



Umwelt und Energie (uwe)

Gewässer und Boden

Libellenrain 15
Postfach 3439
6002 Luzern
Telefon 041 228 60 60
uwe@lu.ch
www.uwe.lu.ch

Konzept Bodenkartierung zur Fruchtfolgeflächenerhebung im Kanton Luzern



Impressum

Autorin:
Version:

Brigitte Suter
März 2022

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	1
1.1	Kanton Luzern.....	1
1.2	Bund.....	2
2	Zielsetzung Bodenkartierung Kanton Luzern	2
3	Etappierung	3
3.1	Grundlegendes.....	3
3.2	FFF – Kriterien gemäss Sachplan Fruchtfolgeflächen	3
3.3	Erhebungsprioritäten, Etappierung, Tranchen und Zeitplan.....	7
3.4	Perimeter Kartieretappe	7
4	Organigramm	8
5	Kartiermethode	9
5.1	Profile.....	9
5.2	Flächendaten	10
5.3	Bohrdichte	12
5.4	Integration bereits bestehender Bodenkarten.....	12
5.5	Komplexe	12
5.6	Auffüllungen	12
5.7	Perimetergrenzen.....	13
5.8	Fruchtfolgeflächenerhebung.....	13
6	Abläufe 15	
6.1	Ablauf Kartieretappen/Kartierlose.....	15
7	Labor 17	
7.1	Sackproben bei Leitprofilen.....	17
7.2	Spektroskopische Laborproben.....	17
	Anhang 1 – Etappierung nach Prioritäten	18
	Anhang 2 – Vorranggebiete für Bodenkartierungen - Thematische Synthese 4 NFP 68.	19
	Anhang 3 – Ackerflächenanteil an zu kartierender LN pro Gemeinde im Jahr 2021.....	20

1 Ausgangslage

1.1 Kanton Luzern

Fruchtbare Böden sind eine nicht erneuerbare Ressource und für die Produktion von Nahrungsmitteln unverzichtbar. Durch die Siedlungsentwicklung und den Bau von Infrastruktur gerät der Boden zunehmend unter Druck. Ein wesentliches Ziel der Raumplanung ist es, den Boden haushälterisch zu nutzen (Art. 1 des Bundesgesetzes über die Raumplanung [RPG]) und für die Landwirtschaft genügende Flächen geeigneten Kulturlandes, insbesondere Fruchtfolgeflächen (FFF), zu erhalten (Art. 3 RPG). Der Bund legt in der Raumplanungsverordnung (RPV) fest, dass Fruchtfolgeflächen mit Blick auf die klimatischen Verhältnisse, die Beschaffenheit des Bodens und der Geländeform zu bestimmen sind und dass die Kantone einen Mindestumfang an Fruchtfolgeflächen zu erhalten haben. Die Kantone haben Lage, Umfang und Qualität der Fruchtfolgeflächen kartografisch und in Zahlen aufzuzeigen (Art. 26 ff. RRV). Gemäss dem überarbeiteten Sachplan Fruchtfolgeflächen des Bundes vom 8. Mai 2020 hat der Kanton Luzern Fruchtfolgeflächen im Umfang von 27'500 ha zu erhalten.

Für den Vollzug des Sachplans Fruchtfolgeflächen sind schweizweit nach denselben Kriterien erhobene Daten über die Eigenschaften der Böden erforderlich, die bis heute nicht vorhanden sind. Der überarbeitete Sachplan Fruchtfolgeflächen verpflichtet die Kantone, die erforderlichen Bodeninformationen auf dem gesamten Kantonsgebiet nach dem heutigen Stand der Technik (Kartiermethodik FAL 24+, Kartenmassstab 1:5'000) auszuscheiden. Am 29. November 2020 haben die Luzerner Stimmberechtigten die beiden Volksinitiativen «Luzerner Kulturlandschaft» - eine Verfassungs- und eine Gesetzesinitiative abgewiesen. Angenommen wurde der Gegenvorschlag, der in den neuen §§ 39a - 39d des Planungs- und Baugesetzes (PBG) weitere Bestimmungen zum Schutz der Fruchtfolgeflächen vorsieht. So wird in § 39c Abs. 1 PBG geregelt, dass innert 10 Jahren nach dessen Inkrafttreten die Fruchtfolgeflächen vollständig zu kartieren und in den Planungsinstrumenten darzustellen sind. Die Bestimmungen des Gegenvorschlags traten per 1. Januar 2021 in Kraft.

Der Kanton Luzern verfügt über rund 58'000 ha Böden, die gemäss den Kriterien des Sachplans Fruchtfolgeflächen potenziell die Qualität von Fruchtfolgeflächen aufweisen. Um die effektiven Fruchtfolgeflächen zu bestimmen, müssen diese Flächen bodenkundlich kartiert werden. Der Kanton Luzern kartiert die Böden in den Entwicklungsgebieten gemäss kantonalem Richtplan seit 2009 mit der im Sachplan Fruchtfolgeflächen verlangten Kartiermethodik (FAL24+, Kartenmassstab 1:5'000). Bis 2023 werden durch laufende Kartierungen ca. 17'700 Hektaren bodenkundlich im Kartenmassstab 1:5'000 kartiert sein. Es verbleiben knapp 40'000 Hektaren, welche innert 10 Jahren kartiert werden müssen. Am 23.02.2021 wurde hierfür im Regierungsratsbeschluss 232 die Ausgabe dafür notwendiger finanziellen Mittel genehmigt.

In diesem Konzept wird wiedergegeben, wie die Bodenkartierung zur FFF-Neuausscheidung über den ganzen Kanton Luzern durchgeführt wird.

1.2 Bund

Der Bundesrat beauftragte mit der Gutheissung des überarbeiteten Sachplanes FFF 2020 das UVEK und das WBF bis Ende 2021, ausgehend von einer Analyse der aktuellen Situation, ein Konzept für eine schweizweite Bodenkartierung zu erarbeiten, welches einen Vorschlag für das Vorgehen und für die Finanzierung der Arbeiten umfasst. Mit dem Kompetenzzentrum Boden (KOBO) schaffte der Bund zudem eine nationale Beratungs- und Servicestelle für Bodeninformationen, die Grundlagen für die schweizweite Erhebung von Bodeninformationen schafft und diese unterstützt und koordiniert. Die Dienststelle Umwelt und Energie (Dienststelle uwe) testet aktuell in Zusammenarbeit mit dem KOBO Optimierungen, Erneuerungen und Effizienzsteigerungen der Bodenkartierung. Diese sind, wenn sinnvoll, in das vorliegende Konzept der grossflächigen Bodenkartierung zur FFF-Neuerhebung integriert.

Aktuell ist der Beginn der landesweiten Bodenkartierung mit einer modernen Methode vom Bund noch nicht vorgegeben und nicht in Sichtweite. Deshalb wird im Kanton Luzern aktuell mit einer aktualisierten FAL24+-Methodik gearbeitet.

