



Institut für Technischen Umweltschutz

Fachgebiet Kreislaufwirtschaft und Recyclingtechnologie

Masterarbeit

zum Erwerb des akademischen Grades Master of Science

**Rechtliche Rahmenbedingungen für die Anwendung von
Recyclingprodukten aus menschlichen Fäkalien für
Gartenbau und Landwirtschaft in Deutschland**

vorgelegt am 09.03.2020 von

Korduan, Janine

Matrikelnummer: 316334

Betreuer	Albrecht Fritze M.Sc. TU Berlin, FG Kreislaufwirtschaft und Recyclingtechnologien
Erstgutachterin	Prof. Dr.-Ing. Vera Rotter TU Berlin, FG Kreislaufwirtschaft und Recyclingtechnologien
Zweitgutachterin	Dr.-Ing. Ariane Krause IGZ Großbeeren e.V.

Danksagung

Ich möchte mich bei *allen* herzlich bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben. Besonderer Dank gilt Ariane Krause für die Möglichkeit der Bearbeitung generell und ganz besonders für die Betreuung während der Arbeit mit allem, was an fachlicher und persönlicher Begleitung dazu gehört. Die Zusammenarbeit mit Emma Harlow hat mich ebenso inhaltlich weitergebracht, motiviert und war insgesamt ein tolles Arbeits-Tandem. Bedanken möchte ich mich ebenso für die Betreuung am IGZ. Die Kommentare und Hilfestellungen von Eckhard George, Franziska Häfner und den anderen des *student seminars* waren hilfreich und wertvoll. Albrecht Fritze danke ich für die unkomplizierte Uni-seitige Betreuung und dem Fachgebiet insgesamt für die Möglichkeit, die Arbeit dort anzusiedeln. Wolf Raber von inter3 möchte ich danken, für die Zeit, die er sich für den inhaltlichen Austausch und die Hilfestellung zur Methode nahm. Ganz besonders danke ich Florian Augustin, Cornelius Patzer, Malte Kraus, Enno Schröder und allen anderen aus dem Netzwerk NetSan e.V. für den Input und die spannenden Diskussionen. Vielen Dank an alle Personen vom Permakultur-Verteiler, die mir wertvolle Kontakte und Links schickten, sowie Rückfragen beantworteten. Weiterhin möchte ich allen Personen danken, die mir meine Fragen bei den Interviews (persönlich, telefonisch und per Mail) ausführlich beantworteten, weitere Publikationen schickten und sich Zeit nahmen, mein Verständnis für die „Düngeproblematik“ zunächst überhaupt herzustellen, es zu korrigieren und/oder zu erweitern. Ebenso möchte ich mich bei Björn Ebert und Engelbert Schramm vom ISOE für das Interesse und den Input bedanken. Weiterhin freue ich mich über die Möglichkeit bei der Erarbeitung einer DIN-SPEC dabei gewesen sein zu dürfen. Außerdem möchte ich meinem Team „Internationale Umweltpolitik“ an der Heinrich-Böll-Stiftung für die Aufmunterungen und die Unterstützung danken. Ebenso danke ich meinen lieben Freund*innen und Fabio und meinen Mitbewohnerinnen sowie meiner Familie für jegliche Unterstützung und schließlich Herbie, denn auf den Spaziergängen konnte ich so manches besser durchdenken, Informationen verarbeiten oder mich einfach mal entspannen.

Diese Arbeit wurde vor Veröffentlichung datenschutzrechtlich geprüft. Die Personen, die namentlich genannt sind, haben dafür explizit eingewilligt (oder die jeweiligen Quellen sind öffentlich verfügbar). Die Liste mit den Namen und Organisationen meiner Expert:innen-Interviews im Anhang wurde für die Veröffentlichung entfernt. Ich habe mit 75 Personen aus Behörden, Politik, (Ab-) Wasserbetrieben, kleinen und mittelständigen Unternehmen (KMU), wissenschaftlichen Instituten, möglichen Abnehmer:innen der Düngeprodukte, Vereinen und Einzelpersonen gesprochen, die aus den unterschiedlichsten Gründen mit dem Thema der Arbeit befasst sind. Interne Dokumente von Anwält:innen oder Briefwechsel mit Behörden, die ich auswertete, wurden oft anonymisiert, genauso wie viele Aussagen aus den zahlreichen Interviews.

We are so efficient with production that we are ineffective with resource management. There is an overall issue with our „out of mind“-design about resources. We do not want to accept the fact that we waste stuff, we flush it down, but it is carbon, nitrogen and phosphorus. Waste is a label that we use to disassociate from resources that we do not want to be associated with anymore, so we can flush them down. We need to embrace the fact that we discard of things, but they don't have to be called „waste“. „Waste“ ist a problem of human conception and has pyhsical consequences, but the solution is a linguistic one. So let's stop calling them „waste“ but „discarded resources“. And we, humans, are producers and we need some producer responsibility here. So, let's remember; „waste“ is a verb, not a noun. It's an action, not an object.

Lisa Bjerke: „Is it a Waste to call it Waste?“



Abbildung 1: Verwertung der Inhalte aus Trockentoiletten in einer Kompostieranlage im Landkreis Barnim, gesammelt in der Festivalsaison im Jahr 2019
Quelle: Finizio GmbH, 2019

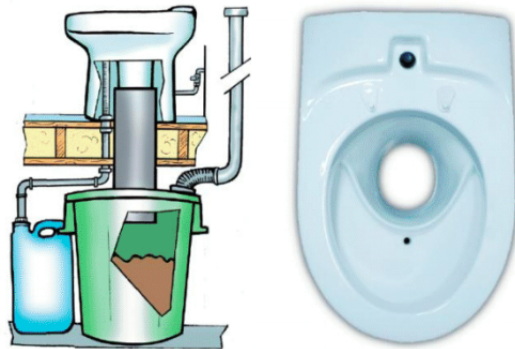


Abbildung 2: Links: Schema einer stationären Trockentoilette, rechts: Schema einer Urinentrennungsvorrichtung

Quelle: Berger, 2009



Abbildung 3: Mobile Trockentoiletten auf einer öffentlichen Veranstaltung

Quelle: Goldeimer, o.J.

Zusammenfassung

Fäzes und Urin (menschliche Fäkalien) aus Trockentrenntoiletten (TTT) können in Deutschland nicht bodenbezogen verwertet werden, da für sie keine eindeutigen Rechtsvorschriften bestehen. Umweltbehörden können im Einzelfall einer Verwertung auf privaten Geländen zustimmen. Seit einigen Jahren betreten junge Start-Ups den Markt und betreiben TTT im öffentlichen Raum. Die gesammelten Feststoffe und der Urin müssen aufgrund der rechtlichen Bestimmungen verbrannt oder über den Abwasserweg entsorgt werden, obwohl diese ein hohes Düngepotential bergen. In dieser Arbeit werden die nationalen und unionsrechtlichen Rahmenbedingungen für das Inverkehrbringen von Düngern aus Sekundärrohstoffen analysiert und die Frage nach der Anwendbarkeit für Recycling-Dünger aus menschlichen Fäkalien in Deutschland gestellt. Mit der Methode der Konstellationsanalyse wird die Frage nach einer rechtssicheren Verwertung solcher Recycling-Dünger gestellt. In einem zweiten Schritt wird ein positives Zukunftsszenario gezeichnet, welches die rechtlich abgesicherte bodenbezogene Verwertung qualitätsgesicherter Recycling-Dünger aus Fäkalien darstellt.

Abstract

Human faeces and urine from dry separation toilets cannot be used as fertilizers in agriculture in Germany because there are no clear legal provisions for them. Waste management authorities may agree to recycling on private land in individual cases. For some years now, young start-ups have been entering the market and operating dry toilets in public spaces. The collected solids and urine have to be incinerated or disposed of via the wastewater route due to legal restrictions, although they have a high fertilisation potential. This thesis analyses the national and EU legal framework for the marketing of fertilizers from secondary raw materials and poses the question of the applicability of recycled fertilizers from human faeces in Germany. Using the constellation analysis method, the question of the legally compliant utilisation of such recycled fertilizers is posed. In a second step, a positive future scenario is drawn, which represents the legally secured fertilization of quality assured recycled fertilisers from feces and urine.

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung	1
1. Ausgangslage und Motivation	2
2. Herangehensweise	17
II. Methode	20
3. Konstellationsanalyse	21
III. Ergebnisse	23
4. Düngemittel und ihre Ausgangsstoffe betreffende Gesetze und Verordnungen	24
4.1. Begriffliche Grundlagen	26
4.2. Einordnung von NASS-Produkten als potenzielle Düngemittel	29
4.3. Dünge(mittel)recht	29
4.3.1. Düngegesetz	31
4.3.2. Inverkehrbringen	32
4.3.3. Inverkehrbringen nach nationalen düngemittelrechtlichen Vorschriften .	32
4.3.4. Zugelassene Ausgangsstoffe und weitere Voraussetzungen für das Inver-	
kehrbringen	35
4.3.5. Fäzes und Urin als Ausgangsstoffe für Düngemittel	37
4.3.6. Inverkehrbringen nach der EU-Düngeprodukteverordnung	45
4.3.7. Regelungen zu Düngemitteln im ökologischen Landbau	50
4.3.8. Förderung der Kreislaufwirtschaft durch deutsches und europäisches Dün-	
gemittelrecht	51
4.3.9. Praxisbeispiele aus europäischen Ländern und den USA zur stofflichen	
Verwertung von Urin und Fäzes	52

4.4. Rechtsregime für Recyclingdünger: Abfall- oder Abwasserrecht?	57
4.5. Düngerelevante Regelungen des Abfallrechts	62
4.5.1. Kreislaufwirtschaftsgesetz	62
4.5.2. Klärschlammverordnung	69
4.5.3. Bioabfallverordnung	71
4.5.4. Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsverordnung	72
4.5.5. Standardisierung als „Wegweiser vom Abfall zum Produkt“	73
5. Konstellationsanalyse	78
5.1. IST-Konstellation	78
Abbildung der IST-Konstellation	80
5.2. SOLL-Konstellation	90
Abbildung der SOLL-Konstellation	92
IV. Synthese	95
6. Diskussion	96
7. Schlussfolgerungen und Ausblick	101
Literatur	A1
Rechtsquellenverzeichnis	A16
Liste kontaktierter Personen	A19
Abbildung aus der DIN SPEC 91421 zur Verwertung verschiedener Abfälle	A19

Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

1.	Verwertung der Inhalte aus Trockentoiletten in einer Kompostieranlage im Landkreis Barnim, gesammelt in der Festivalsaison im Jahr 2019	III
2.	Links: Schema einer stationären Trockentoilette, rechts: Schema einer Urinentrennungsvorrichtung	IV
3.	Mobile Trockentoiletten auf einer öffentlichen Veranstaltung	IV
4.	Möglichkeiten der Anpassung und Weiterentwicklung von Abwassersystemen .	16
5.	Wertschöpfungskette vom Rohstoff zum Dünger	17
6.	Mögliches Schema für ein Genehmigungsgesuch	38
7.	Abfallhierarchie gemäß AbfRRL und KrWG, § 6	62
8.	Nationale, europäische und internationale Standards und Normen	75
9.	Stakeholder-Analyse auf EU-Ebene	89

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung
AbfKlärV	Klärschlammverordnung
AbfRRL	EU-Abfallrahmenrichtlinie
Abs.	Absatz (jur.)
AOX	organische Halogenverbindungen
Art.	Artikel (jur.)
AVV	Abfallverzeichnisverordnung
BAD	Bundesarbeitskreis Düngung
BDE	Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e.V.
BGK	Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.
BioAbfV	Bioabfallverordnung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
bspw.	beispielsweise
Ca	Calcium
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
Cu	Kupfer
DBV	Deutscher Bauernverband
DIN	Deutsches Institut für Normung
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
DVK	Düngemittelverkehrskontrolle
DüMV	Düngemittelverordnung (Deutschland)
DüngG	Düngegesetz (Deutschland)
Eawag	Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz

EG	Europäische Gemeinschaft
EK	Europäische Kommission
ESPP	European Sustainable Phosphorus Platform
EU	Europäische Union
IFOAM	International Federation of Organic Agriculture Movements
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Organization for Standardization
ISOE	Institut für sozial-ökologische Forschung
JRC	Joint Research Center
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz (Deutschland)
KS	Klärschlamm
Mg	Magnesium
NASS	Neuartige Sanitärsysteme
RAL	Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.)
REACH	Europäische Chemikalienverordnung zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe
RWF	Roof Water Farm
SM	Schwermetalle
sog.	sogenannte/r
TierNebV	Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsverordnung (Deutschland)
TTT	Trockentrenntoilette
UBA	Umweltbundesamt
VDSQ	Verband zur Qualitätssicherung von Düngung und Substraten e.V.
VHE	Verbund der Humus- und Erdenwirtschaft e.V.
VO	Verordnung
vrsl.	voraussichtlich
WHO	Weltgesundheitsorganisation

Teil I.

Einleitung

1. Ausgangslage und Motivation

Die globale Durchschnittstemperatur lag 2018 etwa 1 °C über vorindustriellen Werten. Mit der Verabschiedung des Pariser Übereinkommens im Dezember 2015 verpflichteten sich die teilnehmenden Staaten Anstrengungen zu unternehmen, den Temperaturanstieg bereits bei 1,5 °C zu stoppen. Der letzte Bericht des *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) zu Klimawandel und Landsystemen hat deutlich gezeigt, dass die globale Nahrungsmittelproduktion sich grundlegend ändern muss: sie darf den Klimawandel nicht weiter befeuern. Landwirtschaft, Forstwirtschaft und andere Landnutzung sind eine der Haupttreiber des Klimawandels und sind etwa für ein Viertel der gesamten anthropogenen Netto-Treibhausgasemissionen verantwortlich. Der Klimawandel führt zu immer häufigeren und intensiveren Extremereignissen inklusive vieler weiterer negativen Folgen für die Ökosysteme und Ernährungssicherheit, die überproportional die Ärmsten und Verwundbarsten auf der Erde treffen (IPCC, 2019). Die Belastung der globalen Ökosysteme durch den Menschen hat ein Ausmaß erreicht, das die Kapazitäten des Erdsystems, sich selbst innerhalb seiner Belastungsgrenzen zu regulieren, in hohem Maße gefährdet. Die Gefahr des Anstoßens sog. Kippunkte (*tipping points*) wächst, die Ökosysteme werden so sehr aus ihrem bisherigen Gleichgewicht gebracht, dass sie irreversibel geschädigt bleiben. Insbesondere gilt dies für das Klimasystem (UBA, 2019). Es gibt viele besorgniserregende Konsequenzen als mögliche Folgen einer steigenden Kohlenstoffdioxid (CO₂) – Konzentration in der Luft. Beispielsweise lassen Forschungsergebnisse vermuten, dass wichtige Nahrungsmittel wie Reis ihre chemische Zusammensetzung verändern und weniger nahrhaft werden. Die weltweite Ernährungssicherheit wäre grundlegend gefährdet, wenn eines der Nahrungsmittel, welches Milliarden ernährt, weniger Proteine, Vitamine und andere Nährstoffe enthalten würde (Plumer, 2018). Ernährungssicherheit ist eine der 12 sozialen Grenzen, die Kate Raworth als das „soziale Fundament“ bezeichnet, welches als eine Art Mindeststandard verstanden werden soll, der nicht unterschritten werden darf. Dieses kombiniert sie mit den ökologischen Belastungsgrenzen des Planeten, welche eine „ökologische Decke“ bilden, die nicht überschritten werden sollte. Zwischen dieser Decke und dem Fundament liegt der „sichere und gerechte Korridor“, in dem sich die Menschheit bewegen sollte, daraus entwickelte sie das Bild der Erde als „Doughnut“ (Raworth, 2013). Steffen et al. (2015) identifizieren insgesamt neun globale Umweltveränderun-

gen in ökologischen, essenziellen Dimensionen. Aus diesen wird ersichtlich, dass bestimmte planetare Belastungsgrenzen und die damit verbundenen Grenzwerte für die Stabilisierung der Ökosysteme eingehalten werden müssen. Die menschenverursachte, kontinuierlich ansteigende Nutzung der natürlichen Ressourcen führt auf Dauer zu einem Überschreiten dieser Grenzen (UBA, 2019d). Sie sind bezüglich des Klimawandels und der Landnutzung bereits heute „bedenklich überschritten“, im Bereich der Biodiversität (genetische Vielfalt) und den Nährstoffströmen sogar „kritisch überschritten“ (Wiss. Dienste FB WD 5, 2017). Bei den biogeochemischen Kreisläufen von Stickstoff (N) und Phosphor (P) wurde der sichere Handlungsspielraum bereits verlassen und ein hohes Risiko gravierender Folgen besteht (Steffen et. al., 2015). Aufgrund der hohen Phosphoremissionen erreichen die europäischen Gewässer trotz jahrelanger Bemühungen den guten ökologischen Zustand im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie nicht (ES-PP, 2019). Nährstoffe belasten auf komplexe Weise die Umwelt und die menschliche Gesundheit, wenn sie durch die intensive landwirtschaftliche Produktion in einigen Gegenden der Welt in den Wasserkreislauf und schließlich in die Meere gelangen. Die komplett aus dem Gleichgewicht geratenen Nährstoffverschiebungen reaktiver Stickstoff-Verbindungen und Phosphate eutrophieren Gewässer und führen zu sog. „Todeszonen“. Diese vollkommen sauerstofffreien Flussmündungen von Meeren entstehen durch Fließgewässer, die aus landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten kommen (HBS, 2017). Als Konsequenz breiten sich Ozean-Zonen mit niedrigen Sauerstoffgehalten aus und haben sich seit den Sechzigerjahren mehr als verzehnfacht (IUCN, 2019).

Stickstoff (N) wird mit erheblichem Energieaufwand aus dem Abwasser in den zentralen Kläranlagen entfernt und anderenorts höchst energieaufwändig gezielt für die Düngerproduktion mithilfe des Haber-Bosch-Verfahrens¹ hergestellt. Weltweit nutzt die Düngemittelindustrie etwa 1 % der global produzierten Energie dafür, sie ist somit einer der größten industriellen Energieverbraucher (WD 5 2018). Etwa die Hälfte der Menschheit existiert nur aufgrund dieser künstlichen Stickstoffdüngerproduktion (University of Oxford, o.J.), die Nahrungsmittelsicherheit immerhin für jene garantiert, die sich Düngemittel leisten können. Die Vorstellung, dass Kartoffeln „dank der Kraft der Sonne“ wachsen, ist „ein trauriger Irrtum“, wie Howard Odum bereits 1971

¹Bei diesem Verfahren wird Luftstickstoff mit Hilfe von Katalysatoren unter hohem Druck und hoher Temperatur zu Ammoniak umgewandelt (LANUV, o.J.).

feststellte: „Im Industriezeitalter isst der Mensch Kartoffeln, die zum Teil aus Öl bestehen“ (Madison, 1997, S. 209).

Phosphor (P) ist eine knappe Ressource, denn es ist essenziell, nicht synthetisierbar und nicht substituierbar (WBGU, 2016). Die Reichweite der weltweiten Vorräte ist umstritten, die Prognosen dazu schwanken zwischen 50-200 Jahren, je nach ökonomischen Voraussetzungen, den jeweils zur Verfügung stehenden Technologien und neueren Funden (ESPP, 2019). Als kritische Ressource ist Phosphatgestein in nativer Form nur begrenzt in wenigen Ländern außerhalb Europas vorzufinden und Deutschland ist von Marokko und China zu 100 % importabhängig. Phosphatgestein steht seit 2014 auf der Liste kritischer Rohstoffe der EU und ist gleichzeitig Hauptursache für die Uran- und Cadmiumkontamination der hiesigen Böden. Es hat zudem eine begrenzte Düngewirkung und eine qualitative Verschlechterung ist zukünftig zu erwarten. Die Förderung von Rohphosphat ist darüber hinaus mit einem hohen Energiebedarf verbunden (Bundesrat, 2017a; UBA, 2019c; Cordell, 2009). Heintz (2014) argumentiert, dass das globale „Phosphor-Problem“ von einem Knappheitsproblem zu einem Verschmutzungsproblem mit schwerwiegenden Folgen geworden ist. Letzteres trifft allerdings nur auf die Regionen zu, in denen sich die Landwirt:innen² Dünger leisten können.

Der Abbau und die Lagerung von Kali-Salzen, die zur Produktion von Kalium (K) für die Düngerproduktion genutzt werden, ist ebenso mit erheblichen negativen Umweltauswirkungen verbunden, denn die salzhaltigen Abwässer gefährden Grund- und Fließgewässer. Mögliche Wiederinbetriebnahmen von Abbaustätten in Deutschland stoßen auf wenig Akzeptanz in der Bevölkerung in Deutschland (Beyer, 2019). Global betrachtet gilt K, wie P, als Mangelressource (Winker et al., 2017).

Der Kohlenstoffspeicher der Böden ist etwa dreimal so groß wie der der Atmosphäre. Seit Beginn der Landwirtschaft haben die Böden etwa 150 Gigatonnen (Gt) Kohlenstoff (C) verloren (Smith, P. et al. 2019). Boden und Bodennutzung kommt daher eine Schlüsselrolle beim Klimaschutz zu, der C ist dort als organische Bodensubstanz, im Humus, durch Bindung an und Einschluss in mineralische Partikel im Boden gespeichert. Flessa (2019) konstatiert, dass standortoptimierter Humusaufbau bzw. -management zentraler Bestandteil einer nährstoff- und

²In dieser Arbeit sollen durch diese Schreibweise alle sozialen Geschlechter und Geschlechtsidentitäten in einem Wort repräsentiert werden.

ressourceneffizienten Landwirtschaft ist, welche die Bodenfruchtbarkeit langfristig sichert und umwelt- sowie klimabelastende Stoffausträge verringert. Das Umweltbundesamt (UBA) (2019) stellt ebenso fest, dass eine bodenschonende und humusmehrende Landbewirtschaftung der Atmosphäre auf natürlichem Wege CO₂ entnimmt.

Klimaschutz und Rohstoffinanspruchnahme sind eng miteinander verbunden, eine Transformation hin zu einer nachhaltigen und zukunftsfähigen Gesellschaft, welche sich innerhalb der planetaren Belastungsgrenzen bewegt, ist nur durch die gemeinsame Betrachtung möglich. Es gilt, sowohl die Inanspruchnahme von Ressourcen auf ein umweltverträgliches Maß zu reduzieren als auch die Emission von Treibhausgasen weitestgehend zu minimieren (UBA, 2019, S. 38-40). Reaktionsmöglichkeiten auf den Klimawandel im Ernährungssystem sind an vielen Punkten der Wertschöpfung, von der Produktion bis zum Verbrauch, einsetz- und ausbaubar (IPCC, 2019, S. 5). Das aktuelle System der industriellen Nahrungsmittelproduktion verschiebt die Nährstoffe und den Kohlenstoff linear entlang der Wertschöpfungskette. Erben & Hofmann (2019, S. 5) stellen fest, dass *„eine zentrale Ursache für gegenwärtige Umweltprobleme und Ressourcenknappheit (...) in der linearen Logik“* liegt. Dabei werden Ressourcen so genutzt, dass sie *nicht* in natürliche Kreisläufe zurückgeführt werden und meist in Form von Emissionen die Umwelt belasten. Die Europäische Kommission (EK) (2019) stellt fest: *„Es liegt auf der Hand, dass das lineare Modell des Wirtschaftswachstums, auf das wir uns bisher gestützt haben, für die Erfordernisse der heutigen modernen Gesellschaft in einer globalisierten Welt nicht mehr geeignet ist. Wir können unsere Zukunft nicht auf einem Modell der Wegwerfgesellschaft aufbauen. Viele natürliche Ressourcen sind begrenzt; deshalb müssen wir ökologisch und wirtschaftlich nachhaltige Wege finden, um sie zu nutzen“*. Das Konzept der Kreislaufwirtschaft zielt aus der Sicht der EK darauf ab, *„den Wert von Produkten, Stoffen und Ressourcen innerhalb der Wirtschaft so lange wie möglich zu erhalten und möglichst wenig Abfall zu erzeugen“* (UBA, 2019, S. 360). Durch das Schließen von Kreisläufen kann nicht nur die Ressourceneffizienz gesteigert, sondern auch die Ressourceninanspruchnahme insgesamt gesenkt werden. Dabei bemisst sich der Erfolg der Kreislaufwirtschaft an der Fähigkeit, *„den Output von Materialien als Abfälle in letzte Senken zu reduzieren und gleichzeitig eine Schadstoffanreicherung in den Stoffkreisläufen zu verhindern“*. Die Materialien *„sollen dabei möglichst in ihrer bisherigen Funktionalität in ei-*

nem Materialkreislauf gehalten werden. Auf diese Weise können die Ressourcenpotenziale der Abfälle möglichst weitgehend genutzt werden, um den Einsatz von Primärrohstoffen und damit verbundene Umweltauswirkungen zu reduzieren. Wichtig ist die Frage, in welchem Umfang Abfälle nicht nur ordnungsgemäß behandelt werden, sondern daraus auch qualitätsgesicherte Sekundärrohstoffe und Produkte erzeugt werden können“ (UBA, 2019, S. 360). Das 2015 verabschiedete Paket zur Kreislaufwirtschaft gilt als Rahmen der Ressourceneffizienzpolitik der Europäischen Union (EU), in dessen Zuge harmonisierte Vorschriften für organische Düngemittel eingeführt wurden, die eine Umwandlung von Abfällen in Sekundärrohstoffe und schließlich Dünger erleichtern sollen (EK, 2019).

Die Bodenfruchtbarkeit wird definiert als potentielle Kapazität des Bodens für Pflanzen Nährstoffe bereit zu stellen (IFOAM, 2014). Diese zu fördern ist ein Kernelement des ökologischen Landbaus. Im Gegensatz zur konventionellen Landwirtschaft, die meist mit mineralischer Düngung direkt die Pflanze düngt, wird im ökologischen Landbau mit organischen Düngemitteln die Bodenfruchtbarkeit erhalten (Hoffmann, 2014). Beide Formen der Landwirtschaft müssen mithilfe von Düngern dem System die Stoffe zurückführen, die sie als Pflanzenbiomasse entnehmen.

N, P und K aus der menschlichen Nahrung werden als Fäkalien in Mitteleuropa üblicherweise in der Schwemmkanalisationen gesammelt, mit Schadstoffen vermischt und zentral abgeleitet. Neuartige, stoffstromtrennende Sanitärsysteme („NASS“)³ ermöglichen die Sammlung nicht mit Wasser vermischter menschlicher Fäkalien, also der festen Phase Fäzes und der flüssigen Phase Urin, und dessen anschließende Nutzung als Düngemittel. Sie basieren auf der getrennten Erfassung von häuslichen/kommunalen Stoffströmen direkt am Entstehungsort (DWA, 2010, S. 7). Trockentrenntoiletten (TTT), die Fäzes und Urin als feste und flüssige Phase getrennt erfassen bzw. Komposttoiletten, bei denen die Fäkalien trocken, aber gemischt, gesammelt werden, sind ein elementarer Teil von NASS. Eine Trennung der Ströme ist nicht unbedingt notwendig, die sehr weitgehende Ressourcennutzung steht im Vordergrund (DWA, 2010). Komposttoiletten be-

³Der Begriff wurde in Deutschland von der DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) eingeführt. Weitere gebräuchliche Bezeichnungen sind: Ökologische Sanitärversorgung (ecological sanitation, EcoSan), Alternative Wassersysteme (AWS), Nachhaltige Sanitärsysteme, Decentralised Sanitation and Reuse (DeSa/R), Innovative oder Ökologische Sanitärkonzepte oder Sustainable Sanitation (SuSan) (DWA, 2014).

tonen „im Sinne der Nachhaltigkeit als Leitwert (...) ökologische Kreisläufe“ (Vetter, 2017, S. 176). Seit 2010 erfuhren sie einen erheblichen Popularisierungsschub durch die Verbreitung des Konzepts der Terra Preta (eine fruchtbare Schwarzerde) und haben sich vermehrt zum Standard in alternativen Projekten, Ökodörfern und Camps entwickelt (Vetter, 2017). In Kleingärten, urbanen Gemeinschaftsgärten und Ökosiedlungen werden Kompost- bzw. Trockentrenntoiletten seit vielen Jahren genutzt (Lettow, 2015). Seit Anfang der 90er Jahre entstanden vor allem in Hamburg, Kiel, Berlin und Bielefeld ökologisch orientierte Wohnsiedlungen, die konsequent alternative Abwasserkonzepte umsetzten. Die weltweit größte Ansammlung von Komposttoiletten an einem Ort befindet sich in Bielefeld. Dort stehen ca. 70 Anlagen in der Siedlung Waldquelle, in der erstmalig Komposttoiletten mit Toilettenanschlüssen in bis zu vierstöckigen Häusern eingebaut wurden (Berger, 2008). TTT finden regen Zulauf und sind zunehmend auch in öffentlichen Räumen, auf Stadtfesten und Festivals, (Kletter-)Parks oder in Waldkindergärten zu finden. Mittlerweile werden sie immer häufiger in der Planung bei Neuerschließungen und bei Sanierung im Bestand als Alternative zu konventionellen Sanierungsmaßnahmen für bestehende, über- oder unterlastete Systeme integriert. Der Bedarf an kostengünstigen und umweltfreundlichen Verfahren für die Fäkalienentsorgung hat stark zugenommen (Berger, 2008). Lange fielen solche Produkte aus der „trockenen Sanitärversorgung“ in Deutschland außerhalb des Privaten nicht in nennenswertem Umfang an. Allerdings haben sich seit 2012 eine nennenswerte Anzahl kleiner und mittelständischer Unternehmen (KMU) in Deutschland gegründet, die gewerblich Trockentoiletten im öffentlichen Raum betreiben und jedes Jahr hunderttausende Liter Urin und hunderte Tonnen Fäzes menschlichen Ursprungs sammeln (Finizio GmbH, 2019). Im Jahr 2019 ist erstmalig eine gewerbliche Pilotanlage genehmigt worden, die Fäzes mit Zuschlagstoffen zu Humus verwertet(e). Im Frühjahr 2020 werden diese für landwirtschaftliche Feldversuche verwendet werden (Finizio GmbH, 2019). Der Betrieb von TTT ist zwar immer noch ein Nischenphänomen in Anbetracht der umgesetzten Mengen, dennoch wächst dieser junge, dynamische Markt und die Nachfrage nach TTT steigt laut Aussage der KMU stetig. In Deutschland dürfen allerdings derzeit keine Recyclingdünger aus menschlichem Urin oder Fäzes hergestellt werden. Aufgrund der rechtlichen Bestimmungen wird gesammelter Urin von Großveranstaltungen üblicherweise über die Kläranlage entsorgt und der gesammelte Fäzes wird verbrannt. Dies steht der

Motivation der KMU, regionale Wertschöpfungsketten zu schließen, entgegen. Weiterhin verlieren sie an Glaubwürdigkeit bei den Nutzenden, wenn die (behandelten) Fäkalien nicht kreislauforientiert verwertet werden. Für die gewerblich agierenden KMU ist deutschlandweit keine Lösung in Sicht, denn für eine bodenbezogene Verwertung, also eine Abgabe an Kompostwerke, bräuchte es einen passenden Abfallschlüssel, der jedoch nicht existiert. Die bodenbezogene Verwertung hygienisierter Inhalte aus TTT stellt in der deutschen Rechtslandschaft einen „blinden Fleck“ dar und ist auf Bundesebene als uneindeutig und nicht abschließend geregelt zu bewerten.

