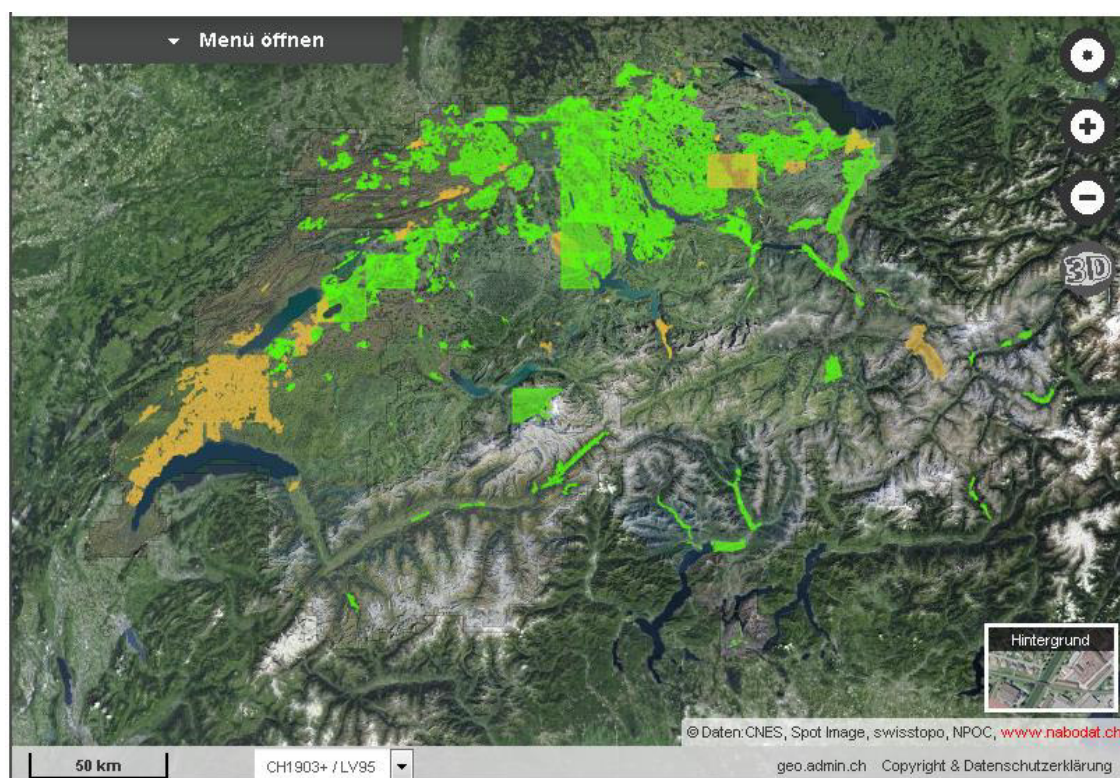


Nationales Bodeninformationssystem

NABODAT

Übersicht Stand Bodenkartierung in der Schweiz

Ergänzung des Bodenkartierungskataloges Schweiz
um Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten



Danksagung

Bei der Recherche nach Bodeninformationen für den vorliegenden Auftrag haben wir wertvolle Unterstützung erhalten:

Auf der einen Seite von den Fachstellen Bodenschutz und den für Meliorationen und Strukturverbesserungen verantwortlichen kantonalen Stellen sowie von einigen Kommunen. Sie haben uns tatkräftig bei der Recherche unterstützt und uns die nötigen Metainformationen für aufgenommene Bodenkarten / -informationen zukommen lassen. Nur so kann heute der Bodenkartierungskatalog als vollständig bezeichnet werden.

Ganz herzlich danken wir ebenfalls diversen Bodenkartierexperten. Sie haben uns einerseits mit Fachwissen zu der Erhebung von Bodeninformationen im Rahmen von Meliorationsprojekten unterstützt und andererseits wertvolle Hinweise auf durchgeführte Kartierungen liefern können. Namentlich möchten wir Thomas Gasche, Martin Zürcher, Jean-Michel Gobat, Esther Bräm, Peter Schwab und Stéphane Burgos nennen.

Impressum

Titel

Übersicht Stand Bodenkartierung in der Schweiz - Ergänzung des Bodenkartierungskataloges Schweiz um Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten

Titelbild

Bodenkartierungskatalog Schweiz Version 3 (Dezember 2018), www.nabodat.ch

Auftraggeber

Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Bundesamt für Landwirtschaft BLW

Dieser Bericht gehört zu den Grundlagen für die Überarbeitung und Stärkung des Sachplans Fruchtfolgeflächen.

Bearbeitung

Servicestelle NABODAT, Agroscope, Zürich, CH-8046

Autoren

Kirsten Rehbein, Christian Sprecher, Armin Keller

Zitiervorschlag

Rehbein K., Sprecher Ch., Keller A. (2019): Übersicht Stand Bodenkartierung in der Schweiz - Ergänzung des Bodenkartierungskataloges Schweiz um Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten, Agroscope, Servicestelle NABODAT, Zürich.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	2
1. Einleitung.....	4
2. Ausgangslage und Methodik.....	5
2.1 Stand Bodeninformationen CH	5
2.2 Meliorationsprojekte der Schweiz.....	8
2.3 Vorgehen Bewertung und Visualisierung.....	8
3. Vervollständigte Übersicht Bodenkartierungen CH	10
3.1 Recherche Meliorationsprojekte	10
3.2 Übersicht Bodenkartierungen Schweiz	12
3.3 Bodenkartierungsprojekte in den Kantonen seit 1996	20
3.4 Aufarbeitung bestehender Bodenkarten	21
4. Schlussfolgerungen	24
5. Literaturverzeichnis.....	25
Anhang	26
Anhang 1: Vorgehen der Recherche nach Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten	27
Anhang 2: Methode der Kantone zur Erhebung von Bodeninformationen in Meliorationsprojekten.....	30
Anhang 3: Schlussbericht der Firma myx GmbH	32

Zusammenfassung

Für den Schutz und die nachhaltige Nutzung der Schweizer Böden sind Bodeninformationen elementar. Der Zustand und die Beschaffenheit unserer Böden sind jedoch in weiten Teilen unbekannt. Zudem lagen die vorhandenen Bodeninformationen seit Aufhebung des nationalen Kartierdienstes an der ehemaligen Forschungsanstalt FAP/FAL (heutige Agroscope) per Ende 1996 weit verstreut und nicht harmonisiert vor. Mit Aufbau des nationalen Bodeninformationssystems NABODAT werden seit 2012 im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) die bestehenden Bodeninformationen von Bund und Kantonen von der Servicestelle NABODAT an Agroscope vereinheitlicht und zusammengeführt. Während die Aufbereitung der bestehenden punktuellen Bodeninformationen (unter anderem Profildaten) weit vorangeschritten ist, liegen gegenwärtig die flächenhaften Daten aus Bodenkartierungen (Bodenkarten) noch sehr heterogen und verstreut vor. Bis anhin war eine erste geographische Übersicht zu den kartierten Böden noch sehr lückenhaft.

Im Kontext der Überarbeitung und Stärkung des Sachplans Fruchtfolgeflächen (FFF) haben die Bundesämter für Raumentwicklung (ARE) und für Landwirtschaft (BLW) die Servicestelle NABODAT beauftragt den in 2017 begonnenen Bodenkartierungskatalog Schweiz zu vervollständigen. Vor allem stand die Vermutung im Raum, dass im Rahmen von Meliorationsprojekten Bodeninformationen erhoben wurden, die ebenfalls für den Katalog recherchiert und aufbereitet werden sollten. Zudem war es ein Bedürfnis die existierenden Kartierungen qualitativ zu bewerten und eine mögliche Aufarbeitung von Altdaten zu diskutieren.

Die Recherche zu Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten wurde auf Stufe Kanton als auch Gemeinden durchgeführt. Es wurde auf Basis einer umfassenden Liste von Meliorationsprojekten ein gezieltes Vorgehen erarbeitet, indem systematisch bei kantonalen Ämtern als auch bei Gemeindeverwaltungen und Ingenieurbüros recherchiert wurde. Letzteres mit Unterstützung eines privaten Ingenieurbüros, welches über langjährige Expertise in dieser Thematik verfügt.

Die Vorgaben in den Kantonen zu den Meliorationsprojekten sind sehr unterschiedlich in Bezug zur Erhebung von Bodeninformationen. Es muss festgestellt werden, dass nur teilweise Bodenkartierungsprojekte im Rahmen von Meliorationsprojekten durchgeführt werden. Lediglich bei jedem 5. oder 6. Meliorationsprojekt wurde eine Bodenkartierung durchgeführt. Zumeist aber nur lokal sehr begrenzt und nicht für das gesamte Gemeindegebiet. Diese Bodenkarten lagen der Servicestelle NABODAT schon weitgehend vor. Die Recherche förderte auch Bonitierungspläne bzw. Karten mit Bodenpunktzahlen zu Tage, die aber oftmals sehr lückenhaft dokumentiert und qualitativ nicht mit Felderhebungen einer Bodenkartierung vergleichbar sind. Ein detaillierter Bericht zur Recherche auf Stufe Gemeinde findet sich im Anhang des vorliegenden Berichtes. Die durchgeführten Recherchen widerlegen deutlich die oft geäußerte Vermutung, dass umfangreiche Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten bei Gemeinden und Kantonen vorliegen.

Die vorliegende Studie aktualisiert den Wissensstand über vorhandene Bodenkarten und stellt die kartierten Flächen der Landwirtschaftsfläche (LF) gemäss Arealstatistik (972'876 ha) sowie der potentiellen FFF in der Tal- und Hügelzone (644'549 ha) als auch den von den Kantonen gemeldeten FFF-Inventaren (482'320 ha) gegenüber. Qualitativ weisen die existierenden Bodenkarten aufgrund des langen Entstehungszeitraumes von 1950 bis heute grosse Unterschiede hinsichtlich Methode und Aufnahmassstab auf. Zur Verdeutlichung der bestehenden qualitativen Unterschiede wurden die Kartierprojekte aufgrund Massstab und Datenschlüssel in 4 Kategorien eingeteilt.

In guter Qualität liegen heute zu 13 % der Landwirtschaftsflächen der Schweiz Bodenkarten vor (Kategorie A), das entspricht 127'419 ha. Hinzu kommen Bodenkarten zu 4 % der LF (Kategorie B), die noch im Feld verifiziert werden müssten und solche, die noch übersetzt und verifiziert werden könnten (Kategorie C). Sie erstrecken sich über weitere 2 % der LF. Für 81% der Landwirtschaftsflächen

(784'000 ha) liegen somit keine oder qualitativ ungenügende Bodenkarten (Kategorie D) vor, diese gilt es neu zu kartieren.

In Bezug zu den potentiellen FFF der Tal- und Hügelizeone sowie der gemeldeten FFF-Inventare ergibt sich relativ gesehen ein minim besseres Bild. Für lediglich 17% bzw. 19% dieser Flächen liegen qualitativ zuverlässige Bodeninformationen vor. Mit der durchgeführten Aktualisierung des nationalen Bodendatenkatalogs sind keine weiteren bedeutenden Änderungen zum Stand der Bodenkartierung in der Schweiz zu erwarten. Es ist daher sehr unwahrscheinlich, dass sich die oben gemachten Angaben noch merklich ändern könnten.

Für ältere Bodenkarten braucht es eine Aktualisierung. Darunter fallen Arbeitsschritte wie die Digitalisierung der originalen analogen Bodenkarte, eine Übersetzung in den heute verwendeten Datenschlüssel 6, eine Verifizierung im Feld und eine Ergänzung um einzelne Parameter. Bodenkarten der Kategorien B und C können grundsätzlich aufbereitet werden, d.h. mittels Übersetzung der Bodenkarten (Kategorie C) und anschliessender Verifizierung im Feld (Kategorie B und C). Gegenüber dem minimalen Datensatz gemäss FAL24+ sind aber die Bodenkarten mit weiteren Parametern zu ergänzen. Angenommen dies kann für die Bodenkarten der Kategorie A, B und C erreicht werden, wären für rund 19 % der LF ein qualitativ hochwertiger und vor allem auch vergleichbarer Bodendatensatz vorhanden. Für die restlichen 81 % der LF ist eine einheitliche Bodenkartierung durchzuführen, wobei für einzelne Gebiete Bodenkarten der Kategorie D wertvolle Ausgangsinformationen für eine Neukartierung liefern.

Die Autoren empfehlen, die Übersetzungsarbeiten für die Bodenkarten der Kategorie C durchführen zu lassen. Die Kosten für diesen Arbeitsschritt werden auf rund 100'000 CHF geschätzt. Eine Verifizierung von aufbereiteten Bodenkarten im Feld inklusive der erforderlichen Parameterergänzung zur Erfüllung der heutigen Ansprüche ist im Hinblick auf eine landesweite Bodenkartierung zu beleuchten.

Seit Aufhebung des nationalen Kartierdienstes im Jahre 1996 konnten nur wenige Kantone Kartierprojekte realisieren. Mit grossem Engagement wurde bzw. wird vor allem in den Kantonen SO, LU, ZG, BL/BS und ZH kartiert. Auch die Kantone AG, BE, JU, GL und AI haben im Rahmen von Meliorationsprojekten oder Kartierung der FFF die Böden kartiert. Im Schnitt wurden jedoch lediglich 2'400 ha pro Jahr kartiert, was 0.25 % der LF der Schweiz bedeutet. Angesichts der oben genannten Flächen, die es zukünftig rasch zu kartieren gilt, wird deutlich, dass die bisherige Kartierleistung pro Jahr bei weitem nicht ausreicht und mindestens um den Faktor 20 bis 40 erhöht werden muss. Eckpunkte wie dies gelingen könnte wurden im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms Boden NFP68 skizziert.

1. Einleitung

Über die Böden der Schweiz existieren nur wenige punktuelle und flächenhafte Kenntnisse. Ohne Wissen über unsere Böden können wir aber unsere Ernährung nicht sichern, unser Klima nicht schützen oder unsere Böden nicht nachhaltig nutzen. Für die landwirtschaftliche Nutzfläche der Schweiz wurden von 1953 - 1996 Bodenkartierungen im Rahmen des ehemaligen nationalen Bodenkartierungsdienstes an der FAP/FAL (heutige Agroscope) durchgeführt. Die Aufhebung des nationalen Kartierungsdienstes per Ende 1996 verlagerte die Aufgabe hin zu den Kantonen. Seither lagen die Daten über die Qualität des Bodens weit verstreut und nicht einheitlich vor.

Mit dem Aufbau des nationalen Bodeninformationssystems NABODAT und dank einer erfolgreichen Zusammenarbeit der kantonalen und nationalen Fachstellen Bodenschutz konnte 2012 die webbasierte Fachapplikation NABODAT in Betrieb genommen werden (Rehbein et al. 2017). Nach und nach werden seither unter Beteiligung zahlreicher Fachleute die vorhandenen Daten über die Qualität der Böden zusammengeführt und vereinheitlicht. Verantwortlich für den fachlichen Betrieb von NABODAT ist die Servicestelle NABODAT, angegliedert bei der Nationalen Bodenbeobachtung NABO an der Agroscope in Zürich. Die Projektoberleitung von NABODAT obliegt dem Bundesamt für Umwelt BAFU.

Während die punktuellen Profildaten des FAP/FAL-Kartierdienstes dank einer Initiative der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz (BGS) mit dem Projekt „Bodeninformation Schweiz (BI-CH)“ in den letzten 15 Jahren aufbereitet werden konnten, ist gegenwärtig die Quantität und Qualität der Bodenkarten in der Schweiz noch nicht vollumfänglich bekannt. Sie wurden mit dem Projekt BI-CH lediglich als Scan gesichert (Grob et al. 2015). Um nach und nach eine vollständige Übersicht über kartierte Gebiete zu erlangen, baut die Servicestelle NABODAT in Zusammenarbeit mit den kantonalen Bodenschutzfachstellen seit 2017 den Bodenkartierungskatalog Schweiz auf. Bislang berücksichtigt wurden die Bodenkarten der im NABODAT-Verbund beteiligten Fachstellen Bodenschutz. Von verschiedenen Seiten wurde vermutet, dass im Rahmen von Meliorationen ebenfalls eine bedeutende Anzahl an Bodenkartierungen durchgeführt wurden. Bisher liegen diesbezüglich aber keine konkreten Untersuchungen vor. Aus diesem Grunde haben die Bundesämter ARE und BLW die Servicestelle NABODAT beauftragt, den Bodenkartierungskatalog so weit möglich mit Bodendaten aus Meliorationen - insofern vorhanden - zu vervollständigen.

Bodeninformationen, die im Rahmen von Meliorationen erhoben wurden, galt es zu recherchieren, qualitativ zu bewerten und zu visualisieren. Der Fokus liegt dabei auf der Landwirtschaftsfläche und insbesondere den Tal- und Hügellzonen als potentielle Fruchtfolgeflächen (FFF). Für die Feststellung von FFF sind flächige detaillierte Bodeninformationen, als Grundlage für die Definition von qualitativen Mindestanforderungen, unerlässlich.

Die Projektziele des Auftrages waren:

- Erstellen einer Übersicht über die Bodenkartierungen der Schweiz und das Vervollständigen des Bodenkartierungskatalogs.
- Bewertung der vorliegenden Bodenkarten nach Qualität und Quantität in Hinblick auf das Inventar der FFF und die Landwirtschaftsfläche als potentielle FFF.
- Abschätzung des Zeit- und Kostenaufwandes, um vorliegende, noch nicht aufbereitete Detailbodenkarten in den heute gültigen Kartierschlüssel FAL24+ zu übersetzen.

2. Ausgangslage und Methodik

2.1 Stand Bodeninformationen CH

Über die Böden der Schweiz existieren generell bis heute nur wenige punktuelle und flächenhafte Kenntnisse. Bodenkartierungsprojekte wurden in der Schweiz in der Vergangenheit zunächst auf nationaler Ebene im Rahmen des landwirtschaftlichen Bodenkartierdienstes der ehemaligen Eidgenössischen Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau (FAP) bzw. Agrarökologie und Landbau (FAL) (heute Agroscope) durchgeführt. Nach dessen Aufhebung in 1996 dann teilweise auf kantonaler Ebene. Weitere Details zur historischen Entwicklung der Bodenkartierung in der Schweiz findet sich in Grob et al. (2015) und Borer et al. (2014).

Der Grossteil der heute vorliegenden Bodeninformationen stammt daher aus dem analogen Archiv dieses Kartierdienstes, der zwischen 1953 und 1996 in rund 360 Bodenkartierungsprojekten mit 400 Bodenkarten und 13'000 Bodenprofilen (Abbildung 1) die Beschaffenheit und die Eignung der Böden für die Landwirtschaft erhoben hat. Viele Bodenkartierungen entstanden dabei im Zusammenhang mit Meliorationen und wurden im Auftrag von Gemeinden und Kantonen durchgeführt (Grob et al. 2015). Die Zeitperiode in der die damaligen Kartierprojekte des nationalen Kartierdienstes durchgeführt wurden veranschaulicht Abbildung 2.

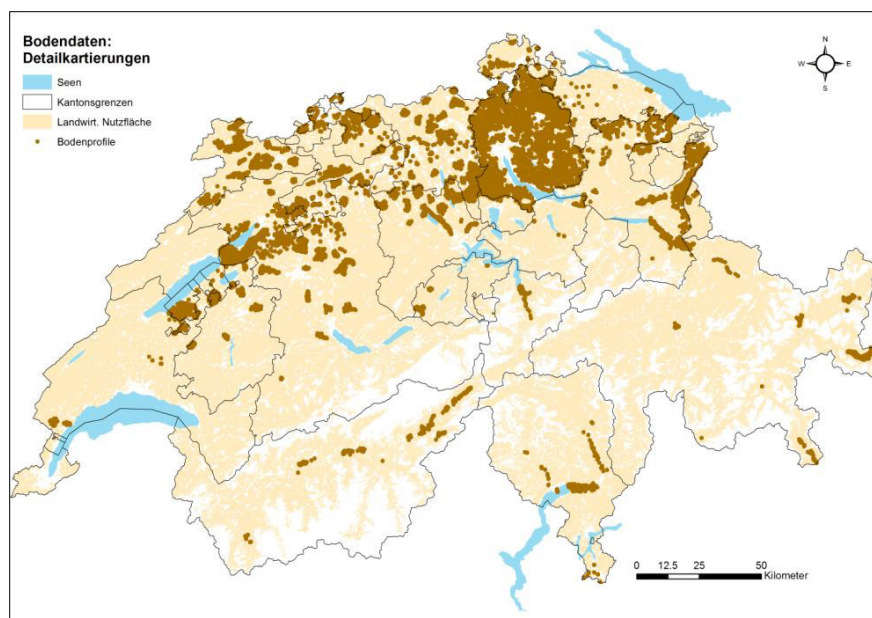


Abbildung 1: Bodenprofile Agroscope Bodendatenarchiv – Massstab 1:5'000 bis 1:10'000 (Grob et al. 2015)

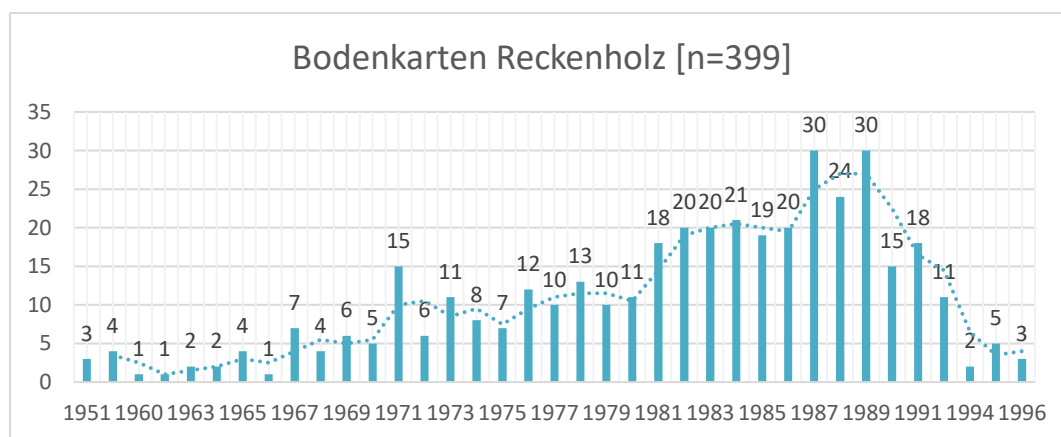


Abbildung 2: Erhebungsjahre der Kartierprojekte, durchgeführt durch den damaligen nationalen FAP/FAL-Kartierdienst.

Anfang der 2000er Jahre wurde begonnen, diese wertvollen analogen Bodendaten mit dem Projekt BI-CH aufzubereiten. Mit finanzieller Unterstützung der Bundesämter für Umwelt (BAFU), Landwirtschaft (BLW) und Raumentwicklung (ARE) und in enger Zusammenarbeit der BGS, kantonalen Bodenschutzfachstellen, externen Fachleuten und der Servicestelle NABODAT erfolgte die systematische Inventarisierung des Archives und die Digitalisierung der Bodendaten.

Die Punktdaten (Profildaten) konnten dabei auf Grundlage speziell entwickelter Werkzeuge und Übersetzungsschlüssel in den aktuell gültigen Datenschlüssel 6 übersetzt werden (Knecht 2004). Heute liegen diese Daten vollumfänglich im Bodeninformationssystem NABODAT vor (siehe unten).

Die Aufbereitung der Bodenkarten (Flächendaten) dagegen beschränkte sich auf die digitale Sicherung der Karten in Form von digitalen Scans. Die flächigen Bodeninformationen lagen damit weiterhin weder vektorisiert noch homogen vor. Grösstenteils wurden mittlerweile die Karten auf Initiative diverser Kantone und der Servicestelle NABODAT vektorisiert, in den wenigsten Fällen jedoch in den aktuellen Datenschlüssel übersetzt.

Seit Aufhebung des Kartierdienstes im Jahre 1996 fehlt eine nationale Kompetenz- und Koordinationsstelle für die Definition von Standards und Referenzen für die Erhebung von Bodeninformationen. Nur wenige Kantone konnten die Kartierung weiterführen. Heute existiert in der Schweiz jedoch keine einheitliche nationale Klassifikation mehr, die verwendeten Datenmodelle sind verschieden und die Bodendaten sind damit unterschiedlich codiert. Der Stand der Bodenkartierung in der Schweiz steht somit im krassen Gegensatz zum ausgewiesenen Bedarf an vergleichbaren aktuellen Bodeninformationen. Das Bundesamt für Umwelt startet im Januar 2019 das Projekt zur Revision der Klassifikation der Böden der Schweiz und beabsichtigt in den nächsten Jahren einheitliche Standards für eine Bodenkartierung zu erarbeiten.

