

Ressourcen- und klimaentlasten- der Abbau der Überdüngung von Hausgärten durch Biotonne und Öffentlichkeitsarbeit am Beispiel Berlin Endbericht

Forschungsprojekt gefördert von der Deut-
schen Bundesstiftung Umwelt
(DBU-AZ: 35697)



Bearbeitet für:
**Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität,
Verbraucher- und Klimaschutz Berlin**
Brückenstr. 6, 10179 Berlin



Erstellt von:
ICU - Ingenieurconsulting Umwelt und Bau
Dr. Ulrich Wiegel und M. Sc. Paul Sanders
Wexstr. 21, D-10715 Berlin



Unter Mitwirkung von
Hilko Eilers – LUFA-Nordwest (Bodenanalysen und Auswertungen)
M. Sc. Christopher Rappold (Statistische Detail-Analysen)

Berlin, 06. Juli 2022

Mit freundlicher Unterstützung der



INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	1
TABELLENVERZEICHNIS	3
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	3
ANHÄNGE	4
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	5
1 KURZÜBERSICHT	7
2 EINLEITUNG	8
3 VORBEREITENDE AKTIVITÄTEN UND MAßNAHMEN	8
3.1 KOOPERATION MIT DEN PROJEKTPARTNERN SENUVK UND BSR	8
3.2 UMSETZUNG DER ÖFFENTLICHKEITSARBEIT IN BERLIN	9
3.2.1 BEWERBUNG DER BODENPROBENKAMPAGNE 2021 IN BERLIN	9
3.2.2 STANDORTE, VORBEREITUNG UND ZEITRÄUME ZUR ABGABE DER BODENPROBEN	11
3.2.3 REAKTION AUF DIE PUBLIKATIONS-MAßNAHMEN	11
3.2.4 REGISTRIERUNGSVERLAUF UND BODENPROBENABGABE	12
4 NACHRECHERCHE/AUSWERTUNG ZUR KAMPAGNE 2019	14
4.1 ABFRAGE DER TEILNEHMER:INNEN 2019	16
5 ERGEBNISSE AUS BODENPROBEN UND BEFRAGUNGEN 2021	18
5.1 PROBENHERKUNFT	18
5.2 BIOTONNEN-NUTZUNG UND EIGENKOMPOSTIERUNG	18
5.2.1 ZUORDNUNG NACH GEHALTKLASSEN	19
5.2.2 NÄHRSTOFF-GEHALTKLASSEN NACH KULTURFORMEN	20
5.2.3 BODENART UND HUMUSGEHALTE	21
5.3 HAUPTURSACHE DER ÜBERDÜNGUNG: EINSEITIGE UND ÜBERPROPORTIONALE KOMPOSTANWENDUNG	22
5.4 EINFLUSS DER EIGENKOMPOSTIERUNG AUF DIE BODENGEHALTE	24
5.5 EINFLUSS VON KOMPOSTMENGEN UND ZUSATZDÜNGUNG AUF DEN DÜNGESTAND	25
6 WIRKUNG DER BIOTONNE	28

6.1	VERGLEICH DER GESAMTKOLLEKTIVE „OHNE“ UND „MIT“ BIOTONNE	28
6.2	DETAIL-BETRACHTUNG NACH KULTUREN UND NUTZUNGSDAUER DER BIOTONNE	31
6.3	BETRACHTUNG DER PHOSPHATGEHALTE IM ZEITVERLAUF	35
7	MASSENILANZ-VERGLEICH MIT UND OHNE BIOTONNE	38
7.1	SYSTEMATIK DER BERECHNUNG:	38
7.2	ANSATZWERTER DER MENGENILANZ	39
7.3	RESULTIERENDE MASSENILANZ MIT UND OHNE BIOTONNE	40
7.4	ERSCHLIEßBARE NÄHRSTOFFMENGEN MIT DER BIOTONNE	43
8	UMWELTNUTZEN BEI VOLLANSCHLUSS DER BIOTONNE	44
9	RECHTLICHE BETRACHTUNG	46
9.1	RECHTLICHER RAHMEN	46
9.2	KRITERIEN ZUR MÖGLICHEN FREISTELLUNG VON DER BIOTONNE	49
10	RECHERCHE DER BUNDESWEITEN WEBSEITEN	51
11	TEST DES BODENTESTKITS DURCH DIE LUFA	52
12	EMPFEHLUNGEN ZUR KOMPOSTVERWENDUNG UND DÜNGUNG	53
13	ZUSAMMENFASSUNG	57
	LITERATURVERZEICHNIS	60
	WEBSEITEN-RECHERCHE	61

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Herkunft der Proben nach Kulturbereichen des Gartens..... 18

Tabelle 2 Anteile der Biotonnen-Nutzung und der Eigenkompostierung..... 19

Tabelle 3 Zuordnung der Bodengehaltwerte nach Gehaltklassen 20

Tabelle 4 Vergleich der Anteile an der Gartenfläche und der Kompostanwendung 23

Tabelle 5 Signifikanztest zur Abhängigkeit der Bodenwerte vom Parameter
„Eigenkompostierung ja/nein“ 25

Tabelle 6 Empfohlene Kompostgabe nach Nährstoffbedarf und Bodengehalt..... 26

Tabelle 7 Verteilung der Gehaltklassen aller Proben ohne und mit Biotonne 29

Tabelle 8 Humusgehalte der Böden nach Nutzung der Biotonne 29

Tabelle 9 Kompostgabe auf die beprobten Beetflächen, Auskunft der
Teilnehmer:innen mit und ohne Biotonne 30

Tabelle 10 Anteile der Nährstoffgehaltklassen nach Nutzungsdauer der Biotonne –
Rasen und Beete 32

Tabelle 11 Anteile der Nährstoffgehaltklassen nach Nutzungsdauer der Biotonne –
Arten der Beete..... 34

Tabelle 12 Bilanz zur Herleitung der selbst kompostierten Mengen mit und ohne
Biotonne 41

Tabelle 13 Nährstoffgehalte in Komposten aus Küchen- und Gartenabfällen..... 43

Tabelle 14 Nährstofffrachten aus zusätzlich erfassbaren Organikmengen bei
Nutzung der Biotonne 44

Tabelle 15 Zusätzliches Nährstoff-Potenzial bei Vollanschluss an die Biotonne..... 45

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Karte Berlin mit BSR-Recyclinghöfen 11

Abbildung 2 Verlauf Registrierungen zur Bodenprobenabgabe..... 13

Abbildung 3 Verlauf Bodenprobenabgabe Ruppiner Chaussee: Tages- und
Wochenanzahl 13

Abbildung 4 Übersicht Herkunft Bodenproben nach PLZ im Zusammenhang mit
Bewerbungsmaßnahmen 14

Abbildung 5 Phosphatversorgungsstand ohne und mit Biotonnen-Nutzung 2019 15

Abbildung 6 Vereinfachte Grafik zum Abbau der Nährstoff-Übersorgung nach Nutzungsdauer der Biotonne	16
Abbildung 7 Antworten der Nachbefragung zur Aktion 2019	17
Abbildung 8 Gehaltklassen-Verteilung von Rasen und Beeten	20
Abbildung 9 Gehaltklassen-Verteilung bei Nutz- und Zierbeeten	21
Abbildung 10 Humusgehalte der Böden nach Herkunft der Bodenproben.....	22
Abbildung 11 Vergleich der Anteile an der Gartenfläche und der Kompostanwendung	23
Abbildung 12 Einfluss der Eigenkompostierung auf die Nährstoffgehalte.....	24
Abbildung 13 Kompostgaben nach Phosphat-Gehaltklassen	26
Abbildung 14 Mineraldüngergabe (nach TN-Angaben) in g/m ² , a -nach Gehaltklassen.....	27
Abbildung 15 Phosphatgehalte der Beetflächen nach Nutzungsdauer der Biotonne	36
Abbildung 16 Phosphatgehalte der Rasenflächen nach Nutzungsdauer der Biotonne	37
Abbildung 17 Mengenbilanz ohne und Nutzung der Biotonne	42
Abbildung 18 Anzahl der Publikationen/Internetpräsenzen, die projektrelevante Informationen (A-G) kommunizieren	52

ANHÄNGE

Anhang 1: 2x Fragebögen an die Teilnehmenden der Bodenprobenkampagne 2019, mit und ohne Biotonne

Anhang 2: Fragebogen zur Bodenprobenkampagne 2021

Anhang 3: Anleitung zur Bodenprobenkampagne

Anhang 4: Abgabestände BSR-Recyclinghöfe

Anhang 5: Werbemaßnahme Handel / Flyer

Anhang 6: 3x PDF-Downloads Webseite SenUVK Eigenkompostierung (1-3)

Anhang 7: SenUVK-Anschreiben an die Anwohner

Anhang 8: SenUVK – Pressemitteilung

Anhang 9: Statistische Grundlagen der Massenbilanz

Anhang 10: Statistische Datenanalyse, Ergebnisbericht (Rappold)

Anhang 11: Vergleichsuntersuchung LusterLeaf Testkit/Labormessung (LUFA)

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

a	Jahr
Abs.	Absatz
BioAbfV	Bioabfallverordnung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BSR	Berliner Stadtreinigungsbetriebe
CAL	Calcium-Acetat-Lactat
CaO	Calcium
CO ₂ -Äq.	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DüMV	Düngemittelverordnung
DüngeG	Düngegesetz
DüV	Düngeverordnung
g	Gramm
h	Stunden
ha	Hektar
i.d.R.	in der Regel
ICU	Ingenieurconsulting Umwelt und Bau
insb.	insbesondere
K ₂ O	Kalium
kg	Kilogramm
kg,a	Kilogramm pro Jahr
kg/Ew,a	Aufkommen in Kilogramm pro Einwohner und Jahr
kg/m ² ,a	Nachwuchsrate in Kilogramm pro Quadratmeter und Jahr
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
l	Liter
l/m ² ,a	Menge in Liter pro Quadratmeter und Jahr
LUFA	Labor LUFA Nordwest Institut für Boden und Umwelt
mg	Milligramm

Mg	Megagramm = Gewichtstonne
Mio.	Millionen
N	Stickstoff
NABU	Naturschutzbund Deutschland
N-P-K-Mg	Stickstoff, Phosphat, Kalium, Magnesium
o.g.	oben genannten
örE	öffentlicher Entsorgungsträger
P ₂ O ₅	Phosphor
pH	Potential des Wasserstoffs
PLZ	Postleitzahl
rd.	rund
s.	siehe
s.o.	siehe oben
SenUVK	Senatsverwaltung Berlin für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz
TN	Teilnehmer:innen
u.g.	unten genannten
UBA	Umweltbundesamt

1 KURZÜBERSICHT

Die rd. 18 Mio. Hausgärten in Deutschland (Gesamtfläche rd. 930.000 ha) sind i.d.R. mit Nährstoffen überversorgt, Bodenanalysen offenbaren insbesondere bei den Gartenbeeten einen Überschuss im Phosphorgehalt (zusammenfassende Darstellung s. (Wiegel 2016)).

Die Situation in Berlin bildet eine vielfach *bundesweit defizitäre Situation* ab:

- Insbesondere das *ressourcenbegrenzte Phosphat* wird durch die Eigenkompostierung meist nicht bedarfsgerecht genutzt, sondern durch Überdüngung bis hin zu Pflanzenschäden verschwendet,
- der *Energiegehalt* der selbst kompostierten organischen Reststoffe wird nicht zur Herstellung von klimaentlastendem Biogas über die Vergärung der Bioabfälle genutzt.

Hauptziele des Projektes waren, über eine hohe Anzahl von Bodenproben aus Berliner Hausgärten den Nährstoff-Versorgungsstand zu ermitteln und über begleitende Fragebögen Ursachen für eine Überdüngung herauszufinden. Die Ergebnisse sollen nach Auswertung dazu dienen, bundesweit ergänzende Informationen zum Thema Eigenkompostierung und Biotonnen-Nutzung bereitzustellen, die dann in die jeweilige Öffentlichkeitsarbeit einfließen können und sollen.

Nach entsprechend intensiver Öffentlichkeitsarbeit wurden in Berlin im Sommer 2021 über 600 Bodenproben abgegeben, vorrangig von Nutz- und Zierbeeten sowie von Rasenflächen. In Verbindung mit den Auskünften der Beteiligten wurde erkannt:

Insbesondere die Beetflächen sind speziell mit Phosphat zu rd. 60 % hoch überdüngt, Gemüsebeete zu 75%. Die Überdüngung entsteht durch die **einseitige Verwendung** des erzeugten Kompostes und damit durch **zu hohe Kompostgaben**, die weit über den einschlägigen Richtwerten liegen. An Küchen- und Gartenabfällen wird insgesamt **zu viel selbst kompostiert** – die für die Kompostverwendung bevorzugten Beete sind zu klein, um diese zu großen Kompostmengen aufzunehmen.

Mit **Nutzung der Biotonne** werden insbesondere die **Hoch-Überdüngungen reduziert** – nach einer Bilanzrechnung entzieht die Biotonne einem Gartengrundstück pro Jahr rd. 450 kg nährstoffreiche Gartenabfälle. Dennoch setzen drei Viertel der Biotonnen-Nutzerinnen die Eigenkompostierung (mit deutlich geringeren Mengen) fort; damit bleibt eine bedarfsgerechte Nährstoff- und Humusversorgung der Gartenböden erhalten.

Ein vollständiger Anschluss an die Biotonne in den gartenreichen Außenbezirken ließe in Berlin zusätzlich mindestens 21.000 Mg/a sortenreine organische Abfälle erfassen – mit rd. 180 Mg in der Landwirtschaft sinnvoll einsetzbaren Hauptnährstoffen sowie rd. 2,1 Mio. m² Biogas als regenerativem Energieträger.

Die Umsetzung und Ergebnisse des Projektes werden in diesem Abschlussbericht vorgestellt.

2 EINLEITUNG

In den gartenreichen Außenbezirken **Berlins** mit rd. 698.000 Einwohnern liegt die Hausgartenfläche bei rd. 9.600 ha, ergänzt durch rd. 2.900 ha Kleingartenkolonien. Die in den *Hausgärten* jährlich nachwachsende Grünmasse kann mit den bei (UBA 2021) genannten 1,3-2,0 kg/m², a auf rd. 150.000 Mg/a abgeschätzt werden, ergänzt um rd. 50.000 Mg/a an organischen Küchenabfällen, somit rd. 200.000 Mg/a als organisches Primärpotenzial in den für die Biogutsammlung unmittelbar erschließbaren *häuslichen* Bereichen. (Für die Kleingartenkolonien wären nochmals rd. 35.000 Mg/a Primärpotenzial zu ergänzen, auch dort wird die Biotonne von den BSR angeboten). Die BSR erfassten im Jahr 2020 in den Außenbereichen rd. 64.000 Mg organischer Abfälle über die Biotonne und rd. 7.000 Mg über den Laubsack, in Summe rd. 71.000 Mg (BSR 2021). Das durch getrennte Sammlung zur stofflichen *und* energetischen Verwertung zusätzlich erschließbare Potenzial aus den gartenreichen Außenbezirken beträgt damit mindestens 50.000 Mg/a.

Ein erstes Projekt in Berlin im Herbst 2019 lieferte sehr aussichtsreiche Ansatzpunkte, über öffentlich angebotene kostenlose **Analysen der Gartenböden** eine Bewusstheit zum Überdüngungsstand der Gartenböden zu schaffen. Zudem konnte in einer eigenen Untersuchung der ICU die **Wirksamkeit der Biotonne auf den Abbau von Überdüngungen** an einem ersten, kleineren Untersuchungskollektiv aufgezeigt werden.

Das von der DBU geförderte Projekt stellt darauf ab, diese ersten Erkenntnisse durch **Ausdehnung der Untersuchungen in Berlin** zu überprüfen und sowohl die wissenschaftlichen Erkenntnisse wie auch **Informationskomponenten zur Öffentlichkeitsarbeit** für einen **bundesweiten Einsatz** zur Verfügung zu stellen.

3 VORBEREITENDE AKTIVITÄTEN UND MAßNAHMEN

Nachfolgend werden die einzelnen organisatorischen und publizistischen Arbeitsschritte geschildert, um insbesondere die Bodenproben und begleitende Auskünfte seitens der angesprochenen Gartenbesitzer:innen zu gewinnen.

3.1 KOOPERATION MIT DEN PROJEKTPARTNERN SENUVK UND BSR

Die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (SenUVK) und die Berliner Stadtreinigungsbetriebe (BSR) hatten bereits bei der Antragstellung bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt ihre finanzielle und operative Unterstützung zugesagt, womit der ausreichende finanzielle Eigenanteil des Projektes belegt werden konnte. Die DBU finanzierte das gesamte Projekt zu 55%. Nach Zugang des DBU-Förderbescheides im September 2019 wurden umgehend die vorbereitenden Maßnahmen aufgenommen, die insbesondere die Erstellung eines Konzeptes zur Öffentlichkeitsarbeit beinhalteten sowie die Absprache mit den BSR, ob und in welchem Umfang bestehende Recyclinghöfe der Stadt für die Abgabe von Bodenproben genutzt werden können.

3.2 UMSETZUNG DER ÖFFENTLICHKEITSARBEIT IN BERLIN

Die im Konzept zur Berlininternen Öffentlichkeitsarbeit enthaltenen Informationen zum Projekt betreffen **inhaltlich** zwei Hauptbereiche:

- a) Beschreibung des Themas „**Überdüngung und Ursachen**“: Erfahrungen aus dem Vorprojekt, Überdüngungsrisiken der Gärten und Ursachen, gefundene Vorteile der Biotonne, Beschreibung der Projektziele, Darstellung der Ergebnisse (sobald vorliegend),
- b) Bezogen auf die Aktion „**Kostenlose Bodenproben-Analyse**“:
 - Sinn, Verlauf und Nutzen der eigenen Bodenuntersuchung,
 - Beschreibung der Bodenprobenahme, Sinn des begleitenden Fragebogens,
 - Ablauf der Abgabe von Bodenproben und Fragebogen,
 - Auszufüllender Fragebogen als Begleitdokument der Probenabgabe.

3.2.1 BEWERBUNG DER BODENPROBENKAMPAGNE 2021 IN BERLIN

In die Medienkanäle und Präsentationsmöglichkeiten laufender sowie künftiger **Projekte zur Förderung der Biotonne** konnten und können die vorhandenen und künftig gewonnenen Informationen des Projektes eingebracht werden.

Die bestehende **Landingpage** bei SenUMVK zur Biotonne wurde mit den vorliegenden Erkenntnissen zu Überdüngungsursachen und den Ergebnissen der Bodenprobenaktion aus dem Jahr 2019 inhaltlich angepasst.

<https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/kreislaufwirtschaft/projekte/bioabfaelle/biotonne-fuer-ein-und-zweifamilienhaeuser/eigenkompostierung/>

Die Inhalte betrafen die drei allgemeinen inhaltlichen Haupt-Bereiche

- a) Beschreibung des Projektinhaltes „Überdüngungsrisiko Gartenböden“,
- b) Nährstoffbalance im Hausgarten, Schwerpunkt „Richtig Kompostieren“,
- c) „Ergebnisse aus der Bodenprobenkampagne 2019“.

Diese der allgemeinen Information dienenden Beiträge wurden als PDF-Downloads realisiert und textlich eingebettet. Dem **übergeordnet** wurde der **Aufruf zur Abgabe von Bodenproben** zur kostenlosen Analyse aufgeführt.

Inzwischen sind unter dem o.g. link die Ergebnisse des Projektes mit aktualisierten Anhängen aufgenommen (siehe **Anhang 10**):

Die BSR stellten zur Abgabe der Bodenproben zwei Recyclinghöfe im Norden Berlins zur Verfügung (Details im nachfolgenden Kapitel).

Die regionalen Einzugsbereiche dieser beiden Höfe an gartenreichen Grundstücken mit gesamt rd. 11.000 Haushalten erschienen etwas knapp bemessen, um daraus mit *allgemeinen* Informationsmaßnahmen (Presse/Social-Media/Handzettel) genügend Teilnehmer:innen zu gewinnen.

SenUVK sandte daher per Post im Mai 2021 einen **Teilnahme-Aufruf** unter Beifügung des thematischen Flyers an **alle rd. 11.000 gartenbesitzenden Umfeld-Haushalte (Anhang 7)**. Ergänzt wurde dies durch eine ausgesandte **Pressemitteilung** (siehe **Anhang 8**) sowie **Social-Media Posts**.

Daneben wurden in drei **Handelsmärkten** (2 x OBI, 1x Edeka) zum Beginn des Abgabeprozesses **Rollup-Posts** und Flyer-Dispenser zur Bewerbung der Kampagne exponiert platziert (siehe **Anhang 5**). Die Märkte wurden wegen ihrer Nähe zu den Recyclinghöfen ausgewählt.

Alle Bewerbungswege beschrieben das Projektanliegen und verwiesen auf die Notwendigkeit einer *Vorabregistrierung* über die Webseite der Senatsumweltverwaltung – diese Registrierung erschien allen Beteiligten geboten, da speziell aus den individuellen Anschreiben ein erhebliches Beteiligungsinteresse erwartet wurde, dass das verfügbare Analysekontingent überschreiten würde.

Für diese Teilnahmeanmeldung wurde seitens ICU innerhalb der Plattform *questoo.de* eine sinnvolle Systematik erarbeitet, ein Anmeldetext entworfen, Datenschutzhinweise ausgearbeitet sowie Benachrichtigungsemails erstellt.

Die digitale Registrierungsplattform wurde vorab von verschiedenen Projektteilnehmern erprobt und als praktikabel bewertet.

Auf der SenUVK-Webseite wurde dann ein Teilnahmelink platziert, der zur Anmeldplattform führte. Hier mussten die Interessierten lediglich ihre E-Mailadresse und ihre Postleitzahl (PLZ) angeben sowie auswählen, ob sie eine oder zwei Bodenproben untersuchen lassen wollen.

Nach digitaler Teilnahmeanmeldung wurden an die Interessierten automatisiert per E-Mail versandt:

- Eine **Anleitung** zur Bodenprobennahme und -abgabe sowie die Angaben zu den Abgabeorten und -zeiträumen (siehe **Anhang 3**),
- ein **Fragebogen** zur Aufnahme von Anschrift (zum Versand der Analyseergebnisse) sowie zur Abfrage der Kompost-/Düngemittel-/Gartenbewirtschaftung, die auch die Nutzung der Biotonne umfasst (siehe **Anhang 2**).

3.2.2 STANDORTE, VORBEREITUNG UND ZEITRÄUME ZUR ABGABE DER BODENPROBEN

Die BSR teilten nach hausinterner Prüfung mit, dass zwei Recyclinghöfe im Norden Berlins für die Abgabe von Bodenproben gestellt werden können: Ruppiner Chaussee (Reinickendorf) und Asgardstraße (Pankow) - siehe nachfolgende Übersichtskarte in Abbildung 1.

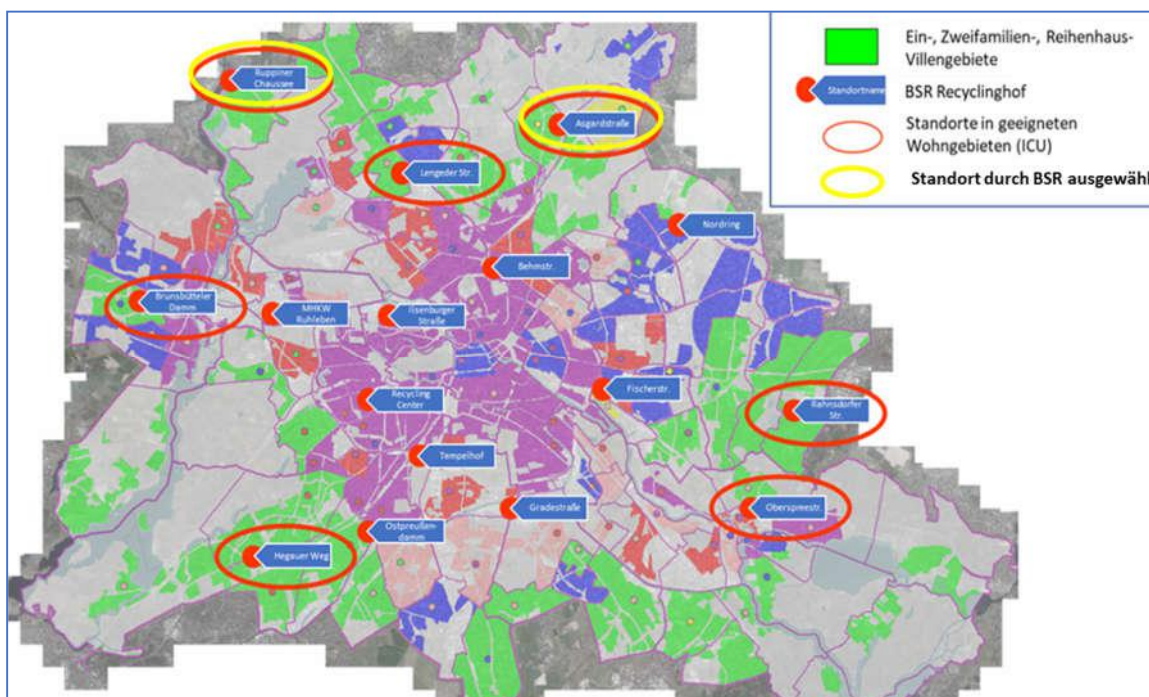


Abbildung 1 Karte Berlin mit BSR-Recyclinghöfen

Sofort nach Bekanntgabe wurden diese beiden Höfe von ICU aufgesucht und mit den jeweiligen Betriebsleitungen u.a. die Abgabemöglichkeiten und -standplätze sowie die notwendige, von ICU zu stellende Ausstattung geklärt.

Eine **Abgabe-Zeitspanne** von zunächst rd. drei Wochen im Zeitfenster **01. bis 19. Juni 2021** wurde für beide Recyclinghöfe vereinbart.

An beiden BSR Recyclinghöfen wurde als Abgabestand jeweils ein Tisch aufgebaut, auf dem eine verschlossene Sammelbox für die ausgefüllten Fragebögen, ein Fach für Flyer und zwei Nummern-Abroller montiert waren. Unter dem Tisch standen die Sammelkartons für die Bodenproben. Hinter dem Tisch hing ein Plakat mit Anweisungen zur Abgabe, ein weiteres Plakat im Betriebsgelände verwies auf die Abgabestation.

Am Standort Ruppiner Chaussee wurde der Tisch in einem überdachten Lagerbereich aufgebaut. In der Asgardstraße wurde zum Wetterschutz ein Pavillon direkt neben dem Anmeldebereich installiert (siehe Bilder in **Anhang 4**).

3.2.3 REAKTION AUF DIE PUBLIKATIONS-MABNAHMEN

Die Reaktion fiel deutlich niedriger aus als erwartet:

- Keine der sieben maßgeblichen Tageszeitungen nahm die am 28.05.21 publizierte Pressemitteilung auf und berichtete über das Projekt und die mögliche kostenlose Bodenprobenabgabe Pressemitteilung unter <https://www.berlin.de/sen/uvk/presse/pressemitteilungen/2021/pressemitteilung.1089315.php>.
- Bei den Wochenzeitungen erschienen in Print und digitaler Ausgabe zwei verschiedene Artikel: Einer in verschiedenen Bezirksausgaben, ein weiterer in allen Ausgaben der „Berliner Woche“ (die Redaktion der „Berliner Woche“ war vorab telefonisch von ICU auf das Projekt aufmerksam gemacht worden).
- Bei den direkt angeschriebenen Umfeld-Haushalten ließen sich weniger als 3% zur Teilnahme registrieren.
- Von den im Handel ausgelegten insgesamt 1.500 Flyern wurden nur rd. 300 mitgenommen. Die Mitnahme der Flyer im Handel kann auf durchschnittlich rd. 15 Stück pro Tag abgeschätzt werden.

3.2.4 REGISTRIERUNGSVERLAUF UND BODENPROBENABGABE

Anhand der nachfolgenden Grafik lässt sich die Tagesanzahl an Teilnehmer:innen-Registrierungen (und korrespondierend die erwartbare Anzahl an Bodenproben) im Zeitverlauf nachvollziehen. Weiterhin wurden in die Grafik die Zeitpunkte/-phasen der einzelnen Werbemaßnahmen aufgenommen und die Summe an angemeldeten Bodenproben gebildet. Es zeigt sich zu Beginn ein starker Registrierungsschub nach den persönlichen Anschreiben von SenUVK auf rd. 400 Bodenproben, bevor die (sehr mäßigen) Wirkungen von Presse und Handel (3 Märkte) einsetzten. Der nachfolgende Anstieg ist daher nicht nach Informationsweg zuordenbar.

Trotz zunächst ausreichend erscheinender Registrierungsanzahl waren nach Ende der zweiten Abgabewoche nur rd. 200 Bodenproben eingetroffen.

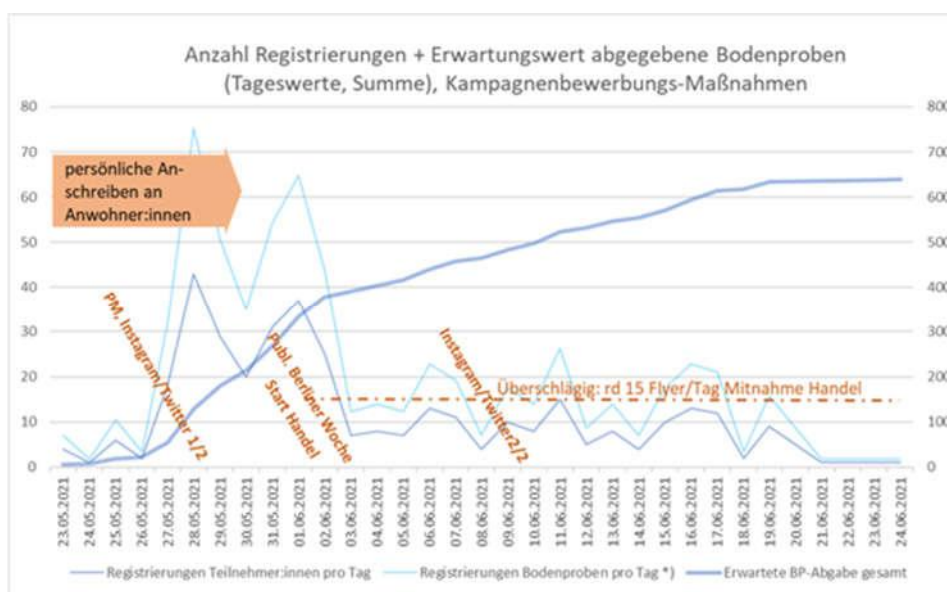


Abbildung 2 Verlauf Registrierungen zur Bodenprobenabgabe

Daher wurde im Verlauf der dritten Woche am 17. Juni eine Erinnerungsmail an die registrierten Teilnehmer:innen zur Probenabgabe gesendet und der Abgabetermin um eine Woche bis zum 26. Juni verlängert. Die Aufsteller im Handel verblieben dort ebenfalls bis zum 26. Juni. Die nachfolgende Abbildung zeigt für einen Abgabestandort die Tages- und Wochenabgabezahlen. Die Erinnerungsmail führte zu einer Zunahme der Abgabezahlen. Ein vergleichbarer Verlauf wurde bei dem Abgabestandort Asgardstraße wahrgenommen, wobei dort die einzelnen Tageswerte nicht aufgenommen wurden.

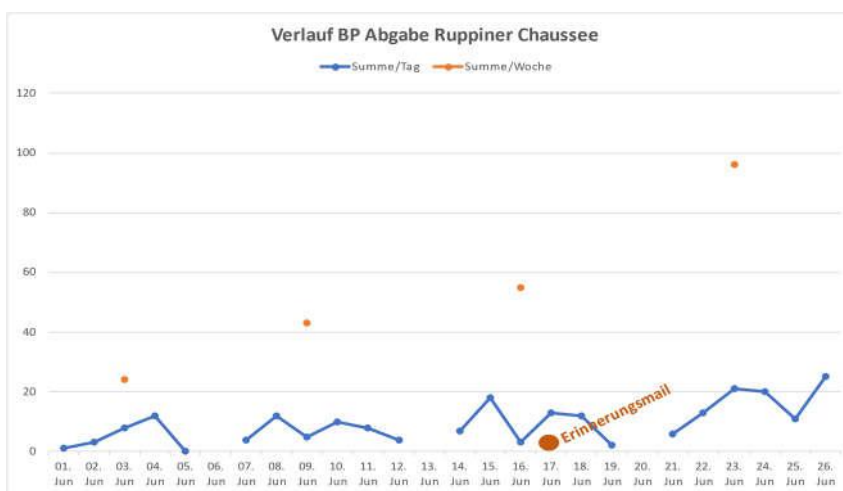


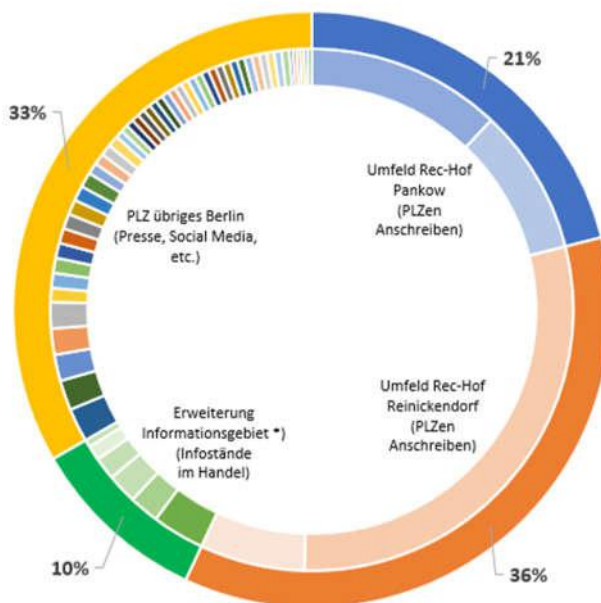
Abbildung 3 Verlauf Bodenprobenabgabe Ruppiner Chaussee: Tages- und Wochenanzahl

Die Anzahl abgegebener Proben lag mit rd. 440 unter den Erwartungen.

ICU ermittelte zur Erklärung dieser ersten mangelhaften Teilnahme-Reaktion, aus welchen Postleitzahlgebieten die Teilnehmer:innen stammten, um daraus die Wirkung der jeweiligen Werbemaßnahmen abschätzen zu können. Hierzu wurden die abgegebenen Bodenproben (inklusive Doppelungen) nach PLZ sortiert. Das Ergebnis wurde den Werbemaßnahmen zugeordnet, in dem zwei Gruppen die PLZ der angeschriebenen Haushalte im Umfeld der beiden Recyclinghöfe bildete, eine Gruppe die PLZ im direkten Umfeld der Handlungsmärkte (ohne direktes Anschreiben) und eine Gruppe die der restlichen PLZ.

57 % der abgegebenen Bodenproben sind den *angeschriebenen* Haushalten zuzuordnen, 33 % der *allgemeinen Presse- und Social-Mediaarbeit* sowie der Mitteilung der Angeschriebenen an „auswärtige“ Bekannte. Angesichts der geringen im Handel mitgenommenen Flyeranzahl und der parallel wirkenden allgemeine Presse- und Social-Mediaarbeit ist der tatsächliche Wirkungsanteil der Werbemaßnahmen im Handel mit 10% der Bodenproben sicher überschätzt.

Analyse: Erfolg jeweilige Werbungsmaßnahme durch Zuordnung Anzahl abgegebene Bodenproben nach Postleitzahl (PLZ)



*) beinhaltet Anzahlen an Bodenproben aus PLZ jeweiliger Marktstandorte sowie aus direkt angrenzenden PLZ

Abbildung 4 Übersicht Herkunft Bodenproben nach PLZ im Zusammenhang mit Werbungsmaßnahmen

Um eine höhere Aussagekraft der Untersuchung zu gewährleisten, wurde als Minimalziel eine Anzahl von 500 Proben festgelegt.

Über das Verfahren „Nacherinnerung“ wurden diejenigen kontaktiert, die sich im ersten Durchgang registriert aber bislang keine Proben abgegeben hatten. ICU installierte daraufhin erneut die Abgabestände an den beiden Recyclinghöfen, die Abgabe wurde damit vom 5.8 bis zum 14.8.2021 wieder ermöglicht. SenUVK versandte die darauf hinweisende E-Mail einschließlich der Hinweise und das Fragebogen-Formblatt.

Diese Nachaktion an den Recyclinghöfen ließ nochmals 127 Proben gewinnen – insgesamt ergab dies 609 in Kombination mit den Fragebögen auswertbare Proben.

4 NACHRECHERCHE/AUSWERTUNG ZUR KAMPAGNE 2019

Die Bodenprobenkampagne in Berlin im Jahr 2019 untersuchte neben dem Nährstoffversorgungsstand der Hausgärten auch den Zusammenhang einer möglichen Überdüngung mit der Nutzung der Biotonne. Zunächst wurde bei den rd. 100 abgegebenen Proben überwiegend eine deutliche Überversorgung mit Nährstoffen festgestellt (was nach den gleichen Ergebnissen größer angelegter Untersuchungen von Gartenböden in z.B. Bayern und Nordrhein-Westfalen nicht überrascht,- siehe (Wiegel 2016).

Erstmalig konnte hier jedoch zwischen Gärten mit und ohne Biotonnen-Nutzung unterschieden werden: Eine Überdüngung ist bei Biotonnen-Nutzung zwar vielfach auch noch vorhanden, aber geringer als bei den Gärten ohne Biotonne. Dies ist exemplarisch für den Nährstoff Phosphat in Abbildung 5 dargestellt – die überversorgten Gehaltklassen verlagern sich bei Biotonnen-Nutzung in Richtung mittlerer und nur mehr leicht überhöhter Versorgung.

