriert sind, müssen die Daten im Rahmen der BZE II standortsbezogen ermittelt werden. Dies betrifft insbesondere die Bestimmung der Wasserdampfadsorption der Skelettpartikel bei pF 4,6. Ein fachlich sinnvoller Ablauf mit einem zeitlichen Rahmen der erforderlichen Arbeiten ist in Abb. 1 dargestellt.

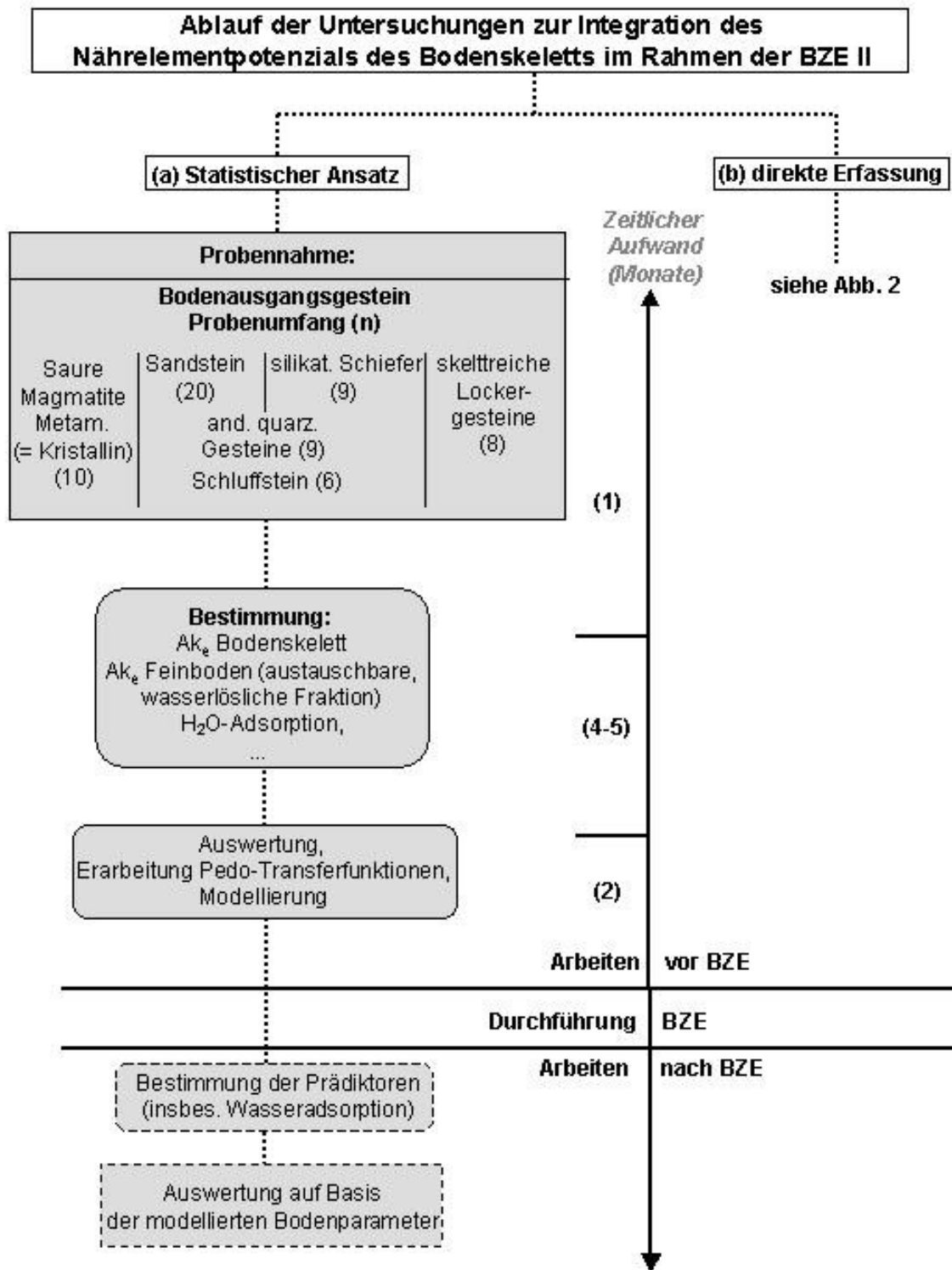


Abb. 1: Schematischer Ablauf der erforderlichen Arbeiten zur Integration der Ak_e des Bodenskeletts im Rahmen der BZE II durch ein statistisches Verfahren.