Nationales Bodeninformationssystem NABODAT

Mit Aufbau des nationalen Bodeninformationssystems sind die Voraussetzungen für eine harmonisierte Sicherung und Verwaltung der Bodeninformationen in der Schweiz verbessert worden. In einer erfolgreichen Zusammenarbeit der kantonalen und nationalen Fachstellen Bodenschutz konnte 2012 die webbasierte Fachapplikation in Betrieb genommen werden. Seither werden nach und nach unter Beteiligung zahlreicher Fachleute die vorhandenen Daten über die Qualität der Böden zusammengeführt und im Datenmodell NABODAT vereinheitlicht (Rehbein et al., 2017).

Mittlerweile sind die aufbereiteten Profilinformationen des ehemaligen Kartierdienstes grösstenteils in NABODAT verfügbar. Hinzu kommen zahlreiche kantonale Bodeninformationen aus Vollzugs- und Bodendauerbeobachtungsprojekten. Bislang lag der Fokus in erster Linie auf diesen punktuellen Bodeninformationen, die Aufnahme von aktuellen und in einzelnen Kantonen aufgearbeiteten Flächendaten läuft jedoch ebenfalls an.

Diese Harmonisierung und Zentralisierung der vorliegenden Bodeninformationen der Schweiz (Datenmigrationen) passiert in engem Austausch mit den kantonalen und nationalen Fachstellen Bodenschutz und ist die Basis für die gesamte Kette der Wertschöpfung (Abbildung 3). Verantwortlich dafür, und für den fachlichen Betrieb von NABODAT generell, ist im Auftrag des BAFU die Servicestelle NABODAT an Agroscope. Sie spezifiziert periodische Weiterentwicklungen, begleitet deren technische Umsetzung und unterstützt die Nutzer im täglichen Umgang mit der Fachapplikation fachlich und technisch.

Am anderen Ende der Wertschöpfungskette von Bodeninformationen braucht es zwingend eine Schnittstelle zur Auswertung und Interpretation der ohnehin nur spärlich vorhandenen Schweizer Bodeninformationen (Keller et al. 2018). Dafür bietet die Servicestelle erste öffentliche Produkte zur Information (Bodenkartierungskatalog Schweiz – siehe unten) und zur Verfügbarmachung der Bodendaten aus NABODAT an (Bodendatensatz Schweiz – www.nabodat.ch).

Das nationale Bodeninformationssystem hat sich in den letzten Jahren als leistungsfähiges und praxistaugliches Instrument erwiesen. Aktuell sind mehr als 20 Kantone im Verbund NABODAT integriert.

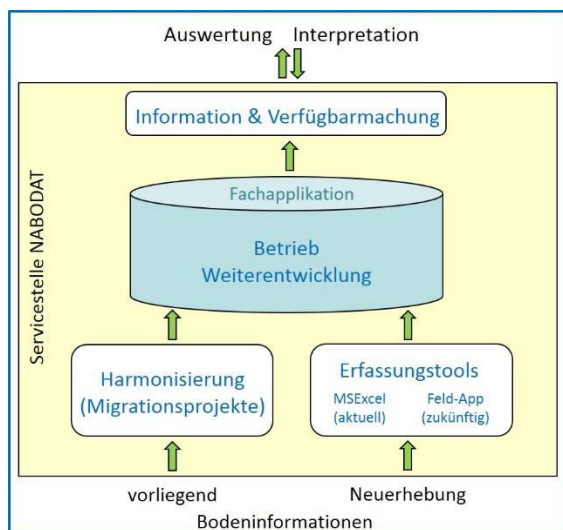


Abbildung 3: Prozesskette Bodeninformationen im nationalen Bodeninformationssystem NABODAT

Bodenkartierungskatalog Schweiz

Dank der äusserst wertvollen Vorarbeiten im Projekt BI-CH und der jahrelangen engen Zusammenarbeit der Servicestelle NABODAT mit den kantonalen Fachstellen Bodenschutz kann nach und nach das Puzzle der bislang in der Schweiz durchgeführten Bodenkartierungsprojekte zusammengesetzt werden. Bereits frühere Studien versuchten ebenfalls eine Übersicht zu erlangen (Keller et al., 2018; Carizzone et al., 2017; Knecht et al., 2017; Borer et al., 2014; Prasuhn et al., 2011; Knecht 2004). Mangels georeferenzierten Bodeninformationen konnten in diesen Studien lediglich summarische Angaben über die kartierten Flächen in der Schweiz gemacht werden. Mit Ausnahme der thematische Synthese 4 „Bodeninformations-Plattform“ im NFP68 (Keller et al. 2018) wurden keine Karten erarbeitet wo sich die kartierten Flächen befinden.

Seit 2017 hat die Servicestelle begonnen einen online-Bodenkartierungskatalog aufzubauen, der die bekannten Bodenkarten geographisch visualisiert und mit den wichtigsten Metainformationen beschreibt (Grob et al., 2017). Da der Verbund NABODAT noch im Aufbau begriffen ist, war diese Übersicht bislang nicht vollständig. Die letzte Version 2.2 (April 2018) beinhaltete Kartierprojekte aus 18 Kantonen (Abbildung 4). Mit der Ergänzung des Kataloges um zusätzlich recherchierte Bodenkartierungsprojekte im vorliegenden Auftrag wird nun die Vervollständigung des georeferenzierten Kataloges angestrebt.

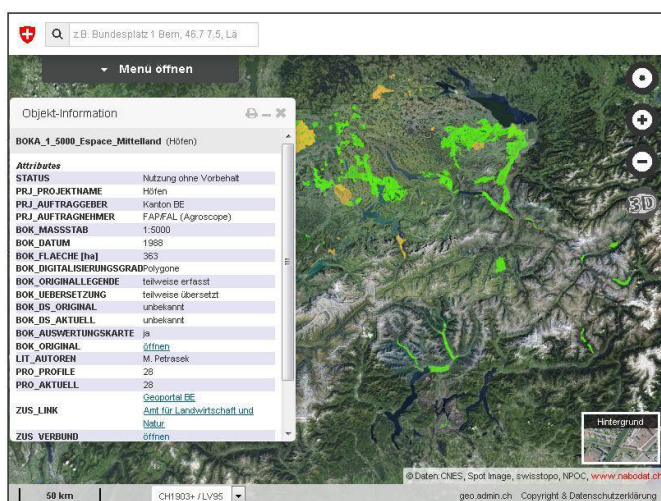


Abbildung 4: Bodenkartierungskatalog Schweiz Version 2.2 (April 2018), mit Karten Massstab $\geq 1:10'000$ (www.nabodat.ch)

2.2 Meliorationsprojekte der Schweiz

Bodenkarten werden zu verschiedenen Anlässen erstellt. So liefern sie äusserst wertvolle Basisinformationen für die erfolgreiche Durchführung von Meliorationsprojekten. Als Meliorationsprojekte oder Bodenverbesserungsprojekte werden in der Schweiz Projekte zur Verbesserung der Infrastruktur im ländlichen Raum, insbesondere im landwirtschaftlichen Kulturland bezeichnet. Ziel ist es, im Rahmen des Verfassungsauftrages für die Landwirtschaft langfristig optimale Strukturen zu schaffen, die Produktionskosten für eine nachhaltig produzierende Landwirtschaft zu senken und insgesamt deren Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern. Dazu zählen Gewässerkorrekturen, Entwässerungen, Bewässerungen, Aufforstungen, Weganlagen, Güterzusammenlegungen und dergleichen (WikiMelio, 2018). Besonders im Berggebiet und in den Randregionen haben Meliorationen auch die Aufgabe, die ländlichen Lebens- und Arbeitsbedingungen zu verbessern (www.suissemelio.ch).

Wie oben bereits erwähnt, führte auch der damalige nationale Kartierdienst zahlreiche Bodenkartierungsprojekte für Meliorationsvorhaben durch. Das BLW, welches neben den Flurgenossenschaften und den kantonalen Ämtern heute die Meliorationsprojekte mitfinanziert, führt eine Liste aller in der Schweiz laufenden und abgeschlossenen Meliorationsprojekte. Es handelt sich (Stand 2016) um 1431 Projekte (vgl. Kapitel 3.1), die mit Angaben zur Projektnummer, Projektname, Gemeinde etc. dokumentiert werden.

Mit dem Ende des Kartierdienstes ist es Aufgabe der Kantone, die für Meliorationen benötigten Bodeninformationen zu liefern bzw. zu erstellen. Deshalb vermutete das BLW weitere umfangreiche Bodendaten bei den kantonalen Verantwortlichen für Meliorationen und Strukturverbesserungen sowie bei beteiligten Kommunen und privaten Ingenieurbüros. Wie viele Bodeninformationen und in welcher Qualität seit Ende des Kartierdienstes im Rahmen solcher Meliorationsprojekte erhoben wurden, war bislang unbekannt.

Die Servicestelle NABODAT wurde daher beauftragt systematisch solche Bodeninformationen zu recherchieren und so den Katalog über die in der Schweiz vorliegenden Bodenkarten zu vervollständigen.

2.3 Vorgehen Bewertung und Visualisierung

Der Fokus des vorliegenden Berichtes liegt auf der Recherche und geographischen Darstellung der in der Schweiz vorhandenen Bodenkarten. Dazu wurde im Rahmen dieses Auftrages nicht nur intensiv nach Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten recherchiert, sondern auch die Kontakte genutzt weitere Bodenkarten anzufragen, die der Servicestelle eventuell noch nicht bekannt waren. Des Weiteren werden Projekte aufgenommen, die zwar bekannt waren, aber deren Metainformationen und/oder Geometrien noch nicht vollständig vorlagen. Das Vorgehen der systematischen Recherche ist im Anhang 1 dokumentiert.

Mit den recherchierten Ergänzungen zu dem schon vorhandenen Wissensstand wird in Kapitel 3.2 der aktualisierte Stand der Bodenkartierung in der Schweiz tabellarisch skizziert und grafisch visualisiert. Da die Bodenkarten der Schweiz vor allem hinsichtlich des Kartiermassstabes und des Entstehungszeitraumes (Datenschlüssel) unterschiedlich sind, wurde eine qualitative Kategorisierung der Karten vorgenommen. Auf diese Art kann unterschieden werden I) welche Bodenkarten den heutigen Ansprüchen an eine Bodenkartierung mehrheitlich genügen, II) welche mit Aufarbeitungsaufwand in eine ausreichende Qualität überführt werden können und III) welche Bodenkarten wertvolle Hinweise auf die Bodenbeschaffenheit liefern, eine Neukartierung jedoch unumgänglich ist.

Bewertet werden soll der Abdeckungsgrad der Bodenkarten zu den Landwirtschaftsflächen der Schweiz. Für diese relativen Aussagen ist die Wahl der Bezugsgrundlage entscheidend. Naheliegend für die Bewertung mit Fokus auf landwirtschaftliche Flächen ist eine Relation zur Landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) der Schweiz. Diese Informationen erhebt das Bundesamt für Statistik (BFS) auf Betriebsebene. Da jedoch noch kein schweizweiter räumlicher Layer vorliegt, ist ein Verschnitt mit den

Geometrien der vorhandenen Bodenkarten zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich. Die Erarbeitung des GIS-Layers soll Ende 2019 abgeschlossen sein.

Daher wird in dieser Auswertung die Arealstatistik der Schweiz NOAS04 verwendet, genauer die Klassen 6-8 der Landwirtschaftsflächen der Aggregation auf 17 Klassen (Abbildung 5). In der Folge werden die auf diese Weise hergeleiteten Flächen als LF (Landwirtschaftsflächen) bezeichnet, auch wenn die Klasse 9 (Alpwirtschaftsflächen) nicht berücksichtigt wird. Sie umfassen 972'876 ha und machen damit rund 24 % der Gesamtfläche der Schweiz aus.

Hauptbereiche	Aggregation zu 17 Klassen	Aggregation zu 27 Klassen
Siedlungsflächen	1 Industrie- und Gewerbeareal	1 Industrie- und Gewerbeareal
	2 Gebäudeareal	2 Wohnareal
		3 Öffentliches Gebäudeareal
		4 Landwirtschaftliches Gebäudeareal
		5 Nicht spezifiziertes Gebäudeareal
	3 Verkehrsflächen	6 Strassenareal
		7 Bahnareal
		8 Flugplatzareal
	4 Besondere Siedlungsflächen	9 Besondere Siedlungsflächen
	5 Erholungs- und Grünanlagen	10 Erholungs- und Grünanlagen
Landwirtschaftsflächen	6 Obst-, Reb- und Gartenbauflächen	11 Obstbauflächen
		12 Rebbauflächen
		13 Gartenbauflächen
	7 Ackerland	14 Ackerland
	8 Naturwiesen, Heimweiden	15 Naturwiesen
		16 Heimweiden
	9 Alpwirtschaftsflächen	17 Alpwiesen
		18 Alp- und Juraweiden
Bestockte Flächen	10 Wald (ohne Gebüschwald)	19 Geschlossener Wald
	11 Gebüschwald	20 Aufgelöster Wald
	12 Gehölze	21 Gebüschwald
Unproduktive Flächen	13 Stehende Gewässer	22 Gehölze
	14 Fliessgewässer	23 Seen
	15 Unproduktive Vegetation	24 Fliessgewässer
	16 Vegetationslose Flächen	25 Unproduktive Vegetation
	17 Gletscher, Firn	26 Vegetationslose Flächen
		27 Gletscher, Firn

Abbildung 5: Arealstatistik nach Standardnomenklatur 2004 (Quelle BFS)

Im vorliegenden Bericht wird die Verfügbarkeit von Bodenkarten aber nicht nur in Hinblick auf die LF, sondern spezifischer auch in Hinblick auf die FFF-Inventare der Kantone bewertet. Hierzu wurden die Klassen 6-8 der Arealstatistik zum einen mit den Tal- und Hügellzonen der Landwirtschaftlichen Zonen (BLW 2017) verschnitten; also Flächen, auf denen FFF potentiell denkbar sind. Zum anderen erfolgt die Bewertung und Visualisierung der vorhandenen Bodenkarten in Hinsicht auf das von den Kantonen gemeldete tatsächliche Inventar der FFF. Dieser Layer wurde vom Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) zur Verfügung gestellt und auf Grundlage der von den Kantonen gelieferten Geodaten erstellt (Bruttowerte, ohne Abzugskoeffizienten und Abzug bedingt geeigneter FFF).

3. Vervollständigte Übersicht Bodenkartierungen CH

Zunächst werden die Ergebnisse zu den Recherchen über erhobene Bodeninformationen im Rahmen von Meliorationsprojekten präsentiert, und nachfolgend der aktuelle Stand dargestellt. Anschliessend wird der Stand zu Bodenkartierungen in den Kantonen seit Aufhebung des nationalen Kartierdienstes beleuchtet, sowie der Aufwand für weitere mögliche Arbeitsschritte diskutiert.

3.1 Recherche Meliorationsprojekte

Der Fokus der Recherche nach Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten wurde auf Projekte mit Beendigung nach 1980 gelegt (siehe Vorgehen, Anhang 1). Von den insgesamt schweizweit durchgeführten 1431 Projekten (gemäss Auflistung BLW) wurde danach zu 622 Projekten gezielt nach Bodeninformationen recherchiert.

Es kann festgestellt werden, dass das Vorgehen in den Kantonen im Rahmen von Meliorationsprojekten verschieden war und ist. Während in den einen Kantonen in der Regel eine Bodenkarte nach FAL24 im Rahmen eines Meliorationsprojektes erarbeitet wird, werden in anderen Kantonen nur wenige bis hin zu gar keine Bodeninformationen in diesem Kontext erhoben. Tendenziell werden in den neueren Meliorationsprojekten eher auch Bodeninformationen aufgenommen. Details zur Vorgehensweise in den Kantonen sind Anhang 2 zu entnehmen.

Im Laufe der systematischen Recherche auf kantonaler Ebene liess sich das Vorgehen in Hinblick auf die Erstellung von Bodeninformationen nicht für alle relevanten Meliorationsprojekte in Erfahrung bringen. Deshalb wurde die Firma myx GmbH mit einer gezielten Regionalstudie beauftragt.

Definition der Untersuchungsgebiete

Auf Grundlage der in Anhang 2 beschriebenen Klassifizierung der Kantone wurden für die exemplarische regionale Recherche 2 Kantone der 2. Kategorie ausgewählt (Bern und Solothurn). In diesen war es grundsätzlich denkbar weitere Bodenkarten in den Gemeinden oder beteiligten Ingenieurbüros zu finden, da heute in der Regel eine Kartierung im Rahmen von Meliorationsprojekten erfolgt.

In anderen Kantonen wurde die Wahrscheinlichkeit Bodenkarten aufzufinden aufgrund von Aussagen der kantonalen Verantwortlichen und der Erfahrungen der Servicestelle NABOAT als unwahrscheinlich erachtet. Dennoch wurden exemplarisch für die 3. Kategorie die Meliorationsprojekte im Kanton Thurgau recherchiert und die dort angewendete Bonitierung evaluiert.

Abgeschlossen wurde die Regionalstudie mit der Recherche des einzigen im Kanton Nidwalden durchgeführten Meliorationsprojekts (Kategorie 4). Wie viele Meliorationsprojekte generell in den einzelnen Kantonen insgesamt durchgeführt worden sind, veranschaulicht Tabelle 1.

Tabelle 1: Überblick Anzahl Meliorationsprojekte pro Kanton

Kanton	Meliorationsprojekte		
	Anzahl gesamt*	Anzahl beendet nach 1980	Anzahl mit Bodenkarten
Aargau	159	45	15
Appenzell Ausserrhoden	0	0	0
Appenzell Innerrhoden	1	0	0
Basel-Landschaft	32	13	0
Basel-Stadt	0	0	0
Bern	125	51	34
Freiburg	61	46	10
Genf	18	6	0
Glarus	2	1	0
Graubünden	118	80	2
Jura	46	25	20
Luzern	46	24	15
Neuenburg	31	18	1
Nidwalden	3	1	0
Obwalden	3	0	0
Schaffhausen	23	1	0
Schwyz	2	1	0
Solothurn	68	28	12
St. Gallen	42	20	8
Tessin	153	55	0
Thurgau	71	27	1
Uri	1	0	0
Vaud	239	107	0
Valais	66	34	1
Zug	6	1	0
Zürich	115	38	0
Schweiz	1431	622	119

* Quelle: Bundesamt für Landwirtschaft 2016

Wichtigste Erkenntnisse:

Die regionale Ausweitung der Recherche in den Kantonen BE, SO, NW und TG förderte keine weiteren Bodenkarten zutage. Myx GmbH kontaktierte alle beteiligten Gemeindeverwaltungen und wenn angebracht die Ingenieurbüros. Als Ergebnis wird festgestellt:

- Im Kanton Bern konnten für 8 der 12 untersuchten Projekte der Perimeter festgestellt werden. Für 6 Projekte war ein Bonitierungsplan auffindbar, die Bodenerhebungen werden nur selten im Detail dokumentiert. Die Bodenbeurteilung erfolgte auf Basis unterschiedlicher Methoden. Die stark aggregierten Bonitierungswerte ersetzen keinesfalls Felderhebungen zur Erarbeitung von Bodenkarten.
- Für die Kantone Solothurn und Nidwalden konnten keinerlei zusätzliche Bodeninformationen beschafft werden.
- Und für den Kanton Thurgau konnte zwar eine einheitliche Bonitierung festgestellt werden, detaillierte Bodenkarten waren jedoch keine bei Gemeinden und Ingenieurbüros auffindbar. Auch hier gilt, dass die erhobenen Bodenpunktzahlen für eine flächendeckende Bodenkartierung nicht ausreichen.

Darüber hinaus bewertet die myx GmbH eine systematische Auswertung der Bonitierungsunterlagen in den Kantonen Bern und Thurgau für die Unterstützung einer Bodenkartierung als nicht lohnenswert. Der detaillierte Bericht der Regionalstudie findet sich in Anhang 3 des vorliegenden Berichtes.

Insgesamt konnten mit den bekannten Bodenkarten des FAP/FAL-Kartierdienstes für Meliorationsvorhaben und der durchgeführten Recherche auf kantonaler und exemplarisch auch auf regionaler Ebene 119 Bodenkarten zu den 622 relevanten Meliorationsprojekten zugeordnet werden. Das bedeutet, dass durchschnittlich bei jeder 5. oder 6. Melioration eine Bodenkartierung durchgeführt wurde. Mit

Abschluss des Berichtes wird dem Auftraggeber die Auflistung der nach 1980 beendeten Meliorationsprojekte mit den recherchierten Informationen übergeben.

Zu den restlichen Meliorationsprojekten kann damit mit ausreichender Wahrscheinlichkeit die Recherche als abgeschlossen beurteilt werden. Insgesamt kann im Ergebnis zu den durchgeführten Recherchen somit festgehalten werden, dass sich das Gesamtbild zu den in der Schweiz kartierten Böden mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht mehr bedeutend ändern wird.

3.2 Übersicht Bodenkartierungen Schweiz

In der Folge werden alle der Servicestelle NABODAT vorliegenden Bodenkarten der Schweiz dargestellt und qualitativ klassifiziert. Diese Karten stammen zu einem grossen Teil aus dem FAP/FAL-Kartierdienst und werden durch kantonale Bodenkartierprojekte ergänzt. Entstanden sind sie für diverse Anlässe, wie z.B. die Kartierung von Landwirtschaftsfläche, Einbezug der Bodeninformationen in Meliorationsvorhaben oder die Kartierung von FFF.

Insgesamt sind der Servicestelle NABODAT mit Abschluss dieser Recherche 362 Bodenkartierungsprojekte in der Schweiz bekannt, die grösstenteils georeferenziert vorliegen. Die tabellarische Auflistung der einzelnen Kartierprojekte wird dem Auftraggeber zusammen mit dem Bericht übergeben. Die Anzahl von 362 erfassten Projekten spiegelt nicht exakt die tatsächliche Anzahl der durchgeführten Kartierprojekte wider. So aggregieren beispielsweise die Kantone ZH, LU, SO und SG mehrere Bodenkartierungsprojekte in einem Projekt, während andere Kantone in der Regel jede einzelne Bodenkartierung als Projekt deklarieren. Bislang keine Kenntnis hatte die Servicestelle von insgesamt 17 Projekten. Hierbei handelt es sich in erster Linie um laufende und um in den letzten 4 Jahren abgeschlossenen Meliorationsprojekte in den Kantonen AG, BE, JU und NW sowie 4 ältere Projekte in SH, NE und GR. Ein deutliches grösseres bislang nicht bekanntes Projekt ist ein überregionales Kartierprojekt: „INTER-REG II – Erkundung der Grundwasserleiter und Böden im Hochrheintal zwischen Schaffhausen und Basel“. Dieses Projekt wurde im Jahre 2001 abgeschlossen und lieferte Bodenkarten im Massstab 1:25'000 für insgesamt 13'247 ha. Da keiner der beteiligten Kantone die Ergebnisse digital besass, wurden die Geometrien über ein Ingenieurbüro in Deutschland erfragt. Insgesamt ist somit der aktualisierte nationale Bodenkartierungskatalog nur unwesentlich umfangreicher als vor der Recherche.

Durch den langen Entstehungszeitraum von 1953 bis heute weisen die Bodenkarten in der Schweiz grosse qualitative Unterschiede in Bezug auf die erhobenen Bodeninformationen auf. Pro vorliegendem Kartierprojekt nimmt die Servicestelle daher Informationen zu Massstab und Umfang der Kartierung, zum Datenschlüssel und zum Grad der digitalen Aufbereitung auf – allesamt nötige Metadaten für die Einschätzung der Wertigkeit der Bodenkarte. Inwieweit z.B. Bodendaten aus Kartierungen vor 1980 und damit vor Einführung des Datenschlüssel 1 (DS1, Einführung 1982) den heutigen Ansprüchen genügen ist fraglich (Pazeller et al. 2003; Grob et al. 2015; Ruef 2017).

Zur Verdeutlichung der qualitativen Unterschiede der Bodenkarten wurden diese in 4 Qualitätsklassen auf Basis des verwendeten Datenschlüssels und Massstabs eingeteilt (Tabelle 2). Weitergehende Abstufungen der Qualität der Bodeninformationen bewerten erfahrene Bodenkartierer als wenig zielführend (Pazeller et al. 2003).

