



Kantonale Bodenüberwachung St.Gallen Konzept 2015



Impressum

Herausgeber

Amt für Umwelt und Energie (AFU)
Lämmli Brunnenstrasse 54
9001 St.Gallen

Erscheinungsdatum: 26. November 2014

Autoren

Daniela Marugg, AFU, Boden und Stoffkreislauf
Bruno Grünenfelder, Basler & Hofmann
Franziska Nyfeler, Basler & Hofmann

Titelfotos

Das KABO St.Gallen in 25 Jahren, Bilder AFU St.Gallen

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Gesetzliche Grundlagen	1
1.2	Zielsetzungen des KABO St.Gallen	1
1.3	Ziele des Konzepts 2015	2
2	Entwicklung und aktueller Stand KABO St.Gallen	2
2.1	KABO-Konzept 1994	2
2.2	KABO-Konzept 2004	3
2.2.1	<i>KABO-LFM</i>	3
2.2.2	<i>KABO-SPEZ</i>	4
2.2.3	<i>Umsetzung Konzept 2004</i>	4
2.3	Aktueller Stand KABO St.Gallen	5
2.3.1	<i>Standorte und Belastungsthemen</i>	5
2.3.2	<i>Angewandte Methoden</i>	7
3	Stand der Bodenüberwachung im Umfeld	8
3.1	Nationale Bodenbeobachtung NABO	8
3.2	Andere Kantone	8
3.3	Ausland	9
4	Beschreibung Konzept 2015	9
4.1	KABO-LFM	10
4.1.1	<i>Generelles</i>	10
4.1.2	<i>Standorte</i>	10
4.1.3	<i>Prozesse und Methoden</i>	11
4.2	KABO-SPEZ	13
4.2.1	<i>Chemische Untersuchungen</i>	13
4.2.2	<i>Physikalische Untersuchungen</i>	15
4.2.3	<i>Methoden</i>	17
4.3	Handbuch	17
5	Ressourcen	18
6	Finanzierung	18

7	Risiken	18
8	Verantwortlichkeiten	18
9	Umsetzung	19

1 Einführung

Zehn Jahre nach dem Erstellen des letzten Konzepts zur Kantonalen Bodenüberwachung des Kantons St.Gallen soll dieses überdenkt und angepasst werden. Nach den Untersuchungen in den Jahren 2005 und 2010 und den daraus abgeleiteten Erkenntnissen aber auch auf Grund des gestiegenen Erfahrungsschatzes soll die Bodenüberwachung weiter verbessert, erneuert und modernisiert werden. Im Folgenden werden die Grundlagen, Ziele und die Entwicklung der kantonalen Bodenüberwachung dargestellt. Nach einem Blick in die anderen Kantone wird das aktuelle Konzept abgeleitet.

1.1 Gesetzliche Grundlagen

Der Auftrag zur Bodenüberwachung ist in Artikel 44 des Bundesgesetzes über den Umweltschutz (SR 814.01; USG) formuliert. Gemäss diesem Artikel führen Bund und Kantone Erhebungen über die Umweltbelastung durch und prüfen den Erfolg von Umweltschutzmassnahmen. Aus den Artikeln 3 und 4 der Verordnung über Belastungen des Bodens (SR 814.12; VBBo) ergeben sich hinsichtlich der Bodenüberwachung die folgenden Aufgaben für Bund und Kantone:

- Der Bund überwacht die Hintergrundbelastung und erarbeitet die fachlichen Grundlagen der Bodenüberwachung.
- Die Kantone überwachen Böden, bei denen eine Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit oder der Nutzung nachweislich oder vermutlich besteht, oder aufgrund der Entwicklung der Schadstoffgehalte zukünftig zu erwarten ist.
- Die Kantone ermitteln die Ursachen der Belastung, prüfen, ob die bisherigen Massnahmen zur Verhinderung eines weiteren Anstiegs der Belastung genügen, bzw. ob weitere Massnahmen nötig sind.

Gemäss Artikel 52 des Einführungsgesetzes zur eidgenössischen Umweltschutzgesetzgebung (sGS 672.1; EG-USG) ist der Kanton zuständig für den Vollzug der eidgenössischen Vorschriften über die Belastungen des Bodens, soweit keine besonderen Vorschriften gelten. Gemäss Art. 1 der Verordnung zum Einführungsgesetz zur eidgenössischen Umweltschutzgesetzgebung (sGS 672.11) ist das Amt für Umwelt und Energie als kantonale Umweltschutzfachstelle mit dieser Aufgabe beauftragt.

1.2 Zielsetzungen des KABO St.Gallen

Die kantonale Bodenüberwachung hat folgende Zielsetzungen:

- Systematische Ermittlung und Erfassung von Flächen mit vermuteter oder tatsächlicher Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit oder der Bodennutzung und der Flächen, auf denen die Bodenbelastung deutlich zunimmt,
- Überwachung der Belastung dieser Böden, insbesondere der Veränderung der Bodenbelastung zur frühzeitigen Erkennung von Trends sowie als Erfolgskontrolle für umweltpolitische Massnahmen.

Relevant für das KABO sind damit in erster Linie Böden, bei denen die Bodenfruchtbarkeit oder die Bodennutzung bereits heute gefährdet ist oder bei denen die Belastung derart zunimmt, dass zukünftig eine solche Gefährdung zu erwarten ist. Die Belastung kann dabei chemisch, physika-

lisch oder biologisch sein. Weniger relevant sind Böden, die nur gering belastet sind oder bei denen nur geringe Veränderungen der Belastungssituation zu erwarten sind. Die Beobachtung derartiger Böden ist Aufgabe des NABO.

1.3 Ziele des Konzepts 2015

1994 und 2004 wurden für die Bodenüberwachung im Kanton St.Gallen Konzepte erarbeitet. In den rund zehn Jahren seit der Erarbeitung des letzten KABO-Konzeptes hat sich die Bodenüberwachung weiterentwickelt. Es soll deshalb ein neues, beziehungsweise angepasstes Konzept erarbeitet werden. Als Grundlage für dieses Konzept wurde eine Standortbestimmung des KABO St.Gallen durchgeführt (Standortbestimmung 2014). Ziele des neuen Konzepts sind:

- Verbinden der Konzepte 1994 und 2004 mit dem aktuellen Stand der Kantonalen Bodenüberwachung.
- Aufzeigen, in welchem Bereich sich das bisher durchgeführte KABO bewährt hat und im Sinne der Konzepte 1994 und 2004 weitergeführt werden soll.
- Aufzeigen der wichtigsten Neuerungen im Bereich Bodenüberwachung allgemein und in Bezug auf die Bodenüberwachung im Kanton St.Gallen.
- Aufzeigen des daraus entstehenden Handlungsbedarfs (evtl. projektbezogen) und den damit verbundenen Aufwänden (Ressourcen, Finanzen).
- Aufzeigen wie und wann die weiteren Arbeitsschritte oder Projekte des KABO St.Gallen realisiert werden können.

2 Entwicklung und aktueller Stand KABO St.Gallen

2.1 KABO-Konzept 1994

1994 wurde ein erstes Konzept inkl. Methodenbeschrieb für das Langfristmonitoring von Böden im Rahmen des KABO erarbeitet. Dieses sah die Einrichtung von 25 Dauerbeobachtungsflächen und deren Beprobung im 5-Jahres-Rhythmus vor. Die 25 Dauerbeobachtungsflächen wurden so ausgewählt, dass:

- die Nutzungen Wald, Futterwiese Landwirtschaft, Futterwiese Siedlung und Futterwiese naturnah,
- die Höhenlagen Tal bis 600 m ü. M., Hügel 600 bis 1000 m ü. M. und Alp höher als 1000 m ü. M.,
- bei den Waldstandorten siedlungsnah und siedlungsfertig Standorte,
- bei Futterwiesen intensiv, mittelintensiv und extensiv genutzte Standorte abgebildet und
- eine gleichmässige geographische Verteilung der Standorte im Kanton erreicht werden konnte.

In den Jahren 1989 bis 1991 (KABO 1), 1995 (KABO 2) und 2000 (KABO 3) wurden die ursprünglich 25 Standorte des KABO beprobt und je ein Auswertungsbericht verfasst.

Daneben wurden zwischen 1989 und 2008 diverse themenspezifische Untersuchungen zur Schadstoffbelastung von Böden durchgeführt:

- Schwermetallbelastung des Bodens im Raum Sargans
- Schwermetalluntersuchungen der Rebberge
- Schwermetallbelastung des Bodens in der Umgebung von KVA
- Schwermetallbelastung des Bodens bei Schiessanlagen
- Schwermetallaufnahme durch Kulturpflanzen auf belasteten Böden
- Schwermetallbelastung von Garten- und Landwirtschaftsböden in der Stadt St.Gallen
- Schadstoffbelastung siedlungsnaher Landwirtschaftsböden
- Zustand des Bodens über ehemaligen Siedlungsabfall-Deponien
- Bodenbelastungen in Erholungsparks, Sportanlagen und auf Kinderspielplätzen der Stadt St.Gallen
- Untersuchung von Versauerung und Schwermetallgehalten in Waldböden
- Überprüfung der Trennkriterien aus dem Projekt Prüfgebiete Bodenverschiebungen.

2.2 KABO-Konzept 2004

2004 erfolgte eine erste Standortbestimmung zum KABO. In der Folge wurde ein neues Konzept erstellt, welches folgende hauptsächliche Änderungen enthielt:

- Erweiterung der Untersuchungsparameter, sodass alle relevanten Belastungsbereiche des Bodenschutzes abgedeckt werden:
 - Chemie (anorganische und organische Schadstoffe)
 - Biologie (Schädigung der Fruchtbarkeit allgemein, pathogene und gentechnisch veränderte Organismen)
 - Physik (Verdichtung und Erosion)
- Inhalte des KABO sind das Langfristmonitoring (KABO-LFM) und Spezialkampagnen (KABO-SPEZ)

2.2.1 KABO-LFM

Aufgrund der Ergebnisse der früheren themenspezifischen Untersuchungen wurden für die Standortwahl für das KABO-LFM die folgenden Schwerpunkte gesetzt (priorisierte Reihenfolge):

- Saure Waldstandorte
- Böden von Parkanlagen (Erholungsparks, Sportanlagen, Kinderspielplätze)
- Siedlungsnaher Landwirtschaftsböden
- Rebberge (ehemalige und aktuelle)
- Umgebung von Kehrichtverbrennungsanlagen
- Familiengärten
- Schiessanlagen
- Böden über ehemaligen Deponien.