1.2 Direkte Erfassung der Ake im Bodenskelett im Rahmen der BZE

Die bisher eingesetzte Methode zur Bestimmung der Austauschleistung des Bodenskeletts erfolgt in einer Versuchseinrichtung zur Simulation naturnaher Bedingungen, die für den Routinebetrieb nicht geeignet ist. Aufgrund unserer Erfahrungen wäre es auch möglich, die Austauschleistung des Skeletts in einem wesentlich einfacheren System, analog zur Bestimmung der Ake des Feinbodens als batch-Ansatz, zu erfassen. Ein solches Vorgehen erscheint aus fachlicher Sicht sinnvoll und auch aus ökonomischer Sicht durchaus praktikabel.

Zum Einsatz einer Methode zur direkten Erfassung der A_{ke} des Bodenskeletts muss ein geeigneter methodischer Ablauf erarbeitet werden. Zur Erfassung einer *spontan* austauschbaren Fraktion müssen insbesondere folgende Methodenparameter optimiert bzw. erprobt werden: Substanzwaage, Feststoff:Lösungs-Quotient, Extraktionszeit, Anzahl der Gleichgewichtseinstellungen, Konzentration/Eigenschaften der Austauschlösung sowie ein geeigneter Verfahrensablauf. Als Zielgröße der zu erfassenden Gesamtfraktion sollten die Gehalte der Austauscherkonzentration einer möglichst naturnahen Erfassung, wie z.B. mit der Perkolatation unter naturnahen Fließbedingungen, angestrebt werden.

In einem zweiten Schritt ist anhand eines repräsentativen Probenkollektivs aus dem Raster der BZE zu überprüfen, inwiefern das neu eingearbeitete batch-Verfahren mit einer naturnahen Bestimmungsmethode übereinstimmt. Hierbei halten wir ein Kollektiv von 20-30 Proben für erforderlich. Aus dem Vergleich der Ergebnisse von batch-Verfahren und naturnaher Bestimmungsmethode ist eine Gesamtbewertung dieser Methode für den Einsatz im Rahmen der BZE abzuleiten. Das Vorgehen zur Einarbeitung und Validierung einer direkten Bestimmungsmethode ist in Abb. 2 links dargestellt.¹

Ergänzende Untersuchungen zur Abschätzung des Fehlers bei der Bestimmung der Ake des Feinbodens durch die Homogenisierung

Durch die erforderlichen Arbeiten im Rahmen der Einarbeitung des batch-Verfahrens zur Bestimmung der Ake des Bodenskeletts in einem naturnahen System ergäbe sich die günstige Gelegenheit, eine Abschätzung des Fehlers durch die Homogenisierung (Siebung) des Feinbodens vornehmen zu können. Es ist fachlich unumstritten und hinreichend belegt, dass bei der Bestimmung der A_{ke} des Feinbodens durch die Siebung des Probenmaterials (Zerstörung des Aggregatgefüges, Austauschprozesse an neu geschaffenen, nicht zugänglichen Austauscherflächen) große Unterschiede, insbesondere bei K^+ , Mg^{2+} , gegenüber dem natürlich gelagerten Feinboden auftreten können. Dieser Arbeitsschritt würde in

¹ Ergebnisse erster orientierender Versuchen wurden am Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre bereits ermittelt und auf dem Gutachtertreffen zur BZE II am 9.06.2004 in Freiburg vorgestellt. Diese Ergebnisse belegen die prinzipielle Eignung eines batch-Ansatzes zur Erfassung der Ake des Bodenskeletts.

Ergänzung der zu erhebenden Daten einen geringen labortechnischen Mehraufwand erfordern.