Tabelle 2: Kategorisierung der Schweizer Bodenkarten nach Massstab und Datenschlüssel

Kategorie	Massstab	Datenschlüssel	Bewertung
A	1:5'000 und grösser	DS 5 / DS 6	Die Karten können als nahezu aktuell bewertet werden, auch wenn nicht immer alle heute geforderten Parameter aufgenommen wurden.
B	1:5'000 und grösser	in DS 6 übersetzt (ohne Verifizierung)	Die Karten wurden aufbereitet, nicht aufgearbeitet (Übersetzung in den DS6 erfolgt). Eine Verifizierung im Feld ist nötig.
C	1:5'000 und grösser	DS 1 – 4	Diese Bodenkarten sind aus fachlicher Sicht potentiell übersetzbar in den DS6. Eine Verifizierung im Feld ist nötig.
D	1:5'000 und grösser	DS vor 1982	Die Übersetzung dieser Bodenkarten in den DS6 gilt als unsicher (Massstab 1:5'000 und grösser) bzw. ist nicht möglich (1:10'000 und kleiner). Die Karten liefern jedoch sehr wertvolle Hinweise für eine Neukartierung. Sie können den Aufwand einer Kartierung mehr oder weniger stark minimieren.
	-----	-----	
	1:10'000 und kleiner	alle DS	

Abbildung 6 verdeutlicht, dass sich die Kartierprojekte in erster Linie auf das Schweizer Mittelland in der Tal- und Hügelzone der Landwirtschaftlichen Zonen erstrecken. In den Bergzonen finden sich nur vereinzelt Bodenkarten bedingt durch den ackerbaulichen Fokus vieler Bodenkartierungen. Waldböden wurden (und werden noch heute) einzig nennenswert in den Kantonen Zürich und Solothurn kartiert, diese Waldbodenkarten sind nicht aufgeführt. Ferner zeigt Abbildung 6 deutlich wie heterogen das Mosaik an kartierten Böden in Bezug zur Datenqualität ist. Weitere Details zu den Kartieraktivitäten in den Kantonen (jedoch ohne geographische Aufarbeitung) findet sich in Borer et al. (2014).

Den Umfang der bekannten kartierten Flächen ausserhalb der LF dokumentiert Tabelle 3. Hierbei gilt es zu beachten, dass in Bezug zur kantonalen LN die in dieser Studie verwendete geschätzte LF aus der Arealstatistik abweichen kann. Damit könnte z.B. erklärt werden, dass der Kanton ZH gemäss der Berechnung auf Basis der Arealstatistik „nur“ 86 % der LF in guter Qualität kartiert hat. Es ist durchaus denkbar, dass die Differenz von 13'683 ha ausserhalb der LF zur aktuellen oder ehemaligen LN des Kantons gehören, in der Arealstatistik jedoch nicht den Landwirtschaftsflächen Klasse 6-8 zugeordnet werden.

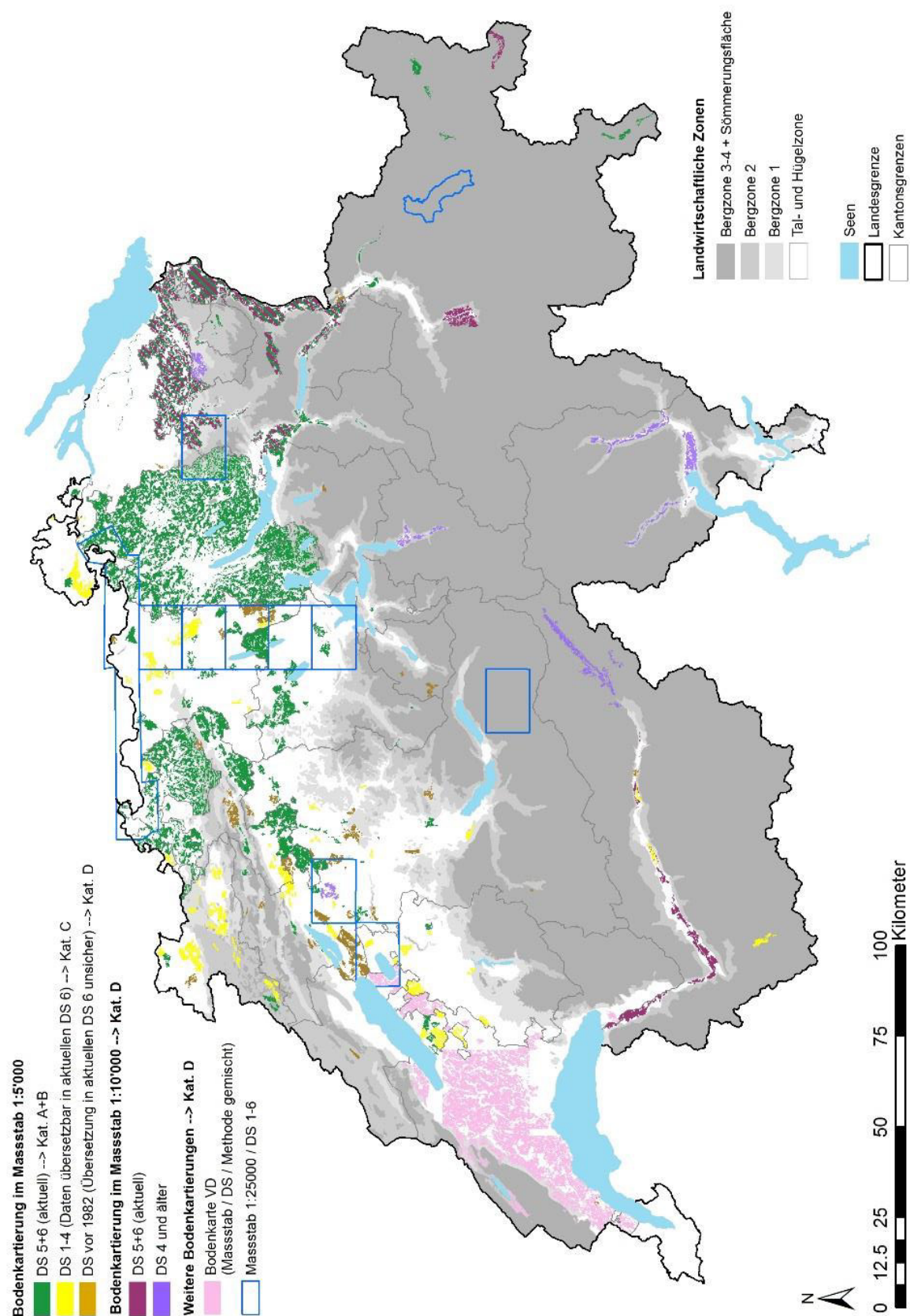


Abbildung 6: Bodenkarten der Schweiz, kategorisiert nach Massstab und Entstehungszeitraum (Datenschlüssel)

Quellen:

¹ Landwirtschaftsfläche = Arealstatistik Schweiz (AS17), Klassen 6,7 und 8 (ohne Klasse 9=Alpwirtschaftsflächen), BFS 2008

² Landwirtschaftsfläche Tal- und Hügelizeone = Verschnitt von ¹ mit Tal- und Hügelizeone aus Landwirtschaftliche Zonen, BLW 2017

3 FFF Kontingent Stand 2013 aus "Sachplan fruchtfolgeflächen: Bericht zum Stand der Umsetzung des Sachplanes, Planteam S AG / Boden + Landwirtschaft Vogt, 2013

⁴ vom Kanton gelieferte Geodaten ans ARE (Bruttowerte, ohne Abzugskoeffizienten und Abzug bedingt geeigneter FFF)

Bodenkartierung auf Landwirtschaftsflächen

Insgesamt wurden in Bodenkartierungsprojekten 360'000 ha der Landwirtschaftsfläche (LF) der Schweiz kartiert, das entspricht rund 37 %. Diese Zahl berücksichtigt jedoch nicht die Qualität der Karten. Gegliedert nach den Qualitätskriterien Massstab und Datenschlüssel können lediglich **13 % der Bodenkarten (127'419 ha LF)** als **qualitativ hochwertig** («Kategorie A») bewertet werden (Tabelle 3). Wie heterogen die kartierten Flächen über die Schweiz verteilt sind, zeigt sich neben der grafischen Darstellungen in Abbildung 6 und Abbildung 7 auch in der summarischen Statistik (Tabelle 3). So wurden bereits 110'000 ha (87 %) dieser qualitativ gut kartierten Flächen allein in den 5 Kantonen ZH, BL, SO, LU und ZG kartiert.

Ebenfalls ein grosser Anteil der LF wurde im Kanton Sankt Gallen kartiert. Die knapp 39'000 ha, und damit 57 % der kantonalen LF, wurden mehrheitlich vor Einführung des DS 5 kartiert. Mittlerweile sind diese Karten im Auftrag der Fachstelle Bodenschutz von erfahrenen Bodenkartierern in den heute gültigen Datenschlüssel 6 übersetzt worden. Was jedoch bisher nicht stattgefunden hat, ist die Verifizierung der Karten im Feld (vgl. Kapitel 7.3.2 im Anhang 3). Daher sind die Bodenkarten SG nicht mit den tatsächlich im DS 5/6 erhobenen Bodeninformationen vergleichbar und fallen in die «Kategorie B». Zudem sind ein Drittel der Projekte im Massstab 1:10'000 kartiert worden.

Ein kleiner, aber dennoch nicht zu vernachlässigender Teil der Bodenkarten (2 % der LF gesamt) liegt heute mindestens im Massstab 1:5'000 und im Datenschlüssel 1-4 vor. Diese Kartierprojekte gelten unter Bodenkartierern als grundsätzlich übersetzungswürdig und werden in der «Kategorie C» zusammengefasst. Wie für die Bodenkarten in der Kategorie B ist auch für die Karten der Kategorie C eine Verifizierung im Feld erforderlich.

Für alle sonstigen Bodenkarten («Kategorie D») lassen entweder der Massstab und/oder der Datenschlüssel diese Form der Aufarbeitung alleine nicht zu. Diese Karten decken etwa die Hälfte der durchgeführten Kartierungen ab. Hierunter fallen vor allem zahlreiche Kartierungen im Massstab 1:10'000 und 1:25'000 des ehemaligen Kartierdienstes FAP/FAL sowie die grossflächige Bodenkartierung im Kanton Waadt, die zumindest teilweise auf der französischen «Référentiel pédologique» basiert. Für die Bodenkarten dieser Kategorie ist eine Neukartierung im Massstab 1:5'000 unumgänglich. Die vorhandenen Karten in der Kategorie D liefern jedoch äusserst wertvolle Vorinformationen für eine Neukartierung und können die Kosten für eine solche stark senken.

Bodenkartierung in Tal- und Hügellzonen der Landwirtschaftsfläche

Für die Thematik der Überarbeitung und Stärkung des Sachplans Fruchtfolgeflächen sind in erster Linie die Tal- und Hügellzonen der Schweiz als tatsächliche oder potentielle FFF relevant (Basis 644'549 ha, siehe Tabelle 3). Für diese Zonen hat die Recherche ergeben, dass insgesamt knapp die Hälfte der LF innerhalb dieser beiden Zonen einmal bodenkundlich kartiert worden ist. **Bodenkarten in ausreichender Qualität** liegen jedoch nur **für 17 % der landwirtschaftlich genutzten Flächen in der Tal- und Hügellzone** vor. Nimmt man noch die in «Kategorie B & C» kartierten Flächen hinzu, können weitere 8 % der Bodenkarten in Tal- und Hügellzonen potentiell mittels Übersetzung und Verifizierung in eine ausreichende Qualität aufbereitet werden.

Auch hier verteilt sich ein Grossteil der neueren und damit verlässlicheren Detailbodenkarten auf wenige Kantone. In 12 Kantonen konnten demgegenüber nicht mehr als 3 % der LF in Tal- und Hügellzonen kartiert werden (Tabelle 3 und Abbildung 8).

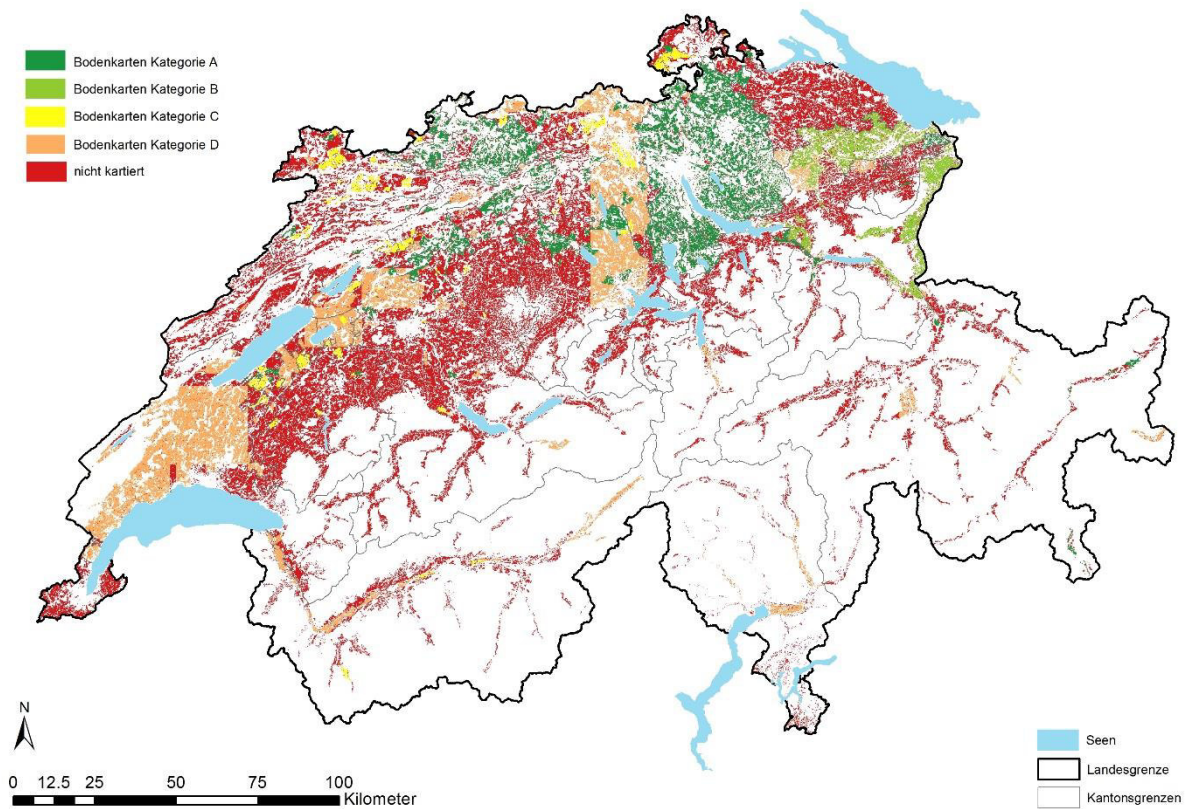


Abbildung 7: Landwirtschaftsflächen (LF) der Schweiz gemäss Arealstatistik NOAS04 (Klassen 6-8), dargestellt nach vorhandenen kategorisierten Bodeninformationen gemäss Tabelle 2

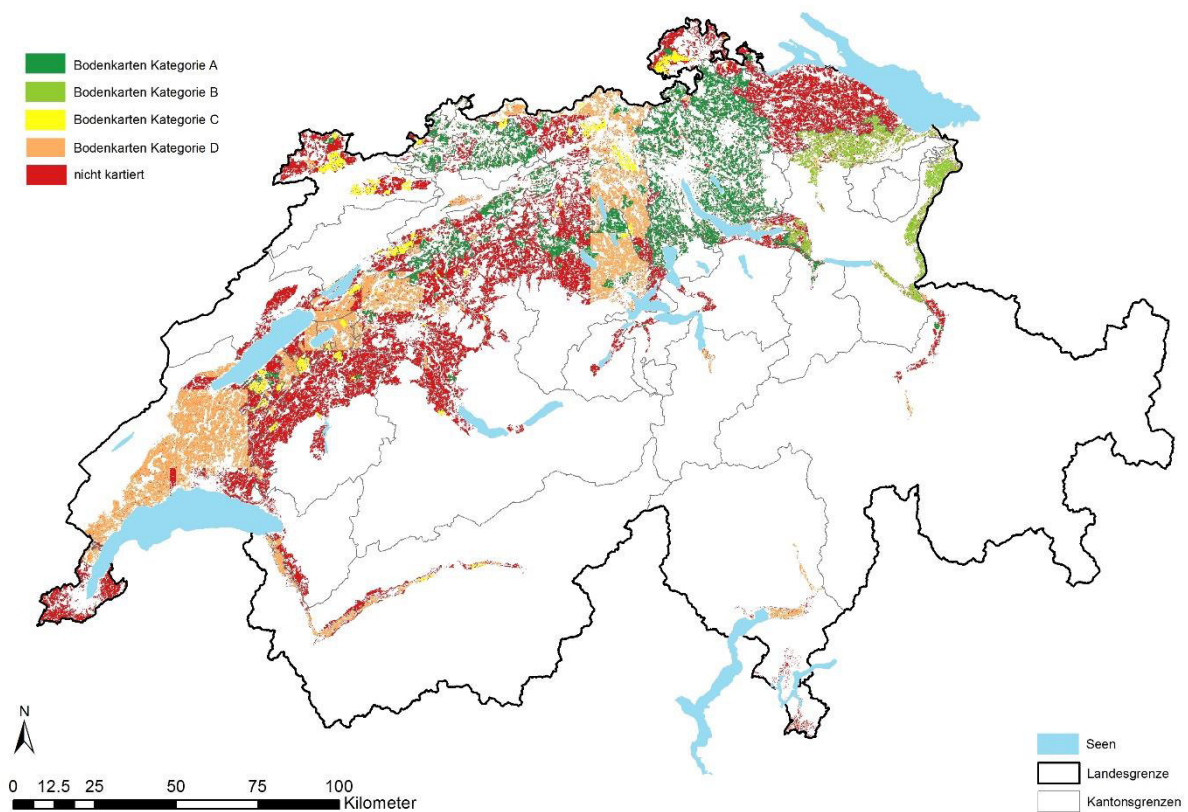


Abbildung 8: Landwirtschaftsflächen (LF) der Schweiz gemäss Arealstatistik NOAS04 (Klassen 6-8) in Tal- und Hügellonen (Landwirtschaftliche Zonen, BLW), dargestellt nach vorhandenen kategorisierten Bodeninformationen gemäss Tabelle 2

Bodenkartierung auf Flächen des FFF-Inventars

In Bezug zum FFF-Inventar der Kantone wurden insgesamt 48 % zumindest einmal kartiert, wobei Bodenkarten mit genügender Qualität nur für 19% der FFF-Inventare vorliegen (rund 92'000 ha der insgesamt 482'000 ha). Die gelieferten Geodaten für die FFF-Inventare sind als Bruttowerte zu verstehen, Abzugskoeffizienten und Abzüge für bedingt geeignete FFF sind nicht berücksichtigt. So werden im Kanton Zürich die Böden mit Nutzungseignungsklasse 6 nur zur Hälfte angerechnet. Die auf Grundlage des FFF-Layers berechneten Angaben im Kanton Zürich mit 49'000 ha FFF sind daher zu hoch. Das tatsächliche Inventar bewegt sich in der Grössenordnung des Kontingentes.

Während in 6 Kantonen (AI, BL, ZH, ZG, BS und GL) mehr als 90 % der deklarierten FFF ausreichend bodenkundlich kartiert sind, hatten 11 Kantone nahezu keine aussagekräftigen bodenkundlichen Grundlagen für die Ausscheidung der FFF zur Verfügung. Hier erfolgte die Ausscheidung lediglich für maximal 3 % der Flächen auf verlässlichen Bodenkarten (Tabelle 3 und Abbildung 9).

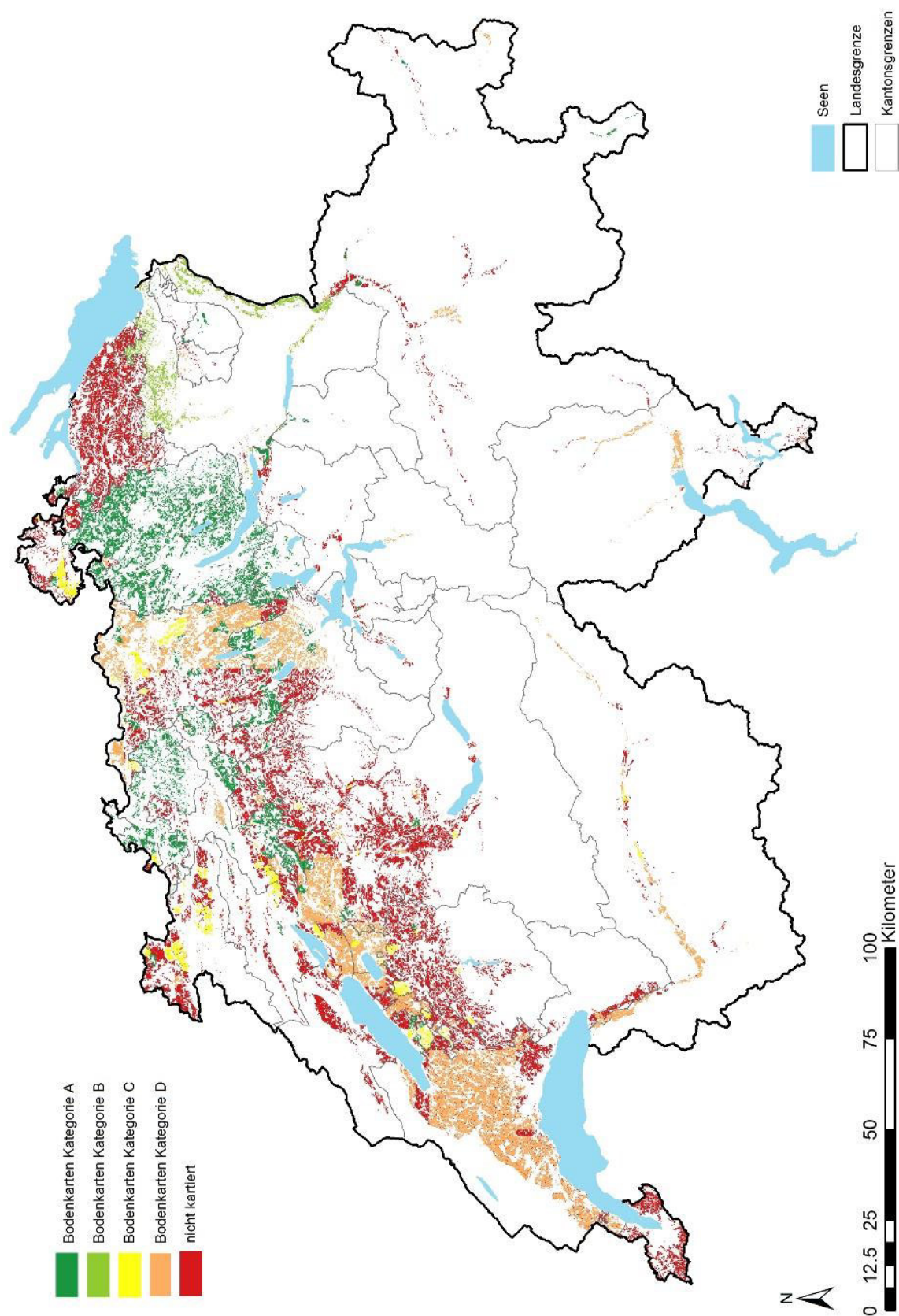


Abbildung 9: Inventar der Schweizer Fruchtfolgeflächen (FFF), dargestellt nach vorhandenen kategorisierten Bodeninformationen gemäss Tabelle 2

3.3 Bodenkartierungsprojekte in den Kantonen seit 1996

Mit Aufhebung des Bodenkartierdienstes an der früheren FAP/FAL ist die Bodenkartierung an die Kantone übergeben worden. Wie aus Tabelle 4 hervorgeht, konnte diese Aufgabe in den letzten 20 Jahren nur im Rahmen von bescheidenen finanziellen Ressourcen weiterverfolgt werden. Lediglich in 8 Kantonen konnte mehr als 1 Kartierprojekt in diesem Zeitraum realisiert werden. Insgesamt wurden von 1996 bis Ende 2017 knapp 50'000 ha im Massstab 1:5'000 kartiert, dies entspricht einer Kartierleistung von rund 2'400 ha pro Jahr (im Jahr 1996 waren die Kartierprojekte in den Kantonen BL und ZH weitgehend im Abschluss und werden hier nicht mit eingerechnet). Diese sehr geringe jährliche Kartierleistung von nur 0.25% der LF liegt somit in der gleichen Grössenordnung wie die jährliche Flächenversiegelung in diesem Zeitraum. Mit anderen Worten, es wurde in den letzten beiden Jahrzehnten ungefähr so viel Fläche pro Jahr kartiert, wie durch die Versiegelung von Böden durch Bautätigkeit verloren gegangen ist (Dudda 2018).