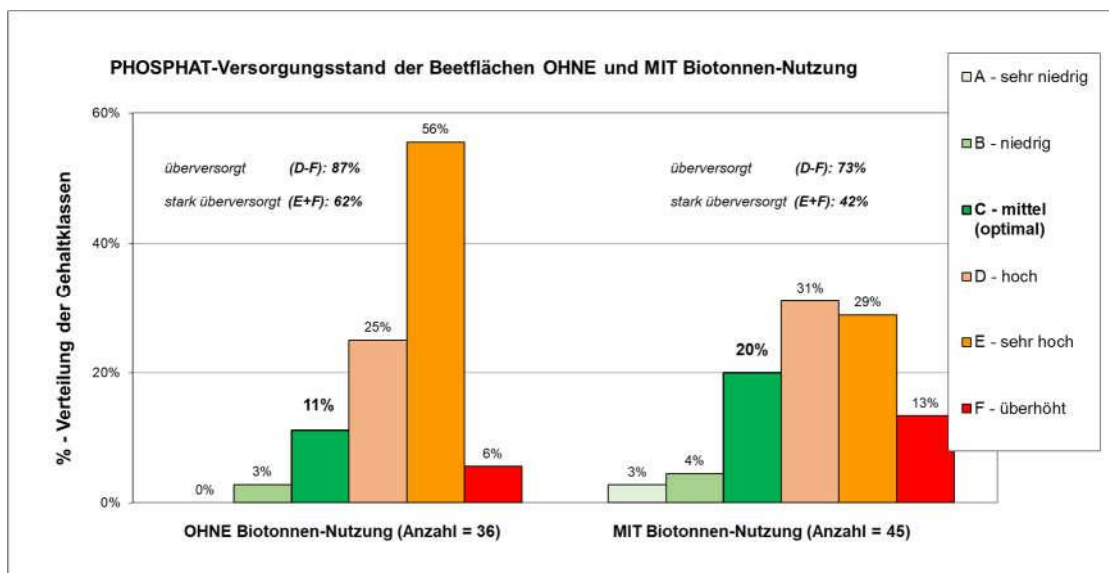


Abbildung 5 Phosphatversorgungsstand ohne und mit Biotonnen-Nutzung 2019

Zur darauf bezogenen Klärung der Frage, ob die **Nutzungsdauer der Biotonne** einen Einfluss auf die Nährstoffstände der Böden hat, konnten die BSR über die meisten Adressen der 42 Teilnehmer:innen mit Biotonne ermitteln, wie viele Jahre die Biotonne jeweils schon genutzt wird. Die nachfolgende Übersicht stellt die Trendlinien der Nährstoffgehalte in mg/100g Boden in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer der Biotonne (2- 24 Jahre) dar.

Links sind als Punkte die durchschnittlichen Nährstoffstände der Teilnehmer:innen *ohne* Biotonne eingetragen – diese liegen recht nahe zum Schnittpunkt der nach links fortgesetzten Trendlinien mit der Y-Achse.

Natürlich lag eine hohe Streuung der Einzelwerte vor, da verschiedenste Faktoren den Düngestand beeinflussen, aber die Tendenz war hier für alle drei Nährstoffe dieselbe: Der Überdüngungsstand sinkt mit der Nutzungsdauer der Biotonne.

Bei den Nutzern der Biotonne war kaum ein Nährstoff- oder Humusmangel in den Böden zu beobachten. Zwei Drittel gaben an, weiterhin selbst zu kompostieren, aber eben in deutlich reduziertem Umfang – die damit geminderte Kompostmenge nähert sich der bedarfsgerechten Nährstoffversorgung der Gartenböden an.

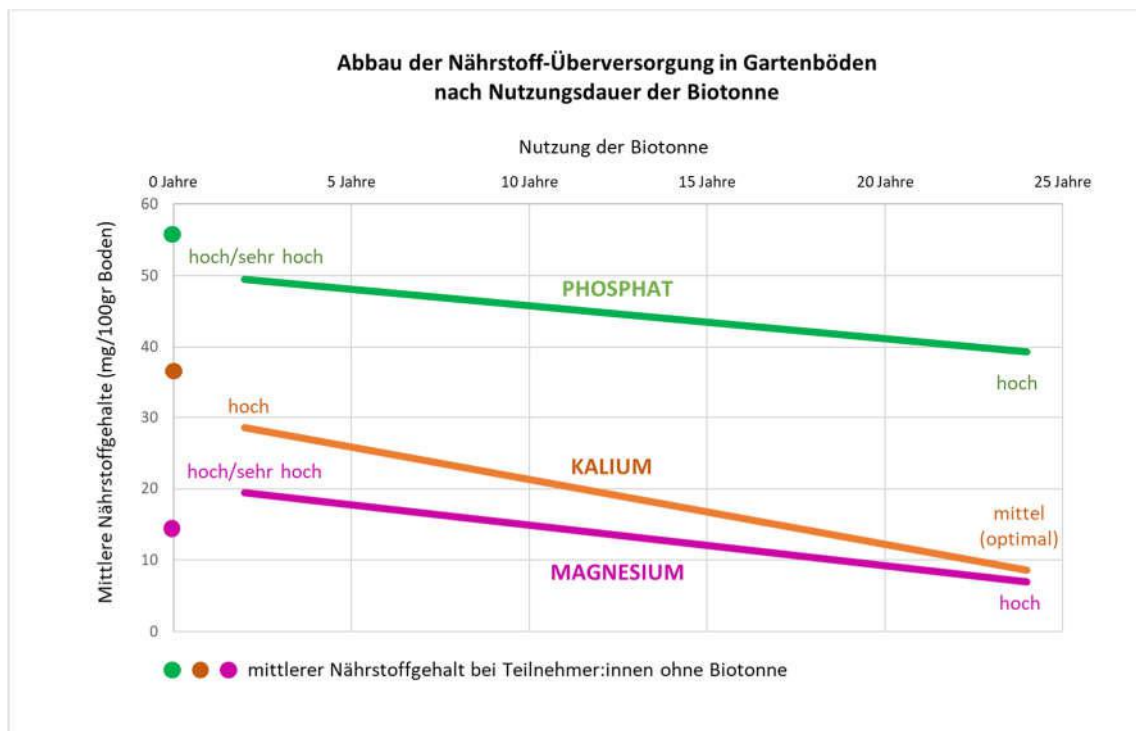


Abbildung 6 Vereinfachte Grafik zum Abbau der Nährstoff-Übersorgung nach Nutzungsdauer der Biotonne

Daneben gaben – unabhängig von der Nutzung der Biotonne – gleichermaßen rd. 40% der Befragten an, zusätzliche Düngemittel zu benutzen.

Die im Jahr 2021 umgesetzte Untersuchung zielte darauf ab, diese Ergebnisse in größerem Maßstab zu überprüfen und zur erweitern.

4.1 ABFRAGE DER TEILNEHMER:INNEN 2019

Im Projekt 2021 wurden die Teilnehmer:innen der Kampagne 2019 nachträglich angefragt, wie die Kampagne von den Teilnehmer:innen eingeschätzt wurde, ob sich Verhaltensänderungen ergaben und ob eine Biotonne nachbestellt wurde.

An die 75 postalisch erreichbaren Teilnehmer:innen mit und ohne Biotonne aus dem Projekt 2019 wurde Anfang März 2021 von SenUVK die von ICU vorbereitete Anfrage auf Wertung der Aktion versandt, mit Bitte um Rücksendung der ausgefüllten Fragebögen per E-Mail oder in einem beigefügten vorfrankierten Freiumschlag. Die beiden Fragebögen – unterschieden nach *mit* oder *ohne* Biotonne – finden sich in **Anhang 1**.

Die aufsummierten *Anzahlen* der jeweils gegebenen Antworten aus den zurückgesendeten Antwortbögen (insgesamt 22, entspricht rd. 29% Rücklauf) ist in **Abbildung 7** nach Teilnehmer:innen *mit* und *ohne* Biotonne dargestellt.

Diese lässt zusammenfassend folgende %-Anteile der antwortenden Teilnehmer:innen berechnen.

- 95 % beurteilten die angebotene Bodenanalyse als wertvoll und würden das Angebot erneut nutzen,
- 86 % hielten die begleitenden Informationen für hilfreich und nützlich,
- 73 % setzen künftig keine oder weniger zusätzliche Düngemittel ein und/oder reduzieren die ausgebrachte Kompostmenge,
- 40% der antwortenden Teilnehmer:innen *ohne* Biotonne haben inzwischen die Biotonne bestellt.

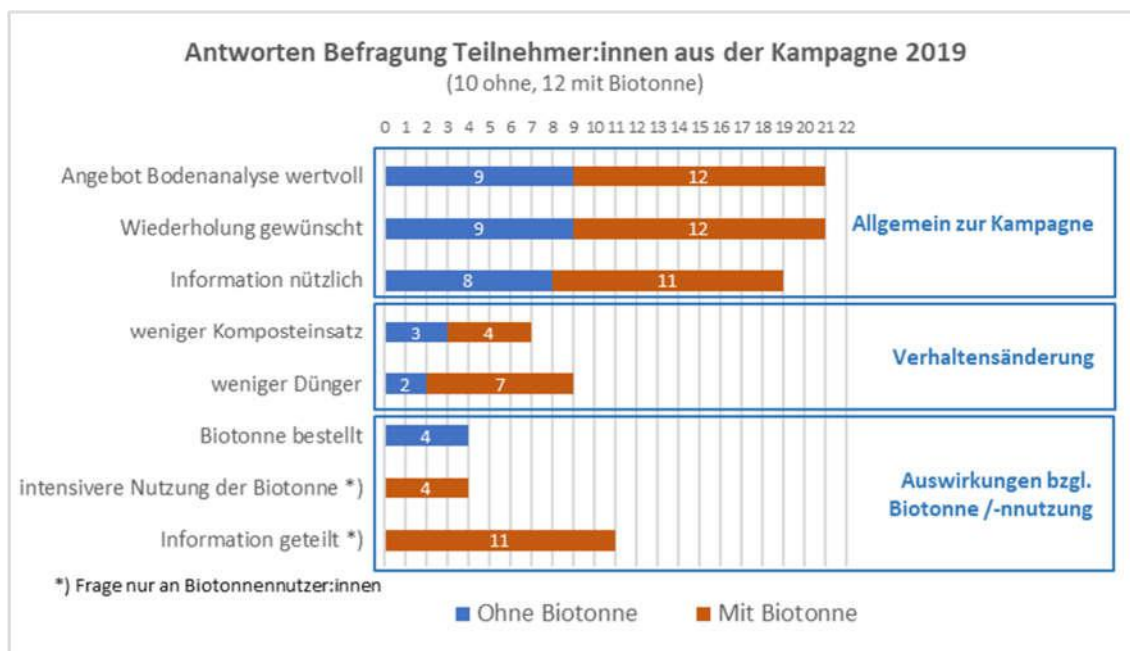


Abbildung 7 Anzahlen der Antworten aus der Nachbefragung zur Aktion 2019

Sehr homogen zeigt sich – trotz des geringen Umfangs des Kollektivs – eine hohe Wertschätzung des Angebotes auf Bodenanalysen, das sich auch in einem Wunsch nach Wiederholung niederschlägt. Dominierend wurden auch die begleitenden Informationen als nützlich eingestuft.

Anteilig wurde auch eine Verhaltensänderung mitgeteilt – weniger Kompost- und Düngereinsatz, zum geringeren Teil auch Neubestellung der Biotonne. Der relativ geringe Anteil an neuen Biotonnen-Bestellern liegt – wie auch die begleitende Adress-Recherche der BSR ergab – darin, dass sehr viele Teilnehmer:innen ohne Biotonne die Bodenproben aus ihrem *Schrebergarten* gezogen hatten, für den eine Nachbestellung der Biotonne – obwohl auch dort von den BSR angeboten – i.d.R. nicht in Betracht gezogen wird.

Die Antwortenden mit bereits vorhandener Biotonne teilten mehrfach mit, die Biotonne nun intensiver zu nutzen und die Informationen mit Bekannten geteilt zu haben.

5 ERGEBNISSE AUS BODENPROBEN UND BEFRAGUNGEN 2021

Von 336 Teilnehmer:innen wurden 609 Proben mit begleitendem Fragebogen abgegeben. Die abgegebenen Proben wurden von der LUFA Nord-West auf die Nährstoffe P-K-Mg, den pH-Wert sowie Bodenart und Humusgehalte (nach Fingerprobe) analysiert, die Ergebnisse wurden den Teilnehmer:innen einschließlich einer ausführlichen Bewertung zugestellt.

5.1 PROBENHERKUNFT

Zu den 609 Bodenproben gaben die Teilnehmer:innen in begleitenden Fragebögen an, von welcher Kulturform die Proben stammen – zusammengestellt in Tabelle 1.

Tabelle 1 Herkunft der Proben nach Kulturbereichen des Gartens

Herkunft der Bodenproben	Anzahl	Anteil [%]
Proben gesamt	609	100
davon aus:		
Zierbeet	160	26
Gemüsebeet	171	28
Obstbeet	30	5
Rasenfläche	127	21
Bäume/Hecken	11	2
sonstige Flächen	10	2
Mischproben Beete	47	8
Mischproben Beete/Rasen	35	6
keine Angabe zu Herkunft	18	3

Insgesamt 67% der Proben stammen von Beeten, davon sind 59% der Proben von Beeten einer *einzelnen* Kulturform, 21 % aus Rasenflächen. Der Rest verteilt sich auf Mischproben von Beeten und Rasen, sonstige Flächen oder erfolgte ohne Angabe zur Herkunft.

Nach je deutlich über 100 „reinen“ Proben aus Rasen, Gemüsebeeten und Zierbeeten war es möglich, diese Kollektive getrennt zu betrachten und nachfolgend untereinander zu vergleichen

Die Angaben zur Herkunft der Proben wurden zusammen mit den Proben an die LUFA Nord-West überstellt. Nach Analyse der Proben stellte die LUFA die an die Teilnehmer:innen übersandten Düngeempfehlung auf eben diese Kulturform ab.

5.2 BIOTONNEN-NUTZUNG UND EIGENKOMPOSTIERUNG

Im Fragebogen war begleitend zu der Probe anzugeben, ob und wenn ja, wie lange eine Biotonne genutzt wird. Dazu machten 325 der 336 Teilnehmer:innen Angaben. Weiter wurde gefragt, ob die Teilnehmer:innen selbst kompostieren. Von den 290 Eigenkompostierern gaben 113 an, dass sie zusätzlich in Besitz einer Biotonne sind.

Um die Angaben der Teilnehmer zur Dauer der Biotonnennutzung zu verifizieren, wurden diese mit einer Datenliste der BSR verglichen. Dabei stellte sich heraus, dass acht Teilnehmer:innen entgegen ihrer Angabe *keine* Biotonne nutzen. Dementsprechend wurde die Anzahl der Teilnehmer:innen ohne Biotonne erhöht, diejenige „mit Biotonne“ gesenkt. Tabelle 2 stellt Anzahlen und Anteile zusammen. Im Mittel nutzt mit 46% knapp die Hälfte der Teilnehmer:innen die Biotonne.

86% aller Befragten kompostieren nach eigenen Angaben selbst. 95% der Teilnehmer:innen *ohne* Biotonne praktizieren die Eigenkompostierung, bei den Antwortenden *mit* Biotonne sind es weniger, aber noch ein erheblicher Anteil von 75%.

Tabelle 2 Anteile der Biotonnen-Nutzung und der Eigenkompostierung

Biotonnen - Nutzung und Eigenkompostierung	Anzahl	Anteil
TN mit Biotonne *)	150	46%
TN ohne Biotonne *)	175	54%
keine Angabe	11	--
Summe	336	100%
Eigenkompostierer:		
- von Gesamt	290	86%
- mit Biotonne **)	113	75%
- ohne Biotonne **)	166	95%
keine Angabe zu Biotonne	11	--

*) Anteil von 325 TN mit Angabe

**) Anteil von 279 TN mit Angabe

Im Folgenden wird zunächst die Zuordnung der Bodenwerte auf Gehaltklassen erläutert, dem folgend wird der Düngestand der Gartenböden nach Kulturformen behandelt – dies hier zunächst für *alle* abgegebenen Proben. Unterschiede nach Nutzung der Biotonne werden in Kapitel 6 näher betrachtet.

5.2.1 ZUORDNUNG NACH GEHALTKLASSEN

Die von der LUFA ermittelten Nährstoffgehalte von Phosphat, Kalium und Magnesium aller Bodenproben wurden in mg pro 100g Boden angegeben. Um einen zweckmäßigen Überblick zu gewinnen, sind diese Gehalte von der LUFA je nach Nährstoff und Konzentration in die Klassen A bis F gegliedert. Diese Zuordnung bezieht sich auf die Nährstoffwerte bei einem Humusgehalt von 0 – 8% im hier vorwiegend vorliegenden Sandboden.

Während der Klasse A stark unterversorgte Böden zugeschrieben sind, erhöht sich der Versorgungsstand stufenweise, bis Klasse F stark überversorgte Böden abbildet. Die Klasse C stellt dabei den optimal versorgten Bodengehalt dar.

Tabelle 3 Zuordnung der Bodengehaltwerte nach Gehaltklassen

Gehaltklassen nach Nährstoffgehalten *)	unterversorgt		normal	übersorgt		
	A	B	C	D	E	F
Nährstoff	mg/100g Boden					
Phosphat	< 5	7 - 11	14 - 23	25 - 39	41 - 80	> 80
Kalium	< 2	4 - 5	6 - 10	11 - 17	18 - 60	> 60
Magnesium	< 1	2	3 - 5	6 - 8	> 8	--

*) bei einem Humusgehalt von 0 - 8%

5.2.2 NÄHRSTOFF-GEHALTKLASSEN NACH KULTURFORMEN

In der nachfolgenden Abbildung sind zunächst die Gehaltklassen für die Haupt-Kulturflächen „Rasen“ und „Beete“ zusammengetragen. Die Anteile „sehr hoch“ und „überhöht“ (Klasse E+F) sind als Summenwerte ergänzend ausgewiesen.

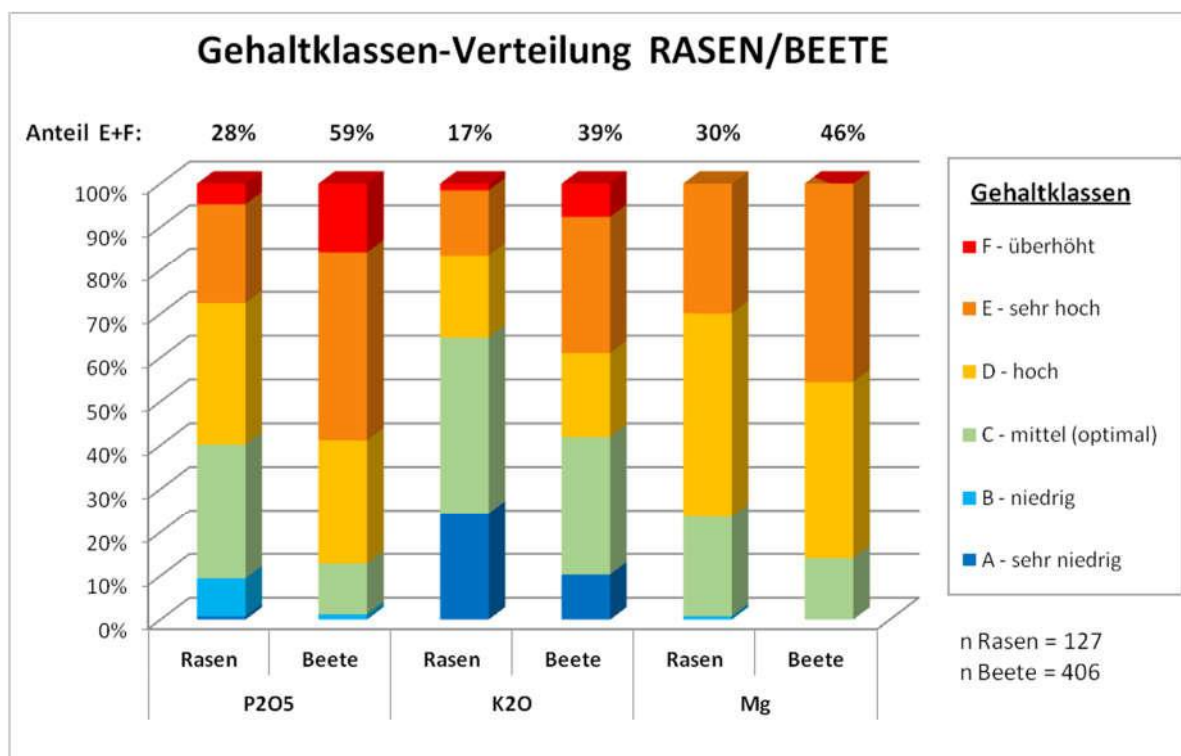


Abbildung 8 Gehaltklassen-Verteilung von Rasen und Beeten

Die Angaben zu „Rasen“ betreffen hier Proben *allein* aus Rasenflächen (ohne Mischproben, die Rasen enthalten). Unter „Beete“ erscheinen alle Proben von Zier-, Nutz- und Obstbeeten sowie Mischproben aus diesen Beetarten.

Bei den Beeten verdoppelt sich der Anteil stark erhöhter Phosphat-Gehaltklassen im Vergleich zum Rasen auf knapp 60%. Auch beim Kalium verdoppelt sich der Klassenanteil E+F

auf fast 40%. Beim Magnesium liegt der Anteil der stark erhöhten Werte bei den Beeten um 16 Prozentpunkte über den Rasenwerten. Insgesamt bestätigen diese Ergebnisse die bereits berichtete deutlich höhere Überdüngung der Beetflächen gegenüber den Rasenflächen und weisen zudem erneut einen sehr hohen anteiligen Überdüngungsstand der Beetflächen aus. Maßgeblicher Grund dafür ist die stark polarisierte Kompostanwendung überwiegend auf Beetflächen - dies wird in Kapitel 5.3 weiter betrachtet.

Weiter wurden die Beetflächen in Nutzbeete (Obst- und Gemüsebeete) und Zierbeete unterteilt, die Mischbeetproben entfallen bei dieser Auswertung. Auch hier sind die Anteile „sehr hoch“ und „überhöht“ (Klasse E+F) summiert eingetragen.

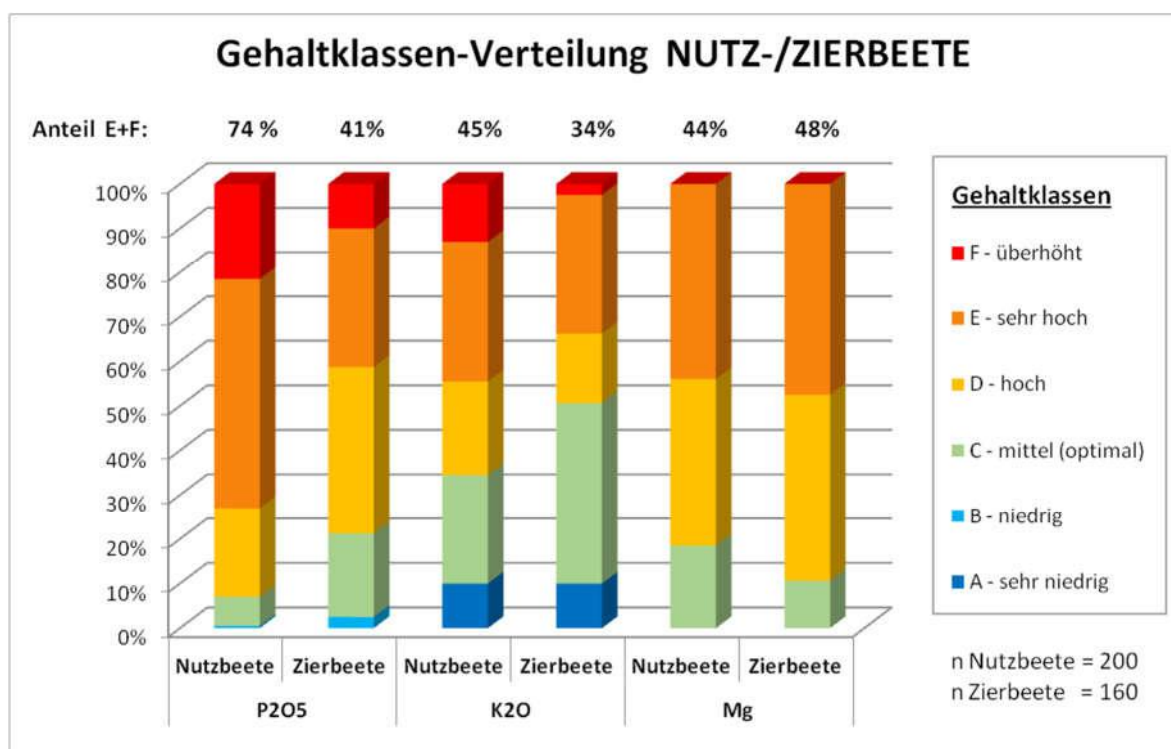


Abbildung 9 Gehaltklassen-Verteilung bei Nutz- und Zierbeeten

Der Anteil überhöhter Phosphat-Gehaltklassen ist bei den Nutzbeeten mit 74% fast doppelt so hoch wie bei den Zierbeeten. Auch beim Kalium weisen die Nutzbeete mit einem Unterschied von elf Prozentpunkten einen höheren Anteil der Klassen E+F auf. Beim Magnesium liegen die Überdüngungsanteile bei 44 und 48%, hier liegt der Überdüngungsanteil bei den Zierbeeten etwas höher.

5.2.3 BODENART UND HUMUSGEHALTE

Neben den Nährstoffgehalten wurden von der LUFA zusätzlich Bodenart und Humusgehalte aller Bodenproben per Fingertest orientierend ermittelt. In der Bodenart wurden sämtliche Proben als „Sandig“ charakterisiert. Bei den Humusgehalten wurden die Böden verschiedenen Gehaltklasse zugeordnet. Böden, deren Humusgehalt unter 4% liegt, werden

dabei als „schwach humos“ klassifiziert. Liegt ein Wert zwischen 4 – 8% vor, wird dieser Boden als „humos“ bezeichnet. Bei einem Humusgehalt über 8% ist der Boden „stark humos“. Die folgende Abbildung zeigt die Humusgehalte nach den drei Klassifikationen, links zunächst für *alle* Bodenproben, daneben für Rasen, Gemüse- und Zierbeete.

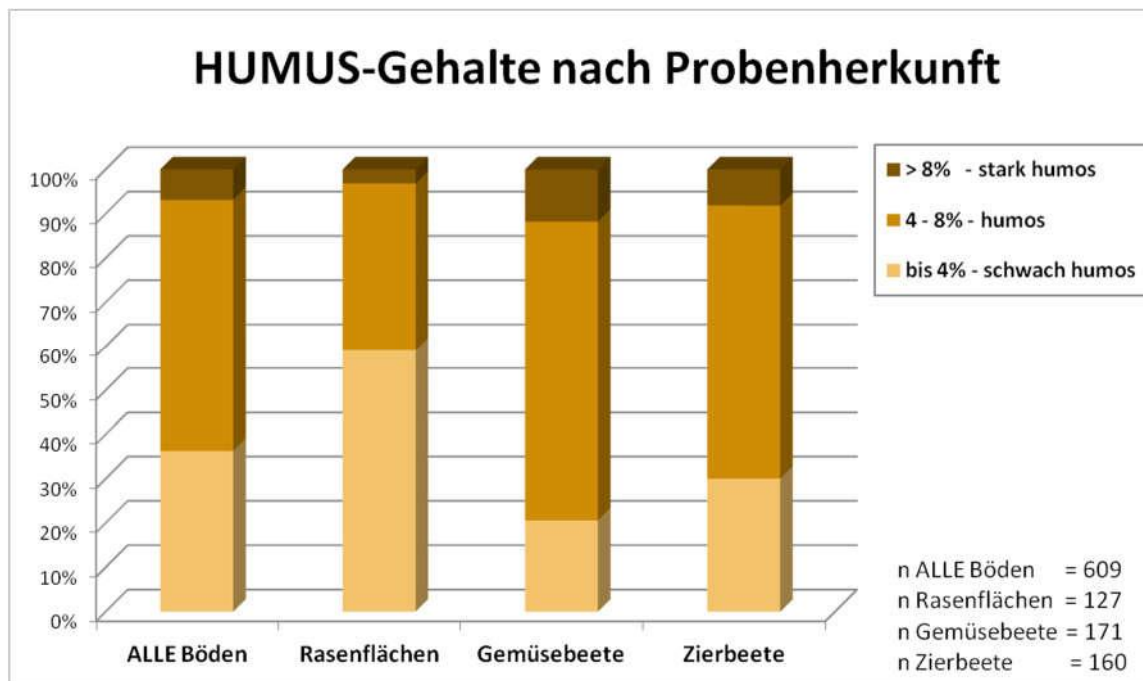


Abbildung 10 Humusgehalte der Böden nach Herkunft der Bodenproben

Im Mittel sind knapp 60% aller Böden humos, 7% zählen sogar zur Klasse „stark humos“. Dabei weisen die Beettypen einen deutlich höheren Anteil dieser beiden gut versorgten Klassen auf, die Zierbeete mit 70% und die Gemüsebeete sogar mit 80%. Die Rasenflächen liegen dagegen nur zu rd. 40% im stärker humosen Bereich. Dieser Sachverhalt ist auf die ungleichmäßige Kompostanwendung auf die jeweiligen Nutzungsarten zurückzuführen (s. nachfolgendes Kapitel), nach der der Kompost zu fast 80% auf die Beete, aber nicht bzw. sehr selten auf die Rasenflächen ausgebracht wird.

5.3 HAUPTURSACHE DER ÜBERDÜNGUNG: EINSEITIGE UND ÜBERPROPORTIONALE KOMPOSTANWENDUNG

Der Einsatz von Kompost kann zu einer Überdüngung von Gartenböden führen, wenn dieser überproportional auf einzelne Gartenflächen aufgetragen wird. Von dieser überproportionalen Kompostanwendung und der daraus resultierenden überhöhten Nährstofffracht sind vorwiegend die Beetflächen betroffen:

Der Kompost wird aus den Grünresten des gesamten Gartens hergestellt (zzgl. der meist auch mitkompostierten Küchenabfälle), jedoch nur auf einem kleinen Teil der Gartenfläche wieder ausgebracht (meist Zier- und Nutzbeete). Für quantitative Aussagen dazu wurden

die Anteile der *Flächen* verschiedener Nutzungsformen am Gesamtgarten mit den Anteilen der *Kompostanwendung* verglichen.

Im Fragebogen konnten die 336 Teilnehmer:innen zunächst Angaben zu ihrer Gartengröße (ohne versiegelte Flächen) machen. Weiter beantworteten sie, welche Flächenanteile die Nutzungsformen Rasen, Nutzbeete, Zierbeete und Hecken/Bäume einnehmen. Parallel wurde von den Teilnehmer:innen eingetragen, welche Anteile des Kompostes sie bei den o.g. Nutzungstypen einsetzen.

Über die Anteile an Gartenflächen und der Kompostaufbringung gibt Tabelle 4 Auskunft, Abbildung 11 stellt diesen Vergleich grafisch dar.

Tabelle 4 Vergleich der Anteile an der Gartenfläche und der Kompostanwendung

Vergleich der Anteile an Gartenfläche und Kompostanwendung *)	Anteile der Gartenfläche [%]	Anteile Kompostanwendung [%]	Verhältnis Ausbringung zu Flächenanteil
Mittlere Gartenfläche m ²	431	--	--
Rasen	44	7	0,17
Hecken/Bäume	17	14	0,80
Nutzbeete	17	48	2,74
Zierbeete	22	31	1,43
Summe Beete	39	79	2,01

*) 275 TN mit/ohne Biotonne und Bejahung "Eigenkompostierung"

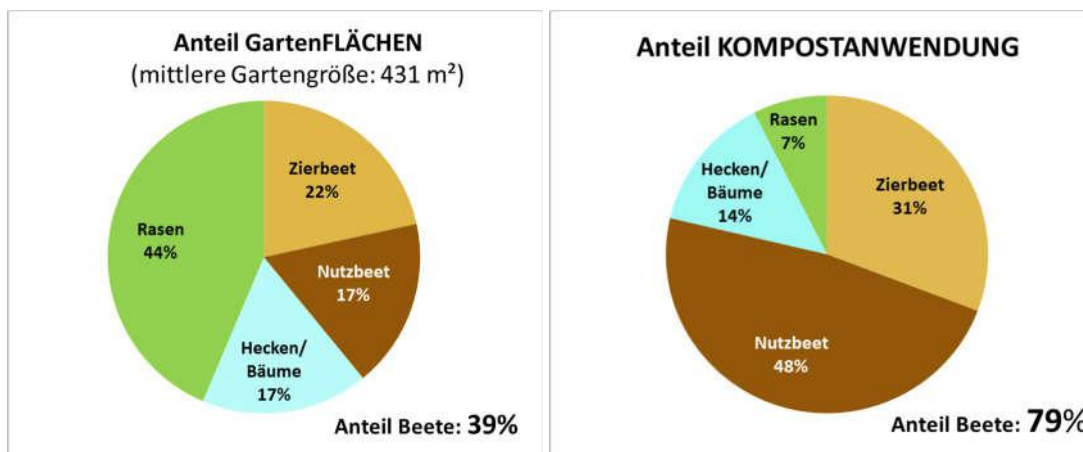


Abbildung 11 Vergleich der Anteile an der Gartenfläche und der Kompostanwendung

Die mittlere Gartengröße beträgt lt. Angaben rd. 430 m², mit einem Rasenanteil von 44% und einem Summenanteil der Beetflächen von 39%. Auf diesen Beetflächen werden jedoch mit 79% über drei Viertel des Kompostes ausgebracht, knapp 50% allein auf dem Flächenanteil der Nutzbeete von nur 17%. Der Anteil des ausgebrachten Kompostes übersteigt dort den Flächenanteil der beaufschlagten Fläche demnach um den Faktor 2,81 (aus 48% :

17%). Der Ernteentzug der Nutzbeete rechtfertigt natürlich eine Mehrmenge; diese wird aber überschätzt, wie die großen Anteile höher überdüngter Klassen zeigen (Abbildung 9). Dem gegenüber werden auf dem Rasen mit einem Flächenanteil von hier 44% lediglich 7% des erzeugten Kompostes ausgebracht.

Bei den selbst Kompostierenden variierten die aufgezeigten Verhältnisse von Flächen- und Ausbringungsanteilen kaum danach, ob eine Biotonne genutzt wird.

Die Unterschiede der angewendeten Kompostmenge bilden sich in den Nährstoffgehalten der untersuchten Nutzungsflächen ab.

5.4 EINFLUSS DER EIGENKOMPOSTIERUNG AUF DIE BODENGEHALTE

Insgesamt gaben 86% der Teilnehmenden an, eine Eigenkompostierung zu praktizieren (Ohne Biotonne: 96%; mit Biotonne: 75%). Den insgesamt 529 Proben *mit* Eigenkompostierung können die 80 Proben gegenübergestellt werden, bei denen explizit *keine* Eigenkompostierung erfolgt. Abbildung 12 vergleicht die Nährstoffwerte der Böden.

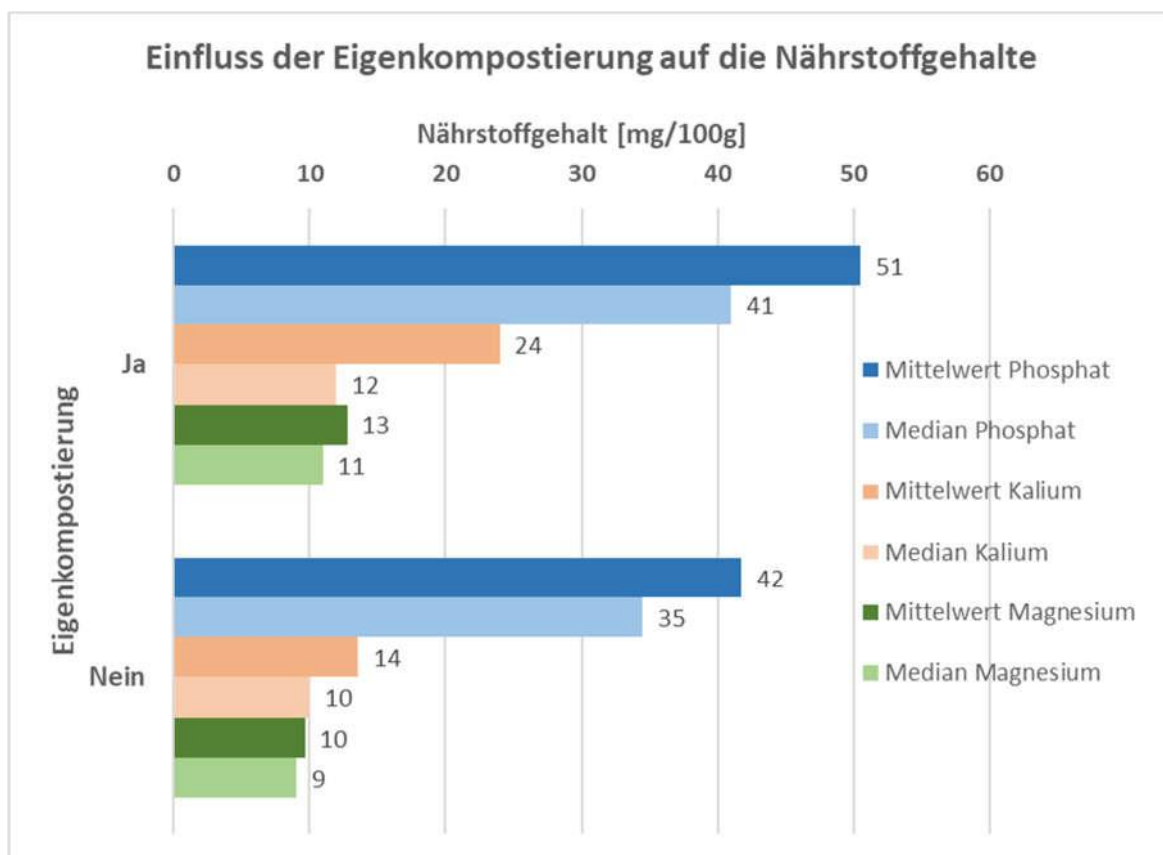


Abbildung 12 Einfluss der Eigenkompostierung auf die Nährstoffgehalte

Gleichermaßen liegen in Mittelwert und Median die Gehalte bei *allen* Nährstoffen niedriger, wenn *keine* Eigenkompostierung praktiziert wird. Aber auch ohne eigene Kompostierung liegen die Gehalte – s. Tabelle 3 - noch immer mindestens im Bereich der Klasse C, beim Phosphat zwischen D und E.