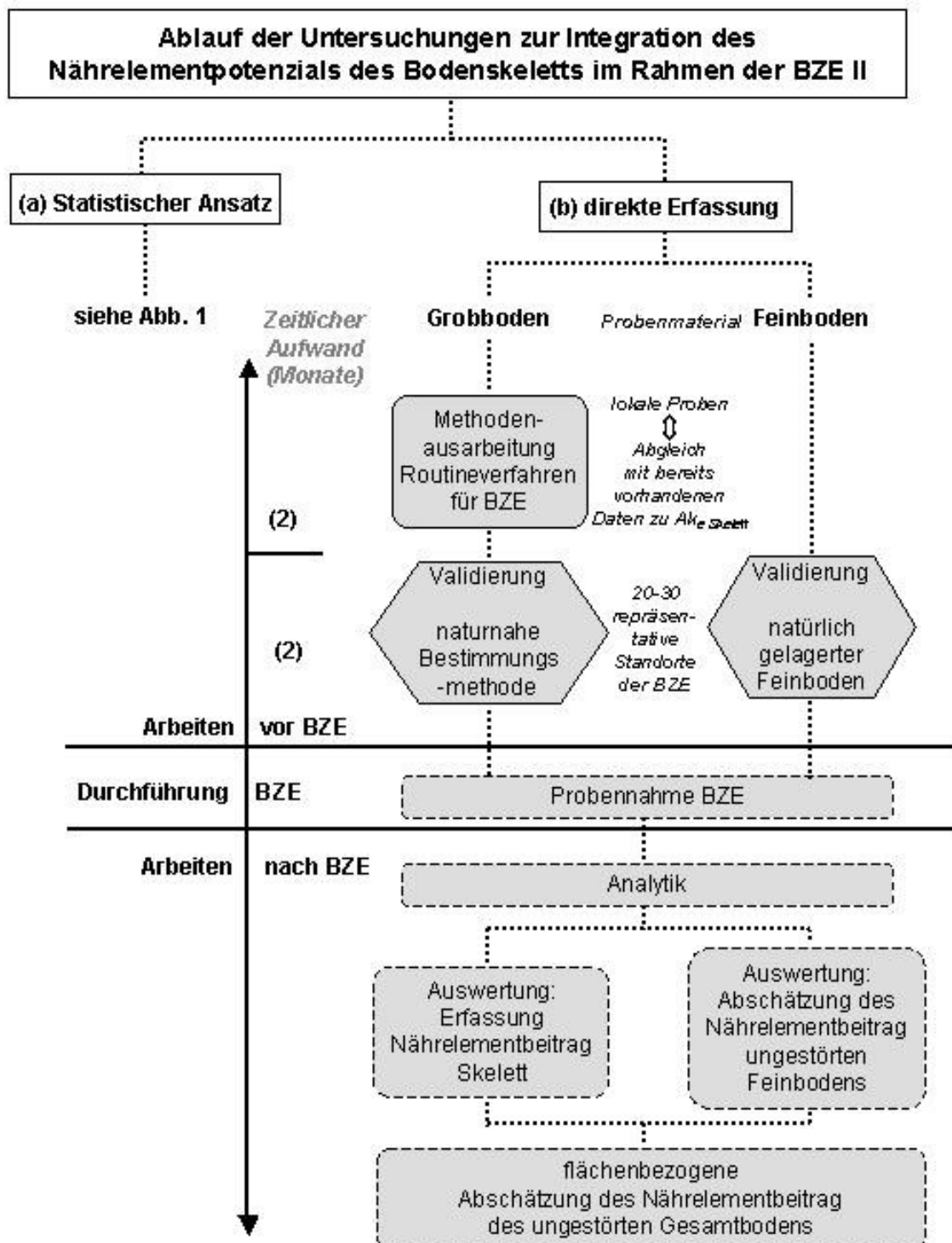


Abb. 2: Schematischer Ablauf der erforderlichen Arbeiten zur Integration der A_{k_e} des Bodenskeletts im Rahmen der BZE II durch eine direkte Bestimmung in einem einfachen Laborverfahren.

Hierzu müssten für ein repräsentatives Probenkollektiv zusätzlich zur A_{k_e} des Bodenskeletts in einem parallelen Ansatz die A_{k_e} des Gesamtbodens (z. B. in einer Perkolationsanlage)

ermittelt werden. Aus der Differenz beider Größen könnte die A_{ke} des *ungestört gelagerten* Feinbodens ermittelt werden. Anhand dieser Daten könnte anhand eines Vergleichs mit der im Routineverfahren bestimmten A_{ke} des Feinbodens elementspezifisch eine Abschätzung des Fehlers durch die Homogenisierung des Feinbodens durchgeführt werden. Dieses Vorgehen würde, neben der Berücksichtigung der A_{ke} des Bodenskeletts, einen weiteren wichtigen Schritt zu einer realistischen Erfassung des tatsächlichen Nährelementpotenzials von Waldökosystemen, auch im Hinblick auf die Modellierung von Nährelementvorräten ermöglichen.