Basierend auf dieser Priorisierung und der Erkenntnis, dass die bisherigen KABO-Standorte gemäss den Resultaten der ersten drei Beprobungsrunden zum Teil Hintergrundbelastungen repräsentieren, wurde die Aufnahme zusätzlicher Immissionsstandorte (Rebberge, Stadtpärke, siedlungsnaher Landwirtschaftsböden) vorgesehen.

Anhand der Resultate der ersten drei Beprobungsrunden konnten die Standorte in 4 Schwermetall-Risikogruppen eingeteilt werden. Die 25 Standorte des bisherigen KABO wurden neu zu Gruppen mit vergleichbaren Belastungen und Standorteigenschaften zusammengefasst. Aus diesen Gruppen wurde je ein repräsentativer Standort als Hauptstandort ausgewählt. Daraus

resultierten neu 11 Haupt- und 14 Nebenstandorte. Bei den Nebenstandorten sollten künftig weniger umfangreiche Untersuchungen erfolgen.

Nebst den bereits früher durchgeführten Analysen sollten neu auch bodenbiologische Parameter untersucht sowie bodenphysikalische Feldmessungen mittels Panda-Sonde gemacht werden.

Die Resultate der ersten 3 Beprobungsrunden zeigten, dass in der Zeitspanne von zehn Jahren keine signifikanten Gehaltsänderungen auftraten. Das Beprobungsintervall wurde deshalb auf 10 Jahre verlängert, wobei die Haupt- und Nebenstandorte je in separaten Probenahmekampagnen mit 5 Jahres-Abständen beprobt werden sollten (Hauptstandorte 2005, Nebenstandorte 2010). Aus personellen und finanziellen Gründen war beabsichtigt, die Tätigkeiten (Probenahme, Analyse, Berichterstattung) auf jeweils 3 Jahre aufzuteilen.

2.2.2 KABO-SPEZ

In Spezialkampagnen (KABO-SPEZ) sollten spezifische Fragestellungen an einer grossen Zahl von Standorten (statistische Relevanz) untersucht werden. Die Erhebungen sind in der Regel einmalig; es werden nur die für die jeweilige Fragestellung relevanten Parameter erhoben. Aus personellen und finanziellen Gründen sollte das KABO-SPEZ nur in den Jahren ohne KABO-LFM durchgeführt werden. Im Jahre 2004 waren Kampagnen zu den Themen Waldbodenversauerung und Erosion im Alpgebiet im Gange. Es war zudem beabsichtigt, mittels Spezialkampagnen die bestehenden Informationslücken bezüglich ehemaliger Klärschlammflächen, Familiengärten im ländlichen Raum und Intensivkulturen sowie in zweiter Priorität bezüglich Hausgärten, industriellen Emittenten und Moorstandorten zu schliessen.

2.2.3 Umsetzung Konzept 2004

Basierend auf dem Konzept 2004 wurde die Beprobungsrunde 2005 (KABO 4-1) / 2010 (KABO 4-2) des KABO-LFM durchgeführt. Von den Ideen des Konzept 2004 wurden dabei folgende Punkte umgesetzt:

- Die Aufteilung in Haupt- und Nebenstandorte wurde vollzogen.
- Es wurden zusätzlich 2 Rebberge und 2 Stadtpärke ins KABO-LFM aufgenommen.
- Die Beprobungen wurden neu in einem 10-Jahres Intervall durchgeführt.
- Im KABO-SPEZ wurden Untersuchungen hauptsächlich zu Kinderspielplätzen und Familiengärten durchgeführt. Es erfolgten zudem Gefährdungsabschätzungen zu verschiedenen Belastungssituationen. Ebenfalls wurde die Kampagne zur Erosion auf Alpweiden abgeschlossen.

Nicht umgesetzt wurden hingegen folgende Punkte:

- Die Aufnahme von zusätzlichen siedlungsnahen Landwirtschaftsflächen erfolgte nicht.
- Auf die Durchführung eines reduzierten Analyseprogramms an den Nebenstandorten wurde verzichtet. Der interne Aufwand für die Analysenplanung ist so geringer, jedoch erhöhen sich die externen Kosten für den erhöhten Analysenaufwand leicht.
- Die Messung bodenbiologischer Parameter wurde nicht umgesetzt. Der Aufwand für diese Untersuchungen ist sehr gross, zudem fehlen momentan noch geeignete Methoden, Parameter und Richtwerte. Hierzu sind die laufenden Abklärungen und Untersuchungen des NABO und BAFU abzuwarten (vgl. Kapitel 3.1). Bodenbiologische Untersuchungen müssen zudem im Frühjahr in einem bestimmten Zeitrahmen nach der Schneeschmelze und vor der Vegetationsperiode gemacht werden. Dieser enge

Zeitraumen stellt für die Verantwortlichen ein zusätzliches Erschwernis dar. Das AFU unterstützte jedoch zwei Projekte zur Bodenbiologie, bei dem Proben auf KABO-Flächen untersucht und analysiert wurden. (Bericht: Projekt Mykorrhiza-Infektionspotential (MIP) Schlussbericht Jan. 2013, Projekt NABO 2005).

- Es wurden keine Messungen von bodenphysikalischen Parametern mittels Panda-Sonde durchgeführt. Methoden, Parameter und Richtwerte sind noch nicht ausgereift. Auch hierzu sind die laufenden Abklärungen und Untersuchungen des NABO und BAFU abzuwarten (vgl. Kapitel 3.1).
- Es wurden im Wald keine Streuproben genommen und die Flächenmischprobe wurde auch auf einer 10x10 Meter Fläche genommen anstatt wie vorgeschlagen auf einer 20x20 Meter Fläche. Der Aufwand wäre zu gross gewesen und ausserdem ist kein Vergleich der Proben mehr möglich (vgl. Analysenprogramm in Anhang 3 des KABO-Konzepts 2004).
- Im KABO-SPEZ wurden keine Abklärungen durchgeführt zu ehemaligen Klärschlammflächen, Intensivkulturen, Hausgärten, industriellen Emittenten und Moorstandorten. Grund hierfür sind mangelnde personelle Ressourcen (vgl. dazu Kapitel 5).

2.3 Aktueller Stand KABO St.Gallen

2.3.1 Standorte und Belastungsthemen

Von den ursprünglich 25 Standorten des KABO-LFM wurden während der 4. KABO-Runde verschiedene Standorte definitiv aufgegeben:

Standort-Nr.	Standort-Name	Nutzung	Grund für die Aufgabe als KABO-Standort
8	Hals	Dauergrünland	Standort wurde nicht mehr aufgefunden
9	Ruhegg	Dauergrünland	Standort wurde nicht mehr aufgefunden
58	Rheinhof	Dauergrünland	Standort wurde nicht mehr aufgefunden
76	Gaspuswald	Wald	zu wenig Probenmaterial entnehmbar, da Mineralerdehorizont praktisch fehlt

Demgegenüber wurden in der 4. KABO-Runde neue Immissionsstandorte aufgenommen, also Standorte mit einer spezifischen Immissionssituation und entsprechend erhöhten Schadstoffgehalten und potentieller Nutzungsgefährdung (vgl. auch Kapitel 2.2.3):

Standort-Nr.	Standort-Name	Nutzung	Gemeinde
54	Fürscht	Rebberg	Walenstadt
55	Aggeren	Rebberg	Sargans
70	Stadtspark St.Gallen	Siedlung / Park	St.Gallen
71	Pädagogische Hochschule Rorschach	Siedlung / Park	Rorschach

In der Standortbestimmung 2014 sind die verschiedenen, für den Boden wichtigen Belastungsthemen, ihre Integration ins KABO und deren Relevanz ausführlich beschrieben. In der nachstehenden Tabelle ist eine Übersicht dargestellt. Die Schlussfolgerungen daraus flossen in die Kapitel 4.1 und 4.2 ein.

Belastungsthemen	Relevanz für KABO-		Standorte KABO-LFM (Nr. / Namen)	Bemerkungen
	SPEZ	LFM		
Familien- und Hausgärten	+	-	-	Gefährdung möglich; für LFM aus methodischen Gründen nicht geeignet
Freibäder	-	-	-	Bereits alle Freibäder untersucht / saniert
Industrieareale	-	-	-	Untersuchungen in der Umgebung von Kehrlichtverbrennungsanlagen vorhanden; Andere Industrien bisher nicht vorhanden oder untersucht; Gefährdungsrelevanz nur bei Umnutzungen
Korrosionsschutzobjekte	-	-	-	Untersuchungen als Erfolgskontrolle bei Sanierungsprojekten
Stadtparks, Kinderspielplätze	+	+	70 Stadtpark St.Gallen 71 Pädag. HS Rorschach	Bei Kinderspielplätzen in besonderer Expositionssituation Gefährdung möglich
Schiessanlagen	-	-	-	Belastungen bekannt und Vorgehen geregelt, aber nur zum Teil umgesetzt. Auf die Einrichtung eines neuen KABO Standorts auf einer Schiessanlage wird auf Grund methodischer Schwierigkeiten verzichtet.
Schiessplätze	-	-	-	Verantwortlichkeit beim VBS, Untersuchungen laufen
Klärschlammflächen	+	-	-	Belastungssituation unbekannt, Gefährdung nicht auszuschliessen; für LFM nicht relevant, da keine Veränderung der Schadstoffgehalte zu erwarten.
Abdeckungen von Altablagerungen	-	-	-	Gefährdung nicht zu erwarten, Einzelfallabklärungen bei Untersuchungen von Altablagerungen gemäss Altlastenverordnung nötig.
Rebberge	+	+	54 Fürscht 55 Aggeren	Schadstoffgehalte hoch und weiter zunehmend; Gefährdung v.a. möglich bei Umnutzung in Weide
Böden in Strassennähe	+	-	-	erhöhte Schadstoffgehalte, aber in der Regel keine Gefährdung
Landwirtschaftliche Nutzflächen	-	+	(6 Foren) 7 Alp Ergeten 11 Windegg 12 Langmatt 13 Glausenberg 14 Riedern 15 Sommerswis 93 Delgg/Moschti (94 Wies) (95 Hohfirst)	Schadstoffeinträge über Hilfsstoffe (Hof- und Kunstdünger, Pflanzenschutzmittel), abhängig von der Nutzungsintensität; repräsentieren die vorherrschende Bodennutzung im Kanton St.Gallen. Besonders interessant sind Standorte, die zunehmende Schadstoffkurven aufweisen (Bsp. Nr. 15, Sommerswis). Die Standorte dieses Belastungsthemas sind auf Grund der Entwicklungsgeschichte des KABO übervertreten. Einige Standorte (in Klammern) werden jedoch in Zukunft vielleicht für andere Belastungsthemen Informationen liefern können.
Landwirtschaftsböden in Siedlungsnähe	-	+	81 Mooswiese 82 Grünfelswiese	zusätzliche Schadstoffeinträge durch atmosphärische Deposition, entsprechend höhere Schadstoffgehalte als andere Landwirtschaftsflächen. Die Standorte dieses Belastungsthemas sind im Vergleich mit der Wichtigkeit der Belastung eher untervertreten und ein weiterer Standort wäre sinnvoll.
Emittentferne Böden	-	-	174 Lüsis/Vogelrüti	Keine Gefährdung (ausser Spezialfälle wie saure Standorte)
Waldbodenversauerung	+	+	1 Bernhardzeller Wald 2 Wilket 3 Hinterwald 4 Heumoos 5 Breitmooswald 53 Nieselberg 75 Tödigerhütte	Verlagerung und Freisetzung von Schadstoffen, ökologische und forstwirtschaftliche Auswirkungen; Ausmass betroffener Flächen unbekannt