Allen voran haben mit grossem Engagement die Kantone Solothurn (20'581 ha), Luzern (11'818 ha) und Zug (10'947 ha) kartiert, die alleine 87 % der 50'000 ha kartiert haben. In den Kantonen SO und LU wurde und wird dabei jedoch nicht immer komplett neu kartiert. Unter die kartierten Böden dieser beiden Kantone (33'000 ha) fallen auch ältere Bodenkarten, die im Rahmen des FAP/FAL-Kartierdienstes erstellt wurden und im Rahmen der Neukartierung aufgearbeitet, d.h. verifiziert, aktualisiert und um Parameter erweitert werden konnten.

Im Kanton Zürich wird die Bodenkarte der Landwirtschaftsfläche laufend mit neuen Informationen aktualisiert. Aktuell läuft eine Waldbodenkartierung, die in 2019 abgeschlossen sein soll, die Flächen dieser Kartierung liegen noch nicht vor.

In den restlichen Kantonen wurden einzelne Bodenkartierungen im Rahmen von Meliorationsprojekten (AG, BE, JU) oder spezifisch zur Kartierung der FFF (GL, AI) durchgeführt. In den Kantonen Basel-Landschaft und Basel-Stadt wurde die Bodenkarte im Massstab 1:5'000 zwischen 1988 und 1998 erstellt. Finden heute Meliorationsprojekte statt, werden zurzeit die erhobenen Bodeninformationen nicht zur Aktualisierung der vorhandenen Karte verwendet.

Tabelle 4: Anzahl der Bodenkartierungsprojekte national / kantonal

Kanton	Bodenkartierprojekte (Massstab $\geq 1:25'000$)					
	Anzahl gesamt	bis 1996 FAP/FAL- Kartierdienst (national)	ausserhalb Kartierdienst	Kartierung im Rahmen von Meliorationen	nach 1996 Kartierung der FFF	Kartierung sonstige Gründe oder unklar
Aargau	51	40		7	0	4
Appenzell Innerrhoden	1	0		0	1	0
Basel-Landschaft	2	0	1	0	0	1
Basel-Stadt	2	0	1	0	0	1
Bern	61	43	4	14	0	0
Glarus	1	0		0	1	0
Graubünden	16	14		0	0	2
Jura	27	22	2	4	0	0
Luzern	39	36		0	0	3*
Nidwalden	2	0		0	0	2
Schaffhausen	14	12	1	0	0	1
Solothurn	30	29		0	0	1*
St. Gallen	42	42		0	0	0
Thurgau	13	12		0	0	1
Vaud	3	2		0	0	1
Valais	9	8		0	0	1
Zug	1	0		0	0	1
Zürich	49	48		0	0	1
übrige Kantone	50	49	1	0	0	0
Schweiz	414	357	10	25	2	20

* Die seit Jahren laufenden Kartierungen in den Kantonen LU und SO werden in 1 Projekt subsummiert.

3.4 Aufarbeitung bestehender Bodenkarten

Die Aufarbeitung von Bodendaten, die in früheren Kartierprojekten erhoben wurden, umfasst generell mehrere Bearbeitungsschritte (Pazeller et al. 2004; Grob et al. 2015; Walter et al. 2017). Grundsätzlich umfassen diese Bearbeitungsschritte Techniken zur Digitalisierung von analogen Altdaten, zur Übersetzung in aktuelle Datenschlüssel, zur Verifizierung der aufbereiteten Bodendaten im Gelände mit neuen Bodenprofilen oder Bohrungen bis hin zur Erweiterung der erhobenen Bodenparameter. Die Autoren der „Regionalstudie Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten“ (myx 2018, siehe Anhang 3) unterscheiden diesbezüglich zwischen aufbereiteten und aufgearbeiteten Bodendaten. Letztere sind nicht nur übersetzt in einen aktuellen Datenschlüssel (aufbereitet), sondern auch FAL24+ konform, verifiziert und regional vergleichbar. In diesem Zusammenhang weisen die Autoren darauf hin, dass die heutigen Anforderungen an Bodendaten weitaus grösser sind als noch vor einigen Jahrzehnten, in denen viele der älteren Bodendaten erhoben wurden.

Die Bemühungen im Projekt BI-CH ältere Profildaten zu digitalisieren und zu übersetzen waren durchaus gerechtfertigt (Grob et al. 2015; Rehbein et al. 2017). Hierbei handelte es sich insbesondere um Profildaten der Kategorie A, B und C (siehe Tabelle 2). Heute liegen diese punktuellen Bodeninformationen in NABODAT in aufbereiteter Form vor, d.h. eine Verifizierung im Feld wurde damals nicht durchgeführt.

Inwiefern sich der Aufwand für die Aufbereitung bzw. Aufarbeitung der Flächendaten rechtfertigt hängt im Einzelfall von folgenden Aspekten ab (myx 2018; Ruef 2017):

- **Umfang der erhobenen Bodeneigenschaften bzw. Bodenkennwerte:** Ist dieser im Hinblick auf den Minimaldatensatz FAL 24+ zu klein, müssen für das Gebiet sowieso neue Erhebungen durchgeführt werden. Für einen grossräumigen Vergleich der Bodenqualität muss zwingend der minimale Datensatz in allen kartierten Gebieten vorhanden sein.
- **Erhebungszeitpunkt:** Liegen die Projekte schon mehr als drei Jahrzehnte zurück, so kann davon ausgegangen werden, dass die erhobenen Bodendaten nur schwer oder gar nicht in den aktuellen Datenschlüssel übersetzt werden können (Knecht et al. 2003). So wurden in älteren Bodenuntersuchungen Bodeneigenschaften oder Bodenkennwerte oftmals stark klassifiziert und die Spannbreite der Klassen (z.B. für Textur oder Skelettgehalt) sind sehr grob und genügen den heutigen Anforderungen an Bodeninformationen nicht mehr (Knecht et al. 2017; Keller et al. 2018). Der Nutzen von stark klassifizierten Bodendaten ist sehr limitiert. Zudem ist es für solche früher kartierten Gebiete fraglich inwiefern der damalige Zustand des Bodens dem heutigen noch entspricht angesichts möglicher Nutzungs- und Terrainveränderungen.
- **Räumliche Abdeckung:** Je nach Zielsetzung der Bodenkartierprojekte, z.B. Bodenkarten im Rahmen eines Meliorationsprojektes, decken die erhobenen Bodendaten oftmals nur kleine inselartige Perimeter innerhalb einer Gemeinde ab (myx 2018). Die Aufarbeitung von Bodenkarten lohnt sich aber vor allem dann, wenn die Bodendaten auch grossräumig vergleichbar sind mit Hinblick auf eine landesweite Bodenkartierung. Dies ist in der Regel nicht gegeben, da oftmals Bodendaten aus älteren Bodenkartierungsprojekten punktuell und kleinräumig verteilt sind.
- **Massstab:** Als Standard für Anwendungskarten, die den Nutzeransprüchen genügen, hat sich ein Massstab von 1:5'000 bewährt. Karten, die mindestens in diesem Massstab erhoben wurden, sind prinzipiell lohnenswert aufzubereiten. Für alle sonstigen Karten braucht es zwingend zusätzliche Erhebungen.
- **Verifizierung aufbereiteter Bodendaten:** Nach der Aufbereitung älterer Bodendaten müssen diese im Feld verifiziert, aktualisiert und erweitert werden, wie auch schon bei der Aufbereitung von Bodenprofildaten im Projekt BICH darauf hingewiesen (Pazeller et al. 2004). Dies bedeutet, dass für solche Gebiete, für die Bodendaten aufbereitet werden, Bodenkartierer Feldarbeiten durchführen müssen. Somit ist für die Aufarbeitung ein Aufwand für Feldarbeiten gegeben, der auch im Hinblick für den Aufwand einer Neukartierung zu betrachten ist.

Für die in der Schweiz gesamthaft durchgeführten Bodenkartierungsprojekte kann der Aufwand für eine vollständige Aufarbeitung der Flächendaten und damit das Ziel einen vergleichbaren Bodendatensatz zu erhalten gemäss der in Kapitel 3.2 dargelegten Kategorien diskutiert werden:

Tabelle 5: Kostenaufwand für die Aufarbeitung der bestehenden Bodenkarten nach aktueller Methode

Kategorien (vgl. Tabelle 2)	LW-Fläche ¹ [ha]	Aufarbeitungsschritte	Kostenaufwand	
			Übersetzung (1,5AT/Projekt)	Verifizierung inkl. Aktualisierung / Erweiterung Param. [FAL24+] (Fr. 250,-/ha)
Kategorie A	127'419	Aktualisierung / Erweiterung der Parameter [FAL24+]		unklar
Kategorie B	38'962	Verifizierung inkl. Aktualisierung / Erweiterung der Parameter [FAL24+]		Fr. 9'740'500
Kategorie C	22'659	Übersetzung in FAL24 (64 Projekte)	Fr. 100'000	
		Verifizierung inkl. Aktualisierung / Erweiterung der Parameter [FAL24+]		Fr. 5'664'750
Kategorie D	171'152	Neukartierung unter Berücksichtigung der Altdaten ²		
Gesamtkosten			Fr. 100'000	Fr. 15'405'250
			Fr. 15'505'250	

¹ Landwirtschaftsfläche = Arealstatistik Schweiz (AS17), Klassen 6,7 und 8 (ohne Klasse 9 = Alpwirtschaftsflächen), BFS 2008

² Der Kostenaufwand nach aktueller Kartiermethode wird mit 500,-CHF/ha veranschlagt.

In der „Regionalstudie Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten“ von myx (2018) werden die Kosten für die Verifizierung von den bestehenden Bodenkarten in der Schweiz auf Basis von Erfahrungswerten in der Praxis auf rund 250 CHF pro Hektare geschätzt. Die Kosten liegen somit bei rund der Hälfte der Kosten einer neuen Bodenkartierung nach der aktuellen Methode, mit der kleine Gebiete von wenigen Hundert Hektaren in einem Kartierlos kartiert werden. In Bezug zu einer landesweiten Bodenkartierung unter Verwendung neuer Methoden und einer zentralen Infrastruktur, wie sie kürzlich in der thematischen Synthese «Bodeninformations-Plattform» vorgeschlagen wurde (Keller et al. 2018), werden die Kartierungskosten dank Skalierungseffekten tiefer geschätzt. Abhängig davon, wie effizient neue Methoden bei dem Übergang von bisher eher kleineren zu grösseren Kartierungsprojekten umgesetzt werden können und ob eine zentrale leistungsstarke Infrastruktur für ein solches Vorhaben aufgebaut wird, dürften **zukünftig die Kosten für eine Neukartierung pro Hektare tiefer** liegen als bisher. Die Kosten für die Aufarbeitung von älteren Bodendaten auf die Hektare bezogen bewegen sich vermutlich in der gleichen Grössenordnung wie die geschätzten Kosten für eine Neukartierung mit einer grossräumigen Kartiermethodik.

In diesem Kontext scheint eine alleinige Verifizierung von Altdaten im Feld kaum zu rechtfertigen. Insbesondere werden mit einer Neukartierung wesentlich mehr Bodeneigenschaften mit neuen Analysemethoden und mehr Kennwerten erhoben, die den heutigen Anforderungen der vielen Nutzergruppen an Bodeninformationen genügen (Knecht et al. 2017, Keller et al. 2018). Trotz der oben genannten Aspekte, die es bei einer Verifizierung von Bodendaten zu berücksichtigen gilt, können diese eine wertvolle Ausgangsinformation für neue Kartierungen darstellen. Insbesondere in Gebieten wo bisher keine Bodenkarten existieren, können ältere Bodendaten wichtige Informationen für die Prozessierung einer Konzeptkarte zur Wahl geeigneter Profil- und Bohrstandorte liefern. In diesem Sinne ist die Verifizierung von Profil- und Flächendaten im Rahmen einer Neukartierung zu beleuchten.

Gesamthaft wird daher empfohlen, für die qualitativ genügenden bestehenden Bodenkarten (Karten der Kategorie A, B und C) **die Aufbereitung zu vervollständigen und die Verifizierung älterer Bodendaten im Zuge einer landesweiten Bodenkartierung** mit einheitlichem minimalen Datensatz und Erhebungsmethoden **anzugehen**. Und damit das Ziel zu verfolgen alle Flächendaten (analog zu den Profildaten) mindestens digitalisiert und in den aktuellen Datenschlüssel 6 übersetzt vorliegen zu haben.

Dafür müssten in einem letzten Aufbereitungsschritt noch die Bodenkarten der Kategorie C übersetzt werden, für die Bodenkarten der Kategorien A und B ist dieser Zustand bereits erreicht. Betroffen wären davon rund 64 Bodenkartierprojekte, die 2 % der LF der Schweiz abdecken (vgl. Tabelle 5). Wie in der Expertise von Ruef (2017) abgeschätzt, beträgt der Übersetzungsaufwand solcher Projekte etwa 1,5 Arbeitstage pro Projekt. Analog zu den Profildaten muss diese Übersetzung durch erfahrene Bodenkartierer durchgeführt werden. Die Kosten für diesen letzten Aufbereitungsschritt betragen demnach in etwa 100'000 CHF für die genannten 64 Kartierprojekte.

4. Schlussfolgerungen

Übersicht Bodenkarten Schweiz

- Die vorliegende Studie gibt den aktuellen Stand der Bodenkartierung in der Schweiz unter Berücksichtigung von Meliorationsprojekten und umfangreichen Recherchen wieder. Der Wissensstand zu den kartierten Böden in der Schweiz und der Qualität der erhobenen Bodeninformationen wird als nahezu vollständig eingeschätzt. Auch wenn zukünftig noch Bodeninformationen aus einzelnen früheren Kartierprojekten hinzukommen würden, so wird sich die Grössenordnung der in diesem Bericht dokumentierten bodenkundlich kartierten Flächen in der Schweiz kaum merklich ändern.
- Der Stand der Bodenkartierung in der Schweiz ist insgesamt sehr unbefriedigend und steht im grossen Widerspruch zum erheblichen Bedarf an Bodeninformationen für viele Nutzergruppen. **Für lediglich 13 % der Landwirtschaftsflächen (LF) liegen qualitativ ausreichende Bodeninformationen vor (127'419 ha).** Für weitere 6 % der LF liegen ältere Bodeninformationen vor, die noch aufzubereiten bzw. im Feld zu verifizieren sind. Für 81 % der Landwirtschaftsflächen (784'000 ha) liegen somit keine oder qualitativ ungenügende Bodenkarten vor, diese gilt es neu zu kartieren.
- **In Bezug zum FFF-Inventar der Kantone liegen lediglich für 19 % qualitativ genügende Bodeninformationen vor** (rund 92'000 ha der insgesamt gemeldeten 482'000 ha)¹.

Bodeninformationen aus Meliorationen

- Eine vertiefte Recherche nach Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten auf Stufe Kanton und Gemeinde zeigte das sehr heterogene Vorgehen. Die kantonalen Vorgaben sind sehr unterschiedlich. Eine Minderheit lässt Bodenkarten im Rahmen von Meliorationsprojekten erstellen. Selbst innerhalb eines Kantons ist nicht immer ein gleiches Vorgehen gewährleistet und der Austausch erhobener Bodeninformationen zwischen kantonalen Ämtern ist nicht immer gegeben.
- Lediglich bei jedem 5. oder 6. Meliorationsprojekt wurde eine Bodenkartierung durchgeführt. Zumeist aber nur lokal sehr begrenzt und nicht für das gesamte Gemeindegebiet. Diese Bodenkarten lagen weitgehend schon der NABODAT Servicestelle vor. Die Recherche förderte auch Bonitierungspläne bzw. Karten mit Bodenpunktzahlen zu Tage, die aber oftmals sehr lückenhaft dokumentiert und qualitativ nicht mit Felderhebungen einer Bodenkartierung vergleichbar sind (Anhang 3).

Kartierung seit Aufhebung nationaler Kartierungsdienst im Jahre 1996

- Die durchschnittliche jährliche Kartierleistung seit 1996 beträgt etwa 2'400 ha. Diese sehr geringe jährliche Kartierleistung von nur 0.25% der LF liegt somit in der gleichen Grössenordnung wie die jährliche Flächenversiegelung in diesem Zeitraum und würde zudem bedeuten, dass noch über 100 Jahre erforderlich wären um die LF zu kartieren.
- Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms Boden NFP68 wurden in verschiedenen Projekten Vorschläge erarbeitet wie eine Erweiterung der heutigen Kartierungsmethoden mit neuen Techniken vorgenommen und organisatorisch umgesetzt werden kann.

¹ Die FFF-Inventare sind als Bruttowerte zu verstehen, Abzugskoeffizienten und Abzüge für bedingt geeigneter FFF sind nicht berücksichtigt.

5. Literaturverzeichnis

- Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz (BGS; Hrsg.) (2008): Klassifikation der Böden der Schweiz.
- Borer F., Knecht M., Burgos S., Margreth M., Papritz A., Rehbein K. (2014): Bodenkartierung Schweiz – Entwicklung und Ausblick. BGS, Wädenswil.
- Brunner J., Jäggi F., Nievergelt J., Peyer K. (1997): Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden. Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL, Hrsg.), Schriftenreihe Nr. 24., Reckenholz, Zürich.
- Bundesamt für Umwelt (bafu) (2017): Boden in der Schweiz – Zustand und Entwicklung. Stand 2017. Umwelt-Zustand Nr. 1721: 86 S.
- Carizzoni M., Cavelti G., Hurst T., Zürcher M. (2017): Konzept für ein flächendeckendes Bodeninformationssystem. Im Auftrag des BAFU. BHP Brugger und Partner, Zürich.
- Dudda E. (2018): Schneller verbaut als kartiert – Brennpunkt Boden. Die Grüne Nr. 10, S. 84-87.
- Grob U., Rehbein K., Keller A. (2018): Stand der Bodenkartierung in der Schweiz: Informationsplattform und Metadatenkatalog. Agroscope, Zürich. www.nabodat.ch
- Grob U., Ruef A., Zihlmann U., Klausner L. und Keller A. (2015): Agroscope Bodendatenarchiv – Bodendaten aus Bodenkartierungen 1953 – 1996. Agroscope Science 14.
- Keller A., Franzen J., Knüsel P., Papritz A., Zürcher M. (2018): Bodeninformations-Plattform Schweiz (BIP-CH). Thematische Synthese TS4 des Nationalen Forschungsprogramms «Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden» (nfp 68), Bern. S. 124. <http://www.nfp68.ch/de/news-medien/publikationen>
- Knecht M. (2004): Bodeninformation Schweiz BI-CH. Schlussbericht 2003. Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz (BGS; Hrsg.) im Auftrag des BUWAL.
- Knecht M., Lüscher C., Borer F. (2017): Bedürfnisabklärungen Bodeninformationen. Zuhanden BAFU. AMBIO GmbH, Zürich.
- Nussbaum M., S. Burgos, A. Keller, M. Carizzoni, A. Papritz. 2018. Bodeninformationssysteme und (digitale) Bodenkartierung in Europa: Was kann die Schweiz davon lernen? Bericht Fokusstudie, Nationales Forschungsprogramm NFP 68 "Ressource Boden". verfügbar unter <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000262483>. S. 98 plus Anhang.
- Nussbaum, M. (2017). Digital Soil Mapping for Switzerland, Evaluation of Statistical Approaches and Mapping of Soil Properties. Ph. D. Thesis, ETH Zurich. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000193154>
- Pazeller A., Ruef A., Petrasek M. (2004): Sichere und benutzerfreundliche Archivierung von Bodenprofil- und Bohrdaten. Projekt Bodeninformation Schweiz BI-CH – Teilprojekt 1. Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz (BGS; Hrsg.) im Auftrag des BUWAL.
- Prasuhn V., Konz N., Stamm C., Frey M. (2011): Machbarkeitsstudie Kartierung beitragender Flächen – Problem fehlender Bodendaten. In: BGS Bulletin 32, Knappe Ressource Boden: eine Herausforderung, 71–74.
- Rehbein K., Grob U., Klausner L., Keller A. (2017): Nationales Bodeninformationssystem NABODAT – Datenmodell-Version 1.5, Agroscope, Servicestelle NABODAT, Zürich. www.nabodat.ch
- Ruef A. (2017): Expertise Erfassungsvorlage Flächendaten und Übersetzung (interner Bericht).
- Tobias S. (2012): Brainstorming «Zukunft Bodeninformation Schweiz». Projektabschlussbericht. WSL.
- Walther L., Bridler L., Keller A., Lussi M., Grob U. (2017): Harmonisierung von Bodendaten im Projekt «Predictive mapping of soil properties for the evaluation of soil functions at regional scale (PMSoil)» des Nationalen Forschungsprogramms Boden (NFP 68). ETH Zürich. <http://dx.doi.org/10.3929/ethz-a-010801994>.
- WikiMelio (2018): Leitfaden für Bodenverbesserungsprojekte mit Informationen für Fachleute und Projektbeteiligte, www.wikimelio.ch.

Anhang

Anhang 1:

Vorgehen der Recherche nach Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten

Vorbereitende Arbeiten inkl. Interviews

Erste Anlaufstelle für die Servicestelle NABODAT waren erfahrene Bodenkartierer, die unter anderem an zahlreichen Meliorationsprojekten beteiligt waren. In ausführlichen Gesprächen, insbesondere mit Thomas Gasche (Gasche-Bodengutachten GmbH) und Martin Zürrer (myx GmbH), konnte von Ihrer reichen Erfahrung in Meliorations- und Bodenkartierprojekten im Allgemeinen profitiert werden.

Zugleich wurden die Vorgehensweise für eine erfolgreiche Recherche und die Kriterien für die quantitative und qualitative Bewertung der Bodenkartierprojekte diskutiert. Wichtige Kriterien für eine solche Bewertung sind in erster Linie Massstab, Erhebungsjahr, Kartiermethode, Datenschlüssel und Digitalisierungsgrad. Als minimale Kriterien wurden in der ersten Zwischensitzung mit dem Projektteam folgende Rahmenbedingungen definiert:

- Projektabschluss Meliorationsprojekt nach 1980 (Quelle BLW)

Im Laufe der Zeit wurden die Kartiermethoden innerhalb des ehemaligen FAP/FAL-Kartierdienstes immer weiter entwickelt. Laut einer internen Expertise von Andreas Ruef (Ruef, 2017) sowie Einschätzungen weiterer erfahrener Bodenkartierer werden Bodenkarten, die etwa ab 1980 erstellt wurden als grundsätzlich aufarbeitbar angesehen. Laut Ruef 2018 dürfte die Aufarbeitung der Legenden von Bodenkarten nach 1985 „kaum Probleme“ verursachen. Die Interpretation der Bodenkarten, die zwischen 1978 und 1985 erstellt wurden, sei „schon etwas schwieriger, aber nach wie vor machbar“. Noch deutlich schwieriger werde es dann bei Karten zwischen 1970 und 1978.

- Massstab 1:25'000 und grösser

In die Recherche eingeschlossen werden Bodenkarten bis minimal einem Massstab von 1:25'000. Diese fliessen mit in die Darstellungen und Bewertungen ein. Damit wurden z.B. die Übersichtskarten der Kantone Thurgau und Genf im Massstab 1:50'000 nicht berücksichtigt.

Recherche bei den kantonalen Fachstellen

In einem nächsten Schritt wurden systematisch die kantonalen Fachstellen kontaktiert, bei denen Bodeninformationen vorliegen könnten. Da es sich um verschiedene Ämter handeln kann, wurden sowohl die Bodenschutzfachstellen als auch die Landwirtschaftsämter bzw. deren Abteilungen „Strukturverbesserungen“ oder „Meliorationen“ telefonisch und/oder per Email konsultiert. Je nach Struktur und Zuständigkeiten innerhalb eines Kantons, mussten mehrere Ansprechpersonen kontaktiert werden (Anhang 2).

Zu Beginn der Arbeit lag der Fokus auf den Kantonen, bei denen ein grosses Potential an zusätzlichen Bodenkarten vermutet wurde (siehe Tabelle unten). Diese Potentialeinschätzung erfolgte auf den bisherigen Kenntnissen zum Stand der Bodenkartierung innerhalb der Landwirtschaftlichen Nutzfläche (zuletzt zusammengestellt in Keller et al., 2018) und der Anzahl durchgeführter Meliorationsprojekte.

Lagen den kantonalen Fachstellen nicht zu allen als relevant eingestuften Meliorationsprojekten (d.h. Projektende nach 1980) Kenntnisse über die damalige Vorgehensweise oder über etwaige Bodeninformationen vor, wurde die Suche gezielt verfeinert (vgl. Abbildung unten).