2 Zielsetzung Bodenkartierung Kanton Luzern

Die grundlegenden Ziele der Bodenkartierung zur FFF-Neuerhebung sind:

- Neuerhebung der Fruchtfolgeflächen
- Erstellung von fachlich korrekten und wirtschaftlich günstigen, einheitlichen Bodenkarten der klimatisch geeigneten Landwirtschaftsböden des Kantons Luzern
- Aufnahme der bodenkundlichen Daten der Landwirtschaftsböden im Kartenmassstab 1:5'000 als Grundlage für verschiedene Nutzer und Nutzerinnen. Bodenkarten sind wichtige Entscheidungsgrundlagen im Rahmen von Ortsplanungen, zur standortgerechten Nutzung und Bewirtschaftung in der landwirtschaftlichen Beratung oder bei der Durchführung von Massnahmen von Bodenverbesserungen
- Systematische Verwaltung der Bodendaten im kantonalen und im nationalen Bodeninformationssystem
- Erhebung der Bodenqualität in Eignungsgebieten für Bodenverbesserungen

Neben der Ausscheidung von Fruchtfolgeflächen dient eine flächendeckende Bodenkartierung für weitere Fragestellungen als wichtige Grundlage:

- Landwirtschaft (Standortgerechte Bewirtschaftung, Bodenerosion, Bodenverdichtung, Auswahl von geeigneten Flächen für die Extensivierung oder den ökologischen Ausgleich)
- Naturschutz (Ausscheidung von Standorten mit besonderen Verhältnissen)
- Gewässerschutz (Boden als Filter für Grundwasser, Nährstoffauswaschung in Oberflächengewässer und Grundwasser)
- Klimaschutz (Boden als Speicher von CO₂)
- Hochwasserschutz (Erhaltung von natürlichen Mulden, Ausscheidung von Flächen für den Fall eines Hochwassers)
- Naturgefahren (Erosion und Rutschgefahr einzelner Böden)
- Umweltbeobachtung (Umweltdaten)
- Archäologie (Bodenaufbau bei Fundstellen)
- Planungsinstrument für Bauprojekte und Bodenaufwertungen (Umweltverträglichkeitsprüfung)

3 Etappierung

3.1 Grundlegendes

Die aktuelle Kartiermethodik FAL 24+ wird derzeit im BAFU-Projekt «Revision Klassifikation und Kartieranleitung» überarbeitet (siehe www.boden-methoden.ch). Bis Ende 2022 soll ein Basismodul für die Kartierung von Landwirtschafts- und Waldböden neu erarbeitet werden. Parallel arbeitet das KOBO an einer methodischen Weiterentwicklung für die Kartierung grösserer Gebiete, als dies heute der Fall ist. Diese Methoden müssen sich im Rahmen von Pilotprojekten aber erst in der Praxis bewähren. Eine Verabschiedung einer solchen neuen nationalen Kartiermethode ist vor 2025 nicht zu erwarten.

Aufgrund dieser Voraussetzungen wird die grossflächige Luzerner Bodenkartierung in Etappen mit aufsteigender Kartierpriorität eingeteilt, die je nach vorhandenen Kantons/ Bundesfinanzen ausgeführt werden. Die Etappen werden, wenn möglich so eingeteilt, dass möglichst ganze Gemeinden enthalten sind. Eine Kartierung von ganzen Gemeinden hat sich in der Vergangenheit für die Bodenkartierung bewährt. Die Einteilung von Flächen in Etappen erfolgt gestützt auf den raumplanerischen Nutzungsdruck, dem Vorhandensein von Eignungsgebieten für Bodenverbesserungen, die Nähe zu den Mittellandseen (Nährstoffe) und den prozentualen Ackerflächenanteil an der offenen Landwirtschaftsfläche in einer Gemeinde.

3.2 FFF – Kriterien gemäss Sachplan Fruchtfolgeflächen

Der Sachplan FFF gibt vor, dass die FFF-Inventare auf der Basis von verlässlichen Bodendaten zu erstellen sind. Für die Ablösung von ganzen kantonalen FFF-Inventaren definiert der Sachplan FFF die Kriterien nicht abschliessend, da in unterschiedlichen Regionen in der Schweiz andere Böden als Fruchtfolgeflächen genutzt werden. Hingegen formuliert der Sachplan FFF Kriterien für Böden, die nach Neuerhebungen ins FFF-Inventar aufgenommen werden. Diese FFF Qualitätskriterien sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Minimalanforderungen für neu ins FFF-Inventar aufzunehmende Böden ¹.

Kriterium	Schwellenwert	Bemerkungen
Klimazone	A / B / C / D1–4	
Hangneigung	≤ 18%	
Pflanzennutzbare Gründigkeit (PNG)	≥ 50 cm	
Schadstoffe gemäss VBBo	≤ Prüfwert	Prüfwerte für Nahrungspflanzenanbau (VBBo, Anhang 1, Kapitel 12)
Zusammenhängende Fläche	Mind. 1 ha Grösse und geeignete Parzellenform	Flächen können unabhängig ihrer Grösse als FFF angerechnet werden, wenn sie an bestehende FFF angrenzen und mit diesen sowohl eine sinnvoll bewirtschaftbare Einheit bilden als auch eine Grösse von mindestens 1 ha aufweisen.

Insbesondere bezüglich der Hangneigung (≤ 18%) und der Gründigkeit (≥ 50 cm) sind die Kriterien in Tabelle 1 strenger als für die Erhebungen von 1992 und älter. In den kantonalen Erhebungen finden sich auch Böden mit einer Hangneigung bis 25% und Böden ab einer Gründigkeit von 30 cm ¹. Ebenso wie im Erläuterungsbericht zum Sachplan FFF erwähnt, dass Regionen ausserhalb der in Tabelle 1 angegebenen Klimaeignungszonen als FFF ausgeschieden werden können, wenn in der betroffenen Region traditionell Ackerbau betrieben wird.

¹ Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2020). Erläuterungsbericht Sachplan Fruchtfolgeflächen. Bern. S 16

Für eine FFF-Inventarablösung über einen gesamten Kanton sind somit Böden in den Klimaeignungszonen, A, B, C, D1-4, traditionelle Ackerbauggebiete, Böden bis 25 % Hangneigung und 30 cm pflanzennutzbarer Gründigkeit bodenkundlich zu kartieren. Nachfolgend wird das Kantonsgebiet aufgrund dieser Voraussetzungen in zu kartierendes Gebiet eingegrenzt.

Die grösste Einschränkung des Kartierperimeters ergibt sich aus den Klimaeignungszonen. Die Klimaeignungszonen, welche im Kanton Luzern für FFF in Frage kommen, sind in der Abbildung 1 dargestellt. Es sind die Klimaeignungszonen A4, A5, B4, B5, C1-4, C5-6. Zusätzlich zu diesen Klimaeignungszonen wurden zwei Flächen der Klimaeignungszonen D5-6 zu den Flächen mit potentiellen FFF-Flächen dazugezählt (blau umrandete Flächen in Abbildung 1), da diese im Luzerner Mittelland liegen und heute in dieser Region schon FFF ausgeschieden sind. Ob zu einem späteren Zeitpunkt ebenfalls FFF in weiteren, heute nicht in Abbildung 1 dargestellten Klimaeignungszonen, für FFF gemäss Sachplan FFF dazu genommen werden, ist bei einer genaueren Betrachtung der weiteren Etappen zu entscheiden.

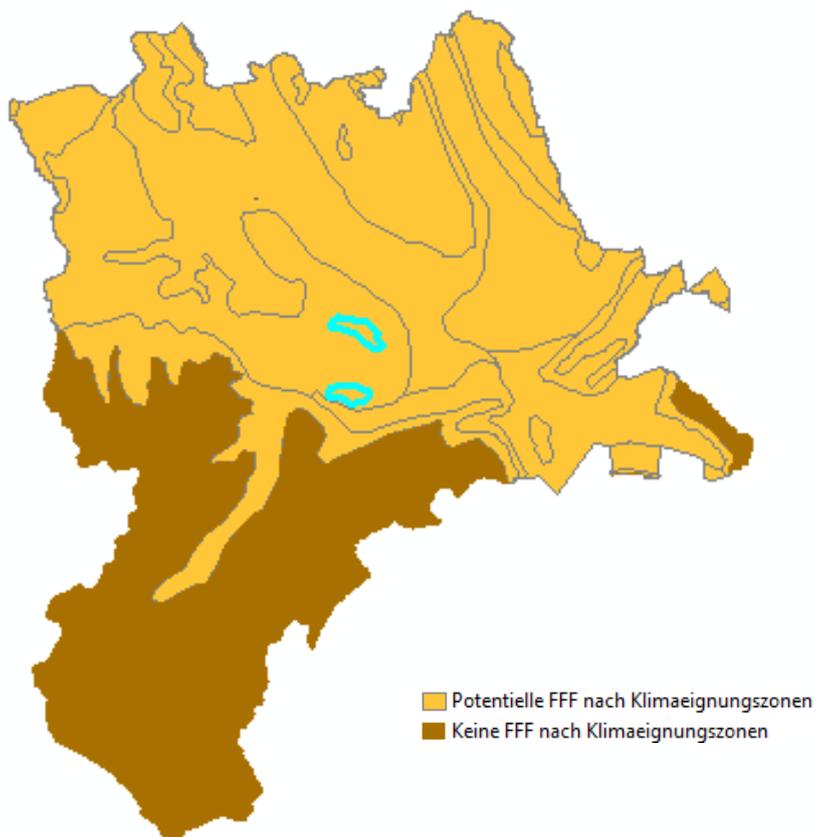


Abb. 1: Einteilung des Kantons in potentielle Fruchtfolgeflächen und keine Fruchtfolgeflächen nach FFF-Qualitätskriterien des Sachplanes FFF. Blau umrandet sind Gebiete, welche traditionell als Ackerbau genutzt werden und deshalb zusätzlich zu den potentiellen FFF Gebieten dazugezählt werden.

