

Zukunft der Kantonalen Bodenüberwachung Schaffhausen

Erarbeitung eines Konzeptvorschlages für das KABO-2019

Dezember 2017

 **INTERKANTONALES LABOR**

LEBENSMITTELKONTROLLE APPENZELL AUSSERRHODEN APPENZELL INNERRHODEN GLARUS SCHAFFHAUSEN
UMWELTSCHUTZ SCHAFFHAUSEN

Praktikumsbericht von Noëmi Brom

Projektleitung: Iwan Stössel

Betreuung: Iwan Stössel und Janine Sägesser

Probenahme: Janine Sägesser und Noëmi Brom

Analytik: Arcadis

Betreuung ETH Zürich: Nina Buchmann

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	iii
1 Einleitung.....	1
1.1 Ziel und Aufgabe.....	1
1.2 Gesetzliche Grundlage	1
1.3 KABO Konzept 1989 bis 2009 in SH	2
1.3.1 Bisherige Fragestellung und Vorgehen	2
1.3.2 Problematik der bisherigen Fragestellung	3
2 Kantonale Bodenüberwachung in der Schweiz	5
2.1 Stand KABO in anderen Kantonen.....	5
2.2 Stand im Ausland.....	8
2.3 Schlussfolgerung.....	9
3 Vorschlag KABO-Konzept 2019	9
3.1 Themenspezifische Untersuchungen	9
3.2 Themenauswahl	10
3.2.1 Priorisierung der Themen.....	13
3.3 Pilotuntersuchung Kinderspielplätze.....	16
3.3.1 Probenahme und Standortbeschreibung	16
3.3.2 Resultate	18
3.3.3 Schlussfolgerung.....	20
4 Weiteres Vorgehen	21
Literaturverzeichnis	22

Zusammenfassung

Das Instrument der Kantonalen Bodenbeobachtung (KABO) wird im Kanton Schaffhausen seit 1989 eingesetzt, um den Auftrag des Bundes zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit zu erfüllen. Das dem KABO zugrundeliegende Konzept fokussierte sich bisher auf die diffuse Belastung mit Schwermetallen der Böden im Kanton. An 19 Emittenten-fernen Standorten (z.B. kein direkter Strassenkontakt), die über den ganzen Kanton verteilt sind und die wichtigsten Bewirtschaftungsformen repräsentieren, wurden alle 10 Jahre die benötigten Bodenproben entnommen und analysiert.

Die drei bisherigen Messkampagnen zeigen weder signifikante Veränderungen der Schwermetallgehalte noch des Boden-pHs. Somit ist fraglich, ob die auf 2019 angesetzte Messkampagne mit der gleichen Fragestellung durchgeführt werden soll. Dieser Frage geht der vorliegende Bericht nach.

Neben einer Analyse und Zusammenfassung des Standes der kantonalen Bodenbeobachtung in anderen Kantonen und der Bodenüberwachungsnetze ausserhalb der Schweiz wird ein überarbeitetes Konzept für die Messkampagne 2019 und folgende vorgestellt. Dieses sieht einen Wechsel von einem Dauerüberwachungsnetz zu themenspezifischen Untersuchungen vor.

1 Einleitung

1.1 Ziel und Aufgabe

Boden erfüllt vielfältige Aufgaben für Mensch, Tier und Pflanzen. Er ist unentbehrliche Grundlage für den Ackerbau, zur Gewinnung von Baustoff, als Wasserspeicher, als Basis für Wohnen und Freizeit, als Lagerstätte für Abfall jeglicher Art und für vieles mehr. Der Boden wird durch all diese Tätigkeiten nicht nur genutzt sondern auch verbraucht oder gar zerstört. Es ist somit nötig, den Boden vor negativen Einflüssen von aussen zu schützen, damit die Bodenfruchtbarkeit langfristig erhalten werden kann. In der Schweiz wird fruchtbarer Boden in der Verordnung über Belastungen des Bodens (Art. 2 VBBo, SR 814.12) [1] wie folgt definiert: Der Boden weist eine biologisch aktive Lebensgemeinschaft, standorttypische Bodenstruktur, Aufbau und Mächtigkeit sowie eine ungestörte Abbaufähigkeit auf. Pflanzen und Pflanzengemeinschaften, natürliche sowie vom Menschen beeinflusste, können auf dem Boden ungestört wachsen, sich entwickeln und ihre charakteristischen Eigenschaften werden nicht beeinträchtigt. Weiter weisen die pflanzlichen Erzeugnisse eine gute Qualität auf und gefährden weder die menschliche noch die tierische Gesundheit. Zuletzt darf von der direkten Aufnahme durch Mensch oder Tier keine Gefährdung ausgehen.

Faktoren, die zu einer Verminderung der Bodenfruchtbarkeit führen können, sind chemischer (stoffliche Belastung), physikalischer (mechanische Belastung, Flächenverbrauch) oder biologischer Natur [2]. Zur Überwachung und Beurteilung der anthropogenen Belastung der Böden und somit der Erhaltung der langfristigen Bodenfruchtbarkeit in der Schweiz existieren zwei Werkzeuge; das nationale Bodenbeobachtungsnetz (NABO) und in gewissen Kantonen das kantonale Bodenbeobachtungsnetz (KABO). Die kontinuierlichen Beobachtungen auf beiden Ebenen dienen als Frühwarnsystem und ermöglichen, frühzeitig Veränderungen und Trends in der Schadstoffbelastung zu erkennen und gegebenenfalls Massnahmen zum Schutz des Bodens einzuleiten.

Nach mehr als 28 Jahren seit Erstellung des Konzepts zur Kantonalen Bodenüberwachung in Schaffhausen soll dieses überdacht und den heutigen Problemen und Fragestellungen im Bereich Bodenschutz angepasst werden. Nachfolgend wird das alte Konzept, die Grundlagen der Überarbeitung sowie ein Vorschlag für ein neues KABO-Konzept vorgestellt.

1.2 Gesetzliche Grundlage

Die gesetzliche Grundlage für das NABO und das KABO bildet die Verordnung über Belastung des Bodens (VBBo) [1]. Diese ging aus der Verordnung über Schadstoffe in Böden (VSBo), die seit 1986 in Kraft war, hervor und ersetzte diese im Jahr 1998.

Das Beobachtungsnetz des Bundes wird durch das Bundesamt für Umwelt (BAFU) in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) betrieben [3]. Die gesetzliche Legitimation dafür findet sich im Art. 3 der VBBo. Über die Ergebnisse werden die Kantone vom BAFU informiert und letzteres veröffentlicht diese ebenfalls.

Die Beobachtung der Bodenbelastung durch die Kantone basiert auf Art. 4 der VBBo. Dieser verpflichtet die Kantone, Gebiete, bei denen feststeht oder zu erwarten ist, dass Belastungen im Boden vorliegen, die die Bodenfruchtbarkeit gefährden, zu überwachen. Die Ergebnisse der Beobachtungen werden dem BAFU mitgeteilt und veröffentlicht.

Es gibt keine gesetzlichen Vorgaben, weder in der VBBo noch in anderen Rechtsgrundlagen, bezüglich dem Aufbau und Umfang der kantonal ausgeführten Bodenüberwachungen. Die Ausgestaltung liegt im Ermessen der einzelnen Kantone. So wurden seit den 1980er Jahren bis heute nur in 17 Kantonen KABOs durchgeführt (mehr dazu in Kapitel 2.1).

Die Beurteilung der Belastungen der Böden (Richt-, Prüf-, und Sanierungswert) und die zu ergreifenden Massnahmen (Ursachenermittlung und Eindämmung, Nutzungseinschränkungen, Nutzungsverbote) werden in den Art. 8-10 der VBBo [1] beschrieben.

1.3 KABO Konzept 1989 bis 2009 in SH

1.3.1 Bisherige Fragestellung und Vorgehen

Im Rahmen der Erstbeprobung (KABO1) im Jahr 1989 wurden 19 Standorte im Kanton Schaffhausen ausgewählt. Diese über den ganzen Kanton verteilten Standorte sollten die wichtigsten Nutzungsarten (Ackerflächen, Dauerwiesen, Rebberge und Waldflächen) repräsentieren. Weiter sollten die Flächen nicht in der Nähe von Emissionsquellen liegen [4]. Damit sollte sichergestellt werden, dass nur die Anreicherung von Schwermetallen aus der Luft (diffuse Einträge), und nicht direkte Einträge in die Böden überwacht werden. Eine Ausnahme davon bilden die Rebberge, die durch den Einsatz von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln bereits bei Beginn der Überwachung bis zu einem gewissen Grad mit Kupfer (Cu) belastet waren. Zusätzlich wurde an allen Standorten der pH bestimmt. Dieser ist für das Verhalten und die Mobilität der Schwermetalle im Boden essentiell [5].

Die untersuchten Schwermetalle Blei (Pb), Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Quecksilber (Hg), Zink (Zn) und Cobalt (Co) sind bis auf Letzteres in der VBBo aufgelistet und sind somit rechtsrelevant. Aufgrund dessen, dass die Deposition aus der Luft im Vordergrund steht und nicht die Risikoabschätzung, wurden ab der zweiten Beprobung (KABO2) [6] nur noch die Totalgehalte der Schwermetalle bestimmt. Auf die Erhebung der löslichen Gehalte wurde in den nachfolgenden Beprobungsdurchgängen verzichtet. Dies hatte wohl auch einen Zusammenhang mit der Umstellung von der VSBo zur VBBo, die zwischen der ersten und der zweiten Beprobung stattfand. Weiter wurden nach der ersten Beprobung (KABO1) die Unterbodenbeprobungen und Profilgrabungen weggelassen [7].

Durch die Beprobung derselben Standorte, in der jeweils selben Jahreszeit, im Zehnjahresrhythmus sollte die Schwermetallbelastung langfristig überwacht und allfällige Trends über die Zeitreihen sichtbar gemacht werden. Die drei bis jetzt durchgeführten Beprobungen (KABO1 1989, KABO2 1999, KABO3 2009) ermöglichen trotz der eher kleinen Daten- und Zeitreihe erste Schlüsse über die Entwicklung der diffusen Schwermetallbelastung der Schaffhauser Böden und dienen als Referenzwerte der Hintergrundbelastung.

1.3.2 Problematik der bisherigen Fragestellung

Die Problematik des diffusen Eintrags von Schwermetallen, die der bisherigen Fragestellung des KABO Schaffhausen zugrunde liegt, war in den 80er Jahren durchaus aktuell. Es stellt sich jedoch die Frage, inwieweit der diffuse Eintrag von Schwermetallen in die Schaffhauser Böden heutzutage noch relevant ist oder ob es nicht grössere Bedrohungen für die Bodenfruchtbarkeit gibt. Die Untersuchungen der diffusen Schwermetallbelastungen fallen in den Bereich der Hintergrundbelastungen und somit eigentlich in den Zuständigkeitsbereich des NABO. Somit kann man sich die Frage stellen, ob die Fragestellung des KABO-SH den Auftrag der Überwachung der gefährdeten Standorte überhaupt erfüllt.