Unbehandelte menschliche Fäkalien sind jedoch gleichzeitig ein ernstzunehmendes seuchenhygienisches Risiko. Es existieren allerdings Aufbereitungsverfahren, welche die Krankheitserreger effektiv inaktivieren, dies ist z.B. durch thermophile Kompostierung möglich (DWA, 2014). Ein wesentliches weiteres Risiko des Schadstoffeintrags besteht bezüglich der Arzneimittelrückstände im Urin, diese könnten z.B. mittels Aktivkohlefiltrierung bei getrennter Erfassung von Urin gezielt eliminiert werden (Krause et al. 2020). Die gezielte Forschung zur Düngung mit Urin sowie Urin-basierten Recycling-Düngern, als auch mit aufbereiteter Fäzes findet international und national statt. In anderen Ländern ist zumindest die Düngung mit Urin legal. Während in Schweden schon viele Jahre großmaßstäblich mit Urin in der Landwirtschaft gedüngt wird, wurde 2018 der erste Dünger weltweit in der Schweiz explizit zugelassen, der auf getrennt erfasstem, aufbereiteten, menschlichen Urin basiert.

Unzählige Quellen belegen, dass die Teilströme Fäzes und Urin ein hohes, ungenutztes Düngepotential für schwermetallarmes Nährstoffrecycling bergen. Sie können alle Pflanzennährstoffe, inklusive C, der ebenso mit der Ernte dem Boden verloren geht, rückführen und so effektiv konventionelle Mineraldünger substituieren (Viskari et al., 2018; Nagy 2019; Riesbeck, 2013; Simons, 2008; Clemens et al., 2008).

Die Düngewirkung menschlichen Fäzes und Urin kann „relativ gut“ abgeschätzt werden und das Potential von Urin, mineralischen Dünger in Deutschland zu ersetzen, liegt, je nach Makroelement, zwischen 17 und 25 % (DWA, 2015, S. 131). Urin stellt nur etwa 1 Vol.-% des konventionellen Abwasserstroms dar, beinhaltet dennoch gleichzeitig etwa 80 % des N sowie mindestens die Hälfte des P und K des gesamten Abwassers. Im Durchschnitt „produziert“ jede Person da-

mit jährlich bis zu 4 kg N, 0,55 kg P und etwa 1 kg K pro Jahr (Schönning, 2001; ESPP, 2019). Meinzinger (2010) schätzte, dass weltweit etwa 25 % N, 20 % P und 33 % K, die dem Boden in Form von konventionellen Düngemitteln zugeführt werden, durch die Nutzung menschlicher Fäkalien ersetzt werden können (in Krause, 2019, S.10). Durch das stoffstromgetrennte Sammeln von Fäkalien, die eine Mischung aus der festen Phase Fäzes und der flüssigen Phase Urin sind, können direkt Düngemittel produziert werden, denn sie beinhalten alle Pflanzennährstoffe. Menschlicher Urin kann mit oder ohne Vorbehandlung als Dünger genutzt werden (DWA, 2010), zudem sind die Nährstoffgehalte in unbehandeltem Urin höher als in Gülle (DWA, 2015).

Die DWA (2014, S. 24) stellt fest, dass in der derzeitigen Praxis die neuartigen Produkte, „über die bisherigen rechtlichen Regelungen kaum erfasst sind (...), was deren (z. B. landwirtschaftliche) Nutzung erschwert“. Im Jahr 2020 existiert diese bundesweite rechtliche Grauzone weiterhin, eine Verwertung als Dünger ist nur in wenigen (privaten) Bereichen eindeutig zugelassen: in den meisten Kleingärten und auf Privatgeländen einiger Ökosiedlungen. Auch weltweit werden rechtliche Barrieren als Hauptproblem bei der Vermarktung von Düngeprodukten aus menschlichen Fäkalien gesehen (Moya et. al., 2019). Dabei schließen internationale Organisationen wie die Weltgesundheitsorganisation (WHO) oder die Internationale Vereinigung der ökologischen Landbaubewegungen (IFOAM) Fäkalien zu Dünge Zwecken nicht aus, sondern geben konkrete Hinweise zu hygienischen Anforderungen für eine bodenbezogene Verwertung. Die WHO (2006) hat eigens Richtlinien zur Verwertung menschlicher Fäkalien herausgegeben, die unterschiedliche Hygienisierungsverfahren und Sicherheitsfaktoren beinhalten.

Diese Arbeit analysiert die deutschen und unionsrechtlichen („EU-Recht“) Rahmenbedingungen für menschliche Fäkalien als potentielle Ausgangsstoffe für Düngemittel. Es wird ausgewertet, welche Gesetze und Verordnungen (VO) für das Inverkehrbringen und Anwenden von Recyclingdüngern aus Fäzes und Urin einschlägig sind. Auf Basis dieser Recherche, in Kombination mit Expert:innen-Interviews⁴ und weiteren Recherchen zu Akteur:innen, wurde mit der Konstellationsanalyse eine IST- und eine SOLL-Konstellation erstellt. Erstere stellt den aktuellen Zustand mit der rechtlichen Grauzone dar, während die zweite ein positives Zukunftsszenario

⁴Sollte eine Quellenangabe nicht zu finden ist, könnte sie sich auf ein Interview mit einer Person, die in der Liste im Anhang zu finden sind, beziehen. Dann wird der Nachname der Person genutzt. Einen Großteil der Interviews musste ich allerdings aus Datenschutzgründen anonymisieren.

zeichnet, in welchem die bodenbezogene Verwertung hygienisierter Recycling-Dünger aus Fäkalien rechtlich eindeutig zulässig ist.

Hintergrund

In der Siedlungswasserwirtschaft sprechen viele von veränderten Rahmenbedingungen, „*erweiterten Zielen*“, „NASS als Antwort“, einem Paradigmenwechsel oder „den Wandel gestalten“. Manche nennen es notwendige „Systemtransformationen“, damit die Abwasserentsorgung (in ländlichen Gebieten) weiterhin funktioniert (Steinmetz et al., 2019, S. 91). „Transformationen“ sind „geplante und ungeplante“ Prozesse eines grundlegenden Wandels auf mehreren Ebenen, die ein hohes Maß an Unsicherheit mit sich bringen. Sie müssen auch nicht zielgerichtet ablaufen, sondern können vielmehr als ein „Such- und Lernprozess“ verstanden werden (Winker et al., 2017, S. 40). Die Diskussion über eine Transformation der Wasserinfrastrukturen begann vor über 20 Jahren, dabei wurden NASS als eine der Innovationen identifiziert. Tatsächlich verwirklicht wurden in der Praxis allerdings (quantitativ) wenige neuartige Strukturen (Winker et al., 2017). Die Rahmenbedingungen haben sich nun insofern verändert, als dass gewerbliche KMU mittlerweile im „hunderte Tonnen“-Bereich Fäzes auf öffentlichen Veranstaltungen sammeln und in den letzten Jahren vermehrt in den offiziellen Dialog mit Behörden getreten sind.

Eines der Hauptargumente für ein gemeinsames, zentrales, Ableiten und Vermischen aller Abwässer, welches auch von Behörden und Ministerien vertreten wird, sind die seuchenhygienischen Bedenken, also die Gesundheitsvorsorge. Die Schaffung einer Schwemmkanalisation inklusive „Wasserklosetts“ war eines der bedeutendsten Großprojekte des 19. Jahrhunderts und eine massive hygienische Errungenschaft. Die zentrale Entsorgung war eine tiefgreifende strukturelle Folge aus der Erkenntnis des Zusammenhangs zwischen verschmutztem Wasser und Cholera. Während die Vertreter:innen aus der Landwirtschaft sowie manche Bürger:innen die „Abfuhr“ erhalten wollten, sprachen sich Hygieniker:innen und Ingenieur:innen für die Schwemmkanalisation aus. Erstere wollten die Fäkalien weiterhin von den übrigen Abwässern trennen, diese stofflich nutzen und gleichzeitig die Flüsse reinhalten, während letztere sich um die Verseuchung des Bodens durch die Abwassergruben sorgten bzw. auf Aufträge für „Wasserklosetts“ hofften. Nach einem jahrzehntelangen Ringen setzten sich die Kanalisationsanhän-

ger:innen durch und mit ihnen eine neuartige Vorstellung von „Abfall“. Die Mischkanalisation stellte eine einfache Lösung dar, „störende“ Stoffe wurden weggeschwemmt und die mit diesen einhergehenden Gerüche verschwanden ebenfalls (Heihoff, o.J.). Die Ablösung der *„Toilette als Nährstofflieferantin“* war nicht so unumstritten wie manche denken mögen, nachzulesen ist dies bspw. in der Promotion von Vetter (2017, S.178).

In der deutschen Landwirtschaft und im Gartenbau werden Nährstoffe und C hauptsächlich über Klärschlamm (KS), Kompost und Gülle in den Boden rückgeführt. Bereits 2013 wurde die „Klärschlammwende“ im Koalitionsvertrag angekündigt. Mit dem Inkrafttreten der novellierten KS-VO im Jahr 2017 wurde dann dieser Paradigmenwechsel, hin zu der thermischen KS-Verwertung mit einer Fokussierung auf P-Rückgewinnung, rechtlich verankert. Diese Neuausrichtung der KS-Entsorgung beendet für viele Kläranlagen mittelfristig die bodenbezogene Verwertung. Nach einer Übergangszeit ist diese nur noch für kleine Kläranlagen mit bis zu 10.000 angeschlossenen EW zulässig, die etwa 12 % des anfallenden Abwassers in Deutschland klären. Die bodenbezogene Verwertung verlor in den letzten Jahren (trotz großer Unterschiede zwischen den Ländern) tatsächlich kontinuierlich an Akzeptanz aufgrund der organischen Schadstoff- und Schwermetallgehalte und ist seit 2000 rückläufig. Insgesamt ist der Schadstoffgehalt kommunaler KS in den letzten 40 Jahren zwar um rund 90 % zurückgegangen, dennoch ist bei einzelnen organischen Schadstoffen eine Belastungsstagnation eingetreten. 2016 wurden nur noch knapp ein Drittel jener circa 1,8 Mio Tonnen Schlämme in Landwirtschaft und bei Maßnahmen im Landschaftsbau zu Düngezwecken eingesetzt. Das Volumen der KS, die verbrannt werden, stieg folglich kontinuierlich an (UBA, 2018; BMU, 2018). Der Großteil der kommunalen Schlämme wird also mittlerweile verbrannt. 2018 wurden bereits 74 % dieser, insgesamt rund 1,3 Mio Tonnen, thermisch verwertet. Jener Trend wurde, wie zuvor erläutert, in den rechtlichen Rahmenbedingungen verankert und führte in der Folge zu erheblichen Investitionen in Verbrennungskapazitäten. 2018 und 2019 prägten Entsorgungsengpässe und „-notstände“ sowie hohe Preise den deutschen Markt. Während eine Stadt in Nordhessen sich, entgegen dem Trend, für eine Vererdungsanlage entschied und Zementhersteller die Mitverbrennung von KS als klimafreundlicheren Entsorgungsweg erachten, ist ein massiver Ausbau von KS-Monoverbrennungsanlagen zu beobachten. Die bestehenden 23 Anlagen werden

gemeinsam mit den 33 neuen Anlagen sowie den neuen Zweckverbänden, Gesellschaften und „KS-Kooperationen“ die zukünftige neue Infrastruktur bilden (Ritterbusch, 2019; Euwid, 2020). Lange Transportwege zu den Trocknungs- und Verbrennungsanlagen werden stattfinden müssen und zu den Orten der Verwertung werden etwa 240.000 LKW-Ladungen pro Jahr anfallen (Ritterbusch, 2019).

Der zweite wegweisende Teil der novellierten KS-VO ist die Verpflichtung den im kommunalen Abwasser bzw. KS enthaltenen P zurückzugewinnen. Ab 2029 gilt die Rückgewinnungspflicht für Kläranlagen mit mehr als 100.000 EW, ab 2032 ebenfalls für alle Anlagen mit mehr als 50.000 EW. Dies führt zu Investitionen in P-Rückgewinnungstechnologien und vermehrte Forschungsaktivitäten in diesem Bereich. Förderschwerpunkte im Bereich der Abwassertechnik wie „Wertstoffrückgewinnung und -bereitstellung“, die Nährstoffe aus dem Abwasser und KS gewinnen, sollen folgen (Kaufmann Alves, 2015; Euwid, 2020). In der in den (politischen) Ausschüssen debattierten Entwürfen der VO zur Neuordnung der KS-Verwertung hieß es zwar: *„Mit der Verordnung soll (...) der Einstieg in die Rückgewinnung von P und anderen Nährstoffen aus KS und in die Beendigung der bodenbezogenen KS-Düngung rechtlich verankert werden“* (Bundesrat, 2017 a). Dennoch stellt der VQSD (2016) einen Fokus *allein* auf P fest, denn im finalen Referentenentwurf gibt es keine Regelungen, die etwa *„zur Gewinnung von Stickstoff, Nährstoffen und Humus verpflichten“*. Der VQSD kritisiert, *„dass weitere wertgebende Inhaltsstoffe mit der Verbrennung unwiederbringlich zerstört werden“*. Dies sei ein Widerspruch zur Vorgabe der Abfallhierarchie, die Ressource Abfall möglichst umfassend zu nutzen. Im Durchschnitt enthält KS N-Verbindungen von etwa 44.000 mg kg⁻¹ TM (Bundesrat, 2017a, S. 86) und einen großen Anteil organischer Substanz, der für die Humusbildung vorteilhaft ist. Einerseits geht durch die thermische Verwertung ein großes Sekundärrohstoffpotential verloren, andererseits fungiert der KS generell als zentrale Schadstoffsенke durch die Aufkonzentration organischer Schadstoffe und Schwermetalle (SM), die besonders in Städten anfallen. Das UBA (2019, S. 181) teilt mit, dass *„letztlich (...) die Entscheidung über die zukünftige KS-Entsorgung nicht ausschließlich durch die P-Rückgewinnung, sondern durch die Entsorgungssicherheit begründet [ist]“*.

Mikroschadstoffe, die durch den Urin in die Kläranlagen und durch die oft fehlende vierte Reinigungsstufe in die Fließgewässer gelangen, sind u.a. Antibiotika. Durch ihre hohe Persistenz

sind sie in unterschiedlichen Umweltkompartimenten zu finden. Der massive punktuelle Eintrag von Antibiotika-Kontaminationen in die weltweiten Flusssysteme durch Klärwerksabläufe stellt ein beachtliches, bisher wenig öffentlich diskutiertes, Problem dar. In 65 % von 711 untersuchten Proben aus 72 Ländern in sechs Kontinenten fanden sich Rückstände der 14 häufigsten Antibiotika. Dieses Problem zu lösen sei eine „Mammutaufgabe“ (University of York, 2019). Die Auswirkungen von Antibiotika-Rückständen auf Umwelt und menschliche Gesundheit ist noch weitgehend unerforscht. Allerdings konnte gezeigt werden, dass Antibiotika-Rückstände durch das Zusammentreffen mit Krankheitserregern aus Kläranlagen auch in deutschen, bisher nur stichprobenartig untersuchten, Gewässern zu einer erhöhten Anzahl multiresistenter Keime führen (Rieck, 2019). In allen Frankfurter Gewässern wurden 2018 multiresistente Keime gefunden, in der Folge riet das Gesundheitsamt vom Schwimmen in den örtlichen Gewässern ab (FR, 2018). Die WHO stuft die Ausbreitung jener Keime als „*ernstzunehmende globale Gefahr für die weltweite Gesundheit*“ ein (WHO, 2018). Wenngleich der Antibiotika- und Hormoneintrag in den Boden über tierische Gülle deutlich höher ist als jener mit Urindüngern (bei gleicher Nährstoffapplikation), ist ein direkter Vergleich nicht möglich, da für Menschen ein deutlich breiteres Spektrum an Pharmazeutika verordnet wird als in der Tiermedizin üblich (Clemens et al., 2008, S. 1124). Die Datenlage für einen solchen Vergleich war im Jahr 2019 immer noch nicht ausreichend (Krause et al., 2020). Es wäre zukünftig zu prüfen, ob eine thermophile Kompostierung Antibiotika in einem ausreichenden Maß abbaut.

Die Rückgewinnungspflicht für P durch die novellierte VO führt dazu, dass die Monoverbrennung als erste Option für die KS-Entsorgung gewählt werden wird. Dennoch spielen auch andere „Nährstoffrezyklate“, die mithilfe chemisch-technischer Extraktionsverfahren aus Abwasser oder KS hergestellt werden, eine immer bedeutendere Rolle. Dabei kann P direkt in der Wasserphase (des Faulschlamm) oder im anfallenden Zentrat nach der KS-Entwässerung rückgewonnen werden. Dies geschieht durch die Zugabe von Salzen (z.B. Mg- oder Ca-Salze). Der pH-Wert muss ggf. angehoben werden, bis die Löslichkeit bestimmter Mineralverbindungen überschritten wird, so dass diese ausfallen und abgetrennt werden können. Typische Rezyklate sind Struvit ($\text{NH}_4\text{MgPO}_4\cdot 6\text{H}_2\text{O}$) oder Calciumphosphate (UBA, 2019c, S. 79). Das UBA (2019c, S. 4) verglich diese in einer Ökobilanz mit Rohphosphaten und kam zu dem Schluss, dass diese tech-

nische P-Rückgewinnung „unter bestimmten Bedingungen ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll ist“. In jener Studie wurde dabei nicht auf die Pflanzenverfügbarkeit eingegangen, dennoch wird angenommen, dass diese aufgrund der hohen Wasserlöslichkeit hoch sei (UBA, 2019c, S. 134). In einer anderen UBA-Studie (2019e, S. 6) wurden ausgewählte Antibiotikarückstände in Rezyklaten getestet, bei allen Verfahren wurde dabei eine signifikante Abreicherung festgestellt. Weiterhin verbraucht das Ausfällen dieser Nährstoffrezyklate Energie und zusätzliche Eingangsstoffe wie z.B. Säuren. Die Düngereffizienz von P aus KS-Aschen wurde von mehreren Interviewpartner:innen meiner Recherche bezweifelt und auch Krabbe und Kraus (2016) stellten diese zumindest infrage. Struvit kann auch aus separat erfasstem menschlichen Urin hergestellt werden, dies führe zu einem „sehr sauberen Phosphordüngerprodukt, das weitgehend frei von Mikroverunreinigungen und Schwermetallen ist“ (Simons, 2008, S. 31). Speziell im ökologischen Landbau gibt es einen hohen Bedarf nach P-Düngern, auch nach solchen P-Rezyklaten wie Struvit (Hoffmann, 2014).

Bei der Diskussion über zukünftige, an die jeweiligen regionalen Rahmenbedingungen angepassten, potentiell neuen Ver- und Entsorgungssysteme sollte auch der Energiebedarf dieser eine Rolle spielen. Durch das vorherige Abtrennen und Nicht-Einleiten von Urin und Fäzes in die zentrale Kanalisation würde eine Kläranlage um rund 60 % ihrer Schadstoffe entlastet (Züfle, o.J.). Waternet, Amsterdams Wasserversorger, gibt an, dass eine separate Urinsammlung den Energieverbrauch und die Größe der Klärwerke um die Hälfte senken würde (Waternet, o.J.). Kläranlagen sind mit durchschnittlich 20 % i.d.R. die größten Stromverbraucher im kommunalen Bereich (UBA, 2009, S. 3). Der durchschnittliche spezifische Stromverbrauch für die Ab- bzw. Trinkwasserreinigung liegt bei 34 bzw. 29 kWh pro Einwohner:in und Jahr, dies entspricht etwa einem Anteil von 6 % des privaten Stromverbrauchs. In den Fäkalien sind, wie zuvor dargestellt, Ressourcen enthalten deren Rückgewinnung ein wichtiger Beitrag für das Schließen von Stoffkreisläufen sein kann. Da jegliche Nutzung von Düngemitteln aus nicht-erneuerbaren Quellen sowie die etablierte Abwasserbehandlung (und Trinkwasserbereitstellung) ressourcen- und energieintensiv ist, kann die Abwasserbehandlung „nicht allein als dem Gewässerschutz unterworfen aufgefasst werden“ (Winker et al., 2017, S. 31). Die Siedlungswasserwirtschaft muss „ganzheitlicher“ in den Blick genommen werden. Die DWA (2010) stellte bereits vor zehn Jah-

ren fest, dass das System der Schwemmkanalisation mit zentraler Abwasserreinigung weltweit weder möglich noch erstrebenswert ist. Auch in Deutschland können NASS eine wichtige Rolle spielen, da das zentrale System nicht ökonomisch mit Ressourcen umgeht, verhältnismäßig teuer und häufig überdimensioniert ist, was zu erhöhtem Wartungsaufwand, vermehrten Betriebsproblemen und steigenden Abwassergebühren führt (Magazowski, 2017, S. 1).

Baron und Kaufmann Alves (in Steinmetz et al., 2019) diskutieren die Möglichkeiten der Anpassung und Weiterentwicklung von Abwassersystemen in ländlichen Gebieten, wie dargestellt in Abb. 4, und stellen fest; *„Es können zwischenzeitlich Übergangslösungen, Restsysteme und Mischformen resultieren, die eine Zuordnung zum geltenden Regelwerk und zu Bewertungsmaßstäben schwierig machen. Vor diesem Hintergrund ist die Erforschung und Verbreitung von Methoden zu Systemtransformationen notwendig, damit die Abwasserentsorgung in ländlichen Gebieten auch in Zukunft funktionsfähig und wirtschaftlich bleibt“* (Steinmetz et al., 2019, S. 91). Insgesamt ist festzustellen, dass es auch in Städten und auf öffentlichen Groß-Veranstaltungen den Bedarf gibt, „ressourcenorientierte Systeme“ umzusetzen, wie unzählige Pilotprojekte und Forschungsvorhaben in und außerhalb der Städte beweisen. Die uneindeutige Rechtslage betrifft all jene, die in größerem Maßstab trocken gesammelte Fäkalien bodenbezogen verwerten wollen.

Magazowski (2017) vermutet, dass NASS fester Bestandteil von Abwasserbehandlungsmöglichkeiten werden und sie das konventionelle System dort ergänzen, wo es nötig ist. Ein *„bunter Mix von individuellen und flexiblen Lösungen“* wird sich entwickeln (Magazowski 2017, S.228). Gelegenheitsfenster öffnen sich immer dann, wenn dringender Sanierungsbedarf ansteht (Winker et al., 2018) oder wenn die nächsten Sommerdürren anstehen und einzelne Regionen Wassermängel zu beklagen haben. In der folgenden Abbildung werden die Möglichkeiten zur Weiterentwicklung von Abwassersystemen allgemein dargestellt. Dafür müssten neuartige Systeme ermöglicht werden, wie es die Graphik darstellt; im Falle des gewerblichen Betriebs von TTT müsste das Anpassen der rechtlichen Rahmenbedingungen noch hinzugefügt werden.

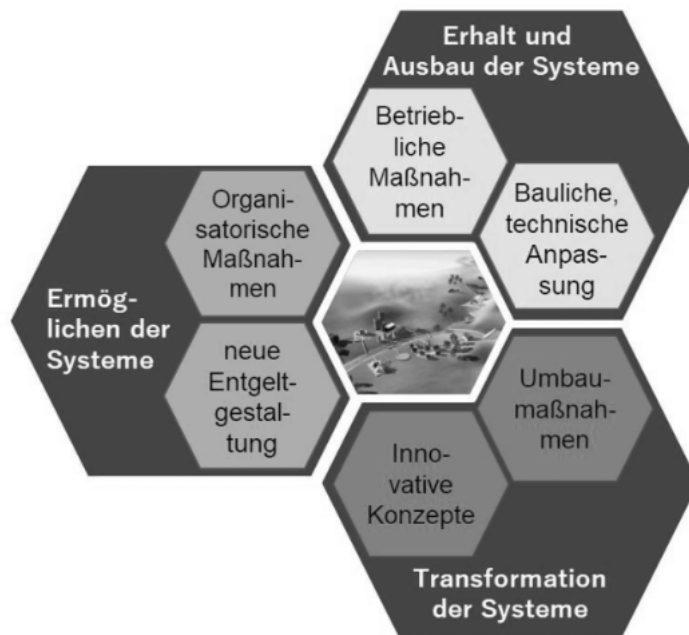


Abbildung 4: Möglichkeiten der Anpassung und Weiterentwicklung von Abwassersystemen
Quelle: Steinmetz et al., 2019

2. Herangehensweise

Die Recherche für meine Masterarbeit begann auf dem Vereinstreffen des Netzwerks für nachhaltige Sanitärsysteme e.V. (NetSan) im März 2019. Hier lernte ich verschiedene Personen aus Gewerbe/Praxis, Wissenschaft, Bildung und Kunst kennen, die sich mit Trocken(trenn)toiletten für Festivals, den öffentlichen Raum und Privathaushalte sowie der Frage der Hygienisierung und Verwertung beschäftigen. Dieser Verein, mit Mitgliedern aus Österreich, Schweiz und Deutschland, fordert die Transformation der Sanitärversorgung von einem entsorgungs- zu einem wertschöpfungsorientierten Sektor, basierend auf Stoffstromtrennung, Ressourceneffizienz und geschlossenen Kreisläufen. Der Austausch mit Personen aus diesem Netzwerk, die teilweise seit Jahren in Kontakt mit unterschiedlichen deutschen Behörden stehen, um die gesammelten Inhalte aus Trockentoiletten praktisch verwerten zu können, verschaffte mir einen Überblick in die deutschlandweit sehr uneinheitliche Verfahrensweise. Darüber hinaus führte ich 75 Interviews mit weiteren Expert:innen aus Praxis, Wissenschaft, Behörden und Einzelpersonen, um meinen Eindruck zu erweitern und zu differenzieren.