In den Gebieten mit den möglichen Klimaeignungszonen für FFF wurde das Landwirtschaftliche Nutzungsgebiet ermittelt und davon wurden Flächen abgezogen, welche grossflächig über 25 % Hangneigung liegen. In Abbildung 2 sind die Fläche gekennzeichnet, welche dadurch vom potentiellen FFF-Gebiet weggefallen sind.

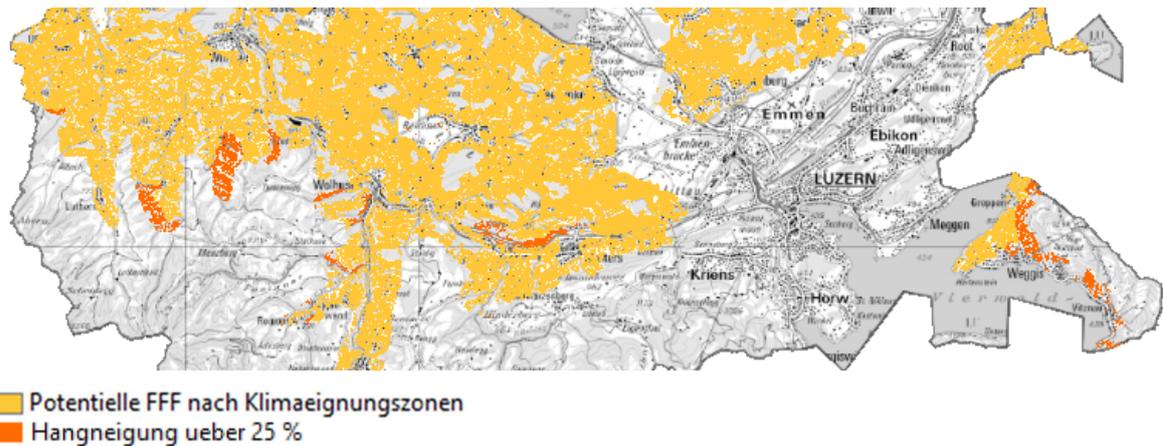


Abb. 2: Vom potentiellen FFF Gebiet wurden Gebiete mit mehrheitlich über 25 % Hangneigung abgezogen.

Es verbleibt ein Gebiet von 57'510 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche als potentielles FFF-Gebiet des Kantons Luzern. Das Gebiet umfasst die dem Pflanzenbau zugeordneten Flächen wie Ackerflächen, Dauergrünflächen, Streuflächen, Flächen mit Hecken und Feldgehölzen. Dieses Gebiet soll nach der 10-jährigen FFF-Bodenkartierung vollständig im 1:5'000 Kartenmasstab bodenkundlich erhoben sein. Extensiv genutzte Flächen (z.B. Naturschutzgebiete, magere Dauerweiden, etc.) oder Flächen mit einer Hangneigung über 25 %, werden in diesem Gebiet ebenfalls bodenkundlich kartiert, auch wenn diese ohne Kartierung als nicht FFF ausgeschieden werden könnten. Der Grund dafür ist, dass Bodenkarten nicht alleine für die Fruchtfolgeflächenauscheidung genutzt werden (siehe Kapitel 2 Zielsetzung) und das Auslassen dieser Flächen in der Kartierung gegenüber der Erstellung einer flächendeckenden Bodenkarte für die Gesellschaft in einem sehr schlechten Kosten-Nutzenverhältnis steht. Ebenso plädiert der Entwurf einer landesweiten Bodenkartierung für eine Kartierung aller Böden, nicht nur der FFF. 17'692 ha der 57'510 ha werden bis Anfang 2023 bereits im 1:5'000 Masstab in laufenden Kartierungen erhoben sein (siehe Abbildung 3). Es verbleiben 39'818 ha offene landwirtschaftliche Nutzfläche, welche für Fruchtfolgeflächen in Frage kommt, für die noch keine Bodenkarte im Masstab 1:5'000 vorhanden ist und somit kartiert werden müssen.

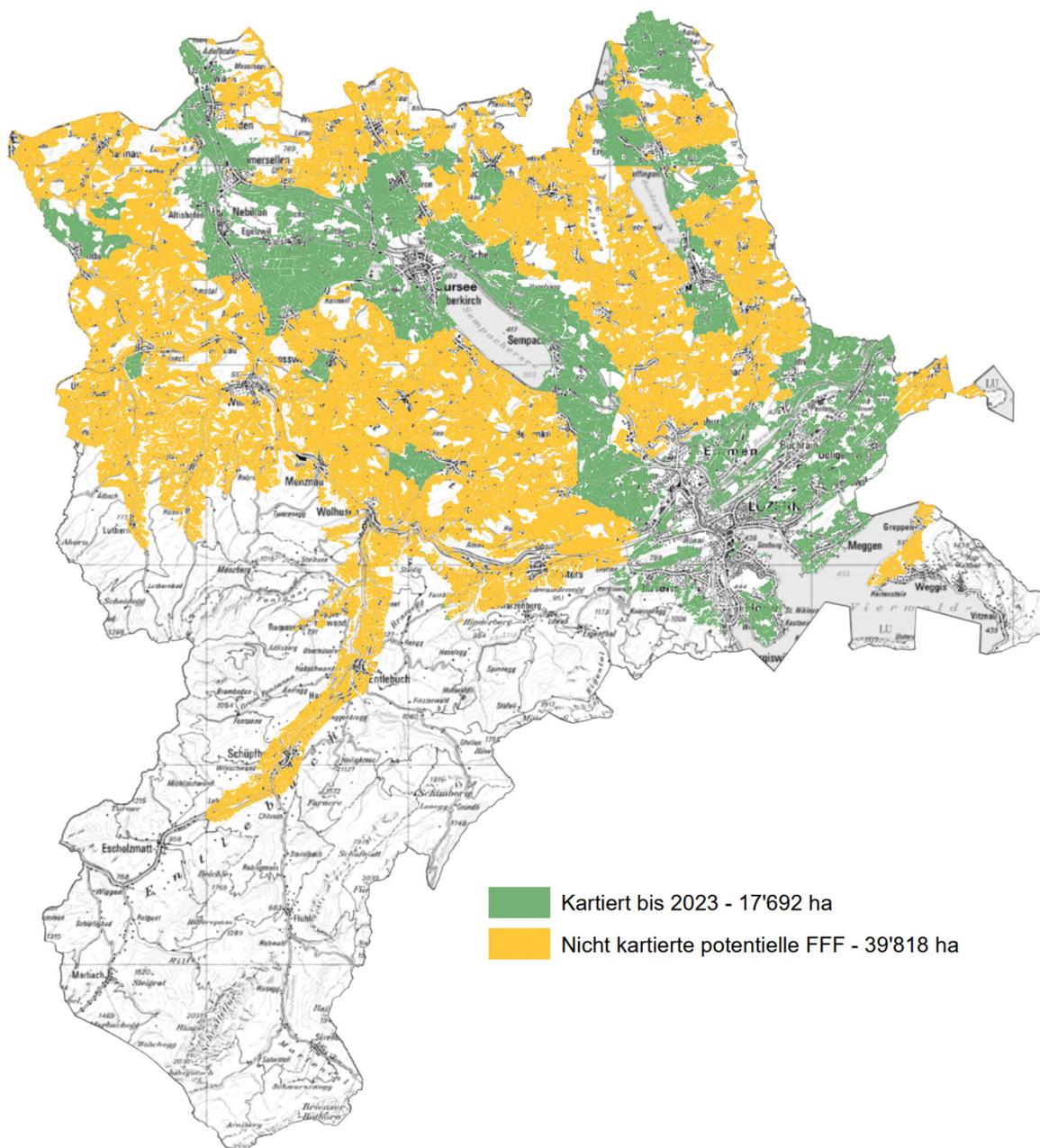


Abb. 3: Als FFF in Frage kommende Landwirtschaftliche Nutzfläche und der Stand der bodenkundlichen Erfassung.

