



# Erfassung der Bewirtschaftungsdaten im Messnetz der Nationalen Bodenbeobachtung NABO

Thomas Gross, Michael Müller, Armin Keller,  
Andreas Gubler





### Impressum

---

Herausgeber	Agroscope Reckenholzstrasse 191 8046 Zürich <a href="http://www.agroscope.ch">www.agroscope.ch</a>
Auskünfte	Thomas Gross, <a href="mailto:thomas.gross@agroscope.admin.ch">thomas.gross@agroscope.admin.ch</a>
Titelbild:	© NABO
Copyright	© Agroscope 2021
ISSN	2296-729X
DOI	<a href="https://doi.org/10.34776/as122g">10.34776/as122g</a>

---

## Zusammenfassung

Die Nationale Bodenbeobachtung (NABO) untersucht seit Mitte der 1980er-Jahre an über 100 in der Schweiz verteilten Monitoring-Standorten ("NABO-Standorten") die zeitliche Entwicklung von Böden mit unterschiedlicher Landnutzung. Die Ergebnisse dienen der Früherkennung von Bodengefährdungen, der Erfolgskontrolle von Umweltschutzmassnahmen und als Datengrundlage für wissenschaftliche Studien. An ausgewählten landwirtschaftlich genutzten NABO-Standorten wird neben den im direkten Monitoring gemessenen Bodeneigenschaften auch die Bewirtschaftung erfasst. Dieses so genannte indirekte Monitoring dient dazu, den Einfluss der Bewirtschaftung auf den Boden über lange Zeiträume zu studieren. Damit können im Boden gemessene Veränderungen validiert und im Rahmen einer Ursachenanalyse erklärt werden. Dies ist wichtig, um bei unerwünschten Entwicklungen zielgerichtete Massnahmen zu identifizieren und deren Nutzen abzuschätzen. Der hier vorliegende Bericht dokumentiert die Methodik zur Erfassung der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung im indirekten Monitoring und leistet damit einen Beitrag zur korrekten Nutzung und Interpretation der Daten. Zudem bietet der Bericht Einblicke in diesen umfassenden und schweizweit einzigartigen Datensatz, um dessen Relevanz für die Erfolgskontrolle von Massnahmen sowie für angewandte Forschung an der Schnittstelle zwischen Bodennutzung und Bodenschutz herauszustellen.

Das direkte Monitoring der NABO umfasst derzeit (Mai 2021) 78 landwirtschaftlich genutzte Standorte (Acker, Grasland und Spezialkulturen), 28 Waldstandorte, vier Schutzstandorte und zwei Stadtparks. Die Böden der NABO-Standorte werden mindestens in fünfjährigen Intervallen untersucht, für gewisse Projekte und begleitende Untersuchungen auch häufiger. Gegenstand dieses Berichts ist das indirekte Monitoring, welches für 46 landwirtschaftlich genutzte NABO-Standorte jährlich die Bewirtschaftung erfasst. Die Erfassung beinhaltet den Anbau von Nutzpflanzen (Saat- und Erntegut), den Einsatz von Hof-, Mineral- und Recyclingdüngern und Pflanzenschutzmitteln sowie die Bodenbearbeitung. Auf derzeit sechs landwirtschaftlichen Betrieben wird zusätzlich zum NABO-Standort (eine ausgewählte Parzelle des Betriebs) ergänzend die Bewirtschaftung aller Parzellen erfasst. Die Erfassung von Bewirtschaftungsdaten über Jahrzehnte stellt diverse Herausforderungen. So veränderten sich im Verlauf der Zeit Erfassungssysteme und Abläufe, Ressourcen standen nicht immer in gleicher Masse zur Verfügung, und auf landwirtschaftlichen Betrieben veränderten sich die Besitzverhältnisse bzw. die Bewirtschaftungsform. Um die erhobenen Bewirtschaftungsdaten über den gesamten Erfassungszeitraum in hoher Qualität und in einheitlicher Form nutzbar zu machen, wird in diesem Bericht die aktuelle Methodik der Datenerfassung und Qualitätssicherung seit 2004 beschrieben und die Harmonisierung mit älteren Datensätzen erläutert.

Der resultierende Datensatz umfasst von 1985 bis 2017 insgesamt über 62'000 Datenpunkte (die Einarbeitung neuerer Daten ist im Gange). Insgesamt wurden auf Parzellen des direkten Monitorings fast 1'500 verschiedene Kulturjahre registriert und auf allen Parzellen mit Bewirtschaftungsdaten mehr als 5'500 verschiedene Kulturjahre. Die dabei erhobenen Bewirtschaftungsdaten wurden und werden u.a. zur Bilanzierung von Nähr- und Schadstoffen, für Treibhausgasinventare, zur Konzeptualisierung sowie Parametrisierung agrarökologischer Modelle sowie zur Berechnung von Ökobilanzen herangezogen.

## Summary

The Swiss Soil Monitoring Network (NABO) has been recording and documenting the development of the quality of soils at more than 100 monitoring sites ('NABO sites') with various types of land cover in Switzerland since the mid-1980s. Results serve the early detection of soil hazards, the success control of environmental protection measures and as data basis for scientific studies. In addition to the direct monitoring of soils, the agricultural management has been recorded at selected agricultural NABO sites. This so-called indirect monitoring has been used to study the influence of agricultural management on soils over a long period of time. Results of this indirect monitoring can be used to validate and explain observed changes in soils, which is important to identify effective measures in the case of undesirable developments. This report explains the methods for monitoring the agricultural management and should thereby contribute to the correct usage and interpretation of the data. In addition, this report provides insights into this comprehensive and in Switzerland unique dataset to highlight its relevance for success control of environmental protection and for applied research at the interphase between land use and soil protection.

The direct monitoring by the NABO currently (May 2021) encompasses 78 agriculturally managed sites (arable farming, grassland and specialty crops), 28 forest sites, four protected sites and two city parks. The soils of these NABO sites are monitored at least every five years, and more often for certain projects and supplementary studies. Subject of this report is the indirect monitoring, which records the agricultural management of 46 agricultural NABO sites every year. The indirect monitoring records the cultivation of crops (seeds and harvested plants), the use of manure, mineral and recycling fertilizers and plant protection products, and tillage. On currently six farms, the agricultural management of all agricultural plots is being recorded in addition to the NABO plot (a selected plot on the farm). The monitoring of agricultural management data over decades is not without challenges. For instance, data management systems and procedures have changed, resources were not always available to the same extent, and farms changed ownership or agricultural management. To make the collected data available for further use at a high quality and in a uniform form, the current methods of data collection and quality assurance since 2004 and the harmonization with older datasets are described.

The resulting dataset encompasses over 62,000 data points between 1985 and 2017 (the incorporation of more recent data is in progress). In total, almost 1,500 different crops have been recorded on plots of the direct monitoring and more than 5,500 different crops on all plots with management data. The collected management data have been used, among others, for calculating surface balances of nutrients and pollutants, for greenhouse gas inventories, for conceptualizing and parameterizing agro-ecological models and for calculating life cycle analyses.

## Résumé

Depuis le milieu des années 80, l'Observatoire national des sols (NABO) étudie l'évolution temporelle des sols, sous différentes conditions d'exploitation, dans plus de 100 sites répartis dans toute la Suisse. Les résultats du monitoring servent à la détection précoce des dangers affectant les sols et au suivi des effets des mesures de protection de l'environnement. Ils constituent également une base de données pour des études scientifiques. Outre les propriétés des sols relevées dans le cadre du monitoring direct, le NABO collecte également des données sur l'exploitation agricole de certains sites. Ce monitoring indirect permet d'étudier, sur de longues périodes, l'influence de l'exploitation sur les sols. On peut ainsi valider les changements mesurés et les expliquer dans le cadre d'une analyse des causes. Cet aspect est important puisqu'il permet d'identifier des mesures ciblées en cas d'évolutions indésirables et d'en évaluer les bénéfices. Le présent rapport documente les méthodes de relevé de l'exploitation agricole dans le cadre du monitoring indirect, contribuant ainsi à une utilisation et à une interprétation adéquate des données. Le rapport permet également de se faire une idée de cette base de données étendue, unique en Suisse, et d'en souligner la pertinence pour le suivi des effets des mesures et pour la recherche appliquée, à l'interface entre utilisation et protection des sols.

Actuellement (mai 2021), le monitoring direct du NABO comprend 78 sites agricoles (grandes cultures, prairies, cultures spéciales), 28 sites forestiers, quatre sites protégés et deux parcs urbains. Les sols des sites NABO font l'objet de relevés au moins tous les cinq ans, plus fréquemment pour certains projets et études d'accompagnement. Le présent rapport est consacré au monitoring indirect des sols qui collecte chaque année des données sur l'exploitation de 46 sites NABO utilisés par l'agriculture. Les relevés prennent en compte la culture des plantes (semence et récolte), l'application d'engrais de ferme, d'engrais minéraux, d'engrais de recyclage et de produits phytosanitaires, ainsi que le travail du sol. Pour six des entreprises agricoles concernées, les relevés d'exploitation concernent, outre le site NABO (une parcelle de l'entreprise sélectionnée), toutes les parcelles de l'entreprise. La collecte des données d'exploitation sur plusieurs décennies pose des défis divers. Ainsi, les systèmes de relevé et les processus ont évolué au fil du temps, la disponibilité des ressources a varié, et les entreprises ont parfois changé de propriétaire ou de mode d'exploitation. Afin de permettre une utilisation uniforme et de haute qualité des données d'exploitation recueillies tout au long de la période de relevé, le présent rapport décrit la méthodologie de relevé et d'assurance qualité de 2004 à aujourd'hui, ainsi que l'harmonisation avec les bases de données plus anciennes.

La base de données qui en résulte recense plus de 62'000 entrées pour la période 1985-2017 (l'intégration des données plus récentes étant en cours). Près de 1'500 cultures ont été enregistrées sur des parcelles relevées dans le cadre du monitoring direct et plus de 5'500 sur l'ensemble des parcelles fournissant des données d'exploitation. Ces dernières données ont été et sont encore utilisées, notamment pour l'établissement de bilans de surface des éléments nutritifs et des polluants, pour les inventaires de gaz à effet de serre, pour la conceptualisation et le paramétrage de modèles agro-écologiques, et pour le calcul des analyses de cycles de vie.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>3</b>
<b>Summary</b> .....	<b>4</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>5</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>6</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>8</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>8</b>
<b>Abkürzungen und Einheiten</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Einleitung und Ziele</b> .....	<b>10</b>
1.1 Nationale Bodenbeobachtung (NABO) .....	10
1.2 Ziele und Inhalte dieses Berichts .....	11
<b>2 Überblick über erhobene Daten</b> .....	<b>12</b>
2.1 Parzellenspezifische Bewirtschaftungsdaten .....	12
2.2 Betriebsspezifische Daten .....	15
<b>3 Teilnehmende Betriebe</b> .....	<b>16</b>
3.1 Auswahl der NABO-Standorte .....	16
3.2 Betriebstypen und Parzellennutzung .....	17
<b>4 Aktuelle Methoden der Datenerfassung</b> .....	<b>19</b>
4.1 Schritt 1: Bewirtschaftungsdaten anfragen .....	19
4.2 Schritt 2: Überprüfung, Rückfragen und Ablage der Bewirtschaftungsdaten .....	20
4.3 Schritt 3: Digitale Erfassung und Plausibilisierung .....	20
4.4 Schritt 4: Export, Produkte-Codes und Einheiten .....	22
4.5 Schritt 5: Abschliessende Plausibilisierung und Korrekturen .....	23
4.6 Schritt 6: Einschätzung der Datenqualität .....	24
<b>5 Harmonisierung der Datenerfassung heute und früher</b> .....	<b>25</b>
5.1 Datenlücke zu Beginn der Erfassungsperiode 2 (1992-1995) .....	26
5.2 Aggregierte Werte während der Erfassungsperiode 2 .....	27
5.3 Hofdünger .....	27
5.4 Einheitliche Codes, Plausibilisierung und Korrekturen .....	28
<b>6 Kennzahlen der Bewirtschaftungsdaten</b> .....	<b>29</b>
6.1 Betriebe, Parzellen und Datenpunkte .....	29
6.2 Angebaute Nutzpflanzen .....	30
6.3 PSM-Einsatz .....	33
6.4 Hofdünger-Einsatz .....	34
6.5 Mineraldünger-Einsatz .....	35
6.6 Datenqualität .....	38
<b>7 Schlussfolgerungen und Ausblick</b> .....	<b>39</b>
7.1 Relevanz des Datensatzes .....	39
7.2 Vergangene und künftige Datenerfassung .....	39
7.3 Grundlagen generieren .....	39
7.4 Anwendungsbeispiele und Ausblick .....	40
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>41</b>

<b>Anhänge</b> .....	<b>43</b>
A1 – Betriebsdaten des NABO-Messnetzes.....	43
A2 – Produkt-Codes: ProduktNr und ProduktNrAgrotech .....	45
A3 – Trockensubstanz in Hofdüngern .....	51

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1</b>	NABO-Standorte und deren Landnutzung .....	11
<b>Abbildung 2</b>	Beispielhafte Nutzung einer NABO-Parzelle mit zwei Schlägen .....	13
<b>Abbildung 3</b>	Schema des Vorgehens zur Erfassung der Bewirtschaftungsdaten .....	19
<b>Abbildung 4</b>	Anzahl Parzellen und deren Bewirtschaftung von 1985-2017 .....	29
<b>Abbildung 5</b>	Hofdüngerausbringung pro Fläche und Jahr auf allen Parzellen mit Bewirtschaftungsdaten .....	35
<b>Abbildung 6</b>	N-Mineraldüngerausbringung pro Fläche und Jahr auf allen Parzellen mit Bewirtschaftungsdaten .....	36
<b>Abbildung 7</b>	P-Mineraldüngerausbringung pro Fläche und Jahr auf allen Parzellen mit Bewirtschaftungsdaten .....	37
<b>Abbildung 8</b>	Zeitlicher Verlauf der Datenqualität .....	38

## Tabellenverzeichnis

### Haupttext

<b>Tabelle 1</b>	Variablen des Datensatzes (Bewirtschaftungsdaten) .....	13
<b>Tabelle 2</b>	Betriebstypen über verschiedene Zeiträume mit Anzahl Betrieben, durchschnittlicher landwirtschaftlicher Nutzfläche und durchschnittlichem Tierbesatz .....	17
<b>Tabelle 3</b>	Landnutzung der NABO-Parzellen von 1985-2017 .....	18
<b>Tabelle 4</b>	Hofdünger nach Tierart und Typ (Mist oder Gülle) .....	23
<b>Tabelle 5</b>	Bewertungsschlüssel zur Datenqualität .....	24
<b>Tabelle 6</b>	Übersicht über die Erfassung von Bewirtschaftungsdaten .....	25
<b>Tabelle 7</b>	Hofdünger, welche als unverdünnte Werte im Datensatz aufgeführt werden .....	27
<b>Tabelle 8</b>	Kennzahlen zu den NABO-Betrieben und Anzahl Dateneinträge von 1985-2017 .....	30
<b>Tabelle 9</b>	Vergleich zwischen Monitoring des AUM und der NABO .....	30
<b>Tabelle 10</b>	Angebaute Kulturen auf Parzellen des direkten Monitorings .....	31
<b>Tabelle 11</b>	Angebaute Kulturen auf allen Parzellen mit Bewirtschaftungsdaten .....	32
<b>Tabelle 12</b>	Häufig ausgebrachte PSM auf allen Parzellen .....	33
<b>Tabelle 13</b>	Häufig ausgebrachte Hofdünger auf allen Parzellen .....	35
<b>Tabelle 14</b>	Häufig ausgebrachte Mineraldünger auf allen Parzellen .....	37

### Anhänge

<b>Tabelle A1</b>	Angaben zu Betrieben mit Bewirtschaftungsdaten mit Einteilung des Betriebstyps, landwirtschaftlicher Nutzfläche (LN) und durchschnittlichen Grossvieheinheiten pro LN von 1985-2000 .....	43
<b>Tabelle A2</b>	Angaben zu Betrieben mit Bewirtschaftungsdaten mit Einteilung des Betriebstyps, landwirtschaftlicher Nutzfläche (LN) und durchschnittlichen Grossvieheinheiten pro LN von 2001-2017 .....	44
<b>Tabelle A3</b>	Liste der Mineraldünger .....	45
<b>Tabelle A4</b>	Liste der Recyclingdünger .....	48
<b>Tabelle A5</b>	Liste der Ernte-Produkte .....	49
<b>Tabelle A6</b>	Angenommene mittlere Trockensubstanz in Hofdüngern .....	51



## Abkürzungen und Einheiten

AUM	Agrarumweltmonitoring
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
Ca	Kalzium
CCM	<i>Corn-Cob-Mix (Maiskolbenschrot)</i>
ChemRRV	Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (SR 814.81)
FG	Frischgewicht
GRUD	Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz
GRUDAF	Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau
GVE	Grossvieheinheiten
IP	Integrierte Produktion
K	Kalium
LBV	Landwirtschaftliche Begriffsverordnung (SR 910.91)
LN	Landwirtschaftliche Nutzfläche
Mg	Magnesium
N	Stickstoff
NABEL	Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe
NABO	Nationale Bodenbeobachtung der Schweiz
NABO-Betriebe	Betriebe, welche der NABO Bewirtschaftungsdaten zur Verfügung stellen
NABO-Parzellen	Landwirtschaftliche Parzellen, auf welchen sich NABO-Standorte befinden
NABO-Standorte	Flächen, welche im direkten Bodenmonitoring der NABO beprobt werden
NPK-Dünger	Mineraldünger mit Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K)
ÖLN	Ökologischer Leistungsnachweis
P	Phosphor
PSM	Pflanzenschutzmittel
S	Schwefel
TS	Trockensubstanz
VBBö	Verordnung über Belastungen des Bodens (SR 814.12)
VSBo	Verordnung über Schadstoffe im Boden (SR 814.12)
VVEA	Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (SR 814.600)
ZA	Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten
a	Jahr
dt	Dezitonne
ha	Hektar
kg	Kilogramm
kg <sub>N</sub> , kg <sub>TS</sub>	Kilogramm Stickstoff, Kilogramm Trockensubstanz (analog für andere Substanzen)
L	Liter
m	Meter
m <sup>3</sup>	Kubikmeter
Stk	Stück
t	Tonne
Tb	Tablette
t <sub>N</sub> , t <sub>TS</sub>	Tonne Stickstoff, Tonne Trockensubstanz (analog für andere Substanzen)

# 1 Einleitung und Ziele

## 1.1 Nationale Bodenbeobachtung (NABO)

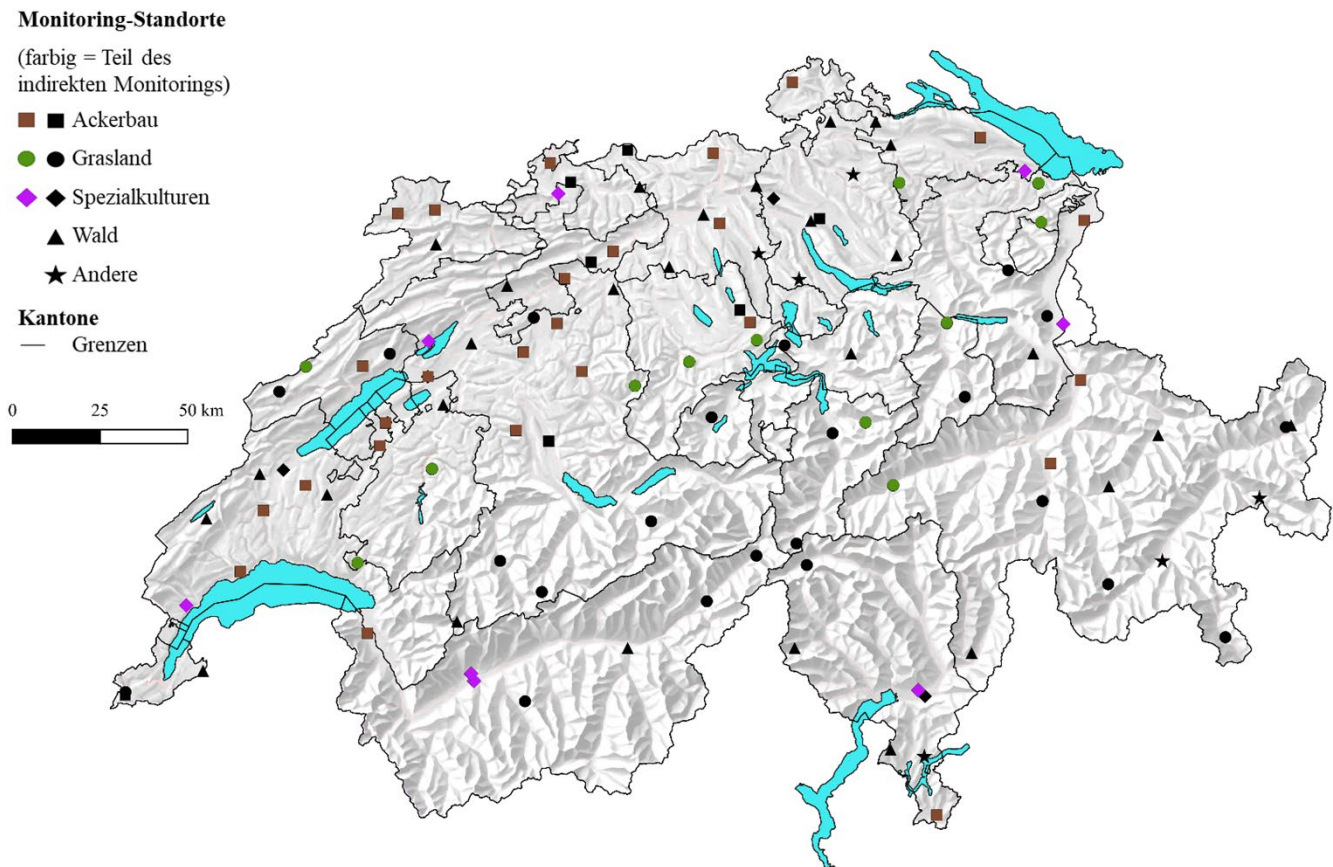
Die Nationale Bodenbeobachtung der Schweiz (NABO) wurde ab 1984 mit dem Ziel eingerichtet, die langfristige Entwicklung der Schadstoffbelastung im Boden zu verfolgen. Die NABO wurde später in der Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo 1986) verankert. Mit deren Ablösung durch die Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo 1998) wurde die Definition der Bodenfruchtbarkeit breiter ausgelegt: Neben chemischen Belastungen sind seither auch biologische und physikalische Belastungen explizit eingeschlossen. Als Folge davon wurden bodenbiologische und physikalische Untersuchungen in die Aktivitäten der NABO integriert. Das langfristige Monitoring der NABO ist ein zentrales Instrument des vorsorgenden Bodenschutzes. Mögliche Beeinträchtigungen der Bodenfruchtbarkeit sollen frühzeitig erkannt und prognostiziert werden, um rechtzeitig entsprechende Gegenmassnahmen zu ergreifen (Desaules und Studer 1993). Gleichzeitig dient das Monitoring als Erfolgskontrolle für ergriffene Massnahmen, indem deren Wirkung auf Bodenbelastungen dokumentiert wird.