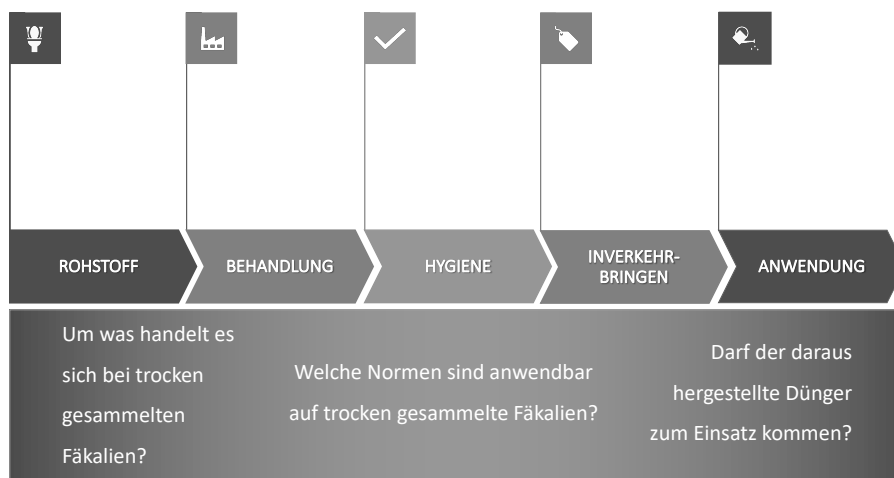


Abbildung 5: Wertschöpfungskette vom Rohstoff zum Dünger
Quelle: Harlow, 2019

Für den ersten Teil meiner Arbeit wertete ich die einschlägige Literatur aus, vornehmlich Ge-

setztestexte, Verordnungen, Merkblätter der DWA sowie Einschätzungen von Kanzleien, die Herstellung und Inverkehrbringen von Düngern aus Abfällen in Deutschland und der EU betreffen und regeln. Dabei wurden zunächst die Wertschöpfungsketten unterschiedlicher Rohstoffe (Klärschlamm, Bioabfall, tierische Nebenprodukte) auf dem Weg zum Dünger nachvollzogen. Die zentrale Frage war hierbei: Gelten die jeweiligen Bestimmungen für getrennt gesammelte, nicht mit Wasser vermischte, menschliche Fäkalien? Meist war dies nicht der Fall, dennoch spielen die jeweiligen Verordnungen als Orientierungsgrundlage für mögliche Behandlungsverfahren und Hygieneanforderungen eine Rolle, daher war die Analyse dieser ein wichtiger Teil meiner Ergebnisse. Es wurde die Frage gestellt, ob die Produkte in den Verkehr gebracht und angewendet werden können. Dazu wurde der rechtliche Status solcher Recyclingdünger in Deutschland als auch in anderen europäischen Ländern recherchiert sowie verschiedene Wege der Zulassung als Düngemittel in den Blick genommen. Um mein Verständnis der Rechtstexte zu überprüfen, zog ich immer wieder die Ausführungen einer sehr verständlich geschriebenen steuerungs- und rechtswissenschaftlichen Analyse heran, da es mir als Person, die kein rechtswissenschaftliches Studium absolvierte, manchmal nicht leichtfiel, die relevanten Gesetztestexte zu verstehen und zu interpretieren. Die Dissertation „Rechtsfragen der Düngung“ von Caroline Douhaire aus dem Jahr 2019 wird daher häufig zitiert. Zusätzlich habe ich Gutachten, Stellungnahmen und E-Mail-Verkehr analysiert, die mir Personen vom Verein NetSan zur Verfügung stellten. Diese Quellen habe ich aus Datenschutzgründen meist anonymisiert. Meine Mitarbeit bei der Erarbeitung der DIN SPEC 91421 „Qualitätssicherung von Recyclingprodukten aus Trockentoiletten zur Anwendung im Gartenbau“, besonders die Ausarbeitung der Metanalyse innerhalb der Arbeitsgruppe, verschaffte mir ebenfalls ein tieferes Verständnis der Problemlage. Die Diskussionen innerhalb des Konsortiums sowie die fundierte rechtliche Einschätzung zur Auslegung der Gesetzestexte durch eine auf Abfallrecht spezialisierte Rechtsanwältin halfen in der Auslegung der Rechtsnormen und deren Anwendbarkeit in diesem speziellen Fall in der Praxis. Weiterhin tauschte ich mich in der zweiten Jahreshälfte 2019 konstant mit Emma Harlow (HU Berlin) aus, die für ihre Bachelorarbeit die Rechtstexte der Länder Deutschland, Österreich und Schweiz bezüglich der Herstellung und bodenbezogenen Anwendung dieser Produkte aus Trockentrenntoiletten verglich.

Die Analyse der Rechtslage, die Vorstellung meiner vorläufigen Ergebnisse auf dem Kongress des NetSan im November 2019 sowie die Expert:innen-Interviews⁵ ermöglichten mir die Ausarbeitung einer Konstellationsanalyse. Dieses interdisziplinäre Brückenkonzept soll den problembezogenen Dialog verschiedener Disziplinen fördern und schien sehr passend für die Fragestellung der rechtlichen Rahmenbedingungen dieser neuartigen, innovativen Düngeprodukte. Der Austausch mit dem ISOE (Institut für sozial-ökologische Forschung) und besonders jener mit Wolf Raber (inter3, Institut für Ressourcenmanagement) halfen, die Methode besser zu verstehen und diese anzuwenden. Diese bildet den zweiten Teil der Ergebnisse und stellt zunächst den Status-Quo („IST-Konstellation“) visuell dar. Auf diesen Ergebnissen wurde daraufhin ein mögliches Ziel-Szenario („SOLL-Konstellation“) entwickelt, das einen wünschenswerten zukünftigen Zustand für eine rechtlich abgesicherte kreislauforientierte, bodenbezogene, Verwertung solcher Recycling-Dünger aus menschlichen Fäkalien aufzeigt.

⁵Die Interviews wurden nicht alle einzeln in das Quellenverzeichnis übernommen, alle Personen, die ich interviewte, sind in einer Tabelle im Anhang aufgeführt.

Teil II.

Methode

3. Konstellationsanalyse

Die Konstellationsanalyse ist eine interdisziplinäre Forschungsmethode, die im Umfeld des Zentrums für Technik und Gesellschaft (ZTG) der TU Berlin entwickelt wurde. Sie ist in dem Buch von Schön et al. (2007) beschrieben. Besonderes Kennzeichen ist die Beachtung der engen Verflechtungen von technischen, natürlichen und sozialen Entwicklungen, sie gilt als „*interdisziplinäres Brückenkonzept für die Nachhaltigkeits-, Technik- und Innovationsforschung*“ (Schön et al., 2007, S. 4) und ist ein Visualisierungswerkzeug, welches den Dialog zwischen Akteur:innen unterschiedlicher Hintergründe ermöglicht. Dabei steht die Konstellationsanalyse in der Tradition der problemorientierten Forschung. Der Zweck der Forschung ist nicht das „*rein wissenschaftliche Erkenntnisinteresse*“, sondern es soll durch die Analyse auch ein Beitrag zur Lösung gesellschaftlicher Probleme geleistet werden (Schön et al., 2007). Da gesellschaftliche Sachverhalte meistens mehrere wissenschaftliche Disziplinen betreffen, ist es sinnvoll diese Themen interdisziplinär zu erforschen. So erfordern zum Beispiel sozioökologische Probleme wie der Klimawandel, der Verlust fruchtbaren Ackerlands oder die Verschmutzung der Flüsse eine „*Neuordnung des Wissens*“, die an die Problemlage angepasst ist. Diese gesellschaftlichen Herausforderungen lassen sich nicht mithilfe der traditionell getrennten Denk-Disziplinen lösen. Um ihnen gerecht zu werden, müssen verschiedene Disziplinen beteiligt werden, damit ein Austausch verschiedener Herangehensweisen und Methoden stattfinden kann. Die Integration praktischen Wissens wird als fundamentales Prinzip von Lösungs- und umsetzungsorientierten Projekten bewertet. Die Konstellationsanalyse ermöglicht es zu untersuchen, inwiefern verschiedene Faktoren miteinander in Beziehung stehen und welche Elemente Einfluss aufeinander haben. Dies geschieht methodisch anhand einer Visualisierung der beteiligten Elemente und ihrer Relationen zueinander (Schön et al., 2007). Dabei liegt der Fokus auf der Fragestellung bzw. dem Gegenstand der Untersuchung und auf dem Wissen, welches das interdisziplinäre Forschungsteam mitbringt. Die Forschung ist ergebnisoffen, kann für verschiedene Zwecke genutzt werden und ist keiner bestimmten Theorie oder Disziplin untergeordnet. Wesentliches Merkmal ist, dass sie zwischen den verschiedenen Disziplinen sog. Brücken schlägt. Dies gelingt dadurch, dass die Elemente aller Bereiche als gleichwertig angesehen werden und ein besonderer Fokus auf der Untersuchung der Beziehungen zwischen den Elementen liegt. Dadurch wird gewährleistet,

dass die einzelnen Disziplinen sich tatsächlich aufeinander beziehen und nicht nebeneinander arbeiten. Es werden vier Elemente-Typen unterschieden:

Soziale Akteur:innen sind einzelne Personen oder Akteursgruppen. **Natürliche Elemente** sind Stoffe, Ressourcen und Naturphänomene. **Technische Elemente** sind Artefakte oder Typen von Artefakten, technische Einrichtungen und Verfahren. **Zeichenelemente** sind ideelle, nicht materielle Faktoren wie Ideen, Ideologien, Interessen, Normen, Gesetze, Preise, Programme, Konzepte, Diskurse, Leitbilder, institutionelle, rechtliche und ökonomische Faktoren.

Ein erster Schritt ist die Kartierung aller Elemente, die als wichtig identifiziert wurden, diese werden räumlich entsprechend ihrer Beziehungen zueinander geordnet. Als zweiten Schritt werden die Funktionsprinzipien und Charakteristika der Konstellation interpretiert, dabei spielen die Relationen eine wichtige Rolle. Diese können z.B. einfach oder konfliktär sein, oder ein Element ist konfliktär für die Fragestellung in der Mitte. Je näher das jeweilige Element in der Mitte ist, desto relevanter ist es für die Fragestellung. In einem dritten Schritt werden die Dynamiken der Konstellation untersucht. Seit Erscheinen des Buches (Schön et al., 2007) wurde die Methode weiterentwickelt und wird in leicht angepasster Form von verschiedenen Instituten genutzt. Es werden bspw. nicht mehr alle Elemente in Relation gesetzt, denn die die Analysen waren teilweise unübersichtlich. Elemente, die zusammengehören, werden z.B. geclustert, um die Zusammengehörigkeit darzustellen (inter3, 2016). Zudem hat sich der Anwendungsbereich ausgeweitet; anfangs wurde sie hauptsächlich im Erneuerbare Energien-Bereich angewendet, mittlerweile wird sie für viele weitere Fragestellungen benutzt. Mir ist aktuell keine Konstellationsanalyse bekannt, bei der die rechtlichen Rahmenbedingungen im Mittelpunkt stehen, möglicherweise wird sie in dieser Arbeit zum ersten Mal genau dafür genutzt.

Teil III.

Ergebnisse

4. Düngemittel und ihre Ausgangsstoffe betreffende Gesetze und Verordnungen

Die im Rahmen von NASS zur weiteren stofflichen Verwertung anfallenden Sekundärrohstoffe sind über die bisherigen dünge-, abfall- und abwasserrechtlichen Regelungen nicht eindeutig erfasst. Diese sind daher nur bedingt anwendbar. Die DWA stellte bereits 2008 fest, dass die Ausweitung des Geltungsbereiches des Düngegesetzes auf die Substrate aus NASS anzustreben ist, damit diese nach den Regeln der Düngeverordnung angewendet werden können. Lettow (2015) konstatiert, dass die Aufnahme der Begriffe Fäzes und Urin in den deutschen Gesetzestext zur Schaffung einer eindeutigen Rechtslage wünschenswert wäre. In Deutschland ist derzeit kein Dünger, der auf menschlichem Urin oder Fäzes basiert, zugelassen oder auf dem Markt befindlich.

Die „Düngerproblematik“ ist komplex und die Anforderungen an Düngemittel erstrecken sich über mehrere Rechtsgebiete und Regelungsebenen (Douhaire, 2019, S. 295). Im Folgenden stelle ich die potenziell einschlägige nationale und unionsrechtliche⁶ Regulierung strukturiert dar, die für die Herstellung und das Inverkehrbringen von Recycling-Düngern aus Abfällen relevant ist. Zunächst werden grundlegende Begriffe definiert, potenzielle Düngemittel aus TTT eingeordnet und schließlich das relevante Dünger(mittel)recht erläutert. Eine wesentliche Frage bezüglich dieser potenziellen Dünger stellt dabei die Klärung der Einordnung in Abwasser- oder Kreislaufwirtschafts- bzw. Abfallrecht, die anschließend diskutiert wird. Es werden Gesetze und Verordnungen betrachtet, die an den verschiedenen Stellen im Recyclingprozess von Abfällen oder KS⁷ zu Recycling-Düngern greifen.

Das deutsche Dünger- und Abfallrecht ist durch eine Vielzahl europäischer Rechtsakte geprägt. EU-Verordnungen (EU-VO) entfalten ohne weitere Umsetzung unmittelbare Geltung in allen Mitgliedstaaten und sind verbindlich, durch Erlass einer Verordnung soll der darin geregelte Bereich im hohen Maße innerhalb der EU vereinheitlicht werden. Nationale Parallelgesetze sind dabei nicht zulässig; lediglich Ausführungsbestimmungen. EU-Richtlinien sind verbindlich.

⁶Unionsrecht meint das Recht der Europäischen Union (EU).

⁷Klärschlamm können unter das Abfall- oder Wasserrecht fallen, siehe Kapitel 4.4. „Die Abgrenzung von Wasser- und Abfallrecht“.

che Anweisungen an die EU-Mitgliedsstaaten und müssen innerhalb einer gesetzten Frist in das jeweilige nationale Recht umgesetzt werden. Sie sind eine Art Rahmengesetz und werden z.B. im Umweltbereich erlassen, einem Rechtsgebiet in dem Europa keine oder nur eine konkurrierende Gesetzgebungskompetenz hat (Schramm et al., 2018, S. 5; UBA, o.J.). Das produktbezogene europäische Düngemittelrecht bildet mit seinen teilharmonisierten Vorschriften allerdings eine Ausnahme. Es sieht weiterhin vor, dass nicht harmonisierte (d.h. nach nationalem Recht zugelassene) Düngemittel auf dem nationalen Binnenmarkt bereitgestellt werden können, sofern sie bestimmte Voraussetzungen erfüllen (siehe Kapitel 4.3.2. „Inverkehrbringen“).

Menschliche Fäkalien werden weder in deutschen noch unionsrechtlichen Gesetzestexten und zugehörigen Verordnungen als mögliche Ausgangsstoffe für Düngeprodukte explizit genannt und sind unvermischt mit Wasser in der deutschen Rechtsprechung nicht geregelt. Im Rahmen der Erarbeitung der DIN SPEC wurden die jeweils geltenden rechtlichen Regelungen anderer, menschlichen Fäkalien ähnelnde, Ausgangsstoffe entlang der jeweiligen Wertschöpfungskette nachvollzogen.

Die nationale und europäische Gesetzgebung zur Kreislaufwirtschaft fördert eine stoffliche Verwertung theoretisch. In Deutschland wird das nationale Kreislaufwirtschaftsgesetz von einigen kommunalen unteren Abfallwirtschaftsbehörden als Genehmigungsgrundlage für Einzelfallentscheidungen für Ökosiedlungen genutzt. In den genehmigten Fällen verbleiben (die kleinen Mengen) des entstehenden Komposts allerdings auf dem jeweiligen Gelände und müssen nicht transportiert und an ein Kompostwerk abgegeben werden. Schließlich führt das Fehlen in der abschließenden Liste der zulässigen Ausgangsstoffe in der Anlage 2 der nationalen Düngemittelverordnung (DüMV) dazu, dass eine stoffliche Verwertung als Dünger oder Bodenverbesserer außerhalb privater Gelände, bis auf eine mir bekannte Ausnahme,⁸ deutschlandweit be- bzw. verhindert wird. Eine Abgabe an Dritte (Landwirtschaft, Garten- und Landschaftsbau, Kleingärtner:innen) ist ebenso nicht möglich. Ob diese Abgabe, also das „Inverkehrbringen“, gewerbsmäßig erfolgt, ist aus Gründen der Risikovorsorge unbeachtlich (Douhaire, 2019, S. 97).

Für in mobilen trockenen Sanitäreanlagen getrennt gesammelte Fäkalien existiert in Deutschland kein passender Abfallschlüssel nach Abfallverzeichnisverordnung (AVV), der für die kreislauf-

⁸Siehe Kapitel 4.3.2. „Inverkehrbringen nach nationalen düngemittelrechtlichen Vorschriften“.

forientierte Abgabe an Kompostwerke grundsätzlich nötig ist. Einige wenige Kompostwerke nehmen den KMU die festen Produkte aus TTT dennoch ab und verarbeiten diese zu Komposten. Mögliche Schlüsselnummern, die analog angewandt werden, sind AVV 20 02 01 (biologisch abbaubare Abfälle), AVV 19 08 05 (Schlämme aus der Behandlung von kommunalem Abwasser) oder AVV 20 03 04 (Fäkalschlamm). Für die letztere Abfallart gibt es allerdings nur wenige Kompostwerke, die diese überhaupt annehmen dürfen (Wagner-Cardenal und Jauch, 2017).

Einzelne Institute oder KMU setzen aktuell ihre Hoffnung in die „neue“ EU-VO, da dies aussichtsreicher erscheint als der nationale Zulassungsweg und vermuten, dass sie Veränderungen in den nationalen Bestimmungen nach sich ziehen könnte.

4.1. Begriffliche Grundlagen

Im Folgenden werden grundlegende Begriffe zu Düngung, Pflanzennährstoffen, Arten von Düngemitteln erklärt, die in den weiteren Kapiteln eine Rolle spielen werden.

Definitionen in Gesetzen

„Düngung“ wird in § 2 Nr. 5 DüV definiert als die *„Zufuhr von Pflanzennährstoffen über Düngemittel, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate oder Pflanzenhilfsmittel zur Erzeugung von Nutzpflanzen sowie zur Erhaltung der Fruchtbarkeit der Böden“*. Laut deutschem Düngegesetz (DüNG 2009) sind Düngemittel *„Stoffe, ausgenommen Kohlendioxid und Wasser, die dazu bestimmt sind, Nutzpflanzen Nährstoffe zuzuführen, um ihr Wachstum zu fördern, ihren Ertrag zu erhöhen oder ihre Qualität zu verbessern, oder die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten oder zu verbessern“*.

Nach EU-VO Nr. 2019/1009 ist laut Art. 2 ein Düngeprodukt *„ein Stoff, ein Gemisch, ein Mikroorganismus oder jegliches andere Material, der/das entweder als solcher/solches oder gemischt mit einem anderen Material zur Versorgung von Pflanzen (...) mit Nährstoffen oder zur Verbesserung ihrer Ernährungseffizienz auf Pflanzen oder deren Rhizosphäre (...) angewendet wird.“*

In Teil II der VO wird definiert, dass ein Düngemittel *„ein EU-Düngeprodukt [ist], dessen Funktion es ist, Pflanzen oder Pilze mit Nährstoffen zu versorgen“*. Die Nitratrichtlinie aus dem Jahr 1991 definiert Düngemittel als Stoffe, die auf den Boden zur Förderung des Pflanzenwachstums

ausgebracht werden. Douhaire (2019, S.33) stellt fest, dass alle Definitionen Dünger anhand der Zweckbestimmung; nämlich der der Pflanzenernährung oder Bodenverbesserung, funktional qualifizieren, nicht jedoch anhand bestimmter stofflicher Eigenschaften oder Herkünfte.

Die EU-VO Nr. 2019/515 unterscheidet weiterhin in Primär-Makronährstoffe, nämlich Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K), in Sekundär-Makronährstoffe; Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Natrium (Na), Schwefel (S) und in Spurennährstoffe, inklusive Bor (B), Kobalt (Co), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Mangan (Mn), Molybdän (Mo) oder Zink (Zn).

Bedeutung der Düngung

„Nicht die Zufuhr eines Nährstoffs allein vermag die Fruchtbarkeit und die Ernte des Bodens auf die Dauer zu erhalten, sondern nur der stete Ersatz aller entzogenen Stoffe“ sagte Justus von Liebig im Jahr 1841.⁹

Seit etwa 5000 Jahren bis zur industriellen Revolution waren tierische und menschliche Exkremente wesentlicher Bestandteil der organischen Düngung mit Reststoffen. Sie stellten die Nährstoffversorgung der Pflanzen dar und führten die organischen Elemente C, O, H, als auch die mineralischen Nährstoffe N, P, K, Mg, S, Ca, Na sowie weitere Mikronährstoffe in den Boden zurück. Pflanzen nehmen Nährstoffe überwiegend in mineralischer Form auf, organisch gebundene Nährstoffe, z.B. in Komposten, müssen zunächst im Boden mineralisiert werden, bevor sie in der Bodenlösung pflanzenverfügbar sind.

Definierte Arten von Düngern

Im allgemeinen Sprachgebrauch wird zwischen organischen und mineralischen Düngern unterschieden. „Organische Dünger“ wie Gülle und Komposte zeichnen sich durch einen höheren Kohlenstoffanteil aus, während „mineralische Dünger“ oder „Mineraldünger“ gezielt aufgrund einzelner ausgewählter Nährstoffe eingesetzt werden (Clemens et al., 2008). In der Rechtswissenschaft wird häufig, wie in der landwirtschaftlichen Praxis, in „Handelsdünger“ (dem Betrieb von außen zugeführt), „Wirtschaftsdünger“ (im Betrieb selbst anfallend) und „Sekundärrohstoffdünger“ (aus landwirtschaftlichen Reststoffen hergestellt) unterschieden. Diese Unterscheidung ist

⁹Zitiert aus: Franz, G. und Haushofer, H. (1970), S. 18. Große Landwirte. Frankfurt/Main: DLG-Verlag.

teilweise unpräzise und spiegelt sich in den geltenden nationalen und unionsrechtlichen Gesetzen und Verordnungen nicht wider. Diese grenzen Mineraldünger einerseits und organische bzw. organisch-mineralische Dünger andererseits voneinander ab und differenzieren innerhalb dieser Obergruppen nach Bindungsform, Verfahren der Herstellung und Herkunft der Ausgangsstoffe (Douhaire, 2019, S. 32).

Mineralische Düngemittel sind laut der „alten“ EG-VO Nr. 2003/03 *„Düngemittel, in welchem die deklarierten Nährstoffe in Form von Mineralien enthalten sind, die durch Extraktion oder industrielle physikalische und/oder chemische Verfahren gewonnen werden“*. Die EU-VO Nr. 2019/515 enthält keine Definition für mineralische Düngemittel, sondern definiert stattdessen anorganische Düngemittel als *„Düngemittel, das Nährstoffe in Form von Mineralien enthält oder freisetzt und nicht unter organische oder organisch-mineralische Düngemittel fällt“*.

Das deutsche DüngG definiert den Begriff der mineralischen Dünger nicht; in der DüV wird jene Anwendung zwar geregelt, aber der Begriff selbst nicht definiert. In der DüMV sind „Mineralische Ein-/Mehrnährstoffdünger“ und „Mineralische Stoffe“ undefinierte Oberbegriffe. Die meisten dort aufgeführten mineralischen Düngemittel bestehen aus Primärrohstoffen und werden speziell für die Anwendung abgebaut oder synthetisiert. In Anlage 2, Tabelle 6, sind mineralische Dünger aus Rezyklaten aufgeführt, die als Nebenprodukte bzw. als Rückstände in Produktionsprozessen anfallen und nicht gezielt hergestellt wurden. Typische Beispiele für solche „mineralischen Sekundärrohstoffdünger“ sind Ammoniumsulfat aus der Abluftreinigung, Phosphatdünger aus der Verbrennung von KS oder Kaliumdünger aus der Aufbereitung von Aschen (Lanuv, o.J.). Salze aus kommunalen Kläranlagen wie Struvite oder thermische Phosphorzyklate aus KS-Asche werden auch „Nährstoffzyklate“ genannt, dieser Begriff ist allerdings nicht definiert in den deutschen oder unionsrechtlichen Gesetztestexten. Eine Möglichkeit, die Begriffe voneinander abzugrenzen, ist, jene Stoffe als „Nährstoffzyklate“ zu bezeichnen, die als rückgewonnene Nährstoffe die Basis für mineralische Düngemittel bilden. Durch aerobe, anaerobe oder mechanische Behandlung können hingegen Stoffe zu organischen oder organisch-mineralischen „Sekundärrohstoffen“ aufgearbeitet werden (Douhaire, 2019, S. 35). Diese mögliche Einteilung wird allerdings in der Praxis uneinheitlich verwendet, wenn bspw. von „mineralischen Sekundärrohstoffdüngern“ gesprochen wird.

Mineralischen Düngemitteln stehen die organischen bzw. organisch-mineralischen Dünger gegenüber. Die mengenmäßig relevanteste Gruppe der organischen Düngemittel sind die Wirtschaftsdünger aus tierischen Ausscheidungen (Gülle), die Gegenstand zahlreicher Sonderregelungen sind, wie z.B. des Ausschlusses aus dem abfallrechtlichen Regime (Douhaire, 2019, S. 215). Gemäß § 2 Nr. 3 bis 5 DüngG umfassen diese Festmist, Gülle und Jauche. Im Jahr 2009 wurde das alte Düngemittelgesetz von 1977 grundlegend novelliert. Mit der Neufassung verschwand auch die bis dato gültige Definition von „Sekundärrohstoffdüngern“, die als *„Abwasser, Fäkalien, Klärschlamm und ähnliche Stoffe aus Siedlungsabfällen und vergleichbare Stoffe aus anderen Quellen, jeweils auch weiterbehandelt und in Mischungen untereinander“* definiert waren.

4.2. Einordnung von NASS-Produkten als potenzielle Düngemittel

NASS-Produkte entsprechen ohne weitergehende Behandlung Düngern mit mittleren bis hohen Nährstoff- und C-Konzentrationen. Kompost-Produkte aus Fäzes bzw. Fäkalien sind als mineralische, organisch-mineralische oder organische Düngemittel zu klassifizieren. Urin und die daraus hergestellten Produkte sind stofflich aufgrund des geringen Anteils organischer Substanz und des hohen Ammonium- bzw. Nitratgehalts als Mineraldünger zu klassifizieren (DWA, 2015; Clemens et al., 2008).

Die DWA (2015) konstatiert, dass Rückstände aus NASS als organische Dünger anzusehen sind und laut § 2 DüngG als Düngemittel gelten können. Sie stellt ebenso fest, dass Fäkalien und Abwasser *„durch Nichterwähnung juristisch aus dem Anwendungsbereich der DüMV herausdefiniert“* werden. Sie sind also theoretisch organische Düngemittel nach DüngG, aber da die verwendeten Ausgangsstoffe, nämlich menschliche Fäkalien, nicht in der DüMV gelistet sind, sind es keine Düngemittel, die in den Verkehr gebracht werden können.

4.3. Dünge(mittel)recht

Da es bei dieser Arbeit um bisher nicht zugelassene „neue“ Düngeprodukte geht, liegt der Fokus im Nachfolgenden auf dem Düngegesetz (DüngG) und der dazugehörigen Verordnung, die die

gesetzliche Grundlage für die Herstellung und das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Pflanzenhilfsmitteln und Kultursubstraten darstellt. In dieser Arbeit wird zwischen dem produktbezogenen „Düngemittelrecht“ und dem anwendungsbezogenen „Düngerecht“ unterschieden. Die Begriffe werden allerdings in der Praxis vom Gesetzgeber und anderen Institutionen uneinheitlich gebraucht, so schreibt die DWA (2015), dass nach 2008 das Düngemittelrecht durch das Düngerecht ersetzt wurde.

Produktbezogenes „Düngemittelrecht“:

Das produktbezogene Düngemittelrecht ist etwa 100 Jahre alt und diente, gemeinsam mit dem Düngerecht, lange Zeit ausschließlich der Sicherung der Pflanzenernährung und dem Verbraucherschutz, im Laufe der Zeit wurden zunehmend auch ökologische Anliegen und die Regulierung der Düngemittelanwendung mit aufgenommen. Die DüMV definiert die Anforderungen an das Inverkehrbringen, dessen Einhaltung von der amtlichen Düngemittelverkehrskontrolle (DVK) des jeweiligen Bundeslandes überwacht wird.

Anwendungsbezogenes „Düngerecht“:

Ziel des DüngG ist seit der Novellierung im Jahr 2017 einen nachhaltigen und ressourceneffizienten Umgang mit Nährstoffen sicherzustellen und insbesondere Nährstoffverluste zu vermeiden. Laut DüngG dürfen Düngemittel nur nach „guter fachlicher Praxis“ angewendet werden und müssen nach Art, Menge und Zeit an den Nährstoffbedarf der Pflanze und des Bodens ausgerichtet sein. Diese „gute fachliche Praxis“, die praktische Anwendung von Düngern, wird in der Düngeverordnung (DüV), dem „Düngerecht“, konkretisiert und in dieser Arbeit nicht betrachtet. Das Düngerecht wurde 2017 für die Anpassung an neue fachliche Erfordernisse zur Verbesserung der Wirksamkeit der Dünger und zur Verringerung der Umweltbelastungen grundlegend geändert (BMEL, 2020). Dennoch stellt Douhaire (2019, S. 186) fest, dass das Düngerecht die mit der Düngung einhergehenden Probleme der Nährstoff- und Schadstoffemissionen sowie des Ressourcenverbrauchs auch nach seiner umfassenden Novellierung bisher nicht nachhaltig lösen kann.

Das nationale Düngerecht dient nach § 1, Nr. 5 dazu, die einschlägigen unionsrechtlichen Vor-

schriften umzusetzen oder durchzuführen, insbesondere jene, die den Verkehr mit oder die Anwendung von Düngemitteln betreffen, hierzu zählen die EU-VO und die Nitratrichtlinie. Das produktbezogene Düngemittelrecht ist geprägt von einem „komplexen Nebeneinander“ (Douhaire, 2019, S. 96) teilharmonisierter Vorschriften über das Inverkehrbringen von „EG-Düngemitteln“ (bzw. den „neuen“ „EU-Düngeprodukten“) einerseits und nationalen Produktregelungen für alle anderen Düngemittel andererseits. Mit „EG-Düngemitteln“ sind jene Produkte gemeint, die noch nach der alten EG-VO Nr. 2003/03 zugelassen und in den Verkehr gebracht worden sind und für die Übergangsregelungen in der „neuen“ EU-VO Nr. 2019/1009 vorgesehen sind (Art. 70). Die Düngemittel, die nach der neuen EU-VO zugelassen werden und neuerdings ein CE-Kennzeichen erhalten, werden „EU-Düngeprodukte“ genannt. Üblicherweise wird nationales Recht durch EU-Recht abgelöst. Im Düngemittelrecht fand allerdings nur eine Teilharmonisierung statt, da einige Märkte für Düngeprodukte regional sehr begrenzt sind. Düngeprodukte können wahlweise nach dem sekundärrechtlichen (EU-)Recht oder dem nationalen Modell (dem Recht der einzelnen Mitgliedsstaaten) in den Verkehr gebracht und schließlich angewendet werden, dies wird als eine sog. *optionale oder freiwillige Harmonisierung* bezeichnet. Dabei werden unterschiedliche Sicherheitsbedenken einzelner Mitgliedsstaaten hinsichtlich pathogener Materials in organischen Düngemitteln als Grund gegen eine Vollharmonisierung angeführt (Siebert Jüngling, 2019).