3.3 Erhebungsprioritäten, Etappierung, Tranchen und Zeitplan

Die nicht kartierten, FFF-fähigen Flächen werden gemäss nachfolgenden Kriterien in Etappen eingeteilt:

- Raumplanerischer Nutzungsdruck gemäss Vorgaben der Raumplanung (Entwicklungszentren und für die Raumentwicklung prioritäre Gebiete). Dies entspricht dem bisherigen Vorgehen des Kantons für die Bodenkartierung und steht in Einklang mit den Resultaten des NFP 68 (Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden. Vorranggebiet «Fruchtfolgeflächen» siehe Anhang 2). Mit höchster Priorität werden zuerst Flächen mit dem höchsten Nutzungsdruck entlang der «Y-Achse» (entlang der Nationalstrassen) kartiert, mit zweiter Priorität werden raumplanerisch wichtige Regional- und Subzentren kartiert.
- Vollständige Erhebung der potentiellen Eignungsgebiete für Bodenverbesserungen (Bericht siehe: https://uwe.lu.ch/-/media/UWE/Dokumente/Themen/Bodenschutz/Bodenschutz_Bauen/2021_01_21_Erluterungsbericht_potEG_uwe.pdf?la=de-CH). Dadurch werden ideale Voraussetzungen für FFF-Kompensationen mittels Bodenaufwertungen, wie sie der Sachplan FFF verlangt, geschaffen (ebenso das Vorranggebiet «Verwendung von Aushubmaterialien zur Verbesserung beeinträchtigter Böden» NFP 68, Anhang 2).
- Bildung von zusammenhängenden Kartieretappen. Durch zusammenhängende Kartierperimeter, wird der Kartieraufwand geringgehalten. Es ist ein effizienter und kostenoptimierter Ablauf der Kartierung möglich.
- Ackerflächenanteil im Jahr 2021 pro Gemeinde in zu kartierenden landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) (Anhang 3).
- Kartierung von Gemeinden im Seeinzugsgebiet von Mittellandseen. (Vorranggebiet «Eintrag von Nähr- und Schadstoffen in Gewässer» NFP 68, Anhang 2).
- Kartierung gesamter Gemeindeflächen. Damit können die alten FFF gemeindeweise abgelöst werden und die administrativen Grenzen organisatorisch genutzt werden.
- Zur Verfügung stehende Mittel gemäss Budget Dienststelle uwe und Aufgaben und Finanzplan.

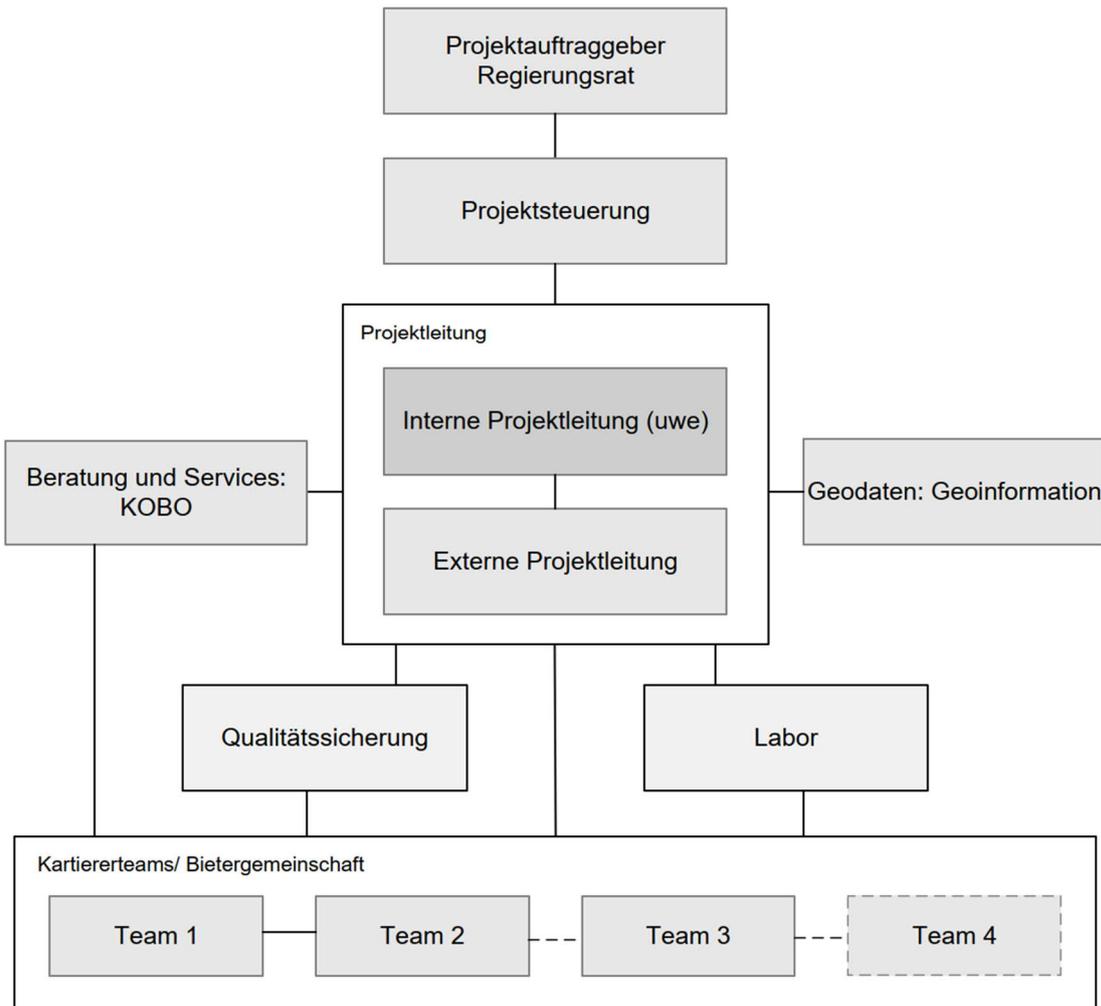
3.4 Perimeter Kartieretappe

Der Gesamtperimeter einer Kartieretappe wird in erster Linie durch Gemeindegrenzen abgegrenzt. Neben Gemeindegrenzen sind auch Wald und Gewässergrenzen, einheitliche Landschaftsräume sowie vorhandene alte Bodenkarten für die Etappeneinteilung ausschlaggebend. Schon eingezonte, noch nicht überbaute Baulandparzellen werden, sofern sie am Rand des Siedlungsgebietes liegen, ebenfalls in den Kartierperimeter aufgenommen und müssen kartiert werden. Die bodenkundliche Aufnahme von Bauzonen erleichtert bei Bauvorhaben abzuschätzen, für welche Verwertung der betroffene Boden geeignet ist. Werden von der Raumplanung weitere unüberbaute Flächen zur Kartierung angemeldet, können diese ebenfalls innerhalb der Bauzone bodenkundlich kartiert werden.

4 Organigramm

Auftraggeber der Bodenkartierung ist der Regierungsrat, die Projektleitung liegt bei der Dienststelle Umwelt und Energie, die Feldarbeiten werden ausgeschrieben und an Fachbüros vergeben. Die Qualitätsprüfung der Kartierung erfolgt durch ein externes QS-Mandat, die Laboranalysen werden auch extern vorgenommen. Daneben sind die Projektsteuerung, die externe Projektleitung und die Geoinformation wichtige Projektbeteiligte.

Abb. 4: . Organisation der Bodenkartierung des Kantons Luzern.