Die NABO betreibt ein Messnetz von aktuell (Mai 2021) 112 Monitoringstandorten ("NABO-Standorte", Abbildung 1), welche für die Schweiz typische Kombinationen aus Landnutzung, Bodentyp, Geologie, Höhenstufe und anderen Standorteigenschaften repräsentieren. Rund zwei Drittel der NABO-Standorte werden landwirtschaftlich genutzt (Ackerbau, Grasland und Spezialkulturen), ein Drittel liegt im Wald und einzelne Standorte liegen in Naturschutzflächen und Stadtparks. Die NABO-Standorte sind weder markiert, abgesperrt noch anderweitig geschützt, so dass deren Nutzung möglichst ohne Beeinflussung durch das Monitoring erfolgen kann. Im direkten Monitoring werden die Böden der NABO-Standorte in der Regel in fünfjährigen Intervallen beprobt und analysiert. Einige NABO-Standorte werden im Rahmen von Zusatzuntersuchungen häufiger beprobt. Für verschiedene Bodenkennwerte und Schadstoffgehalte sind inzwischen Zeitreihen über mehr als 30 Jahre verfügbar (Gubler et al. 2015a, 2015b, 2019).

Zusätzlich zum direkten Monitoring betreibt die NABO ein sogenanntes indirektes Monitoring. Dieses erfasst von derzeit 46 landwirtschaftlich genutzten NABO-Standorten jährlich die Bewirtschaftungsdaten der Parzellen, auf denen sich die NABO-Standorte befinden ("NABO-Parzellen"). Die Quantifizierung wichtiger Ein- und Austräge von Nähr- und Schadstoffen ist grundlegend, um Trends zu erkennen, noch bevor diese im Boden messbar sind. So können geeignete Massnahmen zur Reduktion möglicher Nährstoffüberschüsse und übermässiger Schadstoffeinträge abgeleitet werden. Die erhobenen Daten bilden des Weiteren eine wertvolle Basis für Stoffflussbetrachtungen auf Parzellenebene (Gross et al. 2021), Bodenprozess-Modelle wie auch für Stoffflussbetrachtungen auf regionaler Ebene (Della Peruta et al. 2014). Die generellen Ziele des indirekten Monitorings sind folglich:

- Erfassung der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung auf Parzellenebene (Saat und Ernte, Einsatz von Hilfsstoffen, Bodenbearbeitung, betriebliche Veränderungen des Bewirtschafters);
- Analyse der Stoffflüsse auf Parzellenebene, beispielsweise anhand von Oberflächenbilanzen;
- Prognose möglicher unerwünschter Entwicklungen;
- Plausibilisierung und Ursachenanalyse für die im direkten Monitoring beobachteten zeitlichen Verläufe von Bodenkennwerten;
- Erarbeitung von Grundlagen für weitere Studien.

Angesichts der langen Zeitdauer und der hohen Datenqualität ist der vorliegende Datensatz vermutlich einer der besten zur Bilanzierung von Nährstoffen, Humus, Schwermetallen und ausgewählten organischen Schadstoffen für Schweizer Böden unter Praxisbedingungen. Die Daten und damit erarbeiteten Modelle fliessen in zahlreiche weiterführende Arbeiten ein, wie beispielsweise die Berechnung der Schwermetallbilanzen im Agrarumweltmonitoring der Schweiz (AUM), laufende Arbeiten im Bereich Pflanzenschutzmittel (PSM) und Lebenszyklusanalysen (Ökobilanzen).



**Abbildung 1** Monitoring-Standorte ("NABO-Standorte") und deren Landnutzung

## 1.2 Ziele und Inhalte dieses Berichts

Dieser Bericht stellt die Methodik zur Erfassung landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsdaten im Messnetz der NABO vor. Dadurch sollen die Inhalte dieses umfangreichen Datensatzes vermittelt, methodische Grundlagen dargestellt und eine korrekte Nutzbarmachung sowie Interpretation in darauf aufbauenden Arbeiten ermöglicht werden. Hierzu werden in **Kapitel 2** zunächst die im indirekten Monitoring erhobenen Bewirtschaftungsdaten vorgestellt. In **Kapitel 3** wird die Auswahl der teilnehmenden landwirtschaftlichen Betriebe sowie deren Einteilung in Betriebstypen erläutert. In **Kapitel 4** werden die Methoden der Datenerhebung vorgestellt, von der Datenanfrage bei den teilnehmenden landwirtschaftlichen Betrieben bis zur Erstellung der in Kapitel 2 besprochenen Datensätze. Da die Erhebung der Bewirtschaftungsdaten seit 1985 verschiedenen Veränderungen unterworfen war, wird in **Kapitel 5** auf die Harmonisierung der Daten über verschiedene Erfassungsperioden eingegangen.

In **Kapitel 6** werden erwähnenswerte Kennzahlen der Bewirtschaftungsdaten von 1985-2017 präsentiert, um einen Einblick in den Datensatz zu gewähren und dessen Relevanz für die Erfolgskontrolle von Massnahmen sowie für angewandte Forschung zwischen Bodennutzung und -schutz herauszustellen.

Abschliessend werden in **Kapitel 7** die wichtigsten Aspekte zur Relevanz des Datensatzes, zum Monitoring der Bewirtschaftungsdaten über lange Zeiträume sowie zur Bedeutung begleitender Untersuchungen (z.B. periodische Beprobung von Hofdüngern) zusammengefasst. Zudem wird anhand von aktuellen Anwendungsbeispielen der Bewirtschaftungsdaten ein Einblick in aktuelle Forschungsarbeiten gegeben.

## 2 Überblick über erhobene Daten

Zunächst werden in diesem Kapitel die erhobenen Bewirtschaftungsdaten und deren Struktur vorgestellt, um in den folgenden Kapiteln die methodischen Grundlagen der Erfassung einzelner Variablen erläutern zu können.

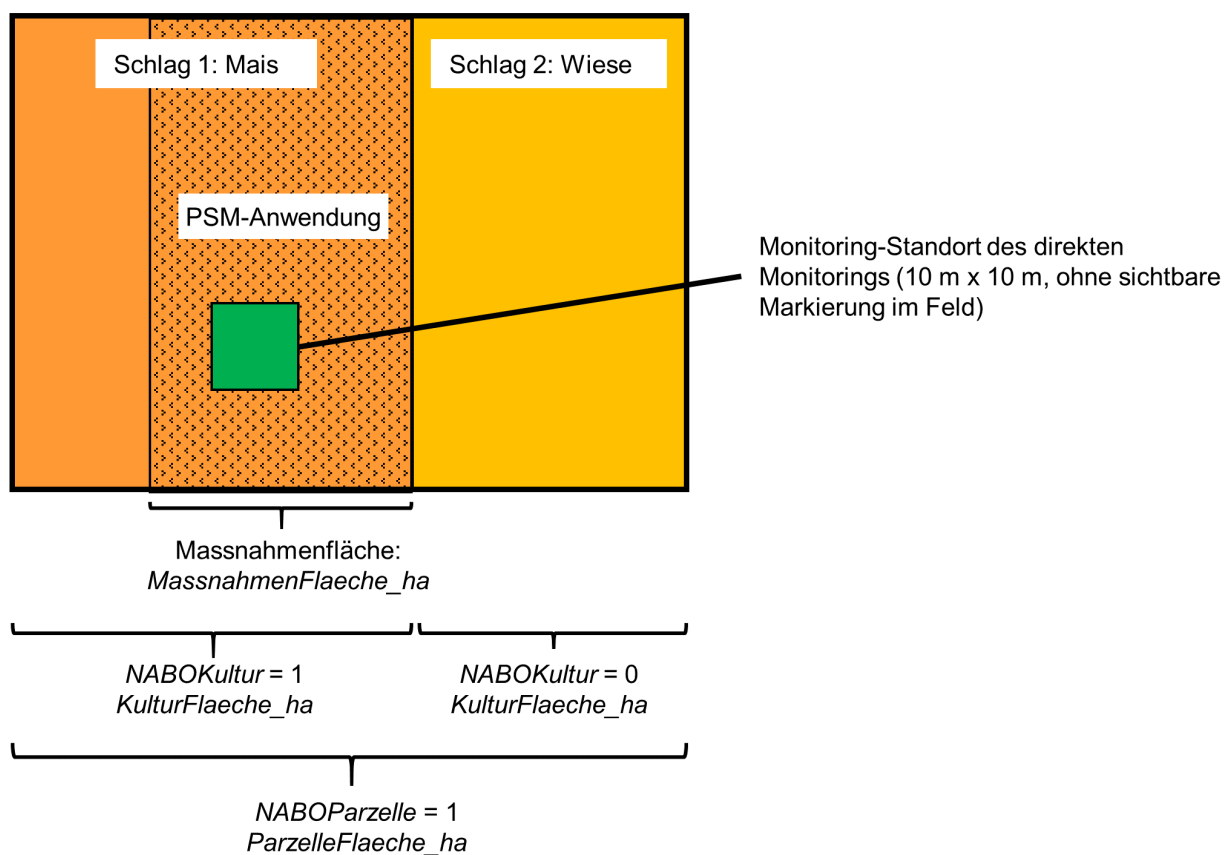
### 2.1 Parzellenspezifische Bewirtschaftungsdaten

Parzellenspezifisch erfasste Bewirtschaftungsdaten beinhalten die in Tabelle 1 aufgeführten und definierten Variablen, unterteilt in die Sektionen Standort, Kultur, Bewirtschaftung, Datenqualität und Administration. Die Bewirtschaftungsdaten sind in einer Excel-Datei gespeichert und sind zum Zeitpunkt dieses Berichts bis Ende 2017 aufgearbeitet. Die erhobenen Daten stehen der NABO, sowie anonymisierte Auszüge daraus auf Anfrage weiteren Stellen, zur Verfügung. Im Datensatz wird auf Umlaute verzichtet, um möglichen Schwierigkeiten bei der Nutzung in verschiedenen Anwendungen vorzubeugen.

Die Sektion **Standort** beinhaltet zwei Standortnummern (*NABOStandortnummer* und *NABOStandortnummerAn*), einen NABO-internen Namen des landwirtschaftlichen Betriebs, von dem der NABO-Standort bewirtschaftet wird (*BName*), einen Parzellennamen (*ParzelleName*) sowie zwei Parzellennummern (*ParzelleID* und *ParzelleIDAn*). Für externe Datenanfragen werden nur anonymisierte Standort- und Parzellennummern (Suffix *An*) herausgegeben, um einer Rückverfolgbarkeit auf einzelne Betriebe vorzubeugen. *NABOParzelle* unterscheidet zwischen Parzellen, welche Teil des direkten Monitorings sind, und anderen, von welchen nur Bewirtschaftungsdaten erhoben werden. *ParzelleFlaeche\_ha* gibt die Parzellenfläche in Hektaren (ha) an.

Die Sektion **Kultur** gibt Informationen zur angebauten *Kultur* des jeweiligen Eintrages. *NABOKultur* unterscheidet zwischen Kulturen, welche auf der Fläche des direkten Monitorings oder auf anderen Parzellenflächen (z.B. Schlägen) angebaut wurden. Eine bestimmte Kultur kann unter Umständen nur einen Teil der Parzelle (in der Regel einen Schlag) betreffen, deshalb wird unter *KulturFlaeche\_ha* die Fläche der Kultur in ha angegeben, welche maximal *ParzelleFlaeche\_ha* entspricht. Abbildung 2 zeigt beispielhaft eine Parzelle, auf welcher die Kulturen Mais und Wiese auf Schlägen einer Parzelle angebaut werden. In der dargestellten Situation ist Mais auf dem Schlag angebaut, auf welchem sich der NABO-Standort der NABO befindet (daher *NABOKultur* = 1); Wiese wird auf dem anderen Schlag angebaut (*NABOKultur* = 0). In den meisten Fällen wird jedoch eine Kultur auf der gesamten Parzellenfläche angepflanzt (d.h. *KulturFlaeche\_ha* = *ParzelleFlaeche\_ha*).

Die Sektion **Bewirtschaftung** enthält Angaben zu Saat und Ernte, PSM-Einsatz, Düngung und Bodenbearbeitung. Da sich ein Bewirtschaftungseintrag nicht immer auf die ganze Parzellen- bzw. Kulturfläche bezieht, wird pro Massnahme eine *MassnahmenFlaeche\_ha* ausgewiesen (Abbildung 2). *FluxNr* teilt die Bewirtschaftung in Saat und Ernte, Pflanzenschutzmittel (PSM), Hof-, Mineral- und Recyclingdünger (z.B. Klärschlamm bis 2006, Kompost, Digestat) und Bodenbearbeitung (z.B. Pflügen) ein. *BewirtTxt* beschreibt diese Bewirtschaftung, welcher einheitliche Codes mit unterschiedlichen Aggregationsstufen zugeordnet werden: *ProduktNrAgrotech* und *ProduktNr* (siehe Kapitel 4.4). Die Menge ausgebrachter landwirtschaftlicher Hilfsstoffe wird über verschiedene Variablen mit dem Präfix 'Menge' eindeutig angegeben (*MengeTotal* bis *Menge\_pro\_ha\_kg\_oder\_L\_Einheit*). Rohdaten werden in der Regel als *MengeTotal* (in der Erfassungsperiode 2 *Menge\_pro\_ha*, vgl. Kapitel 5) erfasst und danach in die weiteren Mengeneinheiten umgerechnet. Felderträge werden als *Feldertrag\_pro\_ha* in verschiedenen Einheiten und als *Feldertrag\_pro\_ha\_kg* umgerechnet in Kilogramm (kg) pro Hektar (ha) angegeben. Schliesslich werden pro Eintrag sowohl das *Datum* als auch das *Jahr* aufgeführt.



**Abbildung 2** Beispielhafte Nutzung einer NABO-Parzelle mit zwei Schlägen

Unter der Sektion **Datenqualitaet** finden sich Angaben zur Qualität der Bewirtschaftungsdaten, d.h. eine Einschätzung der Erfasser aufgrund der Datenlage (vgl. Kapitel 4.6 und Tabelle 5). Die *Erfassungsart* unterscheidet zwischen direkt erhobenen und basierend auf Annahmen aufgefüllten Daten. Auf Annahmen basierende Daten sind insbesondere während der Datenlücke (1992-1995) relevant (vgl. Kapitel 5).

Die Sektion **Administration** enthält derzeit die Variable *Erfasser*, welche das Personenkürzel des jeweiligen Erfassers des Dateneintrags für allfällige Rückfragen angibt.

**Tabelle 1** Variablen des Datensatzes (Bewirtschaftungsdaten)

Sektion	Variable	Definition	Datentyp	Einheit und/oder Werte
Standort	<i>NABOStandortnummer</i>	Code zur NABO-internen Identifikation des Betriebs (wird nicht an externe Datennutzer weitergegeben)	Integer	
	<i>NABOStandortnummerAn</i>	Anonymisierte <i>NABOStandortnummer</i> für externe Datennutzer	Text	
	<i>BName</i>	NABO-internes Betriebskuerzel	Text	
	<i>ParzelleName</i>	Parzellenname, vom landwirtschaftlichen Betrieb angegeben	Text	



Tabelle 1 (Fortsetzung)

Sektion	Variable	Definition	Datentyp	Einheit und/oder Werte
Standort	<i>ParzelleID</i>	Code der Parzelle, erste 3 Ziffern = <i>NABO-Standortnummer</i>	Integer	
	<i>ParzelleIDAn</i>	Anonymisierte <i>ParzelleID</i> , erste 5 Buchstaben/Ziffern = <i>NABOStandortnummerAn</i>	Text	
	<i>NABOParzelle</i>	Hinweis, ob die Parzelle eine NABO-Parzelle und damit Teil des direkten Monitorings ist	Integer	1 = NABO-Parzelle; 0 = keine NABO-Parzelle
	<i>ParzelleFlaeche_ha</i>	Flaeche der Parzelle	Numerisch	ha
Kultur	<i>NABOKultur</i>	Angabe, ob die Kultur auf der Flaeche des direkten Monitorings ist	Integer	1 = auf der Flaeche des direkten Monitorings; 0 = auf anderer Flaeche; NA = keine Angabe
	<i>KulturFlaeche_ha</i>	Flaeche der jeweiligen Kultur auf der Parzelle (z.B. ein Schlag); Teilflaeche von <i>ParzelleFlaeche_ha</i>	Numerisch	ha
	<i>Kultur</i>	Angabe zur Kultur (Nutzpflanze)	Text	
Bewirtschaftung	<i>MassnahmenFlaeche_ha</i>	Flaeche, auf der eine Massnahme (z.B. Ausbringung von Hofduenger) stattfindet; Teilflaeche von <i>ParzelleFlaeche_ha</i>	Numerisch	ha
	<i>FluxNr</i>	Einteilung der Bewirtschaftungsaktivitäten in grobe Kategorien; atmosphärische Deposition ( <i>FluxNr</i> = 1) ist nicht in den Bewirtschaftungsdaten enthalten	Integer	1 = atmosphärische Deposition; 2 = PSM; 3 = Hofduenger; 4 = Mineralduenger; 5 = Recyclingduenger; 6 = Ernte oder Saat; 7 = Bodenbearbeitung
	<i>BewirtTxt</i>	Beschreibung oder Name der Massnahme oder Aktivität	Text	
	<i>ProduktNrAgrotech</i>	Code der Variable <i>BewirtTxt</i> in AGRO-TECH	Integer	
	<i>ProduktNr</i>	Zusammenfassung gleicher oder ähnlicher Massnahmen/Produkte unter einer Nummer	Integer	
	<i>MengeTotal</i>	Gesamtmenge eines Produkts, Einheit siehe <i>MengeTotalEinheit</i> ; bezieht sich auf <i>MassnahmenFlaeche_ha</i> und wird pro Datum erfasst	Numerisch	
	<i>MengeTotalEinheit</i>	Einheit von <i>MengeTotal</i>	Text	
	<i>MengeTotal_kg_oder_L</i>	<i>MengeTotal</i> in kg oder L umgerechnet	Numerisch	kg oder L
	<i>MengeTotal_kg_oder_L_Einheit</i>	Einheit der Variable <i>MengeTotal_kg_oder_L</i>	Text	
	<i>MengeTotal_kg_oder_L_Umrechnung</i>	Beschreibung der Umrechnung von <i>MengeTotal</i> zu <i>Menge_kg_oder_L</i> (Formel, Annahmen usw.)	Text	Direkt = Umrechnung ohne Annahmen, z.B. von m <sup>3</sup> zu L oder kg zu t
	<i>Menge_pro_ha</i>	Menge eines Produkts pro ha Massnahmenflaeche, Einheit siehe <i>Menge_pro_ha_Einheit</i> (nur in der Erfassungsperiode 2 relevant, da dann <i>Menge_pro_ha</i> erfasst wurde, nicht <i>MengeTotal</i> )	Numerisch	



Tabelle 1 (Fortsetzung)

Sektion	Variable	Definition	Datentyp	Einheit und/oder Werte
Bewirtschaftung	<i>Menge_pro_ha_Einheit</i>	Einheit der Variablen <i>Menge_pro_ha</i>	Text	
	<i>Menge_pro_ha_kg_oder_L</i>	<i>Menge_pro_ha</i> in kg oder L pro ha umgerechnet	Numerisch	kg oder L pro ha
	<i>Menge_pro_ha_kg_oder_L_Einheit</i>	Einheit von <i>Menge_kg_oder_L</i>	Text	
	<i>Feldertrag_pro_ha</i>	Feldertrag der Kultur gemaess GRUD(AF), korrigiert nach Hoehenstufen durch Betrieb bzw. durch NABO; nur relevant, wenn <i>FluxNr</i> = 6 (Ernte); die Einheit wird <i>MengeTotal_Einheit</i> entnommen; der von den Betrieben angegebene Ernteertrag ist in <i>MengeTotal</i> und davon abgeleiteten Variablen angegeben	Numerisch	
	<i>Feldertrag_pro_ha_kg</i>	<i>Feldertrag_pro_ha</i> in kg umgerechnet; nur relevant, wenn <i>FluxNr</i> = 6 (Ernte)	Numerisch	kg pro ha
Datenqualitaet	<i>Datum</i>	Datum der Massnahme	Datum	tt.mm.jjjj (t = Tag, m = Monat, j = Jahr)
	<i>Jahr</i>	Jahr gemaess <i>Datum</i>	Numerisch	
	<i>Erfassungsart</i>	Unterscheidung zwischen direkt erhobenen Daten (Angaben durch Landwirte) und durch die NABO aufgefuellte Daten basierend auf Annahmen	Integer	1 = erhobene Daten; 2 = aufgefuellte Daten basierend auf Annahmen
Administration	<i>Erfassungsperiode</i>	Erfassungsperiode der Datenerfassung	Integer	1 = 1985-1990; 2 = 1991-2003; 3 = seit 2004
	<i>Datenqualitaet</i>	Einschaetzung der Datenqualitaet	Integer	0-5 (Details in Tabelle 5)
Administration	<i>Erfasser</i>	Personenkuerzel des Erfassenden	Text	

## 2.2 Betriebsspezifische Daten

Neben den parzellenspezifischen Bewirtschaftungsdaten (Tabelle 1) werden weitere Angaben zu den Betrieben gesammelt. Betriebsspezifische Daten umfassen u.a. Angaben zum Nutztierbestand (gemäss Suisse-Bilanz), Parzellen- und Fruchtfolgepläne sowie Wiesenjournale, betriebliche Veränderungen (z.B. Stallneubau, Bewirtschafteterwechsel) und auf Betrieben, welche Hofdünger anwenden, auch Angaben zu deren Verdünnung. Der Nutztierbestand wird in Grossvieheinheiten (GVE) umgerechnet, wobei eine durchschnittliche Milchkuh als Referenz genommen wird (GVE = 1.0). Für andere Tierarten werden Umrechnungsfaktoren gemäss der landwirtschaftlichen Begriffsverordnung (LBV 1998 [Stand 1.1.2019], Artikel 27 und Anhang) verwendet.

Die Verdünnung der Hofdünger ist ein wichtiger Faktor für die Berechnung von Stoffflüssen. Um die Verdünnung der ausgebrachten Gülle plausibilisieren zu können, wurden in den Jahren 2005 und 2013 auf einigen Betrieben mithilfe eines Fragebogens Informationen zu Systemen, welche in die Güllegruben entwässern, ermittelt (vgl. Kapitel 4.3.2). Dazu gehören Aufstallungssysteme, Wascheinrichtungen, Melksysteme sowie die Zuleitung von Haushaltabwasser. Um- und Neubauten von Ställen werden soweit bekannt erfasst.