Soweit beide Verfahren zur Ermittlung der A_{ke} des Bodenskeletts im Vorfeld der BZE II durchgeführt werden ist eine **Gesamtbewertung** dieser Verfahren sinnvoll. Hierbei ist aus fachlicher Sicht zu bewerten, mit welcher Genauigkeit beide Verfahren im Rahmen der BZE II einsetzbar sind (Fehlerabschätzung). Hinsichtlich des Einsatzes eines batch-Verfahrens ist zu bewerten, welche Präzision bei der Bestimmung (Probenanzahl, Auflösung der zu beprobenden Tiefenbereiche) erforderlich ist. Dabei sind insbesondere die Fehler bei der Verrechnung mit den im Gelände erhobenen Schätzgrößen (Skelettgehalt, Lagerungsdichte) zu berücksichtigen. Da die direkte Bestimmung der A_{ke} im Labor (batch-Ansatz, Perkolation) nur mit einer begrenzten maximalen Skelettkorngrößen sinnvoll durchführbar ist, ist auch ein Lösungsansatz zur Problematik der Bewertung der Korngrößengehalte der gesamten Skelettfraktion (Einfluss der Austauschfläche) durchzuführen.

Demgegenüber sind in einer ökonomischen Bewertung alle Faktoren zu bewerten, die den der Zeit-, Personal- und Kostenaufwand beim Einsatz der beiden Methoden im Rahmen der BZE berücksichtigen. Beide Aspekte sind in einer Gesamtbewertung sinnvoll zu verknüpfen.

2. Auswahl geeigneter Probennahmestandorte auf Basis von Daten der BZE I

Für die Ermittlung von Pedotransferfunktionen zur Abschätzung der Austauschleistung des Bodenskeletts ist ein Probenkollektiv erforderlich, welches das Spektrum aller relevanten Gesteinstypen innerhalb des Rasters der BZE unter Berücksichtigung der Häufigkeit (Flächenanteile) erfasst. Aus statischer Sicht sollte ein repräsentatives Kollektiv einen absoluten Mindestprobenumfang von 20 Proben je Kollektiv aufweisen. In Abwägung mit einem insgesamt vertretbaren Arbeitsaufwand wurden unter Berücksichtigung von Ähnlichkeitsmerkmalen der Eigenschaften bestimmter Gesteinsgruppen und den bereits vorliegenden Ergebnissen zur Austauschleistung bestimmter Gesteinstypen (vgl. Pilotstudie 2003) teilweise auch geringere Probenumfänge ausgewählt.

Für die Gesteinsgruppen der Sandsteine und der Kristallingesteine wurden 20 Standorte ausgewählt (die Standortauswahl für Kristallingesteine gilt nur in Ergänzung zu den bereits am Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre der Universität Freiburg für den Raum

des Schwarzwaldes vorliegenden Daten). Für alle weiteren Gesteinsgruppen wurden teils deutlich kleinere Kollektive ausgewählt.

Die Auswahl erfolgte anhand von der BFH Eberswalde zur Verfügung gestellten Datenbankauszügen (Lagebezug der Standorte, pH-Wert, feinbodenbürtige Austauschereigenschaften, Feinbodenart, Skelettgehalt, Bodenausgangsgesteine) sowie ergänzenden Datenlieferungen einzelner Bundesländer². Ergänzend zu dem in der Pilotstudie 2003 vorgeschlagenen Probenumfang haben sich folgende Änderungen zum Probenumfang innerhalb bestimmter Gesteinsgruppen aus fachlicher Sicht als sinnvoll erwiesen.

- Innerhalb der Gruppe carbonatfreier pleistozäner Lockergesteine (Substrattyp 73-74) umfassen die meisten Profile Skelettanteile deutlich unterhalb 20%, so dass hier der skelettbürtige Nährelementbeitrag wahrscheinlich von untergeordneter Bedeutung ist. Auch aufgrund der insgesamt eher geringen flächenbezogenen Bedeutung sind für diese Untersuchungen ca. 8 Profile (Skelettanteil >>30%) ausreichend.
- Innerhalb der Hauptgruppe der quarzitischen Gesteine (Substrathaupttyp 4) ist neben der Gruppe der Sandsteine (Substrattyp 41) auch eine beträchtliche Anzahl an Standorten anderer quarzitischer Gesteine (Breccien, Arkosen, Grauwacken, Konglomerate; Typ 42-45) enthalten. Aufgrund ihrer physikalisch/chemischen Eigenschaften ist auch ein spezifischer Einfluss auf die Ak_e des Bodenskeletts möglich. Deshalb sollte dieser Gesteinstyp ebenfalls untersucht werden.
- Die Gruppe der silikatischen Schiefergesteine (Substrattyp 13, 54) umfasst einen deutlich größeren Flächenbereich als durch die zwei innerhalb der Pilotstudie 2003 untersuchten Standorte repräsentiert. Daher wäre es günstig, die dabei erzielten Befunde durch einen ausreichenden Umfang an Standorten zu untermauern.