5 Kartiermethode

Die Kartiermethode richtet sich nach der Kartieranleitung "Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden" (Schriftenreihe der FAL 24, 1997) und wird als die vom Kanton Solothurn erweiterte FAL 24 + Methodik angewandt. Sie wird durch diesen Konzeptbericht und die vom solothurnischen Projekthandbuch (PHB) übernommenen und mit dem angepassten PHB-Kapitel „Abläufe“, „Kartiermethodik“ und „Aufarbeitung alter Bodenkarten“ ergänzt. Das Luzerner PHB wird für offizielle Kartieretappen oder als Bestandteil von Ausschreibungen abgegeben.

Die Klassifikation erfolgt gemäss "Klassifikation der Böden der Schweiz" (BGS und FAL, 2002) und dem Datenschlüssel 6.1 des Profilblattes. (FAL-Datenschlüssel 6 plus Erweiterungen des Kantons Solothurn (Gefüge, X= Auffüllung, y= aufgefüllter Horizont)). Falls sich während der ersten Etappe der 10-jährigen Bodenkartierung mit der laufenden Revision der Bodenklassifikation und der Kartieranleitung (Rev. KLABS/KA) erhebliche, bereits anwendbare Erneuerungen aufdrängen, werden diese Erneuerungen nach Rücksprache mit der QS-Fachperson kommuniziert und angewandt.

5.1 Profile

Es sind 4.5 Profile pro 100 ha / ein Profil pro 22.2 ha als Baggergrubenprofile zu realisieren. Davon sind 2 / 100 ha Leitprofile und 2.5 / 100 ha Basisprofile. Je nach Wichtigkeit des Profils für die Region wird zwischen Basis- und Leitprofil unterschieden. In jedem Leit- und Basisprofil werden Sackproben in 3 Horizonten genommen und organische Substanz, Körnung und pH (CaCl_2) analysiert. Die Laborproben von Basisprofilen sollen, sobald die Analysemethode zur Verfügung steht, spektroskopisch durch das KOBO analysiert werden. In den Leitprofilen werden dieselben Sackproben wie in Basisprofilen genommen, die Proben werden jedoch neben der spektroskopischen Auswertung des KOBOs ebenfalls mit der herkömmlichen Labormethodik ausgewertet. Für den Ablauf und Logistik der Bodenproben, Probenaufbereitung, Probenlisten, Referenzproben und spektroskopischen Messungen durch das KOBO wird ein Ablaufplan (Workflow) für die Zusammenarbeit zwischen Projektleitung, Kartierenden, Labor und KOBO erarbeitet.

Bei der Kartierung von Eignungsflächen für Bodenverbesserungen ist pro Eignungsfläche mindestens ein Profil (Basis oder Leitprofil) zu erstellen, auch wenn das Eignungsgebiet unter 22.2 Hektaren gross ist. Das Verhältnis Basisprofil zu Leitprofil soll auf Eignungsgebieten für Bodenverbesserungen wie auf der übrigen Kartierfläche sein.

Für Baggergruben erhalten betroffene Landwirte eine Aufwandentschädigung. Werden in den Kartieretappen Profile nach der Profilöffnungsphase realisiert, erhalten die Landwirtinnen und Landwirte keine Aufwandentschädigung.

Die Profilvernummerierung wird von der Dienststelle vorgegeben. Diese setzt sich im Normalfall aus dem offiziellen Kürzel der Gemeinde der Geoinformation plus einer aufsteigenden Nummer zusammen (Bsp. WIKO04, 4. Profil in der Gemeinde Wikon).



Eich 05, Bodenkartierung Luzern 2015, Los 1

Abb. 5: Bodenprofil mit Beschriftung des Profils am unteren Rand

5.2 Flächendaten

Bodenpolygone werden aufgrund der Felderhebungen und den vorhandenen Grundlagen (insbesondere Grundlagen vom KOBO und Swisstopo) auf dem Tablet in der QField-Erfassungssoftware eingezeichnet (Polygonfreihandzeichnung mit Eingabemaske).

Dafür gelten folgende Aufnahmeregeln:

1. Alle Bohrungen, welche im Kartierprozess dokumentiert werden, müssen digital erhoben werden. Ausgedruckte Feldpläne mit eingezeichneten Bohrungen und deren Attribute sowie separat geführte Bohrtabellen sind nicht zulässig. Es wird zwischen undokumentierten, vollständig dokumentierten und unvollständig dokumentierten Bohrungen unterschieden. Es gibt im Erfassungsformular des Tablets den Reiter Kurzaufnahme, welcher für unvollständig dokumentierte Bohrungen gedacht ist (Reiter Kurzaufnahme). Vollständig dokumentierte Bohrungen sind gemäss geforderten Attributen (Abbildung 7) in verschiedenen Reiter aufzunehmen. Undokumentierte Bohrungen werden weder auf Papier noch digital erfasst, dienen aber der Polygonabgrenzung.

2. Pro Hektare ist durchschnittlich eine Bohrung als vollständiger Bohrdaten-Datensatz (siehe Abbildung 7) zu erfassen. Dies entspricht ca. einer Bohrung pro Polygon. Vollständig dokumentierte Bohrungen müssen die vollständige Aufnahme von 2 Bodenhorizonten/Schichten* enthalten, weitere Horizonte/Schichten* können unvollständig aufgenommen werden.

3. Pro Polygon muss ein vollständiger, repräsentativer Polygondatensatz (siehe Abbildung 6) im 2-Schichtmodell erfasst werden. Pro Polygon ist etwa eine vollständig dokumentierte Pürckhauer- oder Hohlmeissel- Bohrung nötig. Der Polygondatensatz kann sich vom Inhalt darin liegender Bohrungen unterscheiden. Wird mehrmals gebohrt und es sind immer noch die gleichen oder es sind sehr ähnliche Bodeneigenschaften anzutreffen, soll ein virtueller/synthetischer Polygondatensatz zusammengestellt werden (wie bisher).

Ein vollständiger, repräsentativer Polygondatensatz enthält folgende Attribute pro Polygon:
Zwingend: Wasserhaushaltsgruppe, Bodentyp, Geländeform, Substrat/Geologie, Untertypen (bei Vernässung G/R/I zwingend), pflanzennutzbare Gründigkeit in cm, Karbonatgrenze in cm, Feinerdekörnung und Skelett (Klasse) (in %) OB/UB, pH-Wert OB/UB (Hellige), Kalkgehalt OB/UB (Klasse), Gefüge, org. Substanz im OB, Mächtigkeit Horizont OB/UB, Limitierung, Bodenpunktzahl

Bei Vorliegen: Flächenanteil Komplex, Mängelliste Auffüllung, Bemerkungen

Fakultativ: Fremdstoffe, Referenzprofil

Um die bisher im Bemerkungsfeld eingegebenen Daten besser nutzbar zu machen, werden neu die nicht zwingenden Attribute angeboten. Informationen welche in ein nicht zwingendes Attributfeld passen sind dort abzufüllen.

Ein vollständiger, repräsentativer Bohrdatensatz enthält folgende Attribute pro Bohrung:
Zwingend: Wasserhaushaltsgruppe, Bodentyp, Geländeform, Substrat/Geologie, Untertypen (bei Vernässung G/R/I zwingend), pflanzennutzbare Gründigkeit in cm, Karbonatgrenze in cm, **pro Horizont (mind. 2 Horizonte):** Horizontnummer, Horizonttiefe (von...bis), Horizontbezeichnung, Feinerdekörnung (in %), Skelett (Klasse), pH-Wert (Hellige), Kalkgehalt (Klasse), Gefüge (Klasse), org. Substanz im obersten Horizont (in %), Vegetation
Bei Vorliegen: weitere, für die Verständlichkeit des Bodens unumgängliche Horizonte und deren weitere Beschreibung, Bemerkungen, Zersetzungsgrad Torf
Fakultativ: Fremdstoffe, Referenzprofil, Ernterückstände, Bewurzelung, Wurmtätigkeit

Es müssen die Punktdatensätze der Bohrungen und der Polygondatensatz im Tabletprojekt eingegeben werden. Diese werden als Geodaten (Shapefile o.Ä.) erfasst und in einer daraus abgeleiteten Exceldatei unter Moderation der QS-Fachperson durch die Kartierenden korrigiert und vervollständigt. Die Qualitätsprüfung der Daten beschränkt sich auf die Polygondaten. Die Daten sind in die vom Kanton vorgegebenen Dateien einzugeben. Andere Datenformate werden nicht entgegengenommen.