## 3 Teilnehmende Betriebe

### 3.1 Auswahl der NABO-Standorte

Die am indirekten Monitoring teilnehmenden landwirtschaftlichen Betriebe wurden Mitte der 1980er-Jahre erstmals aus dem Gesamtkollektiv der NABO-Standorte ausgewählt. Über die Zeit kamen neue Standorte dazu, andere wurden aufgegeben. Eine aktuelle Liste (Mai 2021) ist in Anhang A1 (Tabelle A1 und Tabelle A2) zu finden. Die Anzahl bewegte sich seit 1985 zwischen 40-47 Betrieben (vgl. Kapitel 6.1). Da die Betriebe für das indirekte Monitoring aus dem NABO-Messnetz selektiert wurden, ist deren Zusammensetzung eng verknüpft mit der Auswahl der NABO-Standorte. Diese erfolgte in den 1980er-Jahren aufgrund folgender Kriterien (Desaules und Studer 1993):

- Das Messnetz sollte rund 100 NABO-Standorte umfassen;
- Perspektive einer langfristigen Kontinuität der Beobachtung (inklusive Einverständnis der Besitzer bzw. Nutzer);
- Ca. 50% der NABO-Standorte sollten landwirtschaftlich genutzt sein und verschiedene für die Schweiz charakteristische Nutzungstypen und -intensitäten darstellen; weitere rund 20% sollten naturnahe landwirtschaftliche Nutzflächen darstellen (z.B. extensiv genutzte Alpweiden);
- Ca. 30% der NABO-Standorte sollten Waldflächen sein;
- Es sollten unterschiedliche klimatische, lufthygienische und bodencharakteristische Standorte in verschiedenen agrarökologischen Zonen der Schweiz enthalten sein.

Die endgültige Auswahl der Standorte geschah nach Feldbegehungen und im Einverständnis mit Grundeigentümern und Behörden. Die Standorte wurden somit primär nach bodenkundlichen und geografischen Gesichtspunkten ausgewählt. Aufgrund der Kriterien decken die NABO-Standorte die tieferen, landwirtschaftlich genutzten Gebiete (insbesondere das Mittelland) deutlich besser ab als Berggebiete. Dies war durchaus gewollt, da im Mittelland grössere Schadstoffbelastungen und somit eher Beeinträchtigungen der Bodengesundheit erwartet wurden. Daher ist die Auswahl der NABO-Standorte und somit auch die der landwirtschaftlichen Betriebe im indirekten Monitoring keine zufällige und repräsentative Stichprobe im statistischen Sinne. Die Betriebstypen im NABO-Messnetz sind daher nicht repräsentativ für die Gesamtheit der Schweizer Betriebe.

Derzeit wird von 46 der insgesamt 78 landwirtschaftlich genutzten NABO-Standorte die Bewirtschaftung der Parzellen, auf welchen sich die NABO-Standorte befinden (NABO-Parzellen), erfasst (Abbildung 1). Auf einigen ausgewählten Betrieben wird zudem die Bewirtschaftung aller Parzellen, d.h. nicht nur der NABO-Parzelle, erfasst (siehe auch Kapitel 6.1). Die Teilnahme der Betriebe am Monitoring der NABO sowie die Erfassung der Bewirtschaftungsdaten ist freiwillig. Die Anzahl Parzellen bzw. teilnehmender Betriebe war über die Zeit leicht variabel, da einige neue Betriebe dazu kamen und bei anderen die Datenerhebung eingestellt wurde. Gründe für die Einstellung der Datenerhebung auf einzelnen Betrieben waren u.a. eine ungenügende Datenqualität und in wenigen Fällen eine nicht mehr landwirtschaftliche Nutzung der Parzelle. Da die Bewirtschafter freiwillig mit der NABO kooperieren kann davon ausgegangen werden, dass das Monitoring die Bewirtschaftung der Parzelle kaum beeinflusst und somit die Realität der landwirtschaftlichen Praxis erfasst wird. Auf derzeit sechs (früher zeitweise neun) Betrieben werden zudem die Bewirtschaftungsdaten aller Parzellen des Betriebs erhoben (zusätzlich zur Parzelle, welche im direkten Monitoring beprobt wird). Auf diesen ausgewählten Betrieben ist es folglich möglich, die im direkten Monitoring untersuchte Parzelle im Kontext des Gesamtbetriebs zu betrachten, z.B. in Bezug auf die Gesamtnährstoffverteilung. Insbesondere ermöglicht eine Erfassung des gesamten Betriebs eine Plausibilisierung und Qualitätssicherung der eingesetzten Dünger und Erntemengen. Im Bewirtschaftungsdatensatz (Tabelle 1) sind Parzellen des direkten Monitorings als *NABOParzelle* = 1 bezeichnet, alle anderen als *NABOParzelle* = 0.

Die NABO pflegt(e) mit den Betrieben über die Jahre einen losen Kontakt und versucht diesen auch nach Bewirtschafterwechseln aufrecht zu erhalten. Hierbei ist die NABO auf das Interesse allenfalls neuer Bewirtschafter angewiesen. Wechsel der Bewirtschafter wirken sich meist stark auf die Bewirtschaftung aus, weshalb solche Veränderungen separat für jeden Betrieb dokumentiert werden.

### 3.2 Betriebstypen und Parzellennutzung

Die teilnehmenden Betriebe wurden anhand der Betriebstypologie ZA2015 (Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten, Hoop und Schmid 2019) in Betriebstypen eingeteilt. Die Einteilung wurde separat für zwei Zeiträume vorgenommen, um grob den zeitlichen Verlauf darzustellen: 1985-2000 sowie 2001-2017. Über beide Zeiträume wurde pro Betrieb die durchschnittliche landwirtschaftliche Nutzfläche (LN), Ackerfläche, Fläche an Spezialkulturen und Anzahl GVE unterschiedlicher Tierarten basierend auf jährlichen Angaben der Betriebe berechnet (Tabelle 2). Diese Angaben wurden in der Vergangenheit nicht jedes Jahr explizit von allen Betrieben gemacht, oftmals wurden nur Veränderungen im Vergleich zu Vorjahren mitgeteilt. Wenn Angaben zu einzelnen Jahren fehlten, wurden die Werte des letzten Jahres mit Angaben des gleichen Betriebs angenommen. Basierend auf diesen betrieblichen Angaben wurden für beide Zeiträume der entsprechende Betriebstyp zugeordnet. Zudem wurden die Betriebe auch für den gesamten Zeitraum (1985-2017) einem "durchschnittlichen" Betriebstypen zugeordnet. Vereinfachend wurden die ZA2015-Betriebstypen "Milchkühe", "Mutterkühe" und "Rindvieh gemischt" zu "Rindvieh" zusammengefasst, da über die Jahre nicht immer zwischen den einzelnen Rindvieh-Kategorien unterschieden wurde.

**Tabelle 2** Betriebstypen über verschiedene Zeiträume mit Anzahl Betrieben, durchschnittlicher landwirtschaftlicher Nutzfläche (LN) und durchschnittlichem Tierbesatz in Grossvieheinheiten (GVE) über den jeweiligen Zeitraum (detaillierte Angaben in Anhang A1)

Zeitraum	Betriebstypen	Anzahl Betriebe	Durchschnittliche LN (ha)	Durchschnittlicher Tierbesatz (GVE ha <sup>-1</sup> )
1985-2000	Ackerbau	5	25.3	0.3
	Rindvieh <sup>A</sup>	10	27.3	1.3
	Kombiniert Milchkühe/Ackerbau	11	32.3	1.7
	Kombiniert Veredlung	12	42.9	1.7
	Kombiniert andere	2	13.0	1.0
	Spezialkultur	6	0.7	0.0
2001-2017	Ackerbau	5	39.7	0.3
	Rindvieh <sup>A</sup>	8	39.2	1.5
	Kombiniert Milchkühe/Ackerbau	12	34.8	1.8
	Kombiniert Veredlung	13	46.7	1.7
	Kombiniert andere	2	37.9	1.9
	Spezialkultur	7	9.4	0.1
1985-2017	Ackerbau	5	32.5	0.3
	Rindvieh <sup>A</sup>	8	32.6	1.4
	Kombiniert Milchkühe/Ackerbau	11	33.5	1.7
	Kombiniert Veredlung	13	44.9	1.7
	Kombiniert andere	2	25.5	1.4
	Spezialkultur	7	5.4	0.1

<sup>A</sup> Milchkühe, Mutterkühe oder Rindvieh gemischt gemäss ZA2015 (Hoop und Schmid 2019)

Insgesamt veränderte sich die Einteilung der Betriebe zu Betriebstypen über die Zeit nur geringfügig (Tabelle 2). Die Einteilung erlaubt somit eine adäquate grobe Charakterisierung der hauptsächlichen betrieblichen Ausrichtung für die meisten Betriebe. Auf einzelnen Betrieben gab es jedoch Veränderungen, welche sich auf die Einteilung der Betriebstypologie auswirkten. Beispielsweise war der Betrieb, der die NABO-Parzelle B119 (*NABOStandortnummerAn*, Tabelle 1) bewirtschaftet, von 1985-2000 ein Milchviehbetrieb (Einteilung Betriebstyp: Rindvieh), setzte aber von 2000-2010 nach einem Besitzerwechsel vermehrt auf Ackerbau (Betriebstyp Kombiniert Milchkühe/Ackerbau). Seit 2010 bewirtschaftet ein neuer Pächter den Betrieb mit Spezialkulturen (Obstbau und Baumschule) und betreibt zudem Rinderzucht. Über den gesamten Zeitraum wurde der Betrieb dem Betriebstyp Kombiniert Milchkühe/Ackerbau zugeordnet. Auf dem Betrieb, der die NABO-Parzelle B116 bewirtschaftet, wurden bis 1999 rund 60-80 GVE der Rindergattung sowie 17 GVE Schweine gehalten (Betriebstyp Rindvieh), danach stieg der Schweinebestand auf 50-60 GVE (Betriebstyp Kombiniert Veredlung). Über den gesamten Zeitraum wurde der Betrieb dem Betriebstyp Kom-

biniert Veredlung zugeordnet. Auch auf weiteren Betrieben war u.a. die Besatzdichte mit Tieren oder die landwirtschaftliche Nutzfläche nicht konstant. Diese Beispiele zeigen, dass viele betriebliche Veränderungen in der groben Einteilung der Betriebstypen nicht sichtbar sind und Interpretationen im Einzelfall über Jahre aufgebautes Detailwissen voraussetzen.

Die jeweilige Landnutzung der Parzelle (Ackerbau, Grasland oder Spezialkultur) ist neben dem Betriebstypen ein zweiter wesentlicher Faktor zum Verständnis der Bewirtschaftung. Von den 46 Parzellen des indirekten Monitorings wurden über den Beobachtungszeitraum 24-27 ackerbaulich, zwölf als Grasland und sieben bis acht als Spezialkulturen bewirtschaftet (Tabelle 3). Extensiv genutzte Graslandparzellen sind im indirekten Monitoring der NABO bisher nicht häufig repräsentiert, da auf diesen Flächen von geringen Schadstoffbelastungen und somit vergleichsweise kleinen Beeinträchtigungen der Bodengesundheit ausgegangen werden kann (vgl. Kapitel 3.1).

**Tabelle 3** Landnutzung der NABO-Parzellen von 1985-2017

Landnutzung	Anzahl Parzellen	Anteil Parzellen (%)
<b>Ackerbau</b>	24-27	54-60
<b>Grasland</b>		
Extensiv	0	0
Wenig bis mittel intensiv	1-2	4-5
Intensiv	9-11	20-25
<b>Spezialkulturen</b>		
Obstbau	3	7
Gemüsebau	1	2
Rebbau	3-4	7-9

Die konkrete Bewirtschaftung der einzelnen Parzellen wird zudem von verschiedenen weiteren Faktoren beeinflusst. Unter anderem beeinflusst die Lage der Parzellen (z.B. die Distanz zum Betrieb), wie intensiv diese genutzt wird und welche Kulturen angepflanzt werden. So liegt beispielsweise die NABO-Parzelle B004 (Ackerbau) relativ weit vom Betrieb entfernt, was ein Grund für die im Vergleich zu anderen Parzellen dieses Betriebs wenig intensive Bewirtschaftung ist. Auch auf der Parzelle des NABO-Standorts B104 sind Güllegaben geringer als vom Betriebstyp Kombiniert Veredlung her erwartet, da die anfallende Schweinegülle teilweise an andere Betriebe exportiert wird. Diese Beispiele zeigen, dass der Betriebstyp und die Landnutzung der Parzelle zwar ein generelles Bild der landwirtschaftlichen Nutzung vermitteln können, dass jedoch eine konkrete Beurteilung der Bewirtschaftung einzelner Parzellen langjährige Detailkenntnisse voraussetzt.

## 4 Aktuelle Methoden der Datenerfassung

In diesem Kapitel wird die aktuelle Erfassungsmethode der in Tabelle 1 präsentierten Bewirtschaftungsdaten vorgestellt (Abbildung 3). Die Bewirtschaftungsdaten wurden aufgrund sich verändernder Ressourcen und Zielsetzungen innerhalb der NABO über den Zeitraum von über 30 Jahren mit unterschiedlichen Eingabesystemen und durch verschiedene Mitarbeiter erfasst. Dies führte über die Zeit zu Anpassungen, welche in Kapitel 5 beschrieben werden.

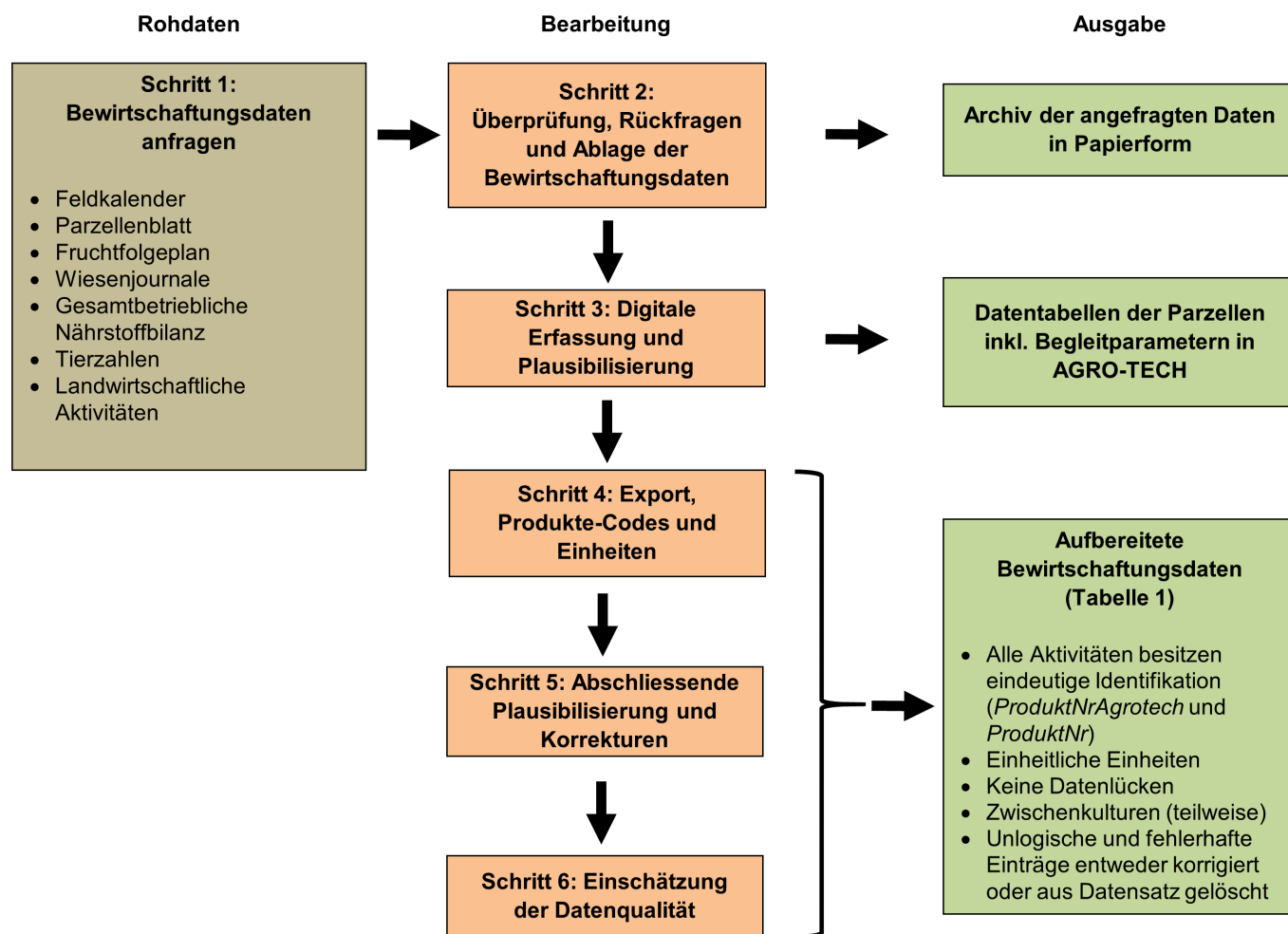


Abbildung 3 Schema des Vorgehens zur Erfassung der Bewirtschaftungsdaten

### 4.1 Schritt 1: Bewirtschaftungsdaten anfragen

Die Bewirtschaftungsdaten werden jährlich von den Betrieben erfragt. Die Mitarbeit der Betriebe ist freiwillig und wird mit einer geringen Aufwandsentschädigung entlohnt. Generell sind die Bewirtschaftungsdaten flächen- und kulturbezogen mit Datum und Menge in Frischgewicht erfasst. Falls Mengen durch die Betriebe bereits in umgerechneter Form angegeben werden – beispielsweise als Menge Trockensubstanz (TS) von Hofdüngern – so wird auf das Frischgewicht rückgerechnet. Die Ernteerträge einiger Kulturen (insbesondere Grasschnitt) sind im Datensatz als Masse TS und nicht Frischgewicht (FG) erfasst, was in den Einheiten kenntlich gemacht wird (siehe auch Kapitel 4.3.3).

In der Regel werden jedes Jahr die Bewirtschaftungsdaten des jeweiligen Vorjahres schriftlich bei den Betrieben erfragt. Grundsätzlich werden für jede berücksichtigte Parzelle die Mengen aller landwirtschaftlichen Ein- und Austräge (Saatgut, PSM, Hof-, Mineral- und Recyclingdünger sowie Erntegut) und Bodenbearbeitungen mit Datum erfasst. Die Aufzeichnung durch Landwirte entspricht normalerweise einem Kulturjahr, welches je nach Kultur zwischen Juni und Dezember neu beginnt. Im Gegensatz dazu werden andere Aufzeichnungen, wie etwa die gesamtbetriebliche Nährstoffbilanz, pro Kalenderjahr gemacht. Der Umfang der jährlichen Anfrage hängt vom Betriebstyp und der

Nutzung ab und kann Betriebsinformationen wie Feldkalender, Parzellenblatt, Fruchtfolgeplan, Wiesenjournale, sowie die gesamtbetriebliche Nährstoffbilanz mit den Angaben über die Tierzahlen beinhalten. Bei der Anfrage werden zusätzlich auch Angaben zur Verdünnung des Hofabwassers, allenfalls aktualisierte Parzellenpläne und betriebliche Veränderungen erfragt (Abbildung 3).

Seit Einführung des ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN) 1998 sind Betriebe für den Erhalt von Direktzahlungen zur detaillierten Dokumentation ihrer landwirtschaftlichen Aktivitäten verpflichtet. Die Aufzeichnung ist für Direktzahlungen zwar Pflicht, wird jedoch nicht an die Behörden übermittelt, sondern nur in ca. vierjährigen Abständen kontrolliert. Diese Datenerfassung geschieht in anderer Form als die Erhebung der Bewirtschaftungsdaten der NABO und die ÖLN-Daten sind der NABO nicht zugänglich. Diese Aufzeichnungen sind für die Dauerbeobachtung dennoch sehr wertvoll, um kleinere Lücken in den Bewirtschaftungsdaten nachträglich durch persönliche Gespräche bei den Betrieben klären zu können.

## 4.2 Schritt 2: Überprüfung, Rückfragen und Ablage der Bewirtschaftungsdaten

Die Bewirtschaftungsdaten werden chronologisch in Papierform abgelegt und auf ihre Vollständigkeit und Qualität hin überprüft. Hierbei werden zunächst folgende Punkte geklärt:

- Sind die Angaben zur Parzelle eindeutig, d.h. kann beispielsweise die Parzelle des direkten Monitorings eindeutig identifiziert werden?
- Bestehen Lücken in den Aufzeichnungen?
- Entspricht die angebaute Kultur derjenigen im Fruchtfolgeplan?

Offensichtliche Unklarheiten werden telefonisch oder schriftlich geklärt. Bei Bedarf werden Betriebsbesuche durchgeführt, z.B. bei einem Bewirtschafteterwechsel, wenn eine ungenügende Datenqualität festgestellt wird oder im Rahmen anderer laufender Projekte. Das Monitoring soll die Bewirtschaftung möglichst nicht beeinflussen, weshalb Rückfragen nie kritisch erfolgen. Eine Beraterrolle wird vermieden und die NABO weist in ihrer Kommunikation mit den Betrieben auf ihre neutrale Rolle ohne Vollzugsauftrag hin. Die erhobenen Daten werden anonymisiert und vertraulich behandelt (*NABOStandortnummerAn* und *ParzelleIDAn* in Tabelle 1).

## 4.3 Schritt 3: Digitale Erfassung und Plausibilisierung

### 4.3.1 Allgemein

Die Bewirtschaftungsangaben werden seit 2004 in der Software AGRO-TECH (Agridea, Lindau) erfasst, was eine systematische und einheitliche Dateneingabe ermöglicht. Pro Betrieb und Jahr wird in AGRO-TECH eine Datenbank eröffnet und in einem eigenen Ordner gespeichert. Neben dem Eintrag der allgemeinen Betriebsinformationen können alle Massnahmen, Produkte, der Tierbestand zur Abschätzung des Gülleanfalls (falls vorhanden) und Kulturen für die jeweiligen Parzellen in Eingabemasken erfasst werden. Hierbei wird allen eingegebenen Massnahmen, Produkten und Kulturen eine vorgegebene Identifikationsnummer (*ProduktNrAgrotech*, Tabelle 1) zugeteilt. Zudem wird allen erfassten Parzellen eine eindeutige Parzellen-Nr. (*ParzelleID*, Tabelle 1) zugeteilt. Bei der Eingabe wird darauf geachtet, die Daten möglichst unverändert zu übertragen, um einer Subjektivität des Erfassers vorzubeugen.