Daraus ergibt sich zur Ausarbeitung gesteinspezifischer Pedotransferfunktionen zur Abschätzung des Nährelementpotenzials der Bodensteine folgender Untersuchungsbedarf (Tab. 1). Die Auswahl der Standorte ist in einer Liste als **Anhang** beigefügt.

² An dieser Stelle möchten wir Frau Wellbrock von der BFH Eberswalde für ihre rasche und unbürokratische Unterstützung beider Zusammenstellung der Daten bedanken.

Tab. 1: Auswahl der Standorte zur Probennahme für weiterführende Untersuchungen zur Prognose des Nährelementpotenzials der Skelettfraktion

Nr.	Gesteinsgruppe	Substrat- einheit (nach BZE-Schlüssel)	BZE-Standorte gesamt [n]	zu untersuchende Standorte	
				gesamt [n]	nach Bundesländern
1	kristalline Gesteine (außerhalb des Schwarzwaldes)	04, 05, 06, 07, 11	90	10	BY (6), SN (3), TH (1)
2	Sandstein	41	230	21	NS (3), NW (2), HS (5), RP (5), BW (2), SA (2), TH (1)
3	andere quarzitische Gesteine	42, 43, 44, 45	78	9	NS (2), HS (2); RP (2), SA (2), TH (1)
4	Schluffstein	46	28	6	NW (6)
5	silikatische Schiefer	13, 54	87	9	NS (1), HS (2), RP (2), SA (1), TH (1), BY (2)
6	Lockergestein quartär (nur skelettreiche Standorte)	74, 75	ca. 60	8	NS (5), MV (1), BY (1), BW (1)
Summe				63	

Aus fachlicher Sicht und um Synergien bei der Durchführung der Vorarbeiten zu nutzen, ist es empfehlenswert, die zur Validierung des batch-Verfahrens (Kap. 1.2) erforderlichen Proben von bis zu 30 Standorten aus dem oben genannten Kollektiv zur Ermittlung von Basisdaten zur Durchführung eines statistischen Verfahrens auszuwählen. Dadurch könnten die ermittelten Daten zur A_{k_e} des Bodenskeletts für beide Verfahren genutzt werden.

3. Leistungsbeschreibung für Verfahren zur Erfassung der Austauschkapazität des Bodenskeletts

Teilprojekt I: Erarbeitung von Pedotransferfunktionen für die Abschätzung der Austauschkapazität (A_{k_e}) des Bodenskeletts

Probennahme

Bei der Probennahme ist von den ausgewählten 62 Profilen (s. Anhang) Bodenprobenmaterial jeweils ausgewählten aus den Tiefen 0-10, 10-30 und 30-90 cm jeweils aus der Horizontmitte zu entnehmen.

Dabei werden je Tiefenstufe 3 Stechzylinderproben des Gesamtbodens sowie eine weitere Probe mit mindestens 250 g Skelettmaterial³ benötigt. Das Probenmaterial kann vor Ort in

³ Es bietet sich an, das erforderliche Probenmaterial für die Validierung des Laborverfahrens zur direkten Bestimmung der skelettbürtigen A_{k_e} in einer gemeinsamen Probennahme zu gewinnen. Für die Ermittlung von

PE-Beutel verfüllt werden. Die Probennahme kann mit z. B. einer Rammkernsonde („Cobra“) durchgeführt werden.

Zur effektiven Durchführung der Probennahme ist es erforderlich, Anfahrtsskizzen zu den BZE-Punkten bereitzustellen und die Zufahrtsmöglichkeit (Schrannen, Befahrbarkeit der Waldwege, Benachrichtigung der Flächeneigentümer) zu gewährleisten. Für die Probennahme ist mit einem Zeitaufwand von ca. 4 Wochen zu rechnen.