Nach dem statistischen Mann-Whitney U-Tests korrelieren die *direkten* Messwerte mit $p < 0,05$ hoch signifikant mit dem Vorhandensein einer eigenen Kompostierung. Dies schwächt sich nach *Gehaltklassen* ab, denn vielfach liegen die o.g. Werte mit und ohne Kompostierung weiterhin in *derselben* Gehaltklasse E – nach Spannbreiten in Tabelle 3. Als Beispiel liegen beim Phosphat die Mittelwerte von 51 bzw. 42 mg/100g *beide* in Gehaltklasse E, gleiches gilt für die Kalium- und Magnesium-Werte.

Tabelle 5 Signifikanztest zur Abhängigkeit der Bodenwerte vom Parameter „Eigenkompostierung ja/nein“

p-Wert	mg/100g			Gehaltklassen A-F		
	Phosphat	Kalium	Magnesium	Phosphat	Kalium	Magnesium
	,007	,024	,000	,007	,077	,130

Ein vollständiger Verzicht auf eigene Kompostierung ist praktisch gleichbedeutend mit vollständiger externer Entsorgung aller organischen Abfälle. Die weitere Auswertung ergab: Bei **81 %** der Proben ohne jede Eigenkompostierung wird eine Biotonne genutzt.

Gegen die Nährstoff-Verarmung setzen diese Nicht-Kompostierer mit 65% häufiger andere Düngemittel ein als der Durchschnitt der Beteiligten (mit rd. 55%). Wenn somit bei den Nicht-Kompostierern im Vergleich mit den Eigenkompostierern *trotzdem* ein deutlich niedrigerer Überdüngungsstand der Böden vorliegt, bestätigt dies bereits hier das im nachfolgenden Kapitel entwickelte Ergebnis, nach dem die Überdüngung weit vorrangig von überhöhten Kompostgaben verursacht wird und kaum aus zusätzlichen Düngemitteln.

5.5 EINFLUSS VON KOMPOSTMENGEN UND ZUSATZDÜNGUNG AUF DEN DÜNGESTAND

Die Teilnehmenden machten zum größten Teil Angaben, mit wie viel **Kompost** sie die beprobten Gartenflächen beaufschlagt haben – in l/m²,a. Da der Rasen kaum mit Kompost versorgt wird, wurden hier nur die Beete betrachtet. Die Mengengaben an Kompost (Mittelwert und Median) können mit den Gehaltklassen für Phosphat in Beziehung gesetzt werden – dies ergibt die in Abbildung 13 dargestellten Zusammenhänge.

Die Mittelwerte der Kompostgaben liegen durch verschiedene „Ausreißer“ nach oben (Angaben bis 50 l/m²,a) deutlich über den Medianen. Diese erscheinen hier verlässlicher und zeigen eine durchgehend deutliche Abhängigkeit: **Der Überdüngungsstand nimmt mit der aufgebrauchten Kompostmenge zu.** Besonders klar ist dies am Sprung auf die am höchsten überdüngte Gehaltklasse F zu erkennen.

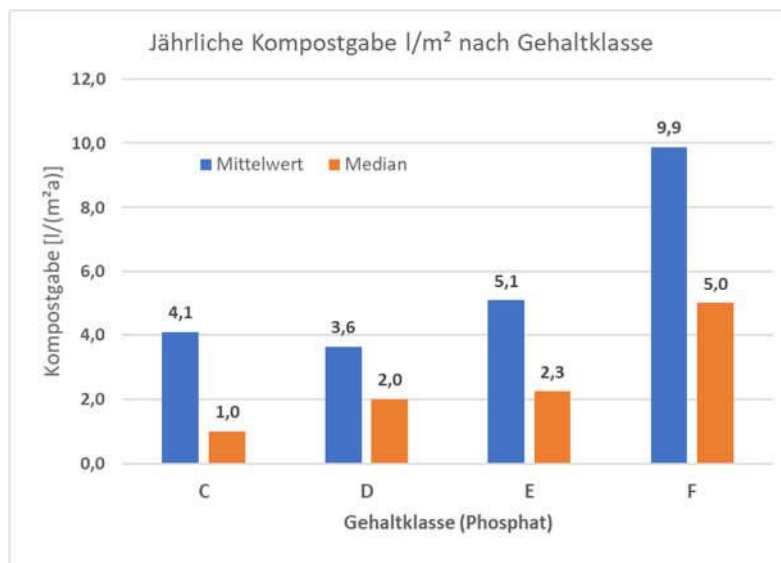


Abbildung 13 Kompostgaben nach Phosphat-Gehaltklassen

Die o.g. Anwendungsmengen an Kompost können mit folgender Tabelle (Erstellung in Kooperation mit der LUFA) zur empfohlenen Kompostgabe je Nutzungsform und Phosphat-Gehalt verglichen werden.

Tabelle 6 Empfohlene Kompostgabe nach Nährstoffbedarf und Bodengehalt

Kompostgabe in l/m² nach Nährstoffbedarf und Bodengehalt						
Phosphat-Gehalt im Boden Gehaltklasse	Gemüse je Kultur und Nährstoffbedarf*)			Zierpflanzen pro Jahr*)		Rasen **) pro Jahr
	H	M	S	H	S	
C - normal	3	2	1	2	1	2
D - überversorgt	1,5	1	0,5	1	0,5	1
E - hoch überversorgt	0	0	0	0	0	0

*) Nach Kulturart: H = stark zehrend; M= mittelzehrend; S= schwach zehrend
 **) ohne Mulchmähung

Danach liegt die empfohlene Kompostmenge bei maximal 3 l/m²,a, soweit – *selten!* - Normalversorgung mit Klasse C vorliegt. Bei Böden der Klasse D wäre die Aufbringungsmenge zu halbieren, ab Klasse E (und natürlich F) die Kompostaufbringung zu unterlassen. Schon die niedrigeren Medianwerte in **Abbildung 13** überschreiten ab Klasse D diese Empfehlungswerte, zunehmend extrem in den Klassen E und F.

Neben den Angaben zur Kompostanwendung beantworteten 179 Teilnehmer:innen die Frage, ob und welche weiteren Düngemittel sie auf der beprobten Bodenfläche einsetzen. Dabei zeigte sich: Mit 54 bzw. 56% versorgen über die Hälfte der Biotonne-Nutzenden als auch der Beteiligten ohne Biotonne ihre Gärten zusätzlich mit Düngern.

Es werden dazu Mist, Hornspäne, weitere organische Düngestoffe sowie Mineraldünger eingesetzt. Für die organischen Düngestoffe lässt sich mangels konkreter Mengenbenennungen kein quantifizierbarer Nährstoffeintrag ableiten. Allerdings gibt es ein Kollektiv von 153 Teilnehmer:innen, die für **Mineraldünger** abgeschätzte Mengenangaben in $\text{g}/\text{m}^2, \text{a}$ trafen.

Diese Angaben werden - analog zur Kompostanwendung – in der nachstehenden Abbildung den Gehaltklassen an Phosphat zugeordnet.

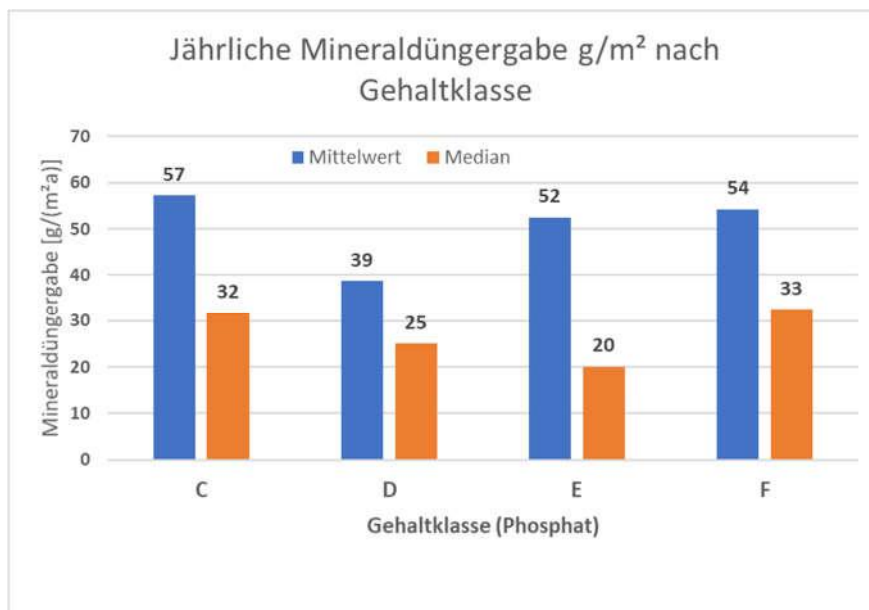


Abbildung 14 Mineraldüngergabe (nach TN-Angaben) in $\text{g}/\text{m}^2, \text{a}$ -nach Gehaltklassen

Es zeigt sich, dass die *mittleren* Mineraldünger-Gaben kaum eine Wirkung auf die Gehaltklassen haben. Bei den Medianwerten *sinken* sie sogar bis Klasse E, gefolgt von einem Anstieg zur Klasse F, wo allerdings fast derselbe Wert auftritt wie in Böden der Klasse C.

Eine verstärkte Überdüngung kann den Mineraldüngergaben damit *nicht* zugeschrieben werden. **Die dominierende Einflussgröße einer Überdüngung ist offensichtlich die jährlich aufgebrauchte Kompostgabe.**

Es war von Interesse, welche Dünge-Verhaltensweisen bei den Teilnehmer:innen mit den am stärksten überhöhten Nährstoffwerten (Klasse F) im Boden vorliegen. Exemplarisch dafür gewählt wurden die *Gemüsebeete*, da für diese mit 38 Proben beim Phosphat die meisten F-Werte unter allen Kulturformen vorlagen. Alle Teilnehmer:innen dieses Kollektivs gaben an, selbst zu kompostieren.

47% düngen ihre Gemüsebeete *nur* mit Kompost, und das im Median mit $10 \text{ l}/\text{m}^2, \text{a}$. Ebenso hoch ist die Kompostgabe bei den 26%, die Kompost *und* weitere Düngemittel anwenden (Die verbleibenden 27% düngen ebenfalls doppelt, mangels einer Mengenangabe für Kompost kann dafür aber kein Flächenwert benannt werden).

Der empfohlene Richtwert von max. 3 l/m²,a wird hier also bereits bei den Kompostgaben um rd. das Dreifache überschritten und erklärt schon aus dieser Quelle die hohe Überdüngung, die verschiedentlich noch durch zusätzliche Düngestoffe verschärft wird.

Auf die Unterschiede des Düngezustandes bei Teilnehmer:innen mit und ohne Biotonne wird im folgenden Kapitel eingegangen.

6 WIRKUNG DER BIOTONNE

Dass die Entsorgung von Gartenabfällen über die Biotonne dem Gartenboden Nährstoffe entzieht, ist unstrittig. Die Untersuchung 2019 bestätigte diesen Effekt unmittelbar: Auf den Beetflächen der Biotonnen-Nutzer lagen die Nährstoffgehalte (mg/100g) um rd. 10% unter den Bodenwerten bei den Gartenbesitzern ohne Biotonne. Gleiches galt tendenziell auch für die Gehaltklassen.

Ob sich diese Wirkung der Biotonnen-Nutzung auf die Nährstoffgehalte der Gartenböden auch in diesem größeren Untersuchungskollektiv zeigt, war zu überprüfen. Es werden hierzu nachfolgend die Nährstoff- und Humusgehalte der Böden dargestellt

- a) vergleichend für die Teilnehmer:innen mit und ohne Biotonne als Gesamtkollektive,
- b) für die Teilnehmer:innen mit Biotonne nach Nutzungsdauer der Biotonne.

Diese Analyse der Teilnehmer:innen-Daten wird nachfolgend ergänzt um eine **Massenbilanz organischer Abfälle für Grundstücke mit und ohne Biotonne**. Aus den laufenden Abfall-Analysen der BSR ist jeweils erkennbar, welche Mengen an Küchen- und Gartenabfälle die rd. 190.000 Grundstücke der Außenbezirke bei (Nicht)Nutzung der Biotonne über die verschiedenen Entsorgungswege verlassen. Das lässt berechnen, wieviel an organischen Abfällen weiter selbst kompostiert wird und welche Nährstoffmengen darin enthalten sind.

6.1 VERGLEICH DER GESAMTKOLLEKTIVE „OHNE“ UND „MIT“ BIOTONNE

Da über die Nutzung der Biotonne eine deutlich geringere Masse an eigenkompostierten Organikabfällen und entsprechend weniger nährstoff- und humushaltiger Kompost anfällt, sollte sich dies in den Bodenwerten widerspiegeln. Es wurden zunächst *alle* Bodenproben, unabhängig von ihrer Kulturform, nach **Nährstoff** in die Kategorien *ohne* und *mit* Biotonne unterteilt (Tabelle 7).

Setzt man denselben Bewertungsmaßstab einer Überdüngung wie in der Voruntersuchung an, nämlich die Summe der Gehaltklassen D bis F, zeigt sich bei den *beprobten* Flächen *kein* mindernder Effekt des Biotonnen-Einsatzes, eher im Gegenteil: die Werte der Böden mit Biotonne liegen sogar etwas höher. Erst bei den Anteilen der überhöhten Gehaltklassen

E und F ist bei den beiden Kollektiven beim Phosphat ungefährer Gleichstand, beim Magnesium eine Absenkung auf Seiten der Biotonnen-Nutzer zu verzeichnen. Der Gehalt an Kalium liegt bei Biotonnen-Nutzung unbeeinflusst auf höherem Niveau.

Tabelle 7 Verteilung der Gehaltklassen aller Proben ohne und mit Biotonne

ALLE Proben Gehaltklasse	Phosphat		Kalium		Magnesium	
	OHNE Biotonne	MIT Biotonne	OHNE Biotonne	MIT Biotonne	OHNE Biotonne	MIT Biotonne
F - überhöht	12%	13%	6%	5%	0%	0%
E - sehr hoch	40%	37%	22%	32%	45%	38%
D - hoch	26%	34%	22%	19%	39%	45%
C - mittel	19%	13%	35%	32%	16%	17%
B - niedrig	3%	3%	0%	0%	0%	0%
A - sehr niedrig	0%	0%	15%	11%	0%	0%
Anteil (D-F)	78%	84%	50%	56%	84%	83%
Anteil (E+F)	51%	50%	28%	38%	45%	38%

Parallel wurde ausgewertet, ob die Nutzung der Biotonne zu einer Minderung der **Humusgehalte** in den Böden führt. Dafür werden ergänzend zu den Humusgehalten der Bodennutzungsformen *aller* Teilnehmer:innen (siehe Kapitel 5.2.3) nachfolgend die Humusgehalte der Kollektive „mit Biotonne“ und „ohne Biotonne“ unterteilt und verglichen.

Tabelle 8 Humusgehalte der Böden nach Nutzung der Biotonne

Humusgehalte	ALLE Teilnehmer:innen	Teilnehmer:innen MIT Biotonne	Teilnehmer:innen OHNE Biotonne
Alle Böden			
bis 4%	36%	36%	37%
4 - 8%	57%	58%	56%
> 8%	7%	6%	7%
bis 4%	59%	61%	58%
4 - 8%	38%	36%	41%
> 8%	3%	3%	2%
Gemüsebeete			
bis 4%	21%	20%	22%
4 - 8%	68%	67%	67%
> 8%	12%	13%	11%
Zierbeete			
bis 4%	30%	28%	32%
4 - 8%	62%	66%	57%
> 8%	8%	6%	11%

Generell unterscheiden sich die Kategorie-Anteile der Böden der Teilnehmer:innen *mit* Biotonne zu denen *ohne* Biotonne nur um wenige Prozentpunkte.

Bei den *Gemüsebeeten* ist praktisch kein Unterschied in den Gehaltklassen zu erkennen. Bei den *Zierbeeten* liegt zwar der stark humose Anteil niedriger, dafür aber der Gehalt der Klasse 4 – 8% höher.

Die *Rasenflächen* sind bei den Biotonnen-Nutzenden etwas schwächer humusversorgt.

Aus den Profilen der Humusversorgung ist nicht abzuleiten, dass die Nutzung der Biotonne einen erkennbaren negativen Einfluss auf den Humusbestand der Böden hat.

Nach dieser ersten Gesamtbetrachtung lässt sich **vorerst (!)** eine absenkende Wirkung der Biotonne auf die Nährstoffgehalte der beprobten Böden nicht ausweisen.

Unabhängig von der Biotonne: Kein Unterschied in der Kompostanwendung

Für die *scheinbare* Nicht-Wirkung der Biotonne auf die Bodengehalte zeigte sich eine unerwartete, sehr simple Erklärung: Die meisten Teilnehmer:innen mit und ohne Biotonne machten Angaben dazu, welche Mengen an Kompost sie in welchen Zeitabständen nach eigener Einschätzung auf die *beprobten* Flächen aufgebracht haben bzw. aufbringen – wieder geht es hier um die absolut dominierend mit Kompost beaufschlagten Beetflächen. Aus diesen Angaben lässt sich das gewichtete Mittel der Kompostmenge je Quadratmeter und Jahr berechnen.

Tabelle 9 Kompostgabe auf die beprobten Beetflächen, Auskunft der Teilnehmer:innen mit und ohne Biotonne

Kompostgabe [l/m ² ,a]		MIT Biotonne	OHNE Biotonne
Gemüsebeete	(n=100)	7,5	6,1
Obstbeete	(n=17)	4,1	5,7
Zierbeete	(n=69)	3,0	3,4
Mischproben Beete	(n=20)	2,2	4,1
Gewichteter Mittelwert		4,8	4,8

Dabei stellt sich heraus, dass die *Biotonnen-Nutzer:innen* mit jährlich 4,8 l/m² die gleiche Menge an Kompost auf die beprobten Beete auftragen wie die Teilnehmer:innen ohne Biotonne. Eine solche Mengengleichheit erklärt schlüssig, dass sich sowohl bei den Nährstoffen wie auch beim Humusgehalt keine maßgeblichen Unterschiede ergeben (können) – hier *entkoppelt* von der allgemeinen, sehr plausiblen Entzugsleistung der Biotonne auf den *gesamten* Garten (s. hierzu **Kap. 7**).

Selbst unter der Annahme, die Beete wären normalversorgt und stark nährstoffzehrend, ist gegenüber der Aufbringungsempfehlung von max. 3 l /m,a (nach Tabelle 6) seitens der Teilnehmer*innen eine viel zu hohe Kompostgabe festzustellen. Bei den Gemüsebeeten wäre die empfohlene Menge sogar um den Faktor 2 - 2,5 überstiegen.

Auch bei den *Zierbeeten* läge die ausgetragene Menge um 1 - 1,4 l/m² pro Jahr höher als bedarfsorientiert empfohlen wird.

Es erfolgte offenbar eine Beeinflussung durch die Vorabinformation im Teilnahme-Aufruf: Es wurde *nicht* darum gebeten, proportional nach Nutzungsflächen des Gartens *repräsentative* Proben zu ziehen – die Flächenauswahl der Probenahme blieb den Teilnehmer:innen frei überlassen. Die im Aufruf problematisierte Fragestellung „Überdüngt Kompost Ihren Boden?“ lenkte offensichtlich die Aufmerksamkeit bei der Probennahme dominierend auf diejenigen Beetflächen, die *überhaupt und besonders intensiv* mit Kompost beaufschlagt wurden.

Diese Flächen finden sich auch bei allen „Wenig-Kompostierern“ (also denjenigen mit Biotonne). Gestützt wird diese These zur „Interessenfokussierung auf Beete“ durch den auch bei den Biotonnen-Nutzer*innen dominierenden Anteil an Proben von *Beeten*, auf die – s. **Kapitel 5.3** – der größte Anteil des Kompostes ausgebracht wird.

6.2 DETAIL-BETRACHTUNG NACH KULTUREN UND NUTZUNGSDAUER DER BIOTONNE

Die vorausgehende Betrachtung ließ erkennen, warum sich speziell bei den von den Teilnehmer:innen beprobten Beeten (dominierender Anteil der Proben) kein unmittelbarer Einfluss der Biotonne zeigte.

Diese Betrachtung wird nachfolgend differenziert, auf die weiter unterteilte Kulturart (Rasen/Nutzbeete/Zierbeete) und nach Nutzungsdauer der Biotonne.

Die nachstehende Tabelle 10 stellt zunächst die Anteile an den Gehaltklassen für die Haupt-Kulturen „Rasen“ und „Beete“ zusammen. Unter „Beete“ wurden auch die 47 Mischproben verschiedener Beete aufgenommen. Ausgegrenzt wurden der Systematik halber alle Mischproben Rasen/Beet, diejenigen von Hecken/Bäumen und sonstigen Flächen, so dass 535 Proben in diese Zusammenstellung eingingen.

Den Werten „Ohne Biotonne“ wurden bei Nutzung der Biotonne gegenübergestellt

- a) Alle (zeitunabhängig),
- b) Ab 10 Jahren,
- c) Ab 20 Jahren (für diese Kategorie liegen nur sehr wenige Werte vor)

Eine differenzierte statistische Betrachtung der kulturbezogenen Bodenwerte in Abhängigkeit von der Biotonnen-Nutzung ist **Anhang 11** zu entnehmen (Auswertung durch M. Sc Chr. Rappold).

Der Fokus liegt hier auf der Frage, ob die Nutzung der Biotonne insbesondere die hoch überversorgten Klassen mindernd beeinflusst – daher sind die Summen der Klassen E und F hervorgehoben ausgewiesen.

Tabelle 10 Anteile der Nährstoffgehaltklassen nach Nutzungsdauer der Biotonne – Rasen und Beete

nach Gehaltklassen	Phosphat				Kalium				Magnesium			
	OHNE Biotonne	MIT Biotonne			OHNE Biotonne	MIT Biotonne			OHNE Biotonne	MIT Biotonne		
		ALLE	ab 10 Jahre	ab 20 Jahre		ALLE	ab 10 Jahre	ab 20 Jahre		ALLE	ab 10 Jahre	ab 20 Jahre
RASEN	n = 127			Flächenanteil Garten: 44%				Anteil von Kompost: 7%		Proben reine Rasenflächen		
F - überhöht	2%	8%	25%	0%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
E - sehr hoch	21%	25%	6%	0%	12%	19%	13%	0%	30%	29%	25%	100%
D - hoch	32%	34%	19%	100%	20%	19%	19%	0%	48%	46%	44%	0%
C - mittel (optimal)	36%	24%	38%	0%	36%	44%	44%	100%	21%	24%	31%	0%
B - niedrig	8%	8%	13%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%
A - sehr niedrig	2%	0%	0%	0%	30%	17%	25%	0%	0%	0%	0%	0%
Summe E+F	23%	34%	31%	0%	14%	20%	13%	0%	30%	29%	25%	100%
BEETE	n = 408			Flächenanteil Garten: 39%				Anteil von Kompost: 79%		incl. Mischproben aus Beeten (47)		
F - überhöht	17%	14%	15%	14%	9%	6%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
E - sehr hoch	46%	41%	42%	29%	25%	37%	44%	71%	49%	43%	34%	29%
D - hoch	24%	34%	27%	57%	20%	19%	15%	14%	37%	43%	51%	71%
C - mittel (optimal)	13%	10%	14%	0%	33%	29%	25%	0%	14%	14%	15%	0%
B - niedrig	1%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
A - sehr niedrig	0%	0%	0%	0%	12%	9%	10%	14%	0%	0%	0%	0%
Summe E+F	62%	55%	58%	43%	34%	43%	49%	71%	49%	43%	34%	29%
Summe RASEN und BEETE	n = 535			Flächenanteil Garten: 83%				Anteil von Kompost: 86%		incl. Mischproben aus Beeten (47)		
F - überhöht	13%	13%	18%	11%	8%	5%	4%	0%	0%	0%	0%	0%
E - sehr hoch	40%	37%	34%	22%	22%	33%	37%	54%	44%	40%	32%	46%
D - hoch	26%	34%	25%	67%	20%	19%	16%	11%	40%	43%	49%	54%
C - mittel (optimal)	18%	13%	19%	0%	34%	33%	30%	24%	16%	16%	19%	0%
B - niedrig	3%	3%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
A - sehr niedrig	0%	0%	0%	0%	17%	11%	14%	11%	0%	0%	0%	0%
Summe E+F	53%	50%	51%	33%	29%	38%	40%	54%	44%	40%	32%	46%

Beim **Rasen** liegen die Klassen E und F für alle Nährstoffe deutlich unter denen der Beete – Resultat der polarisierten Kompostanwendung, in die der Rasen kaum einbezogen ist. Eine weiter senkende Wirkung der Biotonne gegenüber „ohne Biotonne“ ist hier zwar nicht zu erkennen, allerdings identifizierte die genauere statistische Analyse, dass im Kollektiv „Mit Biotonne“ die Gehalte mit der *Nutzungsdauer* der Biotonne sinken (s. **Anhang 11**).

Bei den **Beeten** ist die Senkungswirkung beim Phosphat und Magnesium erkennbar, nicht aber beim Kalium, dort steigen die Werte.

Gewichtet gemittelt für Rasen und Beete ist bei Phosphat und Magnesium eine Minderung der überhöhten Klassen zu verzeichnen: Phosphat um rd. 3 %-Punkte, Magnesium um > 10 %-Punkte bei längerer Nutzung der Biotonne. Die Kaliumwerte steigen an.

Die Biotonne kann mit ihrer Nährstoff-Entzugswirkung (siehe Massenbilanz in Kap. 7) logischerweise keinen *Zuwachs* der Bodengehalte bewirken – so auch beim Kalium, bei dem der überhöhte Anteil E/F mit gemittelt 30-40% deutlich unter den Überfrachtungs-Anteilen beim Phosphat liegt.

Das Kollektiv „Beete“ lässt sich nach gleicher Systematik weiter untergliedern nach Zierbeeten (n = 160) und Nutzbeeten (n = 201). Die Nutzbeete nehmen wiederum die Werte der Gemüsebeete (n = 171) und der Obstbeete (n = 30) auf. Die Gemüsebeete bilden also mit 85% den dominanten Anteil der Nutzbeete. Die Summenanzahl der hier bewerteten Proben liegt mit 331 unter dem *aller* Beete, da hier Mischproben aus verschiedenen Beettypen nicht eingehen.

Tabelle 11 stellt die Werte zusammen, wobei hier die Obstbeet-Werte wegen ihrer geringen Anzahl und der Lesbarkeit halber nicht mit aufgeführt sind.

Die **Zierbeete** zeigen für alle Nährstoffe einen erheblichen Überdüngungsanteil, der aber deutlich niedriger liegt als bei den Nutzbeeten. Dieser **Überdüngungsstand fällt bei Phosphat und Magnesium bei Nutzung der Biotonne niedriger aus** und sinkt mit zunehmender Nutzungsdauer. Beim Kalium ist kein mindernder Einfluss der Biotonne gegeben.

Der wesentlich höhere Überdüngungsstand bei den **Nutzbeeten** beim Phosphat und Kalium wird bestimmt durch den hier einfließenden hohen Anteil an Proben aus den **Gemüsebeeten**. Diese zeigen mit 75% Hochüberdüngung beim Phosphat unter allen Kulturarten die höchste Nährstoff-Überfrachtung, das gilt auch für die Kaliumwerte. Ein absenkender Einfluss der Biotonne ist hier durchgehend nicht erkennbar – und auch nicht zu erwarten, denn lt. Tabelle 9 wurden von den Nutzer:innen der Biotonne auf diesem Beettypp mit 7,5 l/m²,a *höhere* Kompostmengen aufgebracht als bei Verzicht auf die Biotonne (dort 6,1 l/m²,a).

Tabelle 11 Anteile der Nährstoffgehaltklassen nach Nutzungsdauer der Biotonne – Arten der Beete

nach Gehaltklassen	Phosphat				Kalium				Magnesium			
	OHNE Biotonne	MIT Biotonne			OHNE Biotonne	MIT Biotonne			OHNE Biotonne	MIT Biotonne		
		ALLE	ab 10 Jahre	ab 20 Jahre		ALLE	ab 10 Jahre	ab 20 Jahre		ALLE	ab 10 Jahre	ab 20 Jahre
ZIERBEETE	<i>n= 160</i>				<i>Flächenanteil Garten: 22%</i>				<i>Anteil von Kompost: 31%</i>			
F - überhöht	15%	5%	13%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
E - sehr hoch	36%	29%	17%	0%	23%	39%	42%	100%	53%	44%	29%	0%
D - hoch	27%	48%	42%	100%	17%	15%	13%	0%	35%	48%	63%	100%
C - mittel (optimal)	20%	16%	25%	0%	45%	35%	29%	0%	12%	9%	8%	0%
B - niedrig	3%	3%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
A - sehr niedrig	0%	0%	0%	0%	9%	11%	17%	0%	0%	0%	0%	0%
Summe E+F	51%	34%	29%	0%	28%	39%	42%	100%	53%	44%	29%	0%
NUTZBEETE (Gemüse+Obst)	<i>n= 201</i>				<i>Flächenanteil Garten: 17%</i>				<i>Anteil von Kompost: 48%</i>			
F - überhöht	21%	22%	16%	0%	15%	11%	10%	0%	0%	0%	0%	0%
E - sehr hoch	52%	50%	66%	43%	26%	36%	49%	57%	45%	44%	33%	43%
D - hoch	19%	22%	15%	57%	20%	23%	21%	43%	37%	36%	43%	57%
C - mittel (optimal)	8%	4%	3%	0%	26%	23%	16%	0%	18%	20%	25%	0%
B - niedrig	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
A - sehr niedrig	0%	0%	0%	0%	13%	7%	3%	0%	0%	0%	0%	0%
Summe E+F	73%	72%	82%	43%	41%	47%	59%	57%	45%	44%	33%	43%
GEMÜSEBEETE	<i>n = 171</i>				<i>Flächenanteil Garten: n.b.*)</i>				<i>Anteil von Kompost: n.b.*)</i>			
F - überhöht	21%	24%	19%	0%	15%	12%	12%	0%	0%	0%	0%	0%
E - sehr hoch	54%	53%	65%	50%	27%	38%	46%	50%	44%	43%	38%	50%
D - hoch	18%	20%	12%	50%	20%	21%	19%	50%	38%	38%	38%	50%
C - mittel (optimal)	8%	4%	4%	0%	25%	24%	19%	0%	18%	18%	23%	0%
B - niedrig	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
A - sehr niedrig	0%	0%	0%	0%	12%	5%	4%	0%	0%	0%	0%	0%
Summe E+F	75%	76%	85%	50%	43%	50%	58%	50%	44%	43%	38%	50%

Es ist zusammenfassend für die *beprobten* Flächen zu folgern:

- Die Nutzbeete werden deutlich über den Ernteentzug hinaus mit Nährstoffen überfrachtet, und dies resultiert nach der o.g. Auswertung maßgeblich aus zu hohen Kompostgaben.
- Eine dafür eingesetzte Kompostmenge steht auch den Nutzern der Biotonne durch anteilig fortgesetzte Eigenkompostierung zur Verfügung.
- Unter den Kulturformen des Gartens macht sich die Minderungsleistung der Biotonne auf die Nährstoffgehalte schwerpunktmäßig bei den *Zierbeeten* bemerkbar.
- Reduziert verfügbare Kompostmengen bei den Nutzern der Biotonne führen offenbar zu Einschränkungen der Anwendung bei den *Zierbeeten*, nicht aber bei den *Nutzbeeten*.

6.3 BETRACHTUNG DER PHOSPHATGEHALTE IM ZEITVERLAUF

Die o.g. Auswertung erfolgte als Doppelcluster: Es wurden einerseits Zeitgruppen der Biotonnen-Nutzung gebildet (insbesondere ab 10 Jahre), andererseits Anteile an Gehaltklassen, denen die originären Messwerte in mg/100g Boden zugeordnet wurden.

Danach kann jedoch nur ausgewiesen werden, ob und wann (vergrößert) die Gehaltklassen E bzw. F nach unten verlassen werden, Verschiebungen *innerhalb* einer Gehaltklasse sind damit nicht dargestellt. Die Spannweite z.B. der Gehaltklasse E in mg/100 g Boden ist nach Tabelle 3 erheblich, beim Phosphat mit 41-80 mg/100 g Boden mit 40 mg mehr als doppelt so groß wie die Spannweite von Klasse D (25 bis 39 = rd. 15 mg Spannweite).

Um die Bewertung zu ergänzen, werden daher die originalen Messwerte der tatsächlichen, genauen Nutzungszeit der Biotonne gegenübergestellt. Daraus lassen sich Trendlinien entwickeln.

Es kristallisierten sich nach den o.g. Auswertungen die Beetflächen als überproportional überfrachtet heraus, und dies dominierend beim Phosphat. Dem folgend fokussieren die nachfolgenden Darstellungen auf den **Phosphat**-Verlauf nach Länge der Biotonnen-Nutzung. Auch hier kann und soll die Darstellung den Verlauf *aller* Messwerte erfassen, aber eben auch – wie tabellarisch oben – den der *überhöhten* Gehaltklassen.

Für die Beetflächen sind in **Abbildung 15** die Trendlinien der Bodengehalte nach verschiedenen Gehaltklassen(gruppen) dargestellt.

Die *blaue* Linie nimmt *sämtliche* Analysewerte über die Zeit auf und verläuft unabhängig von der Nutzungsdauer der Biotonne horizontal. Nimmt man sämtliche Analysenwerte *unterhalb* von 40 mg P₂O₅ pro 100 g Boden aus dem Datenkollektiv heraus (Gehaltklassen A-D), verbleiben die Böden der höher überdüngten Gehaltklassen E und F, die 55% aller Beetwerte ausmachen. Den Trend zeigt die *orangene* Linie, die eine leichte Neigung über die Zeit ausweist.

Betrachtet man nur die Werte der hoch überdüngten Gehaltklasse F (> 80 mg/100 g), zeigt sich mit der roten Linie ein deutlich abfallender Trend über die Nutzungsdauer der Biotonne, dessen Gradient dem der berechneten Abnahme (grüne Linie) parallel folgt.

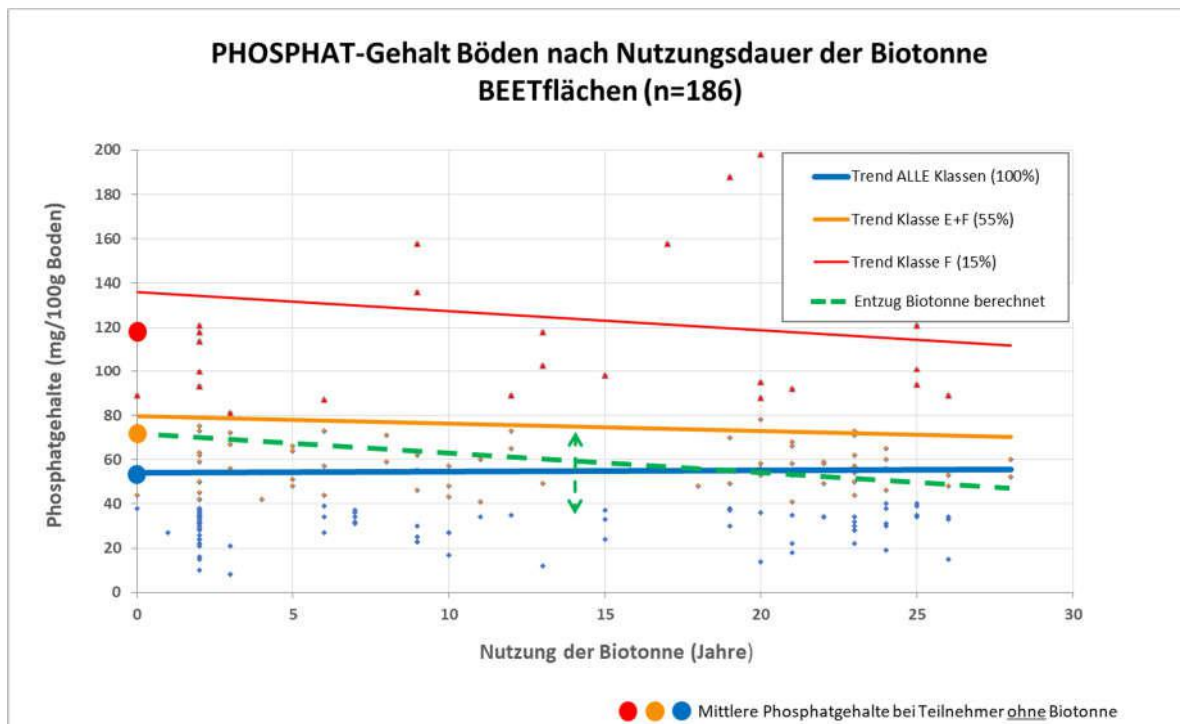


Abbildung 15 Phosphatgehalte der Beetflächen nach Nutzungsdauer der Biotonne

Diese ergänzend eingefügte gestrichelte *grüne* Linie beschreibt den Phosphatentzug aus den Böden, den die Biotonne über die Zeit erzielen müsste, wenn keine dies ausgleichende Düngung erfolgt. Die Neigung dieser Linie ergibt sich aus einer realitätsnahen Berechnung: Für die entzogene Gartenabfallmasse von 1,6 kg/m², a kann - nach den bekannten Gehalten des daraus erzeugten Kompostes - ein Phosphatgehalt von 4 g angesetzt werden. Diese Phosphatmenge wird durch die Bodenmasse je m² bis 30 cm Tiefe dividiert – diese berechnet sich bei einer Dichte von 1,5 kg/l zu 450 kg/m². Es folgt mit 4.000 mg Phosphat/m², a : 450 kg ein jährlicher Entzug von 0,9 mg/100g Boden.