Während der Dateneingabe werden die Bewirtschaftungsdaten mit Hilfe von Normwerten und Expertenwissen ersten Plausibilitätsprüfungen unterworfen. Erscheinen Angaben nicht plausibel, wird mit dem Betrieb Rücksprache gehalten. Eindeutige Fehler werden, wenn möglich, korrigiert. Die wichtigsten Referenzen zur Abschätzung der Plausibilität sind:

- Anbaumethoden der Kultur in der Vergangenheit gemäss Bewirtschaftungsdaten des jeweiligen Betriebs und der landwirtschaftlichen Praxis;
- Vollständigkeit der Aufzeichnungen, z.B. Angabe von Sorten, Saatmengen und Saatdatum, Zwischenkulturen;



- Empfehlungen landwirtschaftlicher Ratgeber, z.B. Zielsortiment der Landi (LANDI 2020 bzw. vorherige Versionen) und Wirz-Handbücher (Agridea 2020 bzw. vorherige Versionen);
- Übereinstimmung von Informationen aus Betriebsbesuchen oder von Bestandsaufnahmen bei Probenahmen des direkten Monitorings;
- Berechnung des Hofdüngeranfalls und die Verteilung der Hofdünger auf Betriebsebene für Betriebe mit Gesamtbetriebserfassung.

### 4.3.2 Hofdünger

Hofdünger stellen mengenmässig die wichtigste Grösse im Datensatz dar. Unsicherheitsanalysen von Stoffbilanzen für Nährstoffe sowie Cu und Zn in landwirtschaftlichen Böden zeigen, dass in der Regel Hofdünger den grössten Unsicherheitsfaktor darstellen (Keller et al. 2005, Gross et al. 2021). Daher haben Annahmen zur Verdünnung der Hofdünger (und damit zu deren TS-Gehalt) und zu den Stoffkonzentrationen einen grossen Einfluss auf Stoffbilanzen.

Der TS-Gehalt von Hofdüngern ist ein entscheidender Faktor in Stoffbilanzen und hängt u.a. von Tierart, Lagerung, Jahreszeit, Stroheinsatz und Verdünnung durch gezielte Wasserzugabe bzw. durch Wassereinsatz während der Stallreinigung ab (Richner und Sinaj 2017). Daher wird grosser Wert auf die Schätzung der Verdünnung bzw. von TS-Gehalten gelegt. In den 1990er-Jahren wurden erstmals mit zusätzlichen Untersuchungen der TS-, Nährstoff- und Schwermetallgehalt von Hofdüngern auf einigen Betrieben im NABO-Messnetz erhoben. Später hat die NABO in den Jahren 2006 und 2018 auf 14 bzw. 30 Betrieben Hofdünger erneut beprobt und die Ergebnisse der Beprobung sind in Gross et al. (2021) zusammengefasst. Für Betriebe mit Hofdünger-Messwerten werden für Stoffbilanzierungen die gemessenen Gehalte gegenüber den Standardwerten aus der Literatur bevorzugt. Tabelle A6 zeigt Standardwerte von TS-Gehalten in Hofdüngern, welche zur Stoffbilanzierung verwendet werden, wenn keine betriebspezifischen Messungen vorliegen.

Auf Betrieben mit Bewirtschaftungsdaten aller Parzellen (d.h. nicht nur der NABO-Parzelle) wurden die von den Landwirten angegebenen Hofdüngermengen und -verdünnungen bis 2010 mithilfe von Angaben zu Stallungssystemen und gehaltenen Nutztieren plausibilisiert. Seit 2011 wird diese Plausibilisierung nur noch in Einzelfällen durchgeführt, da durch die Hofdünger-Beprobungen Messwerte vorliegen und für Stoffbilanzierungen herangezogen werden können. Zur Plausibilisierung werden Ausscheidungen pro Tierart mithilfe der Suisse-Bilanz (Agridea und BLW 2019) geschätzt und gesondert nach Gülle und Mist definierten Lagerstätten (z.B. Güllebehälter, Mistplatten) zugeordnet. In AGRO-TECH wird darauf basierend zunächst der zu erwartende Anfall an unverdünntem Hofdünger pro Tierart und pro Lagerstätte berechnet (AGRO-TECH Modul "Hofdüngerberechnung"). Zusätzlich wird die Zufuhr von Abwasser durch die Reinigung von Ställen, Tieren und Geräten sowie durch Hausabwasser berechnet (Modul "Abwasser"). Diese Angaben wurden ebenfalls bei den Landwirten in den Jahren 2005 und 2013 erfragt, um Unsicherheiten bezüglich Abwasseranfall zu reduzieren. Mengen und Verdünnung verschiedener Hofdünger werden nun basierend auf diesen Angaben berechnet (Modul "Mengen und Gehalte") und als Totalmengen pro Erntejahr und Betrieb aggregiert (Modul "Düngerrapport"). Im letzten Schritt wird die Summe der ausgebrachten Hofdüngermengen (gemäss parzellenspezifischer Aufzeichnungen in den Bewirtschaftungsdaten) mit den in AGRO-TECH berechneten abgeglichen. Wenn für einen Betrieb alle Parzellen erfasst werden, kann diese Plausibilisierung in AGRO-TECH vollumfänglich erfolgen, weil alle Hofdüngermengen auf dem Betrieb (inklusive Ein- oder Ausfuhr) im Vergleich zum vorhandenen Tierbestand in Zusammenhang gebracht werden können. Aufgrund der Totalmengen wird die Verdünnung in der Hofdüngerberechnung schliesslich so angepasst, dass die anfallenden Mengen aus dem Düngerrapport denjenigen der ausgebrachten Mengen (Bewirtschaftungsdaten der Parzellen) entsprechen. Dies wird erzielt, indem bei Gülle der angenommene Wasseranteil und bei Mist der angenommene Strohanteil erhöht bzw. reduziert wird. Im Idealfall ist keine Korrektur notwendig.

Bei importierten (nicht auf dem Betrieb angefallenen) Hofdüngern wird die Verdünnung auf Basis der "Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau" (GRUDAF, Flisch et al. 2009) bzw. "Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz" (GRUD, Richner und Sinaj 2017) geschätzt, welche in der Regel von einer 1:1 Verdünnung mit Wasser ausgehen.

### 4.3.3 Ernte

Eine Herausforderung stellen die von den Betrieben geschätzten Erntemengen dar. Diese Schätzungen geschehen meist sehr individuell, z.B. als Anzahl gefüllte Erntemaschinen (Ladewagen), als "guter" Ertrag oder als Anzahl Silo- oder Heuballen. Diese Mengen werden durch Vergleiche mit Referenzerträgen der GRUD(AF) (Flisch et al. 2009, Richner und Sinaj 2017) unter Einbezug der Nutzungsintensität sowie der Höhenlage plausibilisiert und nötigenfalls korrigiert (*Feldertrag\_pro\_ha*, Tabelle 1). Andererseits stellen konkrete Mengenangaben zu verkauftem Erntegut normalerweise eine sehr genaue Referenz dar (z.B. auf Basis von Abrechnungen). Wenn vom Betrieb konkrete Mengenangaben vorliegen, werden diese separat unter *MengeTotal* bzw. *Menge\_pro\_ha* für *FluxNr* = 6 (d.h. Ernte) aufgeführt (Tabelle 1).

Erntegut wird meist als Frischgewicht erfasst. Für die Ernte von Gras, Silomais, Luzerne und Futterrüben werden im Datensatz Gewicht TS angegeben, was in den Einheiten kenntlich gemacht wird (kg TS, Dezitonne [dt] TS, kg TS/ha und dt TS/ha).

### 4.3.4 Zwischenkulturen

Der Anbau von Zwischenkulturen wird im NABO-Betriebsnetz bisher nur von wenigen Betrieben vollständig dokumentiert, unter anderem, da deren Aufzeichnung keine Bedingung zur Gutsprache von Direktzahlungen ist. Es wurden erste Schritte unternommen, um fehlende Zwischenkulturen in den Bewirtschaftungsdaten auf Basis der Fruchtfolge abzuschätzen, diese Auswertung liegt noch nicht abschliessend vor. Für die Berechnung von Schwermetallbilanzen spielt das Miteinbeziehen der Zwischenkulturen eine eher untergeordnete Rolle, es ist jedoch möglich, dass Hofdüngergaben während der Zwischenkultur in der Datenerfassung von den Betrieben zumindest zum Teil nicht berücksichtigt werden. Einen grösseren Einfluss haben Zwischenkulturen u.a. auf Nährstoff- sowie Kohlenstoffbilanzen.

## 4.4 Schritt 4: Export, Produkte-Codes und Einheiten

Die Bewirtschaftungsdaten werden mit einem von der NABO speziell entwickelten Abfrage-Werkzeug at2nabo (V1.0.26, Agroscope) aus der AGRO-TECH Datenbank exportiert. Dieses ermöglicht es, Betriebe, Jahre und andere Informationen spezifisch abzufragen, wobei die Daten automatisch in eine Excel-Datei mit vorgegebener Struktur zusammengefügt werden. Jedem Datenbankeintrag wird eine *FluxNr* zugeordnet und im Anschluss eine einheitliche Schreibweise der in AGRO-TECH erfassten Einheiten (*MengeTotalEinheit*, Tabelle 1) sichergestellt:

- PSM (*FluxNr* = 2): g, kg, L oder Tablette (Tb);
- Hofdünger (*FluxNr* = 3): m<sup>3</sup> oder t;
- Mineraldünger (*FluxNr* = 4): dt, L oder t;
- Recyclingdünger (*FluxNr* = 5): dt, t, m<sup>3</sup>;
- Ernte, Saat (*FluxNr* = 6): Dose, dt TS, dt TS/ha, kg TS, kg TS/ha, Knollen, Körner, Pflanzen (Pfl.), 100 bzw. 1'000 Stück (Stk);
- Bodenbearbeitung (*FluxNr* = 7): Ohne Mengen oder Einheiten.

Allen Hilfsstoffen, Aktivitäten und Ernteprodukten wird nun ein möglichst eindeutiger und auf die Arbeiten der NABO ausgerichteter Produkt-Code vergeben (*ProduktNr*, Tabelle 1), unter welchem ähnliche oder gleichwertige Hilfsstoffe, Aktivitäten und Ernteprodukte zusammengefasst werden. Hierfür wird eine Hilfstabelle verwendet, welche regelmässig nachgeführt wird (Anhang A2). *ProduktNr* stellt eine Aggregation der in AGRO-TECH automatisch vergebenen Produkt-Codes *ProduktNrAgrotech* (Tabelle 1) dar. Tabelle 4 zeigt beispielhaft eine Übersicht der wichtigsten erfassten Hofdüngertypen. Die in der Stoffbilanzierung standardmässig angenommenen TS-Gehalte pro Hofdünger sind in Anhang A3 (Tabelle A6) aufgeführt; diese Standardwerte werden verwendet, sofern keine Messdaten des Betriebs vorliegen. Andere Hilfsstoffe und Erntegüter sind in Anhang A2 aufgeführt.

**Tabelle 4** Hofdünger nach Tierart und Typ (Mist oder Gülle) eingeteilt gemäss NABO (*ProduktNr* und Bewirtschaftungstext NABO) und AGRO-TECH (*ProduktNrAgrotech* und Bewirtschaftungstext AGRO-TECH); unverd. = unverdünnt, verd. = verdünnt

Tierart	Typ	<i>ProduktNr</i>	Bewirtschaftungstext NABO	<i>ProduktNr-Agrotech</i>	Bewirtschaftungstext AGRO-TECH	
Rindvieh	Mist	20184	Rinder-Stapelmist	20183	Mist betriebseigen, 2004	
				20184	Stapelmist, betriebseigen	
		20186	Kälbermist	20186	Kälbermist	
		20611	Rindermist, Milchvieh	20611	Rinder-Stapelmist 1987	
		Gülle	20612	Rindermist, Mastvieh	20612	Rinder-Laufstallmist 1987
	20209		Rindergülle 1:2 verd.	20209	Rindergülle 1:2 verd.	
	20608		Rindergülle 1:1 verd.	20608	Rindergülle, betriebseigen	
				20210	Rinder Vollgülle 1:1 verd.	
				20208	Rindergülle 1:1 verd.	
	20609		Rindergülle kotarm	20609	Rindergülle mässiger Kotgehalt	
	20610		Rinder-Harngülle	20610	Rind-Harngülle	
	20908		Rindergülle unverd. (berechnet von verdünntem Wert) <sup>A</sup>			
	20909		Rindergülle kotarm (berechnet von verdünntem Wert) <sup>A</sup>			
	20910		Rinder-Harngülle (berechnet von verdünntem Wert) <sup>A</sup>			
Schweine	Mist	20614	Schweinemist	20614	Schweine-Laufstallmist 1987	
	Gülle	20613	Schweinegülle 1:1 verd.	20613	Schweinegülle betriebseigen	
			Schweinegülle 1:1 verd.	20181	Schweinegülle zugeführt (Mast)	
			Schweinegülle 1:1 verd.	20182	Schweinegülle zugeführt	
		20913	Schweinegülle unverd. (berechnet von verdünntem Wert) <sup>A</sup>	20913	Schwein Vollgülle unverd.	
Geflügel	Mist	20618	Geflügelmist	20193	Pouletmist	
				20618	Geflügelmist, zu Gülle zugemischt	
				20193	Pouletmist / Geflügelgülle	
Pferde	Mist	20188	Pferdemist	20188	Pferdemist	
Schafe und Ziegen	Mist	20190	Schaf-/Ziegenmist	20190	Schaf-/Ziegenmist	
Mischgüllen	Gülle	20218	Mischgülle Rind und Schwein 1:1 verd.	20218	Mischgülle Rind/Schwein, betriebs-eigen	
				20216	Mischgülle Rind/Schwein	

<sup>A</sup> Erläuterungen siehe Kapitel 5.3

Zusätzlich zu *MengeTotal* werden abgeleitete Einheiten (z.B. pro Flächeneinheit) berechnet, insbesondere *MengeTotal\_kg\_oder\_L* (Gesamtmenge umgerechnet in kg oder L), *Menge\_pro\_ha* (Gesamtmenge in der Einheit von *MengeTotal* umgerechnet pro ha) und *Menge\_pro\_ha\_kg\_oder\_L* (*Menge\_pro\_ha* umgerechnet in kg pro ha oder L pro ha).

#### 4.5 Schritt 5: Abschliessende Plausibilisierung und Korrekturen

Die Daten werden abschliessend unter Berücksichtigung zeitlicher Abläufe auf ihre Plausibilität geprüft und falls nötig korrigiert. Hierbei liegt der Fokus zunächst auf der Kontrolle der Zuweisung von *ProduktNr* und *FluxNr* für alle Hilfsstoffe und Massnahmen, auf der korrekten Erfassung von Datumseinträgen, auf korrekten Schreibweisen und auf der Korrektur oder Löschung leerer oder unlogischer Einträge. Korrigiert wird, sofern Angaben in Papierform vorliegen; ansonsten werden leere oder unlogische Einträge gelöscht.

Grafische Auswertungen und deskriptive Statistiken in R (R Core Team 2017) und Excel® werden eingesetzt, um einzelne Betriebe, Jahre und Kulturen miteinander zu vergleichen, Auffälligkeiten zu ermitteln und diese unter Zuhilfenahme der in Papierform abgelegten Rohdaten zu überprüfen und allenfalls zu korrigieren. Bei grösseren Unklarheiten wird Rücksprache mit den Betrieben genommen. Kleinere oder nicht mehr nachzuvollziehende Unklarheiten werden mittels Fachliteratur und Expertenwissen abgeschätzt und entsprechende Annahmen getroffen (*Erfassungsart* = 2, Tabelle 1).

Nach Abschluss der Überarbeitung werden zeitliche Abläufe der Betriebsdaten grafisch ausgewertet, um mögliche Fehler sowie nicht plausible Verläufe zu erkennen und nötigenfalls zu korrigieren (z.B. falsche Einheiten). Die Grafiken werden weiter dazu eingesetzt, auffällig hohe oder tiefe Werte zu identifizieren und zu überprüfen. Zudem können Schwankungen zwischen den Jahren genauer analysiert werden und Fehler (z.B. falsche Flächenbezüge) korrigiert werden.

## 4.6 Schritt 6: Einschätzung der Datenqualität

Die Qualität der von den Betrieben zur Verfügung gestellten Daten ist unterschiedlich. Während einige Betriebe sehr detaillierte und gut nachvollziehbare Informationen bereitstellen, stellen andere wesentlich ungenauere Informationen zur Verfügung. Annahmen und deren Begründung werden schriftlich dokumentiert und die Datenqualität der Eingangsdaten wird jährlich pro Betrieb von 0 (keine Daten vorhanden) bis 5 (sehr gute Datenqualität) bewertet (Tabelle 5), d.h. jeder Bewirtschaftungseintrag eines bestimmten Betriebs erhält die gleiche Datenqualitätseinschätzung im entsprechenden Jahr. Bei einer Datenqualität zwischen 0 und 2 wird immer das Gespräch mit dem Betriebsleiter bzw. der Betriebsleiterin gesucht und sofern keine Besserung eintritt, wird die Datensammlung eingestellt.

**Tabelle 5** Bewertungsschlüssel zur Datenqualität

Kategorie	Beschreibung
5	Angaben vorhanden, sehr gute Datenqualität
4	Angaben vorhanden, gute Datenqualität, wenige Annahmen nötig
3	Angaben vorhanden, knapp genügend, z.T. widersprüchliche Daten
2	Angaben vorhanden, Qualität ungenügend
1	Nur Fruchtfolge bekannt; weitere Bewirtschaftung aus Vor- oder Folgejahren abgeleitet
0	Keine Daten vorhanden; Bewirtschaftung aus Vor- und Folgejahren abgeleitet

## 5 Harmonisierung der Datenerfassung heute und früher

Im Verlauf der Erfassung der Bewirtschaftungsdaten seit 1985 haben sich Ressourcen und Prioritäten, Eingabesysteme und Datenprotokolle verändert. Aufgrund grösserer Umstellungen können die erhobenen Daten in drei Erfassungsperioden eingeteilt werden (Tabelle 6):

- **Von 1985 bis 1991 (Erfassungsperiode 1)** wurden die Bewirtschaftungsangaben jährlich telefonisch oder schriftlich erhoben und in ein vorgefertigtes Datenblatt eingearbeitet. Die Daten wurden zunächst nur in Papierform abgelegt und erst nachträglich während der Erfassungsperiode 3 elektronisch mittels AGRO-TECH erfasst. Die Ergebnisse der Stoffbilanzen sind im ersten NABO-Bericht veröffentlicht (Desaules und Studer 1993).
- **Von 1992 bis 2003 (Erfassungsperiode 2)** traten wesentliche Veränderungen auf. Nach der Publikation des ersten NABO Berichts (Desaules und Studer 1993) ging man davon aus, dass das Thema der Stoffbilanzen für die Dauerbeobachtung ausreichend bearbeitet und eine Weiterführung nicht mehr erforderlich sei. Deshalb wurde von 1992-1995 die Erhebung der Bewirtschaftungsdaten ausgesetzt (Datenlücke). Von 1996-2003 wurde mit der Einführung des ÖLN und den damit verbundenen Anpassungen und Umstellungen in der Bewirtschaftung das Interesse an den landwirtschaftlichen Aktivitäten auf den Betrieben reaktiviert und die Erhebung der Bewirtschaftungsdaten wieder aufgenommen. Zudem wurde ab 1996 für einige Betriebe neu die Bewirtschaftung aller Parzellen erfasst, um die Bewirtschaftung der Parzelle des direkten Monitorings in den Kontext aller Parzellen des Gesamtbetriebs stellen zu können. Die Bewirtschaftungsdaten wurden während dieser Erfassungsperiode in einer Access-Datenbank abgelegt.
- **Seit 2004 (Erfassungsperiode 3)** werden die Bewirtschaftungsdaten in AGRO-TECH erfasst. Zusätzlich wurden die Daten der Erfassungsperiode 1 in AGRO-TECH eingepflegt. Die Datenerfassung erfolgt gemäss den Angaben in Kapitel 4.

Aufgrund der unterschiedlichen Erfassungs- und Datenmanagement-Methoden musste die Harmonisierung der Bewirtschaftungsdaten für die Erfassungsperiode 1 und 3 und für die Erfassungsperiode 2 getrennt durchgeführt werden. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte dieser Harmonisierung beschrieben.

**Tabelle 6** Übersicht über die Erfassung von Bewirtschaftungsdaten der verschiedenen Erfassungsperioden

Erfassung	1985-1991 (Erfassungsperiode 1)	1992-2003 (Erfassungsperiode 2)	Seit 2004 (Erfassungsperiode 3)
Art der Datenanfrage	Schriftlich und telefonisch	Schriftlich	Schriftlich
Feldkalender bzw. Parzellenblätter	Ja	Ja	Ja
Fruchtfolgeplan	Nein	Ja	Ja
Wiesenjournale	Nein	Ja	Ja
Gesamtbetriebliche Nährstoffbilanz	Nein	Ja	Ja
Tierzahlen	Einmalig	Ja	Ja
Anderweitige Datenerfassung durch Landwirte	Nicht obligatorisch	Ab 1992 freiwillig; seit 1998 im Rahmen des ÖLN obligatorisch für Direktzahlungen	Im Rahmen des ÖLN obligatorisch für Direktzahlungen

**Tabelle 6** (Fortsetzung)

Erfassung	1985-1991 (Erfassungsperiode 1)	1992-2003 (Erfassungsperiode 2)	Seit 2004 (Erfassungsperiode 3)
Datenbank zur Eingabe	Papierformular; AGRO-TECH (nachträglich)	Access	AGRO-TECH
Produkte-Codes	Automatische Zuteilung von <i>ProduktNrAgrotech</i> zu Massnahmen und Aktivitäten in AGRO-TECH (nachträglich)	Massnahmen und Aktivitäten wurde in Access eine sog. BWC-Nr. zugewiesen (aktuell nicht mehr genutzt)	Automatische Zuteilung von <i>ProduktNrAgrotech</i> zu Massnahmen und Aktivitäten in AGRO-TECH
Finanzielle Aufwandsentschädigung für Landwirte	Nein	Ja	Ja
Erfassung pro Flächeneinheit	Gesamtmenge pro Massnahmenfläche erfasst	Mengen pro ha erfasst	Gesamtmenge pro Massnahmenfläche erfasst
Erfassung pro Zeiteinheit	Mengen pro Datum	Jahressummenmenge oder Menge pro Datum	Mengen pro Datum

## 5.1 Datenlücke zu Beginn der Erfassungsperiode 2 (1992-1995)

Die in den Jahren 1992-1995 entstandene Datenlücke zu Beginn der Erfassungsperiode 2 wurde nachträglich aufbereitet, um durchgängige Analysen zu ermöglichen. Hierbei wurde je nach Datenlage pro Parzelle folgendermassen vorgegangen:

- 1. Wenn Daten teilweise für 1992 und/oder 1995 vorhanden waren:** Für einige Parzellen waren bereits Angaben zur nachfolgenden Kultur nach 1991 oder Angaben zur Vorkultur vor 1996 im Datensatz vorhanden und konnten unverändert übernommen werden.
- 2. Wenn Daten zur Fruchtfolge vorhanden waren:** Der erste kritische und wichtige Schritt auf Parzellenebene war die Rekonstruktion einer sinnvollen Fruchtfolge. Bei einigen Parzellen war die Fruchtfolge über den gesamten Zeitraum der Datenlücke bekannt. In diesen Fällen konnte die Bewirtschaftung basierend auf der Fruchtfolge nachträglich geschätzt werden.
- 3. Wenn keine Daten zur Fruchtfolge vorhanden waren und keine betrieblichen Umstrukturierungen während der Datenlücke erfolgten:** Bei einigen Parzellen fehlten Angaben zur Fruchtfolge und zur Bewirtschaftung und mussten mit weniger gesicherten Annahmen komplementiert werden. In diesen Fällen wurden Angaben zu Fruchtfolge und Bewirtschaftung der Erfassungsperiode 1 (vor der Datenlücke) mit jenen der Erfassungsperiode 2 (nach der Datenlücke) verglichen. Falls sich beide Erfassungsperioden ausreichend ähnlich waren, wurde die gleiche Bewirtschaftung während der Datenlücke angenommen.
- 4. Wenn keine Daten zur Fruchtfolge vorhanden waren und betriebliche Umstrukturierungen während der Datenlücke erfolgten:** Auf allen Betrieben wurden mögliche betriebliche Umstrukturierungen etwa im Zuge einer Umstellung auf IP oder Bio oder einer Hofübernahme soweit möglich berücksichtigt. Bei betrieblichen Umstrukturierungen wurden Fruchtfolge und Bewirtschaftung vor dem Zeitpunkt der Umstrukturierung basierend auf Angaben der Erfassungsperiode 1 geschätzt, nach dem Zeitpunkt der Umstrukturierung basierend auf Angaben der Erfassungsperiode 2.