Tabelle: Einschätzung Potential Bodenkarten aus Meliorationsprojekten (Quelle BLW)

Kanton	Stand Kartierung LN nach Liste %	Durchgeführte Meliorationen ab 1955 in % der LN	Potential aus Mel- Daten
ZH	100	50	●
UR	19	0	●
SZ	5	0	●
OW	7	0	●
NW	1	0	●
ZG	100	0	●
BS	91	0	●
BL	99	50	●
AR	26	0	●
AI	0	0	●
BE	11	10	●
LU	14	10	●
SG	83	50	●
VD	69	60	●
GL	16	50	●
FR	9	30	●
SO	45	60	●
SH	23	60	●
GR	11	80	●
AG	24	50	●
TG	1	60	●
TI	40	60	●
VS	32	60	●
NE	2	50	●
GE	4	50	●
JU	21	60	●

Gezielte Verfeinerung der Recherche in ausgewählten Regionen

Für die gezielte Verfeinerung der Recherche wurde die Firma myx GmbH mit einer „Regionalstudie Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten“ beauftragt (Anhang 3). Im Rahmen dieser Regionalstudie wurde exemplarisch untersucht, welche den kantonalen Ämtern nicht bekannte Bodenkarten in welcher Qualität gegebenenfalls auf Stufe Gemeinde / Ingenieurbüro existieren.

Die Anzahl der Studiengebiete (2-4 Regionen), die Lage und die Grösse wurden zusammen mit dem Auftragnehmer auf Basis des aktuellen Stands des Bodenkartierungskataloges Schweiz, der im Rahmen der kantonalen Recherchen ermittelten Informationen sowie dem zur Verfügung stehenden Projektbudget festgelegt.

Zudem wurde die Firma myx GmbH gebeten, ihre Erfahrungen mit der Aufarbeitung von bestehenden Bodendaten zu diskutieren. Diese Angaben liefern der Servicestelle NABODAT wertvolle Aspekte für die Bewertung der vorliegenden Bodenkarten.

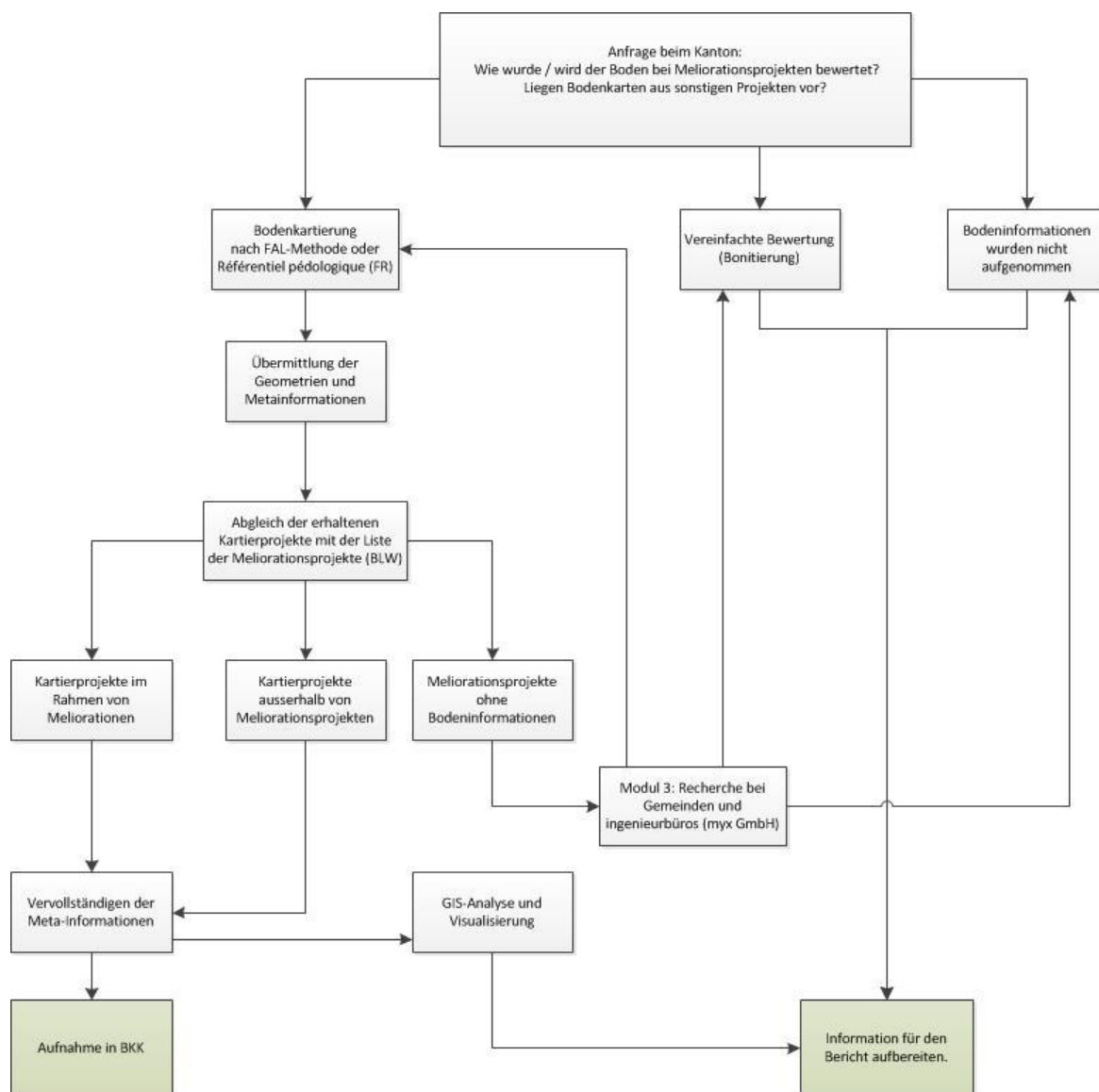


Abbildung: Vorgehen der Recherche nach bislang nicht im Bodenkartierungskatalog enthaltenen Projekten

Anhang 2:

Methode der Kantone zur Erhebung von Bodeninformationen in Meliorationsprojekten

Für die meisten Meliorationsprojekte konnte das Vorgehen und etwaig vorhandene Bodenkarten mit Hilfe der kantonalen Ämter eruiert werden. Das Vorgehen war damit aber nicht für alle Projekte eines Kantons geklärt. Hinzu kommt, dass der Austausch der kantonalen Ämter untereinander unterschiedlich gut institutionalisiert ist. So ist im Kanton SO die Fachstelle Bodenschutz federführend für die Bodenkartierungen im Rahmen von Meliorationsprojekten. In anderen Kantonen, u.a. AG oder BE, gelangen die Bodenkartierungen grundsätzlich zur Fachstelle Bodenschutz. Demgegenüber scheint in einigen Kantonen keine oder wenig Zusammenarbeit zwischen den Bodenschutzfachstellen und den für Meliorationen zuständigen kantonalen Stellen vorzuherrschen.

Die unterschiedlichen Vorgaben der Kantone zur Erhebung von Bodeninformationen im Rahmen von Meliorationsprojekten lassen sich in 5 Kategorien einteilen (siehe Tabelle unten). Während 9 Kantone bereits flächendeckende Bodenkarten besitzen und/oder diese im Rahmen von Meliorationsprojekten erstellen bzw. verbessern, werden in 12 Kantonen die Bodeninformationen nur unzureichend erhoben. Zumeist in Form einer vereinfachten Bodenbonitierung, wie z.B. in den Kantonen VD, FR oder TG. Da es aber innerhalb der Kantone nicht immer einheitlich gehandhabt wird, ist vor allem für die Kategorien 3 und 4 nicht immer eine eindeutige Trennung möglich. So wird z.B. in den Kantonen GR, GE und TI teilweise eine Bodenbonitierung durchgeführt und teilweise nicht.

Tabelle: Kategorisierung der Kantone zur Erhebung von Bodeninformationen im Rahmen von Meliorationsprojekten

Kategorie	Beschreibung des Vorgehens (Meliorationen mit Ende nach 1980)	Kantone
1	Es liegt eine flächendeckende Bodenkartierung der Landwirtschaftsfläche vor. Die Bodenkarten werden teilweise laufend aktualisiert.	BL, ZG, ZH
2	Es wurden viele Bodenkartierungen gemäss FAL24 im Rahmen von Meliorationsprojekten durchgeführt. Heute erfolgt in der Regel eine Kartierung.	AG, BE, JU, LU, SG, SO
3	Es wurde und wird eine vereinfachte Bodenbonitierung angewendet. Die Vorgehensweise der Kantone ist verschieden. (Ausnahme: einzelne Karten des FAP/FAL-Kartierdienstes)	FR, GR, SH, SZ, TI, TG, VD, VS, GE
4	Es wurden keine Bodeninformationen erhoben. (Ausnahme: 1 Karte in Neuenburg)	GL, NE, NW
5	Es wurden keine Meliorationsprojekte durchgeführt oder seit 1980 beendet.	AR, AI, BS, OW, UR

Details zum Vorgehen pro Kanton mit Referenz auf die kontaktierten kantonalen Verantwortlichen finden sich in der folgenden Tabelle:

Tabelle: Auflistung der Kontakte zu den Kantonen (Kategorisierung Vorgehen Meliorationen: siehe Tabelle oben)

Kanton	Kategorie	Kontaktpersonen pro Kanton	Bemerkungen
Basel-Landschaft	1	Daniel Schmutz , FABO BL	Die Bodenkarte BL wird bei neuen Kartierungen im Rahmen von Meliorationsprojekten nicht ergänzt oder aktualisiert. Es gibt also für kleinere Flächen neuere Kartierungen als der vorliegende Layer.
Zug	1	-	-
Zürich	1	Alex Lehmann , FABO ZH	Teilweise wurde in der Klimatischen Eignungszone 4 (Futterbau) lediglich im Massstab 1:10'000 kartiert. Dort wurden einige 1'000 ha als "bedingte FFF" ausgeschieden.
Aargau	2	Maelle Mühletaler , Sektion Strukturverbesserungen und Raumnutzung Thomas Herren , Leiter Strukturverbesserungen Dominik Müller , FABO AG	Heute müssen alle Meliorationen nach FAL24 kartiert werden. Die Bodenkarten gehen immer ans AFU, wo Dominik Müller Ansprechperson ist. Früher wurde jedoch auch im Kanton AG ausschliesslich bonitiert. Das erklärt 24 ältere Meliorationsprojekte (Beginn meist 60er/70er Jahre), zu denen keine Bodenkarten vorliegen. 3 Projekte nach 1980 ohne vorliegende Bodenkarten verbleiben vorerst ungeklärt.
Bern	2	Roger Stucki , Abteilung Strukturverbesserungen und Produktion Peter Trachsel , FABO BE	Gemäss Peter Trachsel müssen die Bodenkarten eingereicht werden, wenn beim Kanton der Antrag zur Finanzierung der Melioration gestellt wird. Mehrheitlich ist das so. Es gibt jedoch 13 Projekte, in denen lediglich Bonitierungen stattgefunden haben oder gar keine Informationen zur Bodenbewertung vorliegen (vgl. Recherche myx GmbH bei Gemeinden und Ingenieurbüros).
Jura	2	Pierre Simonin , Service de l'économie rurale JU Jean Fernex , FABO JU	Für Meliorationen werden seit 1979 i.d.R. Bodenkarten nach FAL-Methode erstellt. Einige Bodenkarten liegen analog beim Kanton vor. Bei wenigen Meliorationsprojekten wurde keine Bodenkarte erstellt. Drei Meliorationen sind momentan im Gange und werden kartiert.
Luzern	2	Jan Speicher , Projektleiter Strukturverbesserungen, Güterstrassen, allg. Tiefbau Thomas Meyer , Abteilungsleiter Landwirtschaft Stephan Schneider , Fachbearbeiter Boden- und Pachtrecht Brigitte Suter , FABO LU	Viele wurden Meliorationsprojekte nach FAL-Methode kartiert, andere wurden mit einer Bodenbonitierung gemacht oder es handelt sich um sehr kleine Projekte mit Bodengutachten. Die FABO Luzern hat bereits alle Kartierungen des Kantons gesammelt und deren Aufarbeitung nach Nutzen und Kosten bewertet. Alle brauchbaren Karten wurden / werden vom Kanton aufgearbeitet und in die neue Bodenkarte eingearbeitet. Schlussendlich sind 3 Projekte übrig (Beginn der Meliorationen in 50er und 60er Jahren) für die das Vorgehen nicht abschliessend geklärt werden konnte.
Solothurn	2	Alexandra Kaeser , Bereichsleiterin Strukturverbesserungen Anna Plotzki , FABO SO	Das AFU ist federführend bei Bodenkartierungen. Es müssen alle neuen Meliorationen nach FAL kartiert werden. Mehrheitlich ist das so. Es gibt jedoch 2 Projekte, von denen keine Bodenkarten gefunden wurden, diese wurden von myx recherchiert und es gab keine Erkenntnisse. Das AFU vermutet, dass diese Meliorationen zwar geplant waren, aber nicht stattgefunden haben.
St.Gallen	2	Dominik Hug , Abteilung Strukturverbesserung und BGBB Daniela Marugg , FABO SG	Alle Meliorationsprojekte stammen aus Gemeinden, die im Perimeter der Bodenkarte SG liegen. Allein zwei Projekte in Pfäfers, wo es gem. D. Hug lediglich um Strassenbau ging und keine Bodenbewertung stattgefunden hat, liegen ausserhalb. Das Vorgehen bei Meliorationen nach 1996 ist ungeklärt, da es keine mehr gab. Die Bodenkarten im Massstab 1:1'000 bis 1:10'000 wurden in einen Layer verarbeitet und übersetzt in den aktuellen Datenschlüssel, jedoch nicht im Feld verifiziert.
Freiburg	3	Dominique Gärtner , Amt für Landwirtschaft Barbara Gfeller , FABO FR	Für Meliorationsprojekte wurden/werden Bodenbonitierungen nach der Vereinfachten Güterzusammenlegung VGZ gemacht, ausgenommen sind wenige alte Projekte, die von der FAP/FAL kartiert wurden. Aufgenommene Attribute sind: Nutzbare Tiefe [cm], Hydrologie-Klasse, Bodengüteklasse. Teilweise wurden weitere Bodeneigenschaften und die Mächtigkeit des Oberbodens [cm] erfasst. Unter- und Oberboden werden nicht unterschieden. Ca. 7'300 ha der Landwirtschaftsfläche von FR sind so bonitiert.
Genf	3	Aline Bonfantini , Service espace rural Sébastien Gassmann , FABO GE	Zu den konkreten Meliorationsprojekten konnten die kantonalen Ämter keine Karten / Bonitierungen liefern. Die Bodenbeurteilung scheint auf die 1:50'000er Karte und/oder Bonitierungen gestützt zu sein.
Graubünden	3	Moreno Bonotto , Abteilungsleiter Strukturverbesserungen Esther Bräm , Kartiererin und ehem. Verantwortliche Boden beim Kanton GR Marco Lanfranchi , FABO GR	Im Kanton GR werden bei Meliorationen weder Bodenkarten erstellt, noch Bohrungen gemacht. Der Boden wird lediglich nach Vegetationskarten und Hangneigung etc. beurteilt. Eine bislang nicht bekannte Bodenkarte wurde gefunden: Esther Bräm hat in Ftan für ein Bewässerungskonzept kartiert.
Neuenburg	3	Nicolas Jeanrichard , Office des améliorations structurelles Jean-Michel Gobat , Universität Neuchâtel Laure Kordé , FABO NE	Aktuell werden bei Meliorationen Bodenpunktzahlen vergeben. Die Kriterien sind ähnlich wie in GR: Vegetation, harte/weiche Erde und Relief. Nur für das Projekt Brot-Plamboiz ist eine analog vorliegende 1:10'000er Bodenkarte vorhanden, die von M. Gratier erstellt wurde (EPFL) und methodisch eine Mischung aus FAL24 und Référentiel pédologique (FR) ist.
Schaffhausen	3	Markus Leumann , Leiter Landwirtschaftsamt Wendelin Hinder , Landwirtschaftsamt	Alle Projekte konnten zugeordnet werden, gestützt auf Aussagen und Recherchen der Kontaktpersonen und Abgleich der Listen.
Schwyz	3	Urs Vetter , Abteilung Strukturverbesserungen Stefan Rüegg , FABO SZ	Alle Projekte konnten zugeordnet werden, gestützt auf Aussagen und Recherchen der Kontaktpersonen und Abgleich der Listen.
Tessin	3	Valentina Togni , FABO TI	Für Meliorationsprojekte wurden/werden vereinfachte Bodenbonitierungen gemacht. Das Vorgehen ist nicht einheitlich bzw. geregelt. Aussagen von Valentina Togni unter Einbezug von Giorgio Bassi und Claudio Frapoli des Landwirtschaftsamtes.
Thurgau	3	Ueli Heeb , Abteilung Strukturverbesserungen Achim Kayser , FABO TG	Für Meliorationsprojekte wurden/werden Bodenbonitierungen gemacht. Attribute, die aufgenommen werden: Bodenpunktzahl, Wasserhaushalt, Gründigkeit, Gefüge, Bodenbestandteile. Ca. 2/3 der Landwirtschaftsfläche im Kanton TG sind so beurteilt.
Waadt	3	Samuel Monachon , Promotion et structures Stéphan Burgos , HAFL François Füllemann , FABO VD	Für Meliorationsprojekte wurden/werden Bodenpunktzahlen vergeben, die bei jedem Projekt unterschiedlich festgelegt werden. Ein Grossteil der Projekte liegen im Perimeter der VD-Bodenkarte, die von M. Gratier aufgearbeitet wurde. Bis 2020 soll diese Karte durch einen Auftrag an die HAFL in FAL24 übersetzt werden. Dafür sind auch Verifizierungen im Feld nötig.
Wallis	3	Laurent Maret , Office des améliorations structurelles Stéphane Westermann , FABO VS	Für Meliorationsprojekte wurden/werden Bodenbonitierungen gemacht. Die jeweils aufgenommenen Attribute und die Vergleichbarkeit der Projekte untereinander sind Herrn Maret nicht bekannt. Die Beurteilungen für alle Meliorationsprojekte im Oberwallis wurden gesichtet. Es handelt sich um vereinfachte Bonitierungen. Es wird angenommen, dass dies auch bei allen Meliorationsprojekten im Unterwallis so gehandhabt wurde, von denen wir gar keine Unterlagen bekommen konnten. Im Rahmen der Rhone-Korrektion wurde einiges im Massstab 1:10'000 kartiert.
Glarus	4	Marco Baltenswiler , Abteilung Landwirtschaft	In Glarus gibt es die FFF-Kartierung von 2009 (1'100 ha). Bei der einzigen Melioration in Elm ging es um die Erschliessung der Bergbetriebe - es wurden keine Bodeninformationen erhoben.
Nidwalden	4	Andreas Egli , Amt für Landwirtschaft Angela Zumbühl , FABO NW	Die einzige Melioration aus der Liste des BWL sind AFU, AFL sowie der Gemeinde unbekannt.
Appenzell Ausserrhoden	5	-	-
Appenzell Innerrhoden	5	Albert Kölbenner , FABO AI	Momentan wird die FFF von AI kartiert. Die Umrisse werden an NABODAT geliefert sobald diese vorhanden sind.
Basel-Stadt	5	-	-
Obwalden	5	-	-
Uri	5	-	-

Anhang 3:

Schlussbericht der Firma myx GmbH

SERVICESTELLE NABODAT

ÜBERSICHT STAND BODENKARTIERUNG CH

Regionalstudie Bodeninformation aus Meliorationsprojekten

Zuhanden

Agroscope

Servicestelle NABODAT

Reckenholzstrasse 191

8046 Zürich

myx GmbH
Florastrasse 42
8610 Uster



Bodenökologie
Umweltberatung

T 043 399 03 80
F 043 399 03 81
info@myx.ch

Uster, 30. November 2018

Impressum

Projekt Nr. 1819

Projektleitung, Bearbeitung: Martin Zürrer, myx GmbH, Florastrasse 42, 8610 Uster

Bearbeitung: Laura Wysling, myx GmbH, Florastrasse 42, 8610 Uster
Olivier Heller, myx GmbH, Florastrasse 42, 8610 Uster

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	2
2	EINLEITUNG UND AUFTRAG	3
3	KANTON BERN	4
3.1	Vorgehen	4
3.2	Verfügbare Grundlagen	4
3.3	Einschätzung der Datenqualität	7
3.3.1	Flächenabdeckung Projektperimeter	7
3.3.2	Aussagekraft der Bodendaten	9
3.3.3	Der Nutzen weiterer Unterlagen	12
3.4	Fazit Kanton Bern	13
4	KANTON THURGAU	14
4.1	Vorgehen	14
4.2	Verfügbare Grundlagen	14
4.3	Flächenabdeckung Projektperimeter	15
4.4	Fazit Kanton Thurgau	16
5	KANTON SOLOTHURN	17
6	KANTON NIDWALDEN	17
7	AUFARBEITUNG VON BESTEHENDEN BODENDATEN	18
7.1	Methodische Grundlagen	18
7.2	Inhalt der Methoden	19
7.3	Erfahrungen	20
7.3.1	Entwicklung der Ansprüche an Bodeninformationen	20
7.3.2	Aufbereitung vs. Aufarbeitung	21
7.3.3	Erfahrungen mit den Methoden	22
7.3.4	Fazit	22
7.4	Kosten	22
8	FAZIT UND EMPFEHLUNG	23
9	QUELLENVERZEICHNIS	24
10	ANHANG	

1 ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Regionalstudie wurde exemplarisch recherchiert, in welcher Qualität den kantonalen Ämtern nicht vorliegende Bodenkarten zu früheren Meliorations- und Güterzusammenlegungsprojekten auf Stufe der Gemeinden und der Ingenieurbüros existieren. Der Fokus richtete auf Projekte, zu denen der Servicestelle NABODAT derzeit keine Bodenkarten vorliegen, weder Kantonale noch solche des Kartierungsdienstes Reckenholz. Die Auswahl der Studiengebiete erfolgte zusammen mit der Servicestelle NABODAT. Die Basis für die Auswahl bildeten die Liste aller bisher durchgeführten Güterzusammenlegungsprojekte des BLW, der aktuelle Stand des Bodenkartierungskataloges Schweiz sowie das zur Verfügung stehende Projektbudget. Für die Regionalstudie wurden Meliorationsprojekte in den Kantonen Bern, Thurgau, Solothurn und Nidwalden ausgesucht.

Im Rahmen unserer Recherchen wurden die Unterlagen von 12 Berner Meliorationsprojekten gesichtet. Im Kanton Thurgau wurden zwei Beispielgemeinden und zwei Ingenieurbüros kontaktiert, weil die angewendeten Methoden einheitlich geregelt und bekannt sind. Für die Kantone Bern und Thurgau konnte aufgrund der Recherchearbeit gut abgeschätzt werden, welche Bodeninformationen in welcher Qualität vorliegen, und inwiefern diese für Bodenkartierungen verwendet werden können.

Zu den Berner Meliorationsprojekten wurden verschiedene Dokumente gesichtet. Anhand von Übersichtskarten und Plänen zum alten Besitzstand wurden Perimeter der Meliorationsgebiete eruiert. Bonitierungsgrundsätze und Bonitierungspläne gaben Auskunft über das Vorgehen zur Bonitierung der Parzellen. Der Bonitierungs-Grundwert beruht auf der Bodenqualität, welche im Normalfall mithilfe von Bohrstockproben ermittelt wurde. Die Bodenerhebungen wurden aber nur selten im Detail dokumentiert und geben keine Auskunft über die Einzeleigenschaften der Böden – dem Kerngehalt einer Bodenkarte. Die Bonitierungsgrundsätze unterscheiden sich zwischen den Gemeinden. Die beschafften Unterlagen ersetzen keinesfalls Felderhebungen zur Erarbeitung von Bodenkarten. Zudem ist unwahrscheinlich, dass es sich lohnt, diese Daten zur Unterstützung einer Bodenkartierung systematisch auszuwerten.

Der Kanton Thurgau hat die Perimeter sämtlicher Meliorationen von 1884 bis 2016 digitalisiert und im GIS-Browser (ThurGIS) veröffentlicht. Die Flächenabdeckung der Meliorationsprojekte ist daher schnell einschätzbar. Die Bonitierungen wurden hier einheitlich nach der Anleitung für die Schätzung des landwirtschaftlichen Ertragswertes von 1996 bzw. 2004 des BLW vorgenommen. Weitere Bodenkarten konnten weder bei Gemeinden oder noch bei Ingenieurbüros ausfindig gemacht werden. Die im Thurgau einheitlich erhobenen Bodeninformationen (Bodenpunktzahlen) sind für eine flächendeckende Bodenkartierung nicht ausreichend.