Wie durch den eingetragenen Doppelpfeil verdeutlicht, ist die Höhenposition dieser „Entzugslinie“ variabel und hängt natürlich davon ab, bei welcher Anfangskonzentration im Boden sie beginnt. Auch ist der *Linear*verlauf hier der Vereinfachung der Darstellung geschuldet. Sie verdeutlicht jedoch, dass der Nährstoffentzug durch die Biotonne erheblich ist. Er müsste sich bei längerer Nutzungsdauer der Biotonne auch bei den gesunkenen Nährstoffgehalten der Böden zeigen. Dass dies nicht oder nur abgeschwächt der Fall ist, liegt daran, dass diese Entzugsleistung durch andere Düngeeinflüsse mindestens abgeschwächt, zum Teil vollständig ausgeglichen wird (insbesondere durch längere überhöhte Kompostgaben auf diesen *beprobten* Flächen).

Auf der vertikalen Achse sind ergänzend durch Punkte die durchschnittlichen Phosphatgehalte der Böden der Teilnehmer:innen *ohne* Biotonne eingetragen.

Analog lässt sich der Trend für die *Rasenflächen* in Abbildung 16 darstellen (Hinweis: Die Y-Achse ist wegen der geringeren Gehalte anders skaliert als bei den Beeten)

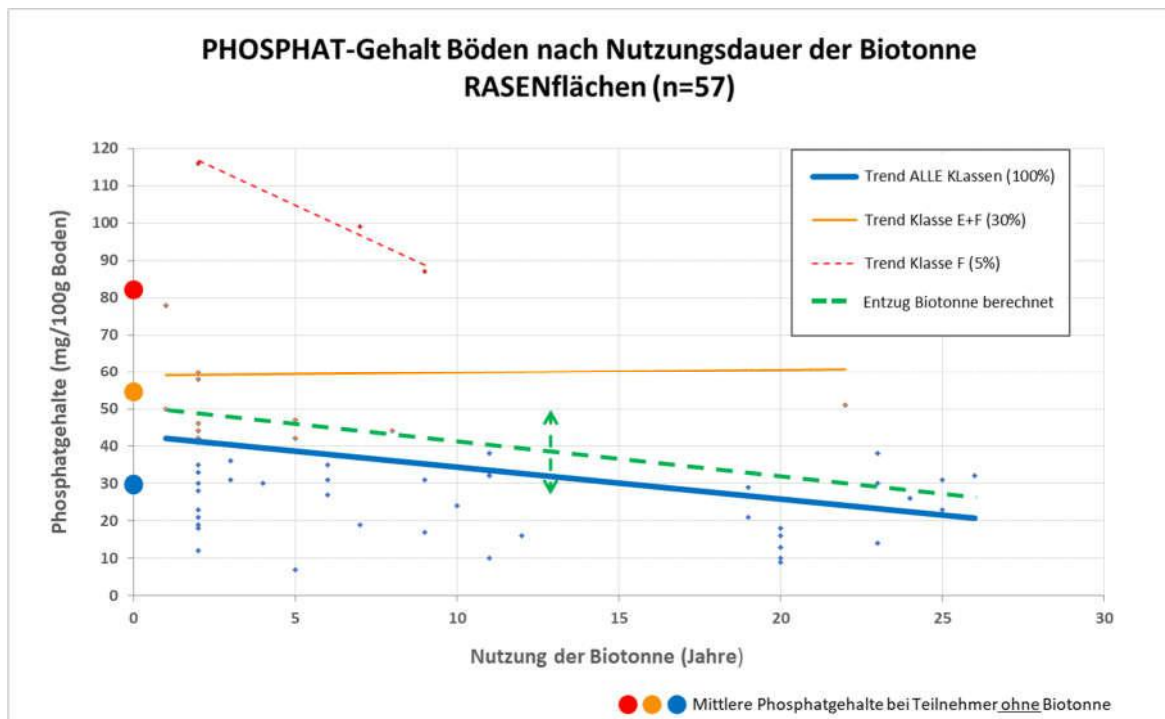


Abbildung 16 Phosphatgehalte der Rasenflächen nach Nutzungsdauer der Biotonne

Wie oben bereits ausgeführt, werden die Rasenflächen kaum mit Kompost gedüngt. Durch den dauernden Entzug von Nährstoffen im Rasenschnitt über die Biotonne ist in der blauen Linie aller Klassen ein deutlich abfallender Trend der Nährstoffgehalte nach Nutzungsdauer der Biotonne zu verzeichnen – der Trend folgt der berechneten Linie. Wegen dieses Nährstoff-Entzuges bilden die Klassen E und F mit summiert 30% aller Messwerte auch einen deutlich niedrigeren Anteil der Gesamtwerte gegenüber 58% bei den Beeten (dies wird durch die „anteilsproportionale“ Strichstärke symbolisiert). Die Summenlinie E+F bleibt im Datenkollektiv über die Nutzungszeit der Biotonne konstant. Die Linie der F-Klasse ist nur mit sehr wenigen Messwerten hinterlegt und ist hier nur zur vergleichenden Vollständigkeit eingetragen. Dass die blaue Summenlinie trotz horizontaler E+F-Linie *absinkt*, liegt an einem *noch stärker* fallenden Gradienten der Klassen A-D (nicht eingetragen), was den anhebenden Effekt der E+F-Summe ausgleicht.

Dass die Rasenböden - bis auf einige Ausnahmen einer echten Unterversorgung – sich auch bei längerer Biotonnen-Nutzung noch immer im gut versorgten Bereich befinden *und* sogar noch zu rund einem Drittel höher überversorgt sind, ist der Anwendung insbesondere

von Mineraldüngern zuzuschreiben. Nach den Angaben der Teilnehmenden haben die Rasenflächen unter allen Gartenkulturen neben dem *geringsten* Anteil der Kompostanwendung den *höchsten* Anteil im Mineraldünger-Einsatz (s. **Anhang 10**).

7 MASSENBILANZ-VERGLEICH MIT UND OHNE BIOTONNE

Im Fragebogen waren Angaben erbeten, welchen Anteil der jeweiligen Küchen- und Gartenabfälle die Beteiligten nach eigener Einschätzung selbst kompostieren. Diese Angaben erwiesen sich insbesondere bei den Beteiligten mit Biotonne als hoch überschätzt. Zudem bildet die Anzahl der Befragten mit unter 400 unter ein Promille der gesamten einen Garten besitzenden Grundstücke Berlins ab.

Es wurde daher eine gemittelte Massenbilanz organischer Abfälle für gartenbesitzende Grundstücke Berlins erstellt. Über diese kann ausreichend plausibel ermittelt werden, wieviel auf den Grundstücken mit und ohne Biotonne an Küchen- und Gartenabfällen selbst kompostiert wird. Diese Bilanz lässt dann auch erkennen, wieviel selbst erzeugter Kompost bei den Biotonnen-Nutzer:innen noch immer zur Verfügung steht.

7.1 SYSTEMATIK DER BERECHNUNG:

Wieviel an organischer Masse selbst kompostiert wird, ist nur indirekt abzuschätzen, da die selbst kompostierte Menge nicht verwogen wird. Diese Menge lässt sich nur aus der Differenz zwischen abgeschätzter primär „produzierter“ Menge an Küchen- und Gartenabfällen und den in der externen Entsorgung auftretenden Mengen berechnen.

Als **Quellen** (Q) organischen Materials sind zu nennen:

- Küchenabfälle im Bereich von 80 kg/Ew,a,
- Gartenabfälle; die Menge ergibt sich aus der grünproduktiven Gartenfläche (in m²), multipliziert mit einer empirischen jährlichen Nachwuchsrate (in kg/m²,a).

Als externe **Senken** (S) des Organikaufkommens sind (berlinspezifisch) zu nennen:

- Organik im Restmüll,
- Organik in der Biogut-Tonne,
- (Laub)Sacksammlung der BSR,
- Grünabfälle über die (separate) Laub- und Gartenabfallcontainer der BSR,
- Baum- und Strauchschnitt an den Recyclinghöfen,
- Sonstige Entsorgungswege (illegal, zum Land Brandenburg, Laub zur Straße)

Die eigenkompostierte Menge (E) ergibt sich also mit

$$E = Q - S \quad \text{dies getrennt für Küchen- und Gartenabfälle.}$$

Diese Betrachtung ist auf die Gebiete einzugrenzen, in denen eine Eigenkompostierung möglich ist, d.h. die gartenreichen Außenbezirke.

7.2 ANSATZWERTE DER MENGENBILANZ

Für die **primäre Produktion** an organischen Abfällen wurden übernommen/angesetzt:

Küchenabfälle: Summenbetrag von Küchenabfällen in Restmüll und Biotonne des Berliner Innenstadtbereiches nach den Analysen (ARGUS 2020) mit 79,6 kg/Ew,a.

Anzahl der gartenhaltigen Grundstücke: Aus der Wohnungsstatistik Berlin 2019: Anzahl der Häuser mit einer oder zwei Wohnungen = 187.954 Grundstücke mit 205.364 Haushalten.

Bewohner je Grundstück: Nach (Argus 2020) leben rd. 698.000 Menschen in den Außenbezirken, davon rd. 456.000 mit und 242.000 ohne Biotonnen-Anschluss. Dividiert durch die o.g. Anzahlen folgen 3,4 Personen je Haushalt und - hier relevant - *3,7 Personen je Grundstück*.

Grünproduktive Gartenfläche: Die Summe in Hektar für Berlin ergibt sich aus der Gesamtfläche der mit Ein- und Zweifamilienhäusern belegten fünf Siedlungsstrukturen (nach Umweltatlas Berlin 2019) *abzüglich* der ebenfalls im Umweltatlas angegebenen versiegelten Anteile dieser Grundstücke; dies ergibt rd. 9.600 ha und führt, geteilt durch die o.g. Grundstücksanzahl, zu knapp 490 m² „grünproduktiver“ Gartenfläche je Grundstück.

Nachwuchsrate: In (UBA 2021) sind Abschätzungen verschiedener Autoren zur Nachwuchsrate aufgeführt, im Bereich 1,3 – 2,0 kg/m²,a. Es wurden hier – zurückhaltend - 1,6 kg/m²,a angesetzt. Der Ansatzwert hat eine starke Wirkung: Ein hier um 0,1 kg/m²,a erhöhter Wert führt über den Faktor 490 m² zu 49 kg/a mehr Gartenabfällen, die sich dann - bei *konstanten* Entsorgungs-Abzügen - zu 100% in der selbst kompostierten Menge wiederfinden.

Diese Ausgangswerte wurden der Vergleichbarkeit **halber identisch für Grundstücke mit und ohne Biotonne angesetzt**. Die Primärmengen an organischen Abfällen liegen damit auf derselben Höhe von fast 1.100 kg/a pro Grundstück, davon knapp 300 kg an Küchen- und knapp 800 kg/a an Gartenabfällen.

Für die **Senken**, sprich die extern entsorgten organischen Abfälle, wurden von der BSR hochaktuelle Werte aus (ARGUS 2020) überstellt, die die jährlich entsorgten Beträge an Küchen- und Gartenabfällen über die Biogutonne und den Hausmüll in kg/Ew,a ausweisen. Diese ergeben nach den o.g. Einwohnerzahlen je Grundstück die Jahresfrachten pro Grundstück über diese beiden maßgeblichen Entsorgungswege.

Die BSR bietet parallel zur Biogut-Tonne auch eigene *Grünabfall-Container* von 660 l an, die nach gewünschtem Quartal oder ganzjährig genutzt werden können. Lt. BSR werden diese Container praktisch ausschließlich durch Haushalte *ohne* Biogutonne genutzt; es werden pro Jahr 4.700 Mg an Gartenabfällen bei 5.500 Containern (bzw. Grundstücken)

erfasst, somit rd. 850 kg/Grundstück. Allein diese sehr hohe Menge zeigt, dass es sich hier um überdurchschnittlich große Gärten handeln muss. Die 5.500 Nutzer-Grundstücke stellen einen Anteil von nur 8,4 % der Grundstücke ohne Biogut-Tonne, die Bilanz bezieht sich daher auf die 91,6 % an Grundstücken ohne Biotonne, die dieses spezielle Sammlungs-system *nicht* nutzen. Das erscheint für den Vergleich der Wirkung allein der Biotonne sinnvoller.

Zu den Mengen der *Laubsäcke* teilte die BSR mit, dass keine konkreten Herkunftsbilanzen vorlägen, der dominierende Anteil aber aus den Kleingartenkolonien stamme – dieser wurde hier mit 50% angesetzt, die verbleibende Hälfte zu 40% auf die Grundstücke ohne Biotonne, zu 10% auf diejenigen mit Bioguttonne. Dies lässt im Mittel eine Laubsack-Menge von 32 kg/a bei den Grundstücken ohne Biotonne errechnen, was mit rd. 1,5 Laubsäcken (zu je 20 kg) pro Jahr recht plausibel erscheint.

Nicht eingebracht werden konnten hier die Mengen an *Baum und Strauchschnitt*, da deren Herkunftsverteilung (auch auf Gewerbebetriebe) vollkommen unklar ist, sowie weitere nicht quantifizierte Entsorgungswege - teils regulär in das Berliner Umland, teils zum BSR-Straßenlaub, teils illegal durch „wilde“ Ablagerung. Diese unbekannte Abzugsmenge an Gartenabfällen wird hier in der Gesamtrechnung größtenteils dadurch berücksichtigt, dass die *quellenseitige* o.g. Nachwuchsrate mit 1,6 kg/m²,a bewusst niedrig angesetzt wurde. Wie oben geschildert, lässt eine um 0,1 kg/m²,a gesenkte Primärproduktion bei 9.600 ha Hausgartenfläche pro Jahr 9.600 Mg/a berechnen, die in die Primärproduktion *nicht* eingebracht wurden, womit mindestens relevante Anteile dieser unbekanntenen Entsorgungsmengen rechnerisch kompensiert werden. Es kann daneben angesetzt werden, dass diese (im Vergleich zu den von den BSR-entsorgten Massen) geringen Mengen eine *beidseitige* Erhöhung der Senken bewirken und sich damit auf die *Differenz* zwischen den Akteursgruppen wenig auswirken.

7.3 RESULTIERENDE MASSENBILANZ MIT UND OHNE BIOTONNE

Tabelle 12 stellt nach den o.g. Ansatzwerten die Bilanz zusammen.

Die jährliche Organik-Primärmenge beträgt beidseitig pro Grundstück 1.079 kg pro Grundstück, gebildet aus 783 kg Gartenabfällen (73%) und 296 kg Küchenabfällen (27%).

Es folgen als Abzüge von dieser Primärmenge die jährlich extern entsorgten organischen Abfälle, unterteilt nach Sammlungssystem und Abfallart. Über die Biogut-Tonne werden 446 kg erfasst. Im Hausmüll landen bei Biotonnen-Nutzung 80 kg weniger Gartenabfälle als ohne deren Verwendung. Nicht erklärbar bleibt, warum die Küchenabfallmenge im Hausmüll trotz Biotonne im Vergleich höher liegt.

Es zeigt sich, dass Küchenabfälle auch bei Biotonnen-Nutzung noch zu sehr hohen Anteilen (>50 %) in den Hausmüll gelangen.

Die nach Herkunftsverteilung nur abzuschätzende Laubsackmenge trägt beidseits nur gering zu den entsorgten Mengen bei.

Tabelle 12 Bilanz zur Herleitung der selbst kompostierten Mengen mit und ohne Biotonne

Mengenabschätzung der Eigenkompostierung in den Außenbezirken - mit und ohne Biotonne				
Ansatzwerte:		<i>Einwohner je Grundstück *)</i> : 3,72	<i>Grün-Nachwuchs:</i>	1,6 kg/m²,a
		<i>Küchenabfallmenge **):</i> 79,6 kg/Ew,a	<i>Kompost v. Input:</i>	40,0%
Parameter	Einheit	MIT Biotonne	OHNE Biotonne	Summe/Mittel
<i>Anzahl Einwohner Außenbezirke **)</i>	<i>Anzahl</i>	456.446	241.805	698.251
<i>Anteil von Einwohnern</i>	%	65,4%	34,6%	100%
<i>Grünproduktive Gartenfläche*)</i>	m ²	489	489	489
Menge Gartenabfall (nach Fläche und Grünnachwuchs)	kg/a	783	783	DIFFERENZ OHNE zu MIT BIOTONNE
Menge Küchenabfall (nach Einwohnern)	kg/a	296	296	
Summe Primärmenge Organik je Grundstück	kg/a	1079	1079	0
Extern entsorgte Menge, Summe pro Grundstück	kg/a	-690	-328	362
Gartenabfälle über Biotonne **)	kg/a	-349	0	349
Küchenabfälle über Biotonne **)	kg/a	-97	0	97
Gartenabfälle über Hausmüll **)	kg/a	-61	-140	-79
Küchenabfälle über Hausmüll **)	kg/a	-179	-156	23
Gartenabfälle über Gartenabfall-Tonne ***)	kg/a	0	0	0
Gartenabfälle über Laubsäcke ****)	kg/a	-4	-32	-28
Selbstkompostierte Menge (Primär minus Entsorgt)	kg/a	389	750	362
Küchenabfälle selbst kompostiert	kg/a	20	140	120
Gartenabfälle selbst kompostiert	kg/a	368	610	242
Selbstkompostiert - Anteil von Primärmenge	Anteil	36%	70%	Faktor 1,9
Küchenabfälle selbst kompostiert	Anteil	7%	47%	Faktor 7,0
Gartenabfälle selbst kompostiert	Anteil	47%	78%	Faktor 1,7
Erzeugter Kompost 40% v. Input	kg/a	155	300	145

*) Statistik Wohnen in Berlin Brandenburg 2019, Gartenflächen aus Umweltatlas Ansatzwerte ICU nach Literatur
 **) Aus Monitoring-Bericht BSR /Argus 2020 übernommen
 ***) Eigene Laub- und Gartenabfalltonne bei nur 8,4% der Grundstücke *ohne* Biotonne, daher hier nicht eingebracht.
 ****) Laubsack Abschätzung: Von Gesamtmenge: 40% bei "Ohne", 10 % bei "Mit" (Rest 50% überw. Kleingartenkolonien)

Summiert werden bei den Grundstücken ohne Biotonne rd. 330 kg/a an organischen Abfällen extern entsorgt, damit rd. 360 kg/a weniger als bei Nutzung der Biotonne (dort 690 kg/a).

Die Differenz zwischen (gleicher) primärer und (unterschiedlich) entsorgter Menge ist die selbst kompostierte Menge, mit Biotonne von rd. 390 kg/a, ohne Biotonne von rd. 750 kg/a (Unterschied 360 kg/a, s.o.). Dies ergibt eine fast zweifach höhere selbst kompostierte Menge, wenn die Biotonne nicht genutzt wird.

Erwartungsgemäß werden bei Biotonnen-Nutzung die *Gartenabfälle* weniger kompostiert, aber mit 47% noch immer fast zur Hälfte (ohne Biotonne: 78%). Bei den *Küchenabfällen* sinkt bei Einsatz der Biotonne der selbst kompostierte Anteil rechnerisch auf 7%. Dieser sehr geringe Restanteil (gegenüber 47%) erscheint zu niedrig, er resultiert aus den kaum erklärbaren hohen Mengen an Küchenabfällen im Hausmüll (nach (ARGUS 2020)).

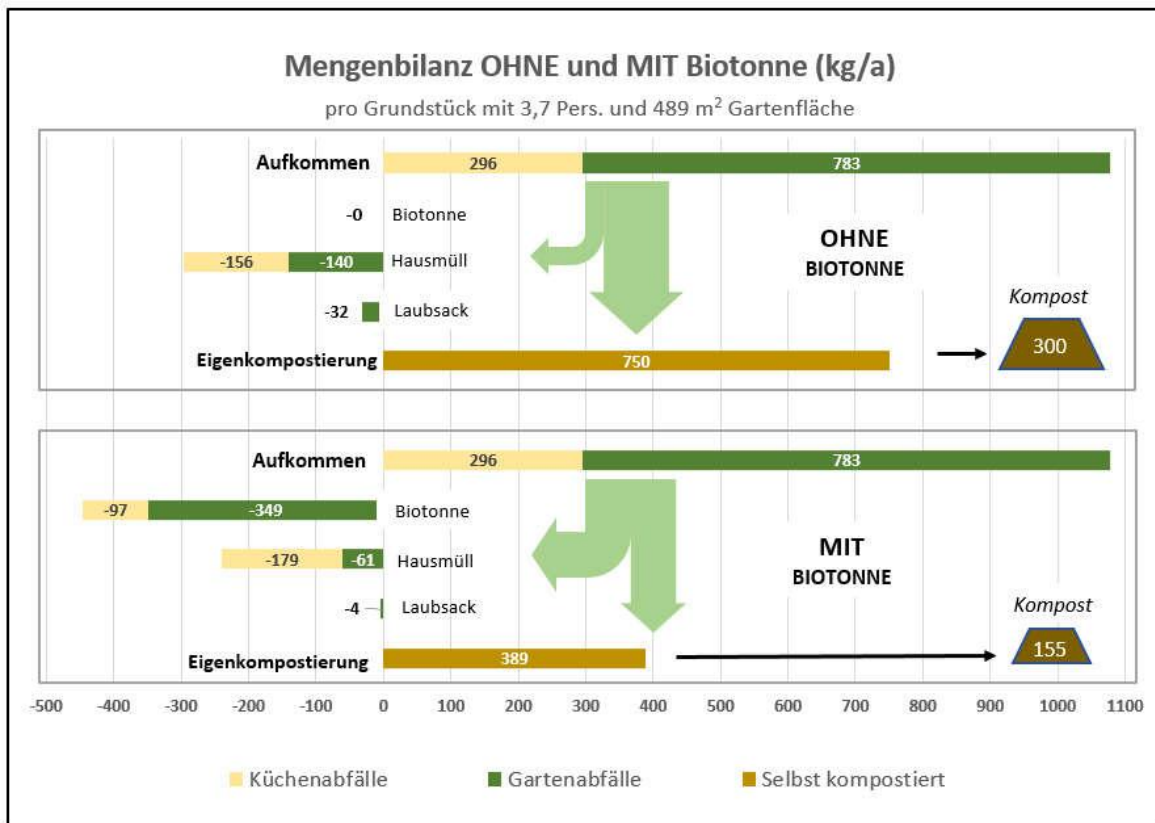


Abbildung 17 Mengenbilanz ohne und Nutzung der Biotonne

Summiert werden bei Biotonnen-Nutzung immer noch 36 % der Primär-Organik selbst kompostiert, gegenüber 70% bei Verzicht auf die Biotonne. Es resultieren nach einem Rotteverlust von 60% jährliche Kompostmengen von 155 kg („Mit“) bzw. 300 kg („Ohne“).

Diese mittlere Bilanz kann in ihren – hier zur rechnerischen Nachvollziehbarkeit exakt aufgeführten - Einzelwerten nicht als „universalgenau“ angesehen werden, sie lässt aber folgern:

- a) Bei Nutzung der Biotonne werden rd. doppelt so viele nährstoffhaltige Küchen- und Gartenabfälle der eigenen Kompostierung entzogen,
- b) davon gelangen rd. zwei Drittel über die Biogut-Tonne in die stoffliche Verwertung,
- c) Auch bei Nutzung der Biotonne steht mindestens(!) noch eine ausreichende Kompostmenge zur Verfügung, um die Gartenversorgung mit Humus und Nährstoffen zu sichern.

Zu Pkt c): Die bei Nutzer:innen der Biotonne noch immer relevante Kompostmenge erklärt auch, dass dort genügend Kompost vorhanden ist, um auf Teilflächen der Gärten eine Überdüngung herbeizuführen.

7.4 ERSCHLIEßBARE NÄHRSTOFFMENGEN MIT DER BIOTONNE

Die Mengenbilanz in Tabelle 12 weist einen Betrag von 362 kg/a an Küchen- und Gartenabfällen aus, der bei den Gartenbesitzer:innen derzeit *ohne* Biotonne mindestens über die Biotonne erfasst werden kann und sollte. Damit würde die Menge an Eigenkompostiertem auf das Niveau gesenkt werden, das bei Nutzern der Biotonne vorliegt und dort mindestens für die Gartenversorgung ausreicht, eher ebenfalls gesenkt werden sollte.

Die nachfolgenden Berechnungen ermitteln die Nährstofffrachten, die hier über die Biogut-sammlung je Grundstück erschlossen werden können. Da sich die Gesamtmenge von 362 kg/a in 120 kg Küchenabfälle und 242 kg Gartenabfälle aufteilt, sind die erzeugten Komposte im Nährstoffgehalt unterschiedlich zu bewerten. Die spezifischen Daten weist Tabelle 13 aus, darin auch, welche Anteile des jeweiligen Rohmaterials als Kompost übrigbleiben.

Diese spezifischen Werte werden nun mit den o.g. realen Mehrmengen an derzeit noch nicht erfassten Küchen- und Gartenabfällen in Tabelle 14 zusammengeführt.

Tabelle 13 Nährstoffgehalte in Komposten aus Küchen- und Gartenabfällen

Stoffgehalte in Komposten nach Abfallart		Küchenabfälle Kompost-Gehalte		Grünabfälle Kompost-Gehalte	
Parameter	Einheit	von TS	von FM	von TS	von FM
Wasser	Ma-%	0%	62%	0%	42%
Trockensubstanz	Ma-%	100%	38%	100%	58%
OTS/Glühverlust	Ma-%	67,9%	26,0%	37,2%	21,6%
Stickstoff	Ma-%	2,73%	1,05%	1,20%	0,70%
Phosphat (P ₂ O ₅)	Ma-%	1,26%	0,48%	0,50%	0,29%
Kalium (K ₂ O)	Ma-%	2,09%	0,80%	0,98%	0,57%
Kalzium (CaO)	Ma-%	6,08%	2,33%	3,65%	2,12%
Magnesium (MgO)	Ma-%	0,42%	0,16%	0,66%	0,38%
Anteil Kompost-FM von Input-FM		34,2%		43,8%	
Quelle		(Wiegel 991)		(IFEU 2012)	

Es sind danach pro Grundstück und Jahr mehrere hundert Gramm an im Garten kaum bzw. nicht benötigter Nährstoffe über die Biotonne erschließbar. Daraus lässt sich das Potenzial an gewinnbaren und *nützlich einsetzbaren* Nährstoffen bei Vollanschluss in und für Berlin berechnen, dies erfolgt im nachfolgenden Kapitel, in dem auch die über Vergärung gewinnbare klimaneutrale Energie aus diesen Zusatzmengen betrachtet wird. Dieses Potenzial erfasst hier – konservativ - *nicht* die Mehrmengen an Organik, die auch bei den derzeitigen Nutzer:innen der Biotonne sinnvollerweise zusätzlich in die Biotonne verbracht werden können und sollten, um damit die auch dort vielfach vorhandene Überdüngung der Gartenböden abzubauen.

Tabelle 14 Nährstofffrachten aus zusätzlich erfassbaren Organikmengen bei Nutzung der Biotonne

Grundstücke OHNE Biotonne: Erschließbare Nährstofffrachten pro Jahr							
Mehrmengen	Einheit	Küchenabfälle		Gartenabfälle		Mittel	Summe
Mehrmenge org. Abfall	kg/a	119,6		242,0		--	362
Kompost aus Input	Anteil	34,2%		43,8%		40,6%	--
Mehrmenge Kompost	kg/a	40,9		106,0		--	147
Nährstoff in Mehrmenge Kompost		Gehalt FM	Gramm/a	Gehalt FM	Gramm/a	Gehalt FM	Gramm/a
Stickstoff		1,05%	428	0,70%	738	0,79%	1.165
Phosphat (P ₂ O ₅)		0,48%	197	0,29%	307	0,34%	505
Kalium (K ₂ O)		0,80%	327	0,57%	602	0,63%	930
Kalzium (CaO)		2,33%	953	2,12%	2.243	2,18%	3.196
Magnesium (MgO)		0,16%	66	0,38%	406	0,32%	471

8 UMWELTNUTZEN BEI VOLLANSCHLUSS DER BIOTONNE

In Kapitel 7.4 wurde entwickelt, welche Organikmengen zur externen Verwertung bereitgestellt werden können, wenn ein Grundstück ohne Biotonne diese künftig nutzt, und für diese Organikmengen wurden die Nährstofffrachten je Grundstück berechnet.

Das in Berlin erschließbare **Potenzial an Nährstoffen und regenerativer Energie** wird nachfolgend orientierend berechnet.

Dazu werden die spezifischen Grundstücksmengen mit der Anzahl der Grundstücke ohne Biotonne multipliziert: Es sind dies nach Tabelle 12 zunächst 65.091 Grundstücke (aus 241.786 Ew. : 3,71 Ew/Grundstück). Abzuziehen sind davon die 5.500 Grundstücke, die bereits die Grünabfallcontainer der BSR nutzen. Es verbleiben damit rd. 59.600 Grundstücke.

Tabelle 15 stellt das erschließbare Potenzial an Nährstoffen zusammen, unterteilt nach Frachten aus Küchen- und Gartenabfällen, sowie die berechnete Summe.

Es ließen sich damit über die zusätzlich gesammelte Organik-Menge von rd. rd. 21.500 Mg/a jährlich rd. 30 Mg an Phosphat nutzbringend gewinnen, ergänzt um rd. 69 Mg Stickstoff, rd. 55 Mg Kalium sowie 28 Mg Magnesium.

Zur Veranschaulichung des landwirtschaftlichen Nutzens: Die genannte, in den Gärten nicht benötigte Phosphatmenge, würde ausreichen, um bei Kartoffelanbau rd. 430 ha ausreichend zu düngen und jährlich eine Ernte von rd. 21.000 Mg an Kartoffeln zu erzielen¹.

¹ Düngbedarf und Ertrag aus <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/pdf/phosphat-kalium-magnesium-pdf.pdf>

Tabelle 15 Zusätzliches Nährstoff-Potenzial bei Vollanschluss an die Biotonne

Potenzial Mehrmenge an Nährstoffen bei 100% Biotonnen-Anschluss							
Anzahl der Grundstücke in den Außenbezirken Berlins derzeit OHNE Bio- und Gartenabfalltonne:							59.591
Mehrmengen	Mg/a	an Küchenabfällen		an Gartenabfällen		Summe	
		Je Grundstück g/a	Gesamt kg/a	Je Grundstück g/a	Gesamt kg/a	Je Grundstück g/a	Gesamt kg/a
Organische Abfälle		7.128		14.418			21.546
Nährstoff in Mehrmenge bei 100% Biotonnen-Anschluss		Je Grundstück g/a	Gesamt kg/a	Je Grundstück g/a	Gesamt kg/a	Je Grundstück g/a	Gesamt kg/a
Stickstoff		428	25.488	738	43.953	1.165	69.441
Phosphat (P ₂ O ₅)		197	11.764	307	18.314	505	30.077
Kalium (K ₂ O)		327	19.513	602	35.895	930	55.408
Kalzium (CaO)		953	56.764	2.243	133.690	3.196	190.455
Magnesium (MgO)		66	3.921	406	24.174	471	28.095

Für die **Treibhausgaswirkung** sind der ausbleibende klimabelastende Effekt der Eigenkompostierung und die Entlastungswirkung durch die Vergärung des Biogutes zu werten.

In (UBA 2021) wird (dort in Tabelle 8) für die THG-Emissionen aus der Eigenkompostierung nach verschiedenen Autoren eine Spannweite von 50-259 kg CO_{2-Äq}/Mg benannt, wobei die Werte > 100 kg CO_{2-Äq}/Mg für die alleinige Kompostierung von Küchenabfällen gelten. Es wird hier der Wert der groß angelegten Studie von Peyr/Amlinger (Amlinger 2002) mit 84 kg CO_{2-Äq}/Mg verwendet.

Ebenfalls in (UBA 2021) wird in Abb. 57 der Nettoentlastungseffekt der Vergärung mit -70 kg CO_{2-Äq}/Mg benannt.

Die Umlenkung des organischen Abfalls aus der Eigenkompostierung zur Vergärung führt demnach zu einer Klimaentlastung von -154 kg CO_{2-Äq}/Mg (aus -84 plus - 70).

Aus den zusätzlich in der Biotonne erfassten rd. 21.500 Mg/a an organischen Abfällen kann demnach eine **Klimaentlastung von rd. 3.300 Mg CO_{2-Äq} pro Jahr** abgeschätzt werden.

Die *tatsächliche* Klimaentlastung wird sich maßgeblich ergeben aus

- a) dem Verwertungsverfahren, das von den BSR letztlich für diese Mehrmengen eingesetzt würde,
- b) der real gefundenen Stoffkonsistenz mit nutzbaren Gas- und Energiebeträgen,
- c) den mit der gewonnenen Energie ersetzbaren fossilen Energieträgern (mit unterschiedlichen THG-Gutschriften).

Die genannten Mengenpotenziale zur stofflich/energetischen Verwertung bei Vollanschluss sind als eher zurückhaltend anzusehen, denn auch bei den derzeitigen Nutzern der Bio-

tonne ist durch die auch dort vielfach noch vorhandene Überdüngung eine verstärkte getrennte Sammlung organischer Abfälle angeraten, zudem hat dort die Umlenkung von Küchenabfällen aus der Hausmüll- in die Biotonne noch ein Optimierungspotenzial von 10 - 20 kg/Ew,a. Motivationsmaßnahmen in *dieser* Richtung ließen das ökologische Nutzwertpotenzial nochmals steigern.

9 RECHTLICHE BETRACHTUNG

Nachfolgend wird dargestellt, wie die gefundenen Ergebnisse in die rechtliche Rahmenlage einzuordnen sind, ob daraus eine Pflicht zur Nutzung der Biotonne abzuleiten ist, und welche Kriterien ggf. für eine Freistellung von der Nutzungspflicht angewendet werden könnten.

9.1 RECHTLICHER RAHMEN

Die Studie (UBA 2021) führt zum rechtlichen Hintergrund bezgl. der Biotonnen-Pflicht und zur Eigenkompostierung folgendes aus (Zitat, Hervorhebungen durch ICU):

„Kreislaufwirtschaftsgesetz

Die rechtliche Grundlage für die Eigenkompostierung und -verwertung auf Bundesebene liefert, ohne die Eigenkompostierung und -verwertung explizit zu erwähnen, das KrWG. Es definiert zwar in **§ 17 umfassende Überlassungspflichten**, nach denen Besitzer und Erzeuger von Abfällen aus privaten Haushalten verpflichtet sind, diese den öRE zu überlassen. Die Überlassungspflicht gilt jedoch nur, **sofern die Besitzer und Erzeuger „zu einer Verwertung auf den von ihnen im Rahmen ihrer privaten Lebensführung genutzten Grundstücken nicht in der Lage sind“ und schafft somit Raum für die Eigenkompostierung** [Krause et al. 2014]. Ergänzend hierzu wird in **§ 19 Abs. 1 die Möglichkeit zur Kontrolle** der sachgemäßen Eigenkompostierung und -verwertung gegeben. Dazu wird den Bediensteten und Beauftragten der Behörde in Abs. 1 das Betreten des Grundstücks „zur Überwachung des Getrennthaltens und der Verwertung von Abfällen“ ausdrücklich gestattet. Dieser Umstand wird vereinzelt genutzt; so wird in der Stadt Halle [GP1] diese Duldungspflicht in der Abfallwirtschaftssatzung (§28 Abs. 2) bekräftigt und auch im Antrag zur Befreiung vom Anschluss- und Benutzungszwang wird auf die Kontrollmöglichkeiten der Behörde hingewiesen und diese in der Praxis tatsächlich auch wahrgenommen. Die Befreiungsmöglichkeit aufgrund von Eigenverwertung ist in fast allen Entsorgungsgebieten mit Anschluss- und Benutzungszwang ausgestaltet. Die **Eigenverwertung muss schadlos erfolgen**, soll fachgerecht durchgeführt werden, soll eine Schadstoffanreicherung im Boden ausschließen und darf nicht im Widerspruch zu anderen Regelungen stehen. [bifa 2015; Wagner et al. 2017] **Gleichzeitig schreibt § 11 Abs. 1 des KrWG die Getrenntsammlung von überlassungspflichtigen Bioabfällen ab dem 01.01.2015 vor. (...)** Außerdem hat gemäß **§ 8 Abs. 1 KrWG diejenige Maßnahme zur Verwertung Vorrang, die den Schutz von Mensch und Umwelt am besten gewährleistet.** Hierzu definiert das

KrWG eine Abfallhierarchie, die allerdings nicht uneingeschränkt gültig ist. Vielmehr gilt die Rangfolgeunter Berücksichtigung der in § 6 Abs. 2 definierten Kriterien.“

BioAbfV

Die Bioabfallverordnung (BioAbfV) gilt gemäß § 1 Abs. 1 für „unbehandelte und behandelte Bioabfälle und Gemische, die zur Verwertung als Düngemittel auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzte Böden aufgebracht, oder zum Zweck der Aufbringung abgegeben werden, sowie die Behandlung und Untersuchung solcher Bioabfälle und Gemische“ [bifa 2015]. **Der Bereich der Haus-, Nutz- und Kleingärten gehört nach § 1 Abs. 3 nicht zum Anwendungsbereich.** Die Eigenverwertung in landwirtschaftlichen und gärtnerischen Betrieben wird bei Sicherstellung der Anforderungen für die Aufbringung ebenfalls explizit aus dem Geltungsbereich der Verordnung ausgenommen. Für die Gestaltung und Umsetzung der Eigenkompostierung und -verwertung hat die BioAbfV somit bisher keine praktische Bedeutung. Eine **geänderte BioAbfV** kann allerdings eine Konkretisierung der Anforderungen an die Verwertung von Bioabfällen und somit explizit auch der Eigenkompostierung vornehmen [EUWID 2015]. Durch die laut BMU fachlich gebotene umfassende Erweiterung der **Verwertungsanforderungen in der BioAbfV** werden Stoffstromlenkungen möglich, die zur **höherwertigen Verwertung von Bioabfällen führen** [Kehres 2014]. In den nachfolgenden Ausführungen und Betrachtungen zur Eigenkompostierung spielt die BioAbfV insofern eine Rolle, **als dass die in § 6 der BioAbfV definierten höchstmöglichen Aufbringungsmengen für landwirtschaftliche Flächen als Berechnungsgrundlage für den Kompostbedarf auf Privatgrundstücken** genutzt werden.