Generell war die Rekonstruktion der Fruchtfolge und der Bewirtschaftung bei Dauerkulturen (z.B. Graslandstandorten) mit vergleichsweise geringen Unsicherheiten behaftet. Auch bei Spezialkulturen (insbesondere auf Rebbau- und Obstbauparzellen) konnte trotz des Einsatzes vieler unterschiedlicher PSM die Datenlücke aufgrund meist gleichbleibender saisonaler Muster auf Basis bekannter Massnahmen desselbigen Betriebs (z.B. vor oder nach der Datenlücke bzw. auf anderen Parzellen) mit relativ geringen Unsicherheiten geschlossen werden. In anderen Fällen, wenn eine weniger häufige Kultur angepflanzt wurde, waren die Anhaltspunkte der betriebstypischen Bewirtschaftung meist zu unsicher, um klare Indizien für die fehlenden Jahre zu geben; in diesen Fällen wurden landwirtschaftlich



typische Bewirtschaftungen auf Basis von Expertenwissen angenommen. Bei unklarer Datenlage oder unvollständigen Informationen wurden die extensiveren Kulturen und/oder Massnahmen angenommen (z.B. Kunstwiese oder Getreide statt Kartoffeln; Rindergülle statt Schweinegülle).

Die nötigen Annahmen während der Datenlücke sind im Datensatz durch die Variablen *Erfassungsperiode*, *Erfassungsart* und *Datenqualitaet* (Tabelle 1) kenntlich gemacht. Für *Erfassungsart* wurde der Wert 1 ("erhobene Daten") eingesetzt, wenn die Daten gemäss Punkt 1 (siehe oben) erarbeitet wurden. Für alle anderen Bearbeitungen wurde der Wert 2 ("aufgefüllte Daten basierend auf Annahmen") eingesetzt. Zur Einschätzung der *Datenqualitaet* wurden aufgrund der benötigten Annahmen Werte zwischen 5 (bei sehr guter Datenqualität für gemäss Punkt 1 erhobene Daten) und 0 (keine Daten vorhanden) gewählt.

## 5.2 Aggregierte Werte während der Erfassungsperiode 2

Während der Erfassungsperiode 2 wurden teilweise nicht die einzelnen Datenpunkte erfasst, sondern aggregierte bzw. korrigierte Werte (Tabelle 6). So wurden die Mengen von Hilfsstoffen und Erntegut in einigen Fällen pro Datum und in anderen Fällen als Jahressummenmengen erfasst, was die Nachvollziehbarkeit stark einschränkt. Daher wurden aggregierte Jahresmengen nachträglich auf Basis von Betriebsunterlagen auf die jeweiligen Datumsangaben aufgeteilt. Falls keine Angaben in den Betriebsunterlagen vorhanden waren, wurde davon ausgegangen, dass es sich bei der Summenmenge um eine Annahme bzw. Interpretation des Erfassers handelte. Die Aufteilung dieser Summenmengen auf bestimmte Daten wurde in diesen Fällen mithilfe der typischen Applikations- bzw. Erntetage des Vorjahres oder des Jahres danach durchgeführt – vorausgesetzt es handelte sich um die gleiche Kultur. Unterschiedlich die Kultur im vorherigen und nachfolgenden Jahr, wurden möglichst die Daten einer anderen Parzelle des Betriebs im gleichen Jahr mit der gleichen Nutzung zur Aufteilung der Summenmengen herangezogen.

Wenn nicht ersichtlich war, ob eine Menge eine Summenmenge oder eine einmalig ausgebrachte Menge darstellte und in den Betriebsunterlagen keine Angaben dazu vorhanden waren, wurde die Menge unverändert im Datensatz belassen.

## 5.3 Hofdünger

Während der Erfassungsperioden 1 und 3 wurden bzw. werden Hofdüngermengen normalerweise als ausgebrachte Mengen erfasst, d.h. die Verdünnung wurde in der Mengenangabe berücksichtigt. Die erfassten Hofdüngermengen während der Erfassungsperiode 1 beinhalteten Angaben zum Mischverhältnis verschiedener Tierarten (z.B. 25% der ausgebrachten Hofdüngermenge von Rindern, 75% von Schweinen) sowie zur vom Betrieb geschätzten Verdünnung mit Wasser (z.B. 1:2, 1:1).

Während der Erfassungsperiode 2 und in einigen Fällen auch während der anderen Erfassungsperioden wurden Hofdünger auf unverdünnte Werte umgerechnet. Um diese umgerechneten (als unverdünnt erfassten) Gülleangaben unterscheiden zu können, wurden für diese die spezifischen *ProduktNr* 20908, 20909, 20910 und 20913 vergeben (Tabelle 4 und Tabelle 7). Für die Stoffflussberechnungen der NABO wird für diese Gülleangaben standardmässig eine 1:1-Verdünnung mit Wasser angenommen.

**Tabelle 7** Hofdünger, welche als unverdünnte Werte im Datensatz aufgeführt werden (berechnet von effektiv verdünnt ausgebrachten Hofdüngern)

Tierart	Typ	ProduktNr	Bewirtschaftungstext (NABO)
Rindvieh	Gülle	20908	Rindergülle unverdünnt (berechnet von verdünntem Wert)
	Gülle	20909	Rindergülle kotarm (berechnet von verdünntem Wert)
	Gülle	20910	Rinder-Harngülle (berechnet von verdünntem Wert)
Schwein	Gülle	20913	Schweinegülle unverdünnt (berechnet von verdünntem Wert)

## 5.4 Einheitliche Codes, Plausibilisierung und Korrekturen

Abschliessend wurden über alle Erfassungsperioden möglichst einheitliche Codes (*FluxNr*, *ProductNrAgrotech* und *ProduktNr*) vergeben und mit Fokus auf den zeitlichen Ablauf Plausibilisierungsschritte und, wo nötig, Korrekturen durchgeführt:

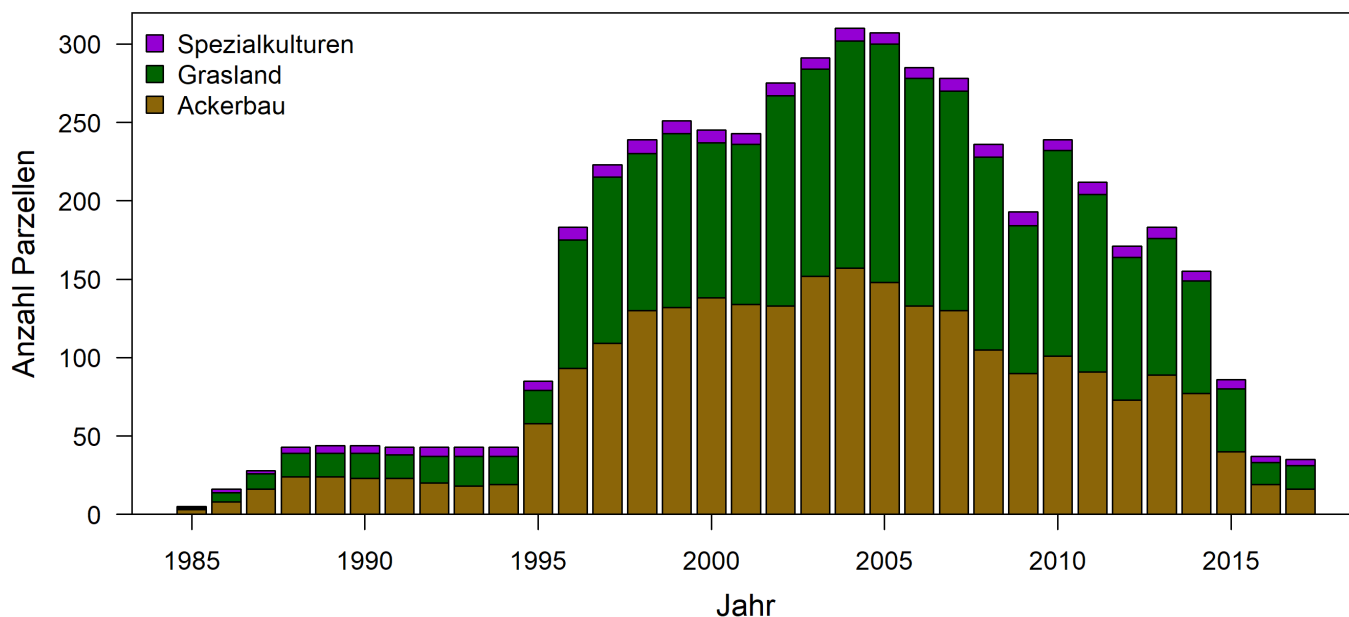
- **Nachträgliche Erfassung von *FluxNr*, *ProduktNrAgrotech* und *ProduktNr* (Tabelle 1):** Während der Erfassungsperioden 1 und 3 wurde allen landwirtschaftlichen Produkten eine *ProduktNrAgrotech* zugewiesen (Tabelle 1). Während der Erfassungsperiode 2 wurden nur die von den Betrieben angegebenen Produktnamen und Aktivitäten ohne *ProduktNrAgrotech* erfasst. Stattdessen wurde eine von der NABO vergebene Identifikation (BWC-Nr.) zugewiesen, da ohne AGRO-TECH gearbeitet wurde. Nachträglich wurde allen BWC-Nr. eine *ProduktNrAgrotech*, eine *ProduktNr* sowie eine *FluxNr* zugewiesen.
- **Kontrolle von Mengenangaben und Einheiten:** Mengenangaben und Einheiten wurden geprüft und, wo nötig und möglich, korrigiert. In einem weiteren Schritt konnten die PSM-Produkte über *ProduktNrAgrotech* bzw. *ProduktNr* mit den entsprechenden Wirkstoffen verknüpft werden. Für PSM wurde zusätzlich ein Plausibilitätscheck des Wirkungsbereichs auf der behandelten Kultur durchgeführt, d.h. es wurde geprüft, ob die in den PSM enthaltenen Wirkstoffe für die jeweilige Kultur plausibel waren.
- **Löschung fehlerhafter Einträge:** Leere, doppelte oder nicht nachvollziehbare Einträge wurden aus den Datentabellen gelöscht.

## 6 Kennzahlen der Bewirtschaftungsdaten

Die Erarbeitung von konsistenten und langfristigen Datenreihen zu Bodenparametern und zur Bewirtschaftung dieser Böden stellt eine wertvolle Datengrundlage dar, um Gefährdungen der Böden und den damit verbundenen Ökosystemleistungen frühzeitig zu erkennen. Nötigenfalls können Massnahmen abgeleitet und deren Wirkung gemessen werden. Über mehr als 30 Jahre ist ein Datensatz mit über 60'000 erfassten Bewirtschaftungsmassnahmen (Stand Ende 2017) entstanden, der nach wie vor wächst. Dieser Datensatz ist einmalig sowohl, bezüglich des Detaillierungsgrades als auch der geografischen Verteilung in den verschiedenen Regionen der Schweiz. Dieses Kapitel soll einen Einblick in den Datensatz ermöglichen und interessante Kennzahlen hervorheben.

### 6.1 Betriebe, Parzellen und Datenpunkte

Von 1985-2017 sind von 22 Betrieben durchgängig über mind. 30 Jahre, von 23 Betrieben über 20-29 Jahre und von jeweils einem Betrieb über 19 und neun Jahre Bewirtschaftungsdaten vorhanden. Bis 1994 wurden Bewirtschaftungsdaten ausschliesslich auf Parzellen erhoben, auf welchen im direkten Monitoring Bodenproben entnommen wurden (1994: 43 Parzellen, Abbildung 4). Ab 1995 wurden von einigen Betrieben die Bewirtschaftungsdaten aller Parzellen erfasst, was zu einem Anstieg der Parzellen bis 2005 führte (310 Parzellen, Abbildung 4). Mit der Erfassung aller Parzellen auf einem Betrieb sollten auch die Stoffbilanzen der Parzellen erfasst werden, die mit der NABO-Parzelle in einer Fruchtfolge stehen. Hierdurch können die jährlichen Stoffbilanzen auf den NABO-Parzellen besser plausibilisiert werden. Danach sank bis 2014 die Anzahl Parzellen um etwa die Hälfte, da eine qualitativ hochwertige Erfassung so vieler Parzellen zu aufwendig wurde. Derzeit werden von sechs Betrieben die Bewirtschaftungsdaten aller Parzellen erhoben, deren digitale Erfassung ist jedoch seit 2015 noch nicht vollständig (Abbildung 4).



**Abbildung 4** Anzahl Parzellen und deren Bewirtschaftung (ab 2015 sind noch nicht alle vorhandenen Bewirtschaftungsdaten digital erfasst) von 1985-2017

Die Anzahl der derzeit erfassten Parzellen liegt bei rund 150. Insgesamt wurden von 1985-2017 auf allen Parzellen rund 62'700 Datenpunkte (Anzahl Einträge für eine Bewirtschaftung wie Düngung, Ernte, oder Einsatz von Hilfsstoffen) erfasst (Tabelle 8).

**Tabelle 8** Kennzahlen zu NABO-Betrieben und Anzahl Dateneinträge von 1985-2017 nach der Harmonisierung und Aufbereitung

Kennzahl	Wert
Anzahl NABO-Standorte (total)	112
Landwirtschaftsflächen mit direktem Bodenmonitoring	46
Landwirtschaftsflächen ohne direktes Bodenmonitoring	32
Waldflächen	28
Andere Flächen	6
Anzahl Datenpunkte	62'700
Erfassungszeitraum	Seit 1985

Neben dem Monitoring der NABO werden auch im Agrarumweltmonitoring der Schweiz (AUM) jährlich Bewirtschaftungsdaten landwirtschaftlicher Betriebe erhoben, jedoch mit unterschiedlicher inhaltlicher Ausrichtung. Während im AUM von rund 300 Betrieben seit 2009 alle Parzellen (gut 6'000 Parzellen) untersucht werden, so werden im NABO-Messnetz seit 1985 von 4-20 Betrieben alle Parzellen und von insgesamt 46 Betrieben die Parzelle des direkten Monitorings jährlich erfasst. Das Monitoring der NABO zeichnet sich durch den langen Beobachtungszeitraum, regelmässig gemessene Bodeneigenschaften auf unterschiedlichen Landnutzungen (nicht nur auf landwirtschaftlichen Flächen) sowie die Kombination von Boden- und Bewirtschaftungsdaten auf landwirtschaftlichen Flächen aus (Tabelle 9). Das Design im NABO-Messnetz ermöglicht es, den Einfluss der Bewirtschaftung auf die Bodenqualität direkt zu untersuchen. Während sich die Auswertungen des AUM auf eine sich verändernde Auswahl von Betrieben beziehen, so ist das Monitoring der NABO auf ausgewählte Parzellen fokussiert, deren Entwicklung über die Zeit im Kontext der Bewirtschaftung untersucht wird.

**Tabelle 9** Vergleich zwischen Monitoring des AUM und der NABO

Vergleich	AUM	NABO
Zeitraum	Seit 2009	Seit 1985
Betriebe mit Daten aller Parzellen	Ca. 300	4-20
Parzellen		
Jährliche Bewirtschaftungsdaten	Ca. 6'000	40-46
Regelmässiges Bodenmonitoring gleichbleibender Standorte mit unterschiedlicher Landnutzung	Keines	> 100

## 6.2 Angebaute Nutzpflanzen

Von 1985-2017 wurden auf den NABO-Parzellen (Parzellen, welche im direkten Monitoring beprobt werden) 1'424 Kulturen angebaut (sogenannte Kulturjahre, Tabelle 10). Werden zusätzlich Parzellen berücksichtigt, auf welchen kein direktes Monitoring durchgeführt wird, so steigt diese Zahl auf insgesamt 5'585 Kulturjahre (Tabelle 11). Zwischenkulturen (z.B. Gründüngungen) werden nicht berücksichtigt.

Grasland sowie Getreide waren sowohl auf Parzellen des direkten Monitorings als auch im Gesamtdatensatz aller Parzellen die am häufigsten angebaute Kulturen (Tabelle 10, Tabelle 11). Winterweizen gefolgt von Wintergerste und Wintertriticale waren die am häufigsten angebaute Getreidearten. Hackfrüchte und Leguminosen machten rund 10-15% aller Kulturjahre aus mit Kartoffeln, Zuckerrüben und Raps als häufigste Nutzpflanzen. Verschiedene Maissorten machte um die 10% aller Kulturjahre aus. Der Anteil der Spezialkulturen war prozentual etwas höher auf Parzellen des direkten Monitorings (ca. 15% aller Kulturjahre pro Erfassungsperiode) als im Gesamtdatensatz aller Parzellen (4-11% aller Kulturjahre pro Erfassungsperiode).

**Tabelle 10** Angebaute Kulturen (sogenannte Kulturjahre) auf Parzellen des direkten Monitorings (NABO-Parzellen)

Nutzpflanzen	Erfassungsperiode 1 (1985-1991)		Erfassungsperiode 2 (1992-2003)		Erfassungsperiode 3 (2004-2017)	
	Anzahl	Anteil (%)	Anzahl	Anteil (%)	Anzahl	Anteil (%)
<b>Getreide</b>						
Hafer	2	1	2	0	0	0
Roggen und Dinkel	2	1	6	1	2	0
Sommergerste	2	1	1	0	1	0
Sommerweizen	2	1	0	0	0	0
Wintergerste	14	7	34	6	29	5
Wintertriticale	6	3	9	2	10	2
Winterweizen	27	12	64	11	65	10
<b>Hackfrüchte und Leguminosen</b>						
Bohnen	1	0	1	0	3	0
Erbsen	0	0	5	1	2	0
Futterrüben	2	1	6	1	2	0
Hanf	0	0	0	0	2	0
Karotten	0	0	3	1	4	1
Kartoffeln	13	6	21	4	18	3
Raps	6	3	14	3	20	3
Soja	0	0	3	1	4	1
Sonnenblume	0	0	0	0	1	0
Zuckerrüben	10	4	21	4	20	3
<b>Mais</b>						
CCM <sup>A</sup>	2	1	0	0	0	0
Körnermais	5	2	32	6	14	2
Saatmais	0	0	0	0	5	1
Silomais	10	4	31	6	49	8
<b>Spezialkulturen</b>						
Erdbeeren	0	0	1	0	4	1
Gemüse	3	1	13	2	17	3
Kernobst	10	5	24	4	28	4
Kirschen	4	2	12	2	9	1
Reben	14	6	36	6	45	7
<b>Grasland</b>						
Extensiv	0	0	0	0	0	0
Wenig intensiv	10	4	12	2	20	3
Mittelintensiv	11	5	46	8	57	9
Intensiv	67	30	162	29	211	33
<b>Total</b>	<b>223</b>	<b>100</b>	<b>559</b>	<b>100</b>	<b>642</b>	<b>100</b>

<sup>A</sup> Corn-Cob-Mix bzw. Maiskolbenschrot; mit Kolben und Spindel geerttet für Futterzwecke

**Tabelle 11** Angebaute Kulturen (sogenannte Kulturjahre) auf allen Parzellen mit Bewirtschaftungsdaten

Nutzpflanzen	Erfassungsperiode 1 (1985-1991)		Erfassungsperiode 2 (1992-2003)		Erfassungsperiode 3 (2004-2017)	
	Anzahl	Anteil (%)	Anzahl	Anteil (%)	Anzahl	Anteil (%)
<b>Getreide</b>						
Hafer	2	1	7	0	0	0
Roggen und Dinkel	2	1	16	1	34	1
Sommergerste	2	1	13	1	1	0
Sommerweizen	2	1	26	1	3	0
Wintergerste	14	6	144	6	131	4
Wintertriticale	6	3	57	2	38	1
Winterweizen	27	12	233	10	249	9
<b>Hackfrüchte und Leguminosen</b>						
Bohnen	1	0	10	0	3	0
Erbsen	0	0	15	1	5	0
Futterrüben	3	1	26	1	7	0
Hanf	0	0	3	0	5	0
Karotten	0	0	11	0	10	0
Kartoffeln	13	6	114	5	85	3
Raps	6	3	45	2	57	2
Soja	0	0	7	0	7	0
Sonnenblume	0	0	3	0	2	0
Zuckerrüben	10	4	88	4	71	2
<b>Mais</b>						
CCM <sup>A</sup>	2	1	0	0	21	1
Körnermais	5	2	98	4	42	1
Saatmais	0	0	0	0	5	0
Silomais	10	4	205	8	251	9
<b>Spezialkulturen</b>						
Erdbeeren	0	0	1	0	4	0
Gemüse	3	1	27	1	39	1
Kernobst	10	5	24	1	28	0
Kirschen	4	2	12	0	9	0
Reben	14	6	36	1	47	2
<b>Grasland</b>						
Extensiv	0	0	75	3	277	9
Wenig intensiv	10	4	128	5	93	3
Mittelintensiv	11	5	242	10	371	13
Intensiv	67	30	779	32	1'021	35
<b>Total</b>	<b>224</b>	<b>100</b>	<b>2'445</b>	<b>100</b>	<b>2'916</b>	<b>100</b>

<sup>A</sup> Corn-Cob-Mix bzw. Maiskolbenschrot; mit Kolben und Spindel geerttet für Futterzwecke



### 6.3 PSM-Einsatz

Von 1985-2017 wurden auf allen Parzellen mit Bewirtschaftungsdaten insgesamt 274 verschiedene PSM-Wirkstoffe eingesetzt. Die grösste Bandbreite wurde im Ackerbau (206 Wirkstoffe) gefolgt von Spezialkulturen (174 Wirkstoffe) registriert; auf Grasland sind nur 20 verschiedene Wirkstoffe im Datensatz vermerkt. Zu berücksichtigen ist jedoch auch, dass der Datensatz deutlich mehr Standorte mit Ackerbau enthält als solche mit Spezialkulturen. Da über die Zeit verschiedene PSM verboten wurden, ist eine zusätzliche Betrachtung neuerer Daten sinnvoll. So wurden seit 2010 im Ackerbau 144, auf Spezialkulturen 119 und auf Grasland 7 verschiedene PSM-Wirkstoffe eingesetzt.