Alpbodenver-sauerung	+	+	10 Alp Gössigen	Versauerung festgestellt, Ausmass und Auswirkungen unbekannt
Bodenverdich-tung	+	+	95 Hohfirst	Potentielle Gefährdung v.a. für Acker- und intensive Wieslandnutzung; Ausmass der Bodenverdichtung unbekannt. Untersuchungsmethoden im NABO in Entwicklung (Panda-Sonde). Mit dem Standort 95 Hohfirst gibt es einen potentiellen Standort (ursprünglich bei landwirtschaftliche Nutzfläche), welcher hier bereits Informationen liefern kann.
Erosion	-	-	-	Relevant für Ackerbau und Alpweiden, Massnahmen zur Erosionsverminderung bekannt
Torfsackung	+	-	6 Foren	Relevant v.a. im Rheintal und in der Linthebene, erste Projekte zur Überschüttung ausgeführt. Mit dem Standort 6 Foren gibt es einen potentiellen Standort (ursprünglich bei landwirtschaftliche Nutzfläche), welcher hier bereits Informationen liefern kann.
Bodenbiologi-sche Parameter	+	+	94 Wies	Erlauben die Erfassung des Bodens als System, deshalb interessant. Methodenentwicklung beim NABO noch im Gange Mit dem Standort 94 Wies gibt es einen potentiellen Standort (ursprünglich bei landwirtschaftliche Nutzfläche), welcher biologisch interessant sein könnte, weil der Schwarzkopfrengwurm vorkommt.

Das KABO-LFM umfasst damit zurzeit 25 aktive Standorte auf Wies-, Wald- und Alpflächen.

2.3.2 Angewandte Methoden

Zwischen 2004 und 2014 erfolgten bei den Methoden verschiedene Neuerungen, welche nicht im Konzept 2004 vorgesehen waren, sich aber während der Arbeiten an der vierten KABO-Runde ergaben. Nachfolgend sind diese Neuerungen aufgeführt:

- Die Standorte wurden durch das Amt für Raumentwicklung und Geoinformation mittels GPS-Vermessungssystem zentimetergenau eingemessen.
- Analyse von nur je einer Flächenmischprobe (Teilprobe 1), dafür mit echten Doppelanalysen (d.h. doppelter Probenaufschluss). Nur bei neuen Standorten werden alle drei Teilproben der Flächenmischprobe mit echten Doppelanalysen untersucht.
- Eine auf dem Vorgehen des NABO beruhende Referenzierungsmethode wurde erarbeitet und eingesetzt.
- Das Bodenarchiv wurde aufgeräumt und neu beschriftet.
- Ein neuer Beschriftungsstandard wurde festgelegt, aber noch nicht genügend gut schriftlich festgehalten.
- Aufbau einer Access-Datenbank mit Meta-Daten, d.h. ergänzenden Informationen zu den Standorten (Koordinaten, Adressen, Nutzungsangaben, etc.) inkl. Links zu den entsprechenden Standortfotos.
- Ablage der Standortskizzen in der kantonalen Umwelt-Datenbank MEDAT.
- Standardisierung der Standortblätter, welche den Bewirtschaftern und Grundeigentümern abgegeben werden (Modulaufbau).

Diese Neuerungen müssen gesichert werden, indem sie im vorliegenden Konzept und im geplanten Handbuch als Standard festgesetzt werden.

3 Stand der Bodenüberwachung im Umfeld

3.1 Nationale Bodenbeobachtung NABO

Das NABO erarbeitet entsprechend dem gesetzlichen Auftrag u.a. die fachlichen Grundlagen der Bodenüberwachung. Die Verwendung der Methoden des NABO bietet Gewähr für die Durchführung der Untersuchungen nach dem Stand der Technik und für die Vergleichbarkeit der Resultate verschiedener Untersuchungen.

Seit 2005 wurden durch das NABO wichtige Erkenntnisse im Bereich der Zeitreihen und Referenzierungen gemacht. Mit der Verwendung von referenzierten Werten kann der Einfluss von Änderungen bei Laborgeräten, Laborpersonal, Arbeitstechniken, Aufschluss und Analytik ausgeschlossen werden. Die im KABO St.Gallen verwendete Methodik zur Referenzierung wurde mit dem NABO abgesprochen und übernimmt gewisse Erkenntnisse aus dem NABO. Die Zeitreihen, welche im Jahr 2012 im KABO St.Gallen berechnet wurden, wurden mit referenzierten Werten erstellt. Die Beschreibung der Referenzierungsmethode ist im Bericht KABO 4-2 zu finden.

Das NABO hat mit der Aufnahme von neuen Parametern insbesondere im bodenbiologischen und bodenphysikalischen Bereich begonnen. Die Entwicklung von Methoden und einem Referenzsystem zur Beurteilung der Resultate solcher Untersuchungen ist noch im Gange. Ob sich die Untersuchung dieser Parameter bewährt und welche Methoden sich im Langfristmonitoring durchsetzen werden, ist noch unklar. Es ist davon auszugehen, dass sich die Themen Bodenphysik und Bodenbiologie langfristig im Bodenmonitoring etablieren werden. Welche Rolle die Kantone dabei übernehmen, ist noch nicht klar abzusehen.

3.2 Andere Kantone

Die Kantone setzen ihre Aufgaben im Rahmen der Bodenüberwachung recht unterschiedlich um. Eine Auswahl verschiedener KABO wird nachfolgend diskutiert.

Das KABO ZH verfügt mit 60 Haupt- und 150 Nebenstandorten über ein umfassendes Langfristmonitoringnetz. Die Beprobung der Flächen findet alle 5 Jahre statt. Zu den Parametern gehören chemische und physikalische Messgrössen. Die Messwerte an den einzelnen Standorten sind via GIS-Browser auch der Öffentlichkeit zugänglich. Auswertungen erfolgen themenspezifisch.

Das KABO Fribourg FRIBO umfasste ursprünglich 250 landwirtschaftlich genutzte Standorte. 2004 – 2006 wurde dieses mit 53 Standorten im urbanen Bereich sowie 14 Waldstandorten ergänzt. Das Beprobungsintervall liegt bei 5 Jahren. Untersucht werden chemische (Schad- und Nährstoffe) und mikrobiologische Parameter. Ein Schwergewicht der Untersuchungen liegt bei der Nährstoffversorgung der landwirtschaftlichen Böden.

Nach 1992 und 1996 wurden im KABO Aargau in den Jahren 2005 und 2006 alle 73 Standorte im Rahmen der 3. Hauptuntersuchung beprobt. Dabei wurden neu pro Fläche 4 statt wie vorher nur 1 Flächenmischprobe entnommen. Damit konnte erstmals die Streuung der Schadstoffgehalte an den einzelnen Standorten erfasst und eine statistische Datenanalyse durchgeführt werden. Der

Beprobungsrhythmus wurde von 5 auf 10 Jahre erhöht, für spezifische Standorte wurde aber die Prüfung eines engeren Rhythmus empfohlen. 2005 erfolgte die Erarbeitung eines Handbuches zum KABO.

Im Jahr 2009 wurde durch die Zentralschweizer Kantone (Luzern, Uri, Schwyz, Zug, Ob- und Nidwalden) und mit dem NABO als externe Beratung das Konzept für das KABO Zentralschweiz erarbeitet. Das KABO ZCH besteht aus einer Kombination von Langzeitmonitoring und themenspezifischen Untersuchungen. Hauptziele des KABO ZCH sind die Identifizierung und Abgrenzung von Bodenbelastungsgebieten. In der ersten Beprobungsrunde wurden 2010 Untersuchungen zu den Themen Waldbodenversauerung und Bodenverdichtung durchgeführt.

Im Kanton Thurgau wurde einmalig eine 2x2km-Rasternetzuntersuchung durchgeführt. Der Eintrag von Luftschadstoffen in den Boden wird anhand von Moosanalysen überwacht. Dazu werden im 5-Jahresrhythmus 35 emittentenferne Standorte beprobt. Der Aufbau eines klassischen KABO ist nicht vorgesehen.

3.3 Ausland

Die ausländischen Bodenüberwachungen werden im Gegensatz zu den letzten Jahren nicht mehr als Grundlagen in das vorliegende Konzept eingearbeitet. Die aufwändigen Recherchen sind unter anderem wegen der unterschiedlichen rechtlichen Grundlagen der Nachbarländer nicht gerechtfertigt. Ausserdem ist ein Vergleich der Methoden kaum realisierbar und grössere Anpassungen des st.gallischen KABO nur auf Grund von ausländischen Tendenzen nicht vertretbar.

4 Beschreibung Konzept 2015

Das Konzept 2004 ist weiterhin eine gute und immer noch aktuelle Grundlage für die Weiterführung des KABO St.Gallen. Inhaltlich werden lediglich wenige Änderungen nötig.