Düngerecht

Komposte aus Biogut stellen nach Düngerecht, maßgeblich geregelt durch das Düngegesetz (DüngeG), organische NPK Dünger dar und unterliegen neben der BioAbfV den Bestimmungen der Düngemittelverordnung (DüMV) und der Düngeverordnung (DüV). Den Regelungen der DüMV unterliegen auch Komposte aus der Eigenkompostierung, die innerhalb der Grundstücksgrenzen verwertet und nicht an Dritte abgegeben (Inverkehrbringen) werden. Dies ergibt sich aus den Vorschriften des DüngeG, wonach generell die Anwendung (Aufbringung) nur von solchen Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen usw. erlaubt ist, die den Anforderungen für das Inverkehrbringen nach einer Rechtsverordnung auf Grund des § 5 Absatz 2 oder 5 DüngeG entsprechen (vgl. § 3 Absatz 1 Satz 1 des DüngeG). Das bedeutet, dass Stoffe und Ausgangsmaterialien, die nach der DüMV in der jeweils geltenden Fassung nicht zulässig sind, auch nicht angewendet werden dürfen. Mit diesem Anwendungsverbot soll insbesondere vermieden werden, dass unzulässige Stoffe auf eigenen Flächen, auch Hausgarten, Schrebergarten, aufgebracht werden. Dagegen ist die DüV zwar für Komposte aus Biogut relevant, jedoch beschränkt sich deren Anwendungsbereich auf landwirtschaftlich genutzte Flächen. Die in der DüMV einzuhaltenden Nährstoffgehalte (Stickstoff, Phosphor, Kalium, Calcium) werden in den nachfolgenden Betrachtungen zur Deckung des Nährstoffbedarfs als Grundlage für die Bewertung einer möglichen Überdüngung durch die Eigenverwertung herangezogen.“ *(Zitat Ende)*.

Die Autoren der UBA-Studie erstellten nachfolgend Bilanzen der Nährstofffrachten aus den eigenkompostierten Küchen- und Gartenabfällen und setzten diese in zwei Aufbringungs-szenarien der Komposte um: $1,0 \text{ l/m}^2, \text{a}$ und $1,6 \text{ l/m}^2, \text{a}$. Der Wert von $1,6 \text{ l/m}^2, \text{a}$ ist aus den maximal zulässigen Werten nach BioabfV von 30 Tonnen pro Hektar alle drei Jahre abgeleitet. In der Erörterung zu der je Einwohner benötigten Gartenfläche zur angemessenen Kompostverwendung wird konstatiert:

„Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass eine Kompostaufbringung auf die gesamte Gartenfläche nicht der Realität entspricht. So kann zwar auch der Nährstoffhaushalt von Rasenflächen durch das Aufbringen von Kompost verbessert werden, i. d. R. wird die Kompostdüngung von Rasenflächen in privaten Gärten jedoch kaum praktiziert.“

Dies detaillierend folgt später:

„Wird zudem berücksichtigt, dass rund 600.000 ha der 930.000 ha Gartenfläche auf für die Eigenverwertung eher ungeeignete Rasenflächen entfallen [Höfs et al. 2012]; fehlen rund 146.000 ha Gartenfläche für eine sachgemäße Eigenverwertung. Das Aufbringen sämtlicher; mittels Eigenkompostierung erzeugter Kompostmengen; würde demzufolge zu einer Überdüngung der Gartenflächen führen. **Diese Überdüngung steht im eindeutigen Widerspruch zur gesetzlichen Forderung nach einer hochwertigen Verwertung.**“

In Wertung der berechneten Nährstofffrachten führen die Autoren **in Bezug auf die Düngerverordnung** aus:

„Bei einer Aufbringungsmenge von $1,6 \text{ l/m}^2, \text{a}$ ergeben sich jedoch deutlich höhere Nährstofffrachten. Für die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor ergeben sich Mengen von ca. 98 kg N und 55 kg P_2O_5 pro Hektar und Jahr. Damit wäre nach dem Maßstab der DüV die in den Boden eingebrachte Fracht als wesentliche Nährstoffmenge einzustufen, so dass die bereits oben genannten Vorgaben vor und bei der Aufbringung des Kompostes einzuhalten wären. Zusammen mit den für die Einträge von Kalium und Calcium ermittelten Mengen von ca. 96 kg $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}$, a bzw. 536 kg CaO/ha , a **werden auch die nach DüMV geltenden Anforderungen überschritten.** Dementsprechend müsste anhand der DüMV für den aus der Eigenkompostierung hergestellten Kompost eine Aufbringungsmenge **unterhalb von $1,6 \text{ l}/(\text{m}^2 \text{ a})$** empfohlen werden.“

Die genannten Aussagen und Wertungen werden über die Ergebnisse des Berliner Projektes vollständig bestätigt:

- a) Es findet eine hoch polarisierte Kompostanwendung auf den Beetflächen statt, nur zu unter 10% auf dem Rasen (mit dessen Flächenanteilen von 40-50%),
- b) Die auf den beprobten Beetflächen ausgebrachten Kompostmengen liegen mit $4,8 \text{ l/m}^2, \text{a}$ beim *Dreifachen* der $1,6 \text{ l/m}^2, \text{a}$, die bereits als kritisch bezeichnet werden.
- c) In Folge dessen konnte die in der UBA-Studie *berechnete* Überdüngung insbesondere an Phosphat durch die Bodenanalyse nun erneut *faktisch* bestätigt werden.

Das gesamte Düngemittelrecht basiert auf wissenschaftlichen Erkenntnissen, welche Mengen an Nährstoffen angemessen und vor allem *schadlos* eingesetzt werden dürfen.

Dem folgend entspricht die gefundene mehrheitliche *Praxis der Kompostanwendung* bei Eigenkompostierung *nicht* der Anforderung des § 17 KrWG: „Die Eigenverwertung muss schadlos erfolgen“. Hinzu kommt eine vermeidbare Klimabelastung (s. Kapitel 8).

Selbst wenn man entgegen den o.g. Betrachtungen eine *Schadensfreiheit* in den Gartenböden unterstellt, verbleibt bei der praktizierten Eigenkompostierung ein *ausbleibender Nutzen*, der erzielt werden kann, wenn zum einen die im Garten nicht benötigten Nährstoffe in der Landwirtschaft nutzbringend eingesetzt werden und zudem die getrennt gesammelten Küchen- und Gartenabfälle über die Vergärung regenerative, klimaneutrale Energie erzeugen.

Ein Verzicht auf diese doppelte *bessere ökologische Nutzung* widerspricht § 8 Abs. 1 KrWG, wonach diejenige Verwertungsmöglichkeit Vorrang hat, die den Schutz von Mensch und Umwelt am besten gewährleistet.

Fazit zur rechtlichen Einordnung

- a) Unter Berücksichtigung sämtlicher hier relevanten Rechtsvorschriften,
- b) nach ökologischer Bewertung, speziell der Überdüngungslage insbesondere der Hausgartenbeete, aber auch der Treibhausgas-Emissionen,
- c) aus dem daraus folgenden notwendigen Nährstoffentzug durch verstärkten Entzug nährstoffhaltiger Küchen- und Gartenabfälle, wie ihn die Biotonne leistet,
- d) unter Wertung des Klimaentlastungspotenzials, dass über die getrennte Erfassung organischer Abfälle per Vergärung erzielt werden kann,
- e) sowie nach der Erkenntnis, dass auch bei einer Biotonnen-Nutzung überwiegend eine Eigenkompostierung weiter im *bedarfsorientierten* Maßstab stattfindet,

erscheint eine verpflichtende Nutzung der Biotonne in Berlin auch in den Außenbezirken als angemessene Konsequenz.

9.2 KRITERIEN ZUR MÖGLICHEN FREISTELLUNG VON DER BIOTONNE

Der Frage nach *sachgerechten* Kriterien einer optionalen Freistellung von der Biotonne bei Eigenkompostierung wird im Folgenden nachgegangen.

Hintergrund: Wenn in Deutschland seitens der Kommunen eine Freistellung von der Biotonnen-Nutzung gestattet wird, orientiert sich dies dominierend an einer *pro Einwohner mindestens vorhandenen Gartenfläche*, unter der Annahme, bei ausreichend großen Gartenflächen sei eine Überdüngung durch Kompost ausgeschlossen. Diese Annahme unterstellt, dass eine *gleichmäßige* Verteilung des Kompostes auf die *gesamte* Gartenfläche erfolgt. Genau *das* ist aber – wiederholt erkannt - *nicht* der Fall. Wie im Berliner Projekt ermittelt,

werden rd. 80 % des aus Rückständen der *Gesamtfläche* erzeugten Kompostes auf Beetflächen mit nur 40% Flächenanteil ausgebracht, nicht aber auf den Rasen (auf diesen entfällt rd. der Hälfte der grünmasseproduzierenden Gartenfläche).

Bei derartigen Flächen- und Ausbringungsverhältnissen ist die Überdüngung speziell der Beetflächen *unabhängig von der Gartengröße* vorprogrammiert: Die beobachtete Nährstoffüberfrachtung der Beetflächen wird bei Gärten von 200 m² oder 1.000 m² in praktisch gleicher Höhe eintreten, da die *relativen* Verhältnisse weitgehend dieselben sind.

Die *Größe* der (einwohnerspezifischen) Gartenfläche allein ist daher zur Beurteilung einer überdüngungsfreien Kompostierung nicht sinnvoll. Entscheidend für ein reduziertes Überdüngungsrisiko ist ein ausreichend hoher *Anteil an Ausbringungsflächen* an der Gesamtfläche, und dass keine Nährstoff-Übersorgung auf diesen Flächen vorliegt.

In Berücksichtigung der o.g. Sachverhalte wurde ein erster **Ansatz zur Prüfung der Berechtigung auf Freistellung von der Biotonne entwickelt:**

A Zu beantwortende Fragen bei Antragstellung:

Auskunft Antragsteller	Beurteilung (orientierend)
Gartengröße m ² , Bewohneranzahl	Als Bezugsgröße zu u.g. Fragen
Flächenanteile des Gartens auf Kulturformen (% Rasen/ Nutzbeete/ Zierbeete...)	< 50% Beete – negativ *)
Ausbringungsanteile Kompost auf die o.g. Kulturformen (% auf Rasen/Nutzbeete ...)	Verhältnis Ausbringungsanteil zu Flächenanteil > 2:1 - negativ *)
Aufbringung Kompost in l / m ² ,a	> 2 l / m ² ,a – negativ **)

*) Mögliche Ausnahme: Mulchmähung des Rasens = kein Rasenschnitt zum Kompost

***) 1,6 l/m²,a maximal nach BioabfV, soweit Nährstoffstand „normal“ (Klasse C),

B Bei Bedarf bzw. Unklarheiten zu (A): Örtliche Kontrolle durch den örE (berechtigt nach § 19 Abs. 1 KrWG)

Gegenstand der Kontrolle	Beurteilung (orientierend)
Überprüfung der Angaben zu Flächenanteile des Gartens auf Kulturformen (% Rasen/ Nutzbeete/ Zierbeete)	< 50% Beete – negativ
Kontinuierlicher Betrieb der Kompoststelle	Kontinuierlicher Betrieb erkennbar: positiv. Reine Aufhaldung organischer Abfälle ohne regelmäßige Kompostverwendung – negativ.
Ziehung Mischbodenprobe aus Beeten, Nährstoff-Analyse über Labor	Phosphatgehalt Gehaltklasse E oder F (hoch überdüngt) – negativ.

Finanzierung der Antragsprüfung auf Freistellung

Eine erfolgreiche Antragstellung spart die Kosten der Biotonne (nach Berliner Gebührensatzung: Einsparung pro Jahr 50-55 €). *Mindestens* ein Jahresbetrag dieser Kosteneinsparung sollte vom Antragsteller zu entrichten sein– *unabhängig* vom Ausgang der Prüfung.

Die Prüfkosten könnten grob geschätzt 80 € betragen (aus 20 € Probenanalyse plus 60 € Verwaltungsaufwand). Der vom öRE jeweils ermittelte Aufwand und der davon festgelegte Deckungsanteil bestimmt dann die Gebührenhöhe der Prüfung.

10 RECHERCHE DER BUNDESWEITEN WEBSEITEN

Es wurden die Internet-Präsenzen von 25 Institutionen, Bundeslandvertretungen, Hochschulen, Verbänden, Initiativen etc. zum Themenbereich „Überdüngung Hausgärten / Eigenkompostierung / Biotonne“ gesichtet (auch Leitfäden, Kompostfibeln, Anhänge von Berichten etc. Die Liste der thematischen Publikationen findet sich hinter den Literaturverweisen. Die Publikationen wurden auf ggf. vorhandene Darstellungsdefizite untersucht, zur Frage: *Welche der nachfolgend genannten relevanten Aspekte sind in welchem Umfang aufgenommen?*

- A) Die orientierenden **Nährstoffgehalte** von Kompost (N-P-K-Mg) werden angegeben,
- B) **Anwendungsempfehlungen** für Kompost (in Liter/m², a) werden kulturspezifisch angegeben,
- C) die **mehrheitliche (Phosphat-)Überdüngung** der Hausgärten wird thematisiert,
- D) auf den zusätzlichen Nährstoffeintrag über **mitkompostierte Küchenabfälle** wird eingegangen,
- E) das Überdüngungsrisiko durch **polarisierte Kompostanwendung** wird dargestellt (Der Kompost der Grünabfälle aus 100% Gartenfläche wird fast nur auf Beeten und damit auf nur rd. 40 % der Gartenfläche eingesetzt),
- F) die Leistung der **Biotonne zur Nährstoffentfrachtung** überdüngter Böden wird aufgezeigt und
- G) der mögliche **Biogasgewinn durch die Biotonne** als Klimaentlastung gegenüber der Eigenkompostierung wird beschrieben.

Das **Vorhandensein** bzw. das **Fehlen** der o.g. Inhalte wurde für die verschiedenen Informationsquellen ermittelt. Dies führte zu der in der nachfolgenden Abbildung dargestellten Übersicht, eingetragen sind die jeweiligen Anzahlen an Publikationen (von 25 untersuchten), die den jeweiligen Aspekt behandeln.

Die Grafik zeigt, dass die genannten Aspekte selbst im Maximum nur unter 50% in den Internet-Auftritten angesprochen sind.

Für die breitere Kommunikation der projektrelevanten Ergebnisse durch die meist bundesweiten Akteure wurden durch ICU Webseiten-Inhalte entworfen und mit Grafiken sowie Tabellen versehen. Nach Fertigstellung sollen diese an die Akteure versandt werden.

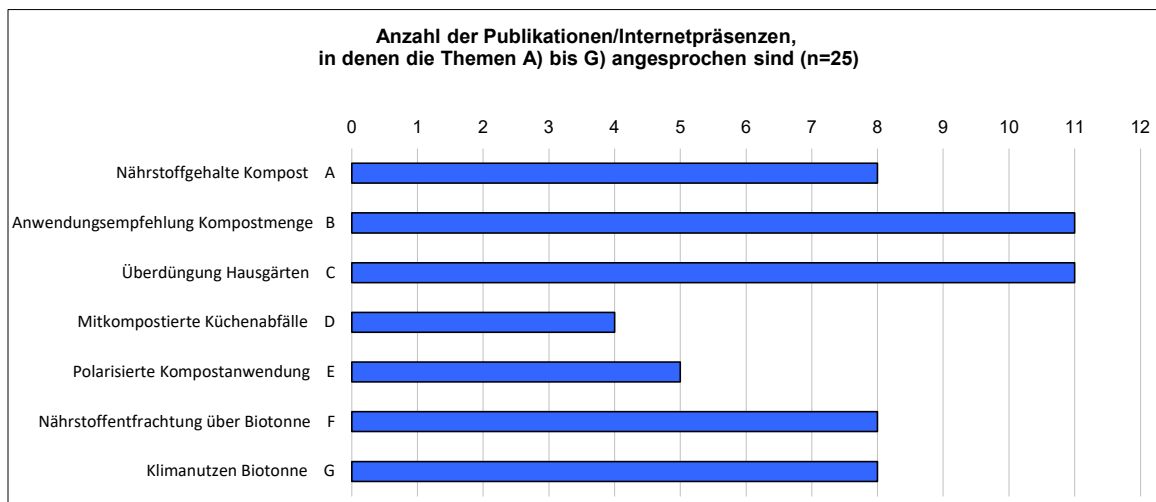


Abbildung 18 Anzahl der Publikationen/Internetpräsenzen, die projektrelevante Informationen (A-G) kommunizieren

11 TEST DES BODENTESTKITS DURCH DIE LUFA

Es werden von den Gartenbesitzer:innen nur selten aus Eigeninitiative Bodenproben zur umfassenden Nährstoff-Analyse an ein Labor übergeben. Speziell für den kritischen Parameter „Phosphat“ wäre es vorteilhaft, einen Schnelltest für die eigene Untersuchung zu haben, wie es diese als Farbstreifentest für Nitrat und pH-Wert bereits gibt. Das einzige nach Kenntnis der ICU marktverfügbare Testset für die Parameter Phosphat, Kalium, Stickstoff und pH-Wert ist ein Produkt aus den Vereinigten Staaten – 40 Teststreifen für 10 „Vollanalysen“ kosten rd. 25 €. Mehrere dieser „LusterLeaf“-Testkits wurden zur Validierung an die LUFA übergeben. Die Eignung des Kits wurde von der LUFA an Hausgartenproben je Nährstoff auf Übereinstimmung der Farbanzeige des Testkits gegenüber den Gehaltsmessungen der LUFA überprüft.

Der Bericht ist in **Anhang 11** beigefügt - im Ergebnis wie folgt zusammengefasst:

Die mit dem LusterLeaf-Test ermittelten Ergebnisse an 26 Proben zeigen bei Phosphor und Kalium nur geringe Korrelationen mit den nach VDLUFA-Methoden im Labor ermittelten Werten. Dies ist vor allem auf die unterschiedlichen Extraktionsverfahren (Extraktionslösungen und Schüttelintensität) zurückzuführen.

Insbesondere die im LusterLeaf vorgegebene Extraktion mit pH-neutralem Wasser löst *deutlich geringere* und eben auch *nicht verlässlich korrelierende* Mengen an Phosphat und Kalium aus dem Boden gegenüber der laborüblichen Extraktion mit der bei pH 4,1 gepuf-

ferten, sauren CAL-Lösung. Das CAL-Verfahren erfasst weitgehend den tatsächlich *pflanzenverfügbaren* Anteil dieser Nährstoffe im Boden. Die Farbablesung des LusterLeaf-Tests wird zudem durch die Eigenfärbung der Eluate bzw. Ausflockungen in diesen teilweise erschwert oder gestört.

Bei Stickstoff und pH-Wert gibt es tendenziell Übereinstimmungen. Um diese Parameter im Rahmen eines Schnelltests zu erfassen, können auch andere marktgängige Teststreifen verwendet werden.

Die erhoffte Eignung des Testkits, auch Kalium- und speziell Phosphatgehalte im Eigentest *ergebnissicher* bestimmen zu können, ließ sich damit leider nicht bestätigen.

12 EMPFEHLUNGEN ZUR KOMPOSTVERWENDUNG UND DÜNGUNG

A Generelle Aspekte

Es zeigte sich im Projekt, dass insbesondere die Beetflächen speziell mit Phosphat mehrheitlich überdüngt sind, und dass diese Überdüngung aus **zu viel aufgebrachtem Kompost** resultiert – nach Angaben der Teilnehmenden im Mittel fast 5 Liter pro Quadratmeter und Jahr ($l/m^2, a$). Die Bioabfallverordnung gibt als Maximalwert in der Landwirtschaft (umgerechnet) rd. $1,6 l/m^2, a$ vor.

Selbst kompostierende Gartenbesitzer:innen, denen **keine** eigenen Nährstoff-Untersuchungen vorliegen – und das sind die meisten –, werden sich fragen: **Ist eine solche Überdüngung auch bei mir zu erwarten?** Hier hilft der persönliche **Rückblick auf die eigene Kompostpraxis**: Wenn in den letzten Jahren die auf Beete ausgebrachten Kompostmengen über $3 l/m^2, a$ lagen, ist die Überfrachtung mit Nährstoffen dort so gut wie sicher. Von weiteren Kompostgaben auf diese Flächen ist dann für mindestens drei Jahre abzusehen.

Die Nutzung der Biotonne baut durch den laufenden Abzug von Küchen- und Gartenabfällen eine meist vorhandene Überdüngung ab bzw. beugt dieser vor. Eine eigene Kompostierung kann mit dann **geminderten Mengen** durchaus fortgesetzt werden – soweit dann auch diese geringeren Kompostmengen bedarfsgerecht ausgebracht werden.

B Gut gemeint ist beim Kompost meist zu viel

Eine bedarfsgerechte, überdüngungsfreie Kompostgabe sollte **jährlich 2 Liter pro m^2** nicht überschreiten, eher weniger betragen. Dies sollte **nicht nach Augenmaß** einer vermeintlich angemessenen Kompostlage erfolgen: Zwei Liter pro Quadratmeter entsprechen einer gleichverteilten Schicht von nur 2 mm Höhe, die optisch kaum wahrnehmbar ist. Hier lässt sich orientierend sagen: Sobald man einen (jährlichen) **Kompostauftrag tatsächlich sieht, ist es schon zu viel.**

Es ist hier wesentlich genauer, das **Kompostvolumen** vorab per Eimerfüllung zu **bemessen** (das sind z.B. bei 5 m² Ausbringungsfläche dann max. 10 Liter), und diese dann ausreichende Menge gleichmäßig zu verteilen.

C Bevorzugte Flächen für den Komposteinsatz

Dann ist zu prüfen: Welche Gartenflächen wurden in den letzten Jahren **nicht** mit Kompost belegt – und auch nicht anderweitig gedüngt? Diese Flächen sind dann künftig bevorzugt mit Kompost zu versorgen, aber auch hier in genau bemessener Menge, wie oben geschildert.

Dazu gehören in der Regel auch die **Rasenflächen**. Drei Alternativen kommen hier in Betracht

I Düngung mit Kompost

Dazu ist folgender Ablauf zu empfehlen:

- a) Rasen vor der Kompostgabe mähen, möglichst bei vorausgesagtem Regen,
- b) Kompost mit 2 l/m² gleichmäßig verteilen (je nach Vorsiebung des Kompostes sieht die Fläche danach mehr oder weniger „unordentlich“ aus),
- c) Die Rasenfläche in den nächsten Tagen bewässern, sofern es nicht regnet. Die Feinanteile des Kompostes werden damit in den Boden gewaschen,
- d) Nach rd. 2 Wochen (je nach Aufwuchs) den Rasen wieder mähen. Die verbliebenen, meist holzigen Grobstoffe aus dem Kompost werden dann mit dem Rasenschnitt aufgenommen und gleichzeitig mit diesem gut durchmischt – das verbessert die Kompostierbarkeit.

Die o.g. Kompostanwendung ist zwar als gelegentlicher Nährstoff-„Schub“ durchaus sinnvoll, andererseits arbeitsintensiv und birgt das Risiko einer unerwünschten Flora-Anreicherung, da Wildkraut-Samen die niedrigen Temperaturen der eigenen Kompostierung vielfach unbeschadet überstehen.

II Mulchmähen

Mulchmähen ist zweifellos weniger arbeitsintensiv als die o.g. Kompostverteilung. Damit kehren die Nährstoffe des Rasenschnitts direkt in den Boden zurück, und dies ohne unerwünschte *neue* Wildkraut-Besiedelung.

III Rasenschnitt zur Biotonne

Dies ist die komfortabelste und am **höchsten klimaentlastende** Alternative: Der Rasenschnitt wird in die Biotonne gegeben und das entstehende Nährstoff-Defizit im Boden durch angemessene andere Düngung ausgeglichen – soweit dies nach Aufwuchs des Rasens nötig ist. Ganzheitlich betrachtet ist dies sehr sinnvoll: Unter allen Gartenabfällen hat **Rasenschnitt den mit Abstand höchsten Biogas-Ertrag** in der Vergärung des Biotonneninhalts und erzielt damit einen **hohen Klimaentlastungseffekt**. Dieser ist wesentlich höher

als an Treibhausgasen bei der Herstellung des benötigten Düngers freigesetzt wurde. Die Verfahrensweise ähnelt dann der von großflächig angebauten Energiepflanzen: Auch dort wird ein kleinerer (Klima)Schaden aus dem Anbau und der Düngung akzeptiert, um einen wesentlich größeren Umweltnutzen aus der Biogas-Energie zu gewinnen.

D Gezielter Ausgleich von einzelnen Nährstoff-Defiziten

Stellt sich nach Punkt B im persönlichen Rückblick heraus, dass in den letzten Jahren zu viel Kompost auf einzelne Gartenflächen ausgebracht wurde, ist dort für einige Jahre (3- 5) die Kompostanwendung auszusetzen. Der zurückliegend ausgebrachte Kompost bildet allerdings im Boden ein Depot an Nährstoffen und Humus, das im Laufe der Zeit durch weiteren Abbau der organischen Substanz freigesetzt wird und noch längerfristig zur Pflanzenernährung beiträgt

Es kann trotz dessen zu Defiziten einzelner Nährstoffe kommen, die dann gezielt – und nicht mit Volldüngern wie Kompost oder Mist - auszugleichen sind:

Stickstoff: Dieser liegt beim bereits ausgebrachten Kompost in organisch gebundener Form vor, pro Jahr werden von diesem Depot rd. 10% in pflanzenverfügbares Nitrat umgesetzt. Um dies zu ergänzen sind zur längerfristigen Versorgung **Hornmehl oder -späne** geeignet, die sich ebenfalls im Boden unter Stickstofffreisetzung abbauen. Es wird hier je nach Kulturform zu folgenden Maximalmengen pro Quadratmeter geraten, die verteilt über das Jahr anzuwenden sind (höhere Menge in der Aufwuchsphase):

- Zierbeete und schwach zehrende Gemüsearten: 100 g,
- Rasen und stark zehrende Gemüsearten: 150 g

Kalium: Dieser Nährstoff liegt ebenfalls zunächst gebunden in der organischen Substanz vor, ist aber im Vergleich zu Phosphat nach Umsetzung der organischen Substanz leichter wasserlöslich und wird schneller ausgewaschen – daher trat in den untersuchten Bodenproben *nur für diesen Nährstoff* in *geringen* Anteilen eine *Unterversorgung* auf (Rasen 20%, Beete 8%). Als Ausgleich eines demnach eher seltenen *echten* Mangels werden *für alle Kulturformen* 20 g/m²,a an Kaliumsulfat empfohlen, dies jedoch frühestens(!) ein Jahr nach der letzten Kompostgabe.

Humus: Auch dieser bildet sich durch die allmähliche Zersetzung organischen Materials, der weitere Humusabbau wird jedoch in *sandigen* Böden beschleunigt. Hier empfiehlt sich eine Gabe von *Bentonit* von rd. 150 g/m², da dieses Tonmineral die Bildung von *langzeit-stabilen* Ton-Humuskomplexen befördert, die Auswaschung von Nährstoffen bremst und die Bodenfeuchte erhält. Zum weiteren Schutz der Beete gegen Austrocknung wie auch zur weiteren Humusbildung wird eine Abdeckung der Beete mit phosphatarmem *Rindenmulch* empfohlen. Auch Häcksel aus trockenem Astwerk kann hierfür eingesetzt werden.

pH-Wert und Kalk: Der pH-Wert des Bodens sollte für die optimale Nährstoff-Verfügbarkeit im schwach sauren Bereich, somit zwischen 5,0 und 5,6 liegen. Fast alle Proben lagen im

pH-Bereich von 6-7. Von einer zusätzlichen Kalk-Anwendung ist daher grundsätzlich abzuraten.

Die oben genannten Empfehlungen können nur eine **grobe Orientierung** liefern, die zunächst mit der **persönlichen Beurteilung der eigenen Kompost- und Gartenpraxis abzugleichen** ist. Eine wirklich fundierte, individuelle Düngeempfehlung kann nur erstellt werden, wenn eine konkrete Bodenanalyse auf Nährstoffe, Bodenart, Humusgehalt und pH-Wert vorliegt. Die Kosten dafür liegen im Bereich von 20 € je Probe.

Die Teilnehmenden des Erstprojektes schätzten die (damals kostenlose) Bodenanalyse zu 95% als wertvoll ein und zu 86% die Begleitinformationen als nützlich.

Über 70% reduzierten in dieser Kenntnis die Anwendung von Kompost und zusätzlichen Düngestoffen. 40% derjenigen, die bislang keine Biotonne nutzten, gaben an, diese nun zu bestellen.

13 ZUSAMMENFASSUNG

Ziele des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, der Berliner Senatsumweltverwaltung und den Berliner Stadtreinigungsbetrieben finanzierten und unterstützten Projektes waren,

- Von Hausgartenbesitzern eine hohe Anzahl an **Gartenbodenproben** zu gewinnen und diese auf **Gehalt an Nährstoffen** (Phosphat/Kalium/Magnesium) zu untersuchen,
- über einen mit der Bodenprobe einzureichenden, beantworteten **Fragebogen** die **Praxis der Gartenbewirtschaftung** zu erfahren, insbesondere zur Anwendung von Kompost und weiteren Düngemitteln,
- über die **Auswertung** dieser Daten **Stand und Ursachen einer möglichen Überdüngung** zu ermitteln und darüber den Bedarf an einer Ausweitung der Getrenntsammlung von Bioabfällen in gartenreichen Gebieten durch den **Einsatz der Biotonne** zu erkennen.

Aufruf zur Probenabgabe und Annahme der Proben

Die BSR stellten zur Abgabe der Bodenproben zwei ihrer Recyclinghöfe im Norden Berlins, ICU stellte die Abgabestände für zwei Annahmekampagnen in den Monaten Juni und August 2021.

Der **Aufruf zur Probenabgabe** erfolgte seitens der Senatsverwaltung über rd. 11.000 **direkte Anschreiben** an die Haushalte im Umfeld der Abgabestandorte, einer über das Projekt informierenden **Landingpage**, eine **Pressemittteilung**, **Infostände** bei den lokalen Bau- und Lebensmittelmärkten, **Flyer** und Bekanntgabe in den **social-media**.

Trotz dieses umfangreich publizierten Angebotes der kostenlosen Bodenanalyse fiel die Teilnahme geringer als erwartet aus: Es wurden von 336 Teilnehmer:innen rd. 609 Proben und Fragebögen abgegeben – dennoch eine ausreichende Anzahl für die Bewertung. Die Analyse auf Nährstoffe erfolgte durch die LUFA Nord-West.

Ergebnisse

Allgemein: Von den Teilnehmenden nutzen 46 % die Biotonne. Auch die Biotonnen-Nutzer:innen führen zu 75% eine anteilige Eigenkompostierung weiter fort. Die eingereichten Proben stammten dominierend von Nutz- und Zierbeeten sowie von Rasenflächen.

Nährstoff-Analysen

Mit **Humus** sind die Beete zu 65 bis 75% durch Kompostgaben gut versorgt, Rasenflächen mit 45% geringer (da dort praktisch kein Kompost aufgebracht wird).

Zum Nährstoffstand der **Beete:**

Mit **Phosphat** sind 90% überversorgt, deutlich überdüngt sind **59%**, bei **Kalium** liegen 60% über der Normalversorgung, **39%** zeigen deutliche Überfrachtung, für **Magnesium** gilt ebenfalls für 90% Überversorgung, für **50%** ist diese deutlich.

Eine echte **Mangelsituation** war nur bei Kalium bei unter 10% der Proben zu verzeichnen.

Bei den **Rasen**proben zeigte sich demgegenüber ein geringerer Anteil der *deutlichen* Überdüngung: bei Phosphat 28%, bei Kalium 17%, bei Magnesium 30%.

Der **Grad der Überdüngung steigt eindeutig mit der ausgebrachten Kompostmenge** auf die beprobten Flächen, Mineraldünger beeinflussen das Ergebnis so gut wie nicht. Böden aus Gärten *ohne* jede Eigenkompostierung liegen bei *allen* Nährstoffen signifikant niedriger, aber im Mittel immer noch im gut versorgten Bereich.

Grund der Überfrachtung ist die **einseitige Kompostanwendung**: Es werden nach den TN-Angaben rd. 80 % des aus Rückständen der *Gesamtfläche* erzeugten Kompostes auf Beetflächen mit unter 40% Flächenanteil ausgebracht, nur zu 7% auf den Rasen (auf diesen entfällt jedoch rd. die Hälfte der grünmasseproduzierenden Gartenfläche).

Wirkung der Biotonne auf den Nährstoffstand

Es wurde nach den Analysedaten der BSR zur entsorgten Menge von organischen Abfällen eine für Berlin gemittelte **Massenbilanz** für Grundstücke mit und ohne Biotonne erstellt. Danach werden bei Nutzung der Biotonne ca. 360 kg/a weniger organische Abfälle - mit den darin enthaltenen Nährstoffen - selbst kompostiert als ohne Biotonnen-Nutzung.

Die Gegenüberstellung *aller* Bodenwerte der TN mit und ohne Biotonne bildete diese Nährstoff-Entzugsleistung der Biotonne *zunächst* nicht ab. Als Grund dafür wurde ermittelt, dass *beide* Kollektive auf die beprobten Beetflächen mit im Mittel 4,8 l/m²,a annähernd *dieselbe* Kompostmenge ausbrachten. Diese Menge liegt über den Empfehlungswerten von 1-3 l/m²,a und erklärt die Überfrachtung der Probenflächen, auch bei Nutzung der Biotonne.

Die Nährstoff-Entzugsleistung der Biotonne zeigte sich erst bei Betrachtung von *Subkollektiven* und nach der *Dauer* der Biotonnen-Nutzung: Die *stark überhöhten* Gehalte an Phosphat und Magnesium sinken bei *Zierbeeten* und *Rasenflächen* mit der Nutzungsdauer der Biotonne. Bei den *Gemüsebeeten* blieb dieser Effekt aus – bei diesen gelang es den Beteiligten mit Nutzung der Biotonne offenbar, trotz der damit reduzierten Gesamtmenge an Kompost diesen Beettyp mit Kompostgaben über 7 l/m²,a besonders und *langzeitstabil* zu überfrachten.

Szenario Berlin: Vollanschluss an die Biotonne

In Konsequenz der Überdüngungslage wurde berechnet, welche Organik-Mengen in Berlin bei Vollanschluss an die Biotonne erschließbar sind, um bei den Gartenbesitzern ohne Biotonne (derzeit rd. ein Drittel) den genannten Überhang von rd. 360 kg/a über die Biotonne in eine *nutzbringende* Verwertung zu führen. Dies ergab als Mindestpotenzial (*ohne* eine durchaus noch mögliche Steigerung der Erfassung bei der schon etablierten Biotonnen-Nutzung) eine Menge von rd. 21.000 Mg/a. Mit dieser Menge würden pro Jahr zwischen 30

und 70 Mg der wesentlichen Nährstoffe N-P-K-Mg in die sinnvolle landwirtschaftliche Verwertung geführt, ergänzt um eine energetische Verwertung über die Vergärung, die rd. 3.300 Mg CO₂-Äq/a an Treibhausgas-Emissionen einsparen ließe.

Rechtslage

Die Prüfung der hier relevanten Vorgaben aus KrWG, BioabfV und dem Düngerecht ergibt, kurzgefasst:

- § 17 KrWG gestattet zwar die Eigenverwertung, diese muss aber *schadlos* erfolgen, was hier für die überschüssigen Nährstoffe mindestens *nicht nachweisbar* ist. Zudem zeigt die Eigenkompostierung (bei hier nicht einrechenbarer Gutschrift für die Kompostverwertung) über die Freisetzung von Methan und Lachgas eine zwar geringe, aber mehrfach nachgewiesene Klimabelastung.
- Die BioabfV setzt als Maximalmenge an Kompostgaben (umgerechnet) 1,6 l/m²,a an – diese wird in der beobachteten Praxis deutlich überschritten.
- Über die zulässigen Nährstoffmengen der Düngeverordnung kommt man zu demselben Ergebnis.
- **Letztlich maßgebend:** § 8 KrWG schreibt die Anwendung des für Mensch und Umwelt am besten geeigneten Verwertungsverfahrens vor. Die Erfassung und Verwertung organischer Abfallstoffe über die Biotonne zeigt sich hier der Eigenkompostierung doppelt überlegen – in der Nährstoffnutzung und in der Treibhausgas-Minderung.

Gerade vor dem Hintergrund, dass auch bei der Biotonnen-Nutzung mehrheitlich die Eigenkompostierung mit reduzierten und damit - nach entsprechender Aufklärung – grundsätzlich *bedarfsgerechten* Mengen fortgesetzt wird, ist mit dem Einsatz der Biotonne keine bedeutende Verarmung der Gartenböden an Humus und Nährstoffen zu befürchten. Freistellungen von der Biotonne können im Einzelfall gewährt werden, hier sind allerdings stringenteren Prüfkriterien als eine einwohnerspezifische Mindest-Gartenfläche anzulegen.