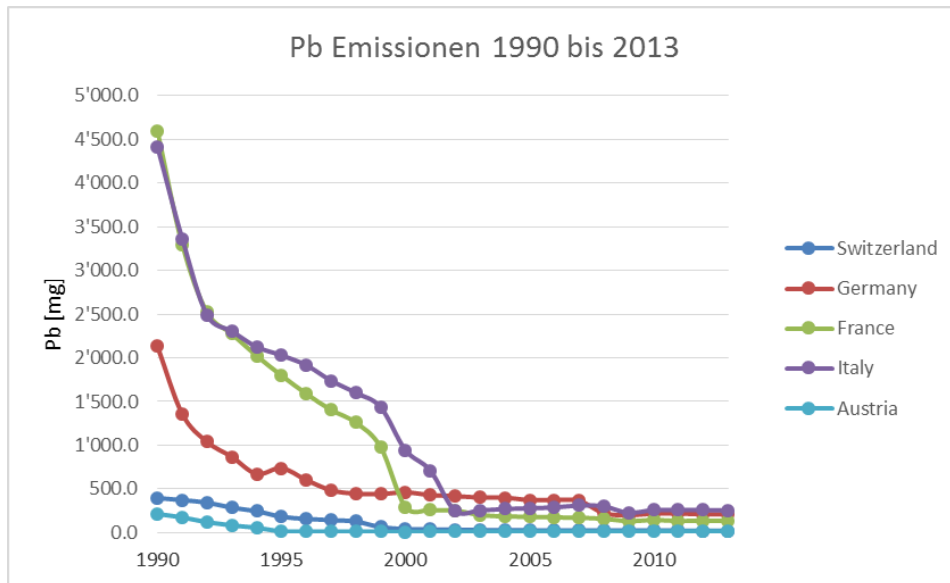


Abbildung 1: Rückgang der Bleiemissionen in der Schweiz und den europäischen Nachbarländern zwischen 1990 und 2013 als Indikator für die gesamthafte Abnahme [27]

Europaweit konnten über die letzten zwei Jahrzehnte die anthropogenen Schwermetallemissionen um 60%, teils sogar bis zu 90% gesenkt werden [8]. Dieser Rückgang ist hauptsächlich durch den Einsatz von Filteranlagen, allgemein besseren Produktionstechnologien und den geringeren Verbrauch von Energie aus Kohle zu erklären. Auch in der Schweiz konnten die Schwermetallbelastungen der Luft deutlich gesenkt werden (Abb. 1). Dies zeigt ganz klar, dass die Massnahmen zur Reduktion und die strengere Umweltgesetzgebung in Hinblick auf Schwermetallemissionen erfolgreich waren. Aufgrund dieser Trends kann angenommen werden, dass der Schwermetalleintrag in die Böden über die Luft in den letzten Jahrzehnten ebenfalls stetig abgenommen hat [9]. Diese These wird unterstützt durch die Abnahme der gemessenen Schwermetallkonzentration in Moospflanzen in der Schweiz (Abb.2) [10].

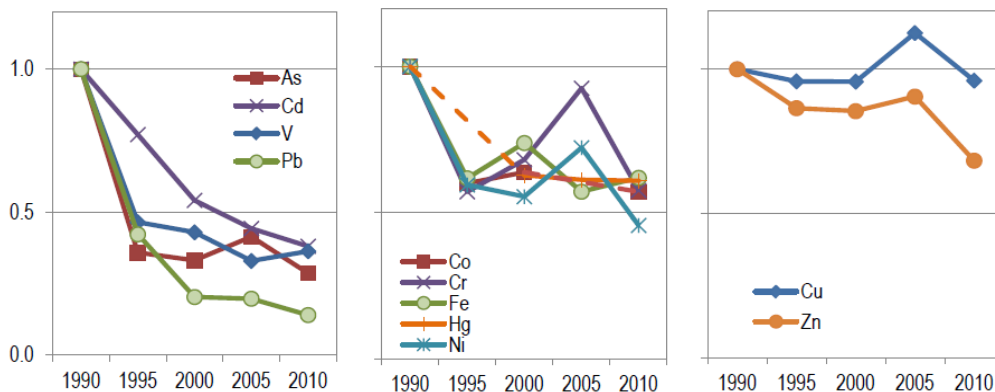


Abbildung 2: Rückgang (normierte Werte) der Schwermetallkonzentrationen in Schweizer Moosen [10]

Die Analysen der Zeitreihen der letzten 20 Jahre für den totalen Schwermetallgehalt der drei Beprobungsdurchgänge in Schaffhausen weisen keine signifikanten Veränderungen auf (Abb. 3). Der Eintrag von Schwermetallen war somit annähernd gleich gross wie die Auswaschung und der Verlust durch Erosion. Weiter konnte auch keine Versauerung der Böden festgestellt werden; somit sollten die Schwermetalle auch grösstenteils an die Bodenpartikel gebunden sein und keine grosse Gefahr für die Bodenfruchtbarkeit darstellen [7].

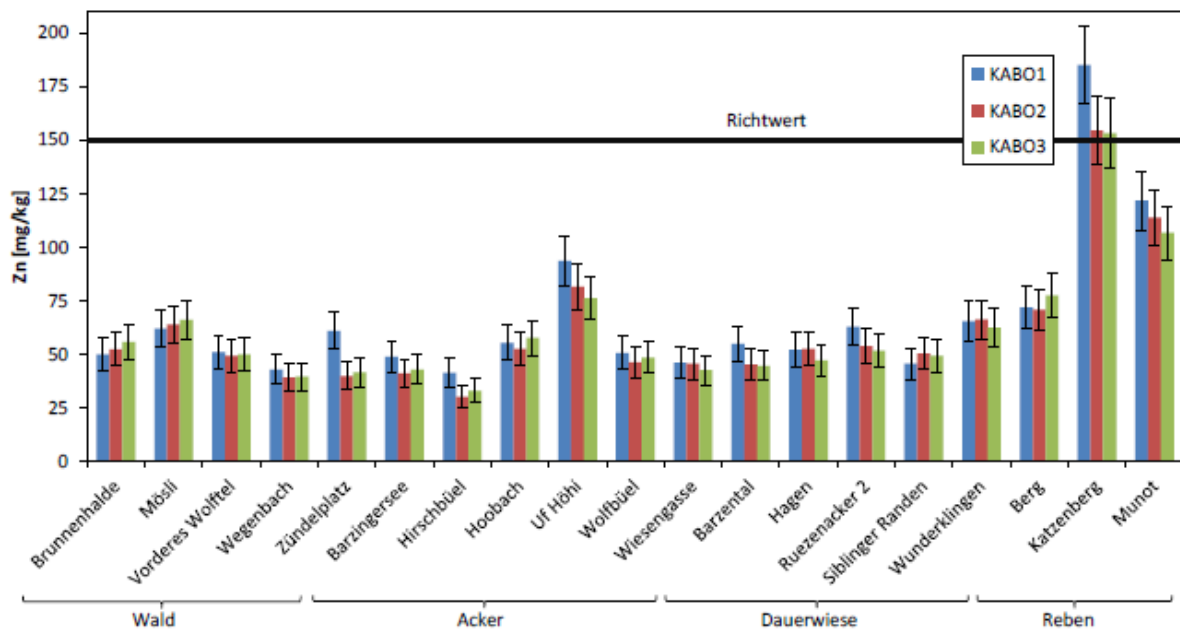


Abbildung 3: Entwicklung der Totalgehalte [mg/kg] von Zn an den 19 Standorten in chronologischer Reihenfolge (KABO1, KABO2, KABO3) [7]

Ein ähnliches Bild zeigt sich in den Messungen des NABO. In der Messperiode von 1985 bis 2009 nahmen die Totalgehalte für alle untersuchten Schwermetalle ab oder blieben konstant. Ausnahmen von diesem Trend bildeten nur die beiden Schwermetalle Zn und Cu. Diese Zunahme ist aber nicht auf den Eintrag durch die Luft sondern auf punktuelle Quellen wie zum Beispiel Einsatz von Mineral- und Hofdünger und Pflanzenschutzmittel zurückzuführen [3]. Die Zunahme dieser beiden Metalle ist in den Zeitreihen des KABO SH aufgrund der Standortwahl und/oder einer geringeren Belastung/Verwendung der Gülle mit Schwermetallen nicht zu erkennen (Abb. 3) [7]. Im aktuellen Beprobungszyklus, der 2021 endet, wird im NABO-Programm auf die Erhebung der Schwermetallgehalte verzichtet. Die Ausnahme bildet die Erhebung der Cu- und Zn-Gehalte an stark gefährdeten Standorten wie intensiv genutzte Weideflächen und Dauerwiesen. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass die Schwermetallgehalte zu einem späteren Zeitpunkt wieder in das Messprogramm aufgenommen werden. Momentan liegt der Fokus jedoch auf der Untersuchung der Pflanzenschutzmittel im Boden. (R.G. Meuli, persönliche Kommunikation, 19. April 2017)

Es gibt keine Verdachtsmomente, die darauf hinweisen würden, dass in den nächsten Jahren die Schwermetallemissionen und somit auch die Schwermetalleinträge in den Boden wieder ansteigen werden. Zusammen mit den Erkenntnissen aus den drei KABO-Durchgängen ist eine Überarbeitung der Fragestellung und des Vorgehens beim KABO SH angebracht.

2 Kantonale Bodenüberwachung in der Schweiz

2.1 Stand KABO in anderen Kantonen

Der Auftrag der Bodenüberwachung aus der VBBo wird in den einzelnen Kantonen mit unterschiedlichen Schwerpunkten ausgeführt. Nachfolgend wird das Vorgehen von verschiedenen Kantonen mit einem KABO und einem Kanton ohne KABO beschrieben. Die Auflistung ist nicht vollständig. Die nachfolgenden Informationen stammen einerseits aus den persönlichen Gesprächen mit den KABO-Verantwortlichen der jeweiligen Kantone, andererseits aus Material, das mir von den KABO-Verantwortlichen zur Verfügung gestellt wurde.