Die 25 aktuellen KABO-LFM-Standorte können gemäss dem Schema in Abbildung 1 eingeteilt werden. Die Nummern in den dargestellten Punkten entsprechen der KABO-Standortnummer. Alle Standorte oder Belastungssituationen, die unter dem Richtwert liegen, sind eigentlich weder für das KABO-LFM noch für das KABO-SPEZ relevant. Einige KABO-LFM-Standorte aus früherer Zeit liegen jedoch unterhalb des Richtwertes und weisen auch keine bewiesene Zunahme mindestens eines untersuchten Parameters auf. Sie werden als sogenannte Nebenstandorte bzw. Referenzstandorte nur alle 10 Jahre beprobt und analysiert (vgl. auch die Kapitel 4.1.2 und 4.1.3, Abschnitt Beprobungsintervall). Nur wenn eine Belastungssituation Werte über dem Richtwert aufweist und eine Zunahme vermutet oder bereits bewiesen ist, soll künftig dafür ein neuer KABO-LFM-Standort eingerichtet werden.

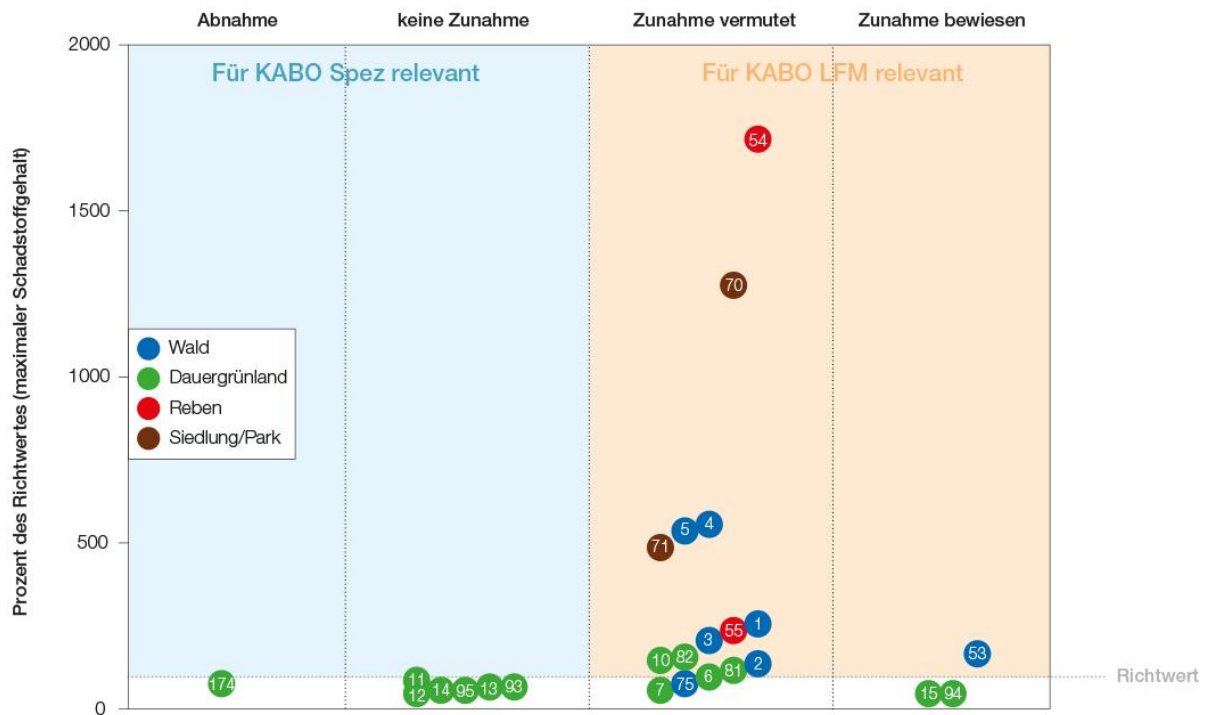


Abbildung 1: Schema zur Einteilung von Belastungssituationen und KABO-LFM Standorte. Die Nummern in den dargestellten Punkten entsprechen der KABO-Standortnummer.

4.1 KABO-LFM

4.1.1 Generelles

Das Langfristmonitoring ist seit 1990 etabliert und hat sich seither bewährt. Die Änderungen, die sich aufgrund der inzwischen gesammelten Erfahrungen, der Entwicklungen im Umfeld sowie neuer Fragestellungen und Methoden gegenüber den Konzepten 1994 und 2004 ergeben, werden nachfolgend dargestellt.

Ein grosser Handlungsbedarf im Bereich des KABO besteht bei der Qualitätssicherung. Die erhobenen Daten und Proben, welche für die Aufbewahrung bestimmt sind, müssen sorgfältig gesichert sein. Methoden müssen dokumentiert werden, sowohl ehemalige (in Datenbanken) wie auch aktuelle (in Handbüchern).

4.1.2 Standorte

Aktuell umfasst das KABO-LFM 25 Wald- und Grünlandstandorte, die die flächenmässig sowie bzgl. Belastung und Gefährdung relevantesten Standorttypen (Wiesland, saure Waldstandorte, Böden von Parkanlagen, siedlungsnahen Landwirtschaftsböden, Rebberge) vertreten. Es soll im Jahr 2015 ein zusätzlicher siedlungsnaher Landwirtschafts-Standort im Rheintal aufgenommen werden, damit diese Region im KABO besser vertreten ist.

Die Aufteilung der Standorte in Haupt- und Nebenstandorte hat sich bewährt, benötigt jedoch im Detail leichte Anpassungen, welche der Übersicht der Standorte in Anhang 1 entnommen werden können und dem Prinzip in Abbildung 1 entspricht. Bei Hauptstandorten liegt der maximale

Schadstoffgehalt bei mindestens einem Parameter über dem Richtwert oder eine Zunahme wird bei mindestens einem Parameter vermutet oder ist bewiesen. Bei Nebenstandorten liegen die maximalen Schadstoffgehalte aller untersuchten Parameter unterhalb der Richtwerte und es liegen auch kein Verdacht und keine Beweise für eine Zunahme der untersuchten Parameter vor.

Die Hauptstandorte (18 Stück) sollen alle 5 Jahre beprobt werden, damit die referenzierten Zeitreihen aussagekräftiger werden. Die Nebenstandorte (7 Stück) sollen alle 10 Jahre beprobt werden. Die daraus folgende grobe Beprobungsplanung ist ebenfalls dem Anhang 1 zu entnehmen (vgl. auch 4.1.3, Abschnitt Beprobungsintervall).

4.1.3 Prozesse und Methoden

Prozesse

Die im Verlaufe einer Probenahmerunde notwendigen Prozesse sind innerhalb des AFU festzulegen, zu organisieren und rechtzeitig auszulösen:

- Standortbestimmung und Konzept vor Auslösung der Beprobungsrunde (insbesondere Änderungen in den Jahren seit letztem Konzept bzgl. Themen, Methoden, Grenzwerte...)
- Festlegen Untersuchungsprogramm, Pflichtenheft für Gutachterbüro durch AFU inkl. Berücksichtigung Budget / Kredite
- Vergabe Auftrag an Gutachterbüro und Labor Berücksichtigung öffentliches Vergabewesen
- Information der Grundeigentümer und Bewirtschafter
- Nutzungsbefragung durch AFU, eventuell Nutzungsprotokolle wieder einführen
- Probenahme durch Gutachterbüro
- Definitives Festlegen Analyseprogramm durch AFU und Gutachterbüro
- Laboranalysen
- Auswertung und Bericht durch Gutachterbüro
- Koreferat durch AFU, Fertigstellung Bericht durch Gutachterbüro
- Information an Grundeigentümer und Bewirtschafter sowie Öffentlichkeit

Beprobungsintervall

Aufgrund der bisher festgestellten nur geringen zeitlichen Veränderungen der Schadstoffgehalte sowie der beschränkten finanziellen Ressourcen wurde der Beprobungsrhythmus im KABO 4 auf 10 Jahre verlängert und die Untersuchungen auf 2 Kampagnen im 5-Jahresabstand aufgeteilt. Da zuverlässige Langzeitreihen im Zentrum des KABO-LFM stehen, bewährt sich das im KABO 4 angewandte 10 Jahres-Intervall nur teilweise. Je weiter auseinander die Beprobungen liegen, desto länger muss gewartet werden, bis die referenzierten Langfristreihen aussagekräftig werden. Und gerade diese sind ja ein zentraler Punkt im Langfristmonitoring. Deshalb soll für Hauptstandorte wieder auf ein Fünfjahres-Intervall zurückgekehrt werden. Bei Nebenstandorten kann jedoch ein 10-Jahresrhythmus beibehalten werden. Wenn bei Nebenstandorten Zunahmen in der Langfristzeitreihe nachgewiesen werden können, muss geprüft werden, ob der Standort zu einem Hauptstandort hoch gestuft werden soll. Umgekehrt kann ein Hauptstandort bei entsprechend stabilen Zeitreihen oder anderen Begründungen auch zu einem Nebenstandort zurückgestuft werden.

Standortfindung

Die Sicherung der neuen Standorte erfolgt mittels Chromstahlplatte und exakter Einmessung der Eck- und Fixpunkte mittels GPS.

Profilgruben / Tiefenverlauf

Profilgruben werden nur noch bei neuen Standorten für die Bodenansprache und die Entnahme gestörter und ungestörter Profilproben geöffnet. Bei alten Standorten werden Profilgruben erst wieder geöffnet, wenn eine Reform der bodenkundlichen Methodik eintritt. Bei Bedarf können gestörte Proben tieferer Horizonte mittels Handbohrungen (Holländer-Bohrer) gewonnen werden, z.B. zur Überwachung der Bodenversauerung.

Parameter

Die zu analysierende Parameterliste für Flächenmischproben wird nur teilweise beibehalten. Da die Langzeitreihen im Zentrum des KABO-LFM stehen, soll ein Schwerpunkt auf die referenzierbaren Parameter gelegt werden (vgl. Anhang 2). Auf die chemische Bestimmung von Fluor (F), Molybdän (Mo) und auf XRF-Messungen wird verzichtet, gleiches gilt für die Feinerde-Körnung. PCB und PAK werden nur bei neuen Standorten und bei spezifischen Immissions-Standorten (54, 55, 70 und 71) gemessen.

Bei Landwirtschaftsstandorten können Nährstoffanalysen als Dienstleistung für die Landwirte so vorgenommen werden, dass sie für die Düngerbilanzen und für den ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) des Bewirtschafters verwendet werden können.

Die zu analysierenden Parameter bei einer Profilprobe (Ersterfassung Standort) umfasst ein breites Spektrum und soll analog zu den Profilbeprobungen der vierten KABO Runde erfolgen.

Auswertung / Referenzierung

Die Auswertung und Referenzierung der Analysedaten von Flächenmischproben soll entsprechend dem Vorgehen im KABO 4-2 fortgeführt werden. Referenzierungen von Analysedaten der Profilproben sind nicht möglich.