In den Kantonen Solothurn und Nidwalden konnten keine Daten ausserhalb der Detailkartierungen des Kantons und des Kartierungsdienstes Reckenholz ausfindig gemacht werden.

Die vorliegende Regionalstudie wurde zusammen mit dem Bericht der Servicestelle NABODAT mitunter im Hinblick auf Aufwandabschätzungen für eine schweizweite Bodenkartierung ausgelöst. Deshalb wird am Schluss der Studie die Verwendung von bestehenden Bodendaten beleuchtet. Um schweizweit vergleichbare Punkt- und Flächendaten zur Verfügung zu stellen, müssen die bestehenden Bodendaten aufgearbeitet werden. Die Verifikation der Daten im Feld ist integraler Bestandteil dieser Aufarbeitung.

2 EINLEITUNG UND AUFTRAG

Für die Feststellung und Überprüfung von Fruchtfolgeflächen (FFF), sind flächendeckende aktuelle Detail-Bodenkarten (1:5'000 bzw. 1:1'000 bis 10'000) notwendig. Jedoch existieren über die Schweizer Böden nur unvollständige punktuelle oder flächendeckende Kenntnisse der Bodeneigenschaften. Seit der Aufhebung des nationalen Kartierungsdienstes Reckenholz per Ende des Jahres 1996 verlagerte sich die Aufgabe der Bodenkartierung hin zu den Kantonen. Nur wenige Kantone führten die Bodenkartierung weiter, und die wenigen, neu erhobenen Bodeninformationen liegen seither dezentral und uneinheitlich vor.

Seit 2012 werden Bodeninformationen von der Servicestelle NABODAT in einem nationalen Bodeninformationssystem zusammengeführt. Die Servicestelle ist der nationalen Bodenbeobachtung (NABO) der Forschungsanstalt Agroscope in Zürich angegliedert. Seit 2017 baut die Servicestelle NABODAT in Zusammenarbeit mit den kantonalen Bodenschutzfachstellen den Bodenkartierungskatalog Schweiz auf. Die aktuelle Version 2.2 (April 2018) ist auf www.nabodat.ch einsehbar. Diese beinhaltet derzeit die Kartierungsprojekte von 18 Kantonen (Verbund NABODAT, 2018). Somit ist die Flächenabdeckung der vorhandenen Bodenkarten in der Schweiz lückenhaft.

Gemäss dem Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) ist das Inventar der NABODAT unvollständig, denn es existieren grosse Mengen an Bodendaten von vergangenen Meliorationen in kantonalen Meliorationsämtern, Gemeinden und privaten Ingenieurbüros.

Um die Datenlage systematisch zu prüfen, wurde ein zweistufiges Vorgehen gewählt:

- Die Rechercharbeiten auf kantonaler und nationaler Ebene (Bundes- und Kantonsarchive, Meliorationsämter, Landwirtschaftsämter und Bodenschutzfachstellen) wurden durch die Servicestelle NABODAT durchgeführt. Die Resultate sind im Bericht mit dem Titel *Übersicht Stand Bodenkartierung in der Schweiz – Ergänzung des Bodenkartierungskataloges Schweiz um Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten* dargestellt.
- Die Rechercharbeiten auf kommunaler Ebene (Gemeindeverwaltungen, Gemeindearchive, Burgergemeinden, Leiter von Unterhalts- oder Bodenverbesserungsgenossenschaften) und bei Ingenieurbüros wurden durch die myx GmbH geleistet. Diese sind Gegenstand des vorliegenden Berichts.

Im Rahmen der vorliegenden Regionalstudie soll geprüft werden, in welcher Qualität diese Bodendaten vorliegen. Ferner soll abgeschätzt werden, inwiefern die vorhandenen Bodendaten Kartierungen ersetzen oder erleichtern können.

Die dezentral archivierten, dem BLW nicht vorliegenden Bodeninformationen von vergangenen Meliorationen wurden gesammelt und gesichtet, um ihre Verwendbarkeit abschätzen zu können.

3 KANTON BERN

3.1 Vorgehen

Als Basis für die Recherche diente eine von der NABODAT zur Verfügung gestellte Liste mit 12 Meliorationsprojekten im Kanton Bern (Tabelle 1). Für diese Meliorationsprojekte liegen, gemäss Abklärungen der NABODAT, den kantonalen Ämtern keinerlei Bodendaten vor. Die Projekte umfassen 8 Gesamtmeliorationen (GM) und 2 Güterzusammenlegungen (GZ) und je eine Landumlegung (LU) bzw. Arrondierung (AR).

Die GM Rapperswil-Frauchwil-Wierezwil (1973 – 1985) wurde, wie wir während der Fertigstellung des vorliegenden Berichtes festgestellt haben, übersehen.. An den in diesem Bericht dargestellten Erkenntnissen würde eine Recherche zu diesem GM-Projekt mutmasslich nicht viel ändern.

3.2 Verfügbare Grundlagen

Recherchen auf Gemeindeverwaltungen

Sämtliche Gemeinden wurden direkt kontaktiert, um festzustellen, welche Bodeninformationen in welcher Qualität auf kommunaler Stufe vorliegen. Oft wurde auf zuständige Personen verwiesen (z.B. GemeindepräsidentInnen oder ehemalige Mitarbeitende).

Tabelle 1:
Untersuchte Berner Meliorationsprojekte mit Unterlagen der Gemeinden

Meliorationsprojekt	Gemeinde	Von ¹	Bis ¹	Unterlagen ²
GM Tessenberg	Nods Valbirse	1964	1992	Keine
GM Ferenbalm + Wallenbuch	Ferenbalm	1965	1990	Keine
GM Gurbrü-Wileroltigen	Gurbrü Wileroltigen	1967	1984	Schlussbericht Alter Bestand Definitive Neuzuteilung
GM Kiesen	Kiesen	1968	1980	Keine
GM Bühl-Gschwend-Saali-Rohr	Gsteig	1968	1993	Wegnetzplan Perimeterplan
GZ Niederwichtrach	Wichtrach	1969	1980	Keine
GZ Champoz	Champoz	1973	1980	Keine
LU Sulwald	Lauterbrunnen	1980	1990	Keine
GM Gimmelwald	Lauterbrunnen	1986	1997	Keine
GM Gadmen	Innertkirchen	1990	2001	Keine
GM Saxeten	Saxeten	1994	2008	Keine
AR Mühlefeld-Balmgraben	Oberbalm	1991	1999	Keine

Legende:

¹ Jahrzahlen gemäss Liste BLW

² Stand: 15.11.2018

Häufig wurde von der Gemeindeverwaltung angeboten, das Gemeindearchiv nach allfälligen Dokumenten zu durchsuchen. In einigen Gemeinden wurde auf das ausführende Ingenieurbüro verwiesen, da die Gemeinden selbst keine Unterlagen zu den Meliorationsprojekten archiviert hatten.

Für die GM Saxeten wurde die Burgergemeinde kontaktiert. Die Burgergemeinde hatte jedoch gemäss eigenen Angaben keine Dokumente zum Meliorationsprojekt gesammelt.

Die Tabelle 1 fasst die Unterlagen der Gemeinden zusammen und zeigt, dass in den meisten Gemeinden keine Bodeninformationen von vergangenen Meliorationsprojekten vorliegen.

Recherche bei Ingenieurbüros

Nebst den Gemeinden wurden die beteiligten Ingenieurbüros kontaktiert. Meist konnte das Ingenieurbüro einfach ausfindig gemacht werden. Die entsprechende Information wurde von der jeweiligen Gemeindeverwaltung oder vom zuständigen Vermessungsbüro bereitgestellt.

In Tabelle 2 sind die kontaktierten Ingenieurbüros aufgeführt. Häufig waren mehrere Büros an einer Melioration beteiligt. War dies der Fall, wurde vorerst ein Büro pro Meliorationsprojekt kontaktiert. Bei einer positiven Rückmeldung wurden keine weiteren Büros mehr angefragt. Die Weiterleitung an die zuständigen Mitarbeitenden erfolgte schnell. Die Verantwortlichen wollten sich zunächst selbst einen Überblick im Archiv verschaffen. Die Bereitschaft zur Gewährung der Akteneinsicht war nur teilweise vorhanden.

Tabelle 2:
Zusammenstellung der für Berner Meliorationsprojekte kontaktierten Ingenieurbüros

Meliorationsprojekt	Ingenieurbüro
GM Tessenberg	Lüscher & Aeschlibach
GM Ferenbalm + Wallenbuch	Stauffacher + Partner bbp Geomatik
GM Gurbrü-Wileroltigen	bbp Geomatik
GM Kiesen	Schmalz Ingenieure Geobau Ingenieure
GM Bühl-Gschwend-Saali-Rohr	Baumann Vermessungen Flotron Ingenieure
GZ Niederwichtrach	Geobau Ingenieure
GZ Champoz	sigeom sa
LU Sulwald	Flotron Ingenieure
GM Gimmelwald	Häberli + Toneatti
GM Gadmen	Flotron Ingenieure
GM Saxeten	Flotron Ingenieure
AR Mühlefeld-Balmgraben	bbp Geomatik

Für die Datenbeschaffung wurde die Gemeinde Wichtrach (BE) und die Firma Flotron Ingenieure in Meiringen (BE) besucht. Die übrigen Unterlagen konnten per Post oder elektronisch zugestellt werden.

Grundsätzlich scheinen bei den Ingenieurbüros häufiger und mehr Daten vorhanden zu sein als bei den Gemeinden. Die beschafften Unterlagen sind in der Tabelle 3 zusammengefasst und erlauben eine Einschätzung der Situation im Kanton Bern. Die Einschätzung wird nachfolgend anhand von Beispielgemeinden illustriert.

Tabelle 3:
Überblick über die beschafften Unterlagen zu den Berner Meliorationsprojekten

Meliorationsprojekt	Unterlagen ¹	Perimeter vorhanden	Anteil an LF ³
GM Tessenberg		Nein	
GM Ferenbalm-Wallenbuch	Schlussbericht Bonitierungsgrundsätze Alter / Neuer Bestand ²	Nein	
GM Gurbrü-Wileroltigen	Schlussbericht Alter / Neuer Bestand ² Perimeter (analog)	Ja	100%
GM Kiesen	Schlussbericht Alter / Neuer Bestand ² Perimeter (analog)	Ja	90-100%
GM Bühl-Gschwend-Saali-Rohr	Schlussbericht Alter / Neuer Bestand (1:1'000) Bonitierungspläne (1:1'000) Bonitierungsgrundsätze Perimeter (analog)	Ja	10-15%
GZ Niederwichtrach	Schlussbericht Alter / Neuer Bestand (1:5'000) Ausschnitt Bonitierungsplan ² Bonitierungsgrundsätze Ausführungspläne Flurwegbau (1:100) Wegnetzplan (1:5'000) Perimeter (analog)	Ja	60%
GZ Champoz	Perimeterplan (1:5'000) Bonitierungsplan (1:1'000) Ausschnitt Drainageplan ²	Ja	40-50%
LU Sulwald	Perimeter (analog)	Ja	n.b..
GM Gimmelwald		Nein	
GM Gadmen	Neuer Bestand (1:5'000) Bonitierungspläne ² Bonitierungsgrundsätze Feld-Bonitierungen Bodenbeurteilung an 6 Profilen Perimeter (analog)	Ja	<5%
GM Saxeten	Alter Bestand (1:1'000) Bonitierungspläne (1:1'000) Technischer Bericht Perimeter (analog)	Ja	n.b.
AR Mühlefeld-Balmgraben		Nein	

Legende:

n.b.: Nicht bestimmt, da nicht digital vorhanden

¹ Stand: 15.11.2018

² Massstab unbekannt

³ Falls möglich berechnet, ansonsten geschätzt anhand von Plänen und Orthofotos

3.3 Einschätzung der Datenqualität

3.3.1 Flächenabdeckung Projektperimeter

Die betroffenen Perimeter waren für 8 der 12 Berner Meliorationsprojekte feststellbar. Digitalisierte Perimeter lagen keine vor. Die Perimeter konnten meist aus Übersichtsplänen, Plänen des alten Bestands oder Bonitierungsplänen rekonstruiert werden. Für einige Gemeinden wurde analysiert, welcher Flächenanteil der jeweiligen Gemeinde im Projektperimeter enthalten ist (Tabelle 3).

Durch die Betrachtung des Projektperimeters konnte festgestellt werden, für welche Anteile der Landwirtschaftsfläche (LF, gemäss Bundesamt für Statistik 2018) Bodenbeurteilungen stattgefunden haben.

Wichtrach

In einem Übersichtsplan (1:5'000) wurde für die GZ Niederwichtrach neben dem Projektperimeter auch die Gemeindegrenze dargestellt (Anhang 1). Grob geschätzt umfasste die Güterzusammenlegung etwas über 60% des ehemaligen Gemeindegebiets. Nicht im Projektperimeter enthalten waren die oberhalb des Dorfkerns liegenden Wälder, der Raum um die Kiesgrube und Teile des Siedlungsgebietes (Lips, 1980). Die Güterzusammenlegung umfasste knapp 400 ha (Lüthi, 2016), was rund 60 % der LF der heutigen Gemeinde Wichtrach entspricht. Die Gemeinde Wichtrach entstand 2004 aus den ehemaligen Gemeinden Ober- und Niederwichtrach.

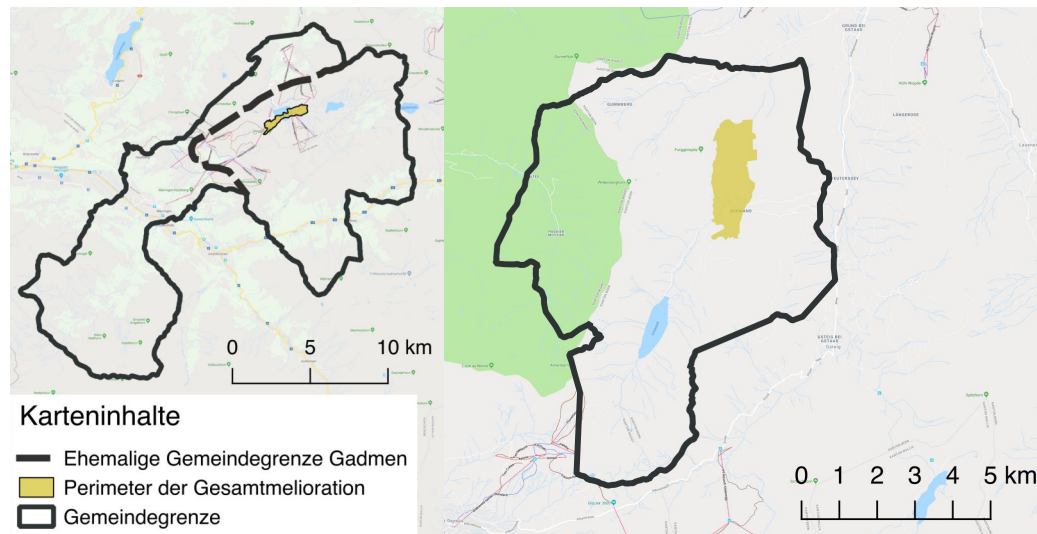
Gurbrü und Wileroltigen

Der Projektperimeter der GM Gurbrü-Wileroltigen umfasst eine Fläche von 576 ha. Der Perimeter enthält grosse Teile der Gemeindeflächen von Gurbrü (180 ha) und Wileroltigen (299 ha) sowie Gebiete in den angrenzenden Gemeinden Ferenbalm (53 ha) und Kerzers (44 ha) (Lips, 1980). Waldgebiete wurden häufig nicht in den Projektperimeter aufgenommen. Im Zuge der GM fand die Bodenbeurteilung für die gesamte LF der Gemeinden Gurbrü (128ha) und Wileroltigen (254 ha) statt (Bundesamt für Statistik, 2018).

Gsteig

Die GM Bühl-Gschwend-Saali-Rohr fand in der Gemeinde Gsteig statt. Bereits der Namen des Projekts weist aber darauf hin, dass es sich um Ortsteile der Gemeinde handelt. Abbildung 1 (rechts) zeigt, wie klein der durch die Gesamtmelioration abgedeckte Teil der Gemeinde Gsteig ist. Das Meliorationsgebiet umfasste 248 ha (A. Flotron AG, 1989), während die LF der Berggemeinde über 2000 ha beträgt (Bundesamt für Statistik, 2018). Die GM umfasste demnach nur 10 bis 15% der LF der Gemeinde Gsteig.

Abbildung 1:
Projektperimeter der Gemeinden Innertkirchen, ehem. Gadmen (links) und Gsteig (rechts)



Innertkirchen

Ähnliches fällt bei der Betrachtung der GM Gadmen in der Gemeinde Innertkirchen auf. Das Projekt deckte nur einen sehr kleinen Teil des Gemeindegebiets ab (Abbildung 1, links). Die Gemeinde Innertkirchen hat eine LF von fast 3000 ha, der Perimeter umfasste rund 100 ha. Auf das ehemalige Gemeindegebiet von Gadmen bezogen, sind dies schätzungsweise weniger als 10% der LF, auf das Gemeindegebiet von Innertkirchen bezogen, sind es weniger als 5% der LF. Der Anschluss der Gemeinde Gadmen and die Gemeinde Innertkirchen fand 2014 statt.

Fazit

Die Annahme, dass eine vergangene Melioration jeweils das gesamte aktuelle Gemeindegebiet bzw. die gesamte LF abdeckte, stellte sich in vielen Fällen – vornehmlich im Futterbauggebiet – als falsch heraus.

Meliorationen wurden oftmals nur in Ortsteilen durchgeführt und nicht im gesamten Gemeindegebiet, wie die Beispiele Gsteig und Innertkirchen zeigen. Ausserdem haben vielerorts seit den Meliorationen Gemeindefusionen stattgefunden.

Im Ackerbauggebiet umfassten Meliorationen oft grosse Teile oder gar die gesamte LF wie die Gemeinden Kiesen und Gurbrü zeigen. In höher gelegenen Gebieten, im Futterbauggebiet, umfassten Meliorationen oftmals nur einen Teil der LF. Folglich ist der Anteil der betrachteten LF je nach Gemeinde und Meliorationsprojekt sehr unterschiedlich gross.

Tabelle 4:
Beschaffte Unterlagen zu Bonitierungen von Berner Meliorationsprojekten

Meliorationsprojekt	Grundsätze	Pläne	Weitere Bodendaten
GM Tessenberg			
GM Ferenbalm + Wallenbuch	Ja		
GM Gurbrü-Wileroltigen			
GM Kiesen			
GM Bühl-Gschwend-Saali-Rohr	Ja	Ja	
GZ Niederwichtrach	Ja	Teilweise	
GZ Champoz		Ja	
LU Sulwald			
GM Gimmelwald			
GM Gadmen	Ja	Ja	6 Bodenproben Feldbonitierungen
GM Saxeten		Ja	
AR Mühlefeld-Balmgraben			

3.3.2 Aussagekraft der Bodendaten

Die Bodenbeurteilung für Meliorationsprojekte im Kanton Bern erfolgte über die Schätzung von Bonitierungswerten. Anhand von Bonitierungen wurden Tauschwerte bestimmt, die ermöglichten, landwirtschaftlich wertvolle und weniger wertvolle Böden, ebene und geneigte Grundstücke oder Grundstücksteile wertmässig abzutauschen. Durchgeführt wurden die betrachteten Bonitierungen jeweils von einer Schätzungskommission, die im Normalfall aus regionalen Experten und Landwirten bestand. Die bereinigten Bonitierungswerte wurden in Bonitierungspläne eingetragen (Beispiele im Anhang 3 und 4).

Die Bonitierungen zeigen, welche Bodenbeurteilungen im Rahmen Meliorationsprojekten erhoben wurden. In Tabelle 4 ist aufgeführt, von welchen Projekten Unterlagen zu Bonitierungen für die vorliegende Regionalstudie ausfindig gemacht wurden.

Wichtrach

Der Bonitierung der GZ Niederwichtrach liegt ein Punktesystem mit der Maximalpunktzahl 150 zugrunde:

a) tiefgründiger, sandiger Lehm Boden	bis 150 Punkte/m ²
b) schwerer Tonboden	bis 130 Punkte/m ²
c) Kiesboden	bis 100 Punkte/m ²
d) Sandboden	bis 100 Punkte/m ²
e) Moorboden	bis 90 Punkte/m ²
f) Waldboden	bis 40 Punkte/m ²

Auf diesen Bodenpunktzahlen wurden jeweils Abzüge gemacht aufgrund von Eigenschaften wie Höhenunterschiede, Waldränder. Eine detaillierte Beschreibung der Abzüge ist in Anhang 5 aufgeführt.

Gurbrü und Wileroltigen

Eine Karte zum alten und neuen Bestand der GM Gurbrü-Wileroltigen zeigt, dass der maximal erreichbare Bonitierungswert 60 Punkte betrug. Die Bonitierungsgrundsätze und Bonitierungspläne konnten nicht ausfindig gemacht werden.

Ferenbalm und Wallenbuch

Aus dem Schlussbericht der GM Ferenbalm-Wallenbuch geht hervor, dass die Bonitierung des alten Bestands nicht auf Basis eines Punktesystems, sondern anhand von monetären Grundwerten berechnet wurde. Folgende Grundwerte wurden festgesetzt:

a) tiefgründiger sandiger Lehm Boden	bis 150 Rp./m ²
b) schwerer Tonboden	bis 150 Rp./m ²
c) Kiesboden	bis 130 Rp./m ²
d) Sandboden	bis 120 Rp./m ²
e) Moorboden (Übergangsboden)	bis 140 Rp./m ²

Von diesen Grundwerten wurden Abzüge gemacht, ähnlich wie in der GZ Niederwichttrach (siehe oben). Allerdings gab es auch Zuschläge, beispielsweise aufgrund von der Nähe zu Gebäuden. Hier erfolgten Bodenerhebungen mit einem Erdbohrer oder Spaten alle 5 bis 100 Meter (je nach Bodenbeschaffenheit).

Gsteig

Für die GM Bühl-Gschwend-Saali-Rohr wurde ein Bewertungssystem mit 100 Bodenpunkten angewandt (100 Punkte = höchster Bonitierungswert). Der Grundwert der Bodenqualität wurde mit einem Handbohrstock ermittelt.

Tabelle 5:
Grundwerte für die Boden-Bonitierung der GM Bühl-Gschwend-Saali-Rohr

Bodentyp	Gründigkeit	Anz. Punkte je m ²
sandiger Lehm	tiefgründig (> 60 cm)	80 – 100
	mittelgründig (30 – 60 cm)	60 – 80
	flachgründig (< 30 cm)	40 – 60
schwerer Tonboden		60 – 85
sandiger Boden	tiefgründig	50 – 70
lehmiger Sandboden	mittelgründig	30 – 50
	flachgründig	< 30
kiesiger Boden oder Boden auf Hangschutt	tiefgründig	40 – 60
	mittelgründig	20 – 40
	flachgründig	< 30
Moorboden	tiefgründig	40 – 60
	mittelgründig	20 – 40
ausgesprochener Riedboden		< 30
Waldboden		< 40

Für die GM Bühl-Gschwend-Saali-Rohr wurden Grundwerte definiert, diese sind in Tabelle 5 abgebildet. Von diesem Grundwert wurden gegebenenfalls Abzüge gemacht für folgende Eigenschaften:

- Höhe über Meer
- Neigung
- Exposition
- Waldränder, Hecken, Gräben und Böschungen
- Grundstückformen
- Verunkrautung
- Besondere Bewertungen (z.B. Wege und Wegrechte)
- Allgemeiner Abzug

Innertkirchen

Für die GM Gadmen wurden für die Schätzung der Grundwerte der Bodenqualität dieselben Bodenarten definiert wie in Gsteig. Hier galten aber andere Massstäbe zur Bewertung der Gründigkeit: tiefgründig: > 30 cm; mittelgründig 10 – 30 cm; flachgründig: < 10 cm.

Die Bonitierung der GM Gadmen ist besonders gut dokumentiert. Neben den Bonitierungsplänen konnten Unterlagen zur Feld-Bonitierungen beschafft werden (Abbildung 2). Es handelt sich um eine tabellarische Aufnahme von knapp 100 Bohrstockproben. Die Tabelle beinhaltet sowohl den Grundwert der Bodenqualität („Bonität“), als auch die Abzugsfaktoren und den Bonitierungswert („Bonitätswert bereinigt“).

Auch Profilgruben wurden in der GM Gadmen gut dokumentiert. Im Vorprojekt wurden sechs Profilgruben genauer untersucht und bewertet. Die Standorte der Profilgruben sind gut über den Projektperimeter verteilt und in Abbildung 3 dargestellt. Möglicherweise dienten diese Bodenbeurteilungen als Basis zur Definition der Bonitierungsgrundsätze. Sie beinhalten unter anderem Angaben über die Wurzeltiefe, den Steingehalt und eine Profilskizze (Anhang 6).