Zürich

Der Kanton Zürich betreibt seit 1995 mit insgesamt rund 700 Standorten das dichteste Bodenüberwachungsnetz der Schweiz [11]. Die Standorte werden in die drei Standortkategorien Haupt- (~50), Neben- (~450) und Immissionsstandorte (~200) unterteilt [12]. Das Netz bildet die wichtigsten Nutzungsformen Acker, Dauergrünland und Wald (Misch-, Laub- sowie Nadelwald) ab, beinhaltet aber auch Spezialstandorte wie Böschungen, Rasen, Schrebergärten und Rebberge. Die Haupt- und Nebenstandorte umfassen zwei Klimastufen (warm und trocken / kalt und feucht) sowie drei geologische Ausgangsmaterialien (Molasse, Moräne und Schotter). Das Beprobungsintervall beträgt in der Regel fünf Jahre. Zurzeit läuft die fünfte Beprobungskampagne (Überwachungsperiode) der Standorte. Es ist geplant, 2020 den sechsten Zyklus zu beginnen. (U. Gasser, persönliche Kommunikation, 27. März 2017)

Die reguläre Beprobung umfasst jeweils 2-3 Oberbodenmischproben (0-20 cm) und eine Unterbodenmischprobe (40-60 cm). Diese Proben werden mit einem Hohlmeissel durch je 25 Einstiche entnommen. Die beprobte Fläche beträgt im Landwirtschaftsgebiet 10x10 m² und im Wald 20x20 m². Ausserdem werden pro Standort 1-3 Bürgerzylinderproben gewonnen. In der ersten Überwachungsperiode wurden auf den Hauptstandorten je drei Bodenprofile erstellt, beschrieben, beprobt und untersucht. (U. Gasser, persönliche Kommunikation, 27. März 2017)

In jedem Zyklus werden die Stoffgehalte von Schwermetallen sowie einige Bodenkenngrössen bestimmt. Aus Kostengründen erfolgt die Analyse der Bodenproben nicht «flächendeckend», sondern themenspezifisch. Seit 2011 wird jeweils auch die Lagerungsdichte des Oberbodens bestimmt. Von ausgewählten Standorten liegen auch Daten zu den Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) vor. PAK wurden jedoch nicht in jeder Überwachungsperiode bestimmt. Für Hauptstandorte werden zusätzlich noch Informationen zur Bewirtschaftung erhoben, in der Landwirtschaft jährlich und in der Forstwirtschaft alle 5 Jahre. Diese Informationen thematisieren u.a. die Düngung, den Pflanzenschutz sowie die Bodenbearbeitung und werden vom Bewirtschafter erhoben und der Fachstelle Bodenschutz gemeldet. Die Analytik (Nasschemie sowie XRF) der Proben wird soweit als möglich im Labor der Fachstelle Bodenschutz durchgeführt. Nasschemische Untersuchungen werden allerdings in der Regel an externe Labors vergeben. (U. Gasser, persönliche Kommunikation, 27. März 2017)

Das Konzept des KABO ZH ist seit Beginn in den Grundsätzen nicht verändert worden. Es sind einige Standorte verloren gegangen und teilweise ersetzt worden. Weiter wurden die Beprobung des Unterbodens leicht verändert und die Anzahl der Proben auf den Nebenstandorten reduziert. Der Kanton Zürich setzt auf Kontinuität der Messungen und konzentriert sich auf die Verbesserung der Methodik und Analytik des KABO. Aktuell ist keine Überarbeitung des Konzeptes geplant. (U. Gasser, persönliche Kommunikation, 27. März 2017)

Freiburg

Das FRIBO, die Bodendauerüberwachung des Kantons Freiburg, ist das älteste und ausführlichste Messnetz der Schweiz. Zu den seit 1986 untersuchten 250 landwirtschaftlichen Standorten (Acker, Dauerwiesen und Alpweiden) kamen zwischen 2004/06 noch 53 städtische Standorte (Spielplätze, Dauerwiesen, Grünflächen und Familiengärten) sowie 14 Waldstandorte. Die landwirtschaftlichen Standorte werden im Fünfjahresrhythmus beprobt. Somit wurde 2011 der fünfte Zyklus abgeschlossen und der sechste wird bald abgeschlossen. Zwischen der ersten und zweiten Beprobung der urbanen Standorte liegen drei Jahre, die Waldstandorte wurden erst einmal analysiert. [13]

Auf den landwirtschaftlich genutzten Standorten werden neben den anorganischen und organischen (PAK/PCB) Schadstoffen auch die Nährstoffgehalte und mikrobiologische Parameter bestimmt sowie Daten zu den Fruchtfolgen gesammelt. Die städtischen und Waldstandorte werden auf weniger Parameter hin analysiert. Die grosse Anzahl an untersuchten Parametern in der Landwirtschaft lässt sich dadurch erklären, dass die Daten für die fundierte Beratung der Landwirte sowie für die Überprüfung der schweizerischen Düngerempfehlung verwendet werden. [11]

Der Kanton Freiburg setzt stark auf die Entwicklung der mikrobiologischen Untersuchungen und deren Inkorporation in das FRIBO-Messnetz. Bis zum jetzigen Zeitpunkt werden im Rahmen des FRIBO die mikrobielle Biomasse (ATP-Methode) und Aktivität (Kohlenstoffmineralisierung) bestimmt. Es werden an ausgewählten Standorten auch Mykorrhizauntersuchungen in Zusammenarbeit mit der WSL durchgeführt. Weiter sind Gensequenzierungen in Planung, die unter Umständen bessere Daten und Aussagen über die Bodenqualität ermöglichen als die mikrobielle Biomasse. Alle Anstrengungen in diesem Bereich werden selbständig betrieben und nicht im Rahmen des MIP-Projektes (Mykorrhiza-Infektionspotential) oder des KABO-MiDiBo-Projektes (Mikrobielle Diversität in Böden des KABO-Netzes), die beide im Rahmen vom KABO- oder NABO-Messnetz untersucht werden. Weiter wurde in einem Pilotprojekt auf 12 Flächen mittels des von der HEPIA entwickelten Tools STRUDEL die Bodenverdichtung untersucht. Die Ergebnisse sind methodisch vielversprechend und die Untersuchungen werden nun auf mehr Standorte ausgeweitet. (A. Von Niederhäusern, persönliche Kommunikation, 4. April 2017)

Eine Revision des FRIBO-Konzeptes ist neben der eventuellen Aufnahmen von neuen Parametern (Verdichtung, Mykorrhiza) nicht geplant. (A. Von Niederhäusern, persönliche Kommunikation, 4. April 2017)

Bern

Das KABO-Messnetz Bern deckt seit 1994 mit seinen 19 Standorten ausschliesslich landwirtschaftliche Bodennutzungen ab. Der Schwerpunkt bei den Erhebungen liegt bei bodenphysikalischen Untersuchungen zur Bestimmung des Ausmasses der Bodenverdichtung. Bern ist der einzige Kanton, der solch ausführliche Daten zu bodenphysikalischen Kennwerten liefert. Die dritte Beprobung ist abgeschlossen. Das Monitoring der Waldböden liegt im Aufgabenbereich des Institutes für Angewandte Pflanzenbiologie (IAP) und des Amtes für Wald (KAWA). Es wird hier nicht genauer auf diese eingegangen. [14]

Neben den physikalischen Parametern werden ebenfalls die Schadstoffgehalte, anorganisch und organisch, und gewisse Nährstoffe sowie die üblichen Bodenkennwerte in jeder Erhebung untersucht. Weiter werden im Rahmen der biologischen Untersuchungen die Biomasse und grobe Artzusammensetzung der Regenwürmer, die mikrobielle Biomasse (FEM) und Aktivität (Kohlenstoffmineralisierung) regelmässig untersucht. Im dritten Zyklus wurde auch die Mykorrhizadiversität untersucht, diese Analytik wird jedoch wegen der geringen Aussagekraft auf landwirtschaftlichen Flächen nicht weiter geführt. Diese Untersuchungen wurden im Rahmen des MIP- und MiDiBo-Projekts durchgeführt. [14]

Auch der Kanton Bern setzt auf Kontinuität und plant keine Revision des KABO-Konzeptes. Einzig die statistischen Auswertungen sollen in Zukunft verbessert und ausgeweitet werden. (A. Chervet, persönliche Kommunikation, 3. April 2017)

Graubünden

Der Kanton Graubünden stellt die chemische Belastung, vor allem die Überwachung der Schwermetallbelastung, in den Vordergrund des KABO. Die Beprobung fand erstmals 1990 statt und wurde seither im Fünfjahresrhythmus wiederholt. Das Bodenüberwachungsnetz umfasst insgesamt 89 Standorte, die sich auf 45 regionale, 39 Variations- und 5 Immissions-Standorte aufteilt. Somit sollten alle Nutzungsformen und Höhenlagen abgedeckt werden. Die fünfte Beprobung ist momentan in der Erhebungsphase. [15]

Neben den Schwermetallkonzentrationen (Total- und lösliche Gehalte) werden gewisse bodenphysikalische (Korngrösse, Raumgewicht und Lagerungsdichte) und mikrobiologische (Biomasse und Aktivität) Parameter sowie die üblichen Bodenkennwerte bestimmt [15]. Die organischen Schadstoffe PAK und PCB wurden 1995 einmalig erhoben. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass diese in einigen Jahrzehnten nochmals untersucht werden. (E. Bräm, persönliche Kommunikation, 5. April 2017)

Das KABO-Konzept Graubünden wurde bereits mehrmals überarbeitet. Nach der vierten Beprobung wurden sämtliche bisherigen Daten durch ein externes Büro analysiert und die Standorte in unterschiedliche Prioritätsklassen unterteilt. Aufgrund dieser Beurteilung werden ab der fünften Beprobung nicht mehr alle Standorte untersucht, sondern nur noch solche mit hoher Relevanz. Dies ermöglicht es, stark gefährdete Standorte in einem engeren Intervall zu beproben und somit ein besseres Verständnis respektive bessere Massnahmen zu entwickeln. In regelmässigen, aber längeren Intervallen sollten wieder alle 89 Standorte beprobt werden. Dies wäre im Jahr 2020 wieder der Fall. (E. Bräm, persönliche Kommunikation, 5. April 2017)

St. Gallen

Das KABO St. Gallen, bestehend seit 1990, umfasst 25 Dauerstandorte, welche wie im Kanton Zürich in Haupt- und Nebenstandorte unterteilt werden. Seit 2015, der vierten Beprobungsrunde, werden die Nebenstandorte alle 10 Jahre und die Hauptstandorte alle fünf Jahre beprobt. Die Standorte sind repräsentativ für die Bodennutzungsarten, Geographie und Höhenlagen des Kantons St. Gallen und fokussieren sich auf bereits belastete oder gefährdete Böden. Zusätzlich führt der Kanton noch Spezial-Untersuchungen (KABO-SPEZ) durch, in denen einmalig spezifische Bodenthemen untersucht werden. [16]

Im Rahmen des Bodenüberwachungsnetzes wird die Schwermetallbelastung und an ausgewählten Standorten auch die PAK-Belastung untersucht. Aus bodenphysikalischer Sicht werden die Lagerungsdichte sowie die Porenvolumenklassen bestimmt. Weiter sind bodenbiologische Untersuchungen im Konzept vorgesehen, diese wurden bis jetzt jedoch noch nicht umgesetzt. [16]