Berichterstattung

Die durchgeführten Untersuchungen müssen vollständig und nachvollziehbar dokumentiert sein. Mit Hilfe eines Standard-Berichtaufbaus können die Untersuchungen und Resultate vereinheitlicht und effizient bearbeitet werden. Der Auswertungsbericht zum KABO 4-2 soll als Vorlage für weitere KABO-Berichte dienen.

Erhebung von Meta-Daten

Für die Auswertung der Analysedaten werden Meta-Daten zu den untersuchten Standorten benötigt, d.h. Daten, die weitere Auskünfte über den Standort und die durchgeführten Untersuchungen geben. Es wurde eine separate Datenbank erstellt, die Angaben zu den Standorten (Lage und Höhe, Geologie, Immissionsexposition, landwirtschaftliche Nutzung, Bewirtschafteter), zu den Untersuchungen (durchgeführte Untersuchungen und Probenahmen) sowie den Beteiligten enthält.

Analytik und Labor

Es werden wie im KABO 4-2 echte Doppelanalysen (doppelter Aufschluss) der ersten Teilproben durchgeführt. Bei der Erstbeprobung von neuen Standorten werden alle drei Teilproben mit echten Doppelanalysen analysiert.

Sowohl interne als auch externe Aufträge an die Labors müssen exakt formuliert werden. Für die Labors ist es nicht selbstverständlich, echte Doppelanalysen zu machen oder sich immer an die Anleitung gemäss BAFU zu halten.

Datenverwaltung

Aktuell dient die kantonale Datenbank MEDAT zur Datenspeicherung. Es ist sicherzustellen, dass die Art und Qualität der Daten konstant ist. Es muss festgelegt werden, nach welchem System die Proben und Analysen inkl. Nachanalysen und Referenzierungswerte abgelegt werden. Es soll eine Handlungsanweisung erarbeitet werden.

4.2 KABO-SPEZ

Das KABO-SPEZ soll bestimmte Fragestellungen bezogen auf Bodenbelastungen projektspezifisch beantworten. Auf Grund der Berichte Gefahrenabwehr bei chemischen Bodenbelastungen im Kanton St.Gallen und der Standortbestimmung 2014 wurde festgelegt, dass in den nächsten Jahren die unten aufgeführten Projekte (in priorisierter Reihenfolge) im KABO-SPEZ behandelt werden sollen. Es ist denkbar, dass einzelne solche Projekte auch als Masterarbeiten von Universitäten oder Hochschulen durchgeführt werden können. Die Zusammenarbeit mit den entsprechenden Instituten soll vertieft und der Informationsfluss verbessert werden.

4.2.1 Chemische Untersuchungen

Belastungsthemen	Priorität	Beschreibung der Tätigkeiten
Familiengärten	3	Weitere Familiengärten untersuchen
Hausgärten	4	Erste Untersuchungen in verschiedenen Hausgärten durchführen
Kinderspielplätze	1	Fertigmachen der Beprobungen, die von Lydia Frey und der Friedlipartner AG angefangen wurden.
Rebberge	2	Verifizierung und Eichung der Kupferwerte aus dem Jahr 1988 Erhebung der ehemaligen Rebbergrflächen, die heute als Weide genutzt werden.
Böden in Strassennähe	5	Exemplarische Untersuchungen
Klärschlammflächen	6	Weitere Abklärungen treffen Betroffene ARAs und Landwirte ausfindig machen Kontaktaufnahme Beprobung der Klärschlammflächen
Waldbodenversauerung	7	Kriterien für potentiell saure Waldstandorte ausfindig machen, evtl. modellieren Verifizierung der Kriterien
Alpbodenversauerung	-	Entwicklungen des Bundes und der Forschung abwarten.

Familiengärten

Die Schadstoffbelastungen auf Familiengartenarealen können so hoch sein, dass Nutzungseinschränkungen oder -verbote notwendig sind. Starke Belastungen sind vor allem bei Standorten zu erwarten, die entweder alt sind (Nutzung mindestens seit 1955) oder auf einer Altablagerung liegen. Im Kanton St.Gallen existieren 27 Familiengärten auf solchen Arealen. Diese sollen prioritär parzellenscharf untersucht und bei Bedarf Massnahmen zur Gefahrenabwehr erlassen werden.

Hausgärten

Im Kanton St.Gallen wurden Hausgärten bisher noch kaum untersucht. Gemäss Untersuchungen aus anderen Kantonen kann die Schadstoffbelastung dieser Gärten ebenfalls hoch sein und ist

stark von deren Alter abhängig. In einer Pilotstudie soll daher die Belastungssituation von Hausgärten in zwei verschiedenen städtischen Gemeinden in je zwei älteren Einfamilienhaus-Quartieren untersucht werden. Anhand der Resultate wird das weitere Vorgehen festgelegt.

Kinderspielplätze

In einer Pilotstudie in 8 städtischen Gemeinden im Kanton St.Gallen wurden Kinderspielplätze erhoben und überprüft, ob für diese ein Verdacht auf Überschreitung der Prüfwerte besteht. Aufgrund ihrer speziellen Immissionslage wurden 11 prioritäre sowie 13 weitere relevante Standorte ausgeschieden. 2013 wurden 7 prioritäre Standorte untersucht. Die verbleibenden 4 prioritären sowie die 13 weiteren relevanten Spielplätze sollen ebenfalls untersucht werden. Anhand der Resultate wird das weitere Vorgehen festgelegt (z.B. Eruierung weitere Standorte, Gefahrenabwehr, Aufnahme ins KABO-LFM).

Rebberge

Durch die Applikation von Pflanzenschutzmitteln sind in Rebbergen weiterhin zunehmende Schadstoffgehalte zu erwarten. Mit den zwei neu ins KABO-LFM aufgenommenen Rebberg-Standorten kann die Schadstoffentwicklung kontinuierlich überwacht werden.

Eine Gefährdung kann bei der Beweidung aktueller oder insbesondere auch ehemaliger Rebberge bestehen. In einer Pilotstudie wurde die Beweidungssituation heutiger und ehemaliger Rebberge im St.Galler Rheintal erfasst. Die Erhebungen zur Beweidung sollen auf alle Rebbaugebiete im Kanton ausgedehnt werden (mit Hilfe aktueller Orthofotos). Auf ehemaligen Rebbauf Flächen mit heutiger Weidenutzung soll dann eine Untersuchung des Bodens durchgeführt werden.

In den Rebbergen des Kantons St.Gallen wurde 1988 eine umfangreiche Messkampagne durchgeführt. Die Vergleichbarkeit dieser Daten mit aktuellen Beurteilungswerten und den Resultaten anderer Untersuchungen kann verbessert werden, wenn diese auf die heute angewendete VBBO-Analysemethode geeicht werden. Mit stichprobenartigen Messungen (Entnahme neuer Proben oder Analyse von Rückstellproben) können die Daten von 1988 auf aktuelle Analysenmethoden geeicht werden.

Strassenränder

Gemäss einer ersten Abschätzung kann beim Nahrungspflanzenanbau sowie beim Weidegang im Nahbereich von verkehrsreichen Strassen eine Gefährdung nicht ausgeschlossen werden. Zur gesicherten Beurteilung der Situation sollen betroffene Standorte exemplarisch untersucht werden (6 Gemüsebaustandorte im Rheintal und 4 Weidestandorte im Toggenburg).

Klärschlammflächen

Durch Klärschlammdüngung in der Landwirtschaft erfolgten in den 1960er bis 1980er Jahren wesentliche Bodenbelastungen, insbesondere mit Cd. Im Kanton St.Gallen fehlen bislang Untersuchungen zu den dadurch entstandenen Bodenbelastungen. Gemäss den Erfahrungen aus anderen Kantonen können diese Belastungen gefährdungs- und vollzugsrelevant sein. Es sollen deshalb die folgenden schrittweisen Untersuchungen durchgeführt werden:

- Schritt 1: Überprüfen / ergänzen der bisherigen Abklärungen zu den ARA mit hohen Schwermetallgehalten im Klärschlamm anhand der Klärschlammanalysen (möglichst aus der Zeit von ca. 1970 – 1985).

- Schritt 2: Für die ARA mit den höchsten Konzentrationen werden die Landwirte mit den höchsten Klärschlammbezügen eruiert. Dies kann anhand der Bezügerlisten sowie der Befragung von Betriebsleitern oder Klärschlammtransporteuren erfolgen.
- Schritt 3: Die Landwirte mit den höchsten Bezügen werden kontaktiert und bzgl. der Ausbringparzellen befragt.
- Schritt 4: Die Parzellen mit den höchsten Ausbringmengen werden beprobt.

Mit dem dargestellten Vorgehen werden die potentiell am stärksten durch den Klärschlammaustrag belasteten Flächen erhoben. Da die relevanten Tätigkeiten bereits rund 30 Jahre zurückliegen und die Abklärungen hauptsächlich auf Informationen von Zeitzeugen beruhen, wird eine Ausführung in naher Zukunft empfohlen.

Waldbodenversauerung

Im Kanton St.Gallen liegen detaillierte Daten verschiedener Standorte mit Waldbodenversauerung vor. Bei den Waldbodenstandorten des KABO können die vorliegenden pH-Werte ab 2015 auch referenziert werden und Zeitreihen können erarbeitet werden. Da der pH-Wert im Jahresverlauf stark schwanken kann, muss sich noch zeigen, ob die Zeitreihen interpretierbar sein werden.

Die räumliche Verbreitung der potentiell profilumfassend versauerten Waldböden wurde bisher nicht erhoben. Dies soll wie folgt erfolgen:

- Festlegen von Kriterien (z.B. geologische Situation, Alter der Böden), anhand derer potentiell profilumfassend saure Waldböden mit GIS-Werkzeugen ermittelt werden können.
- Stichprobenartige Erhebungen im Feld zur Prüfung der Hypothese.

Alpbodenversauerung

Die Versauerung von Alpböden ist ein verbreitetes, jedoch auch ein natürliches Phänomen. Es bestehen Kenntnislücken darüber inwiefern die natürliche Versauerung anthropogen verstärkt wird und ob dadurch überhaupt verstärkte Auswirkungen auf die Ökologie oder Schadstoffauswaschung bewirkt werden. Auch die räumliche Verbreitung von Alpböden, die profilumfassend sauer sind, ist unklar. Die Entwicklungen auf Stufe des Bundes und der schweizweiten Forschung werden zeigen, ob dazu Untersuchungen auf Stufe Kanton nötig und sinnvoll sind.