* Im Bohrstock werden nicht immer alle Horizonte gut erkannt, weshalb der Begriff Schicht hier ebenfalls zutreffend sein kann.

Attribute Polygon	Einheit
Zwingend aufzunehmende Parameter	
Wasserhaushaltsgruppe	--
Bodentyp	--
Geländeform	--
Geologie	--
Untertypen (G/R/I zwingend)	--
Pflanzennutzbare Gründigkeit	cm
Karbonatgrenze	cm
Tongehalt OB / UB	%
Schluffgehalt OB / UB	%
Sandgehalt OB/ UB	%
Skelettgehaltsklasse OB / UB	--
pH Hellige OB / UB	--
Karbonatgehaltsklasse OB / UB	--
Gefüge OB / UB	%
Org. Substanz OB	%
Mächtigkeit OB / UB	cm
Limitierung	--
Bodenpunktzahl	--
Bei Vorliegen aufzunehmende Parameter	
Bei Komplexen: Flächenanteil	%
Bei Auffüllungen: Mängelliste	--
Bemerkungen	--
Bei Bedarf/freiwillig aufzunehmende Parameter	
Fremdstoffe*	--
Referenzprofil	--

Abb. 6.: Pro Polygon aufzunehmende Flächendaten.

*Gemäss Datenmodell des nationalen Bodeninformationssystems Nabodat

Attribute vollständige Bohrung	Einheit
Zwingend aufzunehmende Parameter	
Wasserhaushaltsgruppe	--
Bodentyp	--
Geländeform	--
Geologie	--
Untertypen (G/R/I zwingend)	--
Pflanzennutzbare Gründigkeit	cm
Karbonatgrenze	cm
Horizontnummer (mind. in 2 Haupthorizonten)	--
Horizonttiefe (von..bis) (mind. in 2 Haupthorizonten)	cm
Horizontbezeichnung (mind. in 2 Haupthorizonten)	--
Tongehalt (mind. in 2 Haupthorizonten)	%
Schluffgehalt (mind. in 2 Haupthorizonten)	%
Skelettgehaltsklasse (mind. in 2 Haupthorizonten)	--
pH Hellige (mind. in 2 Haupthorizonten)	--
Karbonatsgehaltsklasse (mind. in 2 Haupthorizonten)	--
Gefüge (mind. in 2 Haupthorizonten)	--
Org. Substanz (im oberen der 2 Haupthorizonte)	%
Vegetation	--

Bei Vorliegen aufzunehmende Parameter

Zersetungsgrad Torf (nach von Post)	--
Weitere Horizonte inkl. Beschreibung wichtigster Parameter	--
Bemerkungen	--

Bei Bedarf/freiwillig aufzunehmende Parameter

Fremdstoffe*	--
Referenzprofil	--

Abb. 7: Pro vollständige Bohrung aufzunehmende Punktdaten.

*Gemäss Datenmodell des nationalen Bodeninformationssystems Nabodat

5.3 Bohrdichte

Der Arbeitsmassstab kann auf die gewünschte Stufe auf dem Tablet gezoomt werden. Der Darstellungsmassstab des Endproduktes beträgt 1:5'000. Die auf der Karte (vektorielle Geodaten/Shapefile o.Ä.) 1:5'000 minimal dargestellte Fläche von 1cm² entspricht im Gelände einer Fläche von 25 a. Daraus ergibt sich eine Bohrnetzdicke von ca. einer Bohrung alle 50 m. In der Ebene ist oft ein systematisches Raster sinnvoll, in hügeligem Gelände sind die Bohrungen dem Gelände angepasst. Grundsätzlich ist der Bohrort den Kartierenden überlassen.

5.4 Integration bereits bestehender Bodenkarten

Im Kanton Luzern existieren für einige Flächen ältere Bodenkartierungen (vor 1990), die den Anforderungen an Bodenkarten gemäss SP FFF (FAL 24+) oder der Vorgängermethodik (FAL 24 mit Datenschlüssel 5) nicht entsprechen. Diese können für die aktuellen Bodenkartierungen als Grundlage berücksichtigt werden. Seit der letzten Kartierung sind Veränderungen im Boden zu erwarten. Sie sind oft Folgen von Meliorationen oder Materialablagerungen. Deshalb müssen alte Kartierungen überprüft und allenfalls angepasst werden. Häufig sind dies systematische Anpassungen wie eine Veränderung der Vernässungsart.

Vorhandene alte Bodenkarten sind auf <http://www.geo.lu.ch/map/boden/> als Orte mit Bodenprofilen zu finden.

Bei grösseren Aufarbeitungen wird die Aufarbeitungsmethodik in der Submission bekannt gegeben. Es wird mit einem geringeren Arbeitsaufwand als bei Neukartierungen gerechnet.

5.5 Komplexe

Im Allgemeinen sind keine Komplexe zu erwarten, da die gewählte Kartierungsmethode sehr genau ist. Falls doch Komplexe in Frage kommen (z.B. systematische Inhomogenitäten innerhalb eines Polygons in einem Gebiet, wo es örtlich zu Kalkaufstossungen kommt) muss dies der QS-Fachperson gemeldet und besprochen werden, ob und weshalb in dieser Region Komplexe sinnvoll sind. Im vollständigen Polygondatensatz ist der Flächenanteil der Bodeneinheit im Komplex anzugeben.

5.6 Auffüllungen

Falls eine Auffüllung kartiert wird, ist die Auffüllungsqualität zu deklarieren. Es muss ein Attribut aus der folgenden Mängelliste ausgewählt werden:

- Keine Mängel feststellbar – optimale Rekultivierung
- Schichtmächtigkeit/Bodenaufbau mangelhaft
- Verdichtungen
- Vernässungen
- Fremdstoffe/Schadstoffe

5.7 Perimetergrenzen

Gemeinsame Grenzen von verschiedenen Kartierperimetern sind zwischen den Kartierenden abzusprechen. Natürliche Grenzen von Bodentypen und Vernässungsarten im Gelände sind gleich anzusetzen.

5.8 Fruchtfolgeflächenerhebung

Die Fruchtfolgeflächeneignung pro Flächeneinheit geschieht für Flächendaten durch Berechnungen in der Datenbank. Für Bodenprofile ist die FFF-Eignung durch Kartierende in den Bemerkungen der Profilerfassungsvorlage aufzuführen. Ob die FFF-Eignung vom Menschen oder per Computer durchgeführt wird spielt keine Rolle, es ist immer derselbe Ablauf. Nachfolgend werden die Regeln für die FFF-Ausscheidung im Kanton Luzern wiedergegeben. Für die Fruchtfolgeflächenausscheidung aus erhobenen Bodendaten sind folgende Schritte notwendig:

1. Erhebung der Nutzungseignungsklasse (NEK) und der Limitierung nach FAL-Ordner
2. Präzisierung der Hangneigung bei der Geländeform j (18 %-Grenze)
3. Festlegung der FFF-Eignung nach vorgegebenen FFF-Ausscheidungskriterien

Nachfolgend sind die einzelnen Schritte erläutert:

1. Erhebung der NEK und der Limitierung nach FAL Ordner

Die NEK ist nach den Tabellen 9.3a-d des FAL Kartierungsordners 1997 zu erheben.

Insbesondere der Felderhebung der pflanzennutzbaren Gründigkeit (PNG) ist grösste Beachtung zu schenken, da diese ebenfalls für den Schritt 3 gebraucht wird und mindestens 50 cm PNG für FFF im Kanton Luzern notwendig sind. Der FAL Kartierungsordner ist unter

http://www.nabodat.ch/PDF/2.Boden/2.1Kartieren_und_Beurteilen_von_LandwBoeden.pdf

downloadbar. Die dazu ebenfalls notwendigen Klimaeignungszonen sind unter

<http://www.agri-gis.admin.ch/> ebenfalls einsehbar. Die NEK-Ausscheidung ist nach den typischen fett gedruckten Ausprägungsmerkmalen der Tabellen 9.3a-d durchzuführen. In begründeten Fällen können die in Normalschrift gedruckten Ausprägungen eines Bodens für die Einteilung in eine NEK verwendet werden. Dazu bedarf es einer Rücksprache mit der QS-Fachperson.