Abbildung 2:
Auszug aus der Feld-Bonitierung der GM Gadmen

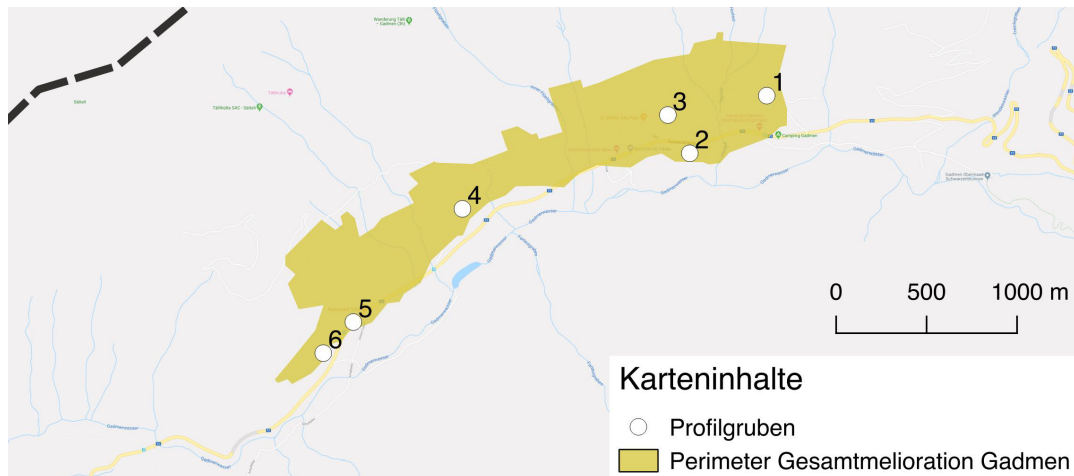
Güterzusammenlegung Gadmen

Feld-Bonitierung

24.8.90 / 5.9.90 Blatt: 3

Bohrloch Nr.	PARZ. Nr.	EIG. Nr.	Zonenwert Pkt.	Boden- Art	Humus cm	ABZUEGE								Bon. wert prov. Pkt.	Zuschläge		Bonitäts- wert bereinigt Pkt.	BEMERKUNGEN :
						Bonität	Distanz	Neigung		Expos. Schatt.	Lawine Schnee	versch.	Pkt.		Pkt.			
						Pkt.	Pkt.	%	Pkt.	Pkt.	Pkt.	Pkt.						
33	316			s. Lehm	35	75						5*	70			70	* / coupiert	
34	350			"	35	80	-	-				-	80			80		
35	350			"	35	80		4-5% 40%	40				40			40	Böschung	
36	316			"	10	55		1-12% -	-				55			55	Druckleitung	
37	316			"	15-25	65		10% -	-				65			65		

Abbildung 3:
Standorte der Profilgruben im Perimeter der GM Gadmen



Fazit

Für die Bodenbeurteilung gab es im Kanton Bern keine einheitliche Methode. Die gewählten Bonitierungsgrundsätze waren je nach Projekt unterschiedlich, wobei das Grundprinzip ähnlich war. Es handelte sich um ein Vorgehen, wie es in der Anleitung für die Schätzung des landwirtschaftlichen Ertragswertes von 1996 resp. 2004 des BLW beschrieben ist.

Für Bonitierungen wurde zuerst ein Grundwert der Bodenqualität anhand von Bohrstockproben ermittelt. Die Bodenerhebungen dienten der Zuordnung in bis zu 14 Bodenklassen. Vom ermittelten Grundwert wurden dann Abzüge und Zuschläge für spezielle Eigenschaften gemacht. Es ist zu vermuten, dass Unterlagen, welche die Bodenerhebungen dokumentieren, in der Regel nicht archiviert wurden. Auch Dokumente zur Dichte und Anzahl der Bodenerhebungen konnten keine ausfindig gemacht werden. Eine Ausnahme stellen die Unterlagen zu Feld-Bonitierungen und Bodenprofilen der GM Gadmen dar. Es ist anzunehmen, dass Bonitierungen anderer Projekte mit ähnlichen Formularen und mit ähnlichem Detailgrad erarbeitet wurden.

Ausserdem ist zu vermuten, dass für alle 12 Projekte Bonitierungspläne in irgendeiner Form erarbeitet wurden. Diese sind jedoch für rund die Hälfte der untersuchten Meliorationsprojekte nicht auffindbar (Tabelle 4).

Da in den Bonitierungsplänen nur die stark aggregierten Bonitierungswerte vorliegen, lassen sich daraus die Bodeneigenschaften nicht rekonstruieren.

3.3.3 Der Nutzen weiterer Unterlagen

In unseren Recherchen sind wir auf weitere Unterlagen gestossen, deren Wert für eine Bodenkartierung hier kurz beleuchtet wird:

- Die meisten archivierten und gesichteten Dokumente befassen sich nicht mit Bodeninformationen. Es handelt sich beispielsweise um Einsprachen, buchhalterische Angelegenheiten, Protokolle, Kostenverteilungen und Besitzverhältnisse.
- Die Pläne des alten und des neuen Bestandes sind i.d.R. im Massstab 1:1'000 auffindbar. Ein Beispiel aus der Gemeinde Saxeten ist im Anhang 2 und 3 zu finden. Sie zeigen die Besitz-

verhältnisse der Parzellen vor und nach der Melioration. Bezüglich Bodeninformationen sagen sie nichts aus.

- Es gibt Übersichtskarten oder Wegnetzpläne, auf welchen alte Wege eingezeichnet sind. Daraus lassen sich möglicherweise Aussagen über die Bodenqualität an den betroffenen Stellen ableiten.
- Technische Berichte können helfen, Projektperimeter zu rekonstruieren.
- In Schlussberichten können die Bonitierungsgrundsätze vermerkt sein.

3.4 Fazit Kanton Bern

Die untersuchten Projektperimeter zeigen, dass die darin enthaltenen Flächenanteile sehr unterschiedlich sind. Sie reichen von unter 5 % bis 100 % (Tabelle 3). Waldgebiete und landwirtschaftlich nicht-nutzbare Gebiete liegen meist ausserhalb der Projektperimeter. Deshalb sind allfällige Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten nur eingeschränkt für flächendeckende Bodenkartierungen nutzbar.

Punkt-Bodendaten konnten nur von der GM Gaden beschafft werden. Die 6 Bodenprofile sind jedoch nur grob dokumentiert und mit rund einem Profil je 20 ha mengenmässig dünn (üblich sind für Kartierungen ca. ein Profil je 10 ha). Sie sind deshalb nicht ausreichend für eine Bodenkartierung im Gebiet.

Mitarbeitende eines Ingenieurbüros erwähnten, dass die Bodenqualität im Rahmen von Landumlegungen keinen hohen Stellenwert hatte. Der Wert einer Parzelle wurde eher durch Erschliessung und Dienstbarkeit geprägt - auch für aktuellere Landumlegungen. Es ist möglich, dass auch bei vergangenen Meliorationen besonderes Augenmerk auf solche Eigenschaften gelegt wurde und detaillierte Bodeninformationen nicht im Hauptfokus lagen. Dies bestätigen auch die Unterlagen, die wir im Kanton Bern auffinden konnten oder sichten durften.

Ferner ist relevant, dass Bonitierungen jeweils den alten Bestand vor einer Melioration betreffen. Massnahmen wie Änderungen des Wegnetzes oder moderne Drainagen können zu einer Veränderung der Bodenqualität geführt haben. Zudem erschweren die verschiedenen Bonitierungsgrundsätze eine zielsichere, rationelle Auswertung. Für die Bodenbeurteilung wurden stark aggregierte Bonitierungswerte geschätzt. Detailliertere Bodenbeurteilungen wurden in den Meliorationsprojekten gemäss unseren Recherchen nicht gemacht oder zumindest nicht dokumentiert. Folglich sind die Eigenschaften der Böden aus den Bonitierungsplänen nicht ableitbar.

Die stark aggregierten Bonitierungswerte ersetzen keinesfalls Felderhebungen zur Erarbeitung von Bodenkarten. Zudem lohnt es sich aus unserer Sicht nicht, die Unterlagen zur Unterstützung einer Bodenkartierung systematisch auszuwerten. Die Unterlagen könnten allenfalls beigezogen werden um herauszufinden, in welchen Landschaftsräumen mehr oder weniger wertvolle Böden vorhanden sind. Ob sich ein solcher Aufwand für eine Bodenkartierung lohnt, ist fraglich angesichts der Tatsache, dass weitere Faktoren wie Beschattung, Erschliessung und Hofnähe in den Bonitierungen berücksichtigt wurden.

4 KANTON THURGAU

4.1 Vorgehen

Ausgangslage für die Bearbeitung unseres Auftrags ist die definitive Liste von Meliorationsprojekten bis 2016, welche vom BLW zur Verfügung gestellt wurde. 27 Meliorationsprojekte liegen im Kanton Thurgau. Die Verfahren im Zuge von Meliorationen sind im Kanton Thurgau einheitlich geregelt. Die Bodeninformationen werden durch die kantonalen Stellen zentral gesammelt und verarbeitet. Deshalb wurde für die vorliegende Studie nach Rücksprache mit der NABODAT auf die Bewertung der Verwendbarkeit der vorhandenen Bodeninformationen im Kanton Thurgau fokussiert und nicht auf die Datenbeschaffung auf Gemeindeebene.

Im Kanton Thurgau wurden folglich nur stichprobenweise Gemeinden und Ingenieurbüros kontaktiert. Bodeninformationen, die den kantonalen Ämtern nicht vorliegen, scheinen nicht auffindbar zu sein. So wurde zum Beispiel von der Gemeinde Lommis direkt zum kantonalen Landwirtschafts- und Meliorationsamt verwiesen, da die Gemeinde keine Daten zum Meliorationsprojekt archiviert habe. Auch das Ingenieurbüro, welches für die Gesamtmelioration Lommis-Bettwiesen zuständig war, hat sämtliche Daten dem Kanton übergeben.

4.2 Verfügbare Grundlagen

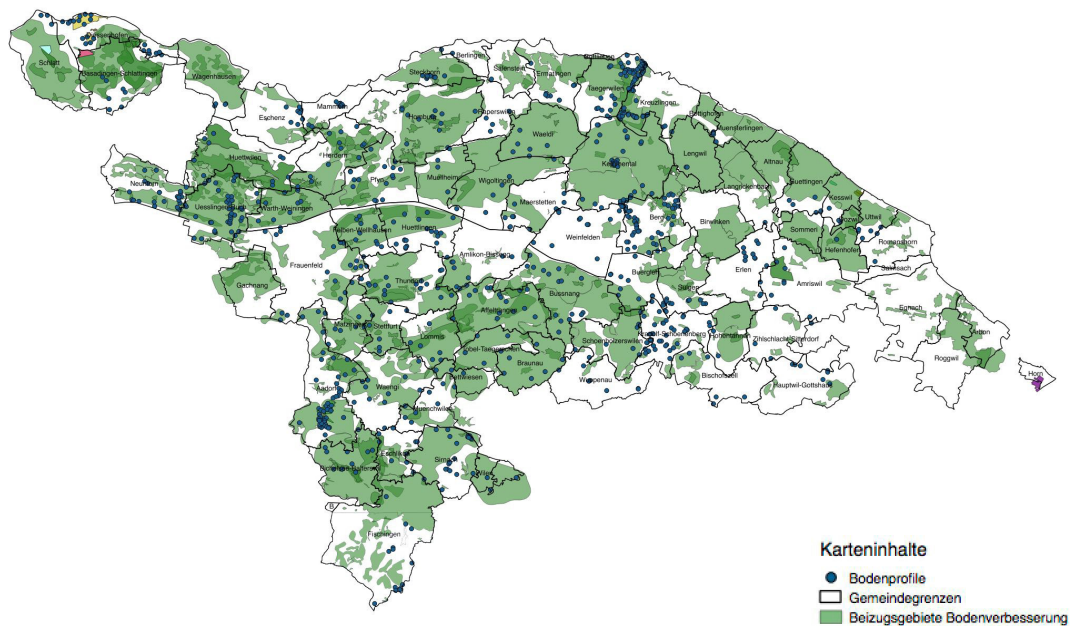
Es konnten folgende Daten bezogen werden:

- Die Perimeter der Beizugsgebiete für Bodenverbesserung von 1884 bis 2017
- Die Perimeter der Kartierungen des Kartierungsdienstes Reckenholz
- Die Perimeter der Bodenkartierung Bodensee-Thurtalstrasse und Oberlandstrasse von 2017
- Der Perimeter der Melioration Schurten (noch in Arbeit)
- 832 Punkt-Daten von Bodenprofilen

Ausserdem wird momentan eine kantonsweite digitale Bodenpunktzahlkarte erarbeitet. Die Bodenpunktzahlen basieren auf der *Anleitung für die Schätzung des landwirtschaftlichen Ertragswertes* von 1996 resp. 2004. Dabei werden die vier Kriterien Wasserhaushalt, Bodenbestandteile, Gefüge und pflanzennutzbare Gründigkeit zu einer Bodenpunktzahl verrechnet. Dazu wurden Bodenerhebungen gemacht, wobei die Methode gemäss Landwirtschaftsamt nicht sehr systematisch ist. Beispielweise war die Anzahl Erhebungen je Fläche nicht einheitlich geregelt. Parzellen in der Bauzone und im Wald wurden nicht bewertet. Die Aufarbeitung und Digitalisierung von Bonitierungen durch das kantonale Landwirtschaftsamt ist momentan im Gang. Der Erfassungsgrad pro Gemeinde liegt dabei gemäss Landwirtschaftsamt zwischen 0% bis 95%. Im September 2018 waren 52.8% der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) des Kantons Thurgau digitalisiert. Die Metadaten wurden bisher noch nicht veröffentlicht und konnten nicht beschafft werden.

Im Zusammenhang mit dem Geoinformationsgesetz wurden die Gemeinden dazu aufgefordert, Drainagepläne an den Kanton zu übergeben. Die Drainagepläne sämtlicher Gemeinden werden derzeit vom Amt für Geoinformation digitalisiert.

Abbildung 4:
Beizugsgebiete für Bodenverbesserungen und Bodenprofil-Standorte im Kanton Thurgau



4.3 Flächenabdeckung Projektperimeter

Von den 27 zu untersuchenden Projekten sind 20 im Datensatz Beizugsgebiete für Bodenverbesserungen enthalten. Es handelt sich dabei um Entwässerungsprojekte (EP) und GZ, die zwischen 1884 und 2017 realisiert wurden (Geoinformation Thurgau, 2018). Die digitale Karte Beizugsgebiete für Bodenverbesserung ist im GIS-Browser ThurGIS einsehbar (Abbildung 4). Die Karte beinhaltet mehr als 20 Polygone, da auch ältere Projekte berücksichtigt wurden.

Die Flächenabdeckung der Beizugsgebiete für Bodenverbesserung kann im Kanton Thurgau damit gut abgeschätzt werden. Die gesamte LN ist grob geschätzt zu 60 % bis 80% in den Perimetern der Beizugsgebiete für Bodenverbesserung enthalten.

Die drei Gemeinden Diessenhofen, Basadingen und Schlatt im Nordwesten des Kantons zeigen beispielhaft die Flächenabdeckung durch die vorhandenen Daten (Abbildung 5).

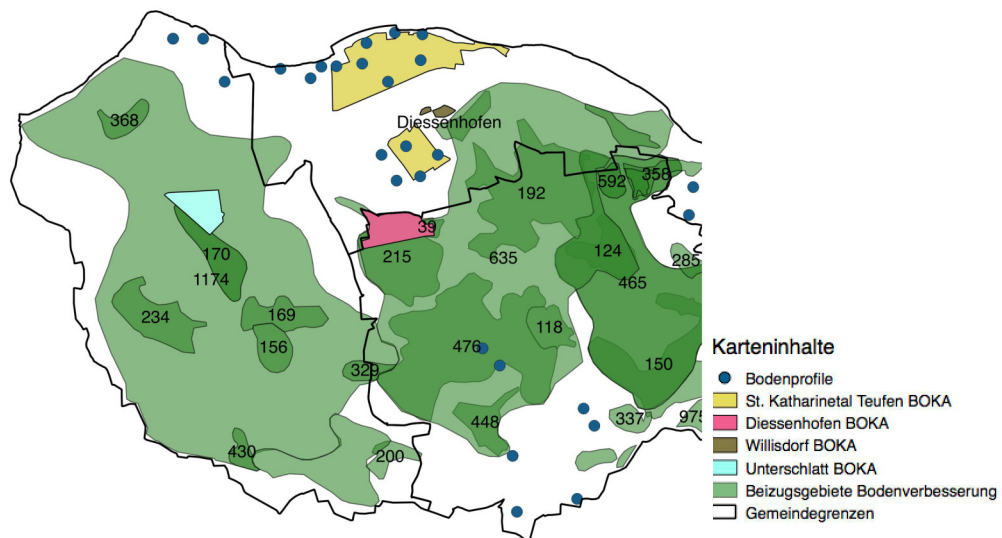
Die vom Kartierungsdienst Reckenholz kartierten Gebiete decken jeweils nur sehr kleine Flächen der Gemeinden ab. Die Bodenkarten St. Katharinetal Teufen und Unterschlatt sind detailreich. Die Kartierung Diessenhofen und Willisdorf hingegen beinhalten scheinbar nur den Perimeter und keine Bodenkartierung.

Die Metadaten der Beizugsgebiete für Bodenverbesserung sind derzeit leider nicht zugänglich.

Von den Gemeindegebieten Basadingen und Unterschlatt wurden gemäss kantonalem Landwirtschaftsamt bisher 80% der LN in Form der Bodenpunktzahlkarte digitalisiert. Für das Gemeindegebiet von Diessenhofen beträgt der digitalisierte Anteil 0%.

Für alle drei Gemeinden liegen zudem Punkt-Bodendaten aus Profilen vor.

Abbildung 5:
Vorhandene Bodeninformationen in Beispielsgemeinden des Kantons Thurgau



4.4 Fazit Kanton Thurgau

Aufgrund der Untersuchungen zum Stand der Bodendaten im Kanton Thurgau kann folgendes festgestellt werden:

- Die Bodenkartierungen des Kartierungsdienstes Reckenholz decken nur sehr kleine Gebiete der jeweiligen Gemeinden ab. Ihre Aussagekraft ist hoch, bezieht sich aber nur auf diese Gebiete.
- Welche Bodendaten zu den Bezugsgebieten für Bodenverbesserung vorhanden sind, ist derzeit unklar. Bonitierungspläne oder Bonitierungsgrundsätze einzelner Projekte wurden nicht beschafft, weil die Pläne teilweise noch nicht digitalisiert sind. Zudem wurden im gesamten Kanton dieselben Grundsätze angewendet.
- Die digitalisierte Bodenpunktzahl-Karte wird in absehbarer Zukunft flächendeckend sein. Ihre Inhalte sind stark aggregiert und über Parzellen generalisiert. Die Daten decken zwar die gesamte LN ab, die Information kann aber kaum so aufgeschlüsselt werden, dass daraus Bodeninformationen im Sinne von Bodenkarten erarbeitet werden können.

5 KANTON SOLOTHURN

Als Ausgangslage für unsere Recherche diene eine von der NABODAT zur Verfügung gestellte Liste von 4 Solothurner Meliorationsprojekten (Tabelle 6).

Das Amt für Umwelt des Kanton Solothurn arbeitet seit den 1990ern daran, systematisch Böden zu kartieren (Hauert et al., 2017). Gemäss Abbildung 77 im Heft *Böden im Kanton Solothurn* von 2017 liegen für die Gemeinden Buchegg und Hofstetten-Flüh Bodenkartierungen vor – von den anderen zwei in der oben erwähnten Tabelle aufgeführten Gemeinden nicht.

Die vier Gemeinden wurden am 13. September 2018 angefragt. Folgende Rückmeldungen gingen ein:

- Die Gemeinde Buchegg wird im Rahmen der kantonalen Bodenkartierung bearbeitet. Weitere Abklärungen auf Gemeindeebene sind deshalb nicht sinnvoll.
- Von der Gemeinde Rohr ist keine Rückmeldung eingegangen.
- Die Gemeinde Kienberg hat keine Unterlagen zum Projekt.
- Von der Gemeinde Hofstetten-Flüh liegt noch keine Rückmeldung vor. Wir gehen aber davon aus, dass die Unterlagen der kantonalen Verwaltung vorliegen sollten. Dies ist Gegenstand von Abklärungen durch die NABODAT.

Ingenieurbüros wurden in Solothurn keine angefragt.

Aufgrund des grossen Engagements des Kantons halten wir es für sehr unwahrscheinlich, dass Daten von vergangenen Meliorationsprojekten, die bei der Bodenkartierung einen substanziellen Beitrag leisten könnten, nur auf Gemeindeebene vorhanden sind. Verfügbare Daten sind in aller Regel der kantonalen Verwaltung bekannt.

6 KANTON NIDWALDEN

Die Recherchen im Kanton Nidwalden betrafen nur ein Meliorationsprojekt. Namentlich die GM Riet in der Gemeinde Wolfenschiessen, welche in den Jahren von 1972 bis 1985 realisiert wurde.

Die Gemeinde Wolfenschiessen hat zum Projekt keine Unterlagen. Ingenieurbüros wurden nicht angefragt.

Tabelle 6:
Untersuchte Meliorationsprojekte im Kanton Solothurn

Meliorationsprojekt	Gemeinde	Schlussjahr
Gesamtmelioration Küttigkofen	Buchegg	1981
Gesamtmelioration Rohr	Rohr (SO)	1981
GZ Oberhof (AG)	Kienberg	1986
Güterregulierung Hofstetten-Flüh	Hofstetten-Flüh	2010

7 AUFARBEITUNG VON BESTEHENDEN BODENDATEN

Der vorliegende Bericht steht zusammen mit dem Bericht der NABODAT *Übersicht Stand Bodenkartierung in der Schweiz – Ergänzung des Bodenkartierungskataloges Schweiz um Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten* im Zusammenhang mit den Aufwandklärungen für eine gross angelegte, schweizweite Bodenkartierung. Der Fokus der beiden Studien liegt auf bisher der NABODAT nicht bekannte Bodendaten. In Gesprächen zeigte sich, dass Gebiete mit bestehenden Bodendaten als „fertige Bodenkarten“ betrachtet werden und demnach für die Aufwandschätzung nicht berücksichtigt werden. Unser Erfahrung mit bestehenden Bodendaten zeigt, dass diese Daten den heutigen Anforderungen nicht gerecht werden. Deshalb wurden wir gebeten, im vorliegenden Bericht die Aufarbeitung von bestehenden Bodendaten zu beleuchten. In diesem Kapitel werden wichtige Aspekte und Missverständnisse der erforderlichen Aufarbeitung von bestehenden Bodendaten aufgezeigt.

7.1 Methodische Grundlagen

Von zentraler Bedeutung für die Methode zur Aufarbeitung bestehender Bodendaten sind folgende Werke:

- Amt für Umwelt, Kanton Solothurn (2005): *Projekthandbuch Bodenkartierung, Teil VI – Aufarbeitung alter Bodenkarten* – (PHB Kt. SO)
- Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz; BUWAL (2005): *Bodeninformationssystem Schweiz (BI-CH), Teilprojekt 7: Aufarbeitung alter Bodenprofilaten – Technische Anleitung (BI-CH TP 7)*

Diese beiden Methoden verfolgen unterschiedliche Ziele, wie Tabelle 7 veranschaulicht. Vereinfacht ausgedrückt dient die Solothurner Methode der Aufarbeitung von Profil- und Flächendaten zur umfassenden Bodeninformation gemäss aktuellem Standard, FAL 24+, während sich die BI-CH-Anleitung auf Bodenprofilaten konzentriert und diese digital verfügbar macht und in den aktuellen Datenschlüssel übersetzt. Im Kapitel 7.2 sind die beiden Methoden weiter beleuchtet.