4.2.2 Physikalische Untersuchungen

Belastungsthemen	Priorität	Beschreibung der Tätigkeiten
Bodenfeuchtigkeit	laufend	Das Bodenfeuchtemessnetz wird weiter betrieben.
Bodenverdichtung	9	Ermittlung der Verdichtungsgefährdung (Bodentyp, Klima, Nutzung) Ermittlung Verdichtungszustand (Erhebungen) Auswertung, evtl. Detailuntersuchungen Eventuell ins Langfristmonitoring aufnehmen
Bodenerosion	10	Ermittlung der erosionsanfälligen Böden (u.a. mit der Erosionsrisikokarte und Orthophoto) Verifizierung der Flächen (z.B. Begehungen oder Drohnenflüge) Auswertung Eventuell ins Langfristmonitoring aufnehmen
Torfsackung bei Moorböden	11	Erfolgskontrollen von Übersandungen oder anderen Meliorationen durchführen

Bodenfeuchte

Seit dem Jahr 2011 wird ein Ostschweizer Bodenfeuchte-Messnetz von den Kantonen TG, AR, GL, GR, SG, SH und ZH betrieben. Fünf Standorte befinden sich im Kanton St.Gallen und werden vom AFU St.Gallen betreut und finanziert. Das Messnetz wird vor allem bei bodenrelevanten Bauarbeiten eingesetzt und soll weiter betrieben werden.

Bodenverdichtung

Im Kanton St.Gallen weisen grosse Flächen verdichtungsempfindliche Böden auf. Insbesondere bei der Nutzung als Ackerflächen oder intensiv genutzte Mähwiesen in eher feuchtem Klima sind solche Böden verdichtungsgefährdet. Dies ist im Kanton St.Gallen in weiten Gebieten der Fall (Böden mit hohem Tongehalt, teilweise auch organische Böden, Böden mit Grund-/Fremd-/Stauwassereinfluss). Zum Verdichtungszustand der Böden im Kanton St.Gallen liegen bisher nur sehr wenige, punktuelle Daten vor. Es sollen folgende Untersuchungen durchgeführt werden.

- Ermittlung der Verdichtungsgefährdung der Böden anhand der Daten zu Boden, Klima und Nutzung.
- Ermittlung des Verdichtungszustandes anhand von Felduntersuchungen mit einer einfachen Methode an einer grösseren Zahl von Standorten (Dauerwiesen, Dauerweiden und Ackerland).
- Auswertung der Daten und evtl. zusätzliche Detailuntersuchungen an Standorten.

Zur Zeit ist noch keine ‚einfache‘ Methode zur Bestimmung und Beurteilung des Verdichtungszustandes von Böden etabliert. Das NABO entwickelt zurzeit die Pandasonde-Methode weiter (vgl. Kap. 3.1). Die Felduntersuchungen sollen deshalb mit dem NABO koordiniert werden.

Bodenerosion

Im Kanton St.Gallen wurden zur Erosion im Alpgebiet bereits Untersuchungen gemacht und entsprechende Massnahmen ergriffen. Weitere Untersuchungen zur Erosion im Alpgebiet sind in den nächsten Jahren nicht vorgesehen, können aber im Sinne einer Erfolgskontrolle wieder aktuell werden.

Die Erosion auf tiefer gelegenen Weideflächen wird, da sie nur punktuell auftritt, als weniger problematisch eingeschätzt und soll in naher Zukunft nicht weiter untersucht werden.

Hingegen könnte die Erosion auf Ackerflächen (v.a. auf Grund von Verschlammung und Zerstörung des Bodengefüges) und im Hügelgebiet (v.a. auf Grund der Neigung) bedeutend sein und soll künftig genauer untersucht werden. Das Vorgehen ist analog zu demjenigen bei der Bodenverdichtung. Die Erosionsrisikokarte der Schweiz und Orthophoto-Aufnahmen dienen dabei als Grundlagen. Die Kombination und Koordination der Untersuchungen zur Bodenverdichtung und Bodenerosion liegt nahe und wäre sinnvoll.

Moorböden (Torfsackung)

Im Kanton St.Gallen sind, v.a. im Rheintal sowie in der Linthebene, grosse Flächen organischer Böden vorhanden, die landwirtschaftlich genutzt werden. Auf diesen Flächen treten aufgrund der Entwässerung verbreitet Torfsackungen auf. In der Linthebene wurden im Rahmen der Linthsanierung im Benkner Riet Übersättigungen mit Unter- und Oberboden gemacht. Im Rheintal erfolgten Versuche mit Übersättigungen der Böden mit sandigem Material ab dem Mittelgerinnewehr des Rheins (Marbacher Isenriet). Analog dem Benkner Riet soll im Marbacher Isenriet und auch bei weiteren ähnlichen Meliorationsprojekten Erfolgskontrollen durchgeführt werden.

4.2.3 Methoden

Bei den Spezialuntersuchungen sind die Methoden stark von der Fragestellung abhängig. Damit aber auch die in diesen Untersuchungen gewonnenen Daten belastbar und reproduzierbar sind, sind folgende generelle Vorgaben einzuhalten:

- Die Methoden, Parameter und Tätigkeiten müssen vor jeder Kampagne geplant und nach Ausführung detailliert dokumentiert werden.
- Die Methoden, Parameter und Tätigkeiten sollen soweit wie möglich mit den Methoden des KABO-LFM bzw. des NABO und des BAFU übereinstimmen.
- Auch die Datenablage der Spezialthemen muss im MEDAT erfolgen. Die Daten früherer Untersuchungen (Waldau/Feldli, Gärten, Spielplätze etc.) sind entsprechend aufzubereiten und abzulegen.

4.3 Handbuch

Das KABO-LFM ist ein langfristiges Projekt. Die Qualitätssicherung und Kontinuität bei allen Tätigkeiten ist deshalb von entscheidender Bedeutung. Aus der langfristigen Anlage des KABO entsteht der Bedarf für ein Handbuch. In diesem werden die Prozesse und Methoden definiert. Ein Grundstein für ein solches Handbuch besteht mit dem Methodenbericht zum KABO 1. Dieser Methodenbericht soll aktualisiert und zu einem Handbuch erweitert werden. Dieses ist nach jeder Beprobungsrunde zu aktualisieren. Ein vergleichbares Handbuch besteht z.B. im Kanton Aargau. Durch das NABO könnte hier Unterstützung erfolgen durch die Definition von 'standard operation procedures', z.B. zur Probenahme. Das Handbuch soll im Vorfeld und während des KABO 5 erstellt werden.

Damit das Handbuch einfach erweitert und aktualisiert werden kann, bietet sich ein modularer Aufbau an. Das Handbuch beinhaltet insbesondere folgende Themen:

- Übergeordnete Prozesse innerhalb der kantonalen Verwaltung (Projektauslösung, Ressourcenbeschaffung, Beschaffung externe Leistungen)
- Standortbestimmung, Untersuchungskonzept
- Kontaktaufnahme Bewirtschafter, Nutzungsbefragung
- Einrichten und Auffinden der Dauerbeobachtungsflächen
- Probenahme inkl. Dokumentation
- Labormethoden
- Prüfung, Qualitätssicherung, Auswertung und Interpretation der Messresultate
- Referenzierung
- Datenverwaltung und -ablage, Datensicherung, Ablage im MEDAT
- Erhebung und Ablage der Metadaten
- Inhalt des Auswertungsberichtes, der Standortdatenblätter und der Grundeigentümerinformation

Generelle Vorgaben zu Untersuchungen im KABO-SPEZ sollen in einem internen Merkblatt oder einer Aktennotiz festgelegt werden.

5 Ressourcen

Obwohl seit 2004 die Anzahl Mitarbeitende im Bereich Bodenschutz von einer Person auf vier gestiegen ist, erhöhten sich die Stellenprozentage lediglich von 100 Prozent auf 140 Prozent. Davon werden ca. 30% für das KABO-LFM und KABO-SPEZ verwendet. Dieser Aufwand hat sich seit 2004 kaum verändert. Die einzelnen Mitarbeitenden beschäftigen sich neben den Bodenmonitoring-Aufgaben noch mit vielen weiteren Aufgaben, auch ausserhalb des Themas Boden. Die Mehrfachbelastung erschwert die konstante Bearbeitung der anfallenden KABO-Aufgaben.

Der Aufwand und die Komplexität der KABO-Aufgaben werden u. a. wegen erhöhten Datenmengen, mehr (potentiellen) Parametern und unterschiedlicher Probenahmen laufend zunehmen. Daher wird mit der Aufnahme neuer Parameter (Bodenbiologie, Bodenphysik) ins KABO zugewartet, bis gesicherte Methoden und Beurteilungsgrundlagen durch das NABO und BAFU in diesen Bereichen erarbeitet sind.

Die Arbeitshilfsmittel (z.B. KABO-Handbuch) sollen den Mitarbeitenden und externen Beauftragten so schnell und gut wie möglich bereitgestellt werden. Dadurch können Abläufe und Zusammenhänge in Bezug auf das KABO für alle Beteiligten klar dargestellt und geregelt werden.

6 Finanzierung

Die externen Kosten werden im Konto 318800 in den jährlichen Voranschlag des AFU aufgenommen. Sie liegen jeweils bei SFr. 85'000.- pro Jahr (2015 – 2018).

7 Risiken

Vorausgesetzt, dass genaue Anleitungen für die Mitarbeitenden Bodenschutz vorliegen und sich diese an die Vorgaben halten, bestehen keine Risiken.

Die Daten sind "generationenübergreifend" zu sichern.

8 Verantwortlichkeiten

Die Gesamtverantwortung liegt beim Abteilungsleiter Boden und Stoffkreislauf. Die operative Verantwortung liegt bei den Mitarbeitenden im Bereich Bodenschutz in den Sektionen 'Abfall und Rohstoffe' und 'Landwirtschaftlicher Umweltschutz'.