Nach der ökologischen Wertung und nach den (diese umsetzenden) Rechtsvorgaben ist in Berlin der Vollanschluss an die Biotonne auch in den gartenreichen Gebieten zu empfehlen.

Berlin, den 06.07.2022

ICU Partner-Ingenieure

Dr.-Ing Ulrich Wiegel / M. Sc. Paul Sanders

LITERATURVERZEICHNIS

- (Argus 2021) Jahresbericht 2019-2020 Bio-Monitoring im Biogut und im Hausmüll nach Ausweitung der Bio-Tonne in Berlin, im Auftrag der BSR, Berlin Mai 2021
- (BGK 2013) Reinhold, J., Kehres, B.: Humus- und Düngewert von Kompost und Gärprodukten; Information der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. 3. überarbeitete Auflage, Köln, Juni 2013
- (Amlinger 2002) Stefan Peyr, S., Amlinger, F.: Umweltrelevanz der Hausgartenkompostierung, Endbericht; Perchtoldsdorf/Österreich 2002
- (BSR 2021) Dokumentation zur Entwicklung der Biotonne in Berlin; Projektbezogene Zuarbeit der statistischen Daten, März 2021, unveröffentlicht.
- (bifa 2015) Eigenverwertung von Bioabfällen - Eigenkompostierung, Eigendeponierung, illegale Eigenentsorgung; im Auftrag der Gütegemeinschaft Kompost Region Bayern e.V. Augsburg 2015,
- (Colon 2010) Colón, J., Environmental assessment of home composting; in: Resources, Conservation and Recycling 54 (2010) 893–904
- (EdDE 14) EdDE-Dokumentation 14: Energieeffizienz und CO₂-eq –Bilanz von biologischen Verfahren zur Verwertung von Bioabfällen, Entsorgungsgemeinschaft der Deutschen Entsorgungswirtschaft e.V., Köln, 2012
- (IFEU 2012) Optimierung der Verwertung organischer Abfälle, Umweltforschungsplan des BMU, FKZ:370933340, Texte 31/2012, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau
- (IFEU/ICU 2013) Stoffstrom- Klimagas- und Umweltbilanzierung der Abfallentsorgung im Land Berlin 2012; erstellt für die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin, Referat Abfallwirtschaft, Heidelberg 2013
- (Kern 2012) Kern, M.: Biotonne versus Eigenkompostierung; in: Kern/Rausen (Hrsg.): Kreislaufwirtschaftsgesetz 2015 - Erfassung und hochwertige Verwertung von Bioabfall Witzenhausen-Institut 2012
- (LUFÄ NRW 2015) Zusammenfassende Auswertung der Bodenuntersuchungen von Hausgärten, übersandt von der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Nov. 2015
- (LUBW 2010) Bio- und Grünabfälle, Optimierung der Erfassung und Verwertung von Bio- und Grünabfällen in Baden-Württemberg 2010
- (Meinken 2009) Fachgerechte Düngung im Garten unter Berücksichtigung der Stickstoffgehalte im Boden; Fachhochschule Weihenstephan Forschungsanstalt für Gartenbau, 2009
- (PEYR/AMLINGER 2002) Stefan Peyr, S., Amlinger, F.: Umweltrelevanz der Hausgartenkompostierung, Endbericht; Perchtoldsdorf/Österreich 2002
- (PhoBE 2011) Phosphorrecycling - Ökologische und wirtschaftliche Bewertung verschiedener Verfahren und Entwicklung eines strategischen Verwertungskonzeptes für Deutschland (PhoBE); RWTH Aachen, Fraunhofer Gesellschaft, Universität Gießen; Förderprojekt des BMU
- (UBA 2021) Öko-Institut, u.e.c. Berlin, lichtl Ethics & Brands: Ermittlung von Kriterien für hochwertige anderweitige Verwertungsmöglichkeiten von Bioabfällen; UBA-Texte 09/2021; im Auftrag des Umweltbundesamtes; Dessau-Roßlau 2021
- (uec/gavia 2014) Verpflichtende Umsetzung der Getrenntsammlung von Bioabfällen, Forschungsprojekt Ufoplan Nr. 3712 33 328 im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; 2014
- (Wiegel 1991) Wiegel, U.: Eigenkompostierung - Teilkonzept der Abfallwirtschaft, Dissertation an der TU-Berlin, Fachbereich Technischer Umweltschutz, 1991
- (Wiegel 1996) Förderung der Eigenkompostierung in gartenreichen Außenbezirken Berlins, Endbericht, im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz, ITU, Berlin 1996

- (Wiegel 2016) Eigenkompostierung, Bioabfallsammlung und Hausgarten-Überdüngung - komplexe Verhältnisse, offene Fragen; Fachzeitschrift Müll und Abfall 7/2016, Erich-Schmidt-Verlag, Berlin
- (Wiegel 2019) Wiegel, U. Sanders, P.: Wirkung der Biotonne auf den Nährstoff-Versorgungsstand von Gartenböden; Fachzeitschrift Müll und Abfall, Ausgabe 4/2020, , Erich-Schmidt-Verlag, Berlin

WEBSEITEN-RECHERCHE

- („Aktion Biotonne“ 2021) Projektbüro „Aktion Biotonne“, c/o lichtl Ethics & Brands GmbH: Infos zur Biotonne, Kampagne 2021, online verfügbar: <https://aktion-biotonne-deutschland.de/infos-biotonne.html> <https://aktion-biotonne-deutschland.de/infos-biotonne.html>
- (BDG 2016) Bundesverband Deutscher Gartenfreunde e.V.: Mit Kompost düngen - nachhaltig gärtnern, 31.03.2016, online verfügbar: <https://www.kleingartenbund.de/de/gartenpraxis/umweltipp/kompost/>
- (BGK 2010) Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.: Düngung im Haus- und Kleingarten, Juni 2010, online verfügbar: https://www.kompost.de/fileadmin/news_import/Duengung_im_Haus_und_Kleingarten_06_10.pdf
- (BUKEA 2021) Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft (**Hamburg**): Recycling von Wertstoffen – Bioabfälle, Gartenabfälle, Laub, Stand: Juli 2021, online verfügbar: <https://www.hamburg.de/recycling/4801708/bioabfall/>
- (BUND 2018) Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.: Pflanzen gesund erhalten - Die goldenen Regeln des biologischen Pflanzenschutzes, 30.03.2018, online verfügbar: <https://www.bund.net/bund-tipps/detail-tipps/tip/pflanzen-gesund-erhalten/>
- (Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH 2008) Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Bio-Gartenmagazin „kraut&rüben“: Kompost Spezial, März 2008, online verfügbar: https://www.rhein-pfalz-kreis.de/kv_rpk/Verwaltung%20&%20Region/Eigenbetrieb%20Abfallwirtschaft/Bioabfall/Kompostfibel%20-%20K&R.pdf
- (DeinNds 2020) Regionalportal „Dein **Niedersachsen**“: Kompost im Garten richtig anlegen, 01.09.2020, online verfügbar: <https://www.dein-niedersachsen.de/familie-leben/komposthaufen-anlegen/> (DiG 2012) Hochschule Weihenstephan-Triesdorf: Düngung im Garten (Gartenbausoftware), Version 1.3, März 2012, online verfügbar: <https://www.gartenbausoftware.de/dig-duengung-im-garten.html>
- (HMUKLV 2019) **Hessisches** Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Kompost: Wenn aus Abfällen Gold wird..., Juni 2019, online verfügbar: (HSWT 1999) Hochschule Weihenstephan-Triesdorf: Leitfaden zur Kompostierung im Garten, 1999, online verfügbar: http://www.hswt.de/fileadmin/Dateien/Forschung/Wissenstransfer/Freizeitgartenbau/Dokumente/leitfaden-kompostierung_zfw_2014-04.pdf

- (LfULG 2017) **Sächsisches** Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie: Bioabfälle, Stand: Juli 2021, online verfügbar: <https://www.wertstoffe.sachsen.de/bioabfalle-9624.html?cp=%7B%7D>
- (HSWT 1999) Hochschule Weihenstephan-Triesdorf: Leitfaden zur Kompostierung im Garten, 1999, **Bayern**, online verfügbar: http://www.hswt.de/fileadmin/Daten/Forschung/Wissenstransfer/Freizeitgartenbau/Dokumente/leitfaden-kompostierung_zfw_2014-04.pdf
- (HSWT 2012) Hochschule Weihenstephan-Triesdorf: Düngung im Garten (Gartenbausoftware), Version 1.3, März 2012, online verfügbar: <https://www.gartenbausoftware.de/dig-duengung-im-garten.html>
- (HSWT 2013) Dr. Bucher, Annette, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (Zentrum für Forschung und Weiterbildung, Institut für Gartenbau): In fünf Schritten zur erfolgreichen Düngung im Garten, Januar 2013, online verfügbar: <https://www.hswt.de/forschung/wissenstransfer/2013/januar-2013/duengung.html#:~:text=F%C3%BCr%20die%20D%C3%BCngung%20im%20Garten%20reicht%20es%20in,Nebenbestandteile%20von%20D%C3%BCngemitteln%20wie%20z.B.%20Kompost%20zugef%C3%BChrt%20werden>
- (LfULG 2017) **Sächsisches** Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie: Eigenverwertung und illegale Beseitigung von Bioabfällen, 1. Auflage, Dresden 15.03.2017, online verfügbar: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/27931>
- (LUBW 2015) Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft **Baden-Württemberg**: Hochwertige Verwertung von Bioabfällen – Ein Leitfaden, Stuttgart/Karlsruhe 2015, online verfügbar: <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/94776>
- (MUGV 2014) Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes **Brandenburg**: Strategie des Landes Brandenburg zur Erfüllung der Getrenntsammlungspflicht von Bioabfällen aus Haushaltungen und Erläuterungen zu deren Umsetzung, April 2014, online verfügbar: https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/land_bb_test_02.a.189.de/bioabfallstrategie_brq.pdf
- (MULE 2003) Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes **Sachsen-Anhalt**: Sachgemäße Düngung im Haus- und Kleingarten, 2. Auflage, Magdeburg September 2003, online verfügbar: https://mule.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/MLU/99_Archiv_Keine_Referenzen/00_Allgemein/Uploads_mit_Referenzen/duengunggesamt.pdf
- (MVP 2012) Ministerium für Wirtschaft, Bau und Tourismus **Mecklenburg-Vorpommern**: Bioabfallbewirtschaftung in Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin September 2012, online verfügbar: <https://www.regierung-mv.de/Landesregierung/lm/Service/Publikationen/?id=20498&processor=veroeff>

- (NABU 2021) Naturschutzbund Deutschland: Das Gold des Gartens - So wird aus Bioabfall Kompost, Stand: Juli 2021, online verfügbar: <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/oekologisch-leben/balkon-und-garten/pflege/duengung/24146.html>
- (NABU 2021) Naturschutzbund Deutschland: Aus gut wird besser – Den Gartenboden richtig düngen, Stand: Juli 2021, online verfügbar: <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/oekologisch-leben/balkon-und-garten/pflege/duengung/24404.html>
- (Rabe-Lehmann 2020) Rabe-Lehmann, Xenia, Berlingarten: Dein Gartenboden: von der Bodenanalyse zum richtigen Düngen, 30.03.2020, online verfügbar: <https://www.berlingarten.de/gartenboden-verbessern-analyse-bodenprobe-duengen-phosphor/>
- (SenUVK 2021) Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz **Berlin**: Bioabfälle - Biotonne für Ein- & Zweifamilienhäuser - Eigenkompostierung, Stand: Juli 2021, online verfügbar: <https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/abfall/bioabfall/biotonne/de/eigenkompostierung.shtml>
- (STMUV 2021) **Bayerisches** Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz: Eigenkompostierung, Stand: 2021, online verfügbar: <https://www.abfallratgeber.bayern.de/haushalte/abfallentsorgung/eigenkompostierung/index.htm>
- (TMUEN 2019) **Thüringer** Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz: Leitfaden – Hochwertige Behandlung und Verwertung von Bio- und Grüngut im Freistaat Thüringen, Erfurt Juni 2019, online verfügbar: https://umwelt.thueringen.de/fileadmin/001_TMUEN/Unsere_Themen/Abfallwirtschaft/Leitfaden_Bioabfall_Kurzfassung_web.pdf
- (UBA 2015) Umweltbundesamt: Kompostfibel – Richtig kompostieren - Tipps und Hinweise, Dessau-Roßlau 2015, online verfügbar: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/kompostfibel>
- (Verbraucherzentrale NRW e.V.) Verbraucherzentrale **Nordrhein-Westfalen** e.V.: Kompost: Gratisdünger für den Gartenboden, 17.05.2021, online verfügbar: <https://www.verbraucherzentrale.nrw/wissen/umwelt-haushalt/wohnen/kompost-gratisduenger-fuer-den-gartenboden-13927>
- <https://verbraucherfenster.hessen.de/soziales/freizeit/kompost-wenn-aus-abf%C3%A4llen-gold-wird%E2%80%A6>

Anhang 1: Zwei Fragebögen an die Teilnehmer:innen der Bodenprobenkampagne 2019, ohne und mit Biotonne

Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz



Rückversand bitte an: _____

ICU Partner – Ingenieure
Dr. Ing. Ulrich Wiegel
Wexstraße 21
D - 10715 Berlin

oder gerne auch als Scan an:
u.wiegel@icu-berlin.de
oder per Fax an:
030 – 857 33 49-5

Ihre Postleitzahl: _____

FRAGEBOGEN ZUM BODENPROBEN - ANGEBOT 2019

(Bitte entsprechende Angaben machen bzw. ankreuzen):

1. Wertung des Bodenanalyse-Angebotes: sehr wertvoll eher wertvoll nicht wertvoll
2. Würden Sie ein solches Angebot nochmals wahrnehmen? Ja eher Nein
3. Finden Sie die beigefügten Informationen zum Thema nützlich? Ja eher weniger
4. Damaliger Bodenproben-Ursprung: Gemüsebeet Blumenbeet Rasen
 Kräuterbeet (Blumen)-Topf Sonstige _____
5. Wurde eine Nährstoff-**Ü**bersorgung durch das Labor festgestellt?
 - a). Phosphat: Ja Nein kann mich nicht erinnern
 - b). Kalium: Ja Nein kann mich nicht erinnern
 - c). Magnesium Ja Nein kann mich nicht erinnern
6. Hat sich durch die Bodenanalyse/Information eine Änderung bei Ihnen ergeben?
 keine verringerte Kompostaufbringung verringerte Düngergabe
 Sonstige _____
7. Haben Sie inzwischen eine Bio-Tonne bestellt? Ja Nein
8. Haben Sie die Absicht, eine Bio-Tonne zu bestellen? Ja Nein
9. Nutzen Sie die BSR-Laubsäcke? Nein Ja, ca. _____ Stück pro Jahr
10. Sonstige Bemerkungen: _____

Vielen Dank für Ihre Teilnahme und die Beantwortung der Fragen!

Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz



Rückversand bitte an: _____

ICU Partner – Ingenieure
Dr. Ing. Ulrich Wiegel
Wexstraße 21
D - 10715 Berlin

oder gerne auch als Scan an:
u.wiegel@icu-berlin.de
oder per Fax an:
030 – 857 33 49-5

Ihre Postleitzahl: _____

FRAGEBOGEN ZUM BODENPROBEN - ANGEBOT 2019

(Bitte entsprechende Angaben machen bzw. ankreuzen):

1. Wertung des Bodenanalysen-Angebotes: sehr wertvoll eher wertvoll nicht wertvoll
2. Würden Sie ein solches Angebot nochmals wahrnehmen? Ja eher Nein
3. Finden Sie die beigefügten Informationen zum Thema nützlich? Ja eher Nein
4. Damaliger Bodenproben-Ursprung: Gemüsebeet Blumenbeet Rasen
 Kräuterbeet (Blumen)-Topf Sonstige _____
5. Wurde eine Nährstoff-**Ü**bersorgung durch das Labor festgestellt?
 - a) Phosphat: Ja Nein kann mich nicht erinnern
 - b) Kalium: Ja Nein kann mich nicht erinnern
 - c) Magnesium Ja Nein kann mich nicht erinnern
6. Hat sich durch die Bodenanalyse/Information eine Änderung bei Ihnen ergeben?
 keine verringerte Kompostaufbringung verringerte Düngergabe
 intensivere/verstärkte Nutzung der Bio-Tonne
 Sonstige _____
7. Nutzen Sie weiterhin BSR-Laubsäcke? Nein Ja, ca. _____ Stück pro Jahr
8. Haben Sie ihre Erkenntnisse mit Bekannten/Freunden/Nachbarn etc. geteilt? Ja Nein
9. Haben Sie diesen ggf. eine (verstärkte) Nutzung der Bio-Tonne empfohlen? Ja Nein
10. Sonstige Bemerkungen: _____

Vielen Dank für Ihre Teilnahme und die Beantwortung der Fragen!

Anhang 2: Fragebogen zur Bodenprobenkampagne 2021



PROBENNR.: *wird bei der Abgabe eingeklebt, nicht ausfüllen*

FRAGEBOGEN zur Bodenprobenkampagne 2021

Für jede Bodenprobe bitte **einen eigenen Fragebogen** ausfüllen und zur Abgabe mitbringen!

Um Ihnen die Analyseergebnisse Ihrer Bodenprobe zusenden zu können, bitte Ihre Kontaktdaten gut lesbar eintragen und die Zustellungsart im Kasten rechts ankreuzen:

Name: _____
 Straße: _____ Hausnr.: _____
 Postleitzahl: _____ Ort: _____
 E-Mail: _____

Zustellung der Ergebnisse:
 per Post
 per E-Mail

Bei der anonymisierten (!) Auswertung der Analysen können Sie uns mit einigen weiteren Angaben zu den Randbedingungen sehr weiterhelfen (bitte Eintrag, ankreuzen bzw. ergänzend beschreiben):

1) Entnahmestelle Bodenprobe: Zierbeet Gemüsebeet Obstbeet Rasenfläche
 _____ (Bitte *keine* Proben von Balkonkästen, Hochbeeten, Pflanztöpfen)

2) Schätzung der Düngung der beprobten Gartenfläche mit ... (Mehrfachnennung möglich):
 <- -----soweit Sie sich erinnern können----->
 Kompost: alle _____ Jahre, jeweils ca. _____ Liter pro m²
 Mineraldünger: alle _____ Jahre, jeweils ca. _____ Gramm pro m²
 _____ : alle _____ Jahre, jeweils ca. _____ pro m²

3) Weitere Bemerkung zur Düngung: _____

4) Haben Sie eine Biotonne? Nein Ja, seit etwa _____ Jahren

5) Wieviel Prozent ihrer Küchenabfälle und Gartenabfälle kompostieren Sie selbst (0 – 100 %) ?
 Küchenabfälle (Obst-/Gemüsereste etc.) zu ca. _____ % Gartenabfälle zu ca. _____ %
 Keine Eigenkompostierung

6) Wie groß ist Ihr Garten ungefähr (ohne versiegelte Flächen)? Ca. _____ m²
 Anteile: _____ % Rasen _____ % Nutzbeete _____ % Zierbeete _____ % Hecken/Bäume

7) Wo setzen Sie Ihren Kompost bevorzugt ein (soweit Sie Kompostieren)?
 Anteile: _____ % Rasen _____ % Nutzbeete _____ % Zierbeete _____ % Hecken/Bäume

Vielen Dank für Ihre Mithilfe !



Anhang 3: Anleitung zur Bodenprobenkampagne

ANLEITUNG ZUR BODENPROBENKAMPAGNE 2021 – BITTE AUSFÜHRLICH LESEN !

1. Bodenprobe ziehen: Entfernen Sie an mindestens 5 Stellen in Ihrem Beet oder Rasen vorhandenen Mulch und Pflanzenreste. Dann entnehmen Sie mit dem Spaten oder einem eingeschlagenen Stahlrohr bis zu einer Tiefe von 30 cm die Bodenproben und vermischen diese sorgfältig in einem Eimer. Sie füllen davon ca. 500 g in einen Gefrierbeutel und verschließen den Beutel fest mit stabilem Klebeband oder verknoten ihn.

2. Abgabe von Bodenprobe und ausgefülltem Fragebogen:

Die Bodenproben plus Fragebögen (je Haushalt maximal zwei!) können bei folgenden Recyclinghöfen der BSR im angegebenen Zeitraum abgegeben werden:

BSR Recyclinghof Ruppiner Chaussee

Ruppiner Chaussee 341, Zufahrt über Am Dachsbau, 13503 Berlin (**Reinickendorf**)
Abgabezeitraum **vom 01. Juni – 22. Juni 2021** (möglichst Di - Fr)

Standort und Öffnungszeiten: <https://www.bsr.de/recyclinghoefe-20503.php?currRCLocation=c11ad083-cb97-464d-896b-0bd25a6ba3c2>

BSR Recyclinghof Asgardstraße

Asgardstraße 3, Romain Rolland Straße, 13089 Berlin (**Pankow**)
Abgabezeitraum **vom 01. Juni – 22. Juni 2021** (möglichst Di - Fr)

Standort und Öffnungszeiten: <https://www.bsr.de/recyclinghoefe-20503.php?currRCLocation=7671a544-5cd0-452b-b063-3daf7a42a1fd>

Die **Abgabe** findet zeitsparend vollständig im **Selbstbedienungsverfahren** statt und dürfte in fünf Minuten erledigt sein.

- Die Abgabestelle auf dem Recyclinghof ist außen gut sichtbar gekennzeichnet.
- Ziehen Sie dort von zwei auf dem Tisch installierten Etiketten-Rollen zwei **identisch** nummerierte Aufkleber ab und kleben einen davon fest(!) auf ihren Proben Beutel, den anderen auf das Freifeld in Ihrem Fragebogen. Unbedingt auf *gleiche* Nummern achten!
- Geben Sie dann Ihren ausgefüllten, *mit dieser Nummer beklebten* Fragebogen in die gekennzeichnete Box und Ihre nummerierte Bodenprobe in den bereitstehenden Sammelkarton.
- Bei *zwei* Proben müssen Sie das doppelt ausführen – keine zwei Nummern auf *einen* Fragebogen!
- Ein Plakat an der Abgabestelle weist nochmals auf das richtige Vorgehen hin

3. Bitte beachten Sie dabei noch folgendes:

- Pro Haushalt werden maximal zwei Bodenproben analysiert.
- Wenn Sie zwei Proben abgeben, notieren Sie bitte für sich, welche Nummer für welche Probe gilt, damit Sie die (nur auf Nummern bezogenen) Analyseergebnisse später zuordnen können.
- Das BSR-Personal ist mit den Routineaufgaben des Recyclinghofes schon hoch ausgelastet und kann Ihnen daher zwar den Stand zeigen, aber keine weiteren Informationen zu diesem Projekt geben.
- Wenn Sie mit dem PKW kommen und nur Ihre Probe und den Fragebogen und keine Abfälle abgeben wollen, sparen Sie sich das Anstehen in der Autoschlange, parken außerhalb und bringen Probe und Fragebogen zu Fuß zur Annahmestelle.
- Soweit zum Abgabezeitpunkt weiterhin geboten: Bitte Maske tragen und Abstand halten.

Anhang 4: Abgabestände BSR-Recyclinghöfe

Oben: Standort Ruppiner Chaussee

Unten: Standort Asgardstraße



Anhang 5: Bewerbungsmaßnahme Handel / Rollup und Dispenser, Flyer



WIE KANN EIN GARTEN ÜBERDÜNGT WERDEN?

Falls Sie zu viel selber hergestellten Kompost auf Ihren Beeten ausbringen, stören Sie den Nährstoffhaushalt des Gartenbodens. Untersuchungen zeigten, dass Beete immer wieder mit Nährstoffen überversorgt sind, vor allem mit Phosphat.

TESTEN SIE IHREN GARTENBODEN KOSTENLOS

Finden Sie heraus, ob auch Ihre Blumen- und Gemüsebeete überdüngt sind, und lassen Sie zwischen dem 1.-19. Juni 2021 kostenlos ein bis zwei Bodenproben aus Ihrem Garten auf Nährstoffe analysieren! Die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz unterstützt von den Berliner Stadtreinigungsbetrieben und der Deutschen Bundesstiftung Umwelt ermöglichen die Laboranalysen von bis zu 1.000 Bodenproben. Melden Sie sich über die Webseite an: www.berlin.de/biotonne und das Stichwort „Eigenkompostierung“. Mit der Bestätigung erläutern Sie, wie Sie Ihre Bodenprobe entnehmen, die Sie dann an folgenden Recyclinghöfen abgeben können:

ABGABESTANDORTE

- BSR Recyclinghof Ruppiner Chaussee (Reinickendorf)
Ruppiner Chaussee 341, 13503 Berlin
- BSR Recyclinghof Asgardstraße (Pankow)
Asgardstraße 3, 13089 Berlin



KOMPOST PLUS BIOTONNE = DAS PERFEKTE PAAR

Die ergänzende Biotonne zur eigenen Kompostierung baut einer möglichen Überdüngung vor. Indem Bioabfälle wie Fleisch- und Knochenreste, die für die eigene Kompostierung ungeeignet sind, in die Biotonne statt in den Restmüll geworfen und sinnvoll recycelt werden, schonen Sie zudem das Klima. Bestellen können Sie die Biotonne unter www.bsr.de/biogut (unter „Forme bestellen“) oder über die Hotline 030 7592-4900.



Mit freundlicher Unterstützung der

Anhang 6: 3x PDF-Downloads Webseite SenUVK Eigenkompostierung (1-3)

Überdüngungsrisiko von Gartenböden



Wie es zur Überdüngung einzelner Hausgartenflächen kommt, ist prinzipiell einfach erklärt: Einigen Teilen der Gartenböden werden mehr Nährstoffe zugeführt als über die Pflanzen aufgenommen werden. Eine Überdüngung ist praktisch zwangsläufig, wenn sehr viele nährstoffreiche Küchenabfälle mitkompostiert werden, und sie wird noch verstärkt, wenn der erzeugte Kompost sehr einseitig aufgebracht wird. Unter Umständen werden auch noch wohlmeinend weitere Düngemittel eingebracht.

Einseitige Kompostanwendung

Eine Überdüngung speziell der **Beetflächen** ist vielfach darauf zurückzuführen, dass die Komposte einseitig fast nur dort eingesetzt werden: Der Kompost wird aus den Grünresten des *gesamten* Gartens produziert (plus ggf. mitkompostierter Küchenabfälle), jedoch nur auf einem kleinen Teil der Gartenfläche wieder ausgebracht (meist Blumen- und Gemüsebeete). Diese Übermenge an Kompost verursacht Überdüngung. Diese wird dann nochmals verstärkt, wenn der meist ohne Kompostauftrag verarmende Rasen nachgedüngt wird und diese Nährstoffe dann mit dem Rasenschnitt zusätzlich in den Kompost und letztlich auf die Beete gelangen.

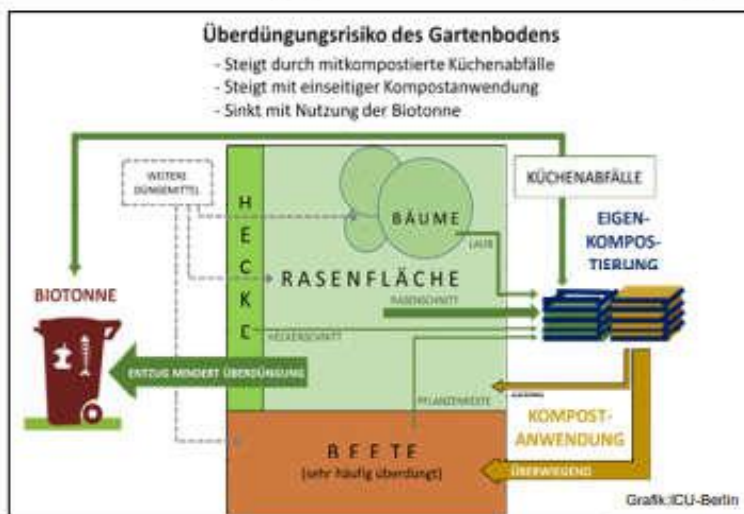
Zu geringer Entzug über externe Entsorgung von Garten- und Küchenabfällen

Die Nährstoffmengen, die bei mitkompostierten Küchenabfällen (oder sogar weiteren Düngemitteln) dem Hausgarten zugeführt werden, sind in den meisten Fällen höher als die Menge an Nährstoffen, die mit den (wenigen) extern entsorgten Gartenabfällen dem Garten entzogen werden. Häufig werden nur geringe Mengen an Gartenabfällen z.B. über Laubsäcke oder über die BSR Recyclinghöfe aus dem Garten entfernt. Die **Biotonne** mindert dagegen das Überdüngungsrisiko des Gartenbodens erheblich und trägt zur Reduzierung einer bereits bestehenden Überdüngung maßgeblich bei, da sie durchgehend nährstoffhaltige Pflanzenreste und zudem die Küchenabfälle aufnimmt. Dieser Zusammenhang konnte in der Bodenprobenkampagne aus 2019 deutlich erkannt werden (Ergebnisse in weiterem PDF zusammengefasst).

Die Grafik verdeutlicht die Nährstoffflüsse, die häufig zu einer Überdüngung einzelner Gartenflächen führen, und sie zeigt, dass die **Biotonne** das Überdüngungsrisiko mindert.

Ein weiteres Plus der Biotonnennutzung: Über die Biotonne kann aus organischen Abfällen in einer Vergärungsanlage klimaentlastendes Biogas gewonnen werden.

Außerdem: Gekochtes, Fleisch-, Fisch- oder Käsereste lassen sich nicht völlig vermeiden. Diese Abfälle gehören nicht in die eigene Kompostierung im Garten und schon gar nicht in die graue Restmülltonne.



Weitere Informationen dazu finden Sie unter der Rubrik: [Was kommt in die Biotonne?](#)

Überdüngungsrisiko von Gartenböden

Richtig selber kompostieren, den Kompost wirkungsvoll einsetzen

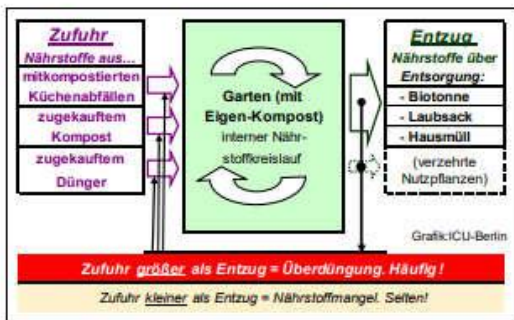


Die sachgerechte Kompostierung ist u.a. in der Kompostfibel des Umweltbundesamtes sehr gut beschrieben: www.umweltbundesamt.de/publikationen/kompostfibel

Der ausgeglichene Nährstoffkreislauf

Solange ein Hausgarten unbeeinflusst vor sich hinwächst, ist er ein stabiler, geschlossener Nährstoffkreislauf, ohne Zu- und Abgänge. Daran ändert sich kaum etwas, wenn die Pflanzenreste an zentraler Stelle kompostiert werden und der Kompost dann wieder auf die gesamte (!) Gartenfläche ausgebracht wird.

Der Nährstoffkreislauf der Hausgärten (mit Eigenkompost) wird aber durch verschiedene Zu- und Abflüsse beeinflusst. Übersteigt die Nährstoffzufuhr regelmäßig den Entzug, zum Beispiel über entsorgte Grünabfälle, kommt es zur Überversorgung, die vielfach nur durch eine Bodenanalyse erkannt wird.



Richtige Kompostanwendung

Für einen ausgeglichenen Nährstoffhaushalt im Hausgarten müssen Zufuhren und Entzüge von Nährstoffen gleich sein. Dazu gehört der bedarfsgerechte Einsatz von Düngemitteln, zu denen auch der selbsterzeugte Kompost zählt. Der Nährstoffgehalt von Kompost ist je nach Ausgangsmaterial unterschiedlich, nach den Richtwerten der Tabelle liegt der Nährstoffgehalt von Kompost aus Küchenabfällen noch über dem der Gartenabfälle.

Am Beispiel gerechnet

Wenn vier Personen eines Haushalts je 40 kg Küchenabfälle im Jahr mitkompostieren, enthält die daraus erzeugte Kompostmenge von rund 55 kg genug Stickstoff und Phosphat, um auf rund 40 m² (!) Möhren anzubauen. Wenn jedoch *kein* Gemüse angebaut wird, entfällt der Nährstoffentzug durch die verzehrte Ernte. Das Ergebnis: Die Nährstoffe der Küchenabfälle überdüngen allmählich die Gartenböden.

Stoffgehalte in Komposten (Richtwerte)	Grünabfälle	Küchenabfälle
Inhaltsstoff: Kompostgehalte in gr/kg Kompost		
organische Substanz zur Humusbildung	215	258
Stickstoff	7	10
Phosphat (P2O5)	3	5
Kalium (K2O)	6	8
Kalzium (CaO)	21	23
Magnesium (MgO)	4	2

Der Nährstoffbedarf für das erneute Wachstum von Pflanzen in der „Folgesaison“ sollte der Nährstoffmenge entsprechen, die zum Beispiel über die Ernte oder externe Entsorgung von Pflanzenresten der Fläche entzogen wird. Der Bedarf wird offenkundig sehr oft zu hoch eingeschätzt.

Kann der Entzug nicht genau abgeschätzt werden, können folgende Faustregeln herangezogen werden:

1. Eine Kompostschicht von einem Zentimeter pro Jahr sollte nicht überschritten werden.
2. Der Nährstoffbedarf von Gemüsen ist meist höher als von Gehölzen und Stauden.

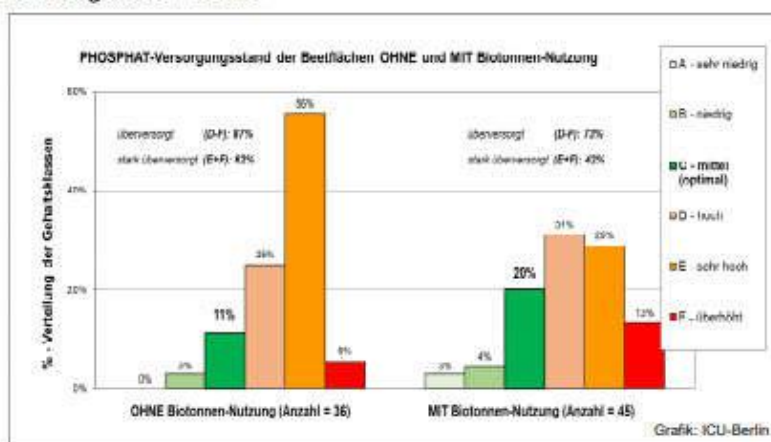
Rasenflächen benötigen rund 2 Liter Kompost pro Quadratmeter im Jahr – alternativ führt Mulchmähen die Nährstoffe des Schnitts direkt auf die Rasenfläche zurück.

Richtig selber kompostieren, den Kompost wirkungsvoll einsetzen

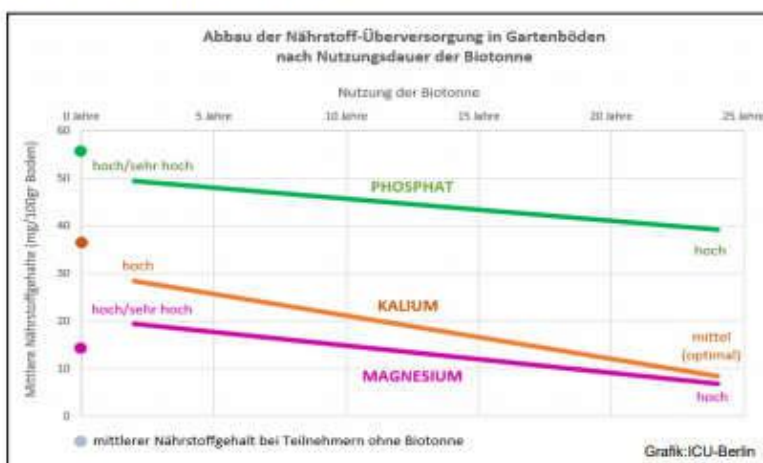
Ergebnisse der Bodenprobenkampagne 2019



Die Bodenprobenkampagne in Berlin im Jahr 2019 untersuchte neben dem Nährstoffversorgungsstand der Hausgärten auch, ob die Nutzung der Biotonne den Nährstoffgehalt der Böden beeinflusst. Zunächst wurde bei den rund 100 abgegebenen Proben überwiegend eine deutliche Überversorgung mit Nährstoffen festgestellt (Das bestätigten die Ergebnisse größer angelegter Untersuchungen von Gartenböden zum Beispiel in Bayern und Nordrhein-Westfalen). Erstmals konnte hier jedoch zwischen Gärten mit und ohne Biotonnen-Nutzung unterschieden werden: Eine Überdüngung ist bei Biotonnen-Nutzung zwar vielfach auch noch vorhanden, aber signifikant geringer als bei den Gärten ohne Biotonne. Dies ist für den Nährstoff Phosphat in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Die überversorgten Gehaltsklassen verlagern sich bei Biotonnen-Nutzung in Richtung mittlerer und nur mehr leicht überhöhter Versorgung – wobei auch bei dieser Gruppe immer noch bei mehr als der Hälfte der Teilnehmer*innen ein hoher bis überhöhter Versorgungsstand nachgewiesen wurde.



Es war ergänzend möglich, für die 45 Teilnehmer*innen „mit Biotonne“ deren Nutzungsdauer zu ermitteln, die von 2 bis 24 Jahren reichte. Die Biotonnen-Nutzungsdauer ist in der nachfolgenden Abbildung dem jeweiligen Düngestand der Böden gegenübergestellt.