Laboranalysen

Für alle Untersuchungen der **Skelettfraktion** sind die Gesteinspartikel schonend zu reinigen. Die A_{ke} der Skelettfraktion ist in mindestens 3 Parallelansätzen je Tiefenstufe (3 Tiefenbereiche) mit einem etablierten Verfahren zu ermitteln (62 Standorte á 9 Einzelproben, mit Blindproben: insgesamt ca. 600 Proben). Die Wasserdampfadsorption der (inneren) Oberflächen 105°C-trockener Skelettpartikel ist für die gleichen Tiefenstufen zu ermitteln.

Für den Einsatz der feinbodenbürtigen Austauschereigenschaften zur Prognose der Austauscherleistung des Bodenskeletts ist, entsprechend der Behandlung der Skelettfraktion, der wasserlösliche Anteil zu berücksichtigen. Deshalb ist für die **Feinbodenfraktion** die Austauschkapazität gegenüber einer Neutralsalzlösung (z.B. 0,5 M NH_4Cl) sowie die wasserlösliche Austauschfraktion in mindestens 3 Parallelansätzen je Tiefenstufe zu erfassen (insgesamt ca. 1.200 Proben).

Auswertung

Der Eignung der Wasserdampfadsorption und feinbodenbürtiger Austauschereigenschaften zur Abschätzung der skelettbürtigen Austauschereigenschaften ist unter Einsatz von univariater und multipler statistischer Testverfahren zu prüfen. Dabei ist anhand geeigneter vergleichender Testverfahren auch zu überprüfen, in welcher Form Datenkollektive in Abhängigkeit von Gesteinsgruppen, unter Berücksichtigung der Bodentiefe oder weiterer Faktoren zur Prognose der Austauschereigenschaften des Bodenskeletts gebildet werden können. Die resultierenden modellierten Pedotransferfunktionen sind mit einer geeigneten Prüfstatistik zu bewerten. Die Ergebnisse sind in einem Bericht textlich und graphisch darzustellen, fachlich zu erläutern und zu bewerten.

Pedotransferfunktionen sind ca. 120 g Grobbodenmaterial ausreichend. Für die Bestimmung der Austauschkapazität des ungestörten Gesamtbodens sind weitere 3 Stechzylinder (nur bei einzelnen Tiefenstufen einzelner Standorte – insgesamt 20-30 Proben) erforderlich.

Teilprojekt II: Erarbeitung eines einfach Laborverfahrens zur direkten Bestimmung der Austauschkapazität (A_{k_e}) des Bodenskeletts

Erarbeitung einer im Routinebetrieb einsetzbaren Methode zur Bestimmung der spontan austauschbaren Kationenfraktion

Anhand geeigneter Beispielproben sind alle wichtigen Methodenparameter wie z.B. Substanzeinwaage, Feststoff:Lösungs-Quotient, Extraktionszeit, Anzahl der Gleichgewichtseinstellungen, Konzentration der Austauschlösung zu überprüfen und zu optimieren. Aus diesen Ergebnissen ist ein praktikabler einfacher Ablauf zur Durchführung eines Verfahrens zu entwickeln. Die mit diesem Verfahren zu ermittelnde Zielgröße einer spontan austauschbaren Ionenfraktion ist anhand von Ergebnissen mit einer naturnahen Methode zur Erfassung der A_{k_e} des Bodenskeletts abzugleichen. Die methodischen Fehler (z. B. Reproduzierbarkeit, Belastbarkeit der Methode in Abhängigkeit der Konzentration) sind durch hinreichende Prüfungen zu ermitteln und statistisch zu belegen.

In einem zweiten Schritt ist zu überprüfen, inwiefern die Methode für Proben einer weiten Spanne der physikalischen/chemischen Eigenschaften des Skeletts anwendbar ist. Im Sinne der Problemstellung ist hierzu ein für die im Rahmen der BZE repräsentatives Probenkollektiv zu untersuchen. Durch den Abgleich der Extraktgehalte (A) auf Basis der entwickelten einfachen Bestimmungsmethode mit (B) den auf Basis einer naturnahen Bestimmungsmethode soll elementspezifisch die Eignung der Methode zur Erfassung der A_{k_e} des Bodenskeletts ermittelt werden und die Übertragbarkeit der Ergebnisse beider Methoden statistisch belegt werden.