9 Umsetzung

Die vorgesehenen Arbeiten im Rahmen des KABO können wie folgt umgesetzt werden:

	Jahr	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
KABO LFM:												
Standortbestimmung, Überarbeitung Konzept Handbuch		■										
Vergabe KABO 5 Probenahme		■										
Untersuchungsprogramm, Probenahme KABO 5			■									
Analytik KABO 5				■								
Auswertung, Bericht KABO 5					■							
Vergabe KABO 6 Probenahme							■					
Untersuchungsprogramm, Probenahme KABO 6								■				
Analytik KABO 6									■			
Auswertung, Bericht 6										■		
Standortbestimmung Konzept												■

	Jahr	14	15	16	17	18	später
KABO-SPEZ							
Familiengärten					■		
Hausgärten					■		
Kinderspielplätze			■				
Rebberge				■			
Strassenränder						■	
Klärschlammflächen							■
Waldbodenversauerung *							■
Alpbodenversauerung *							■
Bodenfeuchte		■	■	■	■	■	■
Bodenverdichtung *							■
Bodenerosion *							■
Moorböden			■	■	■		

*) Diese Themen eignen sich für wissenschaftliche Arbeiten in Universitäten oder Fachhochschulen.

Quellenverzeichnis

Gesetzliche Grundlagen

- [1] Umweltschutzgesetz (USG) vom 7. Oktober 1983 (Stand am 1. November 2013)
- [2] Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) vom 1. Juli 1998 (Stand am 1. Juni 2012)
- [3] Einführungsgesetz zur eidgenössischen Umweltschutzgesetzgebung (EG-USG) vom 19.04.2011 (Stand 01.01.2012)
- [4] Verordnung zum Einführungsgesetz zur eidgenössischen Umweltschutzgesetzgebung vom 13.12.2011 (Stand 01.01.2012)

Vollzugshilfen und Berichte

- [5] Kantonale Bodenbeobachtung St. Gallen, 1. Teil, Grundlagen und Methoden. Amt für Umweltschutz des Kantons St. Gallen, Fachstelle Bodenschutz. März 1994
- [6] Konzept zur kantonalen Bodenbeobachtung und -überwachung (KABO). Baudepartement des Kantons St. Gallen, Amt für Umweltschutz (AFU). 30. Juli 2004
- [7] Kantonale Bodenbeobachtung (KABO) St.Gallen, Standortbestimmung 2014. Basler & Hofmann AG, 17.04.2014
- [8] Bodenschutzkonzept, Baudepartement des Kantons St.Gallen, Amt für Umweltschutz, 17.8.1988
- [9] Kantonale Bodenbeobachtung (KABO) St. Gallen. Auswertung der Erstbeprobung. Fachbericht. Baudepartement des Kantons St. Gallen, Amt für Umweltschutz. August 1995.
- [10] Kantonale Bodenbeobachtung (KABO) St. Gallen. Auswertung der Zweitbeprobung. Fachbericht. Baudepartement des Kantons St. Gallen, Amt für Umweltschutz. Dezember 1997
- [11] Kantonale Bodenüberwachung im Kanton St. Gallen, KABO St. Gallen. Auswertung der Drittbeprobung. Bericht. Ambio GmbH, 2002
- [12] KABO St.Gallen, Standortbestimmung, BABU GmbH, 21. Juni 2004
- [13] Kantonale Bodenbeobachtung (KABO) St. Gallen. Auswertung der Viertbeprobung. Fachbericht, Basler & Hofmann AG, 17. Dezember 2007
- [14] Kantonale Bodenbeobachtung (KABO) St. Gallen, Auswertung Kampagne 4-2 (2010), Erläuterungsbericht, creato, Oktober 2013
- [15] Projekt Mykorrhiza-Infektionspotential (MIP), Schlussbericht. NABO 2005, Jan. 2013. --> wie heisst das Dokument genau?
- [16] 2. Projekt, welches auf S. 7 erwähnt ist?
- [17] Meuli R.G., Schwab P., Wächter D., Ammann S. 2014: Nationale Bodenbeobachtung (NABO) 1985–2004. Zustand und Veränderungen der anorganischen Schadstoffe und Bodenbegleitparameter. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1409: 94 S.
- [18] Gefahrenabwehr bei chemischen Bodenbelastungen im Kanton St. Gallen. Bestandesaufnahme und Weiterentwicklung Vollzug. Friedlipartner AG, Entwurf 26.10.2013
- [19] Handbuch Probenahme und Probenvorbereitung für Schadstoffuntersuchungen in Böden Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), 2003

Internet-Seiten

- [20] http://www.aln.zh.ch/internet/audirektion/aln/de/fabo/auftrag_grundlagen/bodenueberwachung.html
- [21] <http://www.fr.ch/sol/fr/pub/fribo.htm>
- [22] https://www.ag.ch/de/bvu/umwelt_natur_landschaft/umweltinformationen/boden_2/beobachtung_2/kantonales_bodenbeobachtungsnetz_kabo_2/kantonales_bodenbeobachtungsnetz_kabo_1.jsp
- [23] <http://www.umwelt-zentralschweiz.ch/i4Def.aspx?tabindex=0&tabid=432>

Anhang 1: Übersicht KABO-Standorte

KABO St. Gallen: Standorte Langfristmonitoring (KABO-LFM)

Gruppe	Nr.	Standort-Name	Gemeinde	Nutzung	m.Ü.M.	Höhen-Lage	Haupt-/Nebenstandort	Bodentyp	landw. Nutzungs-intensität	Exposition (Immission)	Standort-Gruppe	Schwermetall-risikogruppe	Belastungs-risiko	Charakterisierung	Besonderheiten	Fazit: Ist-Zustand Schadstoffe	Fazit: Zetreihe	Untersuchungen bisher ausgeführt					Untersuchen gen geplant	
							gem. Konzept 2004	gem. Konzept 2004	gem. Konzept 1994	gem. Konzept 2004	Feinstaub gem. O3/Luft (Jahresmittelw. 2010)	gem. KABO 1 und Konzept 2004	gem. KABO 1		gem. KABO 4	gem. KABO 4	gem. KABO 1	gem. KABO 2	gem. KABO 3	gem. KABO 4-1	gem. KABO 4-2	gem. KABO 5	gem. KABO 6	
bisherige Standorte:																								
A	1	Bernhardzeller Wald	Waldkirch	Wald	785	Hügel	H	H	saure Braunerde		mässig	16 bis 18 µg/m ³	Überwachung	3	ziemlich hoch	SM-Verlagerung aus dem OB, Immobilisierung im UB		deutliche RW-Überschreitung für Istd. Zn	keine Aussage möglich					
A	2	Wilket	Mogelsberg	Wald	1060	Alp	H	H	kolluviale Braunerde		gering	14 bis 16 µg/m ³	Überwachung	3	ziemlich hoch	SM-Verlagerung aus dem OB, Immobilisierung im UB		Stilles Gelände, Bodenversauerung fortgeschritten (pH-Wert 4,3)	deutliche RW-Überschreitung für Istd. Zn	Entwicklung der Gehalte noch nicht beurteilbar, da erst zwei verwertbare Erhebungen vorhanden				
B	3	Hinterwald	Gams	Wald	790	Hügel	H	H	saure Braunerde		gering	12 bis 14 µg/m ³	Überwachung	4	hoch	profilumfassend hohe SM-Löslichkeit		deutliche RW-Überschreitung für Istd. Zn	Zunahme von Cr, Cu und Zn ist vermutet, Cd und Ni stabil, Pb mit unregelmässigen Schwankungen					
B	4	Heumos	Nesslau-Krummenau	Wald	1280	Alp	H	H	saure Braunerde		gering	<=12 µg/m ³	Überwachung	4	hoch	profilumfassend hohe SM-Löslichkeit		deutliche RW-Überschreitung für Istd. Zn, leicht RW-Überschreitung für Istd. Cd	keine Aussage möglich					
A	5	Breitmooswald	Rieden	Wald	1140	Alp	N	H	Burbleigle		gering	12 bis 14 µg/m ³	Überwachung	3	ziemlich hoch	SM-Verlagerung aus dem OB, Immobilisierung im UB		deutliche RW-Überschreitung für Istd. Zn, Istd. Cd beim RW	Zunahme von Pb, Cd, Cu und Zn ist vermutet, Cr und Ni stabil					
D	6	Foren	Schänis	Dauergrünland	414	Tal	N	H	Oley	mittel	mässig	16 bis 18 µg/m ³	Überwachung	2	mässig	Schadstoffanreicherung im OB	Standort aufgrund hohen GW-Standes sehr feucht	Totalgehalt von Cu weist eine leichte RW-Überschreitung auf	Pb, Cd, Cr, Cu, Ni und Zn: Totalgehalte von weisen eine starke Schwankung auf -> derzeit keine Aussagen über Entwicklung möglich					
D	7	Alp Elgeten	Mosnang	Dauergrünland	975	Hügel	N	H	Braunerde-Pseudogley	mittel	gering	14 bis 16 µg/m ³	Referenz	2	mässig	Schadstoffanreicherung im OB	Mittelintensive mit Haldinger gedüngte Alpwirtschaft	Alle Schadstoffgehalte liegen deutlich unter den jeweiligen RW	Cd weist eine Zunahme der Totalgehalte vermutet, die referenzierten Werte steigen kontinuierlich an -> derzeit jedoch keine signifikante Entwicklung erkennbar					
K	8	Hals	Neckental (Nocleiberg)	Dauergrünland	930	Hügel	H	H	Regosol	extensiv	gering	14 bis 16 µg/m ³	Referenz	1	gering	Hintergrundbelastung		keine Messung	keine Aussage					
K	9	Ruhogg	Flums	Dauergrünland	1300	Alp	N	N	pseudogleyige Braunerde	extensiv	gering	<=12 µg/m ³	Überwachung	2	mässig	Schadstoffanreicherung im OB		keine Messung	keine Aussage					
F	10	Alp Gössigen	Nesslau-Krummenau	Dauergrünland	1320	Alp	H	H	saure Braunerde	extensiv	gering	<=12 µg/m ³	Überwachung	4	hoch	profilumfassend hohe SM-Löslichkeit		deutliche RW-Überschreitung für Istd. Zn	Zunahme von Cr tot, vermutet, Cu, Ni, Zn tot, stabil, Pb, Cd und Hg mit unregelmässigen Schwankungen, F mit breitem Vertrauensbereich.					
E	11	Widlegg	Nesslau-Krummenau	Dauergrünland	900	Hügel	H	N	saure Braunerde	mittel	mässig	14 bis 16 µg/m ³	Überwachung	3	ziemlich hoch	SM-Verlagerung aus dem OB, Immobilisierung im UB		Istd. Zn knapp unter dem RW	Abnahme von F, tot, vermutet, Pb, Cr, Cu, Ni, Hg tot, sind stabil, Cd und Zn mit unregelmässigen Schwankungen.					
D	12	Langmatt	Uzwil	Dauergrünland	590	Tal	N	N	Para-braunerde	mittel	mässig	18 bis 20 µg/m ³	Referenz	1	gering	Hintergrundbelastung		Alle Schadstoffgehalte liegen deutlich unter den jeweiligen RW	Abnahme von Cu und Ni tot, vermutet, Pb stabil, Cd, Cr und Zn mit unregelmässigen Schwankungen, systematischer Fehler vermutet.					
D	13	Glausenberg	Schänis	Dauergrünland	715	Hügel	N	N	stark gleyige Kalkbraunerde	extensiv	gering	14 bis 16 µg/m ³	Referenz	2	mässig	Schadstoffanreicherung im OB		Alle Schadstoffgehalte liegen deutlich unter den jeweiligen RW	Abnahme von Pb tot, vermutet, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn mit unregelmässigen Schwankungen, systematischer Fehler vermutet.					
D	14	Riedern	Flawil	Dauergrünland	630	Hügel	N	N	saure Braunerde	intensiv	mässig	16 bis 18 µg/m ³	Referenz	2	mässig	Schadstoffanreicherung im OB	intensive Wieslandnutzung	Alle Schadstoffgehalte liegen deutlich unter den jeweiligen RW	Für Fotogehalt wird Abnahme vermutet, jedoch keine signifikante Entwicklung - Pb, Cd und Hg: Totalgehalte schwanken nur wenig -> werden als stabil beurteilt - Cr, Cu, Ni und Zn: unregelmässige Schwankungen, keine Aussage möglich					
D	15	Sommerswis	Oberbüren	Dauergrünland	495	Tal	H	H	Kalkbraunerde	intensiv	mässig	18 bis 20 µg/m ³	Referenz	2	mässig	Schadstoffanreicherung im OB	Böden flachgründig, extrem nährstoffreicher Untergrund	Alle Schadstoffgehalte liegen deutlich unter den jeweiligen RW	Cu, Zn: für Totalgehalte ist eine Zunahme feststellbar, die referenzierten Werte steigen kontinuierlich an und entwickeln sich signifikant - Pb, Cd, Cr, F, Ni, Hg: Totalgehalte schwanken nur wenig -> werden als stabil beurteilt					
A	53	Nieselberg	Zuzwil	Wald	570	Tal	N	H	saure Braunerde		mässig	18 bis 20 µg/m ³	Überwachung	3	ziemlich hoch	SM-Verlagerung aus dem OB, Immobilisierung im UB		Istd. Zn: deutliche RW-Überschreitung für Istd. Gehalte	Zunahme von Cu und Zn ist vermutet, Pb stabil, Cd, Cr und Zn mit unregelmässigen Schwankungen, systematischer Fehler vermutet.					
H	54	Fürsch	Walenstadt		465	Tal	H	H	Braunerde			16 bis 18 µg/m ³	Überwachung				Landwirtschaftszone mit Rebem (Alter Rebberg > 100 Jahre, Bauzone in der Nähe, IP-Betrieb)	Pb, Cu, Hg: Totalgehalte deutliche RW-Überschreitungen	Erste Erhebung durchgeführt, noch keine Entwicklung auszumachen					
H	55	Aggeren	Sargans		506	Tal	H	H	Braunerde			14 bis 16 µg/m ³	Überwachung				Landwirtschaftszone mit Rebem (Alter Rebberg 10/160 Jahre, Bauzone in der Nähe, IP-Betrieb)	Cu tot, Istd. Hg: Gehalte so hoch, dass sie fast an die SW heranziehen	Erste Erhebung durchgeführt, noch keine Entwicklung auszumachen					
K	58	Rheinhof	Sennwald	Dauergrünland	436	Tal	N	N	stark gleyiger Fluvisol	extensiv	mässig	16 bis 18 µg/m ³	Überwachung	1	gering	Hintergrundbelastung		keine Messung	keine Aussage					
I	70	Stadtspark St. Gallen			660	Tal	H	H	Auffüllung, schwach pseudogleyig, karbonathaltig		gross	18 bis 20 µg/m ³	Überwachung				Stadtpark	Istd. Pb deutlich über dem RW, Istd. Cu knapp unter dem RW	Erste Erhebung durchgeführt, noch keine Entwicklung auszumachen					
I	71	Pädagog HS Rorschach			451	Tal	H	H	Auffüllung, schwach pseudogleyig, karbonathaltig		gross	18 bis 20 µg/m ³	Überwachung				Klostergarten	Istd. Pb deutlich über dem RW, Cu knapp über dem RW, Hg knapp unter dem RW	Erste Erhebung durchgeführt, noch keine Entwicklung auszumachen					
A	75	Todigerhütte	Flums	Wald	1045	Alp	N	H	Braunpodsol		gering	<=12 µg/m ³	Überwachung	3	ziemlich hoch	SM-Verlagerung aus dem OB, Immobilisierung im UB	Ehemaliger Kalkschlag, Holz wurde an Ort verbrannt	Pb, F: Totalgehalle nahe am RW	Entwicklung der Gehalte noch nicht beurteilbar, da erst zwei verwertbare Erhebungen vorhanden					
K	76	Gaspuswald	Pfläfers	Wald	950	Hügel	N	N	Humus-Kalkstein-Reaktion		gering	<=12 µg/m ³	Überwachung	2	mässig	Schadstoffanreicherung im OB	Stilles Gelände	Pb: Totalgehalt deutliche RW-Überschreitung	Entwicklung der Gehalte noch nicht beurteilbar, da erst eine verwertbare Erhebung vorhanden					
G	81	Mooswiese	Gossau	Dauergrünland	640	Hügel	H	H	Braunerde-Pseudogley	mittel	gross	18 bis 20 µg/m ³	Überwachung				Schadstoffanreicherung im OB	Pb kann über dem RW	Cd, F, Hg tot, sind stabil, Pb, Cr, Cu, Ni und F mit unregelmässigen Schwankungen, systematische Fehler vermutet					
G	82	Grünfelse	Rapperswil-Jona	Dauergrünland	420	Tal	N	H	Braunerde	mittel	gross	18 bis 20 µg/m ³	Überwachung	2	mässig	Schadstoffanreicherung im OB		Istd. Pb und Istd. Cu deutlich über dem RW	F tot, ist stabil, Pb, Cd, Cr, Ni, Hg, Zn mit unregelmässigen Schwankungen, systematische Fehler vermutet.					
D	93	Deigg "Moschi"	Eschenbach	Dauergrünland	580	Tal	N	N	Braunerde	mittel	mässig	16 bis 18 µg/m ³	Referenz	2	mässig	Schadstoffanreicherung im OB		Alle Schadstoffgehalte liegen deutlich unter den jeweiligen RW	Pb, Cd, Cr, F, Cu, Hg, Zn sind stabil, Ni mit unregelmässigen Schwankungen, Hinweis auf systematische Fehler, die aber ausser bei Ni für die Beurteilung nicht hinderlich sind.					
D	94	Wies	Hemberg	Dauergrünland	800	Hügel	N	H	Braunerde-Gley	mittel	gering	14 bis 16 µg/m ³	Referenz	1	gering	Hintergrundbelastung	Starke Population des Schwarzkopfs Regenwurms	Alle Schadstoffgehalte liegen deutlich unter den jeweiligen RW	Cr, Cu, Zn: Totalgehalle Zunahme feststellbar, die referenzierten Werte steigen kontinuierlich an und entwickeln sich signifikant					
D	95	Hohlfist	Waldkirch	Dauergrünland	810	Hügel	N	N	schwach gleyige Braunerde	intensiv	mässig	16 bis 18 µg/m ³	Referenz	2	mässig	Schadstoffanreicherung im OB	Zemlich stilles Gelände	Alle Schadstoffgehalte liegen deutlich unter den jeweiligen RW	Cd: Zunahme des Totalgebhalts vermutet, die ref. Werte steigen nicht kontinuierlich an, derzeit keine signifikante Entwicklung erkennbar					
C	174	Lisis/Vogeltri	Walenstadt	Dauergrünland	1160	Alp	H	N	schwach gleyige Braunerde	extensiv	gering	<=12 µg/m ³	Überwachung	2	mässig	Schadstoffanreicherung im OB		Istd. F deutlich über dem RW, alle übrigen Schadstoffgehalte liegen deutlich unter den jeweiligen RW	Pb: Totalgebhalte schwanken kaum, werden als stabil beurteilt - Cd, Cr, Cu, Ni, Zn: weisen unregelmässige Schwankungen auf, keine Aussage zur Entwicklung möglich					

zusätzliche Standorte:																							
D		Stadttrand	Buchs	Dauergrünland		Tal	H	H		mittel	gross		Überwachung										
L		evtl. zusätzliche Standorte		Dauergrünland																			
		Summen																					

Legende

- Standort aktiv aber nicht beprobt
- Standort aktiv und beprobt (Flächenmischprobe)
- Standort aktiv und beprobt (Flächenmischprobe und Profiltrube)
- nur Beprobung Profiltrube
- nur Flächenmischproben

Anhang 2: Analysenprogramm Flächenmischproben (Parameter)

Bezeichnung Parameter	Anlaysenprogramm Flächenmischproben	Referenzierung?
pH (CaCl ₂)	X	Ja jedoch schwierig zu interpretieren
Ton	-	Nein
Schluff	-	Nein
Sand	-	Nein
Cd	X	Ja
Cr	X	Ja
Cu	X	Ja
Hg	X	Ja
Pb	X	Ja
Ni	X	Ja
Zn	X	Ja
F	-	Ja
Cd löslich	X	Ja jedoch schwierig zu interpretieren
Cu löslich	X	Ja jedoch schwierig zu interpretieren
Zn löslich	X	Ja jedoch schwierig zu interpretieren
Ca ²⁺	-	Nein
Mg ²⁺	-	Nein
K ⁺	-	Nein
Na ⁺	-	Nein
Al ³⁺	-	Nein
H ⁺	-	Nein
BC/Al-Verhältnis	-	Nein
KAK_eff	-	Nein
Basensättigung	-	Nein
N_tot	-	Nein
C_org	-	möglich
C_tot	-	möglich
C/N	-	Nein
Kalkgehalt (CaCO ₃)	-	Nein
PAK	(X)*	möglich
BaP	(X)*	möglich
PCB	(X)*	möglich
Mo	-	möglich
Ni löslich	-	möglich
Nährstoffgehalte nach ÖLN (als Dienstleistung für die Bewirtschafter)	(X)*	Nein

* Nur bei einzelnen Standorten