4.3.1. Düngegesetz

Der Zweck des DüngG ist die Sicherstellung der Ernährung von Nutzpflanzen, der Erhalt bzw. die nachhaltige Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit bei gleichzeitigem Schutz des Naturhaushalts sowie der Gesundheit von Menschen und Tieren, die durch das Herstellen, Inverkehrbringen oder die Anwendung von Düngemitteln oder Bodenhilfsstoffen entstehen können. Der Schutz von Ressourcen und Böden ist ebenso Aufgabe des Gesetzes, welche die Grundlage für das Inverkehrbringen und die Anwendung von Düngemitteln darstellt. Es ist ebenso die rechtliche Grundlage für den Erlass von Verordnungen.

Um jene Stoffe überhaupt anwenden zu dürfen, muss nach § 3 Abs. 1 einem „*durch einen un-*

mittelbar geltenden Rechtsakt der EG oder EU über den Verkehr mit oder die Anwendung von Düngemitteln zugelassenen Typ“ oder den Anforderungen der DüMV entsprechen werden.

4.3.2. Inverkehrbringen

„Inverkehrbringen“ ist im DüngG definiert als *„Anbieten, Vorrätighalten zur Abgabe, Feilhalten und jedes Abgeben von Stoffen [Düngemittel, Bodenhilfsstoffe, Pflanzenhilfsmittel, Kultursubstrate] (...) an andere“*. Unionsrechtlich ist „Inverkehrbringen“ in der EU-VO Nr. 2019/1009 als die „erstmalige Bereitstellung eines EU-Düngerprodukts auf dem Unionsmarkt“ definiert.

Wie aus dem vorherigen Absatz hervorgeht, ist eine Anwendung in Deutschland möglich, wenn der Stoff entweder nach den nationalen düngemittelrechtlichen Vorschriften oder auf EU-Ebene zugelassen ist und somit rechtmäßig in den Verkehr gebracht wurde. Laut § 5 und 6 können Düngerprodukte wahlweise als „EG-Dünger“, nach nationalem Recht, oder dem Prinzip der gegenseitigen Anerkennung in den Verkehr gebracht werden. Darüber hinaus wird das Bundesministerium ermächtigt, *„durch Rechtsverordnung ohne Zustimmung des Bundesrates 1. zu Forschungs- oder Versuchszwecken eine [...] abweichende Regelung zu treffen soweit hierfür ein berechtigtes Interesse besteht und Schäden für die Gesundheit von Menschen und Tieren oder Gefährdungen des Naturhaushalts nicht zu befürchten sind“*. Gesetzliche Grundlage für das Inverkehrbringen von Düngemitteln nach nationalen Vorgaben ist § 2 in Verbindung mit Abs. 3 DüngG. Dort wird das zuständige Bundesministerium durch Rechtsverordnung ermächtigt, die näheren Anforderungen an das Inverkehrbringen von Düngemitteln zu bestimmen und bestimmte Stoffe zu verbieten oder zu beschränken.

4.3.3. Inverkehrbringen nach nationalen düngemittelrechtlichen Vorschriften

Die DüMV vom 09.01.2009, zuletzt geändert am 26.05.2017, wird in ein bis drei Jahresabständen novelliert. Sie regelt laut ihrem Geltungsbereich in § 2 das Inverkehrbringen *„von Düngemitteln, die nicht als EG-Dünger bezeichnet sind“* sowie von Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln. Die drei letztgenannten Produkte sind ebenso nur verkehrsfähig, wenn dessen „düngemittelrechtliche Identität“ gegeben ist, d.h. alle Anforderungen der

Verordnung erfüllt sind (Anonym, 2020). Weiterhin wird im selben Paragraph auf § 7 und § 9 verwiesen, die die Kennzeichnung und Ordnungswidrigkeiten für EG-Düngemittel regeln. Regelungsgegenstand der DüMV ist das „Inverkehrbringen“, welches in § 2, Nr. 10 (DüngG) als „das Anbieten, Vorrätighalten zur Abgabe, Feilhalten und [...] Abgeben von Stoffen“ definiert wird.

Das nationale Düngemittelrecht nutzt „verhaltenssteuernde Instrumente“, wie Zulassungserfordernisse, stoffliche Produkthanforderungen (z.B. Nährstoffgehalte) und Kennzeichnungspflichten. Weiterhin spielt die „Unbedenklichkeit“ eine große Rolle, die durch die Limitierung zulässiger Ausgangsstoffe, Schadstoffobergrenzen sowie Bedingungen der Seuchen- und Phytohygiene erreicht werden soll. Kennzeichnend für das deutsche Düngemittelrecht ist das Typzulassungssystem, bei dem anstelle einer produktbezogenen Einzelgenehmigung per Verwaltungsakt, nur eine standardisierte Typenzulassung per Rechtsverordnung erfolgt. Dies soll den Verwaltungsaufwand minimieren (Douhaire, 2019, S. 98).

Zu Dünge Zwecken eingesetzt werden dürfen nur Stoffe, die in die Typenliste der DüMV „sachlich richtig einordbar sind“, dabei kommt es wesentlich auf die Ausgangsstoffe, die Art der Herstellung, die Zusammensetzung (Haupt- und Nebenbestandteile) und die Einhaltung von Schadstoffgrenzwerten an. Ein Vorschlag auf Anpassung der Typenliste kann erfolgen und wird durch einen Antrag an das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) zur Bearbeitung weiter geleitet.¹⁰ Ein solcher Antrag wird vom Wissenschaftlichen Beirat für Düngemittelfragen (Beirat) für eine Einschätzung begutachtet und auf dieser Grundlage trifft das BMEL dann seine Entscheidung. Sollte diese positiv ausfallen, würde nach einer Zustimmung des Bundesrates der betreffende Anhang der DüMV erweitert werden. Ein Anspruch auf Zulassung besteht generell nicht.

Die verschiedenen Düngemitteltypen der DüMV unterscheiden sich jeweils nach ihren zulässigen Ausgangsstoffen, der Art der Herstellung, ihrer Zusammensetzung in Haupt- und Nebenbestandteile, der Nährstoffverfügbarkeit und anderen für die Aufbereitung, Anwendung oder Wirkung wichtigen Aspekten (Bunthoff, 2018). Für die Herstellung von Düngemitteln müssen laut § 3 DüMV bestimmte stoffliche Anforderungen erfüllt werden. Es dürfen nur bestimmte Aus-

¹⁰https://www.bmel.de/DE/Ministerium/Organisation/Beiraete/_Texte/DuengInverkehrbringen.html

gangsstoffe verwendet werden und die zulässigen Schadstoff- und Fremdstoffanteile sind limitiert. Darüber hinaus müssen sie *„einen pflanzenbaulichen, produktions- oder anwendungstechnischen Nutzen haben oder dem Bodenschutz sowie der Erhaltung und Förderung der Fruchtbarkeit des Bodens dienen“*. In Abschnitt 5 sind gesondert *„Vorgaben für Düngemittel zur Düngung von Rasen und Zierpflanzen“* aufgeführt, dennoch gelten alle anderen Vorgaben der DüMV bezüglich der zulässigen Ausgangsstoffe sowie der Schadstoff- und Hygieneparameter ebenso für diesen Anwendungsbereich, es wurden lediglich die Mindestnährstoffgehalte etwas niedriger festgesetzt. Bemerkenswert ist, dass dennoch in den Nebenbestimmungen von positiv beschiedenen Anordnungen oder Betriebserlaubnissen einzelner Umweltämter eine Bezugnahme auf den Zierpflanzenbereich zu finden ist. Sie schreiben bspw. vor: *„Der Fäkalkompost ist (...) zu verwerten, Obst- und Gemüseflächen sind hiervon auszunehmen“* (Anonym, 2007). Das Ökohaus Rostock hat öffentliche TTT und gibt den Kompost nach entsprechender Behandlung offiziell an Gärtner:innen ab (Ökohaus, o.J.). Der Verein hat eine Betriebserlaubnis für die Toiletten-Anlage, aus der der Kompost entnommen wird. Sobald die Nachkompostierung abgeschlossen ist, kann dieser abgegeben werden, wenn ein Nachweis über den finalen Verbleib erstellt wird. Weiterhin muss ein schriftlicher Nachweis über die Belehrung vorhanden sein, dass der Kompost nur im Ziergartenbereich zum Einsatz gelangen darf (Anonym, 2019). Eine Kanzlei argumentiert darüber hinaus, dass die behandelten Produkte aus TTT als gartenbaulicher Dünger eingesetzt werden könnten, da dieser eben *„einer anderen Regulierung unterliegt als landwirtschaftlicher Dünger“* (Anonym, 2018). Begründet wird dies damit, dass das *„novellierte Düngemittelrecht (...) nämlich ausschließlich die Düngung und die einzusetzenden Stoffe im landwirtschaftlichen Bereich [regelt], und damit nicht jede bodenbezogene Nutzung von potentiellen Düngestoffen [betrifft]“* (Anonym, 2019). Jene Kanzlei begründet diese Auslegung mit dem Verweis auf den Zweck des DüngG in § 1, der u.a. als Sicherstellung eines nachhaltigen und ressourceneffizienten Umgangs mit Nährstoffen bei der landwirtschaftlichen Erzeugung beschrieben wird. Der Einsatz von Dünger im gartenbaulichen Bereich sei jedenfalls dem Wortlaut nach nicht erfasst. Die DüMV treffe zwar keine so eindeutige ausschließliche Bezugnahme auf die Landwirtschaft, *„allerdings kann ihr Anwendungsbereich schon deshalb nicht über den des DüngG hinausgehen, als sie ihre Ermächtigungsgrundlage (nur) im DüngG hat – eine Rechtsverordnung kann keinen*

weitergehenden Anwendungsbereich haben als das Gesetz, auf dem sie fußt“ (Anonym, 2019). Die Kanzlei argumentiert weiter, dass die DüMV auf die Landwirtschaft fokussiert ist, was in § 2 Abs. 3 deutlich wird, „wo mehrfach auf den „Landwirt“ abgestellt wird“ (Anonym, 2019). Die auf Abfallrecht spezialisierte Anwältin stellt diese Einschätzung infrage (Häfner et al., 2019). Es bleibt insgesamt fraglich, ob die Beurteilung, dass die DüMV gartenbauliche Dünger *nicht* regelt, in einem Rechtsstreit oder in einer höheren Instanz Bestand hätte.

4.3.4. Zugelassene Ausgangsstoffe und weitere Voraussetzungen für das Inverkehrbringen

Maßgeblich für das Herstellen eines verkehrsfähigen Düngers ist, dass dieser nur aus zulässigen Ausgangsstoffen bestehen darf, die in den abschließenden Positivlisten der Anlagen 1 und 2 der DüMV aufgeführt sind. In Anlage 1, DüMV sind zugelassene mineralische chemisch hergestellte bzw. bergbaulich gewonnene Primärrohstoffe als Ausgangsstoffe aufgeführt. In Tabelle 6 und 7.3 der Anlage 2, DüMV sind zusätzlich zulässige mineralische Rückstände aus Produktionsprozessen oder sonstige mineralische Stoffe aus *Abfallströmen* zu finden. Deren Auflistung führt dazu, dass mineralische Stoffe aus *Abwasserströmen* wie Rezyklate aus der Phosphorrückgewinnung (Phosphatfällung, Schmelzvergasung), also potenzielle Phosphor-Recyclingdünger aus Klärwerken wie die „Berliner Pflanze“,¹¹ Eingang in die DüMV finden können. Es handelt sich hier nämlich um Produkte, die mittels einer chemischen Fällung hergestellt werden (Schitkowsky, 2012). Sie werden laut DüMV als Phosphatdüngemittel (Tabelle 6, Anlage 2, DüMV) definiert, genau wie KS-Aschen (UBA, 2018). In den Tabellen 7.1, 7.2 und 7.4 des Anhangs 2, DüMV sind abschließend die organischen Stoffe aufgeführt, die als Ausgangsstoffe zulässig sind. Für eine Aufnahme in eine der oben genannten Tabellen muss ein formloser Antrag beim Beirat gestellt werden, wie zuvor beschrieben. Ein Anspruch auf Bearbeitung besteht dabei nicht (BMEL, o.J.).

Ziel der abschließenden Liste der zulässigen Ausgangsstoffe ist es, eine Vorauswahl zu treffen

¹¹Der Dünger „Berliner Pflanze“ ist ein MAP (Magnesium-Ammonium-Phosphat)-Dünger, der im Klärwerk Waßmannsdorf produziert und seit 2008 in der Region Berlin-Brandenburg vermarktet wird. Er wurde nur aufgrund der zu variablen Korngröße nicht national, sondern als „EG-Düngemittel“, zugelassen. Aus diesem Grund wurde für die Verkehrsfähigkeit die EU-VO Nr. 2003/03 gewählt (Schitkowsky, 2012).

und somit das Risiko beim Endprodukt bereits einzugrenzen. Auf dieser Annahme basiert die sehr eingeschränkte, kurze Liste zu Schadstoffgrenzwerten (Tabelle 1.4, Anlage 2, DüMV) mit nur zehn gelisteten Schadstoffen insgesamt (acht SM; u.a. Cadmium (Cd), aber kein Uran (U) und zwei organische Parameter). Im Abfallrecht werden ähnliche Materialien als Ausgangsstoffe für jegliche Produkte viel umfangreicher geprüft. Die Begrenzung der zulässigen Ausgangsstoffe ist daher von großer Bedeutung im deutschen Düngerecht (Anonym, 2020). Nach § 3, DüMV dürfen nur Ausgangsstoffe als Stoffe verwendet werden, „*die die Fruchtbarkeit des Bodens, die Gesundheit von Menschen und Tieren und Nutzpflanzen nicht schädigen und den Naturhaushalt nicht gefährden*“. Zusätzlich werden Anforderungen an die Produkte bezüglich Schadstoffobergrenzen und Hygieneparameter gestellt. Die Schadstoffgrenzwerte (Tabelle 1.4, Anlage 2, DüMV) müssen von allen Düngern eingehalten werden, die in den Verkehr gebracht werden, unabhängig von Anwendungsgebiet, Ausgangsstoff oder Art der Vermarktung.¹² Die Grenzwerte gelten sowohl für einzelne Ausgangsstoffe als auch für die Produkte. Dies soll einem „Herabmischen“ hochbelasteter Stoffe entgegenwirken (Douhaire, 2019, S. 97). Es ist davon auszugehen, dass bei Recyclingdüngern aus menschlichen Fäkalien zusätzliche Parameter für Schadstoffe eingehalten werden müssten.

In § 5, DüMV sind die Anforderungen an die Seuchen- und Phytohygiene festgelegt, um der Zweckbestimmung des DüngG, nämlich der Gefahrenabwehr, gerecht zu werden. Düngemittel dürfen keine Krankheitserreger, Toxine oder Schaderreger enthalten, von denen Gefahren für die Gesundheit von Menschen, Tieren und Nutzpflanzen ausgehen. Zur Sicherung der Einhaltung seuchenhygienischer Anforderungen dürfen in 50 g Probenmaterial keine Salmonellen gefunden werden (§ 5, Abs. 2, Nr. 1, DüMV). Zur Sicherung der Phytohygiene dürfen bei Verwendung von Ausgangsstoffen pflanzlicher Herkunft bestimmte widerstandsfähige Schadorganismen nicht enthalten sein. Weitere besondere Bestimmungen und ergänzende Vorgaben sind zu den einzelnen Ausgangsstoffen in den jeweiligen Tabellen der Anhänge 1 und 2, DüMV zu finden. Der/die Inverkehrbringer:in haftet für die Zulässigkeit seines/ihrer Produktes und ist für die Einhaltung der Vorgaben nach DüMV verantwortlich, eine Eröffnungskontrolle findet nicht statt (Abwasserzweckverband Offenburg, 2017; Anonym, 2019).

¹²nicht-kommerziell oder gewerblich

4.3.5. Fäzes und Urin als Ausgangsstoffe für Düngemittel

Menschliche Fäkalien sind weder als mögliche Ausgangsstoffe für mineralische Mehrnährstoffdünger noch für organische oder organisch-mineralische Düngemittel in den jeweiligen Tabellen des Anhang 2, DüMV gelistet. Lettow (2015) konstatiert, dass die bestehenden Regelungen zwar nur bedingt auf Fäzes und Urin anwendbar sind, es aber dennoch keine expliziten Verbote der Nutzung gibt. Dem widersprechen meine Rechercheergebnisse. 1990 hat das Bundesverwaltungsgericht festgestellt, dass die Verwendung von unbehandeltem Urin als Dünger in der Landwirtschaft keine „ordnungsgemäße landwirtschaftliche Bodennutzung“ darstellt (Beschluss vom 07.11.1990, unter dem Aktenzeichen 8 C 71.88; Simons 2008, S. 139). Das Urteil stellt somit faktisch ein Verbot für die Nutzung bzw. Ausbringung von Düngemitteln aus Urin dar. Das BMU hat im Jahr 2018 einen Vermerk verfasst, der ein konkretes Anwendungsverbot für Kompost aus menschlichen Fäkalien formuliert, näheres zu diesem Vermerk ist in diesem Kapitel auf S. 40 zu finden.

Antrag zur Ergänzung der DüMV

Im Jahr 2008 stellte Joachim Clemens beim Beirat einen „Antrag zur Ergänzung von Düngemitteltypen“ für behandelten Urin als „MUL“ (Mehrnährstoffdünger basierend auf Urin nach Lagerung). Bezüglich der Stoffcharakterisierung wurden folgende Angaben mit dem Antrag eingereicht: Bezeichnung, Herkunft, Unbedenklichkeit, Wirksamkeit, Zweckbestimmung, Vorschlag für neuen Düngemitteltyp, Anwendungshinweise, Kennzeichnung, Lagerung, Arbeitsschutz, Name des Inverkehrbringers. Der vollständige Antrag ist im NASS-Band (DWA 2015, S. 132) zu finden. Der Antrag enthält zusätzlich den Hinweis, dass das schleswig-holsteinische Umweltministerium die Ausbringung von Urin oder gelagertem Urin nach DüMV § 2, Abs. 3, Nr. 2 genehmigte. Diesem Antrag von Joachim Clemens wurde nicht stattgegeben, dies erfuhr ich in einem Telefoninterview; die genauen Gründe dafür sind nicht bekannt. Ebenso konnte ich keine weiteren Details in Erfahrung bringen bezüglich einer möglichen Ausnahmeregelung des schleswig-holsteinischen Umweltministeriums.

Anträge für die Aufnahme eines neuen Düngemittelausgangsstoffs können unterschiedlich aussehen. In Abbildung 6 ist ein Genehmigungsgesuch, gerichtet an das BMEL, schematisch dar-

gestellt. Das Ersuch wurde für die Einreichung von dem kommunalen Entsorgungsträger Gelsenwasser vorbereitet, der im Jahr 2018 in Erwägung zog, die Zulassung für ein P-Rezyklat aus KS zu Dünge Zwecken zu beantragen (Bunthoff, 2018). Dieser Antrag wurde schlussendlich von Gelsenwasser aus unbekanntem, internen Gründen nicht eingereicht, dennoch illustriert es einen möglichen gangbaren Weg für das Inverkehrbringen von Fäzes und/oder Urin als Düngemittel.

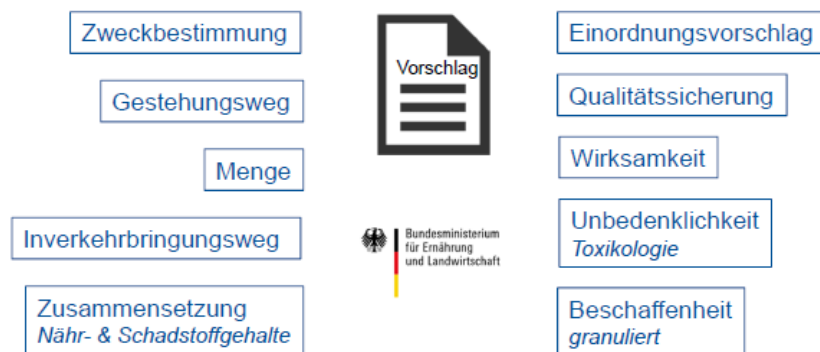


Abbildung 6: Mögliches Schema für ein Genehmigungsgesuch
Quelle: Bunthoff, 2018

Erfahrungen mit den Behörden

Da das aktuell gültige Dünge(mittel-)recht menschlichen Urin und Fäzes nicht explizit als Ausgangsstoff für die Düngemittelherstellung nennt, ist es somit klar darin, dass ein Inverkehrbringen eines Recycling-Düngers hergestellt aus menschlichem Urin und/oder Fäzes nicht erlaubt ist. Im Bereich des Abfallrechts ist es nicht so klar und eindeutig zu bewerten, ob Fäzes und/oder Urin aus abwasserfreien Entsorgungssystemen stofflich verwertet werden dürfen. Somit gibt es keine bundeseinheitliche Regelung und einzelne Abfallbehörden entscheiden im Einzelfall. Verschiedene Einzelpersonen, KMU, Forschungsprojekte und einzelne Abgeordnete haben sich in den letzten Jahren mit unterschiedlichen schriftlichen oder persönlichen Anfragen an die jeweiligen Ministerien und Behörden gewandt.

Auf Anfrage einer Abgeordneten¹³ empfahl das bayerische Ministerium für Umwelt bspw. ge-

¹³Die Abgeordnete Frau Susann Biedefeld stellte im Jahr 2007 mehrere Fragen an das bayrische Landesministerium (STMUV Bayern) bezüglich abwasserfreier Entsorgungssysteme.

meinsam mit dem bayerischen Ministerium für Inneres und Land- und Forstwirtschaft die Verwertung auf eigenen Flächen oder, wenn dies nicht möglich, eine Beseitigung über den Restmüll. Sie erläutern: *„da die seuchenhygienische Unbedenklichkeit des Fäkalienkomposts nicht nachvollziehbar gewährleistet ist, sollte zudem die Ausbringung im eigenen privaten Grundstück nicht auf solche Flächen erfolgen, die dem Anbau verzehrfähiger Pflanzen, der Haustierhaltung oder als Kinderspielplatz dienen“*. Weiterhin schreiben sie: *„Die Ausbringung von Fäkalienkompost auf landwirtschaftlich genutzte Flächen (Ackerland, Gartenland, Grünland, Obstbauflächen, Weinbauflächen usw.) ist düngerechtlich nicht zulässig“* (STMUV Bayern, 2007). Eine Verwertung auf dem eigenen Grundstück wird dabei jedoch nicht ausgeschlossen. Ähnlich argumentiert ein anderes Landratsamt, welches zwar feststellt, dass der Inhalt einer Komposttoilette nicht als Abwasser, KS oder KS-Kompost einzuordnen sei, dennoch aber die AbfKlärV analoge Anwendung für die Ausbringung finden kann (Anonym, 2017). Diese schränkt die Ausbringung für Gemüse- und Obstbauflächen ein. Zudem sollte eine Ausbringung auf Dauergrünland unterbleiben, da dies üblicherweise als Aufenthaltsfläche (z.B. auch für Kinder) dient. Bei der Ausbringung dürfe das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt werden, sie muss weiterhin *„nach Art, Menge und Zeit auf den Nährstoffbedarf der Pflanzen unter Berücksichtigung der im Boden verfügbaren Nährstoffen und organischen Substanz sowie der Standort- und Anbaubedingungen ausgerichtet werden“*. Dabei sei der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit zu beachten. Viele Kleingartenverbände gehen dabei noch weiter und schreiben eine bodenbezogene Verwertung in ihren Kleingartenverordnungen vor. So heißt es im Merkblatt zur Nutzung von Kleingärten in Hamburg: *„Die Installation von (...), sowie der Bau und die Nutzung von Spültoiletten jeglicher Art und Bauweise sind unzulässig“* (Umweltbehörde, 2009, S. 4).

Praxis der stationären und mobilen Verwertung von Fäzes und Urin

Die DWA stellte 2014 fest, dass der stofflichen Verwertung von NASS-Produkten grundsätzlich keine rechtlichen Hindernisse entgegenstehen. Lediglich fehlende Begriffsbestimmungen für Produkte aus NASS würden zu Unsicherheiten für die Genehmigung führen. Diese Darstellung entspricht allerdings nicht der tatsächlichen Realität gewerblich handelnden KMU, die immer wieder Schwierigkeiten bei der Erlangung von Genehmigungsgesuchen für die Kompos-

tierung der gesammelten Fäzes hatten. Eine solche legale Kompostierung wurde letztendlich, trotz zuvor verbal geäußelter positiver Aussichten, in einem Bundesland 2017 final abgelehnt. Im Jahr 2018 wurde ein Vermerk der beiden Referate für „Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschutz“ und „Bewirtschaftung von Siedlungsabfällen“ im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU) verfasst, der explizit die gewerbliche stoffliche Nutzung von Fäkalien umfasst und ebenso die Verwertung auf eigenen Flächen betrifft. In diesem Vermerk wird festgestellt, dass der für getrennt gesammelte Fäzes „ins Auge gefasste Verwertungsweg [als Kompost (. . .) zu Dünge Zwecken] nicht gangbar“ ist. Er stellt weiterhin fest: *„Für nicht gelistete Stoffe gilt ein Anwendungsverbot (auch auf eigenen Flächen), davon umfasst sind menschliche Fäkalien als Ausgangsstoff und somit auch der daraus entstehende (Kompost-) Dünger“*. Dieser Vermerk wurde vereinzelt an Landesregierungen und Kommunen weiter gereicht und könnte auch zukünftig die Einzelfallentscheidung von Behörden beeinflussen, so dass Genehmigungsgesuche negativ beschieden werden können. In den letzten Jahren verwerten die meisten KMU dennoch die gesammelte Fäzes aus mobilen Toilettensystemen in Kompostwerken oder in genehmigten Forschungsversuchen. Getrennt gesammelter Urin wird dabei üblicherweise über den Abwasserweg im Klärwerk entsorgt, aufgrund der großen Volumina und nicht vorhandener Infrastrukturen zur Lagerung sowie fehlender rechtlicher Absicherung. In der Praxis besitzen diverse Ökosiedlungen eine Betriebserlaubnis für das Verwerten der Fäkalien auf den eigenen Flächen, meist begrenzt auf eine bestimmte jährliche Gesamtmenge, basierend auf positiven Einzelfallentscheidungen der jeweiligen unteren Abfallbehörden, die einer stofflichen Verwertung auf den eigenen Flächen im Einzelfall zustimmen.

Inverkehrbringen nach dem Verfahren der gegenseitigen Anerkennung und nach der EU-Düngeprodukteverordnung

Auch Düngemittel, die nicht in Deutschland hergestellt oder in den Verkehr gebracht wurden, können hier verkehrsfähig sein. Dazu müssen sie in einem anderen Mitgliedstaat der EU oder der Türkei oder einem Staat, der zugleich Vertragspartei des Abkommens über die Gründung der Europäischen Freihandelsassoziation und des Abkommens über den EWR ist, rechtmäßig hergestellt oder dort rechtmäßig in den Verkehr gebracht worden sein (Wiss. Dienste FB WD

5, 2017). In einer Ausarbeitung des deutschen Bundestages aus dem Jahr 2017 wird zum freien Warenverkehr, der auch für Düngemittel gilt, erläutert: „*Innerhalb der EU herrscht grundsätzlich freier Warenverkehr. Die EG-Verordnung Nr. 764/08 vom 9. Juli 2008 beschreibt auf der Grundlage des Vertrages zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft (EG-Vertrag) das Verfahren zur Umsetzung der Regelungen des freien Warenverkehrs. Maßnahmen, die die gleiche Wirkung haben, wie mengenmäßige Einfuhrbeschränkungen, sind nicht gestattet. Das Verbot erfasst alle nationalen Maßnahmen, die geeignet sind, den innergemeinschaftlichen Warenhandel unmittelbar oder mittelbar, tatsächlich oder potenziell zu behindern. Dennoch gelten für Düngemittel, die aus einem anderen EU Staat nach Deutschland eingeführt werden, die in der deutschen DüMV enthaltenen schadstoffseitigen Regelungen (Anlage 2 Tabelle 1.4) und die Hygieneanforderungen (§ 5 DüMV). Das ergibt sich aus Artikel 30 des EG-Vertrages (Schutzbestimmungen im jeweiligen Empfängerland). Somit sind in einem anderen EU-Staat verkehrsfähige Düngemittel auch in Deutschland verkehrsfähig, sofern folgende Kriterien erfüllt sind (...)*“. Hier ist demzufolge eine Bezugnahme auf Anforderungen der deutschen DüMV bezüglich bestimmter Parameter zu finden. Diese Schutzklausel gestattet einem Mitgliedstaat, bei Verdacht auf Gefährdung der Umwelt oder auf Gesundheitsrisiken für Mensch und Tier, ein Produkt solange vorübergehend vom Markt zu nehmen, bis eine Studie auf EU-Ebene vorliegt (BGK, 2010). Die oben erwähnte EG-¹⁴VO Nr. 2008/764 regelt die Anwendung des Grundsatzes der gegenseitigen Anerkennung im Bereich technischer Produktstandards, sie regelt zudem technische Vorschriften und gilt ebenso für düngemittelrechtliche Anforderungen. Die EU-VO Nr. 2019/515 über die gegenseitige Anerkennung von Waren, die in einem anderen Mitgliedstaat rechtmäßig in Verkehr gebracht worden sind, löst die alte EG-VO Nr. 2008/764 ab. Die neue VO wurde bereits im Amtsblatt der EU veröffentlicht, gilt ab dem 19.04.2020 und soll gewährleisten, dass der freie Warenverkehr nur beschränkt werden kann, wenn ein „*berechtigtes öffentliches Interesse*“ besteht und eine Beschränkung gerechtfertigt und verhältnismäßig ist (BMDV, 2019). Diese neue VO soll so Handelshemmnisse innerhalb des Europäischen Wirtschaftsraums abbauen, die bisher praktisch verhinderten, dass die wachsenden Düngemittel-Teilsektoren der Mitglieds-

¹⁴Der Rechtskörper der Europäischen Gemeinschaft war das Kernstück der Europäischen Union, dessen Existenz mit Inkrafttreten des Vertrages von Lissabon am 1. Dezember 2009 endete. Die Rechtsnachfolgerin wurde die Europäische Union. Daher heißen die unionsrechtlichen Verordnungen vor jenem Datum EG-Verordnungen (EG-VO) und dann in diesem EU-Verordnungen (EU-VO).

länder ihre jeweils national zugelassenen organischen Düngemittel innerhalb der EU handeln können. Jene Teilspektoren wurden in den letzten Jahren durch diverse nationale Maßnahmen als Reaktion auf das kontinuierlich wachsende allgemeine Interesse des Landwirtschaftssektors für organische Düngemittel gefördert. Das Interesse an Stoffen mit geringen Nährstoffgehalten, organisch-mineralischen Düngemitteln allgemein, Kultursubstraten und Bodenverbesserungsmitteln wuchs ebenso (Nutriman, 2019). An dieser Stelle kann von der Verfasserin nur vermutet werden, dass jene erhöhte Nachfrage durch landschaftsbauliche Maßnahmen und Hobbygärtner:innen erzeugt wurde, denn beide benötigen eher Düngemittel mit niedrigeren Nährstoffkonzentrationen.

Einschränkungen in der Praxis

Ein Antrag auf gegenseitige Anerkennung von Düngemitteln kann nur unter Beachtung der Bedingungen, Verfahren und Vorgaben in der EU-VO Nr. 2019/515 gestellt werden; dasselbe gilt für einen Antrag auf gegenseitige Ablehnung. Gründe für eine Ablehnung oder Beschränkung der Anerkennung sind zumindest bei Nichteinhaltung der hygienischen Parameter oder Schadstoffgrenzwerte (§ 5 bzw. Anlage 2 Tab. 1.4, DüMV) zu erwarten (Douhaire, 2019, S. 108). Ein in einem Land verkehrsfähiges Düngemittel darf somit nicht automatisch in anderen EU-Ländern angewendet werden. Wenn eine „ernste Besorgnis“ besteht, also Gefahr für Mensch oder Umwelt bestünde, würde die Erlaubnis zur Ausbringung von der zuständigen DVK entzogen werden (Anonym, 2020). Die Anerkennung der einzelstaatlichen Vorschriften für Düngemittel funktionierte in den vergangenen Jahren zwischen den Mitgliedsstaaten praktisch oft nicht, wie von einem Mitarbeiter der DVK telefonisch angedeutet (Anonym, 2020). Dies wird ebenso in der oben zitierten Ausarbeitung des deutschen Bundestages (Wiss. Dienste FB WD 5, 2017) beschrieben. Laut einem Arbeitspapier der Europäischen Kommission (EK) sind Düngemittel eines der Produkte, das die meisten Probleme bei der gegenseitigen Anerkennung hervorruft; bei 20 von 27 Staaten ist dies der Fall (EC, 2017). Einzelne Mitgliedsstaaten begründen ihre „große Zurückhaltung“ mit potentiellen Umwelt- und Gesundheitsrisiken, sozialökonomischen Aspekten und dem Verwaltungsaufwand sowie den obligatorischen Vorabgenehmigungsverfahren. Sie fürchten mit vielen Düngemitteln auf dem eigenen Markt konfrontiert zu werden, die

rechtmäßig in anderen EU-Mitgliedsstaaten in den Verkehr gebrachten wurden und daher nur den jeweils unterschiedlichen Produkthanforderungen genügen (EC, 2017). Die Landwirtschaftskammer Niedersachsen stellt 2014 fest: *„In der EG-Verordnung gibt es keine Grenzwerte für Schadstoffe (z. B. Cadmium, Blei, Quecksilber). Düngemittel aus anderen Ursprungsländern der EU als Deutschland durften bei uns bisher nur gehandelt werden, wenn sie die Regelungen der EG-Verordnung erfüllten oder die Vorgaben der deutschen Düngemittelverordnung. Seit kurzem dürfen alle EU-Mitgliedstaaten alle nach ihren nationalen Vorgaben geregelten Düngemittel nicht mehr nur im eigenen Land handeln, sondern auch in allen anderen Ländern der EU“*. Sie kritisiert weiterhin: *„Bis auf weiteres werden nach Deutschland Düngemittel aus allen 27 EU-Ländern eingeführt, für die die jeweiligen Ländervorschriften gelten; zum Beispiel können griechische Düngemittel nach den griechischen Rechtsvorgaben (Kennzeichnung, Nährstoffmindestgehalte, Nährstofflöslichkeiten, Schutzniveau) nach Deutschland eingeführt werden“* (Wiss. Dienste FB WD 5, 2017). Ein Mitarbeiter einer DVK bestätigte dies; Düngemittel werden bei Zulassungsbehörden in anderen EU-Ländern, die „weniger genau hinschauen“, registriert, welches die Grundlage für eine EU-weite Verkehrsfähigkeit darstellt. Der Bundesarbeitskreis Düngung (BAD) begrüßt grundsätzlich eine weitere Harmonisierung des europäischen Düngemittelrechtes. Dennoch darf die *„Teilharmonisierung (...) aber kein Schlupfloch werden, um jeweils nur die niedrigsten Anforderungen zu erfüllen. Insbesondere muss das Unterlaufen des EU Rechts durch nationales Recht und gegenseitige Anerkennung von Düngemitteln unterbunden werden“* (Huober, 2018, S. 59).

Pflanzkohle, hergestellt nach dem Pyreg-Verfahren

Ein Beispiel für einen Dünger, der nicht nach nationalen düngemittelrechtlichen Vorschriften zugelassen wurde, aber laut firmeneigenen Angaben in Deutschland gehandelt werden darf, ist der Dünger der Firma „Pyreg“.¹⁵ Die in Deutschland ansässige Firma konnte keine Zulassung für ihren durch Karbonisierung von KS hergestellten Phosphor-Dünger auf Grundlage der DüMV bekommen, da nur KS als Ausgangsstoff für organische und organisch-mineralische Düngemittel zugelassen ist. Karbonisierter KS¹⁶ ist per Definition weder KS noch KS-Asche, folglich

¹⁵<https://www.pyreg.de/wie-aus-klaerschlam-wertvoller-duenger-wird/>

¹⁶Der Schlamm wird „trocken“ karbonisiert; er wird nicht verbrannt, sondern entgast und anschließend bei 500-

wurde eine Zulassung abgelehnt und ein Inverkehrbringen nach nationalen düngemittelrechtlichen Vorgaben war somit nicht möglich. Eine bodenbezogene Verwertung auf Grundlage der AbfKlärV war ebenso ausgeschlossen. Als Begründung wurde seitens der Behörden genannt, dass karbonisierter KS nicht im Anwendungsbereich der Verordnung liege, die nur für „Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost“ zur Verwertung nach § 2 Nr. 1 und 6 bis 8 des DüngG gilt. 2018 hat die Firma „Pyreg“ ihren Dünger in Schweden als anorganischen Dünger registriert. Laut firmeneigenem Flyer ist dieser in Deutschland zulässig und verkehrsfähig auf Grundlage der EU-VO Nr. 2019/515 (Pyreg, 2019). Ein Mitarbeiter der DVK nannte im Interview in diesem speziellen Fall den Verdacht des „Umgehungstatbestands“. Da KS kein Normprodukt sei und die Anlagen standortspezifisch jeweils an den jeweiligen KS angepasst würden sowie die Prozessführung nicht genormt sei, bestünden Unsicherheiten bezüglich der Ungefährlichkeit der Produkte. Darüber hinaus entstünden bei der Pyrolyse polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs), und ohne aufwendige Produktanalysen könne der Nachweis über die Ungefährlichkeit des Düngers „eigentlich nicht sicher erbracht werden“ (Anonym, 2020). An dieser Stelle muss eindeutig darauf hingewiesen werden, dass die Hersteller von „Pyreg“ sich an die gesetzlichen Vorgaben halten. Das Verfahren der gegenseitigen Anerkennung ist in Zusammenhang mit der Anwendung bestimmter nationaler technischer Vorschriften für Produkte, die in einem anderen EU-Mitgliedsstaat rechtmäßig in den Verkehr gebracht wurden, in der o.g. EU-VO Nr. 2019/515 eindeutig geregelt. Die Inverkehrbringer haften dafür, dass das Produkt zulässig ist (Anonym, 2020). Die mit dieser VO in den Verkehr gebrachten Produkte müssen den geltenden einschlägigen Vorschriften entsprechen. Der Düngeprodukthersteller kann gegenüber dem Bundesamt für Ernährungssicherheit als zuständige Behörde eine freiwillige Erklärung zum rechtmäßigen Inverkehrbringen abgeben.¹⁷ Die oben zitierten Aussagen eines Mitarbeiters einer DVK können nicht als allgemeingültig betrachtet werden (und stellen auch nur die Meinung eines einzelnen Mitarbeiters dar), sie sind dennoch beispielhaft für die Bedeutung und Macht der DVK im Zuge der Anwendung von neuartigen Recyclingdüngern. Hersteller anderer „kreislaufwirtschaftsfreundlicher“ Düngemittel vermeiden das, in diesem Abschnitt beschriebene, grenzüberschreitende Inverkehrbringen von nur national zugelassenen Dün-

700°C unter Luftzugabe verkohlt.

¹⁷<https://www.baes.gv.at/kontrolle/duengemittel/>

gemitteln eher, da es aufgrund des Verfahrens zur gegenseitigen Anerkennung deutlich aufwändiger ist und kostspielige Sicherheitsauflagen mit sich bringt (Douhaire, 2019, S. 65). In dem Vorschlag für die neue EU-VO konstatierte die EK im Jahr 2016 ebenso, dass der Zugang zum Binnenmarkt für „kundenspezifische Produkte“, die organische Düngemittel enthalten, derzeit von der gegenseitigen Anerkennung abhängt und oft behindert ist (EC, 2016).

4.3.6. Inverkehrbringen nach der EU-Düngerprodukteverordnung

Neben die Möglichkeit Düngemittel nach nationalen Bestimmungen oder nach dem Verfahren der gegenseitigen Anerkennung in den Verkehr zu bringen, treten die harmonisierten Vorschriften der (neuen) EU-Düngerprodukteverordnung (EU-VO). Düngemittel, die den Anforderungen laut VO entsprechen, sind als „EG-Düngerprodukte“ in der gesamten EU verkehrsfähig, wenn sie mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet sind. Die neue *„Verordnung (EU) Nr. 2019/1009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 mit Vorschriften für die Bereitstellung von EU-Düngerprodukten auf dem Markt“* umfasst erstmals auch organische Düngemittel aus der Kreislaufwirtschaft. Sie wurde im Juni 2019 im Amtsblatt der EU veröffentlicht und gilt ab drei Jahre nach ihrem Inkrafttreten unmittelbar. Die „alte“ EG-Düngemittelverordnung (VO Nr. 2003/2003) findet solange noch Anwendung. In den Anwendungsbereich der alten EG-VO fallen hauptsächlich Mineraldünger, die aus synthetisierten oder fossilen Primärrohstoffen hergestellt wurden. Der Großteil der in Deutschland angewendeten Mineraldünger sind als solche „EG-Düngemittel“ zugelassen. Sobald sie die Vorgaben der EG-VO erfüllen, sind sie, normalerweise problemlos, in der gesamten EU verkehrsfähig (Wiss. Dienste FB WD 5, 2017).

Die Vorläufe der Verhandlungen zur europaweiten Kennzeichnung und freien Handelbarkeit von Kultursubstraten begannen bereits 2010, als die ersten Gespräche zwischen dem europäischen Torfverband „EPAGMA“ und der EU-Kommission stattfanden. Damals wurde EU-Recht für Kultursubstrate gefordert (BGK, 2010). Die Novellierung der VO verfolgte mehrere Ziele. Erstes Ziel ist die Schaffung von Anreizen durch einen Zugang zum Binnenmarkt *„ohne unnötige Verzögerung“*. Übergeordnetes Ziel war dabei die Förderung der Kreislaufwirtschaft und insbesondere die groß-industrielle Herstellung von Düngemitteln aus organischen und recycelten Stoffen. Dabei sollen insbesondere die Abhängigkeit von Phosphatgestein-Importen aus dem Aus-

land gesenkt werden sowie weitere Synergieeffekte gefördert werden, also die diversen mit der Düngung in der intensiven Landwirtschaft einhergehenden Umweltbelastungen gesenkt werden. Dazu wurden neue Düngemittel, die der reinen Nährstoffzufuhr dienen, als auch neue Stoffe, die der Ernährungseffizienz von Pflanzen zuträglich sind, mitaufgenommen. In der neuen EU-VO wurden die Anforderungen an die Produkte festgelegt, die zukünftig das CE-Kennzeichen erhalten können. Zweites Anliegen ist, die Schadstoffeinträge in Böden, Gewässer und Lebensmittel u.a. durch Cd zu reduzieren. Weiterhin sollten bei der Ausweitung des Anwendungsbereichs die bisher unklaren Bezüge zum Abfall-, Tierhygiene- und Chemikalienrecht geklärt werden. Als Abgrenzung zum Abfallrecht sieht die VO vor, dass Dünger mit CE-Kennzeichen, die ein Verwertungsverfahren durchlaufen haben und die Anforderungen erfüllen, nicht mehr als Abfall gesehen werden. Sie gelten als konform mit den genannten Bedingungen zum Abfallende laut Art. 6, Abs. 1 der Abfallrahmenrichtlinie (Douhaire, 2019, S. 110). Laut Art. 19 *„wird das Verwertungsverfahren im Einklang mit dieser Verordnung durchgeführt, bevor das Material seine Abfalleigenschaft verliert, und das Material gilt als konform mit den in Artikel 6 der genannten Richtlinie festgelegten Bedingungen und wird daher ab dem Zeitpunkt der Ausstellung der EU-Konformitätserklärung nicht mehr als Abfall angesehen“*. Erstmals können also auch Komposte und Gärprodukte aus der Behandlung getrennt erfasster Bioabfälle das Abfallende erreichen. In Deutschland werden diese Produkte, die die Vorgaben der Bioabfallverordnung (BioAbfV) und der DüMV erfüllen, bereits jetzt wie Düngeprodukte gehandelt, unterliegen jedoch gleichzeitig abfallrechtlichen Vorschriften (Brand, 2019).

Die wichtigsten Instrumente der neuen EU-VO sind die Definition von Produktfunktions- und Komponentenmaterialgruppen sowie die Festlegung von bestimmten Kennzeichnungspflichten und weiteren detaillierten Pflichten für Hersteller:innen, Importeur:innen und Händler:innen. Es werden keine spezifischen Düngertypen zugelassen, sondern allgemeine Produktfunktionskategorien (*product function categories*, PFC) und deren mögliche Komponentenmaterialien (*component material categories*, CMC) mit spezifischen stofflichen Grundanforderungen genannt. Die PFC unterliegen jeweils spezifischen Sicherheits- und Qualitätsanforderungen, die an ihre unterschiedlichen Verwendungszwecke angepasst sind. Die CMC sind in verschiedene Kategorien unterteilt, die jeweils spezifischen Prozessanforderungen und Kontrollmechanismen unter-

liegen (Nutriman, 2019). Die PFC und CMC sind in den Anhängen I und II der VO abschließend gelistet, es handelt sich ebenso, wie bei der deutschen DüMV, um abschließende Positivlisten. Laut Anhang II darf ein EU-Düngerprodukt nur aus Komponentenmaterialien bestehen, die die Anforderungen an eine oder mehrere der in diesem Anhang aufgeführten CMC erfüllen.

PFC (Produktfunktionskategorien)

Die PFC werden funktional klassifiziert. Es wurden sieben Kategorien festgelegt. An erster Stelle kommen die Düngemittel, unterteilt in organisch, organisch-mineralisch und anorganisch, jede dieser drei Unterkategorien ist wiederum nach Aggregatzustand aufgesplittet; flüssig oder fest. Weitere PFC sind Kalkdüngemittel, Bodenverbesserungsmittel, Kultursubstrate, Hemmstoffe und Pflanzen-Biostimulanzien. Mischungen dieser Produkte stellen die letzte PFC dar.

CMC (Komponentenmaterialien)

EU-Düngerprodukte dürfen nur aus einem oder mehreren der 11 gelisteten CMCs bestehen; Stoffe und Gemische aus unbearbeiteten Rohstoffen (CMC 1), Pflanzen, Pflanzenteile oder Pflanzenextrakte (CMC 2), Kompost (CMC 3), frische Gärrückstände von Pflanzen (CMC 4), andere Gärrückstände als frische Gärrückstände von Pflanzen (CMC 5), Nebenprodukte der Nahrungsmittelindustrie (CMC 6), Mikroorganismen (CMC 7), Nährstoff-Polymere (CMC 8), sonstige Polymere mit Ausnahme von Nährstoff-Polymeren (CMC 9), Folgeprodukte im Sinne der EG-VO Nr. 2009/1069 (CMC 10), Nebenprodukte im Sinne der EG-Richtlinie 2008/98 (CMC 11). Kompost (CMC 3) ist das Produkt einer aeroben Kompostierung, welches ausschließlich aus einem oder mehreren der dort gelisteten Eingangsmaterialien erzeugt werden darf. Bioabfall und Folgeprodukte gemäß Art. 32 der EG-VO Nr. 2009/1069 (Anm. d. Verf.: diese VO regelt die Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte (TNP) und der Art. 32 betrifft TNP von Versuchstieren) sind zulässige Eingangsmaterialien. Als drittes zulässiges Eingangsmaterial für Kompost wird genannt: *„lebende oder tote Organismen oder Teile davon, die unverarbeitet sind oder lediglich manuell, mechanisch oder durch Gravitationskraft, durch Auflösung in Wasser, durch Flotation, durch Extraktion mit Wasser, durch Dampfdestillation oder durch Erhitzung zum Wasserentzug verarbeitet oder durch beliebige Mit-*

tel aus der Luft entnommen wurden“. Ausgeschlossen werden hierbei explizit der organische Anteil gemischter Siedlungsabfälle aus privaten Haushalten, Klär-, Industrie- oder Baggerschlamm sowie TNP, die in den Geltungsbereich der o.g. EG-VO Nr. 2009/1069 fallen und für die kein Endpunkt in der Herstellungskette gemäß Art. 5, Abs. 2, Unterabs. 3 der genannten VO bestimmt wurde. Als letzter zulässiger Ausgangsstoff werden Kompostierungszusatzstoffe genannt, die notwendig sind, um die Wirksamkeit oder die Umweltverträglichkeit des Kompostierungsprozesses zu verbessern. Menschliche Fäkalien sind als zulässige Ausgangsstoffe nicht gelistet, könnten aber zukünftig durch Rechtsakte Eingang in Anhang II finden. Die Kommission ist laut Art. 42 befugt *„delegierte Rechtsakte (...) zur Änderung des Anhangs I – mit Ausnahme der Grenzwerte für Cadmium und der Begriffsbestimmungen für Produktfunktionskategorien oder anderer Elemente in Bezug auf den Anwendungsbereich – sowie zur Änderung der Anhänge II, III und IV zur Anpassung jener Anhänge an den technischen Fortschritt und zur Erleichterung des Zugangs zum Binnenmarkt für EU-Düngeprodukte einschließlich deren freiem Verkehr zu erlassen“*. Dabei müssen die potentiellen neuen Düngeprodukte voraussichtlich in bestimmten Mengen gehandelt werden; es heißt: *„das Potenzial haben, Gegenstand eines umfangreichen Handels auf dem Binnenmarkt zu sein“* (EU-VO Nr. 2019/1009, Art. 42, Abs. 1 (a)). Weiterhin müssen wissenschaftliche Belege über die Wirksamkeit und die Schadstofffreiheit des Düngemittels vorliegen; sie dürfen *„kein Risiko für die Gesundheit von Mensch, Tier oder Pflanze, für die Sicherheit oder die Umwelt bergen“*. Beispielsweise sind Nährstoffzyklate wie Struvit, Biokohle und Asche noch nicht als Materialien in Anhang II gelistet, dennoch wird eine Aufnahme nach weiterer Prüfung vrsl. bald folgen, denn in Art. 42, Abs. 2 heißt es: *„unverzüglich nach dem 15. Juli 2019 bewertet die Kommission Struvit, Biokohle und Ascheprodukte. Falls sich aus der Bewertung ergibt, dass die Kriterien gemäß Absatz 1 Buchstabe b erfüllt sind – erlässt die Kommission gemäß Absatz 1 delegierte Rechtsakte, mit denen die genannten Materialien in Anhang II aufgenommen werden“*.

Anhang III der EU-VO regelt die Kennzeichnungsanforderungen und Anhang IV sieht für die verschiedenen CMC differenzierte Konformitätsbewertungsverfahren vor. Bevor Hersteller:innen ihre Produkte mit dem CE-Zeichen kennzeichnen dürfen, müssen sie diese einer Konformitätsbewertung unterziehen. Diese wird von notifizierten Behörden überwacht, die genaue Ausgestal-

tung des Verfahrens im Detail wird in Deutschland aktuell diskutiert (Brand, 2019). Der deutsche Bauernverband stellt zum neuen EU-Düngemittelrecht fest, dass die neuen Regelungen und Produkte Kontrollbehörden und Analyselabore vor große Anforderungen stellen werden, nicht nur aus dem Bereich Bioabfallwirtschaft. Auch die Landwirt:innen, die Beratung und der Handel werden sich auf eine wesentlich größere Produktvielfalt, unbekannte Begriffe und neue Definitionen einstellen müssen (Huober, 2018).

Die neue EU-VO sieht zwar keine produktbezogene Eröffnungskontrolle vor, dennoch sieht sie in Anhang IV die zuvor erwähnten Konformitätsbewertungsverfahren vor. Das Modul A (Interne Fertigungskontrolle) ist u.a. für Primärrohstoffe (CMC 1) anzuwenden; hier erstellt der/die Hersteller:in technische Unterlagen, die u.a. Prüfberichte und Erläuterungen zum Herstellungsverfahren enthalten. Für Kompost (CMC 3) und Gärrückstände (CMC 5) muss dagegen eine Qualitätssicherung bezogen auf den Produktionsprozess verpflichtend betrieben werden (Modul D1). Es heißt laut Anhang IV, Modul D1, Nr. 5.1.2.1: *„In Bezug auf Kompost der CMC 3 und Gärrückstände der CMC 5 gemäß Anhang II muss durch das Qualitätssicherungssystem gewährleistet sein, dass die in diesem Anhang angegebenen und für den Prozess der Kompostierung und Gärung geltenden Kriterien eingehalten werden“*. Weiterhin muss das Qualitätssicherungssystem Untersuchungen und Prüfungen umfassen, die vor, während und nach der Herstellung mit einer bestimmten Häufigkeit durchzuführen sind. Diverse Anforderungen bezüglich der Produktion, Lagerung, Eingangs- und Ausgangsmaterialien, qualitätsbezogenen Aufzeichnungen müssen erfüllt werden. Anforderungen an qualifiziertes Personal werden gestellt, ein jährliches internes Auditprogramm muss eingerichtet werden und die notifizierte Stelle kann bei den Herstellenden unangemeldete Besichtigungen durchführen. Douhaire (2019, S. 117) bewertet das Modul D1 aus o.g. Gründen als das aufwändigste. Die Bundesgütegemeinschaft Kompost (BGK), die in Deutschland anerkannte Organisation für die Gütesicherung von Komposten und Gärprodukten, hält die Anforderungen für Kompost *„derzeit für kaum erfüllbar“* (Siebert Jüngling, 2019). Bestimmte Anforderungen, etwa zur Hygiene und zu Mindestnährstoffgehalten, könnten von üblichen Komposten aus Bioabfällen praktisch nicht erfüllt werden. Dies sei unverständlich, *„weil es die ausdrückliche Zielstellung der Kommission war, insbesondere organische Düngeprodukte aus der Kreislaufwirtschaft in das Regelwerk einzubinden“*. Es wird,

„optimistisch gesehen“, davon ausgegangen, dass die Anforderungen an bestimmte PFC in sog. delegierten Rechtsakten mittelfristig soweit anpasst werden, dass auch *„die klassischen Dünger der abfallwirtschaftlichen Kreislaufwirtschaft in der Verordnung genügen“* (Siebert Jüngling, 2019). Zudem seien laut einer Vertreterin der Kompostverbände die Fremdstoffgehalte der EU-VO bezüglich Kompost (CMC 3) mit 3 g kg^{-1} TM an Glas, Metall, Kunststoff größer als 2 mm als zu niedrig eingestuft. Die Komposthersteller:innen wüssten meist selbst noch nicht, ob sie eine CE-Kennzeichnung überhaupt anstreben würden oder ob sie, wie zuvor, ihre Kompostprodukte über den nationalen Weg zulassen und in den Verkehr bringen, obwohl das Abfallende national „immer noch nicht“⁷ erreicht werden kann (Anonym, 2020). Kopp-Assenmacher (2019) stellt allgemein zum EU-Kreislaufwirtschaftspaket fest, dass die Änderungen auf EU-Ebene *„vornehmlich im Appellativen [verharren], wenn die Mitgliedsstaaten geeignete Maßnahmen treffen sollen, um sicherzustellen, dass Abfälle, die ein bestimmtes Recyclingverfahren durchlaufen haben, nicht mehr als Abfälle betrachtet werden“*. Kopp-Assenmacher appelliert weiterhin an Deutschland die Weichen für die notwendige Stärkung der Kreislaufwirtschaft zu stellen, bei der die Märkte für Recyclingprodukte geöffnet sind.

4.3.7. Regelungen zu Düngemitteln im ökologischen Landbau

Der ökologische Landbau ist u.a. wegen des Verzichts auf chemisch-synthetische Dünge- und Pflanzenschutzmittel und den nahezu geschlossenen Nährstoffkreisläufen eine besonders ressourcenschonende Form der Landwirtschaft (UBA, 2019d). Den rechtliche Rahmen für Düngemittel im ökologischen Landbau bilden auf europäischer Ebene die EG-Öko-Basis-VO Nr. 2007/834 sowie die EG-Durchführungs-VO Nr. 2008/889. Diese gelten bis 31.12. 2020, ab 1.1. 2021 tritt eine novellierte EU-Öko-VO auf Grundlage der bereits beschlossenen EU-VO 2018/848 in Kraft. Die VO regeln den Einsatz kompostierter bzw. fermentierter Haushaltsabfälle aus einem kontrollierten, in einem EU-Mitgliedsland anerkannten, Getrenntsammlensystem sowie von kompostiertem oder fermentiertem pflanzlichen Material. In Deutschland unterliegen alle landwirtschaftlichen Betriebe, unabhängig von ihrer Bewirtschaftungsform, bei der Herstellung bzw. bei dem Einsatz von Biogut- und Grüngutkomposten, den gesetzlichen Regelungen wie DüMV und BioabfV. Diese werden nur ergänzt durch die oben genannten VO sowie durch weitere Vorgaben

der verschiedenen Anbauverbände (Richter et al., 2019). Als allgemeiner Grundsatz sieht die EG-VO Nr. 2008/889 vor, dass Abfallstoffe und betriebseigene Nebenerzeugnisse als Produktionsmittel wiederzuverwerten sind. Die Verwendung nicht erneuerbarer Ressourcen oder außerbetrieblicher Dünger werden beschränkt, u.a. durch Minimierungsgebote und eine Limitierung auf schwer lösliche mineralische Düngemittel; nur weicherdiges Rohphosphat ist erlaubt, andere mineralische Düngemittel oder KS dürfen nicht verwendet werden. Düngemittel und Bodenverbesserer, die laut EG-VO Nr. 2008/889 genutzt werden dürfen, sind in Anhang 1 zu finden. Die Regelungen des ökologischen Landbaus sind im Ansatz konsistent für eine Förderung geschlossener Nährstoffkreisläufe durch den insgesamt geringeren Ressourcenverbrauch. Dennoch hat das zulässige weicherdige Rohphosphat eine fragwürdige Düngeeffizienz, daher wäre eine Aufnahme von innovativen Sekundärrohstoffdüngern in Anhang 1 zu befürworten (Douhaire, 2019, S. 293-294).

4.3.8. Förderung der Kreislaufwirtschaft durch deutsches und europäisches Düngemittelrecht

Bei der Bewertung des Beitrages der nationalen und unionsrechtlichen Gesetzgebung zur Reduktion des düngewirtschaftlichen Ressourcenverbrauch stellt Douhaire (2019, S. 123) zusammenfassend fest, dass die Vorschriften bislang keinen nennenswerten Beitrag leisten. Sie begründet dies mit der erleichterten Verkehrsfähigkeit für Mineraldünger, den strengeren Sicherheitsanforderungen an organische Düngemittel, schärferen Verwendungsbedingungen und der fehlenden aktiven Förderung kreislaufwirtschaftsfreundlicher Düngemittel. Letztere sind auch aufgrund ihres hohen Preises (Nährstoffzyklate) oder ihrer unbequemen Ausbringung (organische Düngemittel) am Markt benachteiligt. Explizite finanzielle Anreizinstrumente fehlen. Einen ordnungspolitischen Anreiz zur Substitution von bergbaulich gewonnenem Phosphor könnte das Düngemittelrecht mit der Einführung eines anspruchsvollen Cd-Grenzwertes setzen (Douhaire, 2019, S. 125). Dieser liegt mit 60 mg kg^{-1} Phosphatdünger¹⁸ über jenem der DüMV (50 mg kg^{-1}) und sorgt dafür, dass nationale Schadstoffgrenzwerte umgangen werden können bei einem In-

¹⁸Das Europäische Parlament und die EU-Kommission hatten während der Verhandlungen über die neue EU-VO langfristig einen Grenzwert von 20 mg kg^{-1} gefordert, konnten sich aber nicht gegen die EU-Mitgliedstaaten durchsetzen, die vor deutlichen Preissteigerungen warnten (Deter, 2019).

verkehrbringen als EG-Düngemittel bzw. als neues EU-Düngeprodukt.

Im Jahr 2016 fragten Krabbe und Kraus nach gleichberechtigten Wettbewerbsvoraussetzungen für Rezyklate im Vergleich zu konventionellen Düngemitteln aus Primärrohstoffen. Sie stellten die Frage nach einer Harmonisierung der Anforderungen. Douhaire (2019, S. 118) stellt drei Jahre später fest, dass das grundsätzlich große Potential des nationalen und unionsrechtlichen Produktrechts zur Steuerung der Art und Zusammensetzung von Düngemitteln in den verschiedenen Regelungen weiterhin nicht ausgeschöpft wird. Die mit der Düngemittelproblematik verbundenen zentralen Kritikpunkte bezüglich des Ressourcenverbrauchs bei der Herstellung sowie der Schadstoffgehalte und Nährstoffemissionen durch die Anwendung bestehen auch nach der novellierten EU-VO. Durch die Ausweitung der optionalen Harmonisierung auf kreislaufwirtschaftsfreundliche Düngemittel wurden zwar wichtige Impulse gesetzt, dennoch sind bisher mineralische Primärrohstoffdünger weiter privilegiert, wie oben dargestellt. Douhaire (2019, S. 124) vermutet ebenso, dass insbesondere der oben zitierte „umfangreiche Handel“ für einige innovative Düngeprodukte nur schwer nachweisbar sein wird. Douhaire (2019, S.124) konstatiert, dass die neue EU-VO allgemein innovationsfreundlicher wäre, *„wenn nach einem stärker qualitätsorientierten Ansatz statt einer Limitierung der zulässigen Ausgangsstoffe nur sicherheitsrelevante Aspekte der Komponenten und die finale Produktqualität festgelegt würden“*.

4.3.9. Praxisbeispiele aus europäischen Ländern und den USA zur stofflichen Verwertung von Urin und Fäzes

Im Folgenden möchte ich die Handhabung der Nutzung menschlicher Fäkalien und deren jeweilige rechtliche Rahmenbedingungen in anderen europäischen Ländern darstellen. Diese wurden nicht an den jeweilig in den eigenen Nationalsprachen verfassten Rechtstexte im Original rekonstruiert, sondern beruhen auf einer Recherche, die auf wissenschaftlichen Papern sowie E-Mail-Interviews mit Akteur:innen basiert.

Die Verwaltung in der schwedischen Stadt Tanum erließ bereits 2002 eine gemeindeeigene Sanitärrichtlinie, die Wassertoiletten verbot und heute als eine der innovativsten und zukunftsweisenden Politiken in Schweden diesbezüglich gilt. Sie schreibt eine trockene Abwasserentsorgung in der lokalen Rechtsprechung zu Abwasser vor, sowohl für die ländlichen Teile, als auch jene

innerhalb der Gemeinde. Sie sah sich als zentrale Akteurin des Systems und siedelte die Sanitärversorgung weit oben auf der politischen Agenda an (Druitt, 2009).

Urin wird als Dünger in Schweden großflächig ausgebracht, diese Praxis ist in der konventionellen Landwirtschaft faktisch legal (SSWM, o.J.). Laut Jönsson (2020) sind Urindünger bzw. deren Anwendung im Wesentlichen unreguliert, in der Konsequenz somit nicht verboten. In Schweden dürfen alle Dünger verwendet werden, solange sie bestimmte, individuelle düngerspezifische Schadstoffgrenzen nicht überschreiten. Für Mineraldünger ist ein Grenzwert von 100 mg Cd/kg P festgeschrieben. Für KS ist eine maximale Ausbringungsmenge und ein maximaler Gehalt an sieben verschiedenen SM vorgesehen (Jönsson, 2020). Für organische Dünger gelten bestimmte Applikationszeiten sowie begrenzte Zufuhren von Ammonium und P (bezogen auf die Fläche).

In Dänemark wurden während eines Festivals 50.000 Liter Urin gesammelt, die als Dünger für den Anbau von Bio-Gerste verwendet wurden. Ein Unternehmen hat diese Gerste zur Herstellung von Bier genutzt. Der dänische Landwirtschafts- und Ernährungsrat nannte die Technologie „Beercycling“ und prognostizierte „Pisner“ ein „angesagtes“, nachhaltiges Bier zu werden (Global News, 2017).

Trotz erster großer, aufwändiger Pilotversuche zur Urin-Düngung im Jahr 2016 mit Landwirt:innen ist eine Düngung mit Urin in Finnland außerhalb des privaten Gartens oder eine Weitergabe als Dünger weiterhin nicht erlaubt. Die großmaßstäblichen Versuche bzw. deren Analysen orientierten sich an den notwendigen Nährstoff- und Hygiene-Parametern, die die *Finnish Food Safety Authority* für eine offizielle Neu-Zulassung als Dünger vorschreibt. Es konnte nicht abschließend recherchiert werden, ob ein Zulassungsersuch gestellt wurde oder nicht (Tuukkanen, 2016; Viskari, 2019).

In Holland produziert der Wasserversorger Amsterdam's *Waternet* seit 2014 „grünen Dünger“ aus menschlichem Urin in einem Struvitreaktor. Er sammelte im Jahr 2016 80.000 Liter Urin in wasserlosen Urinalen, um diesen für die Düngung von Dachgärten zu nutzen (Waternet, o.J.).

Harlow (2019) analysierte in ihrer Arbeit ausführlich die rechtlichen Rahmenbedingungen für Fäzes und Urin als potentielle Düngemittelausgangsstoffe in der Schweiz und in Österreich. Der folgende Abschnitt zu Österreich ist eine Zusammenfassung ihrer Recherchen, der Abschnitt zur

Schweiz basiert auf meinen Recherchen und E-Mail-Interviews sowie auf Frau Harlows Recherchen.

In Österreich gelten Fäkalien als Abfälle, jedoch können sie aufgrund des Fehlens eines adäquaten Abfallschlüssels und eines für Fäkalien vorgesehenen Verwertungsverfahrens das Ende der Abfalleigenschaft nicht erreichen. Letzteres ist jedoch Voraussetzung für eine bodenbezogene Verwertung als Düngemittel, da eine Verwertung von Abfällen als Dünger ausgeschlossen ist. Abfälle dürfen zwar laut Kompost-VO zu Komposten weiterverarbeitet werden, dennoch sind menschliche Fäkalien keine zulässigen Ausgangsstoffe laut der VO und eine Erweiterung der abschließenden Liste in der VO um neue Stoffe ist formal nicht vorgesehen. Um getrennt erfassten menschlichen Urin als Düngemittel aufzubereiten, müsste dieser zunächst per Feststellungsbescheid als Abfall kategorisiert und gleichzeitig ein geeignetes Aufbereitungsverfahren zur Beendigung der Abfalleigenschaft definiert werden. Eine Besonderheit im Vergleich zur deutschen Gesetzgebung stellt in Österreich die Möglichkeit dar, nicht nur rechtliche Anforderungen für das Ende der Abfalleigenschaft zu definieren, sondern dies möglicherweise durch einen Prozessstandard erreichen zu können. Dabei müsste ein Prozess zur Hygienisierung der Fäkalien normiert werden, wodurch ein geregeltes Verwertungsverfahren definiert werden würde. Dieser Prozessstandard könnte, bei gleichzeitiger Gewährleistung des Einhaltens der Anforderungen des österreichischen Abfallwirtschaftsgesetz (AWG) an ökologische und ökonomische Verhältnismäßigkeit der Verwertung, zur Erreichung des Produktstatus führen. Schlussendlich müsste einem Antrag auf Zulassung als neues Düngeprodukt stattgegeben werden (Harlow, 2019).

In der Schweiz, welche zwar zur Europäischen Freihandelsassoziation, jedoch nicht zum Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) gehört, wurde 2018 mit „Aurin“ weltweit der erste Mehrnährstoffdünger aus menschlichem Urin explizit als Düngemittel für den Gemüse- und Zierpflanzenanbau zugelassen. Der Antrag wurde von der Firma Vuna eingereicht, die das Verfahren zur Düngerherstellung aus Urin¹⁹ per Nitrifikation und Eindampfung entwickelt hat. 2019 wurde zudem das Inverkehrbringen von Aurin in Liechtenstein bewilligt. In der Schweiz werden neue Stoffe prioritär nach ihrer Sicherheit bewertet. Ein Inverkehrbringen kommt dann infrage, wenn ein Stoff bei sachgerechter Anwendung nachweislich nicht in der Lage ist, Menschen und

¹⁹<https://www.eawag.ch/de/abteilung/eng/projekte/vuna-naehrstoffrueckgewinnung-aus-urin/>

Umwelt zu gefährden. Nach Erbringen der Nachweise über Sicherheit und Wirksamkeit wurde Aurin zunächst als Zierpflanzendünger zugelassen. Durch die Weiterentwicklung des Verfahrens konnten Arzneimittelrückstände nachweislich eliminiert werden, drei Jahre später erteilte das schweizerische Bundesamt für Landwirtschaft Aurin final eine Bewilligung zur Düngung von essbaren Pflanzen. Das im Vuna-Verfahren angewandte Eindampfen von Urin unterliegt dabei keinen abfallrechtlichen Auflagen (Harlow, 2019). In einem Interview bemerkte Kai Udert (2019), Mitarbeiter der Eawag, wissenschaftlicher Berater der Vuna GbmH und einer der Antragsteller beim Bundesamt, dass er die schweizerischen Behörden für sehr pragmatisch hält, „wenn eine Idee einen realen Nutzen hat“. Harlow (2019, S. 34) konstatiert: *„Die Zulassung von einem Dünger aus menschlichem Urin in der Schweiz zeigt, dass ein Bewilligungsgesuch für einen Dünger aus einem neuen Ausgangssubstrat durchaus Erfolg haben kann. Grund dafür ist unter anderem, dass in der Schweiz keine Liste über zugelassene Ausgangsstoffe für Dünger existiert. Neue Stoffe und Gemische, die als Dünger verwendet werden sollen, müssen allesamt nach den Anforderungen der ChemV geprüft werden. Priorität hat für die gesetzgebende Instanz also die Sicherheit eines Stoffs“*. Urin musste nicht an anderer Stelle der Gesetzgebung rechtlich definiert werden, im Zuge der Bewilligung wurde der Urin als *separat gesammelter anthropogener Urin* bezeichnet, eine vorherige Einordnung in das Abfallrecht war in der Schweiz nicht notwendig. In der Schweiz werden Neuzulassungen für Dünger beantragt, nicht für einzelne Ausgangsstoffe. Für jeden neu zuzulassenden Dünger müssen die Inhaltsstoffe sowie das Gemisch gemäß der Verordnung über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (ChemV) beurteilt werden. Dabei ist unerheblich, ob es Abfälle sind oder ob die Inhaltsstoffe in einem bereits zugelassenen Dünger vorkommen (Harlow, 2019, S. 37). In Deutschland regelt die abschließende Liste über zugelassene Ausgangsstoffe der DüMV das Düngemittelrecht, es werden keine Neuzulassungen für Dünger oder Düngertypen beantragt. Mit der Bewilligung für das Inverkehrbringen in Liechtenstein, Mitglied der Europäischen Freihandelsassoziation und des EWR, stellt sich die Frage, ob Aurin nicht auch in Deutschland in den Verkehr gebracht und angewendet werden könnte, mit dem Verfahren der gegenseitigen Anerkennung. Nach einem Vergleich der unterschiedlichen Zulassungsbedingungen in den Ländern Deutschland, Österreich und der Schweiz kommt Harlow (2019) zu dem Ergebnis, dass Aurin aufgrund seiner Ei-

genschaften bezüglich der Hygieneparameter und anderer bedenklicher Schadstoffgehalte auch den Ansprüchen der deutschen und österreichischen Gesetzgebenden genügen würde.

Wie in dem Kapitel 4.3.2. dargestellt, könnte bei einem Inverkehrbringen in Deutschland die Schutzklausel geltend gemacht werden. Denn obwohl die Gefahr für Natur und Umwelt im Fall für Aurin in der Schweiz geprüft wurde, kann die Ungefährlichkeit von deutschen Behörden infrage gestellt werden. Anders als in der Schweiz gibt es in Deutschland keine Bestimmungen darüber, wann Nachweise über die Ungefährlichkeit aus dem Ausland anerkannt werden (Harlow, 2019). Erfahrungen mit deutschen Behörden zeigen, dass es nach Markteintritt zu Widerspruch auf Landesebene kommen kann, wie das Beispiel „Pyreg“ verdeutlicht. Weiterhin wurde die Bewilligung für Aurin in Liechtenstein explizit mit dem Verweis auf den Zollvertrag zwischen den beiden Staaten ausgestellt, sie gilt nur solange die Bewilligung in der Schweiz gültig ist (Amt für Umwelt Fürstentum Liechtenstein, 2019). Es hat keine eigenständige Prüfung des Produktes stattgefunden. Ein Mitglied des Düngemittelbeirates vermutet deshalb, dass die betreffenden DVK die Genehmigung im Gebiet der EU außerhalb von Liechtenstein nicht akzeptieren würden (George, 2019). Als Bezugsquellen außerhalb der Schweiz werden zwei Vertriebe in Frankreich genannt und einer in Deutschland. Die Verkaufsstelle in Kiel nahm Aurin allerdings wieder aus dem Sortiment, da keine Zulassung besteht (Etter, 2020). Zusätzlich wurde in einem Telefoninterview zur (Zulassungs-)Situation in der Schweiz angemerkt, dass die Situation in der Schweiz eine besondere sei (Anonym, 2019). Der Flüssigdünger Aurin wurde durch ein im Rahmen des Forschungsprojekts „VUNA“ entwickeltes Recyclingverfahren hergestellt. Wissenschaftler:innen haben an der Eawag, dem größten Wasserforschungsinstitut der Schweiz im ETH-Bereich, etwa 10 Jahre zusammen mit Partnern der ETH Zürich und der University of KwaZuluNatal geforscht. Es ist eines der größten Institute EU-weit, das sich ausschließlich mit Themen rund um Wasserqualität, Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz beschäftigt. Aus jenem Forschungsprojekt entstand das Spin-Off „VUNA GmbH“, das heutzutage den Dünger vermarktet. Diese Situation ist mit Deutschland nicht vergleichbar, denn hier existieren mehr als 50 Einrichtungen der Wasserforschung an Fachhochschulen, Universitäten, als Einrichtungen des Landes, außeruniversitär oder als Ressortforschung des Bundes (Kirsten, 2014). Keine dieser Einrichtungen hat eine vergleichbare Reputation in Deutschland, wie

das Eawag (Anonym, 2019).

In den USA können die einzelnen Staaten die stoffliche Verwertung von Urin und Fäzes einzeln regulieren, manche handhaben sie wie KS, für den es von der nationalen Umweltbehörde konkrete Auflagen zur Verwertung in der Landwirtschaft gibt, während andere eine direkte Anwendung gestatten. Ein Forschungsinstitut aus dem Bundesstaat Vermont nutzt Urin als Dünger und bringt diesen großflächig auf Grünland aus. Die Düngung mit Urin wird dort wie KS reguliert und da Urin in den USA keiner eigenen Kategorie zugeordnet werden kann, musste das Institut bei der Zulassung einen Genehmigungsprozess analog dem einer Kläranlage durchlaufen, deren KS verwertet werden soll. Es besteht die Aussicht, dass diese bürokratischen Schwierigkeiten in näherer Zukunft vereinfacht werden (Kennedy, 2020).

4.4. Rechtsregime für Recyclingdünger: Abfall- oder Abwasserrecht?

Bei der Frage der Zuordnung der Inhalte aus TTT zu einem Rechtsregime und den etwaigen Überwachungsbehörden ist insbesondere die Abgrenzung zwischen Wasser- und Kreislaufwirtschafts-/Abfallrecht zu beachten. Wenn sie keinem der beiden Regime zugeordnet werden können, wäre das allgemeine Ordnungsrecht einschlägig und die allgemeine Ordnungsbehörde für den Vollzug zuständig, je nach Landesrecht. Dies ist eher unerwünscht und so wird in der Praxis eine Einordnung behördenseitig immer angestrebt (Häfner et al., 2019). Die Klärung, welchem Bereich die zu behandelnden Stoffströme aus NASS zugeordnet werden sowie die Definition der entstehenden Materialien als Abfall, Produkt, oder Nebenerzeugnis ist eine wesentliche praktische Anwendungsvoraussetzung (DWA, 2014, S. 24).

Die Definition des Abwasserbegriffs

Die Definition des Abwasserbegriffs war schon immer sehr umstritten, so stellten Gaßner et al. (2001) fest, dass die wohl überwiegende Ansicht und Rechtsprechung von einem weiten Abwasserbegriff ausgeht. Sie stellen fest, dass es sich mindestens *„um einen wasserhaltigen flüssigen Stoff oder Stoffgemisch handelt; feste Stoffe könnten schon nach dem allgemeinen Sprachgebrauch kein Abwasser sein“*. Der Wassergehalt sei zwar nicht entscheidend, *„allerdings sei bei*

einem ganz unerheblichen Wasseranteil nicht mehr von Abwasser auszugehen; der Wasseranteil müsse deshalb so hoch sein, dass er sich nicht nur als Verunreinigung der Flüssigkeit darstellt“.

Vor allem entspräche die weite Auslegung des Abwasserbegriffs dem Wortlaut des Begriffs „Abwasser“, „der eine Flüssigkeit mit nicht ganz unerheblichem Wasseranteil voraussetzt“ sowie dem Sinn und Zweck des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG). Letzteres soll die Allgemeinheit vor Gefahren schützen, die von Abwasser und seiner Beseitigung ausgehen. Wenn sich der Besitzer dieses entledigen will, ist von Abwasser auszugehen.

Das WHG von 2009 definiert in § 54 Abwasser als *„das durch häuslichen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder sonstigen Gebrauch in seinen Eigenschaften veränderte Wasser und das bei Trockenwetter damit zusammen abfließende Wasser (Schmutzwasser)“*. „Schmutzwasser“ wird auch definiert als *„die aus Anlagen zum Behandeln, Lagern und Ablagern von Abfällen austretenden und gesammelten Flüssigkeiten“*.

Die Abgrenzung von Wasser- und Abfallrecht

Die grundsätzliche Abgrenzung der Anwendungsbereiche des Wassers- vom Abfallrecht erfolgt in § 2, Abs. 2, Nr. 9 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG). Hiernach fallen Stoffe, sobald sie in ein Gewässer oder eine Abwasseranlage eingeleitet werden, nicht in dessen Anwendungsbereich.

Im Jahr 2017 beschäftigte sich das Bundesverwaltungsgericht mit der Frage der Abfalleigenschaft von KS und stellt fest, dass in Einzelfällen die Abgrenzung zur Abfallentsorgung schwierig sein kann. In einem konkreten Fall wurde der Abtransport des angefallenen Schlammes aus einer Kleinkläranlage als Abwasserbeseitigung mit Hinweis auf § 54, Abs. 2 (WHG) definiert. Dieser Paragraph ist allerdings nur auf die Beseitigung des in Kleinkläranlagen anfallenden Schlammes anwendbar, während anfallende KS aus größeren, bspw. kommunalen oder betrieblichen, Kläranlagen grundsätzlich als Abfälle zu qualifizieren sind. Weiterhin sieht derselbe Paragraph vor, dass die *„Entwässerung von KS Gegenstand der Abwasserbeseitigung ist und noch nicht den Vorschriften über die Abfallbeseitigung unterliegt“*, vorausgesetzt, dass die Entwässerung im *„Zusammenhang mit der Abwasserbeseitigung“* geschieht. Ansonsten handelt es sich bei KS um Abfall und auch die weitere Verwendung des KS, z.B. die Verwertung des behan-

delten Restschlamm durch Aufbringung auf landwirtschaftliche Böden, ist dann abfallrechtlich zu betrachten. Wird der KS in einer Trocknungsanlage auf einer Abwasserbehandlungsanlage soweit entwässert, dass er anschließend verbrannt werden kann, ist dies als Abwasserbeseitigung zu verstehen. Wird dieser aber als Teil eines Kompostiervorgangs entwässert *„wird der Vorgang regelmäßig in Gänze als Abfallbehandlung zu qualifizieren sein“*. Im Zweifel kommt es *„maßgeblich darauf an, in welchem Bereich der Schwerpunkt der jeweiligen Anlage oder des Behandlungsvorgangs liegt“* (Kanzlei Gaßner, Groth, Siederer Coll, 2017).

Einschätzungen aus der Praxis

Eine einzelne Einschätzung von einem Umweltamt bewertet aus abfallrechtlicher Sicht das *„Abtrennen/Auffangen des Urins und die Abdeckung/ Vermischung der Fäkalien mit Holzspänen“* als Abwasser-Behandlung, welche die Schädlichkeit vermindert. Weiterhin kann die Anordnung der Trockentoiletten somit in der Zeit eines Festivals *„als kleinräumige, ortsfeste Abwasserbehandlungsanlage angesehen werden“*. Folglich kann *„der Inhalt der Auffangbehälter als Abfall aus der abschließenden Behandlung von Abwasser in Abwasserbehandlungsanlagen definiert werden“* und es bestehen keine Einwände gegen die Verwendung des Abfallschlüssels für KS (Anonym, 2018). Das BMU stellt in seinem Vermerk fest: *„Bei einer Komposttoilette beginnt zwar bereits ein Kompostierungsprozess, er kann jedoch noch nicht als Behandlung von Abwasser angesehen werden, da die Schädlichkeit der Fäkalien auf diese Weise nicht verringert werden kann“*. Die Abfallrechtsexpertin schätzte die Definition der Toilettenanlage als Abwasserbehandlungsanlage als „gewagt“ ein (Häfner et al., 2019). Die Einschätzung dieser Expertin als auch des BMU sowie diverser Umweltämter und anderer Kanzleien legen nahe, dass menschliche Fäkalien grundsätzlich in den Anwendungsbereich des KrWG fallen.

In der Praxis kommen Einschätzungen von Kanzleien zum Ergebnis, dass durch den Betrieb mobiler Toiletten, also die Tätigkeit des Unternehmens, Abfälle erzeugt werden, was ebenso für eine Einordnung in dieses Rechtsregime spricht. Die Betreiber:innen sind dabei die *„Erst-erzeuger“* von Abfällen. Dies ergibt sich aus dem Geschäftsmodell des Betriebes auf Veranstaltungen, denn der Abfall befindet sich in der *„Sachherrschaft und Risikosphäre des Betreibers“* (Anonym, 2017). Betreiber:innen von „herkömmlichen“ Chemietoiletten, bei denen die Fäkalien

üblicherweise mit Wasser vermischt werden, können daher ebenso als Abfallerzeuger:innen gelten. Auch sie führen eine Tätigkeit (Dienstleistung) aus, bei denen Abfälle anfallen (KrWG, § 3, Abs. 8). Eine Entsorgung über den Wasserpfad ist allerdings nicht grundsätzlich ausgeschlossen. Als *„flüssige Stoffe, die kein Abwasser sind, können [sie] mit Abwasser beseitigt werden, wenn eine solche Entsorgung der Stoffe umweltverträglicher ist als eine Entsorgung als Abfall und wasserwirtschaftliche Belange nicht entgegenstehen“* (§ 55, Abs. 2 WHG). Der Abfallbegriff schließt in diesem Fall den Abwasserbegriff nicht aus, er ist vielmehr als ein *„Vorschaltbegriff“* anzusehen (Häfner et al., 2019).

Die Anwendbarkeit des Abfallrechts auf Sekundärrohstoffdünger

Für die Regelung des Umgangs mit Abfällen ist das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) übergeordnet zuständig. Diesem untergeordnet machen die abfallrechtlichen Verordnungen Vorgaben für den Umgang mit verschiedenen Abfällen, die u.a. das Recycling zu Düngern regeln. Douhaire (2019, S. 222) konstatiert, dass, anders als bei Gülle, die grundsätzliche Anwendbarkeit des Abfallrechts auf Sekundärrohstoffdünger außer Frage steht. Dünge- und Abfallrecht gelten gleichzeitig und sind eng verzahnt, was besonders bei der landwirtschaftlichen KS- und Bioabfallverwertung deutlich wird. Das KrWG enthält Anforderungen an Bioabfälle und KS, u.a. auch herkunftsbezogene Beschränkungen, allerdings dürfen diese *„Vorgaben nicht festgelegt werden, soweit die „ordnungsgemäße und schadlose“ Verwertung von Bioabfällen und KS durch Regelungen des Düngerechts gewährleistet ist“* (Douhaire 2019, S. 225). Die Bioabfallverordnung reguliert die Sammlung und Behandlung von Bioabfällen, dennoch greift, sobald eine Vermarktung eines Kompostes aus diesem angestrebt wird, die DüMV. Durch diesen Vorrang des Dünge(mittel)rechts sollen Doppelregelungen vermieden werden. Weiter sei wichtig zu erörtern, wann wichtige sekundäre Nährstoffquellen wie KS und Bioabfall nach der Behandlung den Abfallstatus wieder verlieren (Douhaire 2019, S. 225).

Im Folgenden werden die Voraussetzungen für die Verwertung von Abfällen allgemein und für das Erreichen des Abfallende dargelegt. Es folgen die einschlägigen Verordnungen für andere, menschlichen Fäkalien ähnelnde, Ausgangsstoffe wie Bioabfälle, KS und Gülle, die bodenbezogen in Deutschland verwertet werden. Die jeweils unterschiedlichen Verordnungen, die diese drei Ausgangsstoffe entlang ihrer Wertschöpfung regeln, wurden während der Erarbeitung der DIN SPEC 91421 in der Arbeitsgruppe Metaanalyse analysiert. Diese Erkenntnisse dien(t)en als Orientierung bezüglich auszuwählender Parameter für die Probenanalyse, die Behandlung, das Inverkehrbringen und die Anwendung eines potentiellen Düngemittels aus menschlichen Fäkalien in Landwirtschaft und dem Gartenbau. Eine Überblicksgrafik, die im Anhang zu finden ist (letzte Seite in diesem Dokument), wurde in Zuge dessen entwickelt.

4.5. Düngerelevante Regelungen des Abfallrechts

Im Folgenden werden die auf meine Fragestellung relevanten rechtlichen Rahmenbedingungen des Abfallrechts vorgestellt. Dabei werden zunächst die jeweiligen Zweck- und Begriffsbestimmungen, Anwendungsbereiche und andere Aspekte herausgearbeitet, die für Recycling-Dünger von Relevanz sind. Am Ende eines jeden Unterkapitels wird eine kurze Bewertung vorgenommen, ob das Vorherige einschlägig ist oder als Orientierung für Düngeprodukte aus menschlichen Fäkalien dienen könnte.

4.5.1. Kreislaufwirtschaftsgesetz

Mit dem neuen Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) von 2012 wurde die zentrale europäische Richtlinie, die EU-Abfallrahmenrichtlinie EG-RL Nr. 2008/98 (AbfRRL), in deutsches Recht umgesetzt. Es ist die Ermächtigungsgrundlage für die folgenden Verordnungen. Die AbfRRL definiert wesentliche Begrifflichkeiten und legt eine fünfstufige Abfallhierarchie fest, die in Abbildung 7 dargestellt ist.

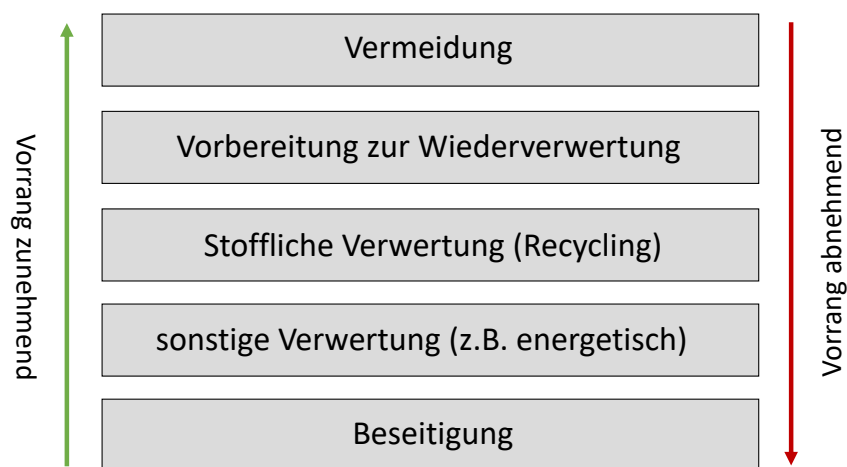


Abbildung 7: Abfallhierarchie gemäß AbfRRL und KrWG, § 6
Quelle: Harlow, 2019

Der Zweck und das Ziel des KrWG ist die Förderung der Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen bei gleichzeitiger Sicherstellung des Schutzes von Mensch und Umwelt bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen. Das zentrale Ziel ist eine nachhaltige Verbesserung des Umwelt- und Klimaschutzes sowie der Ressourceneffizienz in der Abfallwirtschaft durch Stärkung der Abfallvermeidung und des Recyclings von Abfällen (BMU, o.J.). Als einer der Grundsätze der Abfallvermeidung und Abfallbewirtschaftung wird in § 6 die Abfallhierarchie direkt aus der EU-Richtlinie übernommen. Sie gilt als wichtiger Grundsatz der Kreislaufwirtschaft und gibt eine Rangfolge vor, bei der *„diejenige Maßnahme Vorrang haben [soll], die den Schutz von Mensch und Umwelt bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen unter Berücksichtigung des Vorsorge- und Nachhaltigkeitsprinzips am besten gewährleistet“*. Für die Betrachtung der Auswirkungen auf Mensch und Umwelt (...) ist der gesamte Lebenszyklus des Abfalls zugrunde zu legen. Insbesondere zu berücksichtigen sind dabei die zu erwartenden Emissionen, das Maß der Schonung der natürlichen Ressourcen, die einzusetzende oder zu gewinnende Energie sowie die Anreicherung von Schadstoffen in Erzeugnissen, in Abfällen zur Verwertung oder in daraus gewonnenen Erzeugnissen. Weiterhin sind die jeweils technische Möglichkeit, die wirtschaftliche Zumutbarkeit und die sozialen Folgen zu beachten. Das Recycling von Abfällen ist dabei einer sonstigen, zum Beispiel thermischen, Verwertung vorzuziehen. Recycling im Sinne des § 3, Abs. 25 KrWG ist *„jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfälle zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet werden; es schließt die Aufbereitung organischer Materialien ein (...)"*. Die niedrigste Stufe stellt dabei die Beseitigung dar. Dieser Vorrang für eine stoffliche Verwertung besteht allerdings nur, wenn sie im Einklang mit den Grundpflichten der Kreislaufwirtschaft erfolgt. § 3 Abs. 1 KrWG definiert Abfälle als *„alle Stoffe ... derer sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss“*. Eine Entledigung ist anzunehmen, wenn der/die Besitzer:in Stoffe einem Verwertungs- oder Beseitigungsvorgang zuführen möchte. Letzteres dürfte auf menschliche Fäkalien, die von den Betreiber:innen gesammelt werden, zutreffen und wird ebenso von einzelnen Einschätzungen von Kanzleien als eine solche bewertet (Anonym, 2017).

Im Folgenden werden einige Kommentare zum KrWG zitiert, um aufzuzeigen, wie einzelne Gesetztestexte von den Kommentator:innen ausgelegt werden (können). Diese spiegeln also gerade bei unterschiedlichen Auslegungen das jeweilige Verständnis der Verfassenden, vergleichbar mit dem Gehalt einer Norm, wider. Gerade wenn zu einer Norm noch keine abschließende Rechtsprechung ergangen ist, geben sie eine Orientierungshilfe. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass die bzw. eine spätere Rechtsprechung anders entscheidet (Häfner et al., 2019).

Voraussetzungen für die Verwertung von Abfällen

Laut § 7, Abs. 3 hat die *„Verwertung von Abfällen, insbesondere durch ihre Einbindung in Erzeugnisse, (...) ordnungsgemäß und schadlos zu erfolgen. Die Verwertung erfolgt ordnungsgemäß, wenn sie im Einklang mit den Vorschriften dieses Gesetzes und anderen öffentlich-rechtlichen Vorschriften steht. Sie erfolgt schadlos, wenn nach der Beschaffenheit der Abfälle, dem Ausmaß der Verunreinigungen und der Art der Verwertung Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit nicht zu erwarten sind, insbesondere keine Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf erfolgt“*. In einer unbefristeten Genehmigung für die Kompostierung von Fäkalien auf den eigenen Flächen einer Ökosiedlung (Anonym, 2012) wird festgestellt, dass die Voraussetzung für eine schadlose Verwertung im Sinne dieses Paragraphen erfüllt ist. Die DWA (2014) bemerkt zwar, dass zu beachten ist, dass auch bei einem als Abfall deklarierten Material die Verwertung Vorrang vor dessen Beseitigung hat, dennoch muss an dieser Stelle wiederholt werden, dass durch die fehlenden rechtlichen Begriffsbestimmungen von Fäzes und Urin keine Bestimmungen existieren, wie diese Produkte qualitätsgesichert als Dünger verwertet werden können. Der Geltungsbereich in § 2, Abs.2, Nr. 4 KrWG lautet wie folgt: *„Die Vorschriften dieses Gesetzes gelten nicht für Fäkalien, soweit sie nicht durch Nummer 2 [Anm. d. Verf.: „Nummer 2“ bezieht sich dabei auf tierische Nebenprodukte, die durch die EG-VO Nr. 2009/1069 geregelt sind] erfasst werden, Stroh und andere natürliche nicht gefährliche land- oder forstwirtschaftliche Materialien, die in der Land- oder Forstwirtschaft oder zur Energieerzeugung aus einer solchen Biomasse durch Verfahren oder Methoden verwendet werden, die die Umwelt nicht schädigen oder die menschliche Gesundheit nicht gefährden (...)“*.

Jener Absatz ist wortgleich in Art. 2, Abs. 1 (f) der EU-AbfRRL zu finden. Kopp-Assenmacher

argumentiert 2014 in einem Kommentar zum Geltungsbereich des KrWG, dass mit der Ausnahme bei „Fäkalien lediglich solche tierischen Ursprungs gemeint [sind], die aus der Land- und Forstwirtschaft stammen (insbesondere Gülle (...))“. Weiterhin stellt er fest, dass die Ausnahme „nur solche Fäkalien [umfasst], die nicht bereits von der Ausnahme (...) der Nr. 2 erfasst sind. In Anbetracht des Umfangs jener Ausnahme läuft der Anwendungsbereich der Nr. 4 in Hinsicht auf Fäkalien (bis auf in der Praxis wohl unbedeutende Fäkalien aus der Forstwirtschaft) weitestgehend leer. Des Weiteren umfasst die Ausnahme Stroh und andere natürliche nicht gefährliche land- oder forstwirtschaftliche Materialien“. Kopp-Assenmacher bezieht sich im ersten Satz nur auf tierische Fäkalien. Auch die Anwältin nimmt an, dass das KrWG als Rechtsregime am ehesten in Frage kommt (Häfner et al., 2019). Es kann an dieser Stelle festgestellt werden, dass menschliche Fäkalien generell wahrscheinlich nicht als ungefährlich wahrgenommen werden und diese folglich nicht per se vom Geltungsbereich ausgeschlossen sind. Sie sind auch keine Materialien, die heutzutage üblicherweise in der Land- oder Forstwirtschaft verwendet werden, was ebenso dafürspricht, dass das KrWG einschlägig ist. Dennoch bleibt die Satzstruktur mit den Nebensätzen an dieser Stelle ambivalent.

Einzelpersonen in Abfallbehörden beziehen sich wiederholt auf das KrWG als Rechtsgrundlage, wenn sie über eine Betriebserlaubnis zur Fäkalien-Kompostierung entscheiden, analog wird im Vermerk des BMU (2018) argumentiert. Abschließend kann die Frage nach der grundsätzlichen Anwendbarkeit des KrWG für menschliche Fäkalien nicht geklärt werden.

Ende der Abfalleigenschaft

Stoffe, die ihren Abfallstatus nicht verlieren, können nicht wie Produkte gehandelt werden und unterliegen weiterhin abfallrechtlichen Vorschriften, werden also stärker überwacht (UBA, o.J.). Hat ein Stoff seine Abfalleigenschaft verloren, unterliegt er nicht mehr dem Abfallrecht, sondern dem einschlägigen Produkt- und Umweltrecht. Zu beachten ist in diesem Falle die EG-VO 2006/1907 „REACH“ (Europäische Chemikalienverordnung zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe) (Cosson, 2019). Die Registrierung bei REACH ist bereits für die P-Rezyklate MAP und KS-Asche geschehen. Dabei musste nur nachgewiesen werden, dass die Stoffzusammensetzung und die in den Verkehr zu bringenden Mengen der vor-

herigen Registrierung entsprechen (UBA, 2019 c, S. 81).

In § 5 KrWG werden Voraussetzungen festgelegt, die bei Einhaltung zum Verlust der Abfalleigenschaft führen. Als wichtige Voraussetzung muss der Stoff ein Verwertungsverfahren durchlaufen haben. Dieses zeichnet sich dadurch aus, *„dass es den Abfall als Hauptergebnis einem sinnvollen Zweck zuführt. Durchlaufen hat der Abfall das Verwertungsverfahren, wenn die Verwertung abgeschlossen ist. Der Abfall muss zu diesem Zweck zumindest so vorbereitet sein, dass andere Materialien ersetzt werden können“* (Cosson, 2019). Ein anderer Kommentar führt aus, dass die Notwendigkeit, dass der Abfall ein Verwertungsverfahren durchlaufen haben muss, dazu führen kann, dass die Beendigung der Abfalleigenschaft daran scheitert, *„dass der (ehemalige) Abfall mit dem Abschluss des Verwertungsverfahrens seine Existenz verliert“*, z.B. bei bodenbezogener KS-Kompostverwertung (Landmann et al., 2014). Hier „verschwindet“ der Abfall förmlich, bevor die Abfalleigenschaft enden kann (Häfner et al., 2019).

Zusätzlich zum Durchlaufen eines Verwertungsverfahrens müssen alle in § 5 Abs. 1 Nr. 1-4 KrWG aufgeführten Bedingungen erfüllt sein. Die Stoffe müssen für bestimmte Zwecke üblicherweise verwendet werden, weiter muss ein Markt bzw. eine Nachfrage bestehen. Zusätzlich müssen die für die jeweilige Zweckbestimmung geltenden technischen Anforderungen sowie alle Rechtsvorschriften und anwendbaren Normen eingehalten werden. Die Verwendung darf schließlich insgesamt nicht zu schädlichen Auswirkungen auf Mensch oder Umwelt führen. Cosson (2019) stellt fest, dass diese Bedingungen die Anforderungen an das Verwertungsverfahren bestimmen: *„Der Augenblick, in dem ein Stoff oder Gegenstand, die Bedingungen erfüllt, ist gleichbedeutend mit dem Abschluss des Verwertungsverfahrens“*. Cosson (2019) kommentiert weiterhin die Kriterien „Verwendung für bestimmte Zwecke“ und das Bestehen eines Marktes oder eine Nachfrage. Diese stehen in direktem Zusammenhang. Beide sollen ausschließen, dass zwar beim Durchlaufen des Verwertungsverfahrens andere Materialien ersetzt werden (können), jedoch schlussendlich die weitere Nutzung des Stoffes nach Abschluss des Verfahrens ungewiss ist und dieser final wieder Abfall würde. Vor allem ein nachgewiesener „positiver Preis“ ist ein Anhaltspunkt, dass ein Markt existiert. Andere Kriterien, die zur Prüfung herangezogen werden können, sind: das Bestehen von fest etablierten Marktbeziehungen mit Angebot und Nachfrage und die Anwendung von Handelsregelungen bzw. -bräuchen (Cosson, 2019). Menschliche Fäka-

lien, die zu mineralisch-organischen Düngemitteln oder Komposten verarbeitet würden, können die Kriterien der Verwendung für einen bestimmten Zweck und möglicherweise das Kriterium des „positiven Preises“ erfüllen. Im Rahmen dieser Arbeit konnte allerdings nicht detaillierter recherchiert werden, was genau ein Hinweis auf einen positiven Preis wäre. Ein potentieller Markt für Komposte, insbesondere für regionale Dünger aus Sekundärrohstoffen, besteht zwar, wie ausführlich in der Konstellationsanalyse dargestellt, dennoch ist fraglich, ob dieser tatsächlich auch für Produkte aus menschlichen Fäkalien besteht. Einen ersten Anhaltspunkt gibt die Abgabe der Erde des Ökohauses Rostock an „zahlreiche Interessenten“ (Ökohaus, o.J.).

An dieser Stelle sollte daran erinnert werden, dass die Zweckbestimmung potentieller Düngeprodukte aus menschlichen Fäkalien Düngemittel oder Bodenverbesserer sind. Laut DüngG dürfen nur solche Düngemittel angewandt werden, die den Anforderungen der DüMV entsprechen und darin sind, wie bereits zuvor dargestellt, menschliche Fäkalien vom Anwendungsbereich ausgeschlossen. Eine mögliche Verwertung kann daher nicht ordnungsgemäß erfolgen.

Abfallende verschiedener (anderer) Abfälle

Montag et al. (2014, S. 141) stellen bezüglich KS-Aschen fest, dass die Frage nach dem Verlust der Abfalleigenschaft stoff- und verfahrensspezifisch geprüft werden muss. Dabei stellt sich jedes Mal die Frage, ob für das jeweilige Produkt eine Nachfrage besteht bzw. ob diese durch ein Anreizsystem geschaffen werden kann, ob die sicherheitstechnischen Voraussetzungen des Düngemittelrechts erfüllt sind und keine weiteren Gesundheits- und Umweltrisiken vorliegen. Schweinsgülle wurde als „Nicht-Abfall“ anerkannt, während KS-Aschen weiterhin Abfälle bleiben. KS, deren Aschen, als auch KS-Komposte werden zwar als Sekundärrohstoffe bezeichnet, dennoch verbleiben sie weiterhin im Abfallstatus. Erst 2017 wurde dies noch einmal für (KS-) Kompost bestätigt, bei dem der Abfall „Klärschlamm“ zwar ein Verwertungsverfahren durchläuft, das abfallspezifische Gefährdungspotenzial jedoch nicht vollständig beseitigt ist sowie die vorherigen abfalltypischen Gefahren nicht vollständig verloren sind. Hierbei muss der abschließende Eintritt des Verwertungserfolges immer dann überprüft werden, wenn die stofflichen Eigenschaften der Abfälle nicht für den ursprünglichen, sondern für andere Zwecke (hier: Düngung) genutzt werden. Die schadlose Verwertung dieser Komposte „kann erst dann fest-

gestellt werden, wenn der Klärschlammkompost sachgerecht auf geeignete, nämlich ggf. nur in geringem Maße bereits vorbelastete Böden aufgebracht worden ist, weil erst dann das abfallspezifische Gefährdungspotenzial vollständig beseitigt ist“ (Kanzlei Gaßner, Groth, Siederer Coll, 2017). Komposte und Gärprodukte können ebenso ihre Abfalleigenschaft nicht verlieren, trotz jahrelanger Bemühungen der Kompost-Verbände. Die BGK beklagt, dass die Abfalleigenschaft von verkehrsfähigem Kompost „nicht mehr vermittelbar“ sei (Siebert Jüngling, 2019). Sie konstatiert: „die Abfalleigenschaft von Kompost und Gärprodukten ist umso unverständlicher, als dass das KrWG in § 12 explizit Qualitätssicherungssysteme vorsieht, mit denen das Ende der Abfalleigenschaft von Bioabfallprodukten erreicht werden kann“. Da durch die neue EU-VO Komposte ihre Abfalleigenschaft theoretisch verlieren können, werden vermutlich auf deutscher Ebene keine weiteren Anstrengungen diesbezüglich unternommen (Häfner et al., 2019).

Die Abbildung im Anhang auf Seite A26 (letzte Seite in diesem Dokument) ist eines der Ergebnisse der DIN SPEC (Krause et al., 2020) und wurde entwickelt um einen Überblick über die einschlägigen Verordnungen zu bekommen, die jeweils unterschiedliche Vorgaben entlang der jeweiligen Wertschöpfungskette für die drei Ausgangsstoffe Bioabfall, KS und Gülle machen. Sie kann also zur Orientierung für die Behandlung und Verwertung menschlicher Fäkalien dienen.

In Estland gab es im Jahr 2017 einen progressiven Vorstoß bezüglich des Abfallendes von KS. In einer VO sollten Anforderungen an die Aufbereitung von KS aus häuslichem Abwasser und entsprechende Qualitätsanforderungen festgelegt werden, um den entstandenen Kompost der Stadt Tallinn zu vermarkten (Anonym, 2019). Im Jahr 2019 erging ein EuGH-Urteil (28.3.2019, C-60/18), dass der Antrag auf Anlagengenehmigung, die das Ende der Abfalleigenschaft des KS mit dem Abschluss seiner Behandlung bestätigt, abgelehnt wird. Begründet wurde dies mit dem estnischen Abfallrecht, welches für die Feststellung des Abfallendes einen stoffbezogenen Unionsrechtsakt oder eine nationale VO voraussetzt, aber Derartiges nicht existiert (Jacobi, 2019). Ein möglicher Unionsrechtsakt wäre die Anpassung der europäischen Klärschlammverordnung bezüglich des Abfallendes, was in näherer Zukunft unwahrscheinlich ist (Anonym, 2019).

4.5.2. Klärschlammverordnung

Die novellierte Klärschlammverordnung trat als „*Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung*“ im Jahr 2017 (AbfKlärV) in Kraft und löste die alte Vorgängerverordnung aus dem Jahr 1992 ab. Die AbfKlärV regelt das Auf- und Einbringen von Klärschlamm (KS), Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost auf landwirtschaftlich, landbaulich oder forstwirtschaftlich genutzten Böden. Wie in der Einleitung beschrieben, wurde eine Pflicht zur Phosphorrückgewinnung für nicht stofflich verwertete KS bzw. Aschen aus der thermischen Behandlung von KS eingeführt. KS-Erzeuger:innen sind nach § 3 AbfKlärV dazu verpflichtet, den anfallenden KS möglichst hochwertig zu verwerten, eine Rückführung des enthaltenen Phosphors in den Wirtschaftskreislauf muss angestrebt werden (UBA, 2018, S. 9). Laut § 2, Abs. 2 AbfKlärV ist Klärschlamm *„ein Abfall aus der abgeschlossenen Behandlung von Abwasser in Abwasserbehandlungsanlagen, der aus Wasser sowie aus organischen und mineralischen Stoffen (...) besteht, auch wenn der Abfall entwässert oder getrocknet (...) oder in sonstiger Form behandelt worden ist. Kein Klärschlamm ist ein aus Klärschlamm gewonnener Stoff, der durch Behandlungsverfahren so verändert worden ist, dass klärschlammtypische, stoffcharakteristische Merkmale nicht mehr vorhanden sind“*. Die VO gilt für Klärschlämme, Klärschlammgemische und Klärschlammkomposte,²⁰ die insbesondere in kommunalen Kläranlagen erzeugt wurden. Diese VO ist auf trocken gesammelte menschliche Fäkalien nicht anwendbar, da diese zuvor in einer Abwasseranlage behandelt hätten werden müssen, und die Toilettenanlagen, wie auf S. 59 dargelegt, nicht als solche betrachtet werden. Dennoch ist es die einzige deutsche VO, die eine bodenbezogene Verwertung menschlicher Fäkalien (vermischt mit Wasser) in ihrem Anwendungsbereich nicht ausschließt. Es ist daher von Interesse, mögliche Anforderungen an die Behandlung aufzuzeigen sowie insbesondere an die Abgabe und landwirtschaftliche Verwertung darzustellen, wobei letztere, wie in der Einleitung ausführlich erläutert, umfassend eingeschränkt werden wird.

²⁰Klärschlammgemische sind Mischungen aus KS mit anderen geeigneten Stoffen nach Anlage 2, Tab. 7 und 8 der DüMV. Klärschlammkomposte sind kompostierte Klärschlammgemische (§ 2 AbfKlärV).

Stoffeigenschaften von Klärschlamm und Grenzwerte für die bodenbezogene Verwertung

Laut § 8, Abs. 1 AbfKlärV ist die Abgabe von KS sowie das Aufbringen auf den Boden nur zulässig, wenn die Grenzwerte in Tab. 1.4 DüMV und die in Anlage 1 AbfKlärV nicht überschritten werden. Zusätzlich wird ein Grenzwert für Kupfer (Cu) festgelegt. Dieser Verweis auf die Schadstoffregelungen der DüMV ist eine wesentliche Neuerung der KS-Regulierung, denn die alte AbfKlärV sah noch eigene Schadstoffgrenzwerte, die der DüMV als Spezialregelung vorgingen, vor. Die novellierte AbfKlärV sieht in Anlage 1 nur noch ergänzende Parameter in Bezug auf das abfallspezifische Gefahrenpotential bestimmter Verbindungen wie organische Halogenverbindungen (AOX) vor. In Bezug auf die Seuchen- und Phytohygiene verweist sie auf die DüMV. In Gegensatz zum Dünge(mittel)recht sieht die AbfKlärV unter Verweis auf das Bodenschutzrecht eine Begrenzung der in den Boden eingetragene Schadstofffrachten, z.B. Metalle, vor (Douhaire, 2019, S. 227-228). KS sind Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen, also vermisch mit Wasser, welche je nach Einzugsgebiet mit SM und anderen Schadstoffen belastet sein können. Ein Interviewpartner (2019) vermutete, dass als Definition für Produkte aus TTT die Kategorie „Klärschlammkompost“ vielversprechend sein könnte, da die Kompostierung von Fäzes bereits in den Toiletten beginne. In der weiteren Recherche konnte diese Einschätzung nicht bestätigt werden. Eine andere Person fasste zusammen, dass die landwirtschaftliche Verwertung von KS in der Landwirtschaft generell nicht mehr erwünscht ist, die Zeiträume für die Ausbringung sehr kurz sind, die Besorgnis bezüglich dieses Stoffes groß ist und „sich das Fenster eher schließt“ (Anonym, 2019).

Anforderungen an die Abgabe von Klärschlamm

Die KS-Erzeugenden müssen den KS unmittelbar an die Nutzenden abgeben, die Verantwortung für die Verwertung bleibt dennoch bei den Erzeugenden (§ 12, Abs. 1, AbfKlärV). Die andere Option ist die Abgabe an ein Kompostwerk, dabei werden keine genaueren Anforderungen an die Kompostierung festgelegt. In § 4 (AbfKlärV) sind die bodenbezogenen Untersuchungspflichten festgelegt. Vor einer erstmaligen Auf- oder Einbringung ist eine solche Untersuchung durchzuführen.

Einschränkungen für die Ausbringung von Klärschlamm

Wie zuvor angedeutet, existieren Einschränkungen für die bodenbezogene Verwertung von KS. Laut § 15 (AbfKlärV) darf Rohschlamm nicht ausgebracht werden. Weiterhin ist die Ausbringung von KS nicht zulässig auf oder in Böden mit den folgenden Nutzungen: (Dauer-)Grünland, Ackerfutteranbaufläche, Anbaufläche für Mais (...) oder Zuckerrüben (...) oder Gemüse, Obst oder Hopfen, als Haus-, Nutz- oder Kleingarten. Eine Ausbringung auf Flächen für den Anbau von Feldgemüse ist unter bestimmten Auflagen möglich.

Freiwilliges System der Qualitätssicherung

Mit der Novellierung wurde ein freiwilliges System der Qualitätssicherung durch unabhängige Dritte eingeführt, dessen Einzelheiten im dritten Teil der AbfKlärV geregelt sind. Dieses System soll die Akzeptanz in bspw. der Lebensmittelindustrie fördern und *„helfen, über die ordnungsrechtlichen Vorgaben der Verordnung hinaus alle Möglichkeiten zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen vor Klärschlammanfall auszuschöpfen“*. Dieses Qualitätszeichen bevorteilt den Qualitätsnehmenden mit einzelnen Erleichterungen bspw. durch längere Untersuchungsintervalle (Douhaire, 2019, S. 233).

4.5.3. Bioabfallverordnung

Die BioAbfV regelt die Behandlung und bodenbezogene Verwertung von Bioabfällen. Sie konkretisiert die geforderten Hygienisierungsverfahren und ergänzt die DüMV um weitere Grenzwerte für die Phytohygiene und Schadstoffe.

Laut § 1, Nr. 1 und 2 gilt diese VO für *„unbehandelte und behandelte Bioabfälle und Gemische, die zur Verwertung als Düngemittel auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzte Böden aufgebracht“* werden sowie für die Behandlung und Untersuchung solcher Bioabfälle und Gemische. Laut § 2, Nr. 1 (BioAbfV) sind Bioabfälle *„Abfälle tierischer oder pflanzlicher Herkunft oder aus Pilzmaterialien zur Verwertung, die durch Mikroorganismen, bodenbürtige Lebewesen oder Enzyme abgebaut werden können.“* Diese Definition schließt menschliche Fäkalien aus, da diese weder tierischer bzw. pflanzlicher Herkunft sind und auch nicht aus Pilzmaterialien bestehen. Die BioAbfV legt Anforderungen an die Zulässigkeit von Inputstoffen,

hygienisierende und stabilisierende Behandlung, Seuchen- und Phytohygiene, Schadstoff- und Fremdstoffgehalte, Aufbringungsmengen, Analyse-, Nachweis- und Dokumentationspflichten (Richter et al., 2019) fest und macht Vorgaben zu Qualitätskontrollen (Douhaire, 2019, S. 239).

Anforderungen an die Abfälle und an die Behandlung

Die Abgabe und Verwendung von Bioabfällen ist nur zulässig, wenn die festgelegten SM und Fremdstoff-Gehalte in § 4, Nr. 1-3 (BioAbfV) nicht überschritten werden.

Laut § 1, Nr. 1 und 2 müssen Bioabfälle vor einer Aufbringung einer hygienisierenden Behandlung zugeführt werden, welche die seuchen- und phytohygienische Unbedenklichkeit gewährleistet. Letztere ist gegeben, wenn *„keine Beeinträchtigung der Gesundheit von Mensch oder Tier durch Freisetzung oder Übertragung von Krankheitserregern und keine Schäden an Pflanzen, Pflanzenerzeugnissen oder Böden durch die Verbreitung von Schadorganismen zu besorgen sind“*. Die einzelnen einzuhaltenden Anforderungen an die Behandlung und die Materialien sind im Anhang 2 zu finden. Die hygienisierende Behandlung kann durch Pasteurisierung, thermophile Kompostierung oder Vergärung sowie anderweitige (gleichwertige) Verfahren stattfinden (BioAbfV, Anhang 2, Nr. 2.1). Laut § 3, Abs. 4 müssen sowohl eine Prozessprüfung als auch eine Prozessüberwachung durchgeführt werden, u.a. um die Wirksamkeit des Prozesses nachzuweisen. Für Fäzes bzw. Fäkalien kommt vor allem die thermophile Kompostierung infrage, wie von der WHO (2006) empfohlen. Für die Kompostierung werden in der VO detaillierte Vorgaben zu Prozessprüfung und -überwachung gemacht, die als Orientierung für eine Kompostierung von menschlichen Fäkalien dienen könnte.

4.5.4. Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsverordnung

Die TierNebV basiert auf der EG-VO Nr. 2009/1069, die die EG-VO Nr. 2002/1774 ablöste und gilt für tierische Nebenprodukte (TNP) und ihre Folgeprodukte, die gemäß dem europäischen Recht vom Verzehr ausgeschlossen sind (BMEL, o.J.). TNP sind aus dem allgemeinen Abfallrecht herausgenommen, durch diesen Anwendungsbereichsausschluss sollen unnötige Überschneidungen mit dem Tierhygienerecht vermieden werden (Douhaire, 2019, S. 212). Die VO behandelt den Umgang mit nicht zum Verzehr geeigneter Milch und Küchen- und Speiseabfällen

tierischer Herkunft sowie mit Gülle von Nutztieren. Letztere umfasst von Nutztieren stammende Exkremente, einschließlich Festmist. Diese können unverarbeitet oder in einer Biogas- oder Kompostierungsanlage umgewandelt worden sein. § 6 behandelt die Lagerung, Beförderung und das Inverkehrbringen von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft (Gülle) als Düngemittel und definiert hygienische Parameter, die als Anhaltspunkte dienen können für die die Verwertung menschlicher Fäkalien. Die TierNebV beinhaltet verschiedene Möglichkeiten zur Verarbeitung von TNP; Kompostierung, Verbrennung, Pasteurisierung und Vergärung in Biogasanlagen. Für Kompostierungsanlagen und den -prozess werden in der VO bestimmte Anforderungen und Zulassungsbedingungen definiert. Laut § 18, Abs. 2 TierNebV müssen Anlagen, in denen Gülle zusammen mit Küchen- und Speiseresten behandelt wird, die Anforderungen der BioAbfV einhalten. Es werden bestimmte Untersuchungen und Probenahmen für Kompostierungsanlagen festgelegt sowie Anforderungen an den Kompostierungsvorgang vorgeschrieben. Zusätzlich werden Kriterien bezüglich der Seuchen- und Phytohygiene, die kompostierte Gülle zu erfüllen hat, nachdem sie den Kompostierungsvorgang durchlaufen hat, festgelegt. Laut § 23, Abs. 3 TierNebV müssen Komposte, die auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzte Böden ausgebracht werden, den Anforderderungen der BioAbfV entsprechen.

Die zuvor dargestellten VO des Abfallrechts sowie die TierNebV sind nicht anwendbar auf menschliche Fäkalien. Die Anforderungen an Behandlung, Hygiene und Anwendung können daher nur als Orientierungshilfe dienen.

4.5.5. Standardisierung als „Wegweiser vom Abfall zum Produkt“

Das Fehlen einer einschlägigen Verordnung führt dazu, dass es keine Vorgaben gibt, wie die Produkte aus TTT geschaffen sein müssen, so dass sie als potentielle Düngemittel „sicher“ sind und einen pflanzenbaulichen Nutzen haben. Gerade für *„Recyclingprodukte aus der Kreislaufwirtschaft ist der Nachweis einer neutralen und regelmäßigen Qualitätskontrolle von besonderer Bedeutung“* stellt die BGK (o.J.) fest. Für Produkte aus TTT und die dazugehörigen Verwertungsprozesse existieren bisher keine Normen in der deutschen Normenlandschaft, um diese bodenbezogen als Recyclingdünger einzusetzen. Dies war der Anlass eines wissenschaft-

lichen Instituts, mehrerer KMU, zwischen 2019 und 2020 gemeinsam in einem Konsortium die DIN SPEC 91421 mit dem Titel: „*Qualitätssicherung von Recyclingprodukten aus Trockentoiletten zur Anwendung im Gartenbau*“ zu erarbeiten. Dieser Produktstandard soll den KMU dabei helfen ihre Recycling-Dünger vermarktungsfähig zu machen, da sie bei Kennzeichnung einem bestimmten Qualitätsstandard entsprechen. Nach einer Risikoanalyse wurden Anforderungen an Seuchen- und Phytohygiene, Schadstoffarmut und gartenbauliche Eignung definiert. Die Meta-Analyse wertete bereits vorhandene gesetzliche Anforderungen aus, aus diesen wurden Grenzwerte und Mindestgehalte abgeleitet und in darauffolgenden „Proof-of-Concept“-Versuchen wurden die Anwendbarkeit und Aussagekräftigkeit des Produkt-Standards gezeigt. Diese DIN SPEC wird vrs. im Juni 2020 veröffentlicht werden (Krause et. al, 2020).²¹ Eine „DIN SPEC“ stellt den Stand der Wissenschaft und Forschung dar und kann eine Grundlage für eine DIN-Norm sein, ist also eine Art Vorstufe und besonders für „Start-Ups“ vorgesehen. Sie kann innerhalb weniger Monate umgesetzt werden und es besteht keine Konsenspflicht. Für eine größere Akzeptanz und „Strahlkraft“ wäre eine DIN-Norm anzustreben, denn Normen bilden (auch in der Rechtsprechung) einen Maßstab für einwandfreies technisches Verhalten (Häfner et. al, 2019).

Abbildung 8 zeigt einen Ausschnitt der unterschiedlichen Publikationsmöglichkeiten/Arten von Standards und Normen auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene in Korrelation mit den jeweiligen Entwicklungsdauern und Konsensgraden.

Dabei sind europäische und internationale Spezifikationen wie das CEN Workshop Agreement (CWA) oder die Technical Specification (TS) der DIN SPEC ähnlich, da sie schneller als Normen entwickelt werden können und ebenso zeitlich begrenzt sind. Werden sie nicht in eine Norm überführt, werden sie nach wenigen Jahren zurückgezogen (Beier, 2019). Eine DIN SPEC kann entweder in eine nationale DIN-Norm oder direkt in eine europäische (EN) oder internationale (ISO) Norm überführt werden, wobei letztere jene mit der größten Reichweite ist (DIN, 2020). DIN-Normen gelten als anerkannte Regeln der Technik und werden nach dem Konsensprinzip von den Expert:innen der jeweiligen Arbeitsausschüsse erarbeitet. Diese Gremien bestehen in der Regel aus größeren Arbeitsgruppen als jene, die eine DIN SPEC erarbeiten und in ihnen

²¹Sie ist zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Masterarbeit nun veröffentlicht: <https://www.beuth.de/de/technische-regel/din-spec-91421/330937272>.

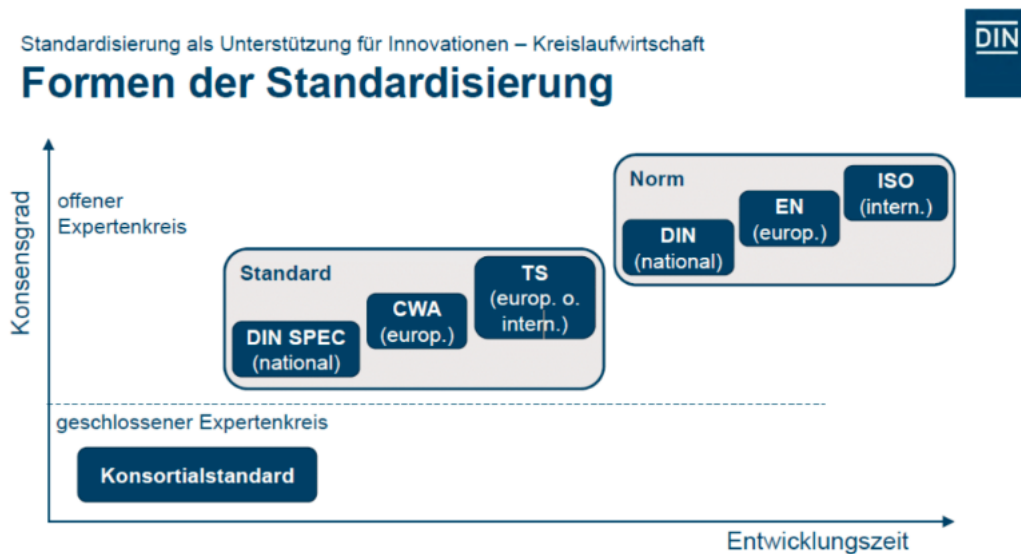


Abbildung 8: Nationale, europäische und internationale Standards und Normen
Quelle: Beier, 2019

sitzen Vertreter:innen aus den sog. interessierten Kreisen, wie z.B. aus Wirtschaft, Wissenschaft oder Behörden. Eine DIN SPEC wird nach spätestens sechs Jahren zurückgezogen, wenn sie nicht überarbeitet wurde; die Grundidee ist dabei, dass die DIN SPEC final in eine Norm überführt wird. DIN-Normen erleichtern den Marktzugang durch die genormte Produktsicherheit und steigern die Akzeptanz von Innovationen (DIN, 2020). Zudem sinken die Haftungsrisiken (GQmbh, o.J.). Die gemeinnützige Organisation Deutsches Institut für Normung (DIN) ist fachlich in themenspezifischen Arbeitsausschüssen bzw. Komitees organisiert, deren Mitarbeitende teilweise auch in den internationalen Normungsorganisationen mitarbeiten (DIN, 2020). Für eine Überarbeitung der DIN SPEC 91421 wäre vrs. der Ausschuss Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS) zuständig, der die fachübergreifende Grundlagennormung im Bereich des Umweltschutzes auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene übernimmt. Mitglieder dieses Ausschusses sind Vertreter:innen verschiedener Interessen-Verbände (wie des BDI) sowie staatlicher Institutionen wie des UBA und BMU (NAGUS, 2019). Eines der drei großen neuen Geschäftsfelder ist die Kreislaufwirtschaft (DIN, o.J.).

Greif (2019) konstatiert: „Normung und Standardisierung sind ein wichtiges Instrument zur Verwertung von Forschungsergebnissen“. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung

(BMBF) schreibt in seiner Förderbekanntmachung, dass *„bei entsprechender Eignung des Vorhabens (. . .) auch projektbezogene Standardisierungs- und Normungsaktivitäten (bspw. DIN SPEC) gefördert werden“*. Auch Anschluss- oder Implementierungsprojekte u.a. zur Vorbereitung von Normen und Standards sind förderfähig. Das BMBF informiert in Fachgesprächen über mögliche Förderoptionen für Kreislaufwirtschaft bezogen auf Kunststoffe sowie in den Bereichen Wasserwirtschaft und Landmanagement (Greif, 2019). Möglicherweise wäre dies eine Fördermöglichkeit den entstandenen Produktstandard der DIN SPEC zu einer Norm weiter zu entwickeln, ebenso wäre vrs. ein Prozessstandard notwendig, um bspw. die Hygienisierung und andere Prozessparameter zu vereinheitlichen und Vertrauen zu schaffen. In einem internen Dokument eines Austausches von einem KMU mit einem Umweltministerium auf Landesebene im Jahr 2017 wurde eine Änderung der DüMV und die Vergabe eines eigenen Abfallschlüssels für menschliche Fäkalien als *„durchaus realistisch“* bewertet, *„wenn humanmedizinische Fragen stichfest beantwortet werden können und eine seuchenhygienische Gefahr der Stoffströme ausgeschlossen werden kann“* (Anonym, 2017). Im selben Dokument wird auf das Friedrich-Löffler-Institut verwiesen als angesehenes Institut im Bereich Seuchenschutz. Eine Zusammenarbeit mit Instituten, die eine gewisse Reputation in diesem Bereich haben, könnte bei einer möglichen Weiterentwicklung der DIN SPEC von Vorteil sein, da menschliche Fäkalien immer ein heikles Thema in Bezug auf Hygiene bleiben werden.

Die Bundesgütegemeinschaft Kompost (BGK) hatte bisher an Produkten aus TTT kein Interesse (Anonym, 2019). Sie spielt allerdings deutschlandweit bezüglich Kompost eine große Rolle, da sie die anerkannte Organisation zur Durchführung der Gütesicherung für die Warengruppen Kompost und Gärprodukte in Deutschland ist. Die Vorteile der RAL-Gütesicherung sind laut der BGK (o.J.): die Qualifizierung eines hochwertigen Produktstandards, die Schaffung von Vertrauen am Markt und die Gewährleistung von Rechtssicherheit. Sie *„weist [auch] den Weg vom Abfall zum Produkt“* (BGK, o.J.). Diese Gütesicherung ist zwar freiwillig, dennoch beinhaltet sie bestimmte Vorteile z.B. Befreiungsmöglichkeiten von bestimmten behördlichen Untersuchungs- und Nachweispflichten der BioAbfV und die Erleichterung des abfallrechtlichen Lieferscheinverfahrens. Auch Produktionsanlagen können durch die BGK überprüft werden, in der Datenbank sind über 700 Kompostanlagen verzeichnet (BGK, o.J.). Hersteller:innen

von Kompost und Gemischen aus Abwasserschläm (KS-Gemisch oder KS-Kompost) können diese ebenso freiwillig der sog. Gütesicherung „AS-Humus“ unterstellen. Auch diese ist vorteilhaft, denn sie befreit ebenso von bestimmten behördlichen Untersuchungs- und Nachweispflichten der AbfKlärV und reduziert z.B. den Untersuchungsumfang. Auf europäischer Ebene führt das European Compost Network (ECN) Qualitätssicherung durch, indem es ebenfalls eine eigene Kennzeichnung einführte; das „ECN-QAS“ (Quality assurance schemes) für Komposte und Gärreste. Es wäre zu prüfen, ob Produkte aus TTT, gekennzeichnet mit der DIN SPEC, dieses Label erhalten könnten.

Ein Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer stellt fest, dass harmonisierten Standards und Normen bei den neuen Düngeprodukten auf dem EU-Markt eine Schlüsselrolle zu kommt, denn Verbraucher:innen wünschen sich Produkte mit hoher gleichbleibender Qualität, eine Vereinheitlichung bei der Materialbeschaffung, der Produktion und eine Qualitätssicherung (Huober, 2018). Standards können in einem mehrjährigen Prozess in Normen überführt werden, wie zuvor dargestellt, im Einzelnen muss geprüft werden, ob der Anwendungsbereich des jeweiligen „Technical Committee“ (TC) passend ist. Laut (Huober, 2018) gibt es folgende europäische und internationale Normen, die für Düngeprodukte infrage kommen: CEN/TC 260 Düngemittel, CEN/TC 223 Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate oder ISO/TC 134 Düngemittel und Bodenverbesserungsmittel.

IFOAM (2014) ist der einzige globale Dachverband, mit mehr als 750 Mitgliedsorganisationen in 120 Ländern, mit dem Ziel ökologisch, sozial und ökonomisch nachhaltige Systeme einzuführen, die auf den Prinzipien des ökologischen Landbaus basieren. Einer der Arbeitsschwerpunkte dieser anerkannten Organisation ist die Einführung eines harmonisierten, internationalen Systems zur Qualitätsgarantie für biologische Produkte, zentral ist dabei die „Family of Standards“, die Produkte und Prozesse im ökologischen Landbau normt. Für die Pflanzenproduktion werden Dünger und Bodenverbesserer genannt, die laut Anhang 2 explizit menschliche Fäkalien als Ausgangsstoff zulassen, wenn diese stoffstromgetrennt gesammelt und nicht durch andere Abfälle verunreinigt wurden. Die Anwendung wird insofern eingeschränkt, dass sie nicht später als sechs Monate vor der Ernte von Feldfrüchten für den menschlichen Verzehr ausgebracht werden dürfen (IFOAM, 2014).

5. Konstellationsanalyse

Die Analyse der rechtlichen Rahmenbedingungen und der relevanten Akteur:innen soll nun in einer Konstellationsanalyse dargestellt werden. Zentral ist dabei die Frage nach der rechtssicheren Verwertung menschlicher Fäkalien als potentielle Düngemittel. Obwohl es sehr viele Akteur:innen in dem Bereich der NASS gibt, sind nur sehr wenige Elemente für die Fragestellung tatsächlich relevant.

Um die Konstellationsanalyse aufzustellen bin ich zunächst dem Buch zur Methode von Schön et al. (2007) gefolgt. Ich habe mich für die erste Aufstellung am Buch orientiert. Im Verlauf meiner Recherche stieß ich auf inter3, ein Institut, welches an dem Forschungsprojekt „Roof Water Farm“ (RWF) mit der TU Berlin und anderen beteiligt war. Für das Projekt nutz(t)en sie ebenfalls jene Methode. Mit einem Mitarbeiter von inter3 tauschte ich mich während des Prozesses der Analyse aus. Die Gespräche darüber, ein Vergleich der von ihnen zu RWF erarbeiteten Konstellationen, eine Rückkopplung mit den KMU aus dem Netzwerk NetSan, die sich mit rechtlichen Fragestellungen bereits befassten sowie das Rekapitulieren der Expert:innen-Interviews und der Erkenntnisse aus der Analyse der Gesetzestexte führen schließlich zu den nun folgenden IST- (aktueller Zustand) und SOLL-Konstellation (möglicher zukünftiger Zustand). Diese stellen meinen Wissensstand im Frühjahr 2020 dar.

5.1. IST-Konstellation

Der Fokus bei der Konstellationsanalyse liegt auf der IST-Konstellation, denn diese spiegelt die Erkenntnisse meiner Recherche wider, die SOLL-Konstellation wird daher kürzer gehalten. Ausgangspunkt dieser IST-Konstellation ist die Frage, was der rechtssicheren bodenbezogenen Verwertung menschlicher Fäkalien im Weg steht, welche Akteur:innen mit teilweise sehr heterogenen Interessenslagen, Gesetze, Leitbilder und technischen Rahmenbedingungen zu der zuvor beschriebenen rechtlichen Grauzone führen. Zentral ist dabei das Inverkehrbringen für die Verwertung, doch zuvor müssen die Fäkalien auch gesammelt und behandelt werden. Ich gehe daher chronologisch vor, beginne mit der Sammlung und ende bei der Verwertung. Bei der Verwertung bleibe ich zunächst bei der Option des potentiellen Inverkehrbringens über den

nationalen Weg, erläutere dann kurz die verschiedenen existierenden Einzelfallregelungen und widme mich dann dem Weg des Inverkehrbringens mithilfe der neuen EU-VO. Zuletzt gehe ich auf die psychologischen Hemmnissen ein, die das „heikle“ Thema menschliche Fäkalien bei den meisten Akteur:innen (mehr oder weniger bewusst) erzeugt.

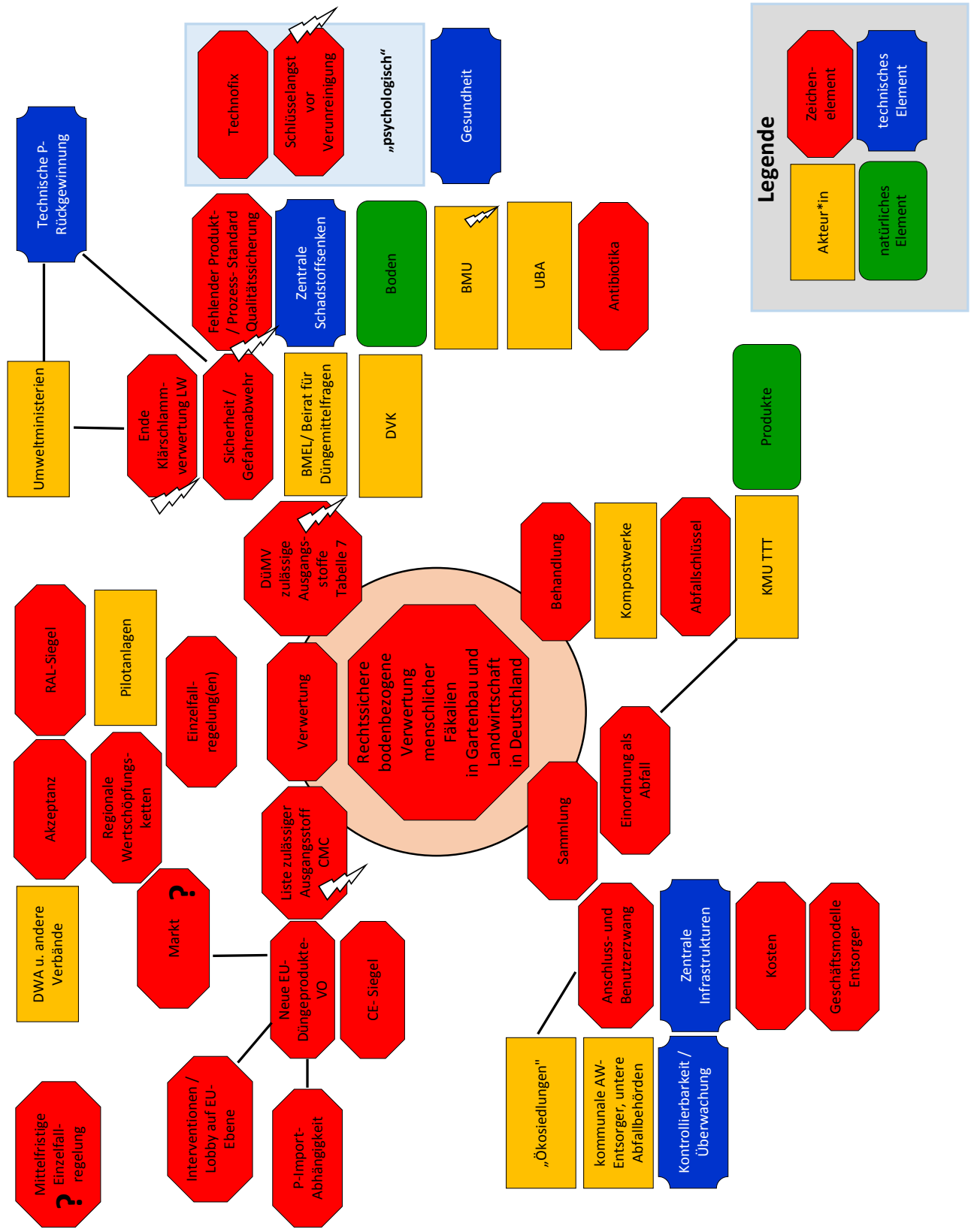


Abbildung der IST-Konstellation
Quelle: Eigene Darstellung

Sammlung: TTT stehen in den letzten Jahren vermehrt auch im öffentlichen Raum. Gewerbliche TTT-Betreiber:innen sammeln die Fäkalien meist getrennt. Sie nehmen an dieser Stelle eine wichtige Rolle ein. Sie sorgen dafür, dass die Produkte nicht mit Fremdstoffen verunreinigt werden, was entscheidend ist für die endgültige Produktqualität. Anschließend transportieren die KMU die Fäkalien zu einzelnen Kompostwerken, die diese in Ausnahmen vereinzelt annehmen. Während dieses Transports gelten sie als Abfälle, für die die strengen Abfall-Auflagen gelten. Auf privaten Geländen gibt es sehr unterschiedliche Erfahrungen mit den Behörden bezüglich der Genehmigung und des Baus stationärer TTT-Anlagen sowie der anschließenden Verwertung. In ökologischen Siedlungen und Kleingärten stehen seit den 1980er Jahren solche Anlagen (Berger, 2008). Siedlungen wie Allermöhe-Ost, Flintenbreite, Braamwisch und andere haben üblicherweise eine unbefristete Betriebserlaubnis, ausgestellt von den unteren Abfallbehörden (Anonym, 2019). Das Ökohaus Rostock ist seit 15 Jahren der erste Betreiber einer öffentlichen Komposttoilettenanlage, der jährlich etwa 2.000 Liter „gesundheitlich unbedenklichen“ Kompost produziert. Anfangs wurde der Betrieb durch das Gesundheitsamt überwacht, bis schließlich eine Genehmigung ausgestellt wurde, die nun alle fünf Jahre erneuert wird (Ökohaus, o.J.). Nicht überall wird einem Antrag einzelner Öko-Siedlungen auf Befreiung vom Anschluss- und Benutzerzwang stattgegeben. Fast alle Haushalte in Deutschland sind an die zentralen Infrastrukturen angeschlossen. Diese verursachen hohe Investitions-, Instandhaltungs- und Betriebskosten. Die Abwasserentsorgung ist eine kommunale Aufgabe und die aktuelle Bepreisung ist durch das deutsche kommunale Wirtschafts- und Gebührenrecht geprägt, ein „rechtliches Korsett“, aus dem die Nutzenden, als auch die Betreibenden, nicht einfach ausbrechen können (Magazowski, 2017, S.13). Die Abwasserbeseitigungspflicht kann nur wahrgenommen werden „wenn alle mitmachen“, der Mitarbeiter einer Wasserbehörde verweist damit auf das „Solidarprinzip“ und begründet dies mit den Interessen der Allgemeinheit (Anonym, 2020). Winker et al. (2018) stellen fest, dass die Wasserwirtschaft ein sehr gut organisierter Bereich ist, bei dem hohe Pfadabhängigkeiten Innovationen oder Transformation erschweren. Sie stellen weiterhin fest, dass die wahren Kosten nicht internalisiert würden und das Verursacherprinzip nicht umgesetzt würde. Forschungsbedarf bestünde daher bei den sozialen Komponenten in Verbindung mit den ökonomischen. Weiterhin konstatieren sie, dass die Skepsis der meisten kommunalen Unter-

nehmen hauptsächlich durch den eingeschränkten finanziellen Handlungsspielraum begründet sei. Ein Mitarbeiter des großen deutschen Entsorgungsunternehmens Alba macht deutlich, dass „Kreislaufwirtschaft die Geschäftsmodelle torpediere, da weniger Rohstoffe zur Verfügung stehen, die gehandelt werden können“. Ähnlich anwendbar ist dies auf die Abwasserentsorgenden, bzw. Kommunen, deren finanzielle Spielräume eng sind und die auf die Gebühren angewiesen sind. Sinkende Bevölkerungszahlen auf dem Land erhöhen diesen Druck zusätzlich (Anonym, 2019). Ein anderer Interviewpartner stellte fest, dass die Behörden hauptsächlich mit Personen besetzt sind, die sich mit neuartigen Systemen nicht auskennen. Sie würden aus einer Generation kommen in der zentral das „non plus ultra“ war, viele sind daher strikte Gegner neuartiger Systeme. Winker et al. (2018) nennen als Herausforderungen für eine Ressourcenwende ebenfalls die unterschiedliche Zeithorizonte relevanter Akteur:innen und Generationen sowie die Unkenntnis über Wechselwirkungen bei Ressourcenverbräuchen. In verschiedenen Interviews wurde immer wieder der Vorteil der Überwachung und Kontrollierbarkeit zentraler Infrastrukturen zum Schutz der Menschen und Umwelt genannt, eine Überlassung ins Private ist von Seiten der Behörden insgesamt eher unerwünscht.

Behandlung: Wie zuvor dargestellt, nehmen manche Kompostwerke getrennt gesammelte Fäzes an, dennoch existiert kein passender Abfallschlüssel, was die Abgabe erschwert und immer öfter dazu führt, dass der Kompost thermisch verwertet wird.

Verwertung: Es gibt drei Möglichkeiten des gewerblichen Inverkehrbringens von Düngemitteln in Deutschland. Neue Ausgangsstoffe müssen dafür entweder in die Liste der DüMV Eingang finden oder als CMC der neuen EU-VO aufgenommen werden. Die dritte Variante, das grenzüberschreitende Inverkehrbringen nach dem Verfahren der gegenseitigen Anerkennung aus einem anderen EU-Land, ist, wie zuvor dargestellt, aufwändig und kostspielig und eher nicht gangbar. Vermutlich würde es bei solchen Recyclingdüngern nach Markteintritt zu einem Einspruch seitens der Vollzugsbehörden kommen, dieser Weg wird daher in der IST-Konstellation nicht dargestellt. Der nationale Zulassungsweg für die Zulassung von Urin als neuen Düngemittelausgangsstoff wurde, wie in Kapitel 4.3.2. dargestellt, einmal versucht und ist nicht gelungen, ein neues Herantreten an das BMEL mit einem neuen Antrag wäre denkbar. Die Auswahl der Ausgangsstoffe in Tabelle 7 (DüMV) ist, wie ebenfalls in Kapitel 4.3.2. dargestellt, aus Vorsor-

gegründet bewusst eingeschränkt, um so ein hohes Sicherheitsniveau zu garantieren. Hier entscheidet das BMEL auf Empfehlung des Beirates über neue Anträge auf zweimal jährlich stattfindenden Tagungen. (Anonym, 2019). Dabei sind die DVK der Länder über die Arbeitsgemeinschaft (AG) „Düngemittelverkehrskontrolle der Länder“ ebenfalls in die Sitzungen eingebunden. Der Beirat bittet gelegentlich bei Anträgen für Düngemittel-Neuzulassungen auch die jeweilige DVK-Stelle, in dessen Bundesland die betreffende Firma ihren Dienstsitz hat, um eine Einschätzung (Anonym, 2020). In o.g. AG werden Informationen und Erfahrungen der Landesbehörden untereinander ausgetauscht sowie Initiativen zu Gesetzesänderungen an das BMEL herangetragen (TLLLR, 2020). Dies bestätigte ein Interviewpartner (Anonym, 2019): Das übliche Vorgehen für Neuzulassungen sei, dass vor einer Antragsstellung zunächst die Kommunikation mit der Landesbehörde gesucht würde. In einem Gespräch eines KMU mit einem Umweltministerium wurde darauf hingewiesen, dass eine Neuzulassung beim BMEL einige Jahre dauern würde, und daher die Option einer lokalen, mittelfristigen Einzelfallregelung in den Raum gestellt (Anonym, 2018). Die Entscheidung darüber obliege dem Umweltministerium und der unteren Landwirtschaftsbehörde. Das KMU bemühte sich darauffolgend einige Monate genau um jene Einzelfallregelung, die in Aussicht gestellt wurde, während das Umweltministerium schließlich aus unbekanntem Gründen einige Monate später mitteilte, dass eine Genehmigung nicht ausgestellt würde (Anonym, 2018). Ob eine solche mittelfristige Einzelfallregelung tatsächlich eine Option gewesen wäre, ist abschließend nicht zu klären, denn laut einem Mitarbeiter der DVK sei so etwas generell nicht möglich und üblich. In Ausnahmefällen könnten Ausgangsstoffe, die noch nicht in den Anhängen der DüMV verzeichnet sind, aber schon im Entwurf einer anstehenden Novellierung genannt werden, lokal und temporär geduldet werden (Anonym, 2020). Menschliche Fäkalien werden oft mit KS assoziiert, der als Senke eine wichtige Rolle spielt und in der Schadstoffe zentralisiert *„unschädlich gemacht werden und nicht breit in der Landschaft verteilt werden“* (Anonym, 2020). Das Umweltministerium-Baden-Württemberg assoziiert mit KS ein hohes Gefährdungspotential, das als Abfall einer geregelten Entsorgung zugeführt werden soll (Simons, 2008). Ein weiteres Umweltministerium brachte in einem Gespräch mit einem KMU seine klare politische Haltung zum Ausdruck, indem es die Entscheidung für eine thermische KS-Verwertung eine „große und mühsame Errungenschaft“ nennt. Man werde

„nun nicht mit einem Beiboot in eine andere Richtung steuern“ (Anonym, 2018). Die technische P-Rückgewinnung hängt mit dem Ende der KS-Verwertung eng zusammen. Alle Schadstoffe, inklusive Antibiotika, würden zentral entfernt und P rückgewonnen werden, *„die Verbrennung birgt daher den größten Umweltschutzeffekt“*. Auch die geringeren SM-Gehalte dieser Rezyklate seien ein Treiber für den Ausbau dieser P-Rückgewinnungsanlagen (Anonym, 2018). Eine bodenbezogene Verwertung der Inhalte aus TTT sei *„ökologisch nicht sinnvoll, da die Effekte und Toxikologie von Arzneimittelrückständen auf die Umwelt nicht bekannt sind – und es auch eine Illusion sei, diese Fragestellung zeitnah durch Wissenschaft und Forschung ausreichend zu beantworten. Selbst wenn der Abbau von Wirkstoffen nachgewiesen würde, sei nicht bekannt, welche Metabolite in der Umwelt verbleiben, diese stellen unbekanntes Risiken dar“* (Anonym, 2018). Das UBA (2019) bestätigt in seiner Studie dieses Risiko, da immer noch große Datenlücken zum Vorkommen von Antibiotika und deren Metaboliten in KS und P-Rezyklaten bestehen, auch wenn bei Letzteren eine signifikante Abreicherung festgestellt wurde. Insgesamt ist festzustellen, dass bei Gesprächen der KMU mit Behörden und dem Umweltministerium das Thema Antibiotika als ein Gegenargument sehr präsent war (Anonym 2018). Das BMU hat mit seinem negativen Vermerk eine klare Haltung bezogen, diese sei als eine „Abwehrreaktion“ zu bewerten und so zu interpretieren, dass es sich nicht mit dem Thema ernsthafter beschäftigen wolle (Anonym, 2019). Der Vermerk ist aktuell ein Hemmnis für die Legalisierung der Verwertung von Fäkalien als Düngemittel, denn er wurde an die betreffenden Behörden und weitere Kanäle geschickt. Dennoch sei der Vermerk keine Mehrheitsmeinung im BMU (Anonym, 2019). Das BMU hat den Auftrag als Bundesministerium den Schutz des Schutzguts Boden sicher zu stellen, denn funktionsfähige Böden sollen auch für künftige Generationen als