Tabelle 12 zeigt die zehn von der Gesamtmenge her am meisten eingesetzten Wirkstoffe im Ackerbau, auf Grasland und auf Spezialkulturen auf allen Parzellen von 1985-2017. Über alle drei Kulturtypen wurden das Herbizid Glyphosat (10'646 kg), das Fungizid Chlorthalonil (7'642 kg) und das Herbizid Isoproturon (7'117 kg) am meisten verwendet. Im Ackerbau sowie auf Grasland waren unter den zehn häufigsten PSM ausser den Fungiziden Chlorthalonil und Mancozeb nur Herbizide vertreten. Chlorthalonil darf seit Anfang 2020 nicht mehr eingesetzt werden (BLW 2019). Auf Spezialkulturen waren unter den zehn häufigsten PSM-Wirkstoffen neben vier Herbiziden und vier Fungiziden auch zwei Wirkstoffe mit akarizider und insektizider Wirkung (Paraffinöl und Chlorpyrifos-methyl, Tabelle 12).

**Tabelle 12** Häufig ausgebrachte PSM auf allen Parzellen, Menge = total ausgebrachte Menge von 1985-2017 (bei flüssigen PSM wurde eine Dichte von 1 kg pro Liter angenommen)

Kulturtyp	Wirkstoff	Typ	Handelsprodukte (drei häufigste)	Menge (kg)
Ackerbau	Glyphosat	Herbizid	Roundup, Glyfos, Roundup Max	8'696
	Isoproturon	Herbizid	Azur, Isoproturon flüssig, Ioniz-P	7'117
	Chlorthalonil	Fungizid	Chlorothalonil Omya, Tattoo C, Bravo 500	6'304
	Metamitron	Herbizid	Beta Omya, Mentor Star, Betavel	4'684
	Atrazin	Herbizid	Atrazin flüssig, Dicazin, Century	4'676
	Orbencarb	Herbizid	Golaprex, Micula, Lanray	4'420
	Prosulfocarb	Herbizid	Boxer, Arcade 880 EC	3'744
	MCPA	Herbizid	Apell, Banvel M, Banvel Extra	3'430
	Mancozeb	Fungizid	Mancozeb Combi, Rover Star, Megapur Duo	3'259
	Pendimethalin	Herbizid	Sitradol SC, Banaril, Stomp SC	3'248
Grasland	Asulam	Herbizid	Asulam, Asulox, Asulam LG	563
	Glyphosat	Herbizid	Glyphosate, Glyfos, Roundup	413
	MCPB	Herbizid	Divopan, Trifolin	68
	Detergentien <sup>A</sup>	Herbizid	Exell <sup>A</sup>	59
	MCPA	Herbizid	Banvel Extra, Plüvel, Banvel M	56
	2,4-D	Herbizid	2,4 D - flüssig	40
	Butylglycol	Herbizid	Exell	17
	Glyphosat-trimesium	Herbizid	Touchdown	11
	Mecoprop-P	Herbizid	Banvel Extra	11
	Dichlobenil	Herbizid	Blackengranulat LG, Blackengranulat S	7

**Tabelle 12** (Fortsetzung)

Kulturtyp	Wirkstoff	Typ	Handelsprodukte (drei häufigste)	Menge (kg)
Spezialkulturen	Paraffinöl	Akarizid, Insektizid	Huile M, Weissöl / Huile blanche	2'088
	Captan	Fungizid	Captan WDG Omya, Systhane C, Captan 83	1'756
	Schwefel	Fungizid (als Netzschwefel)	Netzschwefel Burri, Netzschwefel LG, Microthiol Special RSR liquide	1'754
	Glyphosat	Herbizid	Glyphosate, Glyphos, Glifonex	1'537
	Chlorothalonil	Fungizid	Chlorothalonil Omya, Vinipur Prior, Bravo 500	1'338
	Propachlor	Herbizid	Propachlor flüssig, Ramrod flowable	745
	Folpet	Fungizid	Phaltan 80 WDG, Turbofal, Quadris Max	625
	Glufosinate	Herbizid	Basta	446
	Chlorpyrifos-me- thyl	Akarizid, Insektizid	Reldan 40, Oleofos	430
	Mecoprop-P	Herbizid	Plüsstar, Famantril, Duplosan KV-Combi	416

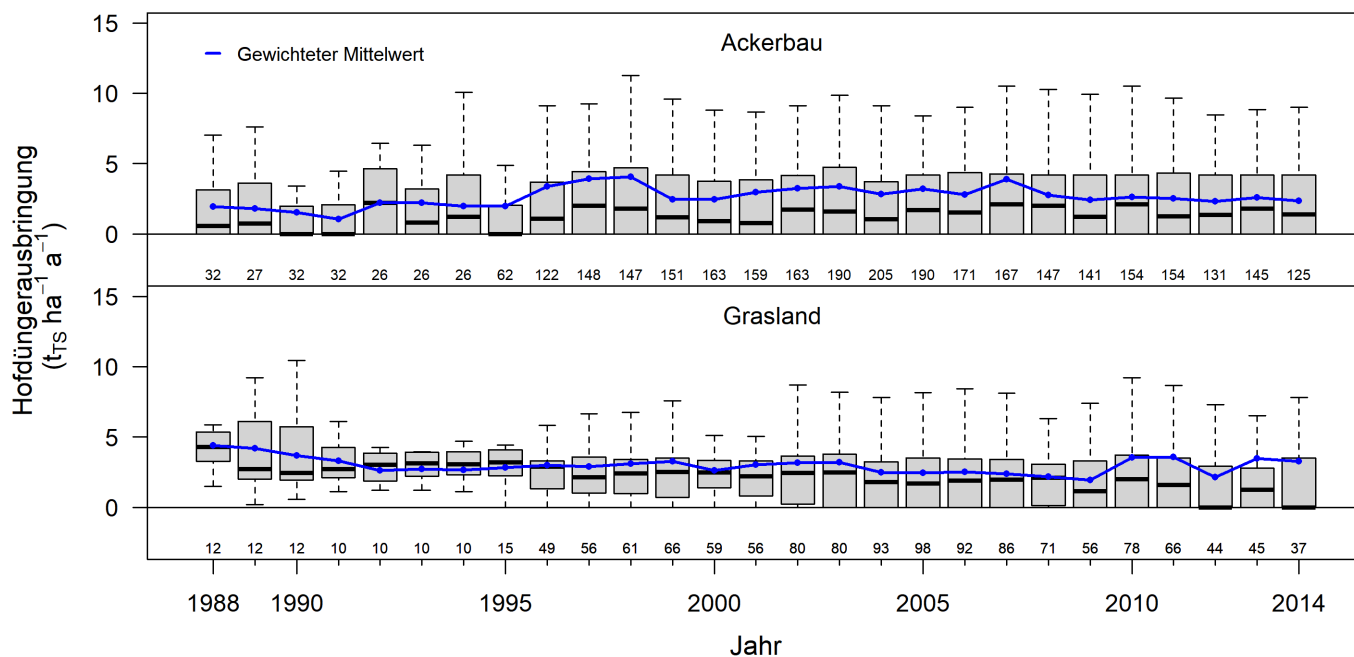
<sup>A</sup> Letzte Anwendung 1999

## 6.4 Hofdünger-Einsatz

Abbildung 5 stellt den Verlauf jährlicher Hofdüngeranwendungen in t TS pro ha und Jahr ( $t_{TS} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ) auf allen Parzellen mit Bewirtschaftungsdaten von 1988-2014 dar. Daten vor 1988 und nach 2014 werden nicht gezeigt, um Jahre mit einer zum Zeitpunkt dieses Berichts geringen Anzahl digital erfasster Parzellen auszuschliessen (vgl. Kapitel 6.1 und Abbildung 4). Eine Liste der angenommenen TS-Konzentrationen pro kg Frischgewicht findet sich in Anhang A3 (Tabelle A6).

Die Mediane jährlicher Hofdüngeranwendungen bewegten sich von 1988-2014 zwischen 0.0-2.2  $t_{TS} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  auf Ackerbauparzellen und 0.5-4.5  $t_{TS} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  auf Graslandparzellen (Abbildung 5); auf Spezialkulturen wurden nur sehr geringe Mengen Hofdünger ausgebracht (nicht gezeigt). Über den gesamten Zeitraum lagen die nach Parzellenfläche gewichteten Mittelwerte der Hofdüngerausbringung bei 2.7  $t_{TS} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  im Ackerbau und rund 20% höher bei 3.2  $t_{TS} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  auf Grasland.

Die mengenmässig überwiegenden Hofdünger auf allen Parzellen mit Bewirtschaftungsdaten waren Rindergülle und -mist (Tabelle 13). Daneben waren auch Schweinegülle und -mist relevant, sowie Mischgüllen von verschiedenen Nutztierarten (Tabelle 13). Im Vergleich zu Hofdüngern von Rindern und Schweinen wurden Hofdünger von Geflügel (663 t Frischgewicht), Schafen und Ziegen (361 t Frischgewicht) und Pferden (210 t Frischgewicht) von 1985-2017 nur auf wenigen Betrieben eingesetzt.



**Abbildung 5** Hofdüngerausbringung pro Fläche und Jahr ( $\text{kg}_{\text{t}_{\text{S}}} \text{ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ) auf allen Parzellen mit Bewirtschaftungsdaten; jeder Datenpunkt entspricht der ausgebrachten Menge Hofdünger auf einer bestimmten Parzelle (Anzahl Parzellen pro Jahr über der x-Achse), Extremwerte werden zur besseren Übersicht nicht gezeigt; der Mittelwert ist gewichtet nach der Gesamtfläche pro Kulturtyp und Jahr

**Tabelle 13** Häufig ausgebrachte Hofdünger ( $\text{t Frischgewicht} [\text{t}_{\text{FG}}]$ ) auf allen Parzellen, Menge = total ausgebrachte Menge FG von 1985-2017; Mengen  $\geq 50 \text{ t}_{\text{FG}}$  gezeigt

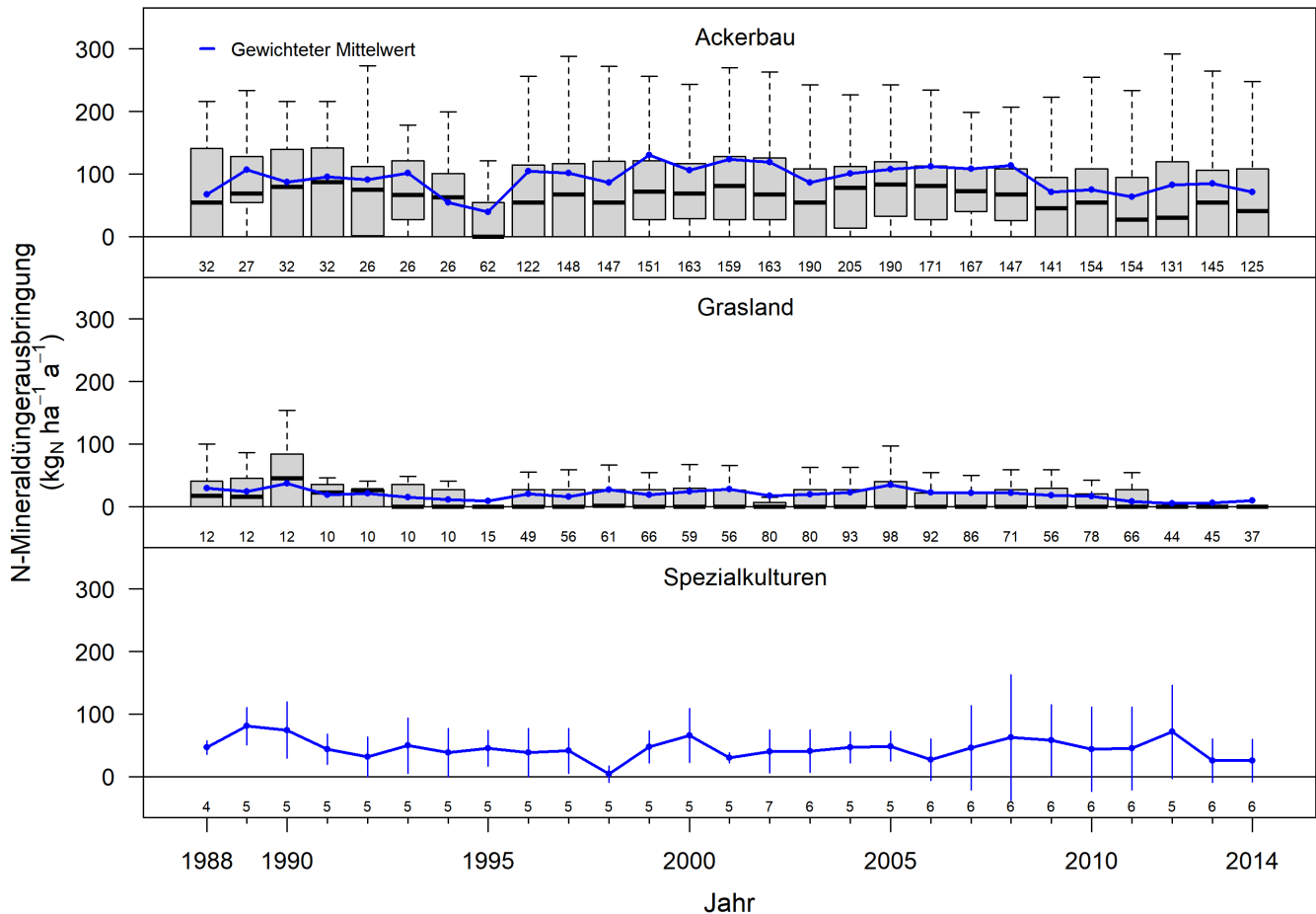
ProduktNr	Hofdünger	Menge ( $\text{t}_{\text{FG}}$ )
20608	Rindergülle 1:1 verdünnt	92'791
20908	Rindergülle unverdünnt (berechnet von verdünntem Wert)	57'840
20218	Mischgülle Rind und Schwein 1:1 verdünnt	55'096
20611	Rindermist, Milchvieh	33'630
20913	Schweinegülle unverdünnt (berechnet von verdünntem Wert)	30'196
20613	Schweinegülle 1:1 verdünnt	26'076
20609/20909	Rindergülle kotarm	19'144
20184	Rinder-Stapelmist	18'419
20612	Rindermist, Mastvieh	2'004
20614	Schweinemist	1'451
20618	Geflügelmist	663
20610/20910	Rinder-Harngülle	589
20190	Schaf-/Ziegenmist	361
20188	Pferdemist	210
20209	Rindergülle 1:2 verdünnt	107
20186	Kälbermist	50

## 6.5 Mineraldünger-Einsatz

Abbildung 6 und Abbildung 7 zeigen die jährlichen N- und P-Mineraldüngeranwendungen in  $\text{kg N}$  bzw.  $\text{P}$  pro ha und Jahr ( $\text{kg}_{\text{N}} \text{ha}^{-1} \text{a}^{-1}$  bzw.  $\text{kg}_{\text{P}} \text{ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ) auf allen Parzellen mit Bewirtschaftungsdaten von 1988-2014. Daten vor 1988 und nach 2014 werden nicht gezeigt, um Jahre mit einer zum Zeitpunkt dieses Berichts geringen Anzahl digital erfasster Parzellen auszuschliessen (vgl. Kapitel 6.1 und Abbildung 4).

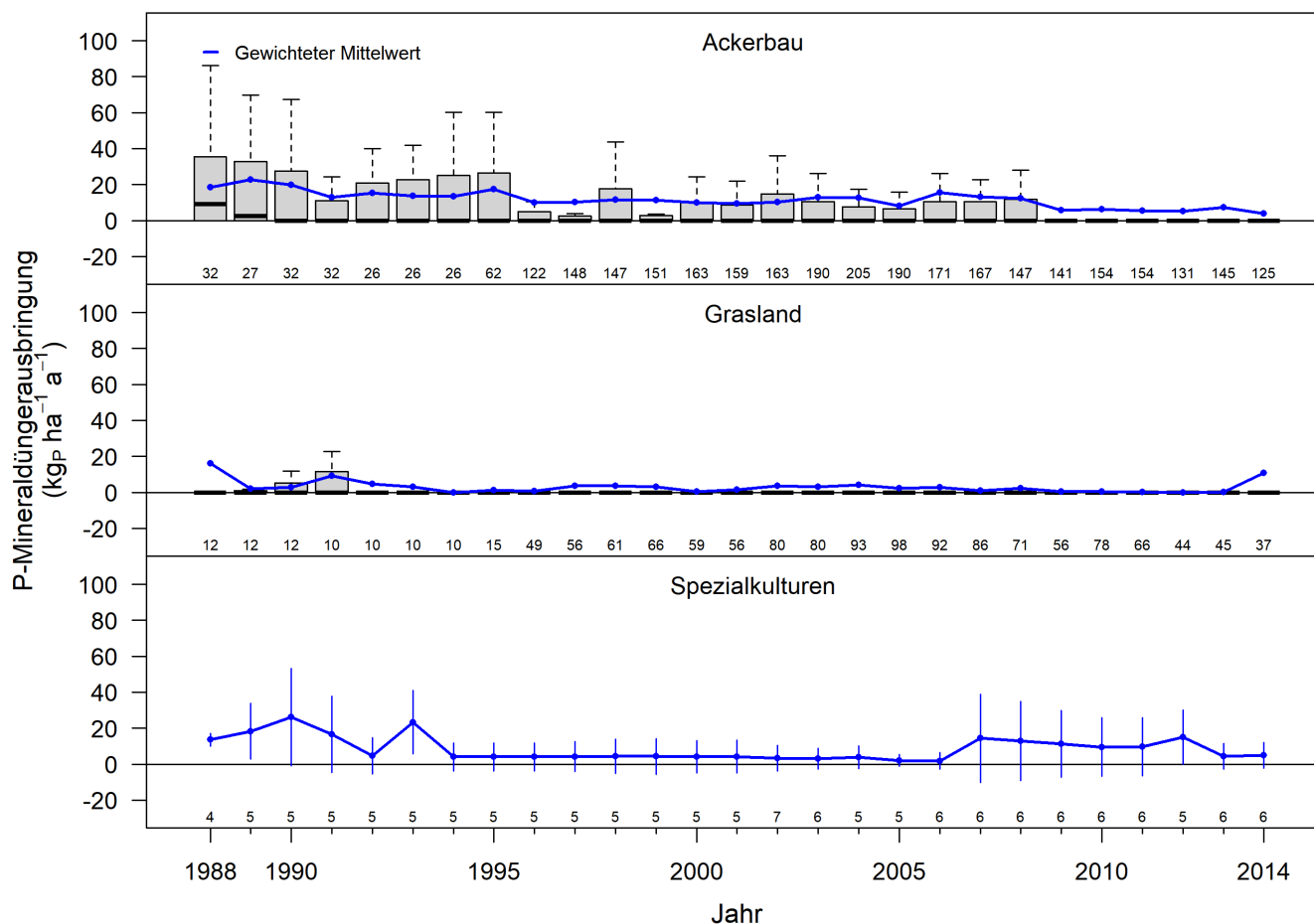
Auf Ackerbau-Parzellen wurden generell grössere Mengen mineralischer N- und P-Dünger eingesetzt als auf Graslandparzellen (Abbildung 6 und Abbildung 7). Die Mediane jährlicher N-Mineraldüngeranwendungen bewegten sich

von 1988-2014 zwischen 25-92 kg<sub>N</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> auf Ackerbauparzellen, wobei das Jahr 1995 (Median = 0 kg<sub>N</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) nicht berücksichtigt ist. Der ungewöhnlich tiefe Median im Jahr 1995 ist wahrscheinlich auf eine nicht vollständige digitale Erfassung der Parzellen in diesem Jahr zurückzuführen (die Anzahl Ackerbauparzellen stieg von 26 auf 122 zwischen 1994-1996). Auf Graslandparzellen bewegten sich die Mediane von 0-46 kg<sub>N</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. Nach Parzellenfläche gewichtete Mittelwerte auf Spezialkulturen betragen 3-65 kg<sub>N</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (Abbildung 6).



**Abbildung 6** N-Mineraldüngerausbringung pro Fläche und Jahr (kg<sub>N</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) auf allen Parzellen mit Bewirtschaftungsdaten; jeder Datenpunkt entspricht der ausgebrachten Menge N in Mineraldüngern auf einer bestimmten Parzelle (Anzahl Parzellen pro Jahr über der x-Achse), Extremwerte werden zur besseren Übersicht nicht gezeigt; der Mittelwert ist gewichtet nach der Gesamtfläche pro Kulturtyp und Jahr; für Spezialkulturen aufgrund der geringen Anzahl Parzellen nur Mittelwerte +/- Standardabweichung

Die Boxplots und gewichteten Mittelwerte jährlicher P-Mineraldüngeranwendungen zeigen eine deutliche Abnahme im Ackerbau über die Zeit (Abbildung 7, oben). Der gewichtete Mittelwert bewegte sich gegen Ende der 1990er-Jahre um knapp 20 kg<sub>P</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, nahm bis um das Jahr 2000 um etwa die Hälfte auf rund 10 kg<sub>P</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> und bis 2010 auf 5-6 kg<sub>P</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> ab. Dies deckt sich mit den Trends der Hoftorbilanzen der Schweizer Landwirtschaft, welche zeigen, dass die Höchstwerte von P-Mineraldüngern in den frühen 1970er-Jahren erreicht wurden und insbesondere in den Jahren nach Einführung der ökologischen Direktzahlungen stark abnahmen (Spiess 2011). Bei den P-Mineraldüngeranwendungen auf Grasland (gewichteter Mittelwert 0-16 kg<sub>P</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) und auf Spezialkulturen (2-27 kg<sub>P</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) ist kein analoger Trend feststellbar (Abbildung 7, Mitte und unten). Auf Grasland wurden mineralische P-Dünger relativ selten ausgebracht und die Nährstoffversorgung primär durch Hofdünger sichergestellt (siehe auch Kapitel 6.4).



**Abbildung 7** P-Mineraldüngerausbringung ( $\text{kg P}$ ) pro Fläche und Jahr ( $\text{kg}_P \text{ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ) auf allen Parzellen mit Bewirtschaftungsdaten; jeder Datenpunkt entspricht der ausgebrachten Menge P in Mineraldüngern auf einer bestimmten Parzelle (Anzahl Parzellen pro Jahr über der x-Achse), Extremwerte werden zur besseren Übersicht nicht gezeigt; der Mittelwert ist gewichtet nach der Gesamtfläche pro Kulturtyp und Jahr; für Spezialkulturen aufgrund der geringen Anzahl Parzellen nur Mittelwerte +/- Standardabweichung

Am meisten wurden zwischen 1988-2014 der N-Mineraldünger Ammonsalpeter gefolgt von Kalisalz und NPK 13/13/21 (d.h. mit 13% N, 13% Phosphat [ $\text{P}_2\text{O}_5$ ] und 21% Kaliumoxid [ $\text{K}_2\text{O}$ ] pro Gewichtseinheit) eingesetzt (Tabelle 14).

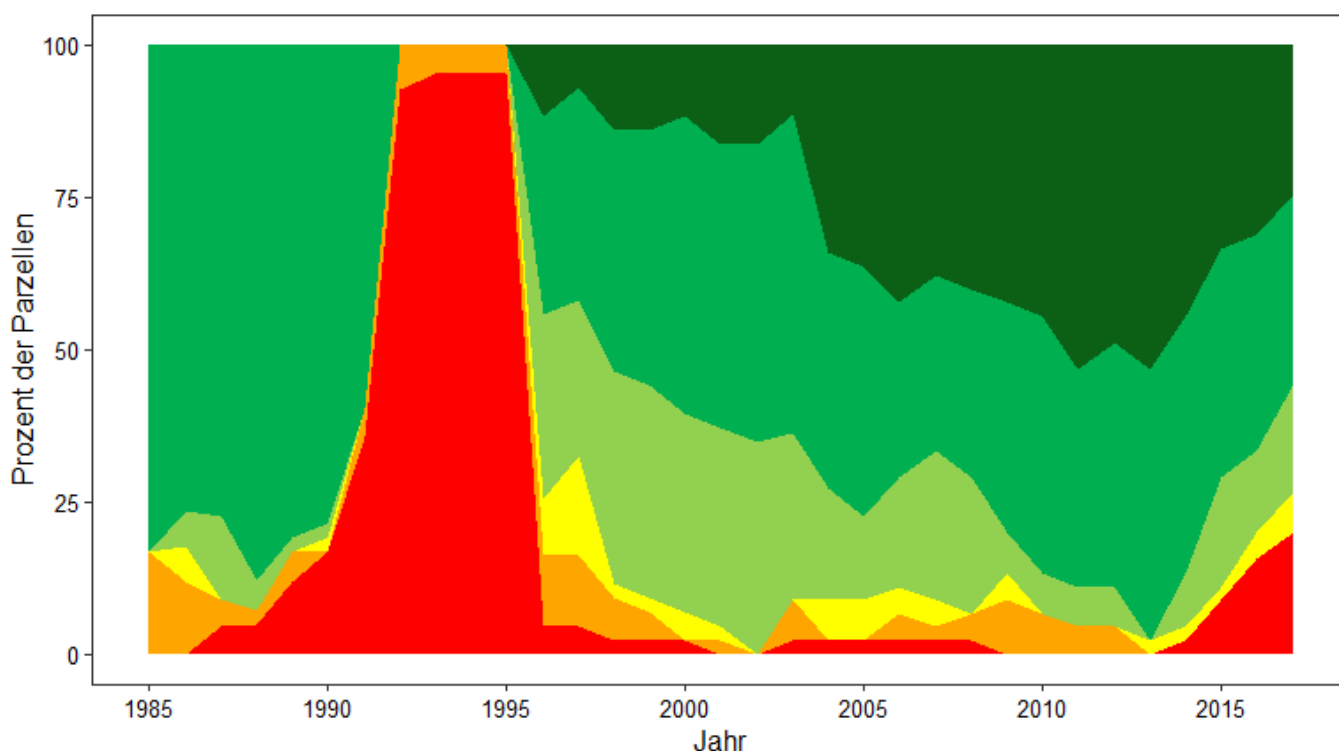
**Tabelle 14** Häufig ausgebrachte Mineraldünger auf allen Parzellen, Menge = total ausgebrachte Menge von 1985-2017; Mengen  $\geq 50$  t gezeigt

ProduktNr	Mineraldünger	Menge (t)
20000	Ammonsalpeter	1'789
20446	Kalisalz 60%	376
20034	NPK 13/13/21	201
21106	N Lonza-Sol N-flüssig 39%	99
20437	Harnstoff 46%	94
20173	P Triple Super 46%	92
20102	PK Ceral 0/14/28 + 3% Mg	64
20073	NPK Carodor 10/10/30 (Polydor)	59
20023	NP Diammonphosphat 18/46/0	59
20111	PK Thomaskali 0/11/20 + 1.8% Mg	57
20078	NPK Rapsdünger	57

## 6.6 Datenqualität

Generell lässt sich feststellen, dass die Bewirtschaftungsdaten in den Erfassungsperioden 1 (1985-1991) und 3 (seit 2004) mehrheitlich eine gute Qualität aufweisen: In fast allen Jahren erreichen 65-75% der Parzellen eine gute bis sehr gute Datenqualität (Abbildung 8). In den letzten zehn berücksichtigten Jahren (2007-2017) wurde die Datenqualität bei 25-50% der Parzellen als "sehr gut" eingestuft.

Abbildung 8 zeigt auch deutlich die Datenlücke (1992-1995), welche nachträglich aufgefüllt wurde und folglich über die Variable *Datenqualitaet* im Datensatz (Tabelle 1) transparent abgebildet ist. Vor und nach der Datenlücke weisen in den meisten Jahren um die 10% der NABO-Parzellen eine ungenügende Datenqualität auf (Kategorie 2 oder schlechter). Ab 2014 nahm die Datenqualität auf diversen Parzellen ab, was wahrscheinlich auf einer zu geringen Priorität der zeitnahen Datensicherung (z.B. telefonische Rückfragen bei Betrieben, Betriebsbesuche) auf Seite der NABO zurückzuführen ist. Die NABO ist bestrebt, durch gezielte Rückfragen und zeitnahe Abläufe die Datenqualität in den folgenden Jahren weiter zu verbessern.



Kategorie	Beschreibung
5	Angaben vorhanden, sehr gute Datenqualität
4	Angaben vorhanden, gute Datenqualität, wenige Annahmen nötig
3	Angaben vorhanden, knapp genügend, z.T. widersprüchliche Daten
2	Angaben vorhanden, Qualität ungenügend
1	Nur Fruchtfolge bekannt; weitere Bewirtschaftung aus Vor- oder Folgejahren abgeleitet
0	Keine Daten vorhanden; Bewirtschaftung aus Vor- oder Folgejahren abgeleitet

**Abbildung 8** Zeitlicher Verlauf der Datenqualität der Bewirtschaftungsdaten auf NABO-Parzellen von 1985-2017



## 7 Schlussfolgerungen und Ausblick

### 7.1 Relevanz des Datensatzes

In diesem Bericht wurde die Erfassung von Bewirtschaftungsdaten auf mehr als 40 landwirtschaftlichen Parzellen seit Mitte der 1980er-Jahre vorgestellt. In Kombination mit den entsprechenden Zeitreihen von Bodenmesswerten des direkten Monitorings ist dieser Datensatz schweizweit einmalig und für eine Vielzahl von Anwendungen wertvoll. Dies ist durch dessen Nutzung in Stoffflussanalysen (Keller et al. 2005, Gross et al. 2021), in Bodenprozessmodellen und regionalen Modellen u.a. zu P-Flüssen (Della Peruta et al. 2014), in Studien zu Schwermetallen (Imseng et al. 2018, Imseng et al. 2019, Bigalke et al. 2020) sowie in laufenden und geplanten Projekten zu PSM, zu Mikroplastik und zum Kohlenstoffhaushalt in landwirtschaftlichen Böden eindrücklich belegt. Anonymisierte Auszüge aus dem Datensatz stehen für weitere Anwendungen auf Anfrage zur Verfügung.

### 7.2 Vergangene und künftige Datenerfassung

Kapitel 5 zeigt, dass die Pflege eines Datensatzes über Jahrzehnte verlässliche und gut dokumentierte Abläufe braucht, um konsistente und methodisch nachvollziehbare Daten zu generieren. Die Datenerfassung hat über die Zeit verschiedene Änderungen durchlaufen und es wurden diverse Systeme genutzt. Bisher geschieht die Datenanfrage bei Betrieben in Papierform. Es ist anzunehmen, dass künftig zumindest eine teilweise Umstellung auf digitale Anfragen möglich ist. Da sich über die Zeit Forschungsthemen und Ressourcen verändert haben und sich weiter verändern werden, ist gleichzeitig eine gewisse Flexibilität unabdingbar, um die Datenerfassung nicht nur rückblickend, sondern auch vorausschauend sinnvoll zu gestalten.

Eine laufende Erneuerung grundlegender Datensätze, wie beispielsweise das Produkteverzeichnis (Anhang A2) mit einer dazugehörigen Konzentrationsdatenbank, ist für eine Nutzbarmachung der hier vorgestellten Daten z.B. im Rahmen von Stoffbilanzen wichtig. Beispielsweise sind künftig neuartige Mineraldünger aus aufbereitetem Klärschlamm zu erwarten, da ab 2026 Phosphor aus dem Abwasser rückgewonnen werden muss (Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen, VVEA 2015). Solche Neuerungen müssen berücksichtigt werden, um den Datensatz auch künftig für neue wissenschaftliche Fragestellungen nützlich zu gestalten. Auch sind Erweiterungen der Datenbank denkbar, welche aktuelle Forschungsfragen berücksichtigen. So wäre etwa die Erfassung in der Tierhaltung eingesetzter Medizinalprodukte möglich und Betriebe sammeln diese Daten meist bereits in Behandlungsjournalen. Solche Daten könnten insbesondere für öko- und humantoxikologische Studien von Interesse sein.

### 7.3 Grundlagen generieren

Biogene Güter wie Hofdünger und Erntegut weisen eine grosse Variabilität in den Gehalten von TS, Nährstoffen und anderen Stoffen auf. Vor diesem Hintergrund ist eine Fortsetzung der periodischen Beprobung biogener Güter äusserst wertvoll. Die Resultate tragen dazu bei, Unsicherheiten in Stoffflussberechnungen zu reduzieren und damit deren Aussagekraft beispielsweise für Prognosen künftiger Entwicklungen weiter zu verbessern (Gross et al. 2021).

Auch technisch hergestellte Güter, wie beispielsweise Mineraldünger, haben unterschiedliche Gehalte an unerwünschten Stoffen (z.B. Cadmium und Uran), wie u.a. eine Marktkampagne des BLW zeigte (BLW 2012). Die NABO pflegt einen Datensatz mit Konzentrationswerten, welcher in Gross et al. (2021) näher vorgestellt wird. Bisher sind produktspezifische Gehalte unerwünschter Stoffe in Düngern nicht verfügbar und grösser angelegte Messkampagnen bzw. eine Deklarationspflicht auf Düngern würde eine weitere Reduktion von Unsicherheiten in der Bilanzierung von Stoffflüssen ermöglichen.

Die Beprobung von eingesetzten Hilfsstoffen und Erntegut ist somit wichtig, um Unsicherheiten zu minimieren und um das wissenschaftliche Verständnis des Einflusses der Bewirtschaftung auf die Bodengesundheit voranzubringen.

## 7.4 Anwendungsbeispiele und Ausblick

Ein aktuelles Anwendungsbeispiel der hier vorgestellten Bewirtschaftungsdaten findet sich im gleichzeitig erschienenen Bericht *"Stoffbilanzen für Parzellen der Nationalen Bodenbeobachtung. Nährstoffe und Schwermetalle 1985-2017"* (Gross et al. 2021). In diesem Bericht werden Oberflächenbilanzen der Schwermetalle Kupfer, Zink, Cadmium und Uran im Kontext der Nährstoffversorgung auf Parzellen des direkten Monitorings der NABO vorgestellt.

Resultate des direkten und indirekten Monitorings (z.B. Gubler 2015a, Gross et al. 2021) bilden eine einmalige Grundlage, um aktuellen Fragestellungen zum langfristigen Einfluss der Bewirtschaftung auf die Bodenfruchtbarkeit zu beantworten. Hierbei werden von der NABO zum Zeitpunkt dieses Berichts vier Schwerpunkte verfolgt:

- **Schwermetalle:** In weiteren Studien wird anhand von Daten zu Schwermetallkonzentrationen in Böden (Gubler et al. 2015a) und Schwermetallbilanzen (Gross et al. 2021) von 1985-2017 der Einfluss von Hof- und Mineraldüngern auf eine mögliche Akkumulation von Kupfer, Zink und Cadmium in Böden untersucht. Ziel dieser Studien ist es, unser Verständnis von Langzeiteinflüssen der Bewirtschaftung auf Schwermetalle im Oberboden weiter zu verbessern. Dies kann dazu beitragen, künftige Entwicklungen unter verschiedenen Nutzungsszenarien zu prognostizieren und damit die Effektivität möglicher Massnahmen zur Verminderung von Stoffanreicherungen in Böden abzuschätzen.
- **PSM-Wirkstoffe:** Im Rahmen des Nationalen Aktionsplans zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (AP PSM) entwickelt die NABO gemeinsam mit weiteren Partnern ein Konzept für das Langzeit-Monitoring von PSM in Böden. Neben projektspezifischen Bodenanalysen und gesammelten Bewirtschaftungsdaten fliessen Resultate des direkten und indirekten Monitorings der NABO in die Konzeptentwicklung ein, um die etablierten Strukturen insbesondere in der Datenerfassung- und Aufbereitung effizient nutzen zu können. Gegebenenfalls kommen in diesem laufenden Projekt die Bewirtschaftungsdaten der NABO auch als Referenz und Bezugsgrösse in anonymisierter Form zum Einsatz.
- **Bodenkohlenstoff im Kontext der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung:** In einer laufenden Zusammenarbeit mit der Agroscope-Gruppe Klima und Landwirtschaft wird die zeitliche Entwicklung des Bodenkohlenstoffs (Humus) an Graslandstandorten der NABO untersucht. Die gemessenen Zeitreihen werden hierbei mit einer auf den Bewirtschaftungsdaten basierenden Modellierung verglichen. Die Bewirtschaftung, insbesondere die Ein- und Austräge von Biomasse (z.B. Hofdünger), sind diesbezüglich ein Schlüsselfaktor.
- **Bodenbiologie:** Die Bewirtschaftungsdaten liefern wichtige Informationen für die Auswertung bodenbiologischer Daten. Beispielsweise haben neben Bodeneigenschaften auch die Landnutzung, die Düngung und die Bodenbearbeitung einen grossen Einfluss auf die Menge, die Aktivität und die Artenzusammensetzung der Bodenorganismen.

Zusammenfassend soll der hier vorliegende Bericht eine Grundlage zur Nutzung der gesammelten Bewirtschaftungsdaten liefern. In diesem Sinne ist die Anwendung der Daten in laufenden sowie künftigen Studien durchaus erwünscht.

## Literaturverzeichnis

- Agridea (2020) Wirz Handbücher 2020. Wirz Verlag, Basel
- Agridea, BLW (2019) Wegleitung Suisse-Bilanz. Agridea und Bundesamt für Landwirtschaft, Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung, Bern
- Bigalke M, Imseng M, Schneider S, Schwab L, Wigganhauser M, Keller A, Müller M, Frossard E, Wilcke W (2020) Uranium Budget and Leaching in Swiss Agricultural Systems. *Front Environ Sci* 8:1–11. doi: 10.3389/fenvs.2020.00054
- BLW (2012) Marktkampagne Dünger 2011/2012. Kennzeichnung und Schwermetalle. Bundesamt für Landwirtschaft, Bern
- BLW (2019) Zulassung für Chlorothalonil wird mit sofortiger Wirkung entzogen. Bundesamt für Landwirtschaft, Bern. [www.blw.admin.ch/blw/de/home/services/medienmitteilungen.msg-id-77491.html](http://www.blw.admin.ch/blw/de/home/services/medienmitteilungen.msg-id-77491.html), letztmals aufgerufen am 22.3.2021
- ChemRRV (2005) Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen. SR 814.81. Schweizerischer Bundesrat, Bern
- Della Peruta R, Keller A, Schulin R (2014) Sensitivity analysis, calibration and validation of EPIC for modelling soil phosphorus dynamics in Swiss agro-ecosystems. *Environ Model Softw* 62:97–111. doi: 10.1016/j.envsoft.2014.08.018
- Desaules A, Studer K (1993) Nationales Bodenbeobachtungsnetz. Messresultate 1985-1991. Schriftenreihe Umwelt Nr. 200. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern
- Flisch R, Sinaj S, Charles R, Richner W (2009) GRUDAF 2009 - Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. *Agrarforschung* 16
- Gross T, Keller A, Müller M, Gubler A (2021) Stoffbilanzen für Parzellen der Nationalen Bodenbeobachtung. Nährstoffe und Schwermetalle 1985-2017. *Agroscope Science* 123. doi: 10.34776/as123g
- Gubler A, Schwab P, Wächter D, Meuli RG, Keller A (2015a) Ergebnisse der Nationalen Bodenbeobachtung (NABO) 1985-2009. Zustand und Veränderungen der anorganischen Schadstoffe und Bodenbegleitparameter. Bundesamt für Umwelt, Bern
- Gubler A, Wächter D, Blum F, Bucheli TD (2015b) Remarkably constant PAH concentrations in Swiss soils over the last 30 years. *Environ Sci Process Impacts* 17:1816–1828. doi: 10.1039/C5EM00344J
- Gubler A, Wächter D, Schwab P, Müller M, Keller A (2019) Twenty-five years of observations of soil organic carbon in Swiss croplands showing stability overall but with some divergent trends. *Environ Monit Assess* 191:277. doi: 10.1007/s10661-019-7435-y
- Hoop D, Schmid D (2019) Betriebstypologie ZA2015 der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten. Version 1.04, März 2019. Agroscope, Ettenhausen
- Imseng M, Wigganhauser M, Keller A, Müller M, Rehkämper M, Murphy K, Kreissig K, Frossard E, Wilcke W, Bigalke M (2018) Fate of Cd in Agricultural Soils: A Stable Isotope Approach to Anthropogenic Impact, Soil Formation, and Soil-Plant Cycling. *Environ Sci Technol* 52:1919–1928. doi: 10.1021/acs.est.7b05439
- Imseng M, Wigganhauser M, Müller M, Keller A, Frossard E, Wilcke W, Bigalke M (2019) The Fate of Zn in Agricultural Soils: A Stable Isotope Approach to Anthropogenic Impact, Soil Formation, and Soil-Plant Cycling. *Environ Sci Technol* 53:4140–4149. doi: 10.1021/acs.est.8b03675
- Keller A, Rossier N, Desaules A (2005) Schwermetallbilanzen von Landwirtschaftsparzellen der nationalen Bodenbeobachtung. Schriftenreihe der FAL 54, Agroscope, FAL Reckenholz, Zürich
- LANDI (2020) Zielsortiment 2020. Fenaco, Bern

- LBV (1998) Verordnung über landwirtschaftliche Begriffe und die Anerkennung von Betriebsformen (Landwirtschaftliche Begriffsverordnung). SR 910.91. Der Schweizerische Bundesrat, Bern
- R Core Team (2017) A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna
- Richner W, Sinaj S (2017) GRUD 2017. Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz. Spezialpublikation Agrar Schweiz 8(6), Spezialpublikation
- Spiess E (2011) Nitrogen, phosphorus and potassium balances and cycles of Swiss agriculture from 1975 to 2008. *Nutr Cycl Agroecosystems* 91:351–365. doi: 10.1007/s10705-011-9466-9
- Spiess E, Liebisch F (2020) Nährstoffbilanz der schweizerischen Landwirtschaft für die Jahre 1975 bis 2018. *Agroscope Science* 100
- VBo (1998) Verordnung über Belastungen des Bodens. SR 814.12. Der Schweizerische Bundesrat, Bern
- VSBo (1986) Verordnung vom 9. Juni 1986 über Schadstoffe im Boden (VSBo), aufgehoben per 1.10.1998 durch VBo (1998). SR 814.12. Der Schweizerische Bundesrat, Bern
- VVEA (1986) Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen. SR 814.600. Der Schweizerische Bundesrat, Bern

## Anhänge

### A1 – Betriebsdaten des NABO-Messnetzes

**Tabelle A1** Angaben zu Betrieben mit Bewirtschaftungsdaten mit Einteilung des Betriebstyps, landwirtschaftlicher Nutzfläche (LN) und durchschnittlichen Grossvieheinheiten (GVE) pro LN von 1958-2000; kA = keine Angaben, KMA = Kombiniert Milchkühe/Ackerbau; Höhe auf 100 m ü.M. gerundet

NABOStandort- nummerAn	Kanton	Höhe (m ü.M.)	LN (ha)	Rindvieh (GVE ha <sup>-1</sup> )	Schweine (GVE ha <sup>-1</sup> )	Spezialkulturen (% der LN)	Betriebstyp
B142	TG	500	107	1.3	0.3	0	Kombiniert Veredlung
B004	VD	500	35	1.8	0.0	0	KMA
B149	VS	500	1	0.0	0.0	100	Spezialkultur
B031	BE	500	1	0.0	0.0	100	Spezialkultur
B108	BL	300	70	1.6	0.3	0	Rindvieh
B123	AR	900	14	1.0	0.0	0	Rindvieh
B090	VD	500	39	1.8	0.0	0	KMA
B058	BE	500	26	1.7	0.0	0	KMA
B091	BE	400	38	0.0	0.0	0	Ackerbau
B056	BE	900	21	1.0	0.1	0	Kombiniert Veredlung
B009	TG	500	8	0.0	0.0	97	Spezialkultur
B083	SH	500	34	1.6	0.0	0	KMA
B119	AG	500	14	1.8	0.0	0	Rindvieh
B046	LU	400	26	1.4	0.6	0	Kombiniert Veredlung
B104	LU	600	28	1.7	0.6	0	Kombiniert Veredlung
B124	NE	800	41	1.7	0.0	0	KMA
B033	GL	400	20	1.5	0.3	0	Kombiniert Veredlung
B020	NE	1100	41	1.6	0.0	0	Rindvieh
B030	LU	500	29	1.8	0.4	0	KMA
B014	FR	700	53	1.8	0.0	0	Rindvieh
B122	BE	500	22	1.3	0.5	0	Kombiniert Veredlung
B061	AG	400	15	0.9	0.1	9	KMA
B146	FR	400	56	1.6	0.2	0	Ackerbau
B100	SG	400	36	1.6	0.0	0	KMA
B097	UR	1100	20	1.6	0.0	0	Rindvieh
B043	SG	500	34	0.0	1.0	kA	Spezialkultur <sup>A</sup>
B041	BE	600	28	0.0	1.0	12	Kombiniert Veredlung
B036	VD	400	1	0.0	0.0	100	Spezialkultur
B109	BE	1000	15	1.7	0.1	0	Rindvieh
B118	BL	400	52	1.4	0.3	0	KMA
B085	JU	500	54	1.6	0.0	0	Rindvieh
B089	VD	400	33	0.0	0.0	0	Ackerbau
B116	FR	800	82	1.5	0.2	0	Rindvieh
B143	GR	1100	45	1.6	0.0	1.7	Rindvieh <sup>A</sup>
B150	SG	500	13	1.2	0.6	0	Kombiniert Veredlung
B087	GR	800	26	1.9	0.1	0	Kombiniert Andere
B032	GR	500	58	1.1	0.4	0	Kombiniert Veredlung
B063	VD	700	0	0.0	0.0	0	Ackerbau
B134	JU	500	153	1.0	0.8	0	Kombiniert Veredlung
B007	BE	600	13	1.8	0.0	0	KMA
B013	TG	600	35	1.6	0.1	0	KMA
B028	TI	300	51	1.7	0.0	1.8	Kombiniert Andere <sup>A</sup>
B145	TI	300	1	0.0	0.0	100	Spezialkultur
B141	VS	400	35	0.0	0.0	0.0	Ackerbau <sup>A</sup>
B012	SO	400	23	1.4	0.5	0	Kombiniert Veredlung

<sup>A</sup> Angaben unvollständig zwischen 1985-2000, teilweise geschätzt bzw. Angaben des Zeitraums 2001-2017 übernommen

**Tabelle A2** Angaben zu Betrieben mit Bewirtschaftungsdaten mit Einteilung des Betriebstyps, landwirtschaftlicher Nutzfläche (LN) und durchschnittlichen Grossvieheinheiten (GVE) pro LN von 2001-2017; kA = keine Angaben, KMA = Kombiniert Milchkühe/Ackerbau; Höhe auf 100 m ü.M. gerundet

NABOStandort- nummerAn	Kanton	Höhe (m ü.M.)	LN (ha)	Rindvieh (GVE ha <sup>-1</sup> )	Schweine (GVE ha <sup>-1</sup> )	Spezialkulturen (% der LN)	Betriebstyp
B142	TG	500	103	1.3	0.3	0	Kombiniert Veredlung
B004	VD	500	42	1.8	0.0	0	KMA
B149	VS	500	1	0.0	0.0	100	Spezialkultur
B031	BE	500	2	0.0	0.0	100	Spezialkultur
B108	BL	300	70	1.0	0.0	0	Rindvieh
B123	AR	900	10	1.0	0.0	0	Rindvieh
B090	VD	500	48	1.8	0.0	0	KMA
B058	BE	500	28	1.8	0.0	0	KMA
B091	BE	400	49	0.0	0.0	24	Ackerbau
B056	BE	900	21	0.9	0.5	0	Kombiniert Veredlung
B009	TG	500	8	0.0	0.0	97	Spezialkultur
B083	SH	500	47	1.6	0.2	0	KMA
B119	AG	500	24	1.2	0.0	33	KMA
B046	LU	400	24	1.2	0.8	0	Kombiniert Veredlung
B104	LU	600	25	1.2	0.5	0	Kombiniert Veredlung
B124	NE	800	40	1.9	0.0	0	KMA
B033	GL	400	26	1.5	0.3	0	Kombiniert Veredlung
B020	NE	1100	44	1.8	0.0	0	Rindvieh
B030	LU	500	34	1.8	0.7	0	KMA
B014	FR	700	56	1.7	0.0	0	Rindvieh
B122	BE	500	24	2.0	0.4	0	Kombiniert Veredlung
B061	AG	400	15	1.5	0.0	1	KMA
B146	FR	400	52	1.6	0.2	0	Ackerbau
B100	SG	400	42	1.7	0.0	0	KMA
B097	UR	1100	20	1.6	0.0	0	Rindvieh
B043	SG	500	34	0.0	1.0	kA	Spezialkultur
B041	BE	600	27	0.0	1.0	8	Kombiniert Veredlung
B036	VD	400	1	0.0	0.0	100	Spezialkultur
B109	BE	1000	16	1.3	0.1	0	Rindvieh
B118	BL	400	51	1.6	0.0	0	KMA
B085	JU	500	54	2.0	0.0	0	Rindvieh
B089	VD	400	33	0.0	0.0	0	Ackerbau
B116	FR	800	56	1.0	0.5	4	Kombiniert Veredlung
B143	GR	1100	45	1.6	0.0	0	Rindvieh
B150	SG	500	16	1.2	0.6	0	Kombiniert Veredlung
B087	GR	800	25	1.9	0.1	0	Kombiniert Andere
B032	GR	500	63	1.4	0.1	0	Kombiniert Veredlung
B063	VD	700	29	0.0	0.0	0	Ackerbau
B134	JU	500	155	1.2	0.9	0	Kombiniert Veredlung
B007	BE	600	13	1.8	0.0	0	KMA
B013	TG	600	33	1.9	0.0	0	KMA
B028	TI	300	51	1.7	0.0	6	Kombiniert Andere
B145	TI	300	1	0.0	0.0	100	Spezialkultur
B141	VS	400	35	0.0	0.0	0	Ackerbau
B012	SO	400	48	1.6	0.3	0	Kombiniert Veredlung
B062	VS	500	19	0.0	0.0	20	Spezialkultur



## A2 – Produkt-Codes: ProduktNr und ProduktNrAgrotech

**Tabelle A3** Liste der Mineraldünger nach Typ, *ProduktNr*, Bewirtschaftungstext der NABO, *ProduktNrAgrotech* und Bewirtschaftungstext in AGRO-TECH; Ca = Kalzium, gr. = granuliert, Mg = Magnesium, S = Schwefel

Typ	<i>ProduktNr</i>	Bewirtschaftungstext (NABO)	<i>ProduktNr-Agrotech</i>	Bewirtschaftungstext (AGRO-TECH)		
N	20000	Ammonsalpeter	20000	Ammonsalpeter + Mg		
			20000	Ammonsalpeter 27% + 2.5% Mg		
			20000	N-Korn Plus		
			20001	Lonza-Ammonsalpeter 23% + 5% Mg		
			20002	Bor-Ammonsalpeter + S		
			20070	Ammonsalpeter 27.5%		
			20075	Ammonsalpeter + Mg		
			20082	Mg-Ammonsulfat Plus		
			20084	Ammonsalpeter mit Kalk		
			20092	Mg-Ammonsalpeter + S		
			20100	Bor-Ammonsalpeter		
			20107	Ammonsalpeter 27%		
			20222	Ammonsalpeter 27% + 2.5% Mg + 9% Ca		
			20434	Lonza-Ammonsalpeter 27.5%		
			20443	Mg-Ammonsalpeter 23% + S		
			20456	Ammonsalpeter 27% ohne Mg		
			20004	Ammonsalpeter 33.5%	20004	Sulfamid 30% N + 3% Mg + S
			20005	Ammonsulfat gr. 21% N + S	20005	Ammonsulfat gr. 21% N + S
			20435	Ammonsalpeter MgS	20435	Lonza-MgS-Ammonsalpeter 25
			20436	Ammonsalpeter Bor	20436	Lonza-Bor-Ammonsalpeter
	20437	Harnstoff 46%	20006	Harnstoff (grob-) granuliert		
	20595	Ammoniumnitrat 33.5%	20595	Ammoniumnitrat 33.5%		
			21106	Lonza-Sol N-flüssig 39%		
			21109	N Perlka 19% N 40% Ca		
			20007	Harnstoff geperlt/granuliert/prilliert		
			20437	Harnstoff 46%		
			20074	Novaphos 0/18/0 + 4.2% Mg		
			20074	Superphosphat + Mg		
20114			Thomasgranulat, Thomasmehl			
P	20114	Granuphos 17%	20114	Granuphos		
			20158	Thomaskorn 24%		
			20173	Triple Super 46%		
			20069	Triple Superphosphat		
			20173	TPS Triple Superphosphat		
			21102	Potafos		
			21110	Dolophos 15%		
			21110	Dolophos		
K	20012	Kalisulfat 50%	20012	Kalisulfat 50% Granulat chlorfrei		
			20014	Patent-Kali 30% + Mg		
			20148	Kalimagnesia		
			20148	Kalimagnesia		
			20258	Patentkali plus 40%		
			20258	Patentkali plus 40% (chlorfrei)		
			20446	Kalisalz 60%		
			20011	Kali 60% Granulat		
20446	Kali 60%	20446	Kali 60%			
		20447	Patentkali 0/26/5			
		20447	Patentkali 30% (chlorfrei)			
		21105	Kali 40%			
21105	Kali 40%					

Tabelle A3 (Fortsetzung)

Typ	ProduktNr	Bewirtschaftungstext (NABO)	ProduktNr- Agrotech	Bewirtschaftungstext (AGRO-TECH)
NP	20023	Diammonphosphat 18/46/0	20023	Diammonphosphat 18/46/0
			20234	DAP 18% N + 46% P
	20259	NP 2 x 15 plus (Lonza)	20259	2 x 15 plus (Lonza)
	20438	NP 28/28	20438	NP 28/28
PK	20018	Landor 0/20/30	20018	Landor 0/20/30
	20019	Granor 0/15/30	20019	Granor 0/15/30
	20076	Foskal 0/15/30	20076	Foskal
	20098	Kalfosan 0/20/30	20098	Kalfosan
	20099	Arbellin Boro	20099	Arbellin Boro
	20102	Ceral 0/14/28 + 3% Mg	20102	Ceral
			20232	Ceral
	20111	Thomaskali 0/11/20 + 1.8% Mg	20111	Thomaskali 0/11/20 + 1/8% Mg
			20113	Thomaskali 0/12/11 + 2,4% Mg
	20153	NP Landor 0/10/30 + 3% Mg	20153	Landor 0/10/30 + 3% Mg
	20155	Foskal 0/13/26	20155	Landor 0/13/26 + 3% Mg + B + S
	20261	Hyperphoskali 0/15/25	20261	Kalkphosphatkali
	20449	Thomaskali 0/12/11 + 3% Mg	20449	Thomaskali 0/12/11 + 3% Mg
	21000	Landor 0/20/20	21000	PE-KA Lonza
	21114	Litho-Physalg	21114	Litho-Physalg
NPK	20031	Landor Spezial 6/8/24 (Promix)	20031	Landor Spezial 6/8/24 2.0
			20067	Patador
	20034	NPK 13/13/21	20034	Landor 13/13/21
			20085	Tresan
			20308	NPK 13/13/21
			20343	Calcifert 13/13/21
	20035	NPK 13/13/26	20035	Landor 13/13/26
			20064	Concentro
			20104	Epidor
	20057	Ferti Special	20057	Ferti Spécial
	20071	Printal 8/13/26	20071	Printal
	20073	Carodor neu 10/10/30 (Polydor)	20073	Polydor
			20229	Polydor (Mais)
	20078	NPK Rapsdünger	20029	Landor Rapsdünger
			20078	Colzador
			20163	Rapsdünger
			20230	Colzador
	20079	NPK Rapsdünger	20079	Colzador PK
	20080	Ricasol 15	20080	Ricasol 15
	20081	Suplesan, 20/8/8 + 2% Na	20081	Suplesan
20087	Montisan 6/6/12	20087	Carodor	
		20166	Rübendünger	
		20439	Carodor (Rüben)	

**Tabelle A3** (Fortsetzung)

Typ	ProduktNr	Bewirtschaftungstext (NABO)	ProduktNr- Agrotech	Bewirtschaftungstext (AGRO-TECH)
NPK	20090	Vernal Plus	20090	Vernal Plus
	20093	Vignal chlorfrei	20093	Vignal chlorfrei
	20156	NPK Landor 20/10/10	20156	Landor 20/10/10
	20157	NPK Landor 15/8/20	20157	Landor 15/8/20/1,2
	20251	Legumor 14/6/22	20251	Landor 13/7/17 + Mg + S
	20333	Mulkaphos-N 6/12/20	20333	Plüssfert Supersol
	20348	Calcifert 6/10/30	20348	Calcifert 6/10/30 (Ideal IP)
	20349	Calcifert 13/8/25	20349	Calcifert 13/8/25
	20386	Fertisan S 12/6/18	20386	Blaukorn
	20607	Vinosan	20607	Vinosan
	20615	Vitafos	20615	Vitafos
	20616	Foskal 7/4/35	20616	Foskal 7/4/35
	20617	Tresan Bor	20617	Tresan Bor
	21101	Ideal, Fertimix	21101	Ideal, Fertimix
	21103	Polyvalent 6/12/30 + 1.5% Mg	20030	Landor Polyvalent Mais
			21103	Polyvalent
		21104	NPK Uetikon 13/14/23 + 1.5% Mg	21104
	21107	NPK Volldünger 20/20/20	21107	Volldünger 20 20 20
	21115	Plüssfert Prairie 18/5/6 + 2.5% Mg	21115	Plüssfert Prairie
Ca	20039	Hasolit B	20039	Hasolit B Pulver (Meeralgenkalk)
	20122	Solubor	20122	Solubor DF wasserlöslich
	20374	Calciumchlorid	20374	Calciumchlorid
	22000	Ricokalk	20062	Ricokalk
			20108	Konverterkalk
			20117	Agro-Düngkalk
			20138	Dolomit Magnesiumkalk gran.
			20302	Ricokalk (Lieferung Hof)
			20334	Granukal
			20451	Dolomit (calcium agro)
			20648	Feuchtkalk
			22000	AKW Kalk
			22000	Physiomax
		22000	Dolokorn	
Andere	20128	Algan	20128	K Algan

**Tabelle A4** Liste der Recyclingdünger nach Typ, *ProduktNr*, Bewirtschaftungstext der NABO, *ProduktNrAgrotech* und Bewirtschaftungstext in AGRO-TECH; gr. = granuliert

Typ	<i>ProduktNr</i>	Bewirtschaftungstext (NABO)	<i>ProduktNr-Agrotech</i>	Bewirtschaftungstext (AGRO-TECH)
Kompost	20204	Kompost	20204	Kompost aus Abfällen
Klärschlamm	20200	Klärschlamm flüssig	20200	Klärschlamm flüssig
	20201	Klärschlamm entwässert	20201	KS ARA Wangen/Wiedlisbach
			A	KS ARA Leuggern 1995
			A	KS ARA Falkenstein
			A	KS ARA Matzingen
			A	KS ARA Gunzgen
			A	KS ARA Kleindöttingen
			A	KS ARA Baden
	20900	Klärschlamm ARA Oensingen	A	Klärschlamm ARA Oensingen
	20901	Klärschlamm ARA Zurzach	A	Klärschlamm ARA Zurzach
	20902	Klärschlamm ARA La Sarraz	A	Klärschlamm ARA La Sarraz
	20903	Klärschlamm getrocknet La Roche	A	Klärschlamm ARA La Roche
	20904	Klärschlamm getrocknet Werdhölzli	A	Klärschlamm ARA Werdhölzli (ZH)
21112	Klärschlamm ARA Brugg 2006	A		
21113	Klärschlamm ARA Leuggern 2005	A		

<sup>A</sup> Keine *ProduktNrAgrotech* vergeben

**Tabelle A5** Liste der Ernte-Produkte nach *ProduktNr*, Bewirtschaftungstext der NABO, *ProduktNrAgrotech* und Bewirtschaftungstext in AGRO-TECH; gr. = granuliert

Typ	<i>ProduktNr</i>	Bewirtschaftungstext (NABO)	<i>ProduktNr-Agrotech</i>	Bewirtschaftungstext (AGRO-TECH)	
Gemüse	40108	Blumenkohl, Ernte	40108	Blumenkohl	
	40111	Bohnen, Ernte	40111	Bohnen, Verarbeitungs-	
	40113	Kohl, Ernte	40113	Kohl, Chinakohl	
	40117	Erbsen, Ernte (Konserven)	40117	Erbsen	
	40124	Kabis, Ernte	40124	Kabis	
	40154	Sellerie, Ernte	40288	Sellerie, Verarbeitungs-	
	40156	Spinat, Ernte	40154	Spinat, ein Schnitt	
			40156	Spinat, zwei Schnitte	
	40160	Wirz, Ernte	40157	Wirz	
	40162	Zucchetti, Ernte			
	40165	Zwiebeln, Ernte	40165	Zwiebeln	
	40181	Salat, Ernte			
	40227	Spargel, Ernte	40206	Ernte	
	40304	Erbsen, Ernte	40303	Eiweisserbsen (Körner)	
			40087	Eiweisserbsen (Stroh)	
	Getreide	40005	Winterweizen, siliert	40005	Grünweizen (siliert)
		40006	Winterweizen, Ernte Stroh	40006	Weizenstroh
				40043	Weizen Top
				40060	Weizen Biscuits
40007		Winterweizen, Ernte Körner	40007	Weizen	
			40045	Weizen I	
			40056	Weizen II	
40008		Sommerweizen, Ernte Stroh	40008	Sommerweizenstroh	
40009		Sommergerste, Ernte Stroh			
40010		Sommerweizen, Ernte Körner	40010	Sommerweizen	
40014		Wintergerste, Ernte Stroh	40014	Gerstenstroh	
			40016	Grüngerste (Siliert)	
40017		Wintergerste, Ernte Körner	40017	Gerste	
40021		Sommergerste, Ernte Körner	40021	Sommergerste	
40024		Sommerhafer, Ernte Stroh	40024	Sommerhafer	
40025		Sommerhafer, Ernte Körner	40025	Hafer	
40028		Dinkel, Ernte Körner	40028	Dinkel B (Dinkel x Weizen)	
			40034	Dinkel A	
40033		Winterroggen, Ernte Körner	40033	Roggen	
40035		Dinkel, Ernte Stroh	40035	Dinkelstroh	
40040		Wintertriticale, Ernte Stroh	40040	Triticalestroh	
40041	Wintertriticale, Ernte Körner	40041	Triticale		
40900	Winterroggen, Ernte Stroh				

**Tabelle A5** (Fortsetzung)

Typ	ProduktNr	Bewirtschaftungstext (NABO)	ProduktNr- Agrotech	Bewirtschaftungstext (AGRO-TECH)	
Grasland	40191	Wiese, Schnitt	40001	Herbstgrasig	
			40003	Dürrfutter (gepresst)	
			40022	Grünfutter (geschnitten)	
			40020	Grünhafer (frisch)	
		40002	Frühjahrsschnitt		
		40192	Weide, Schnitt	40192	Grünfutter (geweidet)
		40193	Emd	40193	Emd
		40194	Heu, Schnitt	40193	Heu
		40195	Grassilage (Ballen)	40026	Grassilage
		40196	Trockengras, Schnitt	40196	Dürrfutter (lose)
	Hackfrüchte und Leguminosen	40046	Raps, Ernte Stroh	40046	Raps
		40047	Winterraps, Ernte Körner	40047	Raps
		40050	Sonnenblumen, Ernte Körner	40050	Sonnenblumen (Speiseöl)
			40053	Sonnenblumen, Ernte Stroh	40053
		40055	Speisekartoffeln, Ernte Knollen	40057	Industriekartoffeln
			40055	Speisekartoffeln	
		40059	Frühkartoffeln, Ernte Knollen	40059	Frühkartoffeln
			40271	Saatkartoffeln	
		40061	Zuckerrüben, Ernte Rüben	40061	Zuckerrüben
		40062	Zuckerrüben, Ernte Kraut	40062	Zuckerrübenkraut (frisch)
		40064	Futterrüben, Ernte Rüben	40064	Futterrüben
		40065	Futterrüben, Ernte Kraut	40065	
		40091	Soja, Ernte Bohnen	40091	Sojabohnen
		40103	Hanf, Ernte Samen	40103	Hanfsamen
	40104	Hanf, Ernte	40104	Hanfstroh	
	40126	Karotten, Ernte	40124	Karotten, Pariser	
			40126	Karotten, Lager-	
			40128	Karotten, Verarbeitungs-	
	40303	Luzerne, Schnitt	40303	Luzerne	
Mais	40067	CCM Ernte Körner und Kolben	40067	CCM (frisch)	
			40068	CCM-Silage	
	40071	Körnermais, Ernte Körner	40070	Feuchtkörnermaissilage	
			40071	Körnermais	
	40079	Silomais, Ernte ganze Pflanze	40027	Maissilage (Ballen)	
			40079	Maissilage	
		40080	Mais g. Pflanze (frisch)		
		40081	Mais g. Pflanze (getrocknet)		
	41040	Körnermais, Ernte Stroh	41040	Mais	
Obstbau	40201	Äpfel, Ernte	40200	Äpfel, Tafel-	
			40198	Mostäpfel	
	40206	Kirschen, Ernte	40201	Kirschen, Tafel-	
Rebbau	40198	Reben, Ernte	40302	Weintrauben	
Spezialkulturen (andere)	40106	Erdbeeren, Ernte Früchte	40106	Erdbeeren	



### A3 – Trockensubstanz in Hofdüngern

**Tabelle A6** Angenommene mittlere Trockensubstanz (kg TS pro kg Frischgewicht,  $\text{kg}_{\text{TS}} \text{kg}_{\text{FG}}^{-1}$ ) in Hofdüngern, angepasst aus Gross et al. (2021)

Tierart	ProduktNr	Bewirtschaftungstext (NABO)	TS ( $\text{kg}_{\text{TS}} \text{kg}_{\text{FG}}^{-1}$ )
Rindvieh	20184	Rinder-Stapelmist	0.190
	20209	Rindergülle 1:2 verdünnt	0.030
	20608	Rindergülle 1:1 verdünnt	0.045
	20609	Rindergülle kotarm	0.075
	20610	Rinder-Harngülle	0.030
	20611	Rindermist, Milchvieh	0.210
	20612	Rindermist, Mastvieh	0.210
	20908	Rindergülle unverdünnt (berechnet von verdünntem Wert) <sup>A</sup>	0.090
	20909	Rindergülle kotarm unverdünnt (berechnet von verdünntem Wert) <sup>A</sup>	0.150
	20910	Rinder-Harngülle unverdünnt (berechnet von verdünntem Wert) <sup>A</sup>	0.060
Schweine	20613	Schweinegülle 1:1 verdünnt	0.025
	20913	Schweinegülle unverdünnt (berechnet von verdünntem Wert) <sup>A</sup>	0.050
	20614	Schweinemist	0.270
Geflügel	20618	Geflügelmist	0.650
Pferde	20188	Pferdemist	0.350
Schafe	20190	Schaf-/Ziegenmist	0.270
Gemischt	20218	Mischgülle Rind und Schwein 1:1 verdünnt	0.035

<sup>A</sup> Erläuterungen siehe Kapitel 5.3