

Projekt Bodeninformation Schweiz BI-CH / Teilprojekt 1

Sichere und benutzerfreundliche Archivierung von Bodenprofil- und Bohrdaten

Adalbert Pazeller, dipl. Ing.-Agr. ETH

Andreas Ruef, dipl. Forsting. ETH

Milan Petrasek, dipl Agro-Ing. HTL

April 2004

Ein Teilprojekt im Rahmen des Projektes Bodeninformation Schweiz BI-CH



**ausgeführt durch die Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz BGS
Projektleitung: Ambio GmbH, Marianne Knecht, 8008 Zürich**



**im Auftrag des BUWAL
Sektion 'Umweltbeobachtung' und Sektion 'Boden und allgemeine Biologie'**

Inhalt

Auftrag	3
Dank	3
Für den eiligen Leser	3
Glossar und Kurzbezeichnungen	5
1 Ausgangslage und Ziel der Studie	7
1.1 Ausgangslage	7
1.1.1 Informationsgehalt von Bodenprofilen	7
1.1.2 Heutige Situation	7
1.2 Ziel des Teilprojektes 1	8
Teil A: Bestandesaufnahme	10
2 Bodenkundliche Klassifikationssysteme und Kartieranleitungen	10
2.1 Übersicht	10
2.2 FAL-BGS	10
2.3 WSL	11
2.4 KA-BRD, Référentiel und FAO-Klassifikation	12
2.5 Übersetzungsschlüssel	12
2.6 Zusammenfassung und Folgerungen	12
3 Bestandesaufnahme der Bodenprofile	14
3.1 Übersicht über den Gesamtbestand	14
3.2 FAL	15
3.2.1 Profilblattformulare und Datenschlüssel	15
3.2.2 Kartierungen	17
3.3 WSL	18
3.4 Hochschulen	18
3.5 Kantonale Archive	18
3.6 Zusammenfassung und Folgerungen	19
Teil B: Rahmenbedingungen	21
4 Fachliche Anforderungen an Bodendaten	21
4.1 Raumbezug.....	21
4.2 Aktualität.....	21
4.3 Homogenität.....	22

4.4	Vollständigkeit.....	22
4.5	Datenqualität.....	22
4.6	Zusammenfassung und Folgerungen.....	23
5	Anforderungen an ein Bodeninformationssystem.....	23
5.1	Datenerhebung und –eingabe.....	23
5.2	Datenverwaltung und –pflege.....	24
5.3	Auswertungen und Präsentation.....	24
5.4	Marketing.....	24
5.5	Zusammenfassung und Folgerungen.....	24
	Teil C: Lösungskonzepte.....	26
6	Erschliessung des Bestandes.....	26
6.1	Nachweis der Profile.....	26
6.2	Servicestelle.....	27
6.3	FAL-Datenbank.....	27
7	Übernahme und Aufbereitung der Profile.....	27
7.1	Grundsatz.....	27
7.2	Abgabebedingungen.....	27
7.3	Prioritäten und Arbeitsplanung.....	28
7.4	Anforderungen an die Sachbearbeiter.....	28
7.5	Arbeitsgrundlagen.....	29
7.6	Vorgehen beim Aufarbeiten der Profile.....	29
7.7	Qualitätsprüfung.....	30
7.7.1	Lagegenauigkeit.....	30
7.7.2	Richtigkeit (Plausibilitätstests).....	30
7.7.3	Arbeitsdokumentation.....	31
7.8	Schätzung des Aufwands.....	32
8	Datenmodell Profildatensatz "Standard".....	34
8.1	Entwurf eines Datenmodells "BI-CH".....	34
8.2	Datengruppen.....	34
9	Handlungsbedarf.....	36
	Anhang 1: Literatur.....	37
	Anhang 2: Verzeichnis der Tabellen.....	38

Auftrag

- Auftraggeber: Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz BGS-SSP
- Finanzierung: BUWAL, Abteilung Ökonomie und Forschung sowie Sektion Boden und allgemeine Biologie
- Auftrag: Ausarbeiten eines Konzeptes zur gesicherten Archivierung von Bodendaten. Im Zentrum steht die Sicherung und das Verfügbarmachen der zahlreichen Bodendaten. Damit sollen Grundlagen für Teilprojekt 2 "Metadaten" und Teilprojekt 5 "Datenmodell Detailbodenkartierung" zur Verfügung stehen.
- Auftragserteilung: Mit Schreiben vom 27. Mai 2003
- Projektleitung: Dr. Marianne Knecht
- Auftragnehmer: Adalbert Pazeller, dipl. Ing.-Agr. ETH
Andreas Ruef, dipl. Forsting. ETH
Milan Petrasek, dipl. Agro-Ing. HTL

Dank

Bei der Bearbeitung dieses Berichtes mussten sehr viele Informationen zusammengetragen werden, und besonders für den Konzeptteil haben uns zahlreiche informelle Diskussionen wertvolle Hinweise geliefert. Für ihre Unterstützung möchten wir uns deshalb bei Jean-Michel Gobat, Michel Gratier, Tom Klingl, Alex Lehmann, Peter Lüscher und Jakob Nievergelt ganz besonders bedanken.

Für den eiligen Leser

Diese Studie zeigt Möglichkeiten und Wege auf, um den Bestand an Profilbeschreibungen von Böden der Schweiz zu sichern und zu erschliessen. Damit steht eine Grundlage zur Verfügung, um diese Dokumente in ein Bodeninformationssystem aufzunehmen und so für alle interessierten Anwender verfügbar zu machen.

Abgesehen vom einleitenden Kapitel 1 ist die Studie in drei Teile gegliedert: **Bestandesaufnahme, Rahmenbedingungen** und **Lösungskonzepte**.

- Kapitel 1: **Ausgangslage und Ziel der Studie:** Erläutert den Anlass und das Umfeld der Arbeiten. Die zwei wichtigsten Ziele sind: 1.) die Bodendaten allen daran interessierten Kreisen als Arbeitgrundlage zur Verfügung zu stellen und 2.) Eine einheitliche Umweltbeobachtung auf Bundesebene zu ermöglichen.

Teil A: Bestandesaufnahme

- Kapitel 2: **Bodenkundliche Klassifikationssysteme** Gibt eine Übersicht über die fünf in der Schweiz verwendeten Klassifikationssysteme: FAL-BGS, FAO, WSL, deutsche Kartieranleitung und Référéntiel.
- Kapitel 3: **Bestandesaufnahme der Bodenprofile:** Der Bestand an Profilen wird nach Klassifikationssystem und nach Institut aufgeschlüsselt. Die Erhebung beschränkte sich auf die wichtigsten Institute und einige kantonale Bodenschutzfachstellen. Die wichtigsten Ergebnisse sind: Der Gesamtbestand an Profilen beträgt rund 19'200, wovon zirka 2/3 im Archiv der FAL aufbewahrt sind. Ungefähr 1/3 der Profile basieren auf der gegenwärtigen Kartieranleitung nach FAL-BGS und sind demzufolge mit relativ geringem Aufwand zu bearbeiten.

Teil B: Rahmenbedingungen

- Kapitel 4: **Fachliche Anforderungen an Bodendaten:** Hier werden Anforderungen formuliert, die an Bodendaten zu stellen sind. Dies bedeutet, dass die Profile hinsichtlich ihrer Lokalisierbarkeit (Koordinaten), Aktualität, Vollständigkeit, Homogenität und Qualität zu überprüfen sind. Aus diesen Anforderungen ergibt sich die Notwendigkeit, die Profile aufzuarbeiten, wo notwendig zu ergänzen und in das aktuelle Klassifikationssystem zu übersetzen.
- Kapitel 5: **Anforderungen an ein Bodeninformationssystem:** In diesem Kapitel werden Ideen aus dem Leitfaden Bodenkartierung (Teilprojekt 3) aufgenommen und Konsequenzen für das Datenmodell und ein Bodeninformationssystem abgeleitet. Kerngedanke ist, dass ein Bodeninformationssystem die Bedürfnisse des Marktes zu berücksichtigen hat. Weitere Informationen zu den Bedürfnissen der Benutzer sind in Teilprojekt 3 zu finden. Das Datenmodell ist in Teilprojekt 5 beschrieben.

Teil C: Lösungskonzepte

- Kapitel 6: **Erschliessung des Bestandes:** hier wird eine Dienstleistungsstelle vorgeschlagen, um die Profile allgemein in Form von Kopien oder Bilddateien zugänglich zu machen. Kern des Systems ist eine Metadatenbank aller Profile.
- Kapitel 7: **Übernahme und Aufbereitung der Profile:** Die wesentlichen Bedingungen für die Aufbereitung der Profile zur Eingabe in ein Informationssystem werden dargestellt und die Arbeitsmethoden skizziert. Qualitätskriterien und Tests werden diskutiert.
- Kapitel 8: **Datenmodell:** hier werden die bodenkundlichen Grundlagen für ein Datenmodell vorgestellt. Im Zentrum steht ein neu zu formulierender Datenschlüssel BI-CH, der eine Erweiterung des bestehenden Datenschlüssels 6 nach FAL darstellt. Das Datenmodell selbst ist im Bericht Datenmodell BICH (Teilprojekt 5) ausführlich dargestellt.

Glossar und Kurzbezeichnungen

Profil	Mit der Bezeichnung Profil ist im Folgenden der Einfachheit halber die Beschreibung eines Bodenprofils auf einem Profilblattformular zu verstehen. Das Profil kann dabei an einer Profilgrube oder aber auch mit Hilfe einer Sondierbohrung aufgenommen werden. Ein Profil entspricht also in der Regel einem ein- oder beidseitig mit Daten beschriebenen Blatt im Format A4.
Kurzaufnahme	Eine Kurzaufnahme ist eine stark vereinfachte Profilbeschreibung mit geringer Aufnahmeintensität anhand einer Bohrung. Beispielsweise werden dabei für die Feinerdekörnung nur Klassen und nicht Prozentwerte angegeben. Die Horizontierung sollte jedoch immer angegeben sein. Auf einem Formular (A4-Blatt) sind in der Regel vier bis zwölf Kurzaufnahmen eingetragen.
Bohrprotokoll	Beschreibung einer Bohrung. In der Regel wird dabei die Horizontierung nicht detailliert, sondern lediglich als Ober- und Unterboden angegeben. Bohrprotokolle werden in einfache Tabellen eingetragen.
Übersetzen	Beim Übersetzen wird der Inhalt eines Profils in eine andere Klassifikationssprache übersetzt. Zum Verständnis des Vorganges ist die Analogie zur Übersetzung natürlicher Sprachen hilfreich. Die Übersetzung ist somit auch nicht automatisierbar. Bedingung für eine fehlerfreie Übersetzung, ohne den Inhalt zu verändern, ist immer ein Erkennen des bodenkundlichen Kontextes durch die Bearbeitenden. Beim Übersetzen bleibt der Inhalt unverändert.
Ergänzen	Fehlende Angaben zur Klassifikation oder Standort eines Profils können nachträglich ergänzt werden, wenn sie bei der Erstaufnahme nicht eingetragen wurden. Diese Ergänzungen sind in den meisten Fällen aus anderen Informationsquellen möglich, z.B. aus den Projektunterlagen oder aus thematischen Karten. Der Datensatz wird dabei erweitert; der Inhalt hingegen nicht verändert, sondern nur präzisiert. Basisdaten (Messwerte) können nicht ergänzt werden.
Aktualisieren	Das Aktualisieren ist vom Übersetzen und Ergänzen zu unterscheiden. Wenn ein Profil nicht mehr den aktuellen Bodenzustand wiedergibt, weil seit seiner Aufnahme der Boden durch Entwässerung, Überbauung etc wesentlich verändert wurde, zeigt es einen früheren Bodenzustand und hat nur noch einen historischen Wert. Es könnte dann theoretisch mit einer Neuaufnahme aktualisiert werden, wobei allerdings der Inhalt grundlegend verändert bzw. ein neues Profil geschaffen wird.
ELVA	Eidg. Landwirtschaftliche Versuchsanstalt Zürich-Oerlikon (später FAP)
FAP	Eidg. Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau Zürich-Reckenholz, (später FAL)