2. Hangneigungspräzision Geländeform j

Bei Böden in der Geländeform j muss die Hangneigung präzisiert werden. Die Kartierenden schätzen aufgrund von digitalen Hangneigungskarten ab, ob die Mehrheit massgebenden Flächeneinheit über 18 % oder unter 18 % liegt. Für die Fruchtfolgeflächenausscheidung (Schritt 3) gilt diese präzisierte Hangneigung. Die Hangneigungspräzisierung erfolgt aufgrund der aktuellsten digitalen Hangneigungskarte des Kantons Luzern oder falls vom KOBO eine Hangneigungskarte für die FFF-Ausscheidung vorgegeben wird, aufgrund dieser. Auch die Geländeformen l, m und n können Flächen über oder unter 18 % enthalten, hier kann die FFF-Festlegung aber aufgrund der NEK geschehen (siehe 3. Festlegung der FFF-Eignung).

3. Festlegung FFF-Eignung

Im Kanton Luzern kommen nur die Nutzungsgebiete 2 und 3 (siehe Kapitel 9 FAL Kartierungsordner und Abbildung 7) für Fruchtfolgeflächen in Frage. Nutzungsgebiet 1 gibt es im Kanton Luzern nicht und Nutzungsgebiet 4 ist aufgrund seiner Definition nicht mehr für FFF geeignet. Die Voraussetzung für eine FFF-Ausscheidung im Kanton Luzern ist somit, dass die Fläche/Profil im Nutzungsgebiet 2 oder 3 liegt. Trifft dies zu, gelten momentan für Fruchtfolgeflächen folgende Ausscheidungskriterien:

- Böden in der Klimaeignungszone A1-D4 (Nutzungsgebiet 2&3) mit NEK 1-5, einer Neigung < 18%, einer minimalen pflanzennutzbaren Gründigkeit von 50 cm und einer Fläche > 0.25 ha können zu 100% als FFF angerechnet werden. Sie werden als FFF100 bezeichnet

6 Abläufe

6.1 Ablauf Kartieretappen/Kartierlose

Nachfolgend wird der geplante Ablauf der Kartierung zusammengefasst. Er bezieht sich auf die Sicht der Kartierenden.

Planung / Vorbereitung

Nach dem Erhalt des Auftrages erhält der Projektleiter/die Projektleiterin eine Einladung zur Startsitzenz der Kartierung. Nach der Startsitzenz beziehen die Kartierenden die vorhandenen Datengrundlagen bei der Geoinformation des Kantons Luzern und dem Kompetenzzentrum Boden (multiskalige Terrainanalysen und allenfalls weitere Produkte aus der Fernerkundung zur Vegetation und Landnutzung, die hilfreich sind). Falls vorhanden, werden von der Dienststelle uwe an der Startsitzenz weitere Grundlagen abgegeben (z.B. Berichte von alten Bodenkarten). Es werden nur digitale Grundlagen abgegeben.

Information

Die betroffenen Grundeigentümer/Grundeigentümerinnen und Bewirtschafter/Bewirtschafterinnen werden frühzeitig über die bevorstehende Bodenkartierung informiert. Die externe Projektleitung bezieht hierfür die Adressen von Grundeigentümern beim Grundbuchamt sowie die Adressen der Bewirtschaftenden bei der Dienststelle lawa. Danach wird das Informationsschreiben durch die externe Projektleitung verfasst und versandt.

Profilphase

Aufgrund des Grundlagenstudiums und ersten Bohrungen im Feld erstellen die Kartierenden eine Konzeptkarte mit Vorschlägen zu Profilstandorten. Diese Konzeptkarte mit Profilstandorten sowie die Resultate der ersten Bohrungen müssen der QS-Fachperson und der Dienststelle uwe abgegeben werden. Die QS-Fachperson beurteilt die Konzeptkarte und wählt aus den Profilstandorten regionstypische Leitprofile aus, welche nach 7.1 analysiert werden. Gleichzeitig überprüft die externe Projektleitung, ob die vorgeschlagenen Profilstandorte keine Werkleitungen schneiden und informiert verwaltungsinterne Stellen (z.B. Grundwasser, Archäologie) bei Bedarf über Profilstandorte. Nach der definitiven Festlegung der Profilstandorte kontaktieren die Kartierenden die betroffenen Bewirtschafterinnen und Bewirtschafter und holen deren Einverständnis zur Profilöffnung am geplanten Standort ein. Anschliessend organisieren die Kartierenden die Öffnung der Profilgrube. Das Profilblatt wird im Datenschlüssel 6.1 ausgefüllt und von der QS-Fachperson überprüft. Gleichzeitig entnehmen die Kartierenden Proben und schicken diese ans Labor (Kapitel 7). Die QS-Fachperson besucht alle Basis und Leitprofile, prüft die Plausibilität von deren Ansprachen und gibt den Kartierenden Rückmeldungen zu den Profilansprachen. Pro Kartierjahr wird ein Profileichtag von der QS-Fachperson organisiert und durchgeführt. Ist ein Profil vollständig aufgenommen und nach Input der Qualitätssicherung bereinigt, wird die Grube wieder verfüllt. Die Ergebnisse des/der Labor(e) werden von den Kartierenden ins Profilblatt eingetragen, anschliessend wird die Flächenkartierung freigegeben.

Flächenkartierung

Bei der Flächenkartierung wird pro Polygon mindestens eine Pürckhauer- oder Hohlmeisselbohrung gemacht und die (siehe 5.2) geforderten Daten werden auf dem Tablet erhoben. Pro abgegrenztes Polygon muss ein Datensatz in den vektoriiellen Geodaten-File (Shapefile o.Ä.) erfasst und vollständig in der aus dem erfassten Geodatensatz zur Verfügung gestellten Excel Tabelle eingetragen und abgegeben werden. Wird während der Flächenkartierung bemerkt, dass eine für die Region wichtige Bodenform nicht erhoben wurde, kann die kartierende Person ein zusätzlicher Bohrkern beantragen oder ein Handprofil graben. Dieses zusätzliche Profil ist mit der QS-Fachperson zu besprechen. Die Werkleitungsprüfung von Zusatzprofilen ist von den Kartierenden selbst durchzuführen.

Qualitätssicherung

Nach Abschluss der Feldkartierung werden die aufgenommenen Daten vom Kartierbüro und der QS-Fachperson nochmals auf Vollständigkeit und Korrektheit geprüft und anschliessend der Dienststelle uwe zugestellt. Korrekturmassnahmen werden von der QS-Fachperson moderiert.

Auswertung und Publikation

Nach Abschluss der Korrekturrunde werden die ersten Kartenausdrucke und die provisorischen Polygondateien von den Kartierenden geprüft und korrigiert, bis das „Gut zum Druck“ erteilt werden kann. Mit der Teilnahme an der Schlusssitzung und Stellung der Schlussrechnung ist der Auftrag abgeschlossen.

Anschliessend wird die neue Bodenkarte sowie die neue FFF-Eignungskarte für die Publikation aufgearbeitet und die Dienststelle rawi publiziert die neuen Karten im Geoportal.

7 Labor

Für die Kartieretappen/Kartierlose gilt, dass die Kartierenden ihre Proben in das von der Dienststelle uwe ausgewählte Labor schicken müssen. Es wird angestrebt, sobald die spektroskopische Laboranalytik verfügbar ist, nur noch bei Leitprofilen klassische, nasschemische Laborproben zu analysieren und Proben von Basisprofilen spektroskopisch zu analysieren. Die Probenahme für die beiden Labormethoden unterscheidet sich nicht wesentlich. Die spektroskopischen Laboranalysen sind jedoch in der Schweiz für Bodenproben noch nicht etabliert, weshalb jeweils jährlich entschieden wird, welche Profile mit der herkömmlichen und welche Profile mit der spektroskopischen Labormethodik analysiert werden. Im Sinne der Qualitätssicherung wird ein genauer Prozessablauf für die Probenlisten, Probenbezeichnung, Aufbereitung und Analytik zwischen den beteiligten Partnern etabliert.