Tabelle 7:
Gegenüberstellung der Ziele der beiden methodischen Grundlagen

Zielgrösse	PHB Kt. SO	BI-CH TP 7
Profilaten	Aufbereitung für Verwendung gemäss aktuellem Standard	Digitales Verfügbarmachen und Übersetzen
Flächendaten (Polygondaten)	Aufbereitung für Verwendung gemäss aktuellem Standard im gleichen Massstab	Nicht Gegenstand der Methode
Polygoneometrie	Aufbereitung für Verwendung gemäss aktuellem Standard im gleichen Massstab	Nicht Gegenstand der Methode

7.2 Inhalt der Methoden

Projekthandbuch Bodenkartierung Kt. Solothurn

Die Methode geht von der Annahme aus, dass bestehende Bodenkarten von hoher Qualität sind. So sollen die Bodendaten verschiedenen systematischen Prüfungen unterzogen und die Feldarbeit gegenüber einer Neukartierung minimiert werden. Da nicht alle Flächen mit Feldarbeiten überprüft werden, soll die Datenqualität transparent dargestellt werden. Auf diese Weise kann während der Aufarbeitung entschieden werden, ob aufgrund ungenügender Qualität der aufbereiteten Daten betroffene Gebiete neu zu kartieren sind. Das Vorgehen ist iterativ:

- Zuerst werden die Profildaten verifiziert und übersetzt. Wenn in diesem Schritt schon festgestellt werden müsste, dass die aktuelle Beurteilung stark von der Profilbeschreibung abweicht, muss voraussichtlich die Aufarbeitung zugunsten einer Neukartierung abgebrochen werden.
- Nach den Bodenprofilen werden die Polygongrenzen mit Stichproben im Feld verifiziert. Wenn diese als ausreichend genau angesehen werden, werden die Polygondaten auf der Basis der Erkenntnisse aus den Profilaufnahmen übersetzt und aktualisiert – und in Stichproben verifiziert.

Das Resultat der Aufarbeitung besteht aus einer vollständigen Bodenkarte, die den heutigen Ansprüchen genügt.

BI-CH Teilprojekt 7

Die technische Anleitung zur Aufarbeitung alter Profildaten konzentriert sich auf den formalen – nicht inhaltlichen – Prozess zur Aufarbeitung von Bodenprofildaten. Es geht darum, diese Daten möglichst effizient für die weitere Aufarbeitung nutzbar zu machen.

Das Resultat besteht aus übersetzten, nicht verifizierten Bodenprofildaten. Im Bericht zum BI-CH TP7 (Kapitel 2) wird denn auch darauf hingewiesen, dass die Sicherheit von Profilinformatoren nur durch gezielte Verifikationen im Feld sichergestellt werden kann, und dass dieser Schritt explizit nicht Bestandteil der Anleitung BI-CH TP7 ist.

7.3 Erfahrungen

7.3.1 Entwicklung der Ansprüche an Bodeninformationen

In der Anleitung BI-CH TP 7 wird im Kapitel 2.3 darauf hingewiesen, dass sich die Ansprüche an die Profildaten gewandelt haben. Die Diskrepanz zwischen den Ansprüchen zur Zeit der Aufnahme und den heutigen ist in Tabelle 8 dargestellt.

Die Gegenüberstellung der Ansprüche zeigt, dass bestehende Bodendaten, obwohl sehr nützlich und wertvoll, nicht ohne intensive Überprüfung für heutige Ansprüche aufgearbeitet werden können. Dennoch ist es sinnvoll, die bestehenden Bodendaten so gut wie möglich zu nutzen, um Geld zu sparen und um Eingriffe in den Boden mit Störungen für die Bewirtschafter zu minimieren.

Tabelle 8:
Anspruch an Bodendaten gestern und heute

	Anspruch zur Zeit der Aufnahme	Anspruch heute
Profildaten	Projektspezifisches, internes Arbeitspapier zur Eichung der Sachbearbeiter bzw. als Basis für die auf die Agrarproduktion ausgerichtete Bodenkartierung	Bestmögliche, nachvollziehbare und projektübergreifend vergleichbare Punktinformation als Ausgangspunkt für Verwendungen und Auswertungen aller Art
Flächendaten	Grundlage für die Bewertung der Böden im Hinblick auf die landwirtschaftliche Nutzung und allfälliger Meliorationsmöglichkeiten (ca. 11 Parameter)	Projektübergreifend vergleichbare Bodendaten zu Beantwortung einer Vielzahl möglicher, bekannter und neuer ökologischer, raumplanerischer und technischer Fragen (ca. 40 Parameter)
Zielpublikum	eine bis wenige Personen innerhalb eines Projektes: Kartierende, Projektkommission, Auftraggebende	Jedermann: national, global, ggf. ohne spezifisches, bodenkundliches Fachwissen

7.3.2 Aufbereitung vs. Aufarbeitung

Im täglichen Umgang mit digital verfügbaren Bodeninformationen entsteht oft der Eindruck, dass Nutzer nicht differenzieren zwischen aufgearbeiteten und aufbereiteten Bodeninformationen. Diesen unbekümmerten Umgang erachten wir als grosses Risiko im Hinblick auf ein schweizweit flächendeckendes Bodeninformationssystem. Deshalb weisen wir hier auf diesen Unterschied hin, der darin besteht, dass aufbereitete Daten nicht verifiziert, nicht aktualisiert und nicht im grösseren Kontext vergleichbar sind (Tabelle 9).

Das PHB Kt. SO beschreibt die Aufarbeitung bestehender Bodenkarten zu zuverlässigen, vergleichbaren Bodendaten, die heutigen Ansprüchen der Methode FAL 24+ genügen. Bodeninformationen, die so aufbereitet werden, können genutzt und für diverse Fragestellungen weiterverarbeitet werden.

Da und dort sind (z.B. Kt. St. Gallen) alte Bodenkarten in geographischen Informationssystemen verfügbar, die aufbereitet – aber nicht aufgearbeitet – sind. Diese Daten sind nicht verifiziert, nicht aktualisiert und nicht im grösseren Kontext vergleichbar. Die Weiterverarbeitung dieser Daten ist im lokalen Massstab unter Umständen möglich, während Auswertungen für grössere Gebiete mit einer erheblichen Unsicherheit behaftet sind, da die Bodendaten, die aus verschiedenen Bearbeitungsprojekten stammen, nicht harmonisiert und aktualisiert sind.

Tabelle 9:
Gegenüberstellung von aufgearbeiteten und aufbereiteten Bodendaten

Anforderung	Aufbereitete Bodendaten	Aufgearbeitete Bodendaten
Daten übersetzt in neueren Datenschlüssel	Ja	Ja
Datensatz gemäss FAL 24+	nein	Ja
Daten verifiziert	nein	Ja
Daten aktualisiert	nein	Ja
Daten vergleichbar	nein	Ja

7.3.3 Erfahrungen mit den Methoden

Methode gemäss PHB Kt. SO

Die Methode gemäss PHB Kt. SO hat sich bewährt – auch wenn vereinzelt zu einer Neukartierung von Teilgebieten gegriffen werden musste. So zeigt sich auch, dass die verschiedenen Prüfmechanismen nützlich und nötig sind. Allenfalls können zusätzlich mithilfe neuester Technologien (z.B. LIDAR) kleinflächige Terrainveränderungen identifiziert und einer Neukartierung unterzogen werden, um wirklich flächendeckend aktuelle Bodeninformationen verfügbar zu haben.

Methode gemäss BI-CH TP7

Auch die Methode gemäss BI-CH TP7 hat sich bewährt – nämlich für die rationelle Aufbereitung von sehr vielen analogen Bodenprofilblättern aus einigen Kantonen für die digitale Weiterverwendung in Datenbanken und geographischen Informationssystemen. Das Resultat allerdings beinhaltet das Risiko, dass die verfügbar gemachten Bodendaten den Eindruck einer zeitgemässen Aufnahme hinterlassen. Es handelt sich aber um nicht geprüfte – und damit nicht vergleichbare – Bodenprofildaten. Auf diesen Umstand haben auch die AutorInnen von BI-CH TP7 aufmerksam gemacht indem sie schrieben: „Die inhaltliche Prüfung der Daten im Feld, welche z.B. im Rahmen der Aufbereitung von Bodenkarten durchgeführt werden **muss**, ist im vorliegenden Verfahren zur Aufbereitung der Profildaten nicht enthalten.“

7.3.4 Fazit

In der Praxis ist es heute so, dass, sobald Profil- oder Flächendaten in Datenbanken und geographischen Informationssystemen vorliegen, die Nutzer eher unbekümmert damit umgehen und die allfälligen Qualitätsrisiken ausblenden. Im Rahmen einer Bodenkartierung ist es also zwingend, jegliche Art von bestehenden Bodendaten zu verifizieren – auch in Gegenden, in denen mutmasslich keine wesentlichen Bodenveränderungen stattgefunden haben – weil im Hinblick auf gesamtschweizerische Bodendaten grossräumig vergleichbare Bodendaten notwendig sind.

7.4 Kosten

Die Aufbereitung von Bodenprofildaten ist in der Schweiz grösstenteils abgeschlossen und deshalb kostenmässig nicht mehr von Bedeutung. Im Hinblick auf ein Bodeninformationssystem ist die Aufarbeitung bestehender Bodenkarten von Interesse. Aufgrund der Erfahrung in einigen Projekten in den Kantonen Solothurn und Luzern ist davon auszugehen, dass die Aufarbeitung von Bodenkarten, digitalisierte Grundlagen vorausgesetzt, mit einem Aufwand von ca. CHF 250.- (exkl. MwSt) pro Hektare verbunden ist. Der Aufwand ist abhängig von den jeweils verfügbaren Grundlagen, von der Perimetergrösse und von den gestellten Ansprüchen.

8 FAZIT UND EMPFEHLUNG

Auf Basis der Erkenntnisse in den Kapiteln 1 bis 7 werden hier Schlussfolgerungen zur Verwendung von bestehenden Bodeninformationen aufgeführt.

Gebiete ohne Bodenkarten – aber mit anderen Grundlagen wie z.B. Bodenpunktzahlkarten

Die Untersuchungen für den vorliegenden Bericht konzentrierten sich ausschliesslich auf Gebiete in den Kantonen Bern und Thurgau mit Bodeninformationen, die einen wesentlich anderen Informationsgehalt bieten als Bodenkarten im eigentlichen Sinn.

Im Kanton Bern sind in Gemeinden und Ingenieurbüros Dokumente zu vergangenen Meliorationsprojekten vorhanden. In einigen Gemeinden sind vergangene Meliorationsprojekte vollständig archiviert, in mehreren Ingenieurbüros liegen Akten vor. Jedoch beinhalten die Dokumente sehr wenig Bodendaten. Sie sind nicht für die Erstellung von flächendeckenden und detaillierten Bodenkarten geeignet. Aufgrund der Untersuchungen und Erkenntnisse zur Datenlage im Kanton Bern ist nicht zu erwarten, dass Quellen erschliessbar sind, welche einen substantiellen Beitrag zur Erarbeitung von flächendeckenden Bodenkarten leisten können.

Im Kanton Thurgau konnte bereits früh abgeschätzt werden, welche Daten wo vorhanden sind. Es scheint, dass der kantonale Verwaltung sämtliche vorhandenen Bodeninformationen vorliegen. Die flächendeckenden und parzellenbezogenen Bodenpunktzahlkarten geben Anhaltspunkte zur landwirtschaftlichen Qualität jeder Parzelle. Aus diesen Informationen können erfahrungsgemäss aber keine Bodenkarten abgeleitet werden.

Es ist bislang nicht untersucht, ob die vielerorts vorhandenen Bodenpunktzahlkarten die Erarbeitung von Bodenkarten mit Hilfe von weiteren Geoinformationen erleichtern. Um diese Frage zu beantworten, müsste die Verwendbarkeit und der Nutzen dieser Informationen sowie der finanzielle Aufwand in Pilotstudien in verschiedenen Gebieten ermittelt werden. Es ist anzunehmen, dass der Nutzen gering ist, zumal mutmasslich in jedem Projekt, das i.d.R. ein kleines Gebiet abdeckt, lokale Massstäbe zur Abgrenzung von Teilflächen angewandt wurden.

Voraussichtlich sind Gebiete, für die nur Bodenpunktzahlkarten existieren, vollständig gemäss aktuellem Standard neu zu kartieren. Allenfalls kann die Abgrenzung von Polygonen durch bestehende Grundlagen unterstützt werden. Wo diese nur analog vorliegen, dürfte sich der Nutzen in sehr engen Grenzen bewegen.

Gebiete mit Bodenkarten

Gebiete mit Bodenkarten wurden im NABODAT-Bericht *Übersicht Stand Bodenkartierung in der Schweiz – Ergänzung des Bodenkartierungskataloges Schweiz um Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten* erfasst und untersucht. Detail-Bodenkarten in den Massstäben 1:5'000 bis 1:1'000 stellen eine gute Grundlage für die Integration in ein flächendeckendes Bodeninformationssystem dar. Im Hinblick auf die Nutzung dieser Daten ist festzuhalten, dass eine reine Aufbereitung der Daten den heutigen Ansprüchen nicht genügt (Kapitel 7). Es unerlässlich, die Bodendaten einer umfassenden Aufarbeitung zu unterziehen. Eine systematische Methode ist vorhanden und im Projekthandbuch für die Bodenkartierung des Kantons Solothurn dokumentiert. Die Kosten für die Aufarbeitung von Bodendaten belaufen sich auf ca. CHF 250.- exkl. MWSt. pro Hektare.

9 QUELLENVERZEICHNIS

A. Flotron AG (1989): *Arrondierung des Grundbesitzes im Gebiet Bühl-Gschwend-Saali-Rohr, Schlussbericht*. Meiringen.

Amt für Umwelt, Kanton Solothurn (2005): *Projekthandbuch Bodenkartierung, Teil VI – Aufarbeitung alter Bodenkarten – (PHB Kt. SO)*

Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz; BUWAL (2005): *Bodeninformationssystem Schweiz (BI-CH), Teilprojekt 7: Aufarbeitung alter Bodenprofilaten – Technische Anleitung (BI-CH TP 7)*

Bundesamt für Statistik (2018): *Kennzahlen, Regionalportraits 2018: Gemeinden*. Stand 2.3.2018.

Geoinformation Thurgau (2018): *ThurGIS*. URL: <https://map.geo.tg.ch>.

Hauert, C.; von Rohr G.; Martgreth S.; Schmidhauser A.; Gasche T. (2017): *Böden im Kanton Solothurn*. Naturforschende Gesellschaft des Kantons Solothurn, Amt für Umwelt Kanton Solothurn, Mitteilungen 2017, Heft 43.

Lips, M. (1980): *Güterzusammenlegung Niederwichttrach, 1969-1979: Schlussbericht*. Münsingen.

Lüthi, P. (2016): *Geschichte Wichttrach, Heft 6: Grosse Veränderungen, Version 1.6*.

NABODAT (2018): *Bodenkartierungskatalog Schweiz, Version 2.2 (April 2018)*.

URL: <https://www.nabodat.ch/index.php/de/service/bodenkartierungskatalog>.

10 ANHANG

- | | |
|-----------------|--|
| Anhang 1 | Übersichtsplan der GM Niederwichtrach in der Gemeinde Wichtrach (BE) |
| Anhang 2 | Plan zum Alten Bestand der GM Saxeten in der Gemeinde Saxeten (BE) |
| Anhang 3 | Bonitierungsplan der GM Saxeten in der Gemeinde Saxeten (BE) |
| Anhang 4 | Bonitierungsplans der GZ Champoz in der Gemeinde Champoz (BE) |
| Anhang 5 | Bonitierungsgrundsätze der GZ Niederwichtrach in der Gemeinde Wichtrach (BE) |
| Anhang 6 | Bodenbeurteilung einer Profilgrube in der Gemeinde Innertkirchen (BE) |

**ANHANG 1 ÜBERSICHTSPLAN DER GM NIEDERWICHTRACH
IN DER GEMEINDE WICHTRACH (BE)**

GEMEINDE NIEDERWICHTRACH

Übersichtsplan
1:5000



GEMEINDE HAUTLIGEN

Karte Nr. 1000000

GEMEINDE
MÜNSINGEN

GEMEINDE OBERWICHTRACH

LEGENDE

- | | | | |
|--|----------------|--|----------------------------------|
| | Gemeindegrenze | | Alte blinde Wege |
| | Perimeter | | Alte zu verlassende Wege |
| | Wald | | Alte Wege mit Belag versehen |
| | Waldung | | Neue Wege mit Belag |
| | Aufforstung | | Neue Fußwege |
| | Baumzone | | Alte Fußwege |
| | Waldschneise | | Alte zu verlassende Wege |
| | Stromleitung | | Projektierter Ausbau der "Leine" |
| | Stromleitung | | |

GDE GERZENSEE

Ami Setligen

**ANHANG 2 PLAN ZUM ALTEN BESTAND DER GM SAXETEN
IN DER GEMEINDE SAXETEN (BE)**

[illegible]

- [illegible]

SITUATION 1 : 1000

[illegible]

**ANHANG 3 BONITIERUNGSPLAN DER GM SAXETEN
IN DER GEMEINDE SAXETEN (BE)**

© 2007 The Authors
Journal compilation © 2007 Blackwell Publishing Ltd

University of Illinois

SAXETEN

PLAN NR. 6

STUATION 1: 1000

[illegible][illegible]

**ANHANG 4 BONITIERUNGSPLANS DER GZ CHAMPOZ
IN DER GEMEINDE CHAMPOZ (BE)**



CANTON DE BERNE
Commune de Chamboz

Syndicat d'améliorations foncières
CHAMBOZ

Plan d'estimation 1:1000

Plan n° 2	MOUTIER, le 10 novembre 1911	Auteur du projet <i>Alfred Moutier</i>
Grandeur 1/1000	contrôle	
Délivré public autorisé par le service national des améliorations foncières L'ingénieur d'arrondissement de Jura 13 805 1011		
Service cant. des am. foncières L'ing. rural cont.		Date

R.P. CHAMBOZ
1:1000

**ANHANG 5 BONITIERUNGSGRUNDSÄTZE DER GZ NIEDERWICHTRACH
IN DER GEMEINDE WICHTRACH (BE)**

Tauschwerte:	Tiefgründiger, sandiger Lehmboden	bis 150 Pkte/m ²
	Schwerer Tonboden	bis 130 "
	Kiesboden	bis 100 "
	Sandboden	bis 100 "
	Moorboden	bis 90 "
	Waldboden	bis 40 "

Es können Abzüge gemacht werden infolge:

Entfernung (pro 150 - 400 m 5 Punkte, westl. SBB zusätzlich 5 - 10 Punkte)

Waldränder: halbe Bonität bei Nordlage 30 m
bei Südlage 10 m
bei Ost/West 15-20 m

Neigung : 0 - 5 % 0 Punkte
5 - 10 % 5 - 10 Punkte
10 - 15 % 10 - 20 Punkte
15 - 20 % 15 - 25 Punkte
über 20 % bis 100 Punkte

Gräben, Hecken, Böschungen, Höhenlage, Entwässerungen 5 - 25 Punkte

Spezielle Bestimmungen: für bevorzugte Gebiete darf die Summe von Bonitätswert und Zuschlag 50 - 70 % der geltenden Landpreise nicht überschreiten

Mehr- und Minderzuteilungen: diese sind zum 2-fachen Bonitätswert auszugleichen

Durch die Flurgenossenschaft humusierte alte Wege und eingedackte Gräben werden bis zu 70 % des Bonitätswertes des anstossenden Landes aufgewertet.

Tauschwerte der Obstbäume:

junge bis 10-jährige Bäume	Fr 5.- ... 30.-
10 - 20-jährige Bäume	20.- ... 125.-
gesunde Bäume in bester Tragfähigkeit	... 250.-
alte oder zu fallende Bäume	0.- ... 50.-

Tauschwerte der Leitungstangen:

Stangen in offenem Kulturland	Fr 80.- ... 120.-
Stangen in Baumgärten	40.- ... 80.-
Stangen an Steilhängen und Bördern	0.- ... 40.-
Grosse vierteilige Masten	... 600.-

Tauschwerte der Schächte:

Im offenen Kulturland je nach Grösse	Fr 5.- ... 100.-
In Baumgärten je nach Grösse	5.- ... 60.-

Nach diesen Grundsätzen wird im Frühling 1969 bonitiert; die Auflage erfolgt vom 28.7. - 16.8.1969.

Am 22.4.69 erhält die Genossenschaft die Bewilligung vom WEA zur Kiesausbeutung entlang der SBB-Linie für den Flurwegbau, eine Bewilligung, die wesentlich zur Tiefhaltung der GZ-Kosten beiträgt.

Etwas später trifft die regierungsrätliche Zusicherung von je 35 % Subvention von Bund und Kanton ein.

Im Juli 1969 wird der Vorstand von Schätzungskommissionspräsident Johann Flückiger zur Besichtigung der ausgeführten GZ Melchnau eingeladen. Dieses Werk macht grossen Eindruck, und die Wichterler bereuen es nicht, dass sie dem grossen Perimeter zugestimmt haben und ein ähnliches Werk erwarten können.

Der Subventionssatz beträgt mit der Zusicherung des Autobahnbeitrages umgerechnet auf das ganze Unternehmen:

Autobahn	38.3 %
Bund	21.5 %
Kanton	21.5 %
Gemeinde	81.3 %
	5.0 %
Total	86.3 %

Diese Zahlen änderten sich dann allerdings später leicht infolge Nachsubventionierung und Teuerung.

Im gleichen Monat Juli 1969 erteilt der Gemeinderat von Niederwichterach den Auftrag zur neuen Ortsplanung an Herrn Arch. Bernhard Dähler, Bern.

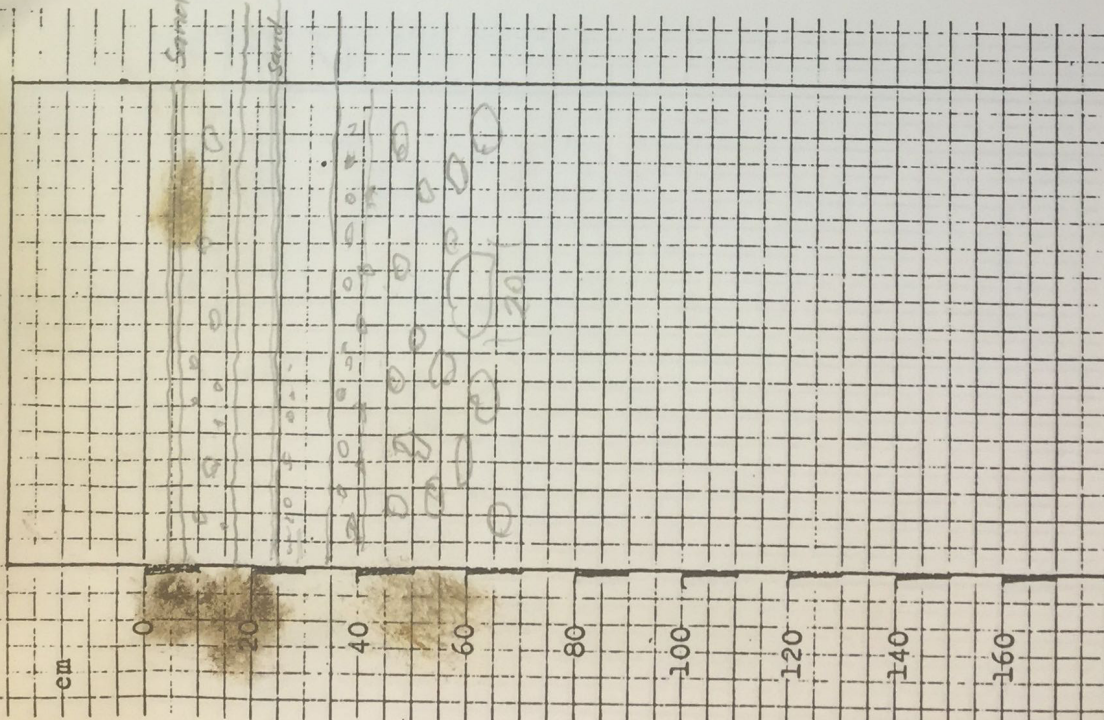
Ende August anfangs September 1969 finden die ersten Wunschtage statt. Es zeigt sich deutlich ein Wunschtrend für das flache Auland, weg vom hügeligen Gebiet.

Zur gleichen Zeit können auch sämtliche Einsprachen gegen die Bonitierung gütlich erledigt werden.

ANHANG 6

**BODENBEURTEILUNG EINER PROFILGRUBE
IN DER GEMEINDE INNERTKIRCHEN (BE)**

Profilskizze



Bodenbeurteilung

Gadmen Nr. 2

Wurzeltiefe: - 25 cm

Schwemmland

Steingehalt: A: 5 / B: 80 % Feinkies + Sand / C

Bearbeitung: leicht

mittel

schwer

Schichtung: keine Grenzen

deutliche Grenzen

Verdichtung

Gefüge: Krümel

Kleinklumpen

Klumpen

bis: 18

.....cm

.....cm

.....cm

Farbe: braun

rostfleckig

graufleckig

bis: 18

.....cm

.....cm

.....cm

Humoser lehmiger Sand

Signaturen:

Humusschicht

Steine

Wurmröhren

Rostflecken

Wurzeln

Verdichtung