FAL	Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Pflanzenbau Zürich-Reckenholz, FAL
WSL	Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf ZH
KA	Kartieranleitung
M	Massstab (in 1:1000er)
BK25	Bodenkarte der Schweiz, 1:25'000
BEK200	Bodeneignungskarte der Schweiz, 1:200'000

1 Ausgangslage und Ziel der Studie

1.1 Ausgangslage

1.1.1 Informationsgehalt von Bodenprofilen

Im Zentrum jeder bodenkundlichen Arbeit steht die Arbeit am Bodenprofil. Darunter ist die Beschreibung eines Aufschlusses zu verstehen, der in den meisten Fällen in einem genormten Aufnahmeformular, dem Bodenprofilblatt, dokumentiert wird. In der Schweiz stehen heute schätzungsweise 19'000 solcher Bodenprofilbeschreibungen ("Profile") zur Verfügung. Diese Profile wurden in den meisten Fällen nicht publiziert, sind aber für weitere bodenkundliche Arbeiten von sehr grossem Wert.

Bodenprofile wurden in der Vergangenheit in der Regel im Rahmen von Bodenkartierungen aufgenommen. Der Fokus der Kartierungen lag auf der landwirtschaftlichen Nutzung der Böden, Waldbodenkarten wurden in geringerer Masse erstellt. Es stand immer die Anwendung der Karten in der landwirtschaftlichen Beratung und im Meliorationswesen im Vordergrund. Die grossen Themen waren Bodenwert, Nutzungseignung und Gewässerschutz in der Landwirtschaft.

In der angewandten Bodenkunde zeichnet sich heute eine Veränderung ab, indem neben den klassischen Themen, die nach wie vor ihre Berechtigung haben, neue Bedürfnisse und damit auch neue Anwendungen von Bodenkarten auftauchen. Hier ist in erster Linie der Bodenschutz zu nennen. Der Bodenschutz, also der Schutz einer wichtigen Umweltressource, ist heute ein existentielles Anliegen. Die aktuellen Themen sind der chemische und physikalische Bodenschutz sowie auch der quantitative Bodenschutz. Karten werden also vermehrt auch von der Bauwirtschaft, der Raumplanung und der Wasserwirtschaft gebraucht.

Wer heute spezielle Fragen zum Zustand oder auch zur Veränderung von Böden hat, muss auf die Informationen an den Bodenprofilen zurückgreifen können. Nur so ist es möglich, spezifische Fragen ausreichend zu beantworten. Es ist also wichtig, dass die in den vergangenen 50 Jahren erhobenen Bodenprofile weiterhin zur Verfügung stehen und genutzt werden können.

1.1.2 Heutige Situation

Die heutige Situation wird vor allem bezüglich der Zugänglichkeit von Bodendaten als unbefriedigend empfunden, und es wurden verschiedentlich Vorschläge gemacht, wie sie zu verbessern sei. Die wichtigsten Probleme, die eine rationelle Nutzung der Profile verhindern, seien hier kurz aufgezählt:

Fehlender
Nachweis

Bei bodenkundlichen Arbeiten in einem bestimmten Gebiet fehlt in der Regel die Information, dass evtl. bereits Profildaten aus älteren Kartierungen vorhanden sind. Diese Profile sind zwar in Feldkarten und/oder mit Landeskoordinaten lokalisiert, jedoch nicht in Übersichtskarten verzeichnet. Die Suche nach Profilen für ein bestimmtes Gebiet kann daher sehr aufwendig sein.

Dezentral archiviert	Die Profile sind dezentral in den Archiven verschiedener Institute und Amtsstellen aufbewahrt und nicht in einem zentralen Katalog nachgewiesen. Die Bezugsquellen sind wenig bekannt. Die Profile stehen also für laufende Arbeiten nicht zur Verfügung oder sind nur sehr umständlich zu beschaffen.
Klassifikation uneinheitlich	Die Profile sind nach unterschiedlichen Kartieranleitungen und Klassifikationssystemen codiert, so dass sie nur mit Kenntnis der entsprechenden Terminologie gelesen werden können. Schwierigkeiten ergeben sich besonders bei älteren Dokumenten.
Recherchen erschwert	Die Profile sind inhaltlich nicht mit Stichworten erschlossen. Recherchen nach bestimmten bodenkundlichen Themen (und nicht nach Gebiet) sind daher ohne profunde Kenntnis der Projekte der verschiedenen Institute kaum möglich.

1.2 Ziel des Teilprojektes 1

Das Ziel des Gesamtprojektes Bodeninformation Schweiz BI-CH ist das Aufarbeiten der Bodendaten Schweiz im umfassenden Sinn. Es geht darum, bereits erhobene (und auch bezahlte) Daten zu sichern und für weitere Arbeiten und Verwendungszwecke allen interessierten Kreisen zur Verfügung zu stellen. Davon profitieren in erster Linie die Behörden, d.h. die kantonalen Ämter und Fachstellen, die mit Aufgaben wie Bodenschutz, Gewässerschutz, Raumplanung, Land- und Forstwirtschaft betraut sind. Weiter stehen damit auch Daten zur Bodenbeobachtung auf Bundesebene zur Verfügung. Damit können Aufgaben, die aus dem Umweltschutzgesetz, aber auch aus anderen Gesetzeswerken des Bundes (Raumplanung, Gewässerschutz etc.) erwachsen, kompetenter erfüllt werden.

Diese Studie soll Möglichkeiten und Wege aufzeigen, um den Bestand an Bodenprofilen zu sichern und zu erschliessen, und ihn für zukünftige Generationen nutzbar machen. Die Studie baut dabei auf früheren Arbeiten verschiedener Autoren auf. Die entsprechenden Publikationen und internen Berichte sind im Anhang zitiert. Gemeinsame Zielrichtung nahezu aller Publikationen ist das Verfügbarmachen der zahlreichen bodenkundlichen Dokumente, die in verschiedenen Archiven ungenutzt liegen.

Um die Daten nutzbar zu machen, fehlt zur Zeit ein Konzept. Deshalb werden Wege aufgezeigt, wie der Datenbestand über einen zentralen Katalog zu erschliessen ist.

Das Teilprojekt 1 liefert also Informationen über den Bestand an Bodenprofilbeschreibungen und die massgebenden, bodenkundlichen Klassifikationssysteme. Anhand dieser Grundlagen und weiterer Überlegungen wird ein Konzept vorgestellt, um die Profilbeschreibungen aufzuarbeiten und für die Eingabe in ein Bodeninformationssystem aufzubereiten. Dazu werden die nötigen Arbeitsschritte und Randbedingungen entworfen. Weiter wird ein Konzept für ein Datenmodell entwickelt.

Es kann allerdings nicht das Ziel der Arbeiten sein, alle Profile in eine Datenbank aufzunehmen. Im Sinne einer möglichst günstigen Kosten-Nutzen-Relation wird man sich auf

die Profile beschränken, welche mit vertretbarem Aufwand aufbereitet werden können. Gemessen an den heute vorliegenden Informationen sind somit ungefähr 75% der Profile in eine Datenbank aufzunehmen.

Teil A: Bestandesaufnahme

2 Bodenkundliche Klassifikationssysteme und Kartieranleitungen

2.1 Übersicht

In der Schweiz gelangten in der Vergangenheit im Wesentlichen fünf verschiedene bodenkundliche Klassifikationssysteme zur Anwendung: FAL-BGS, FAO, Kartieranleitung der Geologischen Landesämter der Bundesrepublik Deutschland (KA-BRD) und CPCS / Référentiel pédologique (CPCS/Réf.).

Vereinfacht können nach den führenden Instituten vier "Schulen" unterschieden werden:

FAL-BGS	In der Schweiz das bedeutendste bzw. am meisten angewandte Klassifikationssystem, in älteren Versionen wurde noch mit der FAO-Nomenklatur gearbeitet. Das System ist in mehreren Publikationen dokumentiert. [5, 9].
WSL	Das WSL-System stellt eine Mischform aus dem FAL-BGS System und der deutschen Kartieranleitung dar. Es wurde von Felix Richard und Mitarbeitern entwickelt und arbeitet bei den Horizontbezeichnungen mit der Nomenklatur der deutschen KA. Dieses System wurde ausschliesslich zur Waldbodenbeurteilung verwendet.
KA-BRD	Klassifikationssystem nach der bodenkundlichen Kartieranleitung der Geologischen Landesämter der Bundesrepublik Deutschland [6a], respektive der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft [6b]. Dieses System wurde vorwiegend an den Universitäten Basel und zum Teil auch Zürich verwendet.
CPCS/Réf.	Die CPCS-Nomenklatur [10] und später auch das Référentiel pédologique [11] werden vorwiegend an den französischsprachigen Hochschulen in der Schweiz verwendet.

Weitere Klassifikationssysteme und Nomenklaturen sind uns nicht bekannt oder spielen höchstens eine untergeordnete Rolle.

2.2 FAL-BGS

Das Klassifikationssystem von FAL und BGS (1992, 2002) und die sich darauf stützende Kartieranleitung der FAL (1997) sind die heute in der Schweiz am meisten verwendeten Grundlagen. Ausgehend von früheren Arbeiten von Pallmann an der ETH wurden sie von Frei und Mitarbeitern ab den 50-er-Jahren an den der ELVA (später FAP, dann FAL) kontinuierlich entwickelt und ausgebaut. Seine Verbreitung ist auf die intensive Kartiertätigkeit der FAL in den Jahren 1965 bis 1995 und auf die Publikation der Kartieranleitung 1997 [9] zurückzuführen.

Frühere Kartieranleitungen [2, 3, 4] hingegen wurden nicht publiziert und standen nur als interne Methodenhandbücher zur Verfügung. Sie sind nur unvollständig erhalten.