Das St. Galler KABO-Konzept wird nach jedem Beprobungszyklus evaluiert und überarbeitet. 2004 fand die erste grössere Überarbeitung des KABO statt. Es wurden neue Standorte, ein längeres Beprobungsintervall (alle 10 Jahre), die Einteilung in Haupt- und Nebenstandorte, Spezialkampagnen sowie bodenbiologische Parameter in das Konzept aufgenommen [17]. In der letzten Revision des Konzeptes wurde vor allem die statistische Auswertung und Referenzierung verbessert. Weiter wird grosses Bestreben in die Qualitätssicherung der Messungen/Untersuchungen gesteckt. In diesem Rahmen wird das erste KABO-Handbuch erarbeitet. (D. Marugg, persönliche Kommunikation, 6. April 2017)

Zentralschweiz (Luzern, Nid- und Obwalden, Zug, Schwyz, Uri)

Das KABO Zentralschweiz ist das jüngste Bodenüberwachungsmessnetz der Schweiz. Die ersten Untersuchungen wurden im Jahr 2010 durchgeführt. Das Konzept unterscheidet sich stark von den anderen Kantonen. Es sieht vor allem themenspezifische Untersuchungen vor. Langzeitüberwachungen von festen Standorten sind nur vorgesehen, falls die Überwachungsbedürftigkeit eindeutig nachgewiesen werden konnte. Das Konzept ist nicht zeitlich ausgelegt, es gibt somit keine festen Intervalle zwischen den einzelnen Beprobungskampagnen. Bis jetzt wurden drei themenspezifische Untersuchungen zu Bodenverdichtung, Waldbodenversauerung und Rekultivierungen realisiert. Weiter wurden 2015 acht Standorte, die über die Kantone Luzern, Uri, Schwyz sowie Nid- und Obwalden verteilt sind, in das Walddauerbeobachtungsprogramm des Institutes für Angewandte Pflanzenbiologie integriert. Dies ist momentan das einzige langfristige Monitoring im KABO ZCH. (D. Widmer, persönliche Kommunikation, 18. April 2017)

Zurzeit steht eine Standortbestimmung des KABO ZCH durch ein externes Büro an. Ziel ist es, die Themen für die nächsten themenspezifischen Untersuchungen festzulegen. Eine Überarbeitung des Konzeptes steht nicht an. (D. Widmer, persönliche Kommunikation, 18. April 2017)

Thurgau

Der Kanton Thurgau führt bis anhin kein KABO durch. Dieser Entscheid wurde vom Kanton bis heute nicht überholt. Das Vorgehen zur Bodenüberwachung ist im Bodenvollzugskonzept von 2012 beschrieben [18].

1992 wurden im Rahmen der Erarbeitung des ersten Bodenvollzugskonzepts gefährdete Standorte identifiziert, in jeweiligen themenspezifischen Beprobungskampagnen untersucht und die Proben archiviert. 1996/97 wurde der restliche Kanton mittels eines groben Rasters auf die Schwermetallbelastung beprobt. Seither wird die Bodenfruchtbarkeit kantonsweit mit der Überwachung der Schwermetallgehalte in Moosgeweben sichergestellt, parallel zu den Untersuchungen des NABEL [9]. Leider können mittels dieser Analysen keine Standorte mit erhöhtem Gefährdungspotential ausgeschieden werden. Zusätzlich werden in der näheren Umgebung der 1992 erbauten KVA Weinfeldern im Fünfjahresrhythmus Bodenuntersuchungen durchgeführt. Diese werden jedoch von der KVA selbst organisiert und durchgeführt. (A. Kayser, persönliche Kommunikation, 11. April 2017)

Alle 14'000 bisher untersuchten Proben sind in der Bodenschutzfachstelle gelagert. Falls in Zukunft ein KABO-Thurgau ins Leben gerufen wird, stehen Referenzwerte respektive Material für die Erstbeprobung bereits zur Verfügung. (A. Kayser, persönliche Kommunikation, 11. April 2017)

2.2 Stand im Ausland

Das nahe Umfeld der Schweiz setzt ebenfalls auf die regelmässige Überwachung/Untersuchung der Böden zur Sicherstellung der Bodenfruchtbarkeit. So sind in Österreich und Deutschland solche Messnetze seit mehreren Jahren etabliert [3]. 2006 wurden auch die Ergebnisse der Erstbeprobung der Böden in Luxemburg veröffentlicht [19]. Die Beobachtungsnetze sind meist etwas ausführlicher als diejenigen in der Schweiz, fokussieren sich jedoch sehr stark auf die Landwirtschaft. Standorte im Siedlungsgebiet und Immissionsstandorte sind kaum vertreten.

Weiter gibt es Bestrebungen, ein einheitliches Bodenmonitoringsystem für ganz Europa zu entwickeln. Das ENVASSO-Projekt (Environmental Assessment of Soil for Monitoring) wurde 2006 im Rahmen des 6th European Framework Programme for Research ins Leben gerufen. Im Mittelpunkt dieses Projektes steht die Harmonisierung der unterschiedlichen Systeme zur Bodenüberwachung der einzelnen Länder. Mehr als 150 Wissenschaftler aus ganz Europa beteiligen sich an diesem Projekt. Die zugrundeliegenden Themen sind Erosion, Verdichtung, Verlust von organischer Substanz, Verschmutzung durch Schadstoffe, Versalzung, Verlust der Biodiversität, Versiegelung, Desertifikation und Bodenrutschungen. Für diese wurden 27 Untersuchungsparameter definiert und evaluiert, um

die Gefährdung bestmöglich abzuschätzen. Bis jetzt wurden mehrere technische Berichte und auch bereits erste Ergebnisse aus Pilotversuchen in ganz Europa veröffentlicht. [20]

2.3 Schlussfolgerung

Die Gespräche mit den verschiedenen Kantonen zeigten auf, dass sich zwei Richtungen bei den KABOs bilden. Einerseits das Durchführen von Langzeitbeobachtungen an fixen Standorten in einem festgelegten Intervall (ZH, FR, BE, GR, SG) nach dem Vorbild des NABO. Andererseits das Fokussieren auf Einzelkampagnen, in denen ohne fixe Standorte und Intervalle Themen mit hoher Relevanz für die Bodenfruchtbarkeit mit der Möglichkeit für Langzeitmonitorings bei Bedarf untersucht werden (ZCH).

Das KABO SH führte wie bereits oben beschrieben bis anhin eine Dauerbeobachtung nach dem ersten Modell durch. Nach den Gesprächen und weiteren Recherchen stellte sich heraus, dass sich für den Kanton Schaffhausen möglicherweise themenspezifische Untersuchungen besser eignen als ein fixes Dauerbeobachtungsprogramm. Dies ermöglicht es, Themen gezielt zu untersuchen, die die Bodenfruchtbarkeit im Kanton Schaffhausen gefährden. Weiter dient dieses Vorgehen dem besseren Verständnis der Schaffhauser Böden.

3 Vorschlag KABO-Konzept 2019

3.1 Themenspezifische Untersuchungen

Das vorgeschlagene Konzept 2019 wird sich vom vorherigen Konzept sowohl inhaltlich als auch methodisch stark unterscheiden. Das Dauerbeobachtungsprogramm mit den 19 fixen Standorten würde demnach auf ungewisse Zeit sistiert. Die Standorte sollten jedoch für den Fall, dass sich die Situation mit der diffusen Deposition der Schwermetalle verändert, erhalten bleiben. Wie die einzelnen Standorte gesichert werden können, muss im Detail noch abgeklärt werden.

Die themenspezifischen Untersuchungen, die das Dauerbeobachtungsprogramm ablösen sollen, ermöglichen eine flexiblere und vielseitigere Bearbeitung der aktuellen Fragen und Problemen des Bodenschutzes. Die Aufgabenstellung des Konzeptes 2019 lautet wie folgt:

- Aussagen zum chemischen, physikalischen und biologischen Zustand der Böden in Schaffhausen liefern
- Abgrenzung und Identifikation von Bodenbelastungsgebieten
- Veränderungen und Entwicklungen der Belastungen im Boden frühzeitig erkennen, damit geeignete Massnahmen eingeleitet werden können
- Daten generieren zur Unterstützung des Vollzuges und der Information von Politik und Öffentlichkeit
- Erfolgskontrolle von Massnahmen im Bereich Bodenschutz
- Einen effizienten Ressourceneinsatz finanziell sowie personell

3.2 Themenauswahl

Die nachfolgende Themenliste für den Kanton Schaffhausen wurde unter Zuhilfenahme der Untersuchungsthemen des KABO Zentralschweiz und KABO St. Gallen, Recherchen und Themen aus den Gesprächen mit den weiteren Ämtern erstellt. Themen mit hoher Relevanz für den Kanton Schaffhausen werden mit ++, solche die nicht relevant sind mit – gekennzeichnet. Bodenbiologische Themen sind bis jetzt nicht Bestandteil der Liste. Dies ist einerseits aufgrund der noch nicht einheitlichen Methodik, andererseits fehlt eine konkrete Fragenstellung für den Kanton Schaffhausen.

chemisch	physikalisch
----------	--------------

Belastungsthema	Relevanz	Bemerkungen
Hausgärten	++	Durch die meist langjährige Nutzung der Hausgärten kann es zu einer starken Anreicherung von Schadstoffen (Dünger, Asche, PSM etc.) kommen. Die Datengrundlage zu den Hausgärten ist jedoch noch sehr dünn. Erste Untersuchungen [21 & 22] zeigen, dass die Belastung mit Schwermetallen und org. Schadstoffen höher sind als in den bereits relativ gut untersuchten Familiengärten. ⇒ vorhandene Daten durch weitere Untersuchungen (Schwermetalle, PAK und evtl. PCB, PSM) im ganzen Kanton erweitern
Cu in Rebbergen	+++	Die Belastungssituation im Oberboden der Schaffhauser Rebberge ist bekannt, jedoch ist kaum bekannt, wie stark und in welche Tiefen das Kupfer verlagert wird. Daten über die Belastung im Unterboden wären vor allem für den Vollzug im Bereich Bodenabtrag im Rahmen von Bauprojekten relevant. ⇒ Erstellen von Cu-Tiefenprofilen mit hoher Auflösung
Siedlungsgebiet	++	Gleiche Problematik wie in Rebbergen. ⇒ Erstellen von Tiefenprofilen der Leitschwermetalle mit hoher Auflösung
Strassenränder und Bahnböschungen	+++	Böden in der Nähe von Strassen und Bahnschienen können zum Teil stark mit Schwermetallen und organischen Schadstoffen belastet sein. Diese stammen von Verbrennungsrückständen der Treibstoffe und von Reifen-, Strassen- sowie Schienenabrieb. Bei Bahngleisen können zusätzlich erhöhte Belastungen durch die Anwendung von PSM vorliegen. Eine konkrete Gefährdung besteht hauptsächlich bei der Beweidung oder dem Nahrungspflanzenanbau auf solchen Böden. Im Kanton Schaffhausen sind nur Einzeldaten vorhanden ⇒ Identifikation der stark gefährdeten Flächen und deren Untersuchung