7.1 Sackproben bei Leitprofilen

Pro Leitprofil sind folgende Parameter zu analysieren:

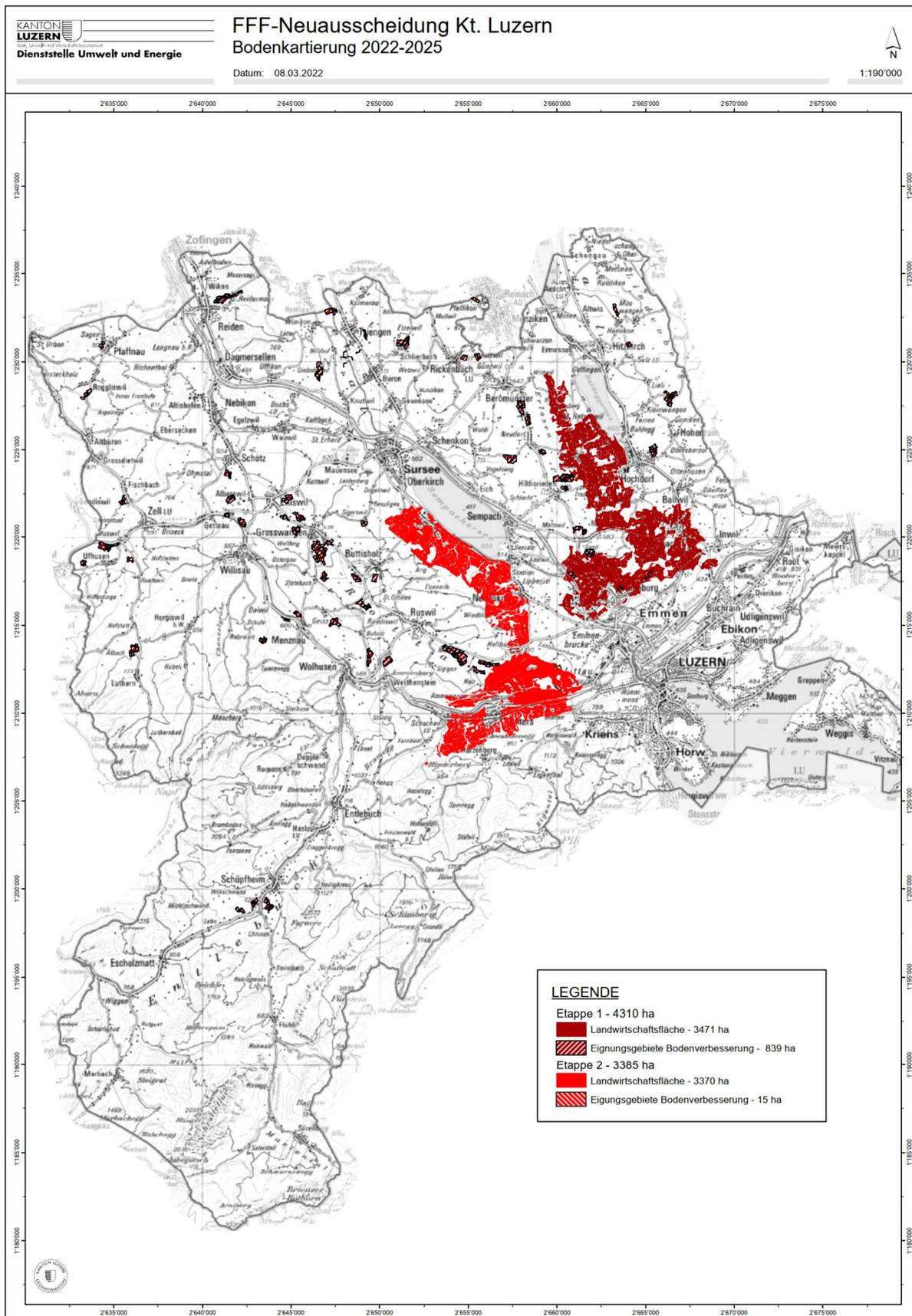
- Feinerdekörnung: 3 Horizonte pro Profil *; davon 1 Bestimmung im Oberboden (Ah)
- org. Substanz: 3 Horizonte pro Profil *; davon 1 Bestimmung im Oberboden (Ah)
- pH (CaCl₂): 3 Horizonte pro Profil *; davon 1 Bestimmung im Oberboden (Ah)

* bei organischen Böden reicht die Beprobung zweier Horizonte

7.2 Spektroskopische Laborproben

Zukünftig werden in jedem Profil spektroskopische Laborproben vom KOBO analysiert. Die Bodenproben werden im KOBO-Labor gemahlen und spektroskopisch analysiert. Zusammen mit den nasschemischen Referenzanalysen erstellt das KOBO jeweils für eine Tranche von Bodenproben ein Kalibrationsmodell. Anhand des Modells werden dann die Bodeneigenschaften auf die Bodenproben übertragen, für die keine Referenzanalysen vorhanden sind. Wie oben erwähnt gilt es im Sinne der Qualitätssicherung einen genauen Prozessablauf zwischen den beteiligten Partnern zu erarbeiten.

Anhang 1 – Etappierung nach Prioritäten



Etappen 1 und 2 der Bodenkartierung zur FFF-Neuerhebung

Anhang 2 – Vorranggebiete für Bodenkartierungen - Thematische Synthese 4 NFP 68

Frage/Thema	Vorranggebiete
Fruchtfolgefleichen	Mittelland: vorrangig in Gebieten mit hohem Siedlungsdruck und weniger als 18 % Hangneigung
Meliorationen und Erneuerung Drainagen	Drainierte Gebiete und vernässte Böden
Waldbodenversauerung	Mittelland, Alpen und Voralpen mit silikatischem Ausgangsmaterial
Eintrag von Nähr- und Schadstoffen in Gewässer	Einzugsgebiete von Binnenseen, Puffer um Seen, die belüftet werden, Puffer um Fließgewässer, vornehmlich im Mittelland
Bodenschonende Waldbewirtschaftung und Baumartenwahl	Mittelland, Jura, Voralpen
Klimawandel: Trockenheitsrisiko	Zur Austrocknung neigende Einzugsgebiete, Gebiete für Bewässerung, Jura, Wallis
Verwendung von Aushubmaterialien zur Verbesserung beeinträchtigter Böden	Anthropogen geprägte Böden
Klimawandel: Wasserangebot	Alpen, Voralpen
Umgang mit degradierten Moorböden	Ehemalige Moore, die heute wieder vernässen
Naturgefahren	Alpen, Voralpen

Anhang 3 – Ackerflächenanteil an zu kartierender LN pro Gemeinde im Jahr 2021

Gemeinde	Ackerflächenanteil
Schlierbach	73
Ettiswil	70
Geensee	69
Grosswangen	64
Beromünster	63
Roggliwil	62
Ermensee	61
Pfaffnau	60
Hohenrain	60
Ballwil	56
Alberswil	56
Rain	56
Hitzkirch	56
Aesch	56
Triengen	55
Fischbach	55
Nottwil	55
Schötz	54
Buttisholz	53
Rickenbach	52
Grossdietwil	52
Ruswil	51
Altwis	51
Menznau	50
Eschenbach	50
Hildisrieden	49
Römerswil	47
Gettnau	45
Rothenburg	45
Zell	43
Altishofen	41
Dagmersellen	41
Ufhusen	40
Reiden	37
Neuenkirch	36
Willisau	32
Malters	27
Wolhusen	26
Luthern	25
Wikon	25
Meierskappel	12
Hergiswil	12
Werthenstein	9
Schongau	7
Entlebuch	1
Doppleschwand	1
Hasle	1
Schüpfheim	1
Escholzmatt-Marbach	0
Weggis	0
Greppen	0
Romoos	0