Tabelle 1: ELVA/FAP/FAL-Kartieranleitungen und Klassifikationssysteme

<i>Jahr</i>	<i>Dokument</i>	<i>publiziert</i>
1963	Frei und Juhasz: Beitrag zur Methodik der Bodenkartierung	Schweiz. landwirtschaftliche Forschung
1970	Richtlinien zur Bodenbeurteilung und Bodenkartierung ¹	(FAP intern)
1978	Frei und Mitarbeiter: Anleitung zur Bodenkartierung	(FAP intern)
1985ff	Anleitung zur Bodenkartierung ²	(FAP intern)
1992	Klassifikation der Böden der Schweiz	BGS/FAP
1996	Handbuch Waldbodenkartierung,	FAP/BUWAL
1996	MANUEL Cartographie des sols forestiers	FAP/BUWAL
1997	Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden ³	Schriftenreihe der FAL Nr. 24
2002	Klassifikation der Böden der Schweiz, 2. korrigierte Auflage	http://www.sar.admin.ch/fal/docu

Die KA 1997 ist weiterhin gültig und allgemein verbreitet. Die FAP-interne KA 1985 bildet die Basis für die KA 1997; die Unterschiede sind relativ geringfügig, so dass für die Auswertung des Bestandes an Profilen im nächsten Kapitel beide KA zusammengefasst werden können.

Das FAL-BGS-System ist sehr gut dokumentiert. Die älteren Kartieranleitungen sind jedoch nur FAL-interne Dokumente, die für den weiteren Gebrauch zuerst erschlossen werden müssen.

2.3 WSL

An der WSL sowie an der früheren Professur für Bodenphysik der ETH Zürich wurden seit den 70er Jahren vor allem Waldbodenprofile dokumentiert. Über lange Zeit war ein Aufnahmeprotokoll in Gebrauch, das die gängigen Bodenparameter wohl festhielt, aber kaum quantifizierte (System mit ankreuzen). Seit 1990 existiert ein neues Aufnahmeprotokoll; dieses wird sowohl an der WSL als auch im inzwischen entstandenen Institut für Terrestrische Ökologie angewendet. An der WSL wurden die älteren Aufnahmen in der Zwischenzeit mehrheitlich auf das neue Datenblatt umgeschrieben. Für die Aufnahme der Bodenprofile gemäss neuem Profilblatt existiert eine Anleitung. Im Rahmen der

¹ Vermutlich nur unvollständig erhalten

² Ordner, wurde laufend nachgeführt.

³ Gegenwärtig gültige Kartieranleitung, FAL-intern bereits seit 1995 in Anwendung.

langfristigen Waldökosystemforschung wurde für die Ersterhebung der Flächen (1994 -1999) eine weitere bodenkundliche Aufnahmeanleitung entwickelt.

2.4 KA-BRD, Référéntiel und FAO-Klassifikation

Die deutsche bodenkundliche Kartieranleitung, das französische Référéntiel und die FAO-Klassifikation unterscheiden sich grundsätzlich vom Schweizer System. Und zwar bestehen sowohl in den Methoden als auch in der Terminologie Unterschiede. Dies macht eine Übersetzung der betreffenden Profile schwierig. Übersetzungshilfen sind uns keine bekannt.

Weiter ist zu bedenken, dass die jeweiligen Labormethoden zur Untersuchung der Bodenproben von den in der Schweiz üblichen Methoden der Eidg. Forschungsanstalten verschieden sein können. Dies betrifft in erster Linie die Kerndaten in den Horizonten, also z. B. die Messwerte für Ton- und Schluffgehalte. Diese Werte sind prinzipiell nicht übersetzbar. Es ist daher noch zu überprüfen, ob die Messwerte allenfalls übernommen werden können, falls die Abweichungen unwesentlich sein sollten.

2.5 Übersetzungsschlüssel

Unseres Wissens existieren bis heute lediglich zwei allgemein verwendbare und ein spezieller (projektspezifischer) Übersetzungsschlüssel:

- Vergleichende Darstellung verschiedener Bodenparameter im Projekthandbuch Teil VI 'Aufarbeitung alter Bodendaten' des Kantons Solothurn. (Berücksichtigt Profilblattversionen der FAL mit Datenschlüssel 1 bis 6 bzw. KA 1978 bis KA 1997), basierend auf: 'Konzept zur Aufarbeitung alter Bodendaten und deren Integration ins IS-Boden', Bodenkartierung Kanton Solothurn. [18]
- Umsetzungsschlüssel für die Wald-Leitprofile im Kanton Thurgau [20].
- Spezieller Übersetzungsschlüssel für die Bodeneinheiten der Bodenkarte Bischofszell (M1:25'000, nicht publiziert), zusammengestellt für das Pilotprojekt zur Bodenübersichtskarte des Kantons Thurgau [19].

An der FAL dürften ausserdem bei den Akten zu den Übersichtskartierungen (BK 25) und zum Projekt der Bodenkarte des Kantons Zürich noch einige projektspezifische Schlüssel erhalten sein. Bei diesen Projekten wurden zahlreiche ältere Bodenkarten inkl. Profile aufgearbeitet und integriert.

2.6 Zusammenfassung und Folgerungen

Entscheid für System

FAL-BGS Hinsichtlich der erwünschten Homogenität des Datenbestandes ist die Tatsache, dass in der schweizerischen Bodenkunde mit verschiedenen Klassifikationssystemen gearbeitet wurde (und immer noch wird), ein erhebliches Problem. Es gilt, hier einen gemeinsamen Nenner für den gesamten Datenbestand und auch für zukünftige Arbeiten zu finden.

Hier ist ein pragmatischer Entscheid zu Gunsten des in der Schweiz am weitesten verbreiteten und mit der KA 1997 sehr gut dokumentierten FAL-BGS-Systems nahe liegend.

- Arbeitshilfen Alte Kartieranleitungen der FAL sind nur als interne Anleitungen und teilweise in Loseblattform erhalten. Um die alten Profile lesen zu können, müssen diese Kartieranleitungen erschlossen und zur Verfügung gestellt werden. Es braucht eine synoptische Darstellung der Klassifikationssysteme, Übersetzungsschlüssel und Entscheidungshilfen für Bearbeiter von Bodenprofilen. Diese Handbücher zum Aufarbeiten der Profile sollten auch Vergleichsbilder zur Identifikation der Profilblattversionen enthalten
- Übersetzung Das Aufarbeiten der Profile, die auf anderen als den FAP- bzw. FAL-Kartieranleitungen beruhen, wird einige Schwierigkeiten bereiten. Wir betrachten dieses Problem jedoch als lösbar, da Profile grundsätzlich in ein anderes Klassifikationssystem übersetzbar sind, solange sie in einem bestimmten, bodengenetischen Kontext betrachtet werden. Voraussetzung sind die entsprechenden Arbeitshilfen.

3 Bestandesaufnahme der Bodenprofile

3.1 Übersicht über den Gesamtbestand

Die folgende Bestandesaufnahme beruht vorwiegend auf mündlichen Umfragen bei den wichtigsten Instituten bzw. Schlüsselpersonen. Gefragt wurde nach der geschätzten Anzahl Profile, dem Zeitraum und der verwendeten Methode bzw. Klassifikation. Für die Profile der FAL stand ein internes Verzeichnis zur Verfügung.

Die angegebenen Werte sind also lediglich Schätzwerte, die einen Anhaltspunkt über den Gesamtbestand geben sollen. Die Zusammenstellung sagt nichts über die Qualität der Profile und ihre weitere Verwendbarkeit aus.

Tabelle 2: Übersicht der Profile nach Aufbewahrungsort (Institut oder Amt)

<i>Institut</i>	<i>Anzahl</i>	<i>in %</i>
FAL	13'300	69%
WSL	2'000	10%
Hochschulen+FH	2'250	12%
Kantone	1'650	9%
Total	19'200	100%

Tabelle 3: Übersicht der Profile nach Klassifikationssystem

<i>Klassifikationssystem</i>	<i>Anzahl</i>	<i>in %</i>	<i>vermutl. Aufwand</i>
FAP 85 und FAL 97 ⁴	7'150	37%	sehr gering
FAP 78	4'000	21%	gering
FAP/FAO 70	3'000	16%	mittel
FAP/FAO 63	900	5%	gross
FAP/FAL div. ⁵	1'000	5%	gering - mittel
WSL	2'000	10%	mittel
KA-BRD	500	3%	gross
CPCS/Référentiel	650	3%	gross
Total	19'200	100%	

Der vermutliche Aufwand zur Aufbereitung und Übersetzung der Profile in Datenschlüssel 6 dient vorerst zur Grobtriage.

⁴ FAP 85 und FAL 97 sind sehr ähnlich und um die Auswertung zu vereinfachen, zu einer Gruppe zusammengefasst

⁵ Gruppe von Profilen aus nicht näher identifizierten, kleineren Projekten und Gutachten

3.2 FAL

3.2.1 Profilblattformulare und Datenschlüssel

Bei der Beschreibung eines Bodenprofils im Feld werden die Beobachtungen gemäss dem Klassifikationssystem bzw. der Kartieranleitung in ein Profilformular eingetragen, teilweise als Kürzel und ab 1968 in codierter Form, um eine automatische Auswertung zu erleichtern. Diese Kürzel und Codes wurden von der FAP/FAL in Etappen weiter entwickelt. Ab 1982 sind die Profilformular-Versionen mit einer Datenschlüssel-Nummer gekennzeichnet. Entsprechende Datenbanken und Programme existieren jedoch nicht.

Im Zeitraum von 1951 bis 1996 wurden zur Dokumentation der Bodenprofile mindestens 16 verschiedene Versionen der Profilformulare verwendet. Diese Versionen unterscheiden sich jeweils im formalen Aufbau und teilweise in der darin angewandten Klassifikation. Die Formulare sind meist undatiert, ihre Identifikation ist also nur mit einer Mustersammlung mit Vergleichsbildern einwandfrei möglich. Manchmal wurden im gleichen Zeitraum zudem mehrere Versionen verwendet.

Die Datierung der Versionen in der Zusammenstellung erfolgte nach dem jeweils ältesten Datum einer Profilaufnahme. Das vermutlich älteste Profilblatt stammt aus dem Jahre 1947.

Tabelle 4: Versionen des Profilformulares (unvollständig)

Jahr	DS ⁶	Rückseite mit Daten	Bemerkungen	Kartieranleitung
1947		ja		
1951		ja	Querformat	
1958		ja	Querformat	
1963		ja		1963
1966		ja	Querformat	
1967		ja		
1968		ja		
1969		ja		
1971		ja		1970
1976		ja		
1979		ja		1978
1982	1	nein		
1982	2	nein	D1 und D2 sind ähnlich	
1985	3	nein		1985
1989	4	nein		
1990	5	nein	D4 und D5 sind ähnlich	
1994	6	nein	gültige Version, in 2 Aufl. gedruckt	1997

⁶ Datenschlüssel

Die Datenschlüssel 3 bis 5 entsprechen der KA 1985, Datenschlüssel 6 der KA 1997; sie können aufgrund ihrer Ähnlichkeit für die Auswertung der Profile zu einer Gruppe der neuesten und am leichtesten zu bearbeitenden Profile zusammenfasst werden.

Die folgende Tabelle zeigt eine Zusammenstellung der Profilblattversionen mit den wichtigsten Änderungen im Klassifikationssystem aus Bodenkartierungen des Kantons Solothurn.

Tabelle 5: Entwicklung der Profilblattformulare und Datenschlüssel⁷

Formular/DS	FAO	1976	1978	1979	1	3	5	6
Kartieranleitung	1963/70		1978			1985		1997
ausgewählte Kriterien								
Bodentypen	FAO-Terminolog.	Version 1	Version 1	Version 1	Version 2	Version 2	Version 2	Version 2
Untertypen	FAO-Terminolog.	Version 1	z.T. FAO-Terminolog.	z.T. FAO-Terminolog.	Version 1	Version 2	Version 3	Version 4
Skelettklassen	-	2 Felder	Version 2	Version 3	10 Klassen	10 Klassen	10 Klassen	10 Klassen
Körnungs-klassen		10 Klassen	10 Klassen	10 Klassen	10 Klassen	10 Klassen	10 Klassen	13 Klassen
Feinerde-fraktionen	Ton, Silt, Staub, Sand	Ton, Silt, Sand	Ton, Silt, Sand	Ton, Silt, Sand	Ton, Schluff, Sand	Ton, Schluff, Sand	Ton, Schluff, Sand	Ton, Schluff, Sand
Geländeformen		Neigung, Welligkeit	Neigung, Welligkeit	Neigung, Welligkeit	Neigungsstufen	Neigungsstufen	Geländeformen	Geländeformen
Wasserhaushalt sgruppen							vorhanden	vorhanden
Gründigkeit		7 Klassen, alte Terminologie	7 Klassen, neue Terminologie	7 Klassen	7 Klassen	7 Klassen	7 Klassen	7 Klassen
Gefüge							Grösse numerisch	Grösse numerisch
Verschiedenes						Eiszeiten, Kleinrelief, etc.		



wichtigste Änderungen,

Version 1, 2 etc.

Hinweis auf wesentliche Änderungen, ohne sie hier genauer zu bezeichnen. Die zu erarbeitenden Übersetzungsschlüssel werden die Unterschiede zum Ausdruck bringen.

⁷ Quelle: Konzept zur Aufarbeitung alter Bodendaten und deren Integration ins IS-Boden, Bodenkartierung Kanton Solothurn [18], leicht modifiziert

Ein Vergleich aller Profilblattversionen zeigt, dass sie im Aufbau zwar recht unterschiedlich sind, jedoch im Inhalt viele Gemeinsamkeiten aufweisen. In allen Profilformularen wurden also ungefähr dieselben Datenpositionen aufgenommen, allerdings nach verschiedenen Klassifikationssystemen. Die neueste und derzeit gültige Version ist der Datenschlüssel 6 (ab 1994 verwendet).

Für die Kurzaufnahmen wurden verschiedene, nicht näher klassifizierte Formulare verwendet. Gelegentlich sind auch Kurzaufnahmen auf gewöhnlichen Profilblättern zu finden.

3.2.2 Kartierungen

Detailkartierungen

Die meisten Profilaufnahmen wurden im Rahmen von Detailkartierungen von ca. 1960 bis 1995 durchgeführt. Die Bodenkarten liegen in den Massstäben M5 oder M10 vor. Bei Gutachten und Projekten mit Bodenbewertung wurde in der Regel auf Feldkarten M0.5, M1 oder M2 gearbeitet. Diese Karten wurden im gleichen Massstab als Bodenpunktzahlkarte, nebst der Bodenkarte M5 oder M10, an die Auftraggeber abgegeben. In den Berichten wurden meistens nur die wichtigen Leitprofile publiziert.

Übersichtskartierungen

Übersichtskartierungen M25 bis M300 wurden von ca. 1970 bis 1997 durchgeführt. Dabei sind vor allem drei grössere Projekte in Zusammenhang mit der Übernahme von Profil- und Bohrungsdaten von Bedeutung:

- | | |
|--------|---|
| BK25 | Die Bodenkarte BK25 der Schweiz, publiziert in 14 Blättern in den Jahren 1978 bis 1997. In den Karten und Berichten sind nur die wenigsten Profilbeschreibungen (repräsentative Standardprofile) publiziert. Der grössere Teil der dabei verwendeten Profilbeschreibungen wurde aus den oben erwähnten Detailkartierungen übernommen. |
| BEK200 | Die Bodeneignungskarte BEK200 der Schweiz, publiziert 1980, Feldaufnahmen ab ca. 1975; besonders von Interesse sind hier die zahlreichen Bodenprofile (240) und Kurzaufnahmen von Handbohrungen (4'600). Der Dokumentenbestand wurde in einer BGS-Studie bereits evaluiert [13]. |
| BEK300 | Die Bodeneignungskarte BEK300 der Schweiz, publiziert 1980, Feldaufnahmen ab ca. 1975; von Interesse sind hier ebenfalls die zahlreichen Bodenprofile und Kurzaufnahmen (1 Bundesordner). |

Wesentlich bei den genannten drei Übersichtskartierungen ist der Umstand, dass diese die gesamte Schweiz (BEK200 und BEK300) bzw. eine relativ grosse Fläche (BK25) betreffen. Das bedeutet, dass hier ein Netz von Profilen in einheitlicher und durchgehend guter Qualität mit zahlreichen Laboranalysen über die ganze Schweiz zur Verfügung steht.

3.3 WSL

An der WSL wurden vor allem in Zusammenhang mit Fallstudien, den Stichprobenflächen sowie mit den in verschiedenen Kantonen bereits abgeschlossenen Standortkartierungen Waldbodenprofile beschrieben. Von insgesamt 1300 Standorten wurden ausserdem Bodenproben in einer Pedothek abgelegt. Für die Übernahme dieser Profildaten in eine Datenbank ist mit der WSL die Frage der Datenherrschaft zu klären.

Neben WSL und FAL sind vor allem durch die ETH sowie durch einzelne Kantone Waldprofile beschrieben worden. Gesamtschweizerisch dürften über 3000 Standorte oder ca.15% der Gesamtstandorte im Waldareal liegen.

3.4 Hochschulen

An den verschiedenen Hochschulen und Fachhochschulen dürften ca. 2250 Profile vorhanden sein. Diese Profile sind insofern von besonderem Interesse, als sie meist sehr ausführlich beprobt, analysiert und dokumentiert sind. Allerdings ist zu bedenken, dass sie in der Regel im Rahmen von Diplomen oder Dissertationen und daher nicht immer von erfahrenen Pedologen aufgenommen wurden und die Labors der Hochschulen nicht zertifiziert sind. Bei ca. 10 -15% dieser Profile handelt es sich um Waldstandorte.

Hinsichtlich einer Erschliessung dieser Profile für weitere Arbeiten ist zu bedenken, dass sie, wie uns von verschiedenen Stellen angedeutet wurde, theoretisch zwar vorhanden, aber an den Instituten unter Umständen schwierig zu finden sind. Es existiert nirgends ein zentraler Nachweis dieser Profile.

3.5 Kantonale Archive

Die Bodendaten der Kantone wurden zum überwiegenden Teil im Rahmen von Kartierungen durch die beiden Institute FAL und WSL aufgenommen. Soweit private Firmen mit Bodenuntersuchungen beauftragt wurden, richtete sich deren Arbeitsmethode durchwegs nach den Vorgaben von FAL-BGS, WSL oder in der französischsprachigen Schweiz nach CPCS oder Référentiel. Diese Profile sind in der Regel in den Archiven der einzelnen kantonalen Ämter aufbewahrt.

Zuverlässige Angaben hierzu liegen aus den Kantonen Basel-Landschaft, Freiburg, Solothurn und Zug vor, wo viele Kartierungen durch private Büros durchgeführt wurden.

3.6 Zusammenfassung und Folgerungen

Hauptanteile der Profile und Bearbeitungsgrenzen:

Über zwei Drittel (69%) aller Profile befinden sich im Archiv der FAL und sind dort nach einer Projektnummer abgelegt.

Über ein Drittel (37%) aller Profile ist nach den Kartieranleitungen 1985 oder 1997 aufgenommen und daher mit sehr geringem Aufwand zu bearbeiten.

Ein Entscheid für das FAL-BGS-System mit Datenschlüssel 6 als Grundlage für das Datenmodell ist daher sinnvoll. Damit wird die Bearbeitung eines grossen Teiles des Profilbestandes wesentlich erleichtert.

FAL-Profile	Der Datenbestand der FAL reflektiert die Entwicklung der Bodenkunde in den vergangenen 50 Jahren. Die Profile ab 1970, (ca. 75% aller Profile) sind mit sehr geringem bis mittlerem Aufwand zu übersetzen. Die Bearbeitung älterer Profile der FAP und ELVA (vor 1970, basierend auf Kartieranleitung 1963) empfehlen wir wegen des vermutlich hohen Aufwandes vorerst nicht zu planen.
WSL-Profile	Zur Übersetzbarkeit der WSL-Profile sollten bereits einige Erfahrungen aus Kartierungsprojekten (z.B. Bodenübersichtskarte des Kantons Thurgau) vorliegen. Diese Erfahrungen können in einem Arbeitspapier zusammengestellt und soweit notwendig ergänzt werden. Falls diese Profile mit vertretbarem Aufwand übersetzt werden können, stünden weitere 10% der Profile für die Datenbank zur Verfügung.
Übrige Profile	Das Übersetzen der Profile nach KA-BRD und Référéntiel dürfte sehr arbeitsaufwendig sein und sollte daher vorerst zurückgestellt werden. Geeignete Methoden zur Übersetzung wären jedenfalls vorgängig in einem Testlauf abzuklären, um weitere Entscheidungsgrundlagen zur Verfügung zu haben.
Kurzaufnahmen	Bei den Übersichtskartierungen (BEK200, BEK300, K25) stehen landesweit zahlreiche Kurzaufnahmen zur Verfügung. Das Datenmodell sollte daher so gestaltet sein, dass diese Kurzaufnahmen integriert werden können.

Weitere Massnahmen:

Ergänzungen	Es besteht ein relativ grosser Anteil an Profilen, die nicht vollständig ausgefüllt sind. So konnte häufig festgestellt werden, dass Angaben zur Lage (Koordinaten) oder zur Situation (z.B. Geologie) fehlen. In den meisten Fällen können diese Angaben auch nachträglich mit geringem Aufwand, d.h. ohne zusätzliche Feldaufnahmen, aus den Projektunterlagen hergeleitet und ergänzt werden.
Erschliessen des Bestandes	Ein Drittel der Profile sind nicht an der FAL, sondern an anderen Orten aufbewahrt, teilweise nicht katalogisiert und daher schwer auffindbar. Aussenstehende haben also in der Regel keine Informationen darüber,

dass für ein bestimmtes Untersuchungsgebiet überhaupt Profildaten zur Verfügung stehen. Ausserdem ist in vielen Fällen nicht klar, wo diese erhältlich sind. Dieses Problem wäre mit einer Metadatenbank bzw. einem "Profil-Zentralkatalog" zu lösen.

Servicestelle

An der FAL und auch an anderen Instituten besteht zur Zeit keine eigentliche Anlaufstelle, wo diese Profilblätter eingesehen oder als Kopie (Papier oder digital als Scanfile) bezogen werden könnten. Es braucht daher eine Servicestelle, welche diese Dienstleistungen stellvertretend für die Besitzer von Profilen erbringt (Kopier- und Versandsystem, Leseraum etc.).

Teil B: Rahmenbedingungen

4 Fachliche Anforderungen an Bodendaten

4.1 Raumbezug

Profildaten sind Daten mit einem eindeutigen räumlichen Bezug. Ein Profil bzw. dessen Datensatz in einer Datenbank muss daher in jedem Fall mit einer Lageangabe in Form von Landeskoordinaten versehen sein. Aus praktischen Gründen wurde in der Vergangenheit allerdings häufig darauf verzichtet, die Koordinaten auf dem Profilblatt direkt anzugeben, wobei dann aber die Lage der Profile auf einer Karte vermerkt ist. Bei Koordinatenangaben in den Profilblättern ist zu berücksichtigen, dass diese fast ausschliesslich auf einer TK25 gemessen wurden und daher die Genauigkeit der Lageangabe nicht sehr gross ist. Die Lagegenauigkeit beträgt bestenfalls 25 m, d.h. das Profil liegt mit grosser Wahrscheinlichkeit innerhalb eines Kreises mit dem Radius 25 m (entsprechend 1mm auf der Karte). Ebenfalls ist beim 2x6-stelligen Zifferncode der Koordinaten immer wieder mit Ablese- und Schreibfehlern zu rechnen. Aus diesen Überlegungen heraus dürfte die Lageangabe auf einer Feldkarte immer die genaueste Information darstellen.

Der Einwand, die Lagegenauigkeit sei nicht so wesentlich, da ein Profil ja repräsentativ innerhalb einer in sich mehr oder weniger homogenen Bodeneinheit liegen sollte, ist nicht stichhaltig. Die Grösse einer Bodeneinheit hängt immer vom Kartenmassstab ab, und die Variation der Bodeneigenschaften ist keine konstante Grösse, sondern hängt von den regional unterschiedlichen Bodenbildungsfaktoren ab. Zudem sind auch Profile zu berücksichtigen, die nicht im Rahmen von "normalen" Kartierungen, sondern mit anderem Projekthintergrund aufgenommen wurden, z.B. bei Forschungsprojekten, Trassekartierungen und Rekultivierungen.

Die Anforderungen an die Genauigkeit werden mit den modernen Methoden der Geoinformatik immer grösser, und die Wahrscheinlichkeit nimmt zu, dass zwar qualitativ einwandfreie Beschreibungen von Bodenprofilen wegen ungenauer Lageangaben "am falschen Ort" liegen und dadurch mit den tatsächlichen Gegebenheiten im Gelände nicht mehr übereinstimmen. Solche Profile sind bei zukünftigen Arbeiten wie z.B. Detailkartierungen unbrauchbar.

4.2 Aktualität

Bodendaten in einer Datenbank sollten grundsätzlich den aktuellen Bodenzustand wiedergeben. Beim Aufbereiten der Profile ist daher zu bedenken, dass der Bodenzustand seit der Erstaufnahme verändert sein könnte, etwa durch künstliche Eingriffe wie Überbauung, Entwässerung, Tiefbauarbeiten oder Rohstoffabbau. Besondere Vorsicht ist also bei Profilen geboten, die im Rahmen von Meliorationen oder Bauprojekten aufgenommen wurden. In diesen Fällen ist immer damit zu rechnen, dass der Boden in seinen Eigenschaften verändert wurde und das Profil nicht mehr aktuell ist. Naturereignisse wie Überflutungen und Hangrutschungen können ebenfalls den Bodenzustand wesentlich verändern. Diese Profile können in der Regel nur durch Neuaufnahme im Feld aktualisiert werden.

Nicht mehr aktuelle Profile sind allerdings nicht einfach wertlos, ist doch in diesen Profilen ein ursprünglicher Bodenzustand dokumentiert, der gerade z.B. bei Renaturierungsprojekten oder bei kulturhistorischen Untersuchungen als Anhaltspunkt sehr nützlich sein könnte.

4.3 Homogenität

In einer Datenbank möchte man Daten miteinander vergleichen können. Dies ist allerdings nur zulässig, wenn sie auch tatsächlich vergleichbar sind. Die Daten müssen also nach gleichen Methoden erhoben und klassifiziert sein. Wie oben gezeigt, bestehen Unterschiede in der Ausführung von Bodenkartierungen je nach Zeitraum, Klassifikationssystem, Massstab und evtl. auch Autor. Daraus folgt, dass alle Dokumente vor der Aufnahme in die Datenbank überprüft und in eine einheitliche Klassifikation übersetzt werden müssen.

4.4 Vollständigkeit

Im Datenmodell ist pro Profil ein Satz von obligatorischen Daten vorgesehen, um die Auswertung nach vielen verschiedenen Kriterien zu ermöglichen. Die Durchsicht vieler Kartierungsunterlagen [14, 15, 16, 17] hat hingegen gezeigt, dass Profilblätter oft nicht vollständig ausgefüllt wurden. So fehlen beispielsweise oft Angaben im Klassifikationsteil (z.B. die Körnungsklasse) oder in der Beschreibung des Standorts (z.B. Geologie und Klimazone). Dies ist damit zu erklären, dass viele Angaben jeweils als einheitlich für ein Projekt bzw. ein Kartierungsgebiet angenommen werden konnten. Entsprechende Hinweise sind dann in den jeweiligen Berichten zu finden bzw. lassen sich die fehlenden Angaben auch mit Hilfe von thematischen Karten leicht ergänzen. Die Angaben zur Körnungs- und Skelettgehaltsklasse lassen sich ohne weiteres aus den Analysewerten der Bodenhorizonte rekonstruieren.

Falls allerdings Basisdaten der Bodenhorizonte (z.B. pH-Werte) fehlen, so können diese grundsätzlich nicht hergeleitet oder aus anderen Quellen ergänzt werden. Das Datenmodell sollte darum so aufgebaut sein, dass auch unvollständige Datensätze der Bodenhorizonte aufgenommen werden können.

4.5 Datenqualität

Daten sind der teuerste Teil eines Informationssystems. Daher entsteht angesichts des zu erwartenden Aufwandes bei der Aufbereitung der Dokumente für die Datenbank die Forderung nach einer möglichst langen Lebensdauer der Daten. Die Lebensdauer ergibt sich erfahrungsgemäss aus der Qualität der Daten, bzw. der Genauigkeit der Erhebung und der Vollständigkeit des Datensatzes. Die Erfahrung zeigt, dass besonders die Genauigkeit der Lageangabe auch über die Verwendbarkeit bei zukünftigen Detailkartierungen entscheidet.

In diesem Sinne sollte auch eine Bearbeitungsgrenze bezüglich der Datenqualität der Profile festgelegt werden. Sobald erste Erfahrungen mit dem Übersetzen vorliegen, sollte diese Bearbeitungsgrenze formuliert und in den Handbüchern festgehalten werden.

4.6 Zusammenfassung und Folgerungen

Homogenität	Für die Datenbank muss ein einheitlicher Datenschlüssel (DS6) zur Verfügung stehen, in den die Profile übersetzt werden.
Qualität	Ein Qualitätsziel mit entsprechender Bearbeitungsgrenze sollte formuliert werden. Ungenaue Daten sind soweit möglich zu präzisieren oder zu verwerfen.
Aktualität	Die Aktualität der Profile muss überprüft werden. Falls ein Profil nicht mehr aktuell ist, muss es entsprechend gekennzeichnet werden.
Lageangabe	Profile ohne Koordinatenangabe lassen sich mit Hilfe der Feldkarten nachträglich lokalisieren.
Vollständigkeit	Viele Profile müssen mit einzelnen Angaben vervollständigt werden. Diese Ergänzungen lassen sich aus den Projektunterlagen ableiten.
Dokumentation	Alle Bearbeitungsschritte müssen dokumentiert werden und nachvollziehbar sein.

5 Anforderungen an ein Bodeninformationssystem

Im Bericht zu Teilprojekt 3 "Leitfaden Bodenkartierung" [21] werden 20 potentielle Nachfragegruppen aufgezählt und deren (theoretische) Ansprüche an Bodendaten aufgelistet. Weiter wird davon ausgegangen, dass zumindest einige Nachfrager selbst Bodendaten erheben und somit auch als Anbieter auftreten können. Wir dürfen also nicht nur eine zunehmende Nachfrage, sondern auch in begrenztem Rahmen ein Angebot an Bodendaten erwarten.

5.1 Datenerhebung und –eingabe

Der Betrieb eines Bodeninformationssystems erfordert, dass Daten erhoben bzw. archivierte Dokumente aufbereitet und eingelesen werden. Die Datenerhebung ist bekanntlich der aufwendigste und damit auch teuerste Teil des Systems. Um die nötigen finanziellen Mittel bereitzustellen, sollte das System von möglichst vielen Stellen getragen bzw. mit den Daten ein gewisser Umsatz erzielt werden. Der Nutzen von Bodendaten muss also erkennbar sein und es muss auch eine bestimmte Nachfrage nach Bodendaten bestehen. Die als Projektziel formulierte Sicherung der Bodendaten hängt somit davon ab, wie diese nachgefragt und gebraucht werden.

Die Benutzer des Systems können selbst als Anbieter von Bodendaten auftreten und Daten liefern. Die Dateneingabe ist daher so zu organisieren, dass für die Anbieter ein gewisser

Anreiz besteht oder zumindest kein wesentlicher Aufwand entsteht. Die entsprechenden Mechanismen sind zu beschreiben und zu organisieren. Zudem müssen die Berechtigungen definiert sein.

5.2 Datenverwaltung und –pflege

Der Datenbestand muss regelmässig aktualisiert werden, denn es werden vermutlich immer neue Daten hinzukommen. Bei Mutationen müssen alte Daten unter Umständen aktualisiert werden. Auch hier ist eine enge Zusammenarbeit mit den Benutzern des Systems anzustreben, und es sind die entsprechenden Strukturen zu schaffen.

5.3 Auswertungen und Präsentation

Die meisten Benutzer brauchen im Grunde genommen keine Bodendaten, sondern Auswertungen dieser Daten, die eine Antwort auf das fachspezifische Problem liefern. Ein Informationssystem hat gegenüber einem einfachen Archivbestand den wesentlichen Vorteil, dass die Daten einfach auszuwerten und zu präsentieren sind. Bereits im Datenmodell können häufig verlangte Auswertungen in standardisierter Form vorgesehen werden. Beispiele dafür sind die landwirtschaftliche Eignung oder die Durchlässigkeit des Bodens. Zusätzlich wäre eine Sammlung von Standard-Auswertungsprogrammen nützlich. Bodeninformationssysteme haben eigentliche Programm-Bibliotheken integriert.

Im Dienste der Verständlichkeit sollte die bodenkundliche Fachterminologie in einem Erläuterungsteil übersetzt und erklärt werden. Bei besonderen bodenkundlichen Problemen ist Hilfe durch Pedologen anzubieten bzw. zu vermitteln.

5.4 Marketing

Die meisten potentiellen Anwender sind in vielen Fällen gar nicht darüber informiert, dass Bodendaten zur Verfügung stehen würden und welchen Nutzen sie erbringen könnten. Es braucht daher unbedingt ein Marketing, um die Daten bei möglichst vielen Nachfragegruppen bekannt zu machen und sie über deren Nutzen zu informieren. Eine Metadatenbank ist hier ein hervorragendes Marketinginstrument. Der Nutzen von Bodendaten für die Arbeit der einzelnen Nachfragegruppen muss also ausgewiesen sein und auch kommuniziert werden. Diese Fragestellung wird im Teilprojekt 3 "Leitfaden Bodenkartierung" eingehend behandelt.

5.5 Zusammenfassung und Folgerungen

Es ist davon auszugehen, dass die oben genannten Aufgaben zur Datenerhebung, Speicherung, Verwaltung und Auswertung in der Kompetenz und Verantwortung der Kantone liegen. Daneben fallen jedoch noch weitere Aufgaben an, die gewissermassen einen Rahmen des Systems schaffen bzw. auch dem Marketing zugeordnet werden können. Diese Aufgaben können aus Kostengründen gemeinsam und zentral von einer

interkantonalen Dienststelle erledigt werden. Zu diesen Aufgaben zählen alle Marketingmassnahmen und das zur Verfügung stellen von "Komfortfunktionen". Untenstehend sind einige Beispiele aufgeführt.

- | | |
|------------------|--|
| Information | Die potentiellen Anwender müssen über den Nutzen von Bodendaten informiert werden. |
| Verständlichkeit | Die Fachterminologie muss in einem Erläuterungsteil übersetzt und erklärt werden. |
| Auswertungen | Den Benutzern sind standardisierte Auswertungen bzw. auch Auswertungsprogramme anzubieten. |
| Hilfefunktion | Bei besonderen Problemen ist den Benutzern Hilfe zu vermitteln. |

Teil C: Lösungskonzepte

6 Erschliessung des Bestandes

6.1 Nachweis der Profile

Wie in den vorangehenden Kapiteln gezeigt, besteht ein wichtiges Problem darin, dass keine allgemein zugängliche Information über den Bestand an Profilen zur Verfügung steht. Da das Übersetzen der Profile und das Einrichten einer Datenbank voraussichtlich ein aufwendiger und daher auch länger dauernder Prozess sein wird, schlagen wir im Sinne einer Sofortmassnahme ein System vor, bei dem alle Profile in eine Metadatenbank zentral nachgewiesen werden und zudem in Form einer Kopie (Fotokopie oder Scanfile) erhältlich sind. Diese Metadatenbank ermöglicht gleich wie ein Zentralkatalog der Bibliotheken die Suche über verschiedene Archive.

Der Benutzer von Bodendaten arbeitet in den meisten Fällen in einem bestimmten, räumlich abgegrenzten Gebiet und möchte dazu bodenkundliche Informationen erhalten. Er braucht also eine Übersichtskarte mit der Lage der Profile und den wichtigsten Angaben zu ihrem Inhalt und zur Bezugsquelle.

Wir schlagen vor, diese Metadatenbank in die Datenbank *envirocat* des BUWAL zu integrieren. Die folgende Aufzählung der obligatorischen Datenfelder richtet sich nach dem Handbuch zu *envirocat* [12]:

Titel	Offizieller Titel der Datenerhebung (z.B. Bodenkartierungsprojekt), Datenerhebungstyp (Bodenprofil), Objekt der Datenerhebung (Profilbezeichnung)
Beschreibung	Allgemeine Beschreibung der Analyse- und Darstellungsmethoden (bodenkundliche Klassifikation und Kartieranleitung)
Sprachen	Sprache, in der das Profil dokumentiert ist.
Datum	Datum der Profilaufnahme
Format	Benutzte Software (Bsp.: Excel, Access, Oracle etc.) für die Datenspeicherung oder Beschreibung der Datenstruktur, Vertriebsformat (Kopie, Mikrofilm oder Datensatz)
Kontakt	Person oder Institution, die Informationen zu den beschriebenen Ressourcen geben können, Bezugsquelle
Erste Daten	(entspricht dem Datum)
Räumliche Ausdehnung	Lage des Profils in Landeskoordinaten

6.2 Servicestelle

Die Originale der Profile werden weiterhin dezentral an den verschiedenen Instituten aufbewahrt sein. Die Bearbeitung von Anfragen und die Abgabe von Kopien bedingen einen gewissen Aufwand, der von den Instituten vermutlich nicht getragen werden kann. Die Einrichtung einer zentralen Servicestelle könnte die meisten Aufgaben im Zusammenhang mit der Abgabe von Profilen in Form von Kopien übernehmen. Diese Stelle kann dabei ohne weiteres privatwirtschaftlich organisiert sein.

6.3 FAL-Datenbank

An der FAL läuft zur Zeit ein Pilotprojekt⁸ "Datenbank Boden". Ziele des Projektes sind der Aufbau einer Metadatenbank nach KOGIS-Normen, der Aufbau einer Datenbank "Punktdaten" mit allen digitalisierungswürdigen Informationen zu den FAL-Profilen und einer Datenbank "Flächendaten" mit den digital erfassten Bodenkarten.

Im Endzustand sollten in der Metadatenbank alle FAL-Profile gescannt und die Kopfdaten (Titel und Klassifikation) digital gespeichert sein. Bei den Punkt- und Flächendatenbanken sollen alle Informationen aus den Profilen sowie Boden- und Interpretationskarten digital zur Verfügung stehen.

Dieses Projekt wird mit dem Projekt BI-CH koordiniert

7 Übernahme und Aufbereitung der Profile

7.1 Grundsatz

Profilbeschreibungen sind Beobachtungsprotokolle und damit Originaldokumente, die einen bodenkundlichen Befund wiedergeben. Sie sollten grundsätzlich nicht mit weiteren Eintragungen nachträglich ergänzt oder verändert werden. Ist aus sachlichen Gründen doch eine Modifikation notwendig, so darf nie auf dem Original gearbeitet werden, sondern auf einer Kopie (Papier oder digital) wobei jede Modifikation gekennzeichnet sein soll. Die einzelnen Bearbeitungsschritte sollten ausserdem zumindest projektweise dokumentiert werden.

7.2 Abgabebedingungen

Die rechtlichen Aspekte der Abgabe von Profilen durch die Institute zum Zweck der Aufnahme in eine Datenbank ist zur Zeit noch nicht geregelt. Verhandlungen dazu sollten bereits in der Planungsphase geführt werden. Zu klären sind die folgenden Punkte:

Urheberrecht	Bei den Profilen der FAL liegt das Urheberrecht an den Daten bei unterschiedlichen Stellen. Hier muss unterschieden werden zwischen Daten aus Detailkartierungen, die in der Regel im Auftrag der Kantone oder Genossenschaften erfolgten und Daten aus den Übersichtskartierungen.
--------------	---

⁸ Quelle: Informationspapier "Gesamtbeschreibung der 4 Phasen des FAL-Projektes "Datenbank Boden"; FAL, Sept. 2003

Datenschutz	Mit einer Servicestelle für Profile und Bodendaten stehen Bodendaten weiten Kreisen zur Verfügung. Deshalb sind vorgängig die Anforderungen des Datenschutzes abzuklären. Aus Urheberrecht und Datenschutz ergeben sich bestimmte Bedingungen für den Bezug von Daten. Hierzu wurden bereits durch die IKUB (Informations- und Koordinationsorgan zur Umweltbeobachtung des BUWAL) Vorarbeiten geleistet.
Abgabeform	Die FAL stellt nach bisherigen Erfahrungen Profile, Karten und weitere Projektunterlagen in Form von Kopien oder Scanfiles zur Bearbeitung zur Verfügung. Die Originale werden also nicht ausser Haus gegeben, können aber auf Wunsch eingesehen werden. Dieses Vorgehen hat sich in der Praxis bewährt und kann als Modell von anderen Instituten übernommen werden.

7.3 Prioritäten und Arbeitsplanung

Da künftige Bedürfnisse noch nicht bekannt sind, sollten prinzipiell alle Profile weiter in den Archiven aufbewahrt werden, also auch solche, die nicht mehr aktuell sind. Bei der Planung der Aufbereitung sind dagegen Kosten und Nutzen abzuwägen und eine Bearbeitungsgrenze zu definieren. Für die Aufnahme in eine Datenbank wird man also anhand dieser Grenze eine gewisse Auswahl treffen. Die übrigen Profile bleiben vorerst lediglich archiviert und sind in einer Metadatenbank ("Zentralkatalog") nachgewiesen. Sie stehen im Bedarfsfall in der Originalversion zur Verfügung. Weitere Hinweise zum prinzipiellen Vorgehen sind bereits im Konzept zur Aufbereitung alter Bodendaten des Kantons Solothurn gegeben [18].

Vorerst empfehlen wir, in Etappen zu arbeiten und nur Profile mit ausreichender Qualität und in einer 1. Etappe mit Datum ab 1985, bzw. in einer 2. Etappe ab 1970 zu übersetzen.

1. Etappe: Profile ab 1985, aufgenommen nach KA 1985 und 1997. Diese Gruppe ist mit geringem Aufwand aufzubereiten und zu übersetzen (nur Profile, aufgenommen gemäss KA 1985, resp. vor KA 1997 müssen übersetzt werden), sie umfasst ca. 37% aller Profile.
2. Etappe: Profile ab 1970, aufgenommen nach KA 1970 und 1978. Diese Gruppe ist mit mittlerem Aufwand zu übersetzen und umfasst ebenfalls ca. 37% aller Profile, darunter auch die der Bodeneigungskarte der Schweiz.

Nach der 2. Etappe wären somit zirka 75% aller Profile übersetzt. Über eine weitere Etappe mit den Profilen, die vermutlich nur mit grossem Aufwand zu übersetzen sind, wird am besten später anhand der Erfahrungen aus den ersten beiden Etappen entschieden.

7.4 Anforderungen an die Sachbearbeiter

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass ein Profil nur eindeutig zu beurteilen und zu übersetzen ist, wenn die übersetzende Person den bodenkundlichen Kontext erfassen kann, und bildlich gesprochen, in die lokale Geländesituation "hineinsehen" kann. Für die Bearbeitung der Profile bedarf es daher Pedologen mit langjähriger Kartiererfahrung. Allfällige zusätzliche Ortskenntnis des betreffenden Gebiets deckt die Bedürfnisse optimal ab.

Wir empfehlen, bei der Bearbeitung der Projekte eine Qualitätskontrolle vorzusehen. Diese kann durch einen Austausch der bearbeiteten Profile mit einer zweiten Fachperson auf einfache Weise realisiert werden.

7.5 Arbeitsgrundlagen

Projektdossier	Profile sollten projektweise übersetzt werden, deshalb sind immer die vollständigen Projektunterlagen notwendig. Ein Abgleich mit den Bodenkarten und Profilen von bodenkundlich-geomorphologisch ähnlichen Situationen bringt die notwendige Sicherheit bei der Beurteilung.
Arbeitshilfen	Kartieranleitungen, Übersetzungsschlüssel, Checklisten und Entscheidungshilfen müssen zur Verfügung stehen. Diese Grundlagen sind heute noch nicht vorhanden und müssen vorgängig zusammengestellt werden.
Gebietsinformationen	Für das Kartierungsgebiet sollten möglichst detaillierte Informationen vorliegen, um den bodenkundlichen Kontext zuverlässig erfassen zu können. Es braucht daher Karten zu Geologie und Klima, topographische Karten und evtl. Flugaufnahmen. Falls die Aktualität der Profile überprüft werden soll, sind weitere Informationen über künstliche Bodenveränderungen notwendig, z.B. Meliorationspläne und Pläne über den Rohstoffabbau und Rekultivierungen.
GIS	Die Bearbeitung kann optimal mit allen Gebietsinformationen direkt am Bildschirm erfolgen.

7.6 Vorgehen beim Aufarbeiten der Profile

Arbeitsvorbereitung

Projektunterlagen	Vollständige Projektunterlagen beschaffen und bereitstellen: Profilblätter, Feldkarten oder Bodenkarten mit Legende, Bodeninventare, und Bericht
Projektanalyse	Klassifikationssystem und Datenschlüssel, Kartieranlass, allfällige Bodenveränderungen im Perimeter feststellen.
Arbeitsgrundlagen	Thematische und topographische Karten, fallweise Drainagepläne oder Pläne der Terrainveränderungen bereitstellen.
Arbeitshilfen	Handbücher zur Aufbereitung der Profile bereitstellen: Kartieranleitungen, Übersetzungsschlüssel, Checklisten

Bearbeitung der Profile

Ziel der Bearbeitung muss sein, die Profildaten so gut aufzubereiten, dass sie die Ansprüche an den Datenaustausch erfüllen, d.h. sie müssen formal wie auch qualitativ überprüft sein.

1. Definition von Standardabläufen
Es ist festzulegen, wann und wie welcher Arbeitsschritt und welcher Check durchgeführt wird.
Die verschiedenen Formulartypen verlangen gegebenenfalls nach angepassten Ablauf-Varianten.
2. Qualitätsprüfung formal: Leserlichkeit, Vollständigkeit
inhaltlich: Lagegenauigkeit (Lage der Profile auf Karte oder Plot⁹ verifizieren); Richtigkeit (Plausibilität des Profildateninhaltes); Widerspruchsfreiheit (Konsistenz); Einheitlichkeit (Aufarbeitung, Übersetzung, Abgleich)
3. Übersetzen Übersetzen in Datenschlüssel 6 und ergänzen fehlender Positionen im Datenformular.
4. Dateneingabe Eingabe der Daten in die Datenbank mit gleichzeitiger Datenkontrolle. (Die Schritte 3 und 4 können bei einiger Übung allenfalls auch simultan erfolgen.)
5. Plausibilitätstests Überprüfung der Datensätze im Kontext mit der Gesamtheit der in der Datenbank abgelegten Datensätze inkl. Bereinigungsroutine.

Wir schlagen vor, in einem Testlauf abzuklären, welche Schritte weiter zu rationalisieren und allenfalls auch durch technisches Personal (z.B. Zeichner) zu erledigen sind.

7.7 Qualitätsprüfung

7.7.1 Lagegenauigkeit

Die Genauigkeit der Angaben zur Lage eines Profils kann mit einem Kreis, innerhalb dem das Profil mit grosser Wahrscheinlichkeit liegt, auf einfache Art angegeben werden. Der Radius dieses Kreises hängt ab von der Messmethode bzw. der Orientierungsmöglichkeit anhand von Fixpunkten im Feld und vom Massstab der Karte, in der das Profil eingezeichnet ist. In der Regel ist mit einem Zeichen- und Ablesefehler von einem Millimeter auf der Karte zu rechnen¹⁰. Strukturiertes Gelände erlaubt eine bessere Orientierung und Schätzung von Distanzen, in der Ebene ist der Fehler grösser. Angaben von Koordinaten auf dem Profilblatt beruhen in der Regel auf einer Messung in der TK25 und haben erfahrungsgemäss eine Lagegenauigkeit von bestenfalls 25 m. Eine Möglichkeit zur Vereinfachung besteht darin, für Profile aus dem Archiv generell eine Lagegenauigkeit von 25 m anzunehmen.

7.7.2 Richtigkeit (Plausibilitätstests)

Vorgehen

Die Qualitätssicherung beginnt mit dem Überprüfen der Profile anhand von Erfahrungswerten und den Vorgaben der Kartieranleitung. Dieser erste Plausibilitätstest wird

⁹ Falls vorgängig Koordinaten erfasst wurden.

¹⁰ In der Literatur zur Bodenkartierung ist als theoretische Genauigkeitsgrenze 0.1 mm auf der Karte angegeben. Vermutlich wurde diese Genauigkeit jedoch gar nie angestrebt; die Annahme von 1 mm dürfte also gerechtfertigt sein.

durch den Sachbearbeiter an jedem einzelnen Profil durchgeführt. Anhand des Befundes wird dann über die weiteren Arbeitsschritte (ergänzen, aktualisieren, verwerfen) entschieden.

Ein zweiter Plausibilitätstest kann zentral nach der Dateneingabe pro Projekt bzw. pro Etappe durchgeführt werden. Dabei werden alle Profile hinsichtlich verschiedener Merkmale verglichen und Ähnlichkeiten beurteilt bzw. "Ausreisser" identifiziert.

Automatische Datenkontrolle

Im Prinzip lassen sich alle Daten mit einer funktionellen Abhängigkeit automatisch mit verschiedenen Plausibilitätsroutinen direkt bei der Eingabe oder auch nachträglich überprüfen. Da heisst, dass bereits im Datenmodell gewisse Eingabebedingungen anhand der Kartieranleitung formuliert sein könnten. Beispiele: Bodentyp und pH-Wert oder Bodentyp und Wasserhaushaltsgruppe. Die anschliessende Bereinigung wird allerdings Handarbeit mit einem Expertenentscheid sein.

Die pflanzennutzbare Gründigkeit ist für die meisten Auswertungen die zentrale Bodeneigenschaft, sie wurde aber im Laufe der Entwicklung der Bodenkartierung bzw. je nach Kartieranleitung verschieden interpretiert. Allgemein kann man sagen, dass die Beurteilung mit der Zeit immer "strenger" wurde und die Böden, nach der KA 1997 beurteilt, im Durchschnitt eine geringere Gründigkeit aufweisen. Hier wäre die automatische Berechnung der Gründigkeit bei der Übersetzung besonders hilfreich für die Homogenität der Daten. Das Datenmodell kann so konstruiert werden, dass die Gründigkeit aus den Horizontdaten näherungsweise automatisch berechnet werden kann.

Das Überprüfen der Übereinstimmung von Messwerten mit Klassen ist trivial und daher besser zu automatisieren. Beispiel: Ton-, Schluff- und Sandgehalt in Prozent mit der Körnungsklasse, oder Ton- + Schluff- + Sandgehalt = 100%.

Plausibilitätstests wurden in Kartierungsprojekten der Kantone Solothurn und Zürich bereits angewandt. Man sollte daher auf diese Erfahrungen zurückgreifen.

7.7.3 Arbeitsdokumentation

Daten, die kontrolliert wurden, sollten in der Datenbank mit einem Visum gekennzeichnet sein. Ebenfalls sind die wichtigsten Arbeitsschritte projektweise in geeigneter Form zu dokumentieren. Beispiele: Projektanalyse, Angaben zu verworfenen Profilen mit Begründung etc. Diese Dokumentation kann eine wichtige Arbeitshilfe für die Bearbeitung weiterer Projekte oder allenfalls später nachzuholende Arbeiten sein.

7.8 Schätzung des Aufwands

Der zu erwartende Aufwand für das Bearbeiten der Profile ist eine wichtige Grösse zur Planung der Arbeiten, allerdings liegen dazu bis heute sehr wenige Erfahrungen vor. Zwar wurden in der Vergangenheit an der FAL viele ältere Projekte im Rahmen von Übersichtskartierungen neu bearbeitet und übersetzt, doch sind diese Fälle nicht mit unserer Aufgabe vergleichbar. Es wurde damals immer im Rahmen von laufenden Kartierungsprojekten gearbeitet, der Fokus lag somit auf der Feldarbeit, die Sachbearbeiter bewegten sich täglich im Feld und hatten detaillierte Ortskenntnisse. Das Bearbeiten älterer Kartierungsprojekte stellte so eine gewisse Vereinfachung der Kartierarbeit dar, indem Gebiete integriert werden konnten, für die zusätzliche Informationen bereitstanden.

Im vorliegenden Fall handelt es sich aber nicht um ein Kartierungsprojekt, sondern um die Aufarbeitung von Archivdokumenten, also um Archivarbeit. Das bedeutet, dass Feldarbeiten zur Verifikation nicht vorgesehen sind und die absolute Ausnahme sein sollten.

In der folgenden Aufwandschätzung ist die Kategorie der mit geringem Aufwand zu bearbeitenden Profile nach KA FAL 1985 oder 1997 (ab Datenschlüssel 3) berücksichtigt. Für die Berechnung des Aufwandes wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- Es wird projektweise gearbeitet, pro Kartierungsprojekt sind durchschnittlich 20 Profile zu bearbeiten.
- Der Grundaufwand für die Arbeitsvorbereitung mit Bereitstellen aller Unterlagen und der Projektanalyse ist mehr oder weniger unabhängig von der Grösse des Projektes bzw. der Anzahl der Profile. Hier wird weiter angenommen, dass die Arbeitsvorbereitungen eine Routineangelegenheit sind und alle Hilfsmittel zur Verfügung stehen. Ebenfalls berücksichtigt ist ein gewisser Aufwand für Kommunikation und Rückfragen bei Unklarheiten.
- Der abschliessende Plausibilitätstest in der Datenbank mit Bereinigung wird ebenfalls als Routine mit ungefähr konstantem Aufwand pro Projekt angesehen. In der Praxis werden die Plausibilitätstests voraussichtlich übergreifend für mehrere Projekte durchgeführt.
- Pro Profil fallen die in Kap. 7.6 aufgelisteten Arbeiten an: Qualitätskontrolle, Lage verifizieren, übersetzen und ergänzen und Dateneingabe mit gleichzeitiger Kontrolle.

Tabelle 6: Schätzung des Aufwands zum Bearbeiten der Profile

	<i>Profile</i>	<i>Min/Profil</i>	<i>Min/Projekt</i>
Vorbereitung aller Unterlagen	→	→	60
Projektanalyse	→	→	30
Qualitätsprüfung inkl. Lageverifikation	20	3	60
Übersetzen/Ergänzen	20	12	240
Dateneingabe/Kontrolle	20	20	400
Plausibilitätstest/Bereinigung	→	→	60
Total pro Projekt	20		850
Total pro übersetztes Profil		42.5	

Der Aufwand zur Bearbeitung eines Profils nach KA 1985 (ab Datenschlüssel 3) beträgt also durchschnittlich 42.5 Minuten. Je nach Grösse des Kartierungsprojektes (d.h. Anzahl der Profile) kann dieser Wert zwischen 50 Minuten (bei 10 Profilen) und 38 Minuten (bei 50

Profilen) variieren. Bei älteren Profilen nach KA 1970 oder KA 1978 ist mit einem Zuschlag von 30 bis 50% zu rechnen.

Die Schätzungen zeigen, dass der Grundaufwand pro Projekt mit 90 bis 120 Minuten (11 bis 18%) relativ hoch sein kann. Hier liegt ein wesentliches Sparpotential vor allem in einer geschickten Projektorganisation, um den Aufwand für das Bereitstellen aller Arbeitsunterlagen möglichst gering zu halten.

8 Datenmodell Profildatensatz "Standard"

8.1 Entwurf eines Datenmodells "BI-CH"

Ausgehend von den Folgerungen, die sich aus der Bestandesaufnahme und den Anforderungen an Daten ergeben, schlagen wir ein Datenmodell mit den folgenden Eigenschaften vor:

- Basis ist das System FAL-BGS mit der Kartieranleitung 1997.
- Das Profilblatt mit Datenschlüssel 6 wird vollständig abgebildet, so dass möglichst viele Informationen aus den Profilen übernommen werden können.
- Dieser Datenschlüssel 6 wird zu einem Datenschlüssel BI-CH geringfügig erweitert, um auch Profile anderer Institute als der FAL aufnehmen zu können.
- Die Daten sind je nach ihrer Bedeutung zu Gruppen zusammengefasst.
- Das Datenmodell ist nach individuellen Anforderungen erweiterbar.

8.2 Datengruppen

Titel	In den Titeldaten sind die grundlegenden Informationen zur Identifikation des Profils zusammengefasst.
Erhebungslos	Angaben zum Kartierungslos, falls unterschiedliche Firmen an einer Kartierung gearbeitet haben.
Meta- informationen	Die Metainformationen bilden die Basis für die Metadatenbank, die zum Nachweis der Daten dient.
Qualitäts- merkmale	In der Datenbank sind einfache Kriterien angegeben, um ein Profil hinsichtlich seiner Zuverlässigkeit der Aussage charakterisieren zu können. Wesentliche Qualitätsmerkmale sind ein Mass zur Genauigkeit der Lageangabe und ein Zertifikat, dass das Profil vor der Aufnahme in die Datenbank überprüft und gegebenenfalls auch bearbeitet wurde, der Datensatz also den Qualitätsanforderungen entspricht.
Klassifikation	In diesem Teil sind aggregierte Informationen zu den Profilen zu finden: Angaben zu Bodentyp, Untertyp und die Messwerte in Klassen.
Standort- faktoren	Zu den Standortfaktoren zählen alle Angaben zum Naturraum bzw. zu den Bodenbildungsfaktoren: Geologie, Klima, Geländeform etc.

Profil- eigenschaften	Hier sind Eigenschaften aufgeführt, die für das Gesamtprofil gelten und nicht den einzelnen Horizonten zugeordnet werden können, wie z.B. die pflanzennutzbare Gründigkeit oder der Grundwasserstand. Die Gründigkeit wurde je nach Kartieranleitung verschieden beurteilt.
Auswertungen	Hier sind die wichtigsten land- und forstwirtschaftlichen Auswertungen und soweit vorhanden auch Bodenprofilwerte (= reiner Bodenwert, ohne Standortabzug) gemäss den Angaben in den Originalen zu finden.
Horizontdaten	Hier sind alle Schätz- und Messwerte enthalten, die sich auf die einzelnen Bodenhorizonte beziehen. Diese Gruppe ist im Datenmodell erweiterbar.

Die oben beschriebenen Gruppen sind aus praktischen Gründen zu zwei übergeordneten Einheiten "Übersicht" und "Detail" zusammengefasst:

Übersicht	In der Übersicht werden die wichtigsten Informationen für den Anwender gegeben: Titel, Erhebungslos, Metainformationen, Qualitätsmerkmale, Klassifikation, Standortfaktoren, Profileigenschaften und Auswertungen.
Detail	Im Teil Detail sind die Horizontbeschreibungen mit den Schätz- und Analysenwerten zu finden. Diese Informationen richten sich vor allem an Pedologen und werden für Auswertungen gebraucht.

Der Anwender hat je nach seinen Bedürfnissen und bodenkundlichen Kenntnissen die Möglichkeit, nur auf einen Teil "Übersicht" zuzugreifen oder den gesamten Datensatz inkl. "Detail" einzusehen.

Das gesamte Datenmodell mit den Datenpositionen des Datenschlüssels BI-CH ist im Bericht zu Teilprojekt 5A [22] beschrieben.

9 Handlungsbedarf

Auflistung der Kapitel, aus denen ein unmittelbarer Handlungsbedarf entsteht.

<i>Kapitel</i>	<i>Titel/Stichwort</i>	<i>Massnahme</i>
2.6 / 7.5	Arbeitshilfen	Erschliessen der alten Kartieranleitungen der FAL und synoptische Darstellung der Klassifikationssysteme, Bereitstellen der Übersetzungsschlüssel und Entscheidungshilfen in Form von Handbüchern.
3.6 / 6.2	Servicestelle	Einrichten einer Servicestelle, welche als Dienstleistung die Profile zur Verfügung stellt (Kopier- und Versandsystem).
5.4	Marketing	Erstellen eines Marketingkonzepts, um potentielle Anwender über den Nutzen von Bodendaten zu informieren.
5.5	Organisation	Schaffen einer gemeinsamen, interkantonalen Dienststelle für Marketing und Beratung der Benutzer einer Bodendatenbank
6.1	Profilnachweis	Erfassen und Nachweisen möglichst <u>aller</u> Profile in der Metadatenbank <i>envirocat</i>

* * *

Richterswil, Egg und Zürich, April 2004

Adalbert Pazeller

Andreas Ruef

Milan Petrasek

Anhang 1: Literatur

Kartieranleitungen und Klassifikationssysteme

- [1] Beitrag zur Methodik der Bodenkartierung und der Auswertung von Bodenkarten unter schweizerischen Verhältnissen; E. Frei und P. Juhasz; Eidg. Landwirtschaftliche Versuchsanstalt Zürich-Oerlikon; publ. in: Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung, 1963/2
- [2] Richtlinien zur Bodenbeurteilung und Bodenkartierung; Teil I: Untersuchung von Bodenprofilstellen; FAP, 1970, (interne Anleitung)
- [3] Anleitung zur Bodenkartierung nach dem System Reckenholz; FAP, 1978 (interne Anleitung)
- [4] Anleitung zur Bodenkartierung; Interne Methodensammlung, FAP, 1985
- [5] Klassifikation der Böden der Schweiz; BGS und FAP, 1992
- [6] a: Bodenkundliche Kartieranleitung; Arbeitsgruppe Boden der Geologischen Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe der Bundesrepublik Deutschland; Hannover, 1994
b: Systematik der Böden und bodenbildenden Substrate Deutschlands; Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, Band 86, 1998.
- [7] Symbolschlüssel Geologie (Teil I) und Bodenkunde Baden-Württemberg; Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, 1995
- [8] Handbuch Waldbodenkartierung; BUWAL, 1996
- [9] Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden; Kartieranleitung; FAL Zürich, 1997
- [10] CPCS (collectif), , Classification des sols, 1967
- [11] Baize, Denis: Le Référentiel pédologique, INRA 1997
- [12] Handbuch evirocat 1.0; Version 1.0 vom 04.09.2003; BUWAL, Abt. Ökonomie und Forschung; <http://test.encirocat.ch>

Interne Studien und Berichte

- [13] Vökt, U.; Pazeller, A.: Bodeneignungskarte der Schweiz 1:200'000, Qualität und Aussagekraft der Archivadokumente; Studie; BGS, 2002
- [14] Evaluation der FAL-Archivadokumente zu den Bodenkarten des Kantons Aargau; Bericht; Baudepartement des Kantons Aargau, Abt. Umwelt, 2002
- [15] Modellierter Bodenkarte des Kantons Luzern; Studie zur Beschaffung der FAL-Archivadokumente; Bericht; Amt für Umweltschutz des Kantons Luzern, 2002

- [16] Aufnahme von Bodendaten ins GIS des Kantons St. Gallen; Machbarkeitsstudie; Amt für Umweltschutz des Kantons St. Gallen, 2002
- [17] Evaluation der FAL-Archivdokumente zu den Bodenkarten des Kantons Wallis; Bericht; Departement für Verkehr, Bau und Umwelt des Kantons Wallis, Dienststelle für Umweltschutz, 2002
- [18] Konzept zur Aufarbeitung alter Bodendaten und deren Integration ins IS-Boden, Bodenkartierung Kanton Solothurn, Interner Bericht, Amt für Umwelt Solothurn, Fachstelle Bodenschutz (Verfasser: M. Zürner und G. von Rohr), 2002; sowie: Bodenkartierung Kanton Solothurn, Projekthandbuch, Teil V1 "Aufarbeitung alter Bodenkarten", Amt für Umwelt, 3/2002
- [19] Bodenübersichtskarte des Kantons Thurgau, Testgebiete; Schlussbericht; Amt für Umweltschutz des Kantons Thurgau, 2002
- [20] Umsetzungsschlüssel für die Leitprofile im Kanton Thurgau, Projekthandbuch zur Bodenkartierung des Kantons Thurgau, Arbeitsgruppe, 2002
- [21] Leitfaden Bodenkartierung, Bodeninformation Schweiz BI-CH, Teilprojekt 3, Entwurf Sept.03
- [22] Datenmodell BI-CH, Bodeninformation Schweiz BI-CH, Teilprojekt 5A, 2003

Anhang 2: Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: ELVA/FAP/FAL-Kartieranleitungen und Klassifikationssysteme	11
Tabelle 2: Übersicht der Profile nach Aufbewahrungsort (Institut oder Amt)	14
Tabelle 3: Übersicht der Profile nach Klassifikationssystem.....	14
Tabelle 4: Versionen des Profilformulars (unvollständig).....	15
Tabelle 5: Entwicklung der Profilblattformulare und Datenschlüssel	16
Tabelle 6: Schätzung des Aufwands zum Bearbeiten der Profile	32