Der Gesamtablauf der Methode soll in einer zuverlässigen und für Dritte anwendbaren Methodenbeschreibung zusammenfassen dokumentiert werden.

Abschätzung des durch Homogenisierung des Feinbodens verursachten Fehlers bei der Bestimmung der A_{k_e} des Feinbodens (optional)

Für das zur Validierung der oben beschriebenen Methode eingesetzte Probenkollektiv soll zusätzlich zur Austauschkapazität des Bodenskeletts (A) die Austauschkapazität des ungestört gelagerten Gesamtbodens ermittelt werden. Aus der Differenz beider Methoden ist die Austauschkapazität des ungestört gelagerten Gesamtbodens zu ermitteln. Diesen Daten sind mit dem im Rahmen der BZE eingesetzten Standardverfahren zur Bestimmung der A_{k_e} des (homogenisierten) Feinbodens zu vergleichen und elementspezifisch zu bewerten.

Die Ergebnisse aller Arbeiten sind in einem Bericht textlich und graphisch darzustellen, fachlich zu erläutern und zu bewerten.

Teilprojekt III: Vergleichende Bewertung beider Verfahren hinsichtlich Eignung zum Einsatz im Rahmen der BZE II

Anhand der Ergebnisse beider Teilprojekte ist der Einsatz der in den Teilvorhaben I und II erarbeiteten Vorgehensweisen im Rahmen der BZE II zu analysieren.

Hierzu ist für das Teilvorhaben I fachlich darzustellen, mit welcher Güte Aussagen zur Prognose skelettbürtiger Austauschereigenschaften gesteinspezifisch für die relevanten BZE-Punkte zu erwarten sind. Dem ist der zur Erlangung der Ergebnisse notwendige Arbeitsaufwand, insbesondere zur Ermittlung der Prädiktoren zur Abschätzung der skelettbürtigen Austauschereistung (z. B. Probenumfang, Zeit- und Materialaufwand) gegenüberzustellen.

In gleicher Weise soll für das Teilvorhaben II eine Darstellung der Güte der zu erwartenden Ergebnisse dem dafür erforderlichen Arbeitsaufwand gegenübergestellt werden. Zur Ermittlung der flächenbezogenen Nährelementvorräte auf Basis der konzentrationsbezogenen Ergebniswerte der direkten Bestimmungsmethode ist eine Verrechnung mit im Gelände erhobenen Schätzgrößen (Lagerungsdichte, Skelettgehalt) erforderlich. Hierzu ist zu bewerten, inwiefern der Einsatz dieser präziseren, direkten Bestimmungsmethode einen arbeitstechnischen Mehraufwand rechtfertigt.

Die Bestimmung der A_{ke} des Bodenskeletts im Labor ist nur mit einer begrenzten maximalen Korngrößenfraktion praktikabel. Auch bei der im Rahmen der im Teilvorhaben I erarbeiteten Methode werden die Nährelement-Konzentrationen zwar volumenbezogen erfasst (Stechzylinder), aber nur bis zu einer Gesteinsfraktion von maximal ca. 7 cm. Deshalb muss ein Vorschlag für ein praxistaugliches und möglichst präzises Vorgehen zur Abschätzung der natürlichen Skelettgehalte in Böden bei der Durchführung der BZE II und zur Verrechnung der Skelettgehalte bei der Ermittlung der Nährelementvorräte für beide Bestimmungsmethoden erarbeitet werden.

Auf Basis der durchgeführten Untersuchungen ist eine fachliche und ökonomische Gesamtbewertung für eine Integration der erarbeiteten Verfahren im Rahmen der BZE II vorzunehmen. Dabei können auch Wege eines sich sinnvoll ergänzenden Einsatzes beider Verfahren aufgezeigt werden. Aus dieser Bewertung sollen konkret mögliche Handlungsabläufe für ein Vorgehen zur Abschätzung der skelettbürtigen Nährelementvorräte im Rahmen der BZE II aufgezeigt werden.

Die Ergebnisse aller Arbeiten sind in einem Bericht textlich und graphisch darzustellen.

Dank

Wir möchten uns bei Frau N. Wellbrock von der Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Eberswalde für die freundliche Zusammenarbeit und die rasche Unterstützung bei der Bereitstellung der Daten zur Auswahl der Probennahmestandorte bedanken. Auch bedanken wir uns bei den datenführenden Behörden der Länder Bayern, Hessen, Sachsen und Thüringen für die Bereitsstellung ergänzender Daten zur Auswahl der Probennahmestandorte.