Ergebnisse der Bodenprobenkampagne 2019

Ergebnisse der Bodenprobenkampagne 2019



Natürlich lag eine hohe Streuung der Einzelwerte vor, da verschiedenste Faktoren den Düngestand beeinflussen, aber die Tendenz ist hier für alle drei Nährstoffe dieselbe: **Der Überdüngungsstand sinkt mit der Nutzungsdauer der Biotonne.**

Bemerkenswert ist dabei: Bei den Nutzern der Biotonne war kaum ein Nährstoff- oder Humusmangel in den Böden zu beobachten. Warum? Nach der Befragung gaben zwei Drittel der Biotonnen-Nutzer an, weiterhin selbst zu kompostieren, aber eben *in deutlich reduziertem Umfang* - die damit geminderte Kompostmenge nähert sich der *bedarfsgerechten* Nährstoffversorgung der Gartenböden an.

Was bewirkte die Bodenprobenkampagne 2019?

Die Teilnehmer der Bodenprobenkampagne 2019 wurden nachfolgend um ihre Einschätzung der Aktion und zu ausgelösten Verhaltensänderungen gebeten. Die eingehenden Antworten zeigten folgendes Bild:

95 % beurteilten die angebotene Bodenanalyse als wertvoll und würden das Angebot erneut nutzen,

77 % hielten die begleitenden Informationen für hilfreich und nützlich,

73 % setzen künftig keine oder weniger zusätzliche Düngemittel ein und/oder reduzieren die ausgebrachte Kompostmenge,

40% der Beteiligten ohne Biotonne haben inzwischen die Biotonne bestellt.

Dass die Bestellungen nicht noch höher ausfielen, liegt wohl auch daran, dass ein erheblicher Anteil der Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Probe aus einem *Koloniegarten* gezogen hatten, bei denen die Biogut-Tonne i.d.R. nicht nachbestellt wird. Von den BSR wird die Biotonne auch in Kleingartenkolonien angeboten.

Ergebnisse der Bodenprobenkampagne 2019

Anhang 7: Anschreiben an die Anwohner zur Teilnahme, Kampagne 2021

Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz



Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz
Brückenstraße 6, 10179 Berlin | B 12

Name
Straße
PLZ, Ort

Bearbeiter	Schwilling
Dienstgebäude: Brückenstraße 6 10179 Berlin-Mitte Zimmer	4123
Telefon	030 9025-2223
Fax	030 9025-2523
intern	(925)
Datum	19.05.2021

Zu viel Kompost auf Ihrem Gartenbeet? 1.000 kostenlose Bodenproben für Berlin

Sehr geehrte Damen und Herren,

der eigene Kompost im Garten düngt die Pflanzen, speichert Wasser und fördert gerade jetzt im Frühling das Bodenleben. Nur, zu viel Kompost kann dazu führen, dass Blumen- und Gemüsebeete überdüngt werden und sogar Pflanzen geschädigt werden könnten. Finden Sie heraus, ob auch Ihre Beete betroffen sind und lassen Sie kostenlos Ihren Gartenboden analysieren! Die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz bietet mit Unterstützung der Berliner Stadtreinigungsbetriebe und der Deutschen Bundesstiftung Umwelt Hobbygärtner*innen an, dass bis zu 1.000 Bodenproben in einem Labor auf ihren Nährstoffgehalt untersucht werden. Vom **1. bis 19. Juni 2021** können Sie ein bis zwei Bodenproben nach vorheriger Registrierung auf einem Recyclinghof in Ihrer Nähe abgeben.

Wo melde ich mich an?

Melden Sie sich an unter www.berlin.de/biotonne, Stichwort „Eigenkompostierung und 1.000 Bodenproben“. Mit der Teilnahmebestätigung erhalten Sie weitere Informationen zur Probeentnahme und zum weiteren Verlauf.

Wo gebe ich die Bodenproben nach meiner Anmeldung ab?

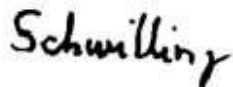
Die Abgabe der Bodenproben erfolgt bei den Recyclinghöfen der Berliner Stadtreinigung in der Ruppiner Chaussee 341, 13505 Berlin-Reinickendorf und in der Asgardstraße 3, 13089 Berlin-Pankow.

Falls Ihr Boden überdüngt sein sollte, ist die Lösung einfach: Bestellen Sie zusätzlich eine Biotonne bei den Berliner Stadtreinigungsbetrieben unter www.bsr.de/biogut oder über die Telefon-Hotline 030 7592-4900. Denn Untersuchungen zeigen, dass die Beete von Hausbesitzer*innen, die neben der Eigenkompostierung eine Biotonne vorhalten, seltener überdüngt werden.

Falls Sie übrigens bereits eine Biotonne haben, erzählen Sie Ihren Nachbar*innen von den Vorteilen der zusätzlichen Tonne für Garten- und Küchenabfälle. Als Dank für jede*n geworbenen Nachbar*in erhalten Sie eine Design-Sammelbox für kompostierbare Küchenabfälle geschenkt (www.berlin.de/biotonne, Stichwort „Nachbarn werben Nachbarn“).

Wir würden uns freuen, wenn Sie sich an der Aktion beteiligen!

Mit freundlichen Grüßen
Im Auftrag



Thomas Schwilling

Anhang 8: Pressemitteilung zur Kampagne

Pressemitteilung vom 28.05.2021

Hobbygärtner*innen können den Nährstoffgehalt ihrer Gartenerde testen lassen

Einzelne Untersuchungen in Deutschland zeigen, dass Beete in Hausgärten immer wieder erheblich mit Nährstoffen überversorgt sind. Das bestätigt auch ein 2019 durchgeführtes, erstes Projekt der Senatsumweltverwaltung, bei dem Stichproben aus Berliner Gärten untersucht und zu hohe Mengen vor allem an Phosphat festgestellt worden waren. Jetzt können Berliner Hobbygärtner*innen erneut an selbst gezogenen Bodenproben testen lassen, ob auch ihr Gartenboden überdüngt ist. Nicht nur zusätzliche Düngemittel können dabei zu einer Überversorgung mit Nährstoffen führen: In privaten Haushalten können auch mehr kompostierbare Garten- und Küchenabfälle anfallen, als ein Garten in Form von selbst erzeugtem Kompost aufnehmen kann.

Im aktuellen Projekt der Senatsumweltverwaltung (Termine siehe unten) werden mit Unterstützung der Berliner Stadtreinigungsbetriebe (BSR) und der Deutschen Bundesstiftung Umwelt kostenlos bis zu 1.000 Bodenproben aus privaten Gärten auf ihren Nährstoffgehalt analysiert. Bei einer festgestellten Überdüngung bieten die BSR Eigenkompostierer*innen an, zusätzlich zum Komposthaufen eine Biotonne zu nutzen.

Die Biotonne bietet auch Hobbygärtner*innen Vorteile. Essensreste und andere Bioabfälle, die für den Komposthaufen nicht geeignet sind, können in die Biotonne statt in den Restmüll geworfen und so sinnvoll recycelt werden. Die Vergärungsanlagen der BSR verwandeln den Biomüll in klimaneutrales Biogas sowie in nährstoffreichen Kompost für große Äcker und Parkanlagen. Dies ist ein wichtiger Beitrag zur Zero-Waste-Strategie des Landes Berlin. Wir bieten Ihnen vom 1. bis zum 19. Juni die Möglichkeit, Ihren Boden kostenlos untersuchen zu lassen:

Eine Anmeldung ist im Netz unter www.berlin.de/biotonne möglich

Stichwort „Biotonne für Ein- und Zweifamilienhäuser“ und „Eigenkompostierung“

Wer am kostenlosen Testprogramm teilnehmen möchte, registriert sich zunächst online. Nach der Anmeldung erhalten Interessierte eine Teilnahmebestätigung mit weiteren Informationen, etwa wie sie die Bodenproben in ihrem Garten entnehmen. Die Auswertung der Bodenproben in einem zugelassenen Labor wird dann individuell zugesandt. Die Auswertung zeigt, ob die Gartenerde mit Nährstoffen über- oder unterversorgt ist und gibt wertvolle Hinweise, wie die Anwendung von Kompost und Düngung verbessert werden kann.

Die Abgabe der Bodenproben ist zwischen dem 1. und 19. Juni 2021 bei den folgenden BSR-Recyclinghöfen möglich:

- Asgardstraße 3, 13089 Berlin (Pankow)
- Ruppiner Chaussee 341, 13505 Berlin (Reinickendorf)

Öffnungszeiten beider Höfe:

Mo – Mi u. Fr 7:00 – 17:00 Uhr / Do 9:30 – 19:30 Uhr / Sa 7:00 – 15:30 Uhr

Anhang 9: Statistische Grundlagen der Massenbilanz

aus (ARGUS 2021):Jahresbericht 2019-2020: Bio-Monitoring im Biogut und im Hausmüll nach Ausweitung der Bio-Tonne in Berlin, Anhang VIII, Tabelle 31 (S.60) Mai 2021

in der Massenbilanz verwendete Werte		AB gesamt	AB Mit Bio-tonne	AB Ohne Biotonne
Einwohner	Anzahl	698.173	456.385	241.786
<i>Anteil EW berechnet</i>		100%	65,4%	34,6%
Biogut Mg/a nach ARGUS	Mg/a	61.396	61.396	0
Abzug Menge Grünabfall-Tonne von Biogut (nach BSR)	Mg/a	0	-4.700	
In Biogut-Tonne bzw. Grünabfall-Tonne	Mg/a	61.396	56.696	4.700
spez. Gesamt/Biogut/Grünabfall-Tonne	kg/Ew,a	87,9	124,2	19,4
Hausmüll	kg/Ew,a	169,1	168,2	170,8
Gartenabfälle im Biogut	kg/Ew,a		94,0	0,0
Küchenabfälle im Biogut	kg/Ew,a		26,0	0,0
Gartenabfälle im Hausmüll	kg/Ew,a		16,4	37,7
Küchenabfälle im Hausmüll	kg/Ew,a		48,2	42,0
Laubsack-Menge BSR 2020 Mg/a: 5.272	Ohne BioT	40%	2.109 Mg/a	8,7 kg/Ew,a
	Mit BioT	10%	527 Mg/a	1,2 kg/Ew,a
Grünabfall-Tonne BSR	Ohne BioT	100%	4.700 Mg/a	19,4 kg/Ew,a
Abzug Menge Gartenabfalltonne von Biotonne	Mit BioT	100%	-4700 Mg/a	-10,3 kg/Ew,a
Primärmenge Küchenabfall übernommen aus Argus-Werten Innenstadt (IB)		Im Biogut	Im Hausmüll	Summe
	kg/Ew,a	12,5	67,1	79,6

Statistisches Jahrbuch 2020 (https://download.statistik-berlin-brandenburg.de/9e8efb180d4a9e16/35030de9226a/AfS_Jahrbuch_2020_BE.pdf)

170544+34820 = 205364 Haushalte

Wohngebäude 2019 nach Bezirken

3.11

Jahr ¹ — Bezirk	Wohngebäude ²			Darunter mit ... Wohnungen				
	Gebäude	Wohnfläche	Wohnungen	1	2	3 und mehr		
				Gebäude/ Wohnungen	Gebäude	Wohnungen	Gebäude	Wohnungen
Anzahl		1 000 m ²	Anzahl					
2010	310 628	133 129	1 839 540	157 062	16 765	33 530	136 223	1 628 997
2011	312 090	133 597	1 843 554	158 320	16 828	33 656	136 364	1 631 627
2012	314 142	134 195	1 848 700	160 108	16 899	33 798	136 557	1 634 806
2013	316 047	134 850	1 854 595	161 729	16 976	33 952	136 762	1 638 870
2014	318 204	135 737	1 862 984	163 457	17 035	32 691	137 126	1 644 841
2015	320 302	136 752	1 873 682	164 957	17 140	34 280	137 609	1 653 120
2016	322 644	137 898	1 887 231	166 611	17 205	34 410	138 217	1 663 398
2017	324 681	139 060	1 902 863	167 884	17 262	34 524	138 900	1 674 607
2018	326 882	140 309	1 919 511	169 251	17 326	34 652	139 651	1 688 072
2019	329 115	141 677	1 938 436	170 544	17 410	34 820	140 498	1 704 723
Mitte	13 474	132 181	197 648	575	184	368	12 663	192 757
Friedrh.-Kreuzb.	9 801	104 191	151 557	298	91	182	9 398	150 177
Pankow	37 516	158 133	216 374	19 321	1 600	3 200	16 567	192 539
Charlbg.-Wilmsersd.	18 058	142 738	182 256	3 985	702	1 404	13 312	174 260
Spandau	28 349	88 814	119 601	17 542	1 605	3 210	9 185	98 384
Steglitz-Zehlend.	40 800	133 562	156 664	22 682	2 787	5 574	15 239	125 485
Tempelh.-Schöneb.	28 865	135 232	180 623	13 243	1 468	2 936	14 115	162 906
Neukölln	28 339	113 756	163 181	15 957	1 484	2 968	10 866	143 031
Treptow-Köpenick	38 263	105 391	144 576	24 014	2 121	4 242	12 084	114 576
Marzahn-Hellersd.	32 171	99 347	138 950	22 842	1 917	3 834	7 198	105 729
Lichtenberg	17 539	102 585	156 727	7 223	611	1 222	9 655	144 466
Reinickendorf	35 940	100 840	130 279	22 862	2 840	5 680	10 216	100 413

1 jeweils 31.12.

2 einschließlich Wohnheime

Ergebnisse der Gebäude- und Wohnungsfortschreibung

→ Jahrbuch Brandenburg: 08.11

aus Umweltatlas Berlin für 2016		Gesamt	Versiegelt	Unversiegelt	
Typ	Beschreibung	ha	ha	%	ha
21	Dörfliche Mischbebauung	403	142	64,7	261
22	Reihen- und Doppelhäuser mit Gärten	1.762	587	66,7	1.175
23	Freistehende Einfamilienhäuser mit Gärten	9.646	3.014	68,7	6.632
24	Villen und Stadtvillen mit parkartigem Gärten	1.554	526	66,2	1.028
25	Verdichtung in Einzelhausgebieten, Mischbebauung mit Garten und halbprivater Umgrünung	933	347	62,8	586
	Summe	14.298	4.616	67,7	9.681
	Grundstücke Ein- und Zweifamilien-Häusern mit Garten				187.954
	Unversiegelte Fläche je Grundstück			m²	515,1
	Bei Abzug unbegrünte Fläche*), geschätzt mit		5%	m²	489,3

*) Pflasterungen, Carports, Schuppen etc = bewuchslose Flächen mit lokaler Versickerung

Projekt Biotonne / Statistische Datenana- lyse

Ergebnisbericht

M.Sc. Christopher Rappold

Im Auftrag von

ICU – Ingenieurconsulting Umwelt und Bau

Wexstraße 21

10715 Berlin

Stand 12.04.2022

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG 1

2. METHODIK 1

3. ERGEBNISSE 2

 3.1. EINFLUSS DER BIOTONNENNUTZUNG AUF DEN NÄHRSTOFFGEGHALT 2

 3.2. EINFLUSS DER EIGENKOMPOSTIERUNG AUF DEN NÄHRSTOFFGEGHALT 4

 3.2.1. Explizite Nicht-Kompostierer versus Eigenkompostierer (A) 4

 3.2.2. Kompostgabe versus keine Kompostgabe (B) 5

 3.3. WEITERES DÜNGEVERHALTEN 7

 3.4. ABFALLKOMPOSTIERUNG 10

4. DISKUSSION 11

5. ZUSAMMENFASSUNG 11

TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 1: HERKUNFT DER BODENPROBEN NACH NUTZUNGSFORM 2

TABELLE 2: P-WERT DES H-TESTS FÜR DEN VERGLEICH VON TEILNEHMENDEN MIT UND OHNE BIOTONNE 2

TABELLE 3: P-WERT DES H-TESTS FÜR DEN VERGLEICH BIOTONNENNUTZUNG UNTER BEZIEHUNGSWEISE ÜBER 10 JAHRE (NUR TEILNEHMENDE MIT BIOTONNE) 3

TABELLE 4: P-WERT DES H-TESTS FÜR DEN VERGLEICH BIOTONNENNUTZUNG UNTER BEZIEHUNGSWEISE ÜBER 10 JAHRE (ALLE TEILNEHMENDEN) 3

TABELLE 5: P-WERT DES H-TESTS FÜR DEN VERGLEICH BIOTONNENNUTZUNG "UNTER 1 JAHR", "1 BIS 10 JAHRE" UND "ÜBER 10 JAHRE" 3

TABELLE 6: PHOSPHATGEGHALT (MG/100G) FÜR RASENFLÄCHEN ABHÄNGIG VON DER DAUER DER BIOTONNENNUTZUNG 4

TABELLE 7: ERGEBNISSE DES MANN-WHITNEY U-TESTS HINSICHTLICH DES NÄHRSTOFFGEGHALTS ABHÄNGIG VON DEM VORHANDENSEIN EINER EIGENKOMPOSTIERUNG 4

TABELLE 8: STATISTISCHE KENNWERTE FÜR DEN NÄHRSTOFFGEGHALT ABHÄNGIG VON DEM VORHANDENSEIN EINER EIGENKOMPOSTIERUNG 5

TABELLE 9: STATISTISCHE KENNWERTE FÜR FLÄCHEN MIT BZW. OHNE KOMPOSTGABE 6

TABELLE 10: DÜNGERANWENDUNG NACH NUTZUNGSFORM 7

TABELLE 11: KOMPOSTDÜNGERANWENDUNG NACH NUTZUNGSFORM 7

TABELLE 12: MINERALDÜNGERANWENDUNG NACH NUTZUNGSFORM AUF FLÄCHEN OHNE KOMPOSTDÜNGUNG 8

TABELLE 13: MITTLERE KOMPOSTGABEN FÜR FLÄCHEN MIT PHOSPHATGEGHALTSKLASSE C BIS F 8

TABELLE 14: MITTLERE MINERALDÜNGERGABEN FÜR FLÄCHEN MIT PHOSPHATGEGHALTSKLASSE C BIS F 9

TABELLE 15: VERGLEICH DES KOMPOSTIERUNGSANTEILS VON KÜCHEN- UND GARTENABFÄLLEN NACH BIOTONNENNUTZUNG 10

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1: MITTELWERT UND MEDIAN DER NÄHRSTOFFGEGHALTE IN ABHÄNGIGKEIT VOM VORHANDENSEIN EINER EIGENKOMPOSTIERUNG 5

ABBILDUNG 2: MITTELWERT UND MEDIAN DER NÄHRSTOFFGEGHALTE IN ABHÄNGIGKEIT VOM VORHANDENSEIN EINER DÜNGUNG MIT KOMPOST 6

ABBILDUNG 3: JÄHRLICHE KOMPOSTGABE L/M² NACH GEGHALTSKLASSE 9

ABBILDUNG 4: JÄHRLICHE MINERALDÜNGERGABE G/M² NACH GEGHALTSKLASSE 10

Einleitung

Im Rahmen des DBU-Projekts „Bodenanalysen Berlin“ (AZ 35697-2) wurden mehrere hundert Bodenproben gesammelt und hinsichtlich ihrer Nährstoffgehalte analysiert. Von besonderem Interesse hierbei sind mögliche Effekte der Biotonne auf den Nährstoffhaushalt des Bodens. Die Teilnehmenden, die die Bodenproben in ihren Gärten genommen haben, konnten unter anderem umfangreiche Angaben zu Herkunft und Düngung der beprobten Fläche, einer praktizierten Eigenkompostierung und deren Umfang und natürlich hinsichtlich der Nutzung einer Biotonne machen. In dieser statistischen Analyse sollen nun die dabei gesammelten Daten analysiert werden, um mögliche Auswirkungen der Biotonne auf den Nährstoffgehalt des Bodens aufzudecken und weitere Einflüsse wie das Kompostierungs- und Düngeverhalten der Teilnehmenden zu untersuchen.

Methodik

Der vorliegende Datensatz wurde mithilfe der Statistik-Software IBM SPSS Statistics in der Version 23 analysiert und ausgewertet.

Da für die vorliegenden Daten die Voraussetzungen für parametrische varianzanalytische Verfahren (zum Beispiel eine ANOVA oder lineare Regression) wie eine Normalverteilung der Daten oder Homoskedastizität (Gleiche Varianz mehrerer Gruppen) nicht gegeben waren, wurde nicht nur bei ordinalskalierten, sondern auch bei intervallskalierten Variablen auf nicht-parametrische Verfahren zurückgegriffen. Dabei handelte es sich zum einen um den Kruskal-Wallis H-Test, mit dem sich Unterschiede zwischen mehreren Gruppen errechnen lassen, zum anderen um den Mann-Whitney U-Test zum anschließenden paarweisen Vergleich. Zum Testen eventuell bestehender Korrelationen wurde die Spearman-Korrelation angewendet.

Als Signifikanzniveau wurde $p = 0,05$ gewählt. Dies entspricht einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %. Weitere gängige Werte sind $p = 0,01$ (1 %, „sehr signifikant“) und $p = 0,001$ (0,1 %, „höchst signifikant“).

Ergebnisse

Der Datensatz umfasste insgesamt 609 Bodenproben, die von 336 Teilnehmenden eingereicht wurden. Diese wurden in sieben Nutzungsformen unterteilt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Herkunft der Bodenproben nach Nutzungsform

Herkunft Bodenprobe	Häufigkeit	Prozent
Sonstige	41	6,7
Zierbeete	160	26,3
Gemüsebeete	170	27,9
Obstbeete	30	4,9
Rasenfläche	127	20,9
Mischfläche Beete	46	7,6

Mischfläche Beete/Rasen	35	5,7
Gesamt	609	100,0

Die Nutzungsform "Sonstige" umfasst hierbei sowohl Bodenproben mit fehlenden Angaben zur Herkunft, Flächen mit Baum-/Strauchbewuchs sowie Flächen, die sich keiner der anderen Nutzungsformen zuordnen lassen. Aufgrund der starken Heterogenität dieser Klassifikation wird sie in den Analysen nicht berücksichtigt.

Grundsätzlich sind hier die Zier- und Nutzbeete sowie die Rasenflächen bedingt durch die jeweils recht großen Stichproben besonders relevant und interessant.

Einfluss der Biotonnennutzung auf den Nährstoffgehalt

Vergleicht man die Nährstoffgehalte (Phosphat, Kalium und Magnesium) für Bodenproben einer bestimmten Nutzungsform dahingehend, ob eine Biotonne vorhanden ist, lassen sich keine Unterschiede feststellen (Tabelle 2).

Tabelle 2: p-Wert des H-Tests für den Vergleich von Teilnehmenden mit und ohne Biotonne

Nutzungsart	mg/100g			Gehaltklassen A-F		
	Phosphat	Kalium	Magnesium	Phosphat	Kalium	Magnesium
Zierbeete	,446	,763	,701	,155	,443	,473
Gemüsebeete	,383	,401	,504	,449	,377	,614
Obstbeete	,861	,553	,174	,695	,591	,738
Nutzbeete*	,477	,357	,234	,619	,344	,551
Rasen	,078	,120	,747	,052	,186	,806
Misch. Beete	,876	,308	,459	,506	,310	,345
Misch. Beete/Rasen	,435	,308	,834	,622	,570	,940

Analysiert man die Proben jedoch anhand der Dauer der Biotonnennutzung, so zeigt sich zumindest für Rasenflächen ein anderes Bild. Unterteilt man beispielsweise die Biotonnennutzenden in zwei Gruppen mit einer Biotonnennutzung unter beziehungsweise über 10 Jahren, dann ergeben sich für die längere Nutzungszeit signifikant geringere Werte (Tabelle 3).

Tabelle 3: p-Wert des H-Tests für den Vergleich Biotonnennutzung unter beziehungsweise über 10 Jahre (nur Teilnehmende mit Biotonne)

Nutzungsart	mg/100g			Gehaltklassen A-F		
	Phosphat	Kalium	Magnesium	Phosphat	Kalium	Magnesium
Zierbeete	,189	,367	,730	,381	,349	,028
Gemüsebeete	,535	,100	,328	,776	,171	,231
Obstbeete	,142	,047	,897	,141	,075	,026
Nutzbeete*	,954	,423	,408	,787	,560	,930
Rasen	,027	,019	,004	,026	,015	,104
Misch. Beete	1,000	,711	,853	,840	,846	,572
Misch. Beete/Rasen	,643	,953	,815	,498	,902	1,000

Bezieht man allerdings auch die Teilnehmenden ohne Biotonne mit ein, verschwinden diese Unterschiede wieder (Tabelle 4).

Tabelle 4: p-Wert des H-Tests für den Vergleich Biotonnennutzung unter beziehungsweise über 10 Jahre (Alle Teilnehmenden)

Nutzungsart	mg/100g			Gehaltklassen A-F		
	Phosphat	Kalium	Magnesium	Phosphat	Kalium	Magnesium
Zierbeete	,491	,365	,636	,959	,258	,027
Gemüsebeete	,969	,373	,226	,833	,540	,481
Obstbeete	,308	,077	,591	,319	,099	,034
Nutzbeete*	,691	,873	,179	,603	,960	,785
Rasen	,231	,197	,010	,303	,152	,117
Misch. Beete	1,000	,611	,509	,745	,386	,291
Misch. Beete/Rasen	,983	,531	,764	,788	,669	,963

Das mag auf den ersten Blick überraschend erscheinen, nimmt man allerdings eine differenzierte Einteilung hinsichtlich der Nutzungsdauer vor, lässt sich ein Erklärungsansatz für diesen scheinbaren Widerspruch finden. Bei einer Einteilung in Gruppen mit einer Nutzungsdauer "unter 1 Jahr" (entspricht den Teilnehmenden ohne Biotonne) sowie "1 bis 10 Jahre" und "über 10 Jahre" ergeben sich für Rasenflächen erneut signifikant unterschiedliche Nährstoffgehalte, während sich für die weiteren Nutzungsformen (exemplarisch veranschaulicht für Zier- und Gemüsebeete) keine signifikanten Werte anzeigen (Tabelle 5).

Tabelle 5: p-Wert des H-Tests für den Vergleich Biotonnennutzung "unter 1 Jahr", "1 bis 10 Jahre" und "über 10 Jahre"

Nutzungsart	mg/100g			Gehaltklassen A-F		
	Phosphat	Kalium	Magnesium	Phosphat	Kalium	Magnesium
Zierbeete	,260	,621	,903	,177	,440	,105
Gemüsebeete	,680	,173	,519	,696	,260	,411
Rasen	,050	,041	,022	,040	,048	,223

Dabei weisen die Teilnehmenden ohne Biotonne durchschnittlich sogar die niedrigsten Nährstoffgehalte auf, gefolgt von der Gruppe mit über 10-jähriger Biotonnennutzung. Die Bodenproben der Teilnehmenden mit einer Biotonnennutzung zwischen 1 und 10 Jahren weisen dagegen die durchschnittlich höchsten Werte auf (Tabelle 6). Somit sind die niedrigen Werte der Teilnehmenden ohne Biotonne wahrscheinlich der Grund dafür, dass der H-Test bei einer Einteilung in nur zwei Gruppen nicht signifikant ausfällt, da diese die höheren Werte der "Kurzzeit"-Biotonnennutzenden ausgleichen.

Tabelle 6: Phosphatgehalt (mg/100g) für Rasenflächen abhängig von der Dauer der Biotonnennutzung

Nutzungsdauer Biotonne	N	Mittelwert	Median	Standardabweichung
<1 Jahr	70	31,01	25,50	17,661
1 bis 10 Jahre	35	39,34	35,00	23,171

>10 Jahre	22	32,45	27,50	28,208
Insgesamt	127	33,56	28,00	21,480

Einfluss der Eigenkompostierung auf den Nährstoffgehalt

Insgesamt geben 86% der Teilnehmenden an eine Eigenkompostierung zu praktizieren (Ohne Biotonne: 96%; mit Biotonne: 75%).

Um den Einfluss der Eigenkompostierung zu quantifizieren, wurden anhand der Angaben der Teilnehmer zwei Untersuchungen angestellt:

- A) Die 80 Bodenwerte der Teilnehmer, die explizit angaben, KEINE Eigenkompostierung zu praktizieren wurden mit den Werten der 529 anderen Proben der Teilnehmer mit Eigenkompostierung verglichen.
- B) Die Werte der 243 Proben der Flächen, auf denen KEIN Kompost ausgebracht wird, wurden mit den 366 Flächen verglichen, auf denen eine Kompostgabe stattfindet.

Explizite Nicht-Kompostierer versus Eigenkompostierer (A)

Hier weisen die Flächen von Teilnehmenden mit Eigenkompostierung signifikant höhere Nährstoffgehalte auf (Tabelle 7). In Tabelle 8 und Abbildung 1 werden die Nährstoff-Werte vergleichend aufgeführt².

Tabelle 7: Ergebnisse des Mann-Whitney U-Tests hinsichtlich des Nährstoffgehalt abhängig von dem Vorhandensein einer Eigenkompostierung

	mg/100g			Gehaltklassen A-F		
	Phosphat	Kalium	Magnesium	Phosphat	Kalium	Magnesium
p-Wert	,007	,024	,000	,007	,077	,130

Tabelle 8: Statistische Kennwerte für den Nährstoffgehalt abhängig von dem Vorhandensein einer Eigenkompostierung

Eigenkompostierung vorhanden?	N	Phosphat mg/100g		Kalium mg/100g		Magnesium mg/100g	
		Mittelwert	Median	Mittelwert	Median	Mittelwert	Median
Ja	529	50,53	41,00	24,00	12,00	12,76	11,00
Nein	80	41,75	34,50	13,58	10,00	9,66	9,00
Gesamt	609	49,37	40,00	22,63	12,00	12,35	11,00

² An dieser Stelle erscheint es interessant, den kombinierten Einfluss von Biotonnennutzung und Eigenkompostierung auf den Nährstoffgehalt zu untersuchen, leider bieten die nicht-parametrischen Verfahren hierzu keine Möglichkeit. Ignoriert man die Verletzung der Voraussetzungen und führt dennoch eine univariate ANOVA (Varianzanalyse) durch, liefert diese keinen signifikanten Effekt (p = 0,320 für den Phosphatgehalt). Daher steht zumindest zu vermuten, dass hier tatsächlich kein kombinierter Einfluss vorliegt.

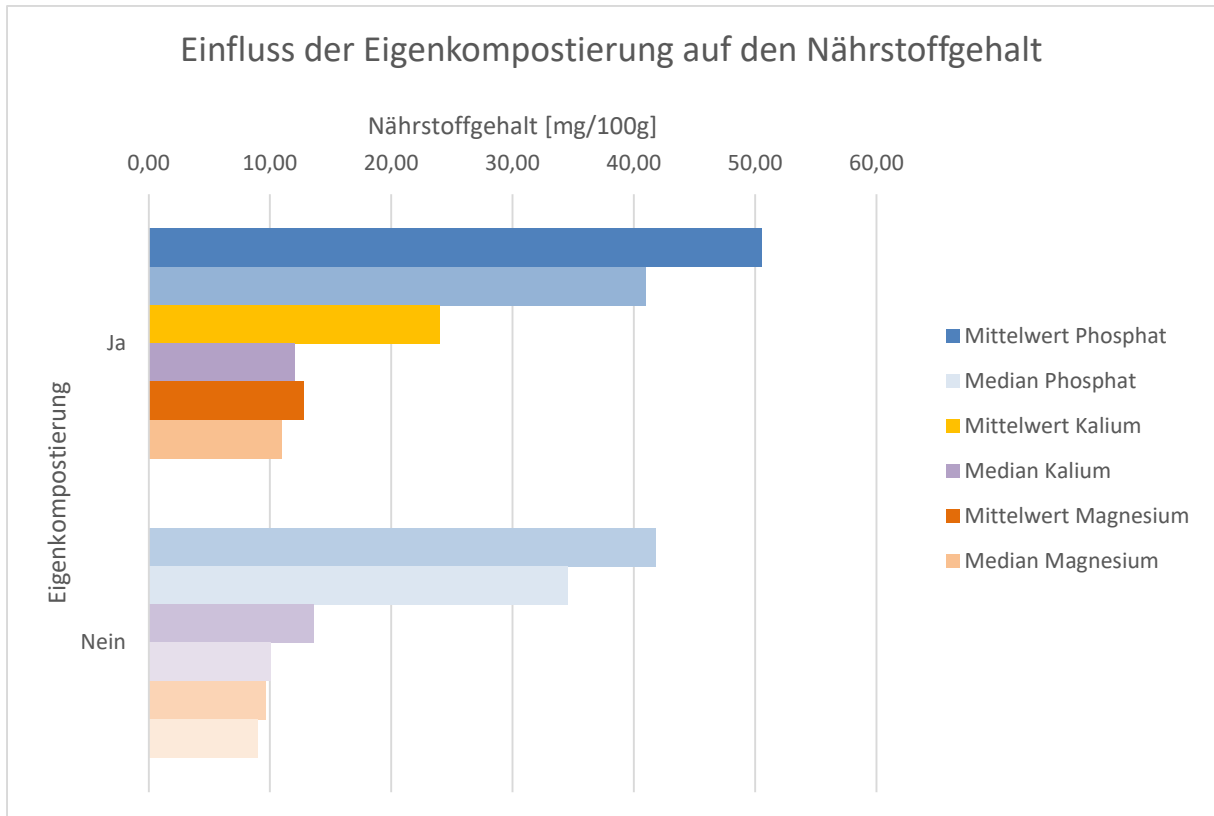


Abbildung 1: Mittelwert und Median der Nährstoffgehalte in Abhängigkeit vom Vorhandensein einer Eigenkompostierung

Kompostgabe versus keine Kompostgabe (B)

Vergleicht man zudem die beiden Gruppen mit und ohne Kompostdünger, so weisen die mit Kompost gedüngten Flächen für alle drei Nährstoffe deutlich höhere Gehalte auf (jeweils $p < 0,001$; Tabelle 9). Grafisch umgesetzt ergibt sich eine Verteilung, die der aus Abbildung 1 stark ähnelt (Abbildung 2). Teilt man die Flächen ohne Kompostdüngung noch einmal in Flächen ohne weitere Düngung und solche mit mineralischem und/oder sonstigem Dünger auf, zeigt sich, dass sich beide Gruppen zwar signifikant von den Kompostflächen unterscheiden ($5x p < 0,001$, $1x p = 0,006$), allerdings bestehen *keine* nachweisbaren statistischen Unterschiede zwischen den "kompostfreien" Gruppen selbst (Phosphat: $p = 0,675$; Kalium: $p = 0,191$; Magnesium: $p = 0,484$).

Somit deuten auch diese Ergebnisse darauf hin, dass die Kompostdüngung die Hauptursache für die erhöhten Nährstoffgehalte in den Proben ist.

Tabelle 9: Statistische Kennwerte für Flächen mit bzw. ohne Kompostgabe

Kompostdüngung	Phosphat mg/100g		Kalium mg/100g		Magnesium mg/100g	
	Mittelwert	Median	Mittelwert	Median	Mittelwert	Median
Ja	54,81	45,00	27,18	14,00	13,66	11,00
Nein	41,19	35,00	15,78	10,00	10,38	9,00
Gesamt	49,37	40,00	22,63	12,00	12,35	11,00

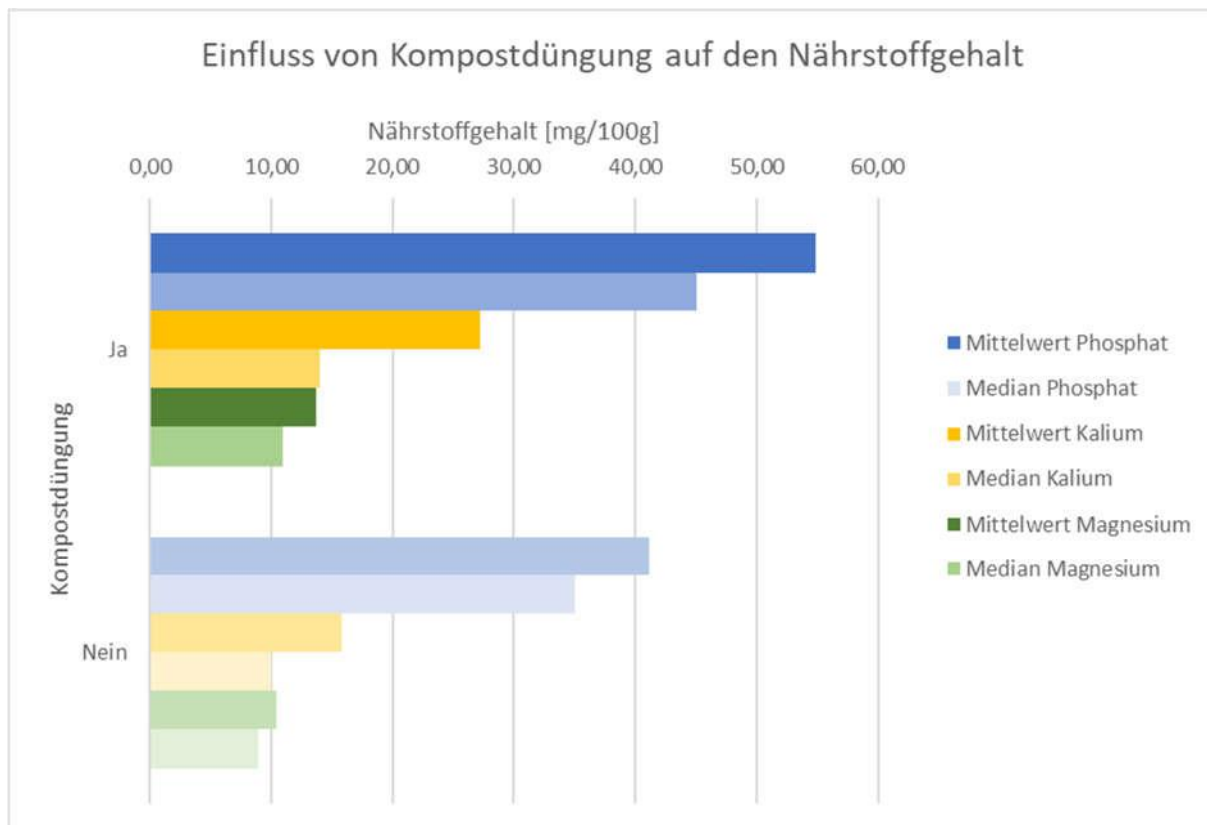


Abbildung 2: Mittelwert und Median der Nährstoffgehalte in Abhängigkeit vom Vorhandensein einer Düngung mit Kompost

Weiteres Düngeverhalten

Die Mehrzahl aller 609 untersuchten Proben fallen in Bezug auf ihre Nährstoffgehalte in die Gehaltklassen D bis F (80,6 %) und sind damit mindestens übertersorgt. Ein möglicher Grund hierfür ist die Düngung. So werden 81,6 % der Flächen mit mindestens einer Düngerart gedüngt. Auf 29,2 % kommen sogar zwei und auf 7,1 % drei Düngerarten zum Einsatz. Auffällig ist, dass besonders die Gemüsebeete stark gedüngt werden (Tabelle 10).