Kinderspielplätze	+++	Das Gefährdungspotential der Kinderspielplätze liegt in der direkten Aufnahme von belastetem Boden (Verkehr, Korrosionsschutz, Altlasten etc.) durch Kleinkinder (siehe Kap. 3.2.1 und 4). Bisher waren dazu keine Daten vorhanden in Schaffhausen. ⇒Erstellen einer ersten Übersicht der Belastungssituation
Kompost und Gärgut	++	Durch das Ausbringen von Kompost und Gärgut werden gleichzeitig auch nicht zu vernachlässigende Mengen an organischen Schadstoffen und kleine Plastikteilchen in den Boden eingebracht. Das Ausmass der Verschmutzung der Böden durch diese Aktivitäten ist noch grösstenteils unbekannt. ⇒Erstellen einer ersten Übersicht der Belastungssituation mit Hauptaugenmerk auf der Landwirtschaft
PCB Freibäder	++	Durch den Einsatz von PCB-haltigen Farben und Dichtungen können Böden in Freibädern in einem Ausmass belastet sein, dass die Bodenfruchtbarkeit nicht mehr sichergestellt ist. ⇒Untersuchung aller Freibäder die vor 1972 erbaut wurden
Pflanzenschutzmittel	++	Das Ausmass der PSM-Belastung im Boden und deren Auswirkung auf die Bodenfruchtbarkeit ist noch weitgehend unbekannt. In den Fachkreisen sind die negativen Effekte jedoch unbestritten. ⇒Entwicklung einer einheitlichen Analytik abwarten -> NABO
Gärtnereien und Baumschulen	-	Durch die Langjährige Nutzung der Böden können sich vor allem organische aber auch anorganische Schadstoffe akkumulieren. ⇒Nicht geeignet für KABO-Kampagne da nur bei Umnutzung relevant.
Industriestandorte	+	Durch die unterschiedlichen industriellen Tätigkeiten können die Böden direkt unter der Produktionsstätte sowie in der unmittelbaren Nähe stark mit Schadstoffen belastet sein. Die Schadstoffbelastung zeichnet sich oft durch eine grosse Heterogenität aus. ⇒Die Standorte sind in SH bekannt und gut untersucht somit nicht geeignet für KABO-Kampagne. Wird oft durch Untersuchungen von belasteten Standorten auch abgedeckt.
Geogene Belastungen	-	Auf dem Randen (Höhenzug) kommen erhöhte Werte an Cadmium vor, die auf geogene Quellen zurückzuführen sind. ⇒Das Gefährdungspotential ist sehr gering und somit nicht geeignet für KABO-Kampagne.

Korrosionsschutzobjekte	-	Durch die Verwitterung von Korrosionsschutzobjekten können Schwermetalle, PAK und PCB in den Boden in unmittelbarer Umgebung der Objekte gelangen. ⇒Kaum Korrosionsschutzobjekte wie Brücken, Seilbahnen oder Hochspannungsleitungen mit Bodenrelevanz in Schaffhausen. Somit nur sehr punktuell relevant.
Asphaltgranulat auf Strassen/Plätzen	++	Ähnlich wie die Problematik bei Strassenrändern. ⇒Systematische Untersuchung solcher Flächen.
Bodenversauerung	-/+	Böden im Kanton Schaffhausen sind meist so kalkreich, dass eine grossräumige Versauerung ausgeschlossen werden kann. Die Waldbodenversauerung könnte lokal zu einer Gefährdung der Fruchtbarkeit sorgen. ⇒Allenfalls exemplarische Untersuchungen der Waldbodenversauerung, bei starker Gefährdung evtl. Integration einiger Standorte in das IAP-Programm.
Urankontamination durch Düngereintrag	-	Nicht relevant in Schaffhausen und somit kein KABO-Thema.
Pflanzkohle (Biochar)	+	Mit der Einarbeitung von Pflanzkohle in den Boden können ebenfalls Schadstoffe in den Boden eingebracht werden. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Schwermetalle, PAK und PCB. Somit kann eine Gefährdung nicht ausgeschlossen werden. ⇒In Schaffhausen ein Randphänomen, somit für eine KABO-Kampagne nicht geeignet. Falls Biochar vermehrt eingesetzt wird, sollte die Situation nochmals beurteilt werden.
Nährstoffeinträge in Magerwiesen	+	Trotz guter Pflege der Magerwiesen ist ein Rückgang der Arten zu beobachten. Eine mögliche Begründung ist der Nährstoffeintrag über die Luft. ⇒Langzeitmessungen der Nährstoffeinträge (vor allem Stickstoff) in die Magerwiesen. Fraglich, ob dies ein SH-spezifisches Problem ist oder ob es national behandelt werden muss.
Nährstoffverfügbarkeit im Wald	++	Um die langfristige Waldgesundheit sicherstellen zu können, ist auch Wissen über die Nährstoffverfügbarkeit (N, K, P, Mg) essentiell. ⇒Erfassung der momentanen Nährstoffsituation in den Schaffhauser Wäldern und Erkennen möglicher Trends (Langzeitmessungen).
Verdichtung	+++	Durch das Befahren der Böden mit schweren Maschinen, besonders bei Nässe, können diese verdichtet und die Bodenfruchtbarkeit somit stark eingeschränkt werden.

		⇒ Dringender Untersuchungsbedarf, jedoch ist noch einheitliche/stabile Methodik abzuwarten. Im Gegensatz zu den restlichen Themen müssten für dieses Thema und für das Erosionsthema über einen längeren Zeitraum Messungen vorgenommen werden.
Erosion	+++	Das hohe Gefährdungspotential im Kanton Schaffhausen im Bereich Bodenverlust durch Erosion ergibt sich aus der grossen Anzahl am Hang gelegener Ackerflächen. ⇒ Dringender Untersuchungsbedarf, jedoch Methodik noch nicht vorhanden
Terrainveränderungen/Rekultivierungen	++	Der Richtplan des Kantons [23] fordert einen geregelteren und besser strukturierten Umgang mit Terrainveränderungen. ⇒ Entwicklung eines Verwaltungstools für Bodenverschiebungen und zur Ausscheidung von potentiell für Bodenverbesserungsmassnahmen geeigneten Flächen.
Bodenfeuchte im Wald	-	Aufgrund der immer häufigeren Trockenperioden steigt auch im Kanton Schaffhausen das Waldbrandrisiko. Mittels höher aufgelöster Daten zur Bodenfeuchte in Waldböden könnten Modellierungen und Expertengutachten unterstützt werden und gefährdete Standorte identifiziert werden. ⇒ Für die Bearbeitung dieses Themas wären Waldbodenkarten notwendig. Es müsste somit zuerst die Bodenkartierung im Kanton vorangetrieben werden. Nur geringe Eignung für KABO-Kampagne. Evtl. Anschluss an Bodenfeuchtemessnetz möglich.

3.2.1 Priorisierung der Themen

Die Priorisierung der Themen für das KABO 2019 wurde FaBo-intern durchgeführt und in Workshops mit den anderen relevanten Abteilungen und Ämtern (Landwirtschafts-, Forst-, Planungs- und Naturschutzamt) besprochen. Dieses Vorgehen empfiehlt sich auch für die nachfolgenden KABO-Kampagnen. Es sollte nach jeder KABO-Kampagne erneut eine Priorisierung der Themen stattfinden und aufgrund dieser das nächste Kampagnenthema in einem Workshop mit den beteiligten Abteilungen und Ämtern bestimmt wird.

Für die KABO-Kampagne 2019 wurden drei Themen als prioritär eingestuft: die Schadstoffbelastung der Kinderspielplätze, die Schadstoffbelastung der Hausgärten und die Tiefenprofile von Kupfer in Rebbergen. Diese drei Themen wurden aufgrund der bereits klaren Fragestellung und dem Vorhandensein von ersten Daten ausgewählt. Diese Themen wurden genauer untersucht und das Vorgehen sowie die zu untersuchende Parameter wurden bestimmt.

Schadstoffbelastung der Kinderspielplätze

Die Schadstoffbelastungen (Schwermetalle, PAK und evtl. PCB) auf den Kinderspielplätzen im urba-

nen Gebiet können durch Schadstoffeinträge über die Luft von Verkehr, Heizungen und Industrieanlagen ein Ausmass annehmen, welches Massnahmen erfordert. Weiter sind Schadstoffeinträge aus Korrosionsschutzfarben und Schutzmatten von den Spielgeräten möglich. Die Gefährdung von belasteten Böden auf Spielplätzen geht nur von der direkten Bodenaufnahme aus. Die Risikogruppe sind Kinder bis zum sechsten Lebensjahr, da bis zu diesem Alter die direkte Bodenaufnahme durch Essen von Boden oder durch den Kontakt beim Spielen wahrscheinlich ist. Das Gefährdungspotential ergibt sich aus der meist geringen Vegetationsbedeckung, dem Alter der Anlagen, dem Alter der Nutzer (Kleinkinder und Kinder) und der Nutzungshäufigkeit. Bei der Abschätzung des Gefährdungspotentials einer Fläche kann das Expertensystem für schadstoffbelastete Böden des Bundes konsultiert werden [26].

Im Kanton Schaffhausen gibt es mehr als 84 öffentliche Spielplätze. Mehr als die Hälfte befindet sich in der Stadt Schaffhausen und in der Gemeinde Neuhausen und somit im alten Siedlungsgebiet. Die Belastungssituation dieser und der restlichen Spielplätze im Kanton ist gänzlich unbekannt. Somit bietet sich dieses Thema für eine KABO-Kampagne an. Das Vorgehen würde sich grösstenteils am Faktenblatt der Arbeitsgruppe Interventionswerte und Risikobeurteilung (AGIR) zu den Kinderspielplätzen [24] orientieren. Eine Bestandsliste für die Stadt Schaffhausen sowie für Neuhausen wurde mit Hilfe von Daten der Stadtgärtnerei Schaffhausen und der Gemeindegärtnerei Neuhausen erstellt. Eine erste Priorisierung der Untersuchungsdringlichkeit wurde anhand der folgenden Kriterien erstellt:

- Nähe zu Strassen
- Befahrungshäufigkeit der Strasse
- Allfällige Altlasten, ehemalige Rebberge, ehemalige Schiessanlagen
- Geschätztes Durchschnittsalter der spielenden Kinder
- Anteil Kleinkinder bis und mit vier Jahren

Die zu untersuchenden Parameter wären die Schwermetalle (Pb, Cu, Zn, Ni), PAK und allenfalls bei Belastungshinweisen auch PCB.

Schadstoffbelastung der Hausgärten

Wie bereits im Kap. 3.2 beschrieben können die Böden in Hausgärten Schadstoffkonzentrationen aufweisen, die Massnahmen erfordern. Die Schadstoffe stammen nicht nur aus der direkten Anwendung von Dünger, Asche, Klärschlamm und Pflanzenschutzmitteln, sondern auch aus dem Verkehr, industriellen Tätigkeiten und Auffüllungen des Untergrundes der Gärten. Die Schadstoffe akkumulieren sich über die langjährige Nutzung dieser Flächen stark im Boden und können die Bodenfruchtbarkeit massiv beeinträchtigen. Durch das heutige Wissen und die veränderte Bewirtschaftungsweise sind die Einträge in den Boden jedoch stark gesunken. Die Lage ist somit ähnlich wie bei den Familiengärten, jedoch unterscheiden sich die Hausgärten zum Teil in den Erhebungskriterien und den Eigentumsverhältnissen. Hausgärten sind meist in Privatbesitz, wohingegen Familiengartenareale meist der jeweiligen Gemeinde oder einer Genossenschaft gehören und lediglich an Privatpersonen verpachtet werden. Weiter werden Familiengärten meist gartenbaulich stärker genutzt als Hausgärten.

Die Gefährdung besteht einerseits durch die direkte Bodenaufnahme durch Kinder, andererseits durch die Akkumulation der Schadstoffe in angebauten Lebensmitteln. Die ausschlaggebenden Parameter für die direkte Bodenaufnahme sind dieselben wie bei den Kinderspielplätzen (siehe oben). Für die Aufnahme durch Pflanzen sind die gewählten Kulturen sowie der Boden-pH (Mobilität/Verfügbarkeit der Schwermetalle) ausschlaggebend.

Im Kanton gab es im Rahmen eines Kurzpraktikums [21] bereits erste Untersuchungen in 16 Hausgärten der Stadt Schaffhausen zur Belastungssituation der Hausgärten. Wie erwartet waren Richt- und zum Teil auch Prüfwerte bei Blei, Kupfer, Zink und zum Teil bei Quecksilber in den Proben überschritten. Diese Arbeit würde als Basis für die Methodik und Analytik der Untersuchungen dienen. Wie bei den Kinderspielplätzen müsste eine Priorisierung der Gärten nach folgenden Punkten erfolgen:

- Alter der Gärten (optimal für diese Untersuchungen mind. 50 Jahre genutzt)
- Exposition Strasse/Bahn
- Bereits bekannte Belastungen (Altlasten, ehemalige Rebberge, etc.)
- Verwendung von eigenem Kompost oder Gärgut

Optimal wäre die Situation, falls von den untersuchten Flächen auch in etwa der Düngereinsatz und evtl. die Applikationen von Asche bekannt wären. Um einen Überblick über die Belastung der Hausgärten zu erhalten, wäre eine regelmässige Verteilung der Proben über den ganzen Kanton, sowie in Gärten von Mehrfamilien- und Einfamilienhäusern (Bauernhäusern), in ländlichem sowie städtischem Gebiet.

Die Schwierigkeit bei diesem Thema ist, wie man Zugang zu den Untersuchungsflächen erhält, da es sich dabei um Privatgrundstücke handelt. Es gäbe drei Möglichkeiten, Flächen für die Untersuchungen auszuscheiden: Zeitungs- und Internetaufruf für freiwillige Beprobung des eigenen Gartens, Anfrage von Mitarbeitern und Bekannten oder Auswahl von Gärten mittels GIS und direkter Anfrage bei den Grundstückbesitzern. Bei den ersten beiden Möglichkeiten ist es fraglich, ob sich eine repräsentative Verteilung ergibt. Die dritte Option wäre sehr zeitaufwendig.

Die zu untersuchenden Parameter wären die Schwermetalle (Pb, Cu, Zn, Cd, Hg, As, Cr), PAK, PCB und, falls die Analytik bereits vorhanden ist, ebenfalls die PSM.

Cu-Tiefenprofil in Rebbergen

Seit der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts wird gegen den aus Amerika eingeschleppten falschen Mehltau die Bordeauxbrühe verwendet. Dies ist eine Lösung aus gebranntem Kalk und Kupfersulfat. Die Bordeauxbrühe wird bis heute als Fungizid im Rebbau verwendet. Durch die langfristige Verwendung akkumuliert sich das Kupfer im Boden und wird auch in die Tiefe verlagert. Im Kanton Schaffhausen galt bisher die Faustregel, dass unterhalb von 0.2 m nicht mehr mit Prüfwertüberschreitungen zu rechnen ist. Eine direkte Gefährdung für Menschen geht aus dem Prozess der Tiefenverlagerung nicht hervor. Für Tiere, im speziellen Schafe, ist das Beweiden von Rebbergen bei hohen Konzentrationen aufgrund der starken Toxizität des Kupfers untersagt.

Untersuchungen im Rahmen von Bauprojekten zeigten, dass die Faustregel mit den Prüfwertüberschreitungen bis max. 0.2 m des Öfteren nicht stimmt und auch unter dieser Grenze Prüfwertüberschreitungen möglich sind. Dies stellt den Vollzug vor ein Problem, da bei Bauprojekten ohne die entsprechende Datengrundlage keine Aussage möglich ist, bis in welche Tiefe der Bodenaushub zur Festlegung des Verwendungs- und Entsorgungsweges chemisch analysiert werden muss.

Im Kanton Schaffhausen werden mehrheitlich die Sorten Blauburgunder und Riesling x Sylvaner angebaut, die beide zu den eher anfälligen Sorten für den falschen Mehltau zählen. Dies lässt vermuten, dass auch die Gaben von Bordeauxbrühe und somit die Kupfereinträge zumindest im letzten Jahrhundert relativ hoch waren. Ob das Kupfer in den Unterboden verlagert wurde und sich dort akkumulierte oder oberflächlich abgetragen wurde, ist wie bereits erwähnt kaum bekannt.

In der KABO-Kampagne sollten Rebberge untersucht werden, die sich einerseits in der Exposition, der Bodenbeschaffenheit, dem Alter und möglicherweise auch in der Anbautechnik (konventionell vs. biologisch) unterscheiden. Dafür müssten alle bereits inventarisierten, aktuellen und ehemaligen Rebbauflächen klassiert werden. Für die Priorisierung der Flächen kann weitgehend das Vorgehen des Faktenblattes für Rebberge der AGIR verwendet werden [25].

Neben der Entnahme der Proben für das Kupfertiefenprofil wäre eine ausführliche Bodenansprache und Charakterisierung notwendig.

3.3 Pilotuntersuchung Kinderspielplätze

Im Kanton Schaffhausen gab es bis anhin keine Erhebung der Schadstoffbelastungen von Kinderspielplatzböden. Um die Eignung der Belastung der Spielplätze für eine KABO-Kampagne abzuschätzen, wurde eine Pilotuntersuchung auf elf Kinderspielplätzen in den grössten fünf Gemeinden des Kantons (Stadt Schaffhausen, Neuhausen am Rheinfall, Beringen, Thayngen und Stein am Rhein) durchgeführt.

Die 11 Spielplätze wurden mittels des kantonalen GIS anhand der nachfolgenden Kriterien gesucht:

- Direkt angrenzende Strasse oder Bahngeleise (max. 3 m Abstand)
- Flächen mit Einträgen im Kataster der belasteten Standorte
- Flächen mit ehemaliger Nutzung als Rebberg
- Siedlungsstruktur (Siedlungen mit Mehrfamilienhäuser/Blöcken bevorzugt)
- Kleinkindergerechte Spielgeräte (Sandkasten, Schaukel etc.)
- Vegetationsbedeckung (je geringer, desto höhere Priorität)
- Nutzungsintensität (Schätzungen durch Mitarbeiter IKL)

3.3.1 Probenahme und Standortbeschreibung

Alle Proben wurden nach den VBBo-Standards für direkte Bodenaufnahme entnommen. Dafür wurden mit einem Hohlmeisselbohrer an neun Standorten Linienmischproben und an zwei Standorten Flächenmischproben genommen. Für eine Mischprobe wurden jeweils zwischen 35 und 42 Einstiche von einer Tiefe von 0 bis 5 cm verwendet.

Kinderspielplatz 1

Der Spielplatz wird an allen Seiten von einer Quartierstrasse begrenzt und liegt im alten Siedlungsgebiet. Der Spielplatz liegt in einem grösseren Park mitten in einer Wohnsiedlung. Somit sollte die Nutzungsintensität relativ hoch sein. Die vorhandenen Spielgeräte sind kleinkindergerecht. Weiter liegt die Vegetationsbedeckung durchschnittlich bei 90%.

Der Standort gehört zu den beiden Ausnahmen, an denen eine Flächenmischprobe (10 m x 10 m, 36 Einstiche) genommen wurde. Dies wurde aufgrund der Lage der Probefläche entschieden.

Kinderspielplatz 2

Der Spielplatz liegt teilweise auf einem alten Schrebergartenareal inmitten einer Wohnsiedlung, jedoch ohne direkten Strassenanschluss. Mit der Nähe zu einer Schule und der Siedlung ist auch hier zu erwarten, dass die Nutzungsintensität hoch ist. Der Bodenbedeckungsgrad ist sehr unterschiedlich und auf der beprobten Fläche am geringsten (<80%). Auch hier wurde aufgrund der Lage eine Flächenmischprobe (10 m x 10 m, 36 Einstiche) entnommen.

Kinderspielplatz 3

Der Spielplatz liegt abgelegen, ausserhalb des Siedlungsgebiets. Der Standort wurde jedoch bis ca.

1972 als Rebberg genutzt. Aufgrund der Lage wird die Nutzungsintensität eher als gering eingeschätzt, der Spielplatz ist jedoch als Familienausflugsziel beliebt. Der Boden ist dicht mit Gras bewachsen (>90% Vegetationsbedeckung) und somit ist kaum ein direkter Bodenkontakt möglich. Hier wurde eine Linienmischprobe von 23 m mit 36 Einstichen entnommen.

Kinderspielplatz 4

Der Spielplatz liegt ebenfalls im alten Siedlungsgebiet und ist von allen Seiten von einer Quartierstrasse umgeben. Er zeichnet sich durch sehr kleinkindergerechte Spielgeräte und eine geringe mittlere Bodenbedeckung (80%) aus. Die Linienmischprobe wurde auf einer Länge von 20 m mit 41 Einstichen entnommen.

Kinderspielplatz 5

Der Spielplatz liegt im alten Siedlungsgebiet und inmitten eines Wohngebiets mit Mehrfamilienhäusern. Unterschiedliche und kleinkindergerechte Spielgeräte sind vorhanden. Auch die Bodenbedeckung ist hoch (>90%). Die Mischprobe wurde auf einer Strecke von 20 m mit 41 Einstichen entnommen.

Kinderspielplatz 6

Der Spielplatz liegt im alten Siedlungsgebiet zwischen einer kleinen Quartierstrasse und den Bahngeländen. Es sind jedoch wenige Spielgeräte vorhanden und v. a. solche, die für Kleinkinder wenig geeignet sind. Durch die Lage in einem kleinen Park dürfte die Nutzungsintensität hoch sein. Die Spielfläche ist komplett mit Gras oder Plastikspielmatten bedeckt. Somit ist kaum direkter Bodenkontakt möglich. Die Linienmischprobe wurde auf einer Strecke von 20m mittels 41 Einstichen entnommen.

Kinderspielplatz 7

Der Spielplatz wurde nach 2013 (Zeitpunkt der aktuellsten Luftbilder im GIS) erneuert und teilweise neu aufgeschüttet. Er liegt inmitten eines Quartiers mit vielen Mehrfamilienhäusern. Die Spielgeräte sind auf Kleinkinder ausgelegt. Insbesondere im Bereich der Rutschbahn/Spielhügel ist die Bodenbedeckung besonders gering (<80%). Für die Linienmischprobe wurden 41 Einstiche auf einer Länge von 20 m verwendet.

Kinderspielplatz 8

Der Spielplatz liegt am Waldrand, aber noch im alten Siedlungsgebiet. In der näheren Umgebung liegen weitere kleinere Spielplätze. Jedoch ist dieser besonders bei Schulklassen sehr beliebt. Auch hier ist im Bereich der Aufschüttung und dem Spielhaus die Vegetationsbedeckung besonders gering (75%). Die Linienmischprobe wurde auf einer Strecke von 20 m mittels 41 Einstichen entnommen.

Kinderspielplatz 9

Der Spielplatz liegt auf keiner Verdachtsfläche, jedoch wird er an einer Seite von einer Strasse begrenzt. Der Spielplatz ist vor allem von Familien mit Kleinkindern frequentiert. Die ganze Fläche ist begrünt und es gibt kaum freien Boden (>90% Vegetationsbedeckung). Die Mischprobe besteht aus 41 Einzelproben auf einer Strecke von 20 m.

Kinderspielplatz 10

Dieser Spielplatz ist der am stärksten frequentierte Spielplatz, jedoch weniger mit Kleinkindern. Ein Teil der Fläche wurde früher als Rebberg genutzt und liegt am Rand der Gemeinde. Die Vegetationsbedeckung ist als mässig einzustufen (>80%). Die Linienmischprobe wurde mittels 41 Einstichen auf einer Länge von 10 m erstellt.

Kinderspielplatz 11

Dieser Spielplatz liegt weder direkt an einer Strasse/Bahnstrecke noch sind Belastungen aus anderen Quellen zu erwarten. Die Spielgeräte sind jedoch auf Kinder im Kleinkinderalter ausgelegt und die

Fläche liegt leicht am Hang. Dies fördert vor allem im Bereich der Rutschbahn/Krabbeltunnel offenen Boden und ermöglicht somit direkten Bodenkontakt. Auch hier wurde eine Linienmischprobe auf einer Strecke von 20 m mit 41 Einstichen entnommen.

3.3.2 Resultate

Die VBBo-Richtwerte für Schwermetalle (Pb, Cu und Zn) und PAK-Spezies werden in acht der elf untersuchten Kinderspielplätze überschritten. Einer dieser Standorte weist eine Prüfwertüberschreitung nach der VBBo auf. Es können somit drei der beprobten Spielplätze als unbelastet, sieben als leicht belastet und einer als belastet mit Handlungsbedarf eingestuft werden.

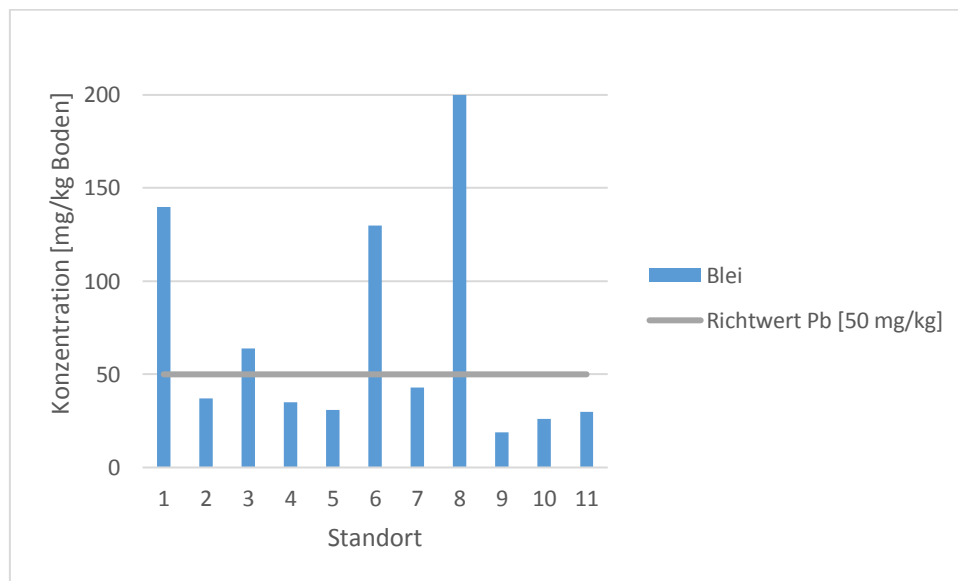


Abbildung 4: Bleigehalte in den elf untersuchten Kinderspielplätzen im Kanton Schaffhausen mit dem dazugehörigen Richtwert nach VBBo

Die Richtwertüberschreitungen für Blei beschränken sich auf vier Standorte im alten Siedlungsgebiet. Diese zeichnen sich aufgrund der industriellen Tätigkeit und des Verkehrs durch leicht erhöhte Bleigehalte aus. Bei den Standorten 1 und 8 wird zusätzlich vermutet, dass dort zu einem früheren Zeitpunkt belastetes Material abgelagert wurde.

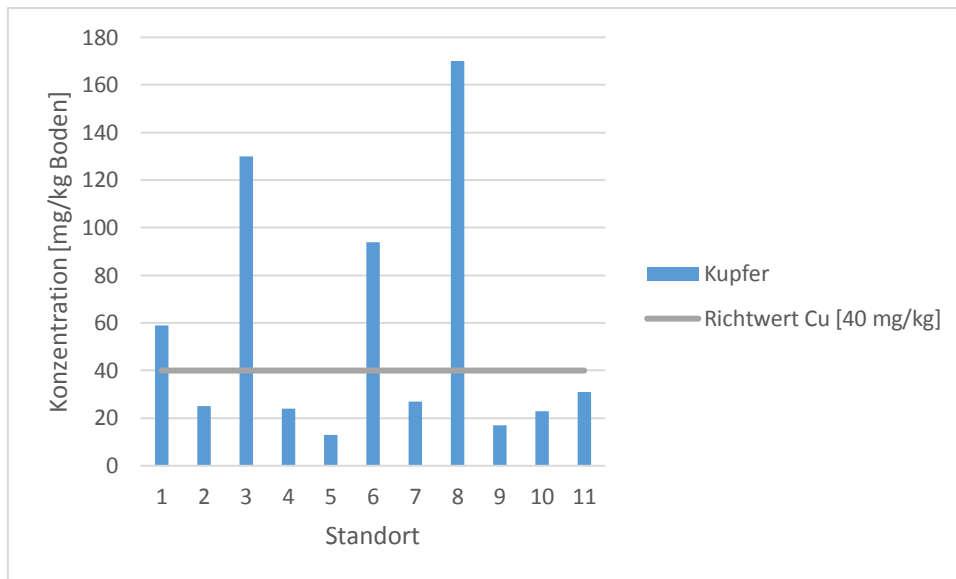


Abbildung 5: Kupfergehalte in den elf untersuchten Kinderspielplätzen im Kanton Schaffhausen mit dem dazugehörigen Richtwert nach VBBo

Die Richtwertüberschreitungen auf den Standorten 1, 6 und 8 sind ebenfalls auf die normalen Belastungen im Siedlungsgebiet zurückzuführen und bei 8 vermutlich wiederum auf abgelagerten, belasteten Boden. Die Richtwertüberschreitung am Standort 3 ist durch die ehemalige Nutzung als Rebberg zu erklären. Mit diesem Hintergrund überrascht es, dass es am Standort 10, der ebenfalls als Rebberg genutzt wurde, keine Überschreitung gibt. Der belastete Boden könnte bei der Erstellung oder einer Revision des Spielplatzes abgetragen und entsorgt worden sein.

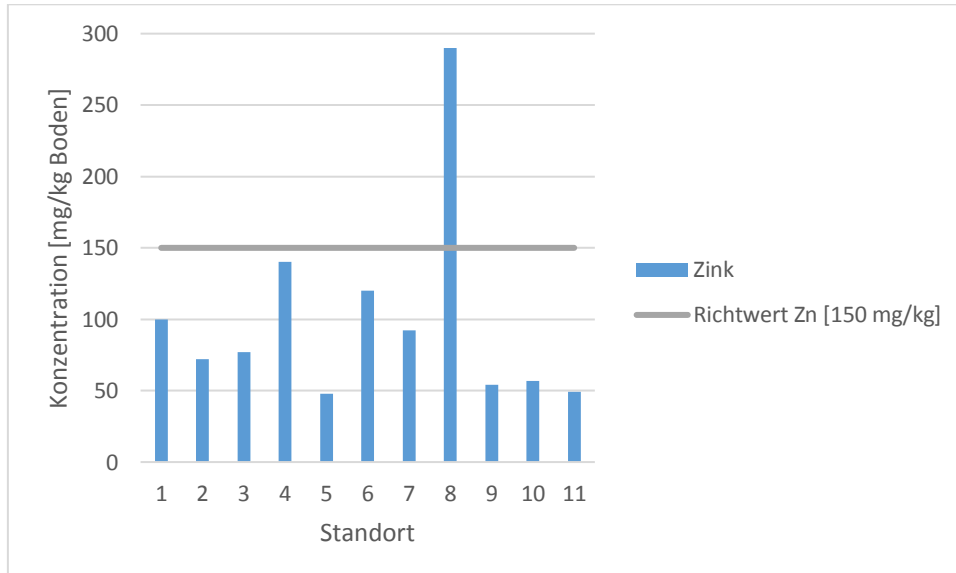


Abbildung 6: Zinkgehalte in den elf untersuchten Kinderspielplätzen im Kanton Schaffhausen mit dem dazugehörigen Richtwert nach VBBo

Zink ist kein Schwermetall, das normalerweise mit Belastungen im Siedlungsgebiet assoziiert ist, sondern eher mit landwirtschaftlichen Flächen und Korrosionsschutzobjekten. Somit kann die Richtwertüberschreitung nicht durch diese Quelle erklärt werden. Wie bereits erwähnt, wird angenommen, dass am Standort 8 früher belastetes Material ausgebracht wurde. Dieses zugeführte Material ist vermutlich auch verantwortlich für die hohen Zn-Werte.

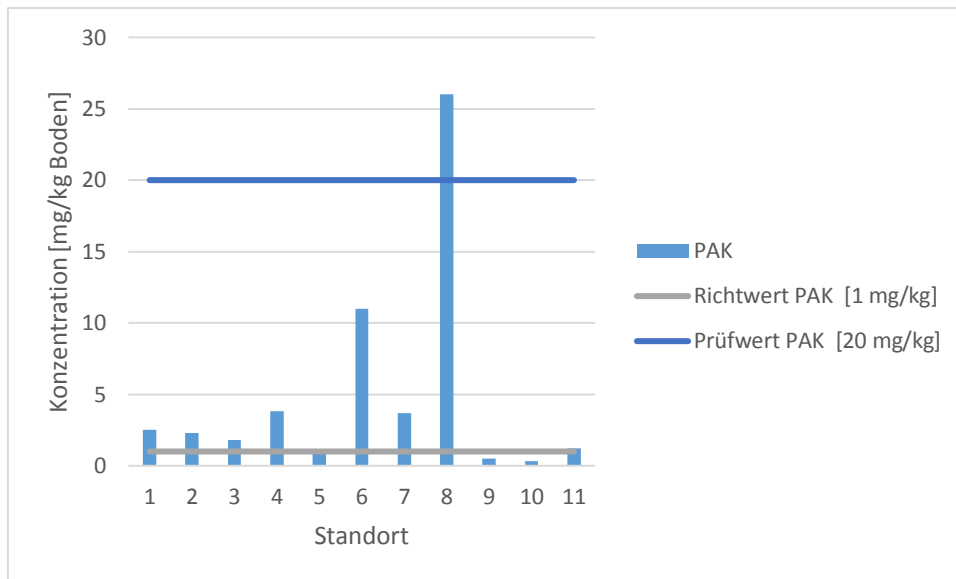


Abbildung 7: PAK-Gehalte in den elf untersuchten Kinderspielplätzen im Kanton Schaffhausen mit dem dazugehörigen Richtwert und Prüfwert nach VBBo

Bis auf drei Standorte weisen alle Kinderspielplätze Richtwertüberschreitungen in Bezug auf PAK auf. In den stärker besiedelten Standorten stammen diese von den üblichen Quellen (Strassenbelag, Verbrennungsprozesse etc.). Bei den abgelegenen Standorten wird vermutet, dass die Verschmutzung aus der Luft, dem Material (z.B. Gummimatten etc.) oder auch aus abgelagertem PAK-haltigem Material stammt.

Am Standort 8 übersteigen sowohl die PAK-Summe als auch Benzo-a-pyren den Prüfwert. Eine mögliche Quelle sind die beiden Feuerstellen auf dem Spielplatz. Deren Asche könnte über die letzten Jahre immer wieder aktiv in den Boden eingebracht worden sein. Früher bestand an der untersuchten Stelle ein Weiher. Bei der Aufschüttung könnte belastetes Material verwendet worden sein, was die hohen Werte erklären würde.

3.3.3 Schlussfolgerung

Die Belastungen mit Schwermetallen und PAK auf den untersuchten Kinderspielplätzen bewegen sich im erwarteten Bereich und mit Ausnahme des Standorts 8 mit der Prüfwertüberschreitung sind keine Massnahmen notwendig.

Für den Standort 8 wurde eine Gefährdungsabschätzung mittels des Handbuches "Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden" des BAFU [26] durchgeführt. Eine grosse Gefährdung besteht nur in der jüngsten Nutzungsklasse (bis 3-jährig) und bei mehrmaliger Benutzung des Spielplatzes pro Woche. Da sich in der Umgebung des Spielplatzes noch weitere Spielplätze befinden, ist eine mehrmalige Benutzung dieses Spielplatzes eher unwahrscheinlich. Die zu treffenden Massnahmen wurden mit den Eigentümern und Bewirtschaftern besprochen.

Die Resultate der Pilotuntersuchung Kinderspielplätze zeigen, dass keine akute Gefährdung von den Spielplätzen ausgeht. Ein dringender Untersuchungsbedarf weiterer Spielplätze ist auf Basis der hier erhobenen Daten nicht gegeben. Somit kann im Rahmen der KABO-Kampagne auf weitergehende Untersuchungen von Kinderspielplätzen verzichtet werden.

4 Weiteres Vorgehen

Die Überarbeitung des Konzeptes des KABO Schaffhausen hat gezeigt, dass die bisherige Fragestellung nicht mehr zeitgemäss ist. Es konnte jedoch auch aufgezeigt werden, dass ein Bodenüberwachungsprogramm zur Sicherstellung der langfristigen Bodenfruchtbarkeit dringend notwendig ist. Eine Neuausrichtung der Überwachung der Böden im Kanton Schaffhausen ist erforderlich. Einen Vorschlag mit konkreten Themenvorschlägen für ein neues KABO-Konzept liefert dieser Bericht.

Damit im 2019 die erste KABO-Kampagne durchgeführt werden kann, sind noch weitere Abklärungen notwendig. Als erstes sollte man sich auf ein Untersuchungsthema einigen und die genauen Parameter bestimmen. Es würde sich eines der priorisierten Themen (siehe 3.2.1) ausser der Kinderspielplätze anbieten. Weitere Pilotuntersuchungen könnten die Themenbestimmung unterstützen.

Literaturverzeichnis

- [1] Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) vom 1. Juli 1998 (Stand am 1. Juni 2012)
- [2] Bodenschutz Schweiz – Ein Leitbild. BAFU, 2007.
- [3] Meuli R.G., Schwab P., Wächter D., Ammann S. 2015: Nationale Bodenbeobachtung (NABO) 1985–2015. Zustand und Veränderungen der anorganischen Schadstoffe und Bodenbegleitparameter. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [4] Belastung der Böden im Kanton Schaffhausen mit Schwermetallen. Kantonales Bodenbeobachtungsnetz, KABO. Bericht. Kantonales Laboratorium Schaffhausen, Januar 1993.
- [5] Scheffer, & Schachtschabel. 2002: Lehrbuch der Bodenkunde (15. Ausg.). Berlin: Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg.
- [6] Schwermetallbelastung der Böden im Kanton Schaffhausen. Resultate der Zweitbeprobung 1999 (KABO2) und Vergleich mit der Erstbeprobung (KABO1) 1989. Bericht. Kantonales Laboratorium Schaffhausen, Juli 2000.
- [7] Kantonale Bodenbeobachtung Drittbeprobung 2009. Zeitliche Entwicklung der Schwermetall-Konzentrationen der Schaffhauser Böden. Bericht. Kantonales Laboratorium Schaffhausen, November 2010
- [8] Norwegian Meteorological Institute. 2015: Transboundary particulate matter, photo-oxidants, acidifying and eutrophying components. EMEP Status Report.
- [9] BAFU 2016: NABEL – Luftbelastung 2015. Messresultate des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL). Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1624: 132 S.
- [10] Thöni L., Seitler E., Ehrenmann J. 2013: Deposition von Luftschadstoffen in der Schweiz. Moosanalysen 1990 –2010. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [11] Knoll, E. 1999: KaBo Zürich – Entstehung und Betrieb des Kantonalen Bodendauerüberwachungsnetzes. 8090 Zürich, Fachstelle Bodenschutz Kanton Zürich.
- [12] Mani, R. 2011. Bodendauerüberwachung im Kanton Zürich (KaBo) - Broschüre. 8090 Zürich, Fachstelle Bodenschutz Kanton Zürich (FaBo) - Walcheplatz 2: 11 p.
- [13] Bongrad L., Rossier N., von Niederhäuser A. 2011: Réseau fribourgeois d'observation des sols 1987 – 2011. Institut agricole de l'Etat de Fribourg (IAG).
- [14] VOL, Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Bern, 2009. Bodenbericht 2009.
- [15] Langfristiges Bodenüberwachungsnetz des Kantons Graubünden. Berichterstattung für die 2. Beprobung 1995 – 1997. Amt für Umwelt Graubünden, November 1999.
- [16] Kantonale Bodenbeobachtung (KABO) St. Gallen. Auswertung Kampagne 4-2 (2010). Erläuterungsbericht. Baudepartement des Kantons St. Gallen, Amt für Umweltschutz, Oktober 2013.
- [17] Marugg D., Grünenfelder B., Nyfeler F. 2014: Kantonale Bodenüberwachung St. Gallen Konzept 2015. Amt für Umwelt und Energie, St. Gallen.
- [18] Vollzugskonzept Qualitativer Bodenschutz 2012. Amt für Umwelt, Thurgau.

- [19] Schanne L., & Mathieu I. 2006: Bodenmonitoring Luxemburg. Sachstandsbericht nach Abschluss der ersten Beprobungskampagne. Administration de l'Environnement.
- [20] Kibblewhite M.G., Jones R.J.A., Montanarella R., et al. 2008: Environmental Assessment of Soil for Monitoring Volume VI: Soil Monitoring System for Europe. European Communities, Luxembourg.
- [21] Haist J. 2013 : Hausgärten in der Stadt Schaffhausen. Praktikumsbericht. Interkantonales Labor Schaffhausen.
- [22] Küttel S. 2009: Schadstoffuntersuchungen in Gärten, Spielplätzen, Rebbergen und Wiesen des Kantons Uri. Praktikumsbericht. Amt für Umweltschutz Uri.
- [23] Richtplan. Kanton Schaffhausen, 21. Oktober 2015.
- [24] Faktenblatt „Bodenbelastungen auf Kinderspielplätzen“. Arbeitsgruppe Interventionswerte und Risikobeurteilung (AGIR): Fachstellen Bodenschutz AG, BE, BL, LU, SG, SH, SO, TG, ZG, ZH, Juli 2009.
- [25] Faktenblatt „Bodenbelastungen in heutigen und ehemaligen Rebbergen“. Arbeitsgruppe Interventionswerte und Risikobeurteilung (AGIR): Fachstellen Bodenschutz AG, BE, BL, LU, SG, SH, SO, TG, ZG, ZH, Juli 2009.
- [26] Mailänder R.A., Hämman M. 2005: Handbuch –Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden – Gefährdungsabschätzung Boden. Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 104 S.

Verwendete Daten

- [27] emep: Co-operative programme for monitoring and evaluation of long-range transmissions of air pollutants in Europe : Officially reported emission trends. Umweltbundesamt, Vienna, Austria. Retrived from http://webdab1.umweltbundesamt.at/official_country_trend.html?cgiproxy_skip=1