Dieser Bericht wurde am Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre der Universität Freiburg erstellt. Der Bearbeiter war Herr Dr. Bernd Raber.

Freiburg, den 25. Juni 2004

(Prof. Dr. Ernst E. Hildebrand)

Anhang

Auswahl von Standorten für eine in Bezug auf das Raster der BZE repräsentative Probennahme nährelementarmer Gesteinsgruppen (1= Kristallin außerhalb BW; 2 = Sandstein; 3 = andere quarzische Gesteine; 4 = Schluffstein; 5 = Ton- und Glimmerschiefer; 6 = quartäre Lockergesteine-skelettreich)

Nr.	BFHNR	Bundesland	Gesteinsgruppe	RW	HW	BFHNR (alternative Auswahl)-		
						RW	HW	
1	08053	BW	2	3444	5392	08052	3444	5384
2	08087	BW	2	3476	5400	08083	3468	5408
3	08143	BW	6	3556	5336	08167	3580	5336
4	09278	BY	5	4492	5534			
5	09280	BY	1	4492	5550			
6	09282	BY	1	4492	5566			
7	09302	BY	5	4500	5566	09316	4508	5566
8	09314	BY	1	4508	5518			
9	09338	BY	1	4524	5470	09341	4524	5518
10	09342	BY	6	4524	5534	09301	4500	5558
11	09401	BY	1	4588	5438	09343	4524	5542
12	09409	BY	1	4604	5406			
13	06014	HS	2	3524	5564	06013	3532	5556
14	06029	HS	5	3460	5572	06118	3476	5636
15	06032	HS	2	3492	5500	06033	3508	5508
16	06045	HS	5	3452	5572	06017	3444	5556
17	06064	HS	2	3556	5660	06071	3548	5660
18	06083	HS	3	3468	5660	06072	3564	5684
19	06086	HS	2	3508	5676			
20	06104	HS	2	3508	5628			
21	06106	HS	3	3468	5588			
22	13044	MV	6	4525	5937	13046	4556	5928
23	03011	NS	2	3528	5731	03024	3548	5687
24	03013	NS	2	3548	5727	03024	3548	5687
25	03034	NS	3	3602	5735	03044	3596	5727
26	03040	NS	3	3602	5727	03031	3596	5735
27	03041	NS	5	3602	5731			
28	03062	NS	2	3548	5759	03063	3556	5751
29	03079	NS	6	4412	5807			
30	03106	NS	6	4412	5891			
31	03114	NS	6	4428	5883			
32	03125	NS	6	3564	5879	03099	3596	5895
33	03156	NS	6	3544	5915			
34	05019	NW	4	2541	5591			
35	05048	NW	2	3397	5647	05047	2605	5655
36	05052	NW	4	3405	5631	05028	2565	5607
37	05060	NW	4	3413	5663	05055	3405	5679
38	05071	NW	2	3429	5631	05067	3421	5655
39	05095	NW	4	3453	5639	05097	3453	5663
40	05104	NW	4	3461	5663	05105	3461	5671
41	05108	NW	4	3461	5703	05114	3477	5679
42	07107	RP	2	3428	5479	07105	3428	5483

43	07114	RP	2	3428	5471			
44	07118	RP	2	3428	5467	7126	3416	5455
45	07018	RP	5	2560	5591	07059	2560	5539
46	07047	RP	2	2536	5551	07075	2548	5523
47	07048	RP	3	2524	5551	07061	2512	5539
48	07052	RP	3	2512	5547			
49	07085	RP	5	2560	5511	07064	2584	5535
50	07132	RP	2	3392	5451			
51	15002	SA	2	4439	5740			
52	15006	SA	5	4423	5740	15004	4446	5724
53	15007	SA	3	4422	5724	16002 (TH)	4422	5716
54	15008	SA	3	4414	5725			
55	15051	SA	2	4469	5683	15033	4446	5708
56	14004	SN	1	5466	5666			
57	14032	SN	1	5434	5652			
58	14048	SN	1	4538	5593	14046	4546	5601
59	16084	TH	3	4422	5596	16002	4422	5716
60	16051	TH	1	4395	5621	16052	4403	5620
61	16025	TH	2	4372	5646	16011	4429	5692
62	16062	TH	2	4387	5613	16063	4395	5613
63	16093	TH	5	4466	5587	16094	4474	5587