Tabelle 10: Düngermanwendung nach Nutzungsform

Nutzungsart	N	Anteil verschiedener Dünger pro Probe (%)			
		Keine Düngung	1	2	3
Sonstige	41	48,8	26,8	22,0	2,4
Zierbeete	160	20,0	46,3	28,8	5,0
Gemüsebeete	170	9,4	40,0	38,8	11,8
Obstbeete	30	3,3	63,3	26,7	6,7
Rasen	127	22,8	56,7	16,5	3,9
Misch. Beete	46	10,9	34,8	43,5	10,9
Misch. Beete/Rasen	35	25,7	45,7	22,9	5,7
Gesamt	609	18,4	45,3	29,2	7,1

Schlüsselt man diese Tabelle hinsichtlich der einzelnen Düngerarten auf (Tabellen 11 und 12), dann wird ersichtlich, dass Kompost die dominierende Düngeform ist, die auf 60% aller beprobten Flächen zum Einsatz kommt. Auf den verbliebenen Flächen kommt, wenn dann überwiegend Mineraldünger zum Einsatz. Auf immerhin 52 von 609 Flächen (8,5 %) werden ausschließlich sonstige Düngerarten ausgebracht.

Tabelle 11: Kompostdüngermanwendung nach Nutzungsform

Nutzungsart	N	Düngergabe (%)				
		Kein Kompost	Nur Kompost	Kompost und Mineraldünger	Kompost und sonstiger Dünger	Kompost, Mineral- und sonstiger Dünger
Sonstige	41	63,4	12,2	9,8	12,2	2,4
Zierbeete	160	40,0	26,9	20,6	7,5	5,0
Gemüsebeete	170	14,7	35,3	14,7	23,5	11,8
Obstbeete	30	23,3	43,3	20,0	6,7	6,7
Rasen	127	72,4	7,9	11,8	3,9	3,9
Misch. Beete	46	17,4	28,3	26,1	17,4	10,9
Misch. Beete/Rasen	35	60,0	14,3	14,3	5,7	5,7
Gesamt	609	39,9	25,1	16,4	11,5	7,1

Tabelle 12: Mineraldüngeranwendung nach Nutzungsform auf Flächen ohne Kompostdüngung

Nutzungsart	N	Düngergabe (%)		
		Kein Mineral- dünger	Nur Mineraldünger	Mineral- und sonsti- ger Dünger
Sonstige	26	92,3	7,7	0,0
Zierbeete	64	76,6	21,9	1,6
Gemüsebeete	25	88,0	8,0	4,0
Obstbeete	7	57,1	42,9	0,0
Rasen	92	50,0	48,9	1,1
Misch. Beete	8	75,0	25,0	0,0
Misch. Beete/Rasen	21	61,9	33,3	4,8
Gesamt	243	67,5	30,9	1,6

Die Angaben der Teilnehmenden zu den ausgebrachten Düngemengen sind teilweise jedoch mit Vorsicht zu genießen. So finden sich beispielsweise Flächen auf denen jährlich 300 Liter Kompostdünger pro m² ausgebracht werden sollen.

Auch unter Ausschluss solcher Ausreißer kann jedoch nachgewiesen werden, dass auf Flächen mit höherer Phosphat-Gehaltklasse auch mehr Kompostdünger ausgebracht wird ($p < 0,001$). Für Mineraldüngung findet sich dieser Effekt allerdings deutlich nicht ($p = 0,751$). Die Tabellen 13 und 14 bieten eine Übersicht relevanter statistischer Kennwerte³, die Abbildungen 3 und 4 veranschaulichen die Düngergabe für Kompost- und Mineraldünger.

Tabelle 13: Mittlere Kompostgaben für Flächen mit Phosphatgehaltklasse C bis F

Gehaltklasse Phosphat	N	Kompost Menge l/m ² /a	
		Mittelwert	Median
C	33	4,09	1,00
D	75	3,63	2,00
E	108	5,09	2,25
F	37	9,88	5,00
Gesamt	253	5,21	2,00

³ Die Proben mit der Gehaltklasse A und B werden aufgrund ihrer geringen Anzahl (4) nicht aufgeführt. Außerdem wurden Proben mit unrealistisch hohen Kompostdüngermengenangaben (> 100 l/m/a) ebenfalls ausgeschlossen.

Tabelle 14: Mittlere Mineraldüngergaben für Flächen mit Phosphatgehaltklasse C bis F

Gehaltklasse Phosphat	N	Mineraldüngermenge g/m ² /a	
		Mittelwert	Median
C	26	57,22	31,67
D	52	38,67	25,00
E	55	52,47	20,00
F	20	54,32	32,50
Gesamt	159	49,54	25,00

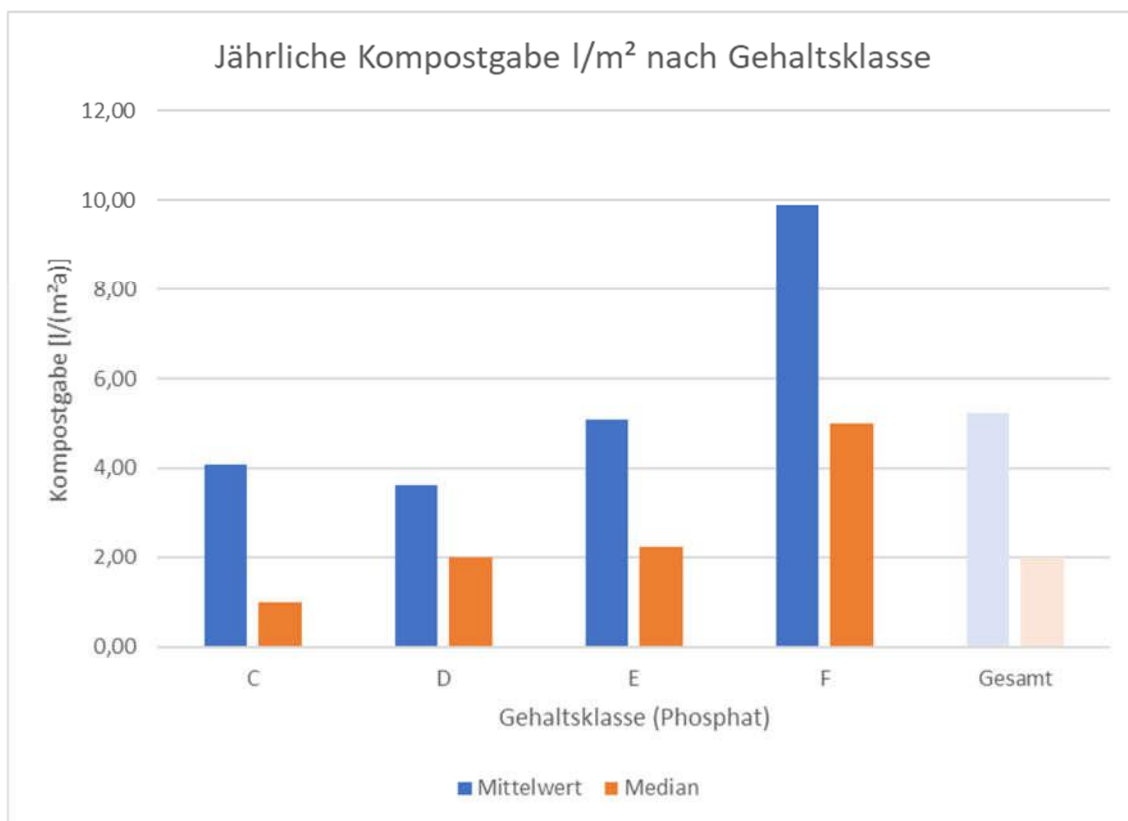


Abbildung 3: Jährliche Kompostgabe l/m² nach Gehaltklasse

Für die die sonstigen Düngerarten wurde kein Test durchgeführt, da dort schon alleine aufgrund der unterschiedlichen Mengenangaben (l/m²/a und g/m²/a) keine Vergleichbarkeit geben ist.

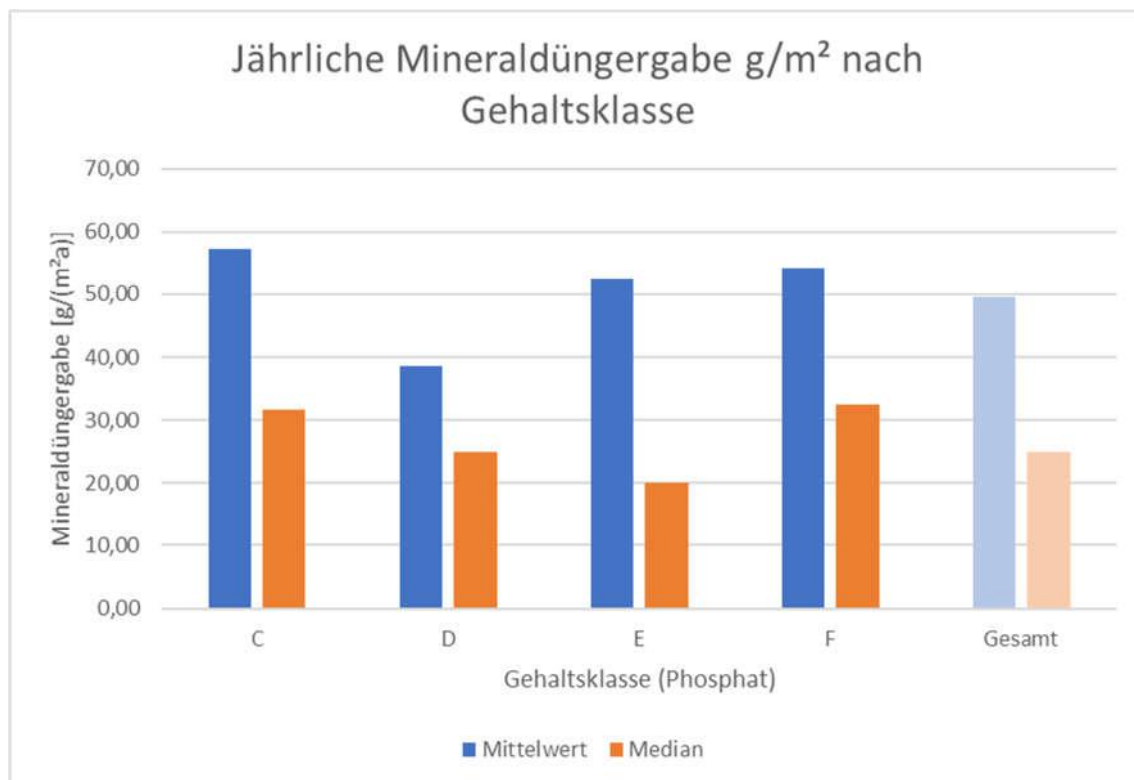


Abbildung 4: Jährliche Mineraldüngergabe g/m² nach Gehaltsklasse

Abfallkompostierung

Die Teilnehmenden waren um Angaben gebeten, zu welchen Anteilen sie Küchen- und Gartenabfälle selbst kompostieren. Vergleicht man diese Angaben, indem man sie hinsichtlich einer Biotonnennutzung unterscheidet, so ergibt sich, dass die Biotonnennutzenden signifikant weniger Küchen- und auch Gartenabfälle kompostieren (jeweils $p < 0,001$, Tabelle 15), wobei grundsätzlich der Anteil in beiden Fällen sehr hoch ist. Allerdings zeigen die Massenbilanz-Berechnungen in der Gesamtstudie dieses Projektes, dass die jeweiligen Kompostierungsanteile von den Teilnehmenden offenbar stark überschätzt werden.

Tabelle 15: Vergleich des Kompostierungsanteils von Küchen- und Gartenabfällen nach Biotonnennutzung

Biotonne vorhanden?	Kompostierung Küchenabfälle (%)			Kompostierung Gartenabfälle (%)		
	N	Mittelwert	Median	N	Mittelwert	Median
Nein	279	81,35	98,00	284	74,61	80,00
Ja	172	62,42	75,00	195	60,77	70,00
Insgesamt	451	74,13	90,00	479	68,98	80,00

Diskussion

Im Zuge dieser Analyse wurden noch zahlreiche weitere Test durchgeführt, um beispielsweise einen möglichen Einfluss der Anzahl an Düngerarten, der Düngemenge, der Düngung im Allgemeinen oder auch die Nutzungsdauer der Biotonne und verschiedene Kombinationen dessen aufzudecken. Allerdings lieferte keiner dieser Test ein signifikantes Ergebnis. Es wird deshalb darauf verzichtet, diese hier noch einmal gesondert aufzulisten.

Die Resultate der Analyse zeigen jedoch eindeutig, dass die beprobten Flächen häufig stark überdüngt werden. So liegt der empfohlene Wert für normalversorgte Böden (Gehaltklasse C) für die Kompostdüngung bei 3 Litern pro m². Dieser Wert wird für 44% der mit Kompost gedüngten Flächen überschritten. Es liegt daher die Vermutung nahe, dass mögliche nährstoffziehende Effekte der Biotonne sich schwerlich oder gar nicht entdecken lassen, da diese durch die Überdüngung schlicht überdeckt werden.

Zusammenfassung

Die Analyse der Daten mit nicht-parametrischen Verfahren ergibt durchaus Hinweise auf einen nährstoffreduzierenden Effekt durch die Nutzung einer Biotonne. Allerdings lassen sich diese Effekte nur auf Rasenflächen und für Nutzungszeiträume von über 10 Jahren nachweisen. Obwohl die Teilnehmenden mit Biotonne einen signifikant geringeren Anteil ihrer Küchen- und Gartenabfälle kompostieren, zeigt sich die Auswirkungen davon nicht oder kaum in den Nährstoffgehalten der Proben. Ein wahrscheinlicher Grund hierfür ist eine starke Überdüngung der untersuchten Flächen, insbesondere bei Gemüsebeeten, aber auch nahezu allen anderen Nutzungsformen. Diese Überdüngung, die sich anhand der Daten vornehmlich auf die Kompostgabe zurückzuführen lässt, überdeckt wahrscheinlich eventuell vorhandene Effekte, die die Nutzung einer Biotonne hinsichtlich der Nährstoffreduktion in Gartenböden aufweisen könnte.

Anhang 11: Vergleichsuntersuchung LusterLeaf Testkit / Labormessung (LUFA)

Institut für Boden und Umwelt

Jägerstraße 23 - 27
26121 Oldenburg
Zentrale: +49 441 801-900
E-Mail: ifb@lufa-nord-west.de
Internet: www.lufa-nord-west.de

Bank: Landessparkasse zu Oldenburg
IBAN: DE50 2805 0100 0000 6608 86
BIC: SLZODE22XXX
UST-ID: DE 245 610 284



LUFA Nord-West · Jägerstraße 23 - 27 · 26121 Oldenburg

ICU - Ingenieurconsulting Umwelt und Bau
Dr.-Ing. Ulrich Wiegel
Wexstraße 21
10715 Berlin

Ansprechpartner/in

Hilko Eilers

Durchwahl

0441-801-845

E-Mail

hilko.eilers@lufa-nord-west.de

Datum

22.04.2022

Vergleichsuntersuchung LusterLeaf Testkit / Labormessung

Sehr geehrter Herr Dr. Wiegel,

Sie übersandten uns mehrere LusterLeaf Testkits für die Bestimmung des pH-Werts, sowie des Phosphat- und Kaliumgehalts und anschließender vergleichender Gegenüberstellung mit den Ergebnissen der üblichen Laboranalysen von Gartenböden nach VDLUFA.

Es wurden 26 Bodenproben aus gartenbaulicher Nutzung ausgewählt, bei denen im Labor zumindest der pH-Wert (CaCl_2), der Phosphor- und Kaliumgehalt (CAL) nach VDLUFA bestimmt wurden. Bei diesen Proben wurden die Messungen mit dem LusterLeaf Testkit durchgeführt und soweit möglich die Ergebnisse mit den Labormesswerten verglichen. Zudem wurden bei einigen Proben Wiederholungsmessungen durchgeführt. Zusätzlich wurde der Test mit einer pH-Pufferlösung, einer Ammoniumsulfatlösung und einer Calciumnitratlösung durchgeführt.

Nach VDLUFA wird der pH-Wert von Bodenproben in einer Suspension mit 0,01 molaren CaCl_2 -Lösung im Verhältnis 1+2,5 bestimmt. Das Verfahren ist äußerst robust und die Messwerte mit einer Messunsicherheit von +/- 0,1-0,2 gut reproduzierbar. Die pH-Werte in CaCl_2 liegen in der Regel um 0,3-1,0 niedriger als die in Wasser ermittelten pH-Werte.

Die für die Extraktion von Phosphor und Kalium verwendete CAL-Lösung aus Calciumacetat, Calciumlactat und Essigsäure ist bei pH 4,1 gepuffert. Diese saure Extraktionslösung liegt im Bereich des pH-Werts der Rhizosphäre. Es werden somit nicht wie bei der Extraktion mit Wasser nur die leicht löslichen Phosphate in Böden erfasst, sondern auch die längerfristig pflanzenverfügbaren Gehalte. In landwirtschaftlichen Versuchen wurden bei der Extraktion mit Wasser nur ca. 1-20 % des CAL-löslichen Phosphats ermittelt. Mit der CAL-Lösung werden im Gegensatz zu der Extraktion mit Wasser auch größere Anteile der an Austauschern gebundenen Kaliumionen erfasst.

Durchführung des LusterLeaf Testkits

Die Bodenproben wurden vor der Durchführung des LusterLeaf Testkits manuell homogenisiert. Für den Test wurden die feuchten Proben im Anlieferungszustand verwendet.

Zur Bestimmung des pH-Werts wurde der Boden in die Testkammer gegeben, die Reagenzien aus den Kapseln hinzugefügt und anschließend das Gefäß mit entsalztem Wasser aufgefüllt. Das verschlossene Gefäß wurde geschüttelt, und nach ca. einer Minute zum Setzenlassen der Suspension der pH-Wert von der Farbskala abgelesen.

Bei der Durchführung des Tests fiel auf, dass nach längerem Stehen von ca. 10 Minuten die Suspensionen nachgedunkelt sind. Das Einhalten der vorgegebenen Zeit von ca. 1 Minute ist somit von großer Bedeutung.

Für die Bestimmung des Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumgehalts wurden die Bodenproben entsprechend der Anleitung des LusterLeaf Testkits im Verhältnis 1+5 (v+v) mit entsalztem Wasser versetzt, 1 Minute geschüttelt und anschließend für ca. 24 Stunden stehen gelassen. Am Folgetag wurde die Flüssigkeit aus dem Extrakt in die entsprechende Testkammer gefüllt, die jeweiligen Reagenzien hinzugefügt und das verschlossene Gefäß gründlich geschüttelt. Nach 10 Minuten wurden die Gehalte anhand der vorgesehenen Farbskalen ermittelt.

Ergebnisse

pH-Wert

Die Bestimmung des pH-Werts mit dem LusterLeaf Testkit ist mit geringem Aufwand durchführbar. Dabei ergaben sich tendenziell vergleichbare Ergebnisse im Vergleich zu den nach VDLUFA in CaCl₂ ermittelten pH-Werten (Abbildung 1). Die Abweichungen lagen dabei überwiegend ≤ 0,5. Lediglich bei zwei Proben lagen die mit dem LusterLeaf Testkit gemessenen pH-Werte um 1,2 über bzw. 0,7 unter dem nach VDLUFA ermittelten pH-Wert. Bei der Messung einer Pufferlösung mit pH 4,65 wurde mit dem LusterLeaf Testkit ein pH-Wert von 4,5 ermittelt.

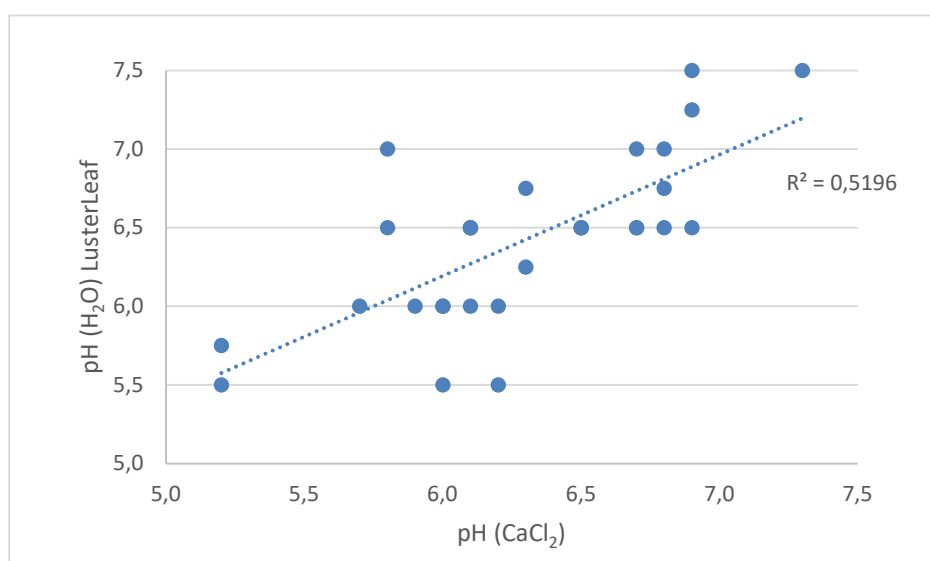


Abbildung 1: mit LusterLeaf Testkit bestimmte pH-Werte (H₂O) im Vergleich zu dem pH-Wert (CaCl₂) nach VDLUFA

Erwartungsgemäß liegt der pH-Wert (H₂O) um ca. 0,3-1,0 über dem pH-Wert (CaCl₂). Dass dies in der Vergleichsmessung tendenziell nicht festgestellt wurde, könnte an den im Luster-Leaf Testkit enthaltenen, nicht bekannten Reagenzien liegen.

Phosphor

Es zeigen sich kaum Übereinstimmungen zwischen der Messung mit dem LusterLeaf Testkit und den Messwerten nach VDLUFA (Abbildung 2). Die gelbe Linie zeigt näherungsweise die vergleichbare Einstufung vom LusterLeaf Test und den Gehaltklassen der LUFA Nord-West.

Eine Ursache ist in dem stärkeren Extraktionsmittel CAL (bei pH 4,1 gepuffert) zu vermuten, mit dem mehr gebundenes Phosphat in Lösung gebracht wird. Dazu trägt auch das intensivere Schütteln bei der Untersuchung nach VDLUFA bei.

Bei der Bestimmung des Phosphorgehalts mit dem LusterLeaf Testkit wurde die Einordnung auf der Farbskala durch die Eigenfärbung der Proben und durch Ausflockungen erschwert. Dadurch wird der Phosphatgehalt vermutlich teilweise überschätzt

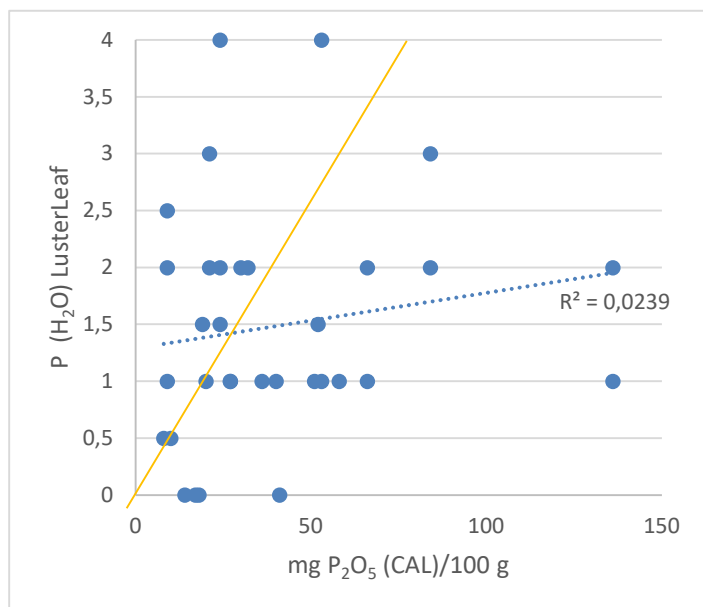


Abbildung 2: mit LusterLeaf Testkit gemessene Phosphatgehalte (H₂O) im Vergleich zu den Phosphatgehalten (CAL) nach VDLUFA

Die Einstufung der CAL-löslichen Phosphatgehalte erfolgt bei gartenbaulichen Böden im Gartenbaulabor der LUFA Nord-West nach folgender Tabelle:

Humus %	Ton %	Bodenart	A	B	C	D	E	F
			mg P ₂ O ₅ /100 g Boden					
0 - 8	-5	Sand	-5	7 - 11	14 - 23	25 - 39	41 - 80	> 80
	> 5	IS-T	-5	7 - 9	11 - 21	23 - 34	37 - 76	> 76
8,1 - 15	-	alle	-5	7 - 14	16 - 27	30 - 44	46 - 89	> 89

Kalium

Auch bei der Bestimmung des Kaliumgehaltes mit dem LusterLeaf Testkit wurde das Ablesen durch starke Ausflockungen und Eigenfärbung der Proben erschwert.

Eine Korrelation zwischen den Messwerten ist nicht erkennbar (Abbildung 3). Die gelbe Line zeigt näherungsweise die vergleichbare Einstufung vom LusterLeaf Test und den Gehaltklassen der LUFA Nord-West.

Der größte Einfluss ist in dem stärkeren Extraktionsmittel CAL zu vermuten, mit dem mehr gebundenes Kalium in Lösung gebracht wird. Dazu trägt auch das intensivere Schütteln bei der Untersuchung nach VDLUFA bei.

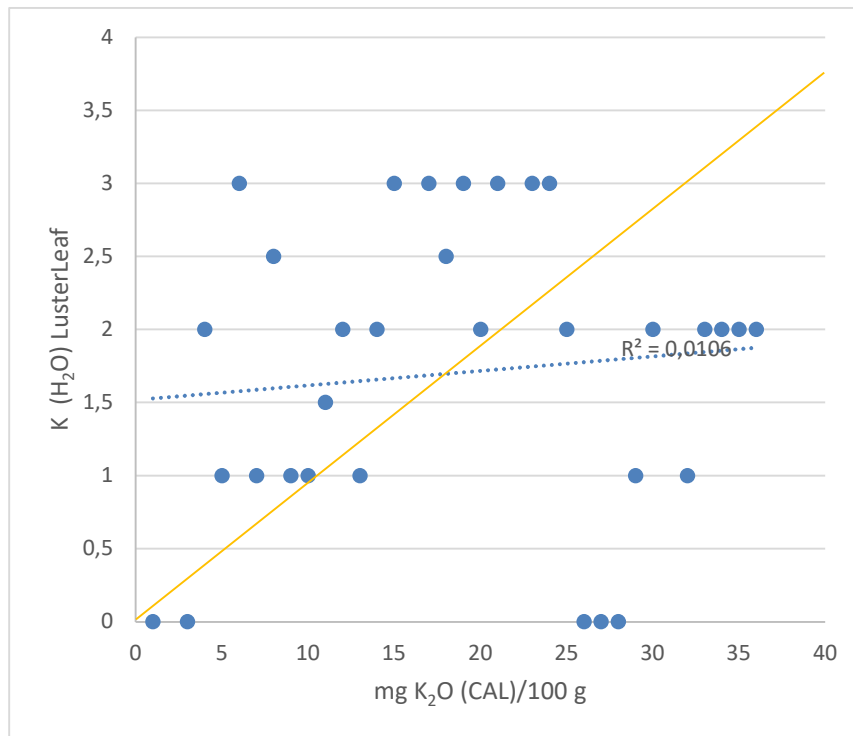


Abbildung 3: mit LusterLeaf Testkit gemessene Kaliumgehalte (H₂O) im Vergleich zu den Kaliumgehalten (CAL) nach VDLUFA

Die Einstufung der CAL-löslichen Kaliumgehalte erfolgt bei gartenbaulichen Böden im Gartenbaulabor der LUFA Nord-West nach folgender Tabelle:

Humus %	Ton %	Bodenart	A	B	C	D	E	F
mg K ₂ O/100 g Boden								
0 - 8	0 - 5	S, U	-2	4 - 5	6 - 10	11 - 17	18 - 60	> 60
	5,1 - 12	I'S, I'U	-4	5 - 8	10 - 14	16 - 29	30 - 72	> 72
	12,1 - 35	II S, sL, t'L, tU, ttU, uuT	-6	7 - 12	13 - 19	20 - 35	30 - 84	> 84
	> 35	tL, uT, T	-8	10 - 17	18 - 25	26 - 40	41 - 96	> 96
8,1-15	0 - 5	S, U	-2	4 - 6	7 - 12	13 - 19	20 - 72	> 72
	5,1 - 12	I'S, I'U	-5	6 - 10	11 - 18	19 - 34	35 - 84	> 84
	12,1 - 35	II S, sL, t'L, tU, ttU, uuT	-7	8 - 14	16 - 24	25 - 40	41 - 96	> 96
	> 35	tL, uT, T	-10	11 - 18	19 - 30	31 - 44	46 - 96	> 96

Stickstoff

Die Durchführung des LusterLeaf Testkits mit einer Ammoniumsulfatlösung (1 g/l) führte zu keiner Verfärbung (N0), mit Calciumnitratlösung (1 g/l) zu einer deutlichen Verfärbung (N4 oder größer). Der Test zeigt demnach nur den Nitratgehalt an. In den meisten Fällen ist dies ausreichend, da der mineralische Stickstoff im Boden in der Regel überwiegend als Nitrat vorliegt. In bestimmten Fällen, wie z.B. bei kurz vor dem Test erfolgter Düngung mit ammoniumhaltigen Düngern oder einer Kompostanwendung, kann jedoch ein relevanter Anteil vom mineralischen Stickstoff unberücksichtigt bleiben.

Da nur bei wenigen Laborproben der Stickstoffgehalt ermittelt wurde und kaum Proben mit mittleren oder höheren Gehalten vorlagen, ist kein aussagekräftiger Vergleich möglich.

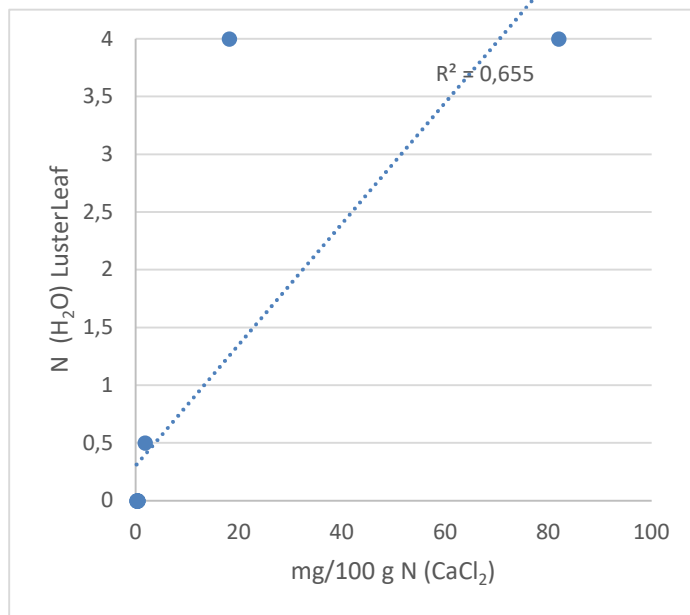


Abbildung 3: mit LusterLeaf Testkit gemessene Stickstoffgehalte (H₂O) im Vergleich zu den Stickstoffgehalten (CaCl₂) nach VDLUFA

Fazit

Die mit dem LusterLeaf Testkit ermittelten Ergebnisse an 26 Proben zeigen bei Phosphor und Kalium nur geringe Korrelationen mit den nach VDLUFA-Methoden im Labor ermittelten Werten. Dies ist vor allem auf die unterschiedlichen Extraktionsverfahren (Extraktionslösungen und Schüttelintensität) sowie auf die Ablesungenauigkeit des Tests aufgrund von Trübungen und Ausflockungen zurückzuführen.

Ein genauer Vergleich hinsichtlich der Beurteilung der ermittelten Werte ist nicht möglich, da nicht bekannt ist welche Gehalte der Einstufung des LusterLeaf Testkits zu Grunde liegen.

Bei Stickstoff und pH-Wert gibt es tendenziell Übereinstimmungen. Um diese Parameter im Rahmen eines Schnelltests zu erfassen, können vermutlich auch andere, marktgängige Teststreifen (Nitrat bzw. pH-Wert) verwendet werden.

Mit freundlichen Grüßen

Hilko Eilers

Anlage 2 - Ergebnisse LusterLeaf Testkit und VDLUFA

Probennummer	LusterLeaf Datum	pH	Anmerkung	N	Anmerkung	P	Anmerkung	K	Anmerkung	VDLUFA										
										pH (CaCl2)	GK	P205 mg/100 g	GK	K20 mg/100 g	GK	Mg mg/100 g	GK	Bodenart	Nmin mg/100 g	
1	20SU004873	21.-22.12.20	6,5		NO		PO-P1		KO		6,1	C	10	B	32	D	10	C	huT	0,39
	20SU004873 filtriert	21.-22.12.20	-		D		PO-P1		KO											
2	20SU004874	21.-22.12.20	6,5		NO-N1		P0		K0		6,1	C	14	C	32	D	13	D	huT	1,81
3	20SU004875	21.-22.12.20	6,5		N4		P2		K2		6,7	C	30	D	80	E	16	C	huT	18,12
4	20SU005364	21.-22.12.20	6,0		NO		PO-P1		K1		5,7	B	8	B	8	B	8	C	(h)IS	0,19
5	20SU005365	21.-22.12.20	6,5-7,0		NO		P1		K3		6,3	C	20	C	16	C	10	D	(h)IS	0,38
6	20SU005366	21.-22.12.20	7,0		NO		P1		K1		6,8	E	9	B	8	B	6	C	(h)IS	0,38
7	20SU005367	21.-22.12.20	6,5		NO		P2-P3		K2-K3		6,8	E	9	B	8	B	5	C	(h)IS	0,33
	Wiederholung						P2		K1				9		8					
8	20SU005567	21.-22.12.20	5,5		NO		P4		K1		6,0	D	24	C	26	E	5	B	(h)S	0,27
	Wiederholung		6,0				P2		K1-K2				24		26					
9	20SU005568	21.-22.12.20	6,0		NO		P3		K2		6,0	D	21	C	10	C	5	C	(h)S	0,25
	Wiederholung						P2		K1				21		10					
10	21GB000156	27.-28.01.21	6,5		NO		P1		K2		6,5	E	36	D	12	D	5	C	(h)S	
11	21GB000157	27.-28.01.21	7,5		N1		P1		K3		6,9	E	51	E	34	E	13	D	(h)S	
	Wiederholung		7,0-7,5								6,9									
12	21GB000158	27.-28.01.21	6,5		N2		P1		K3		6,5	E	58	E	40	E	15	D	hS	
13	21GB000159	27.-28.01.21	7,0		N1		PO		K2-K3		6,7	E	17	C	14	D	5	C	(h)S	
14	21GB000160	27.-28.01.21	6,5-7,0		N1		PO		K3		6,8	E	41	E	20	E	9	D	hS	
15	21GB000161	27.-28.01.21	6,5		N1-N2		PO-P1		K2		6,9	E	24	C	14	D	10	E	hS	
16	21GB000319	27.-28.01.21	7,0		NO		P1		K3		5,8	D	40	D	8	C	7	C	hS	
	Wiederholung		6,5								5,8									
17	21GB000320	27.-28.01.21	6,5		N4		P1-P2		K3		6,1	E	52	E	24	E	8	D	hS	
18	21GB000321	27.-28.01.21	5,5-6,0		NO		PO		K3		5,2	C	18	C	6	C	7	C	hS	
19	21GB000322	27.-28.01.21	5,5		N2-N3		P1		K2		5,2	C	27	D	20	E	8	D	hS	
20	21GB000919	04.-05.02.21	6,5		> N4		P2		K0		6,7	E	136	F	216	F			hS	82
	Wiederholung						P1		K0				136		216					
21	21GB000920	04.-05.02.21	6,5		N1		P2		K0		6,5	E	66	E	28	E	12		hS	
	Wiederholung						P1		K1				66		28					
22	21GB000921	04.-05.02.21	5,5		NO		P2		K2		6,2	C	32	D	16	D	7		(h)S	
	Wiederholung		6,0								6,2									
23	21GB000922	04.-05.02.21	7,5		NO		P1-P2		K1		7,3	C	19	C	10	C	4		(h)S	
24	21GB000923	04.-05.02.21	6,0		NO		P1		K2		5,9	E	27	D	6	C	11	E	hS	
25	21GB000924	04.-05.02.21	6,0-6,5		NO		> P4		K2		6,3	E	53	E	<5	A	7	D	hS	
	Wiederholung						P1		K2				53		<5					
26	21GB000925	04.-05.02.21	6,0		NO		P3		K2		6,1	E	84	F	10	C	8	D	hS	
	Wiederholung						P2		K2				84		10					
27	Puffer pH 4,65		4,5																	
28	Ammoniumsulfat 1 g/l				NO		21 % N													
29	Calciumnitrat 1 g/l				N4		11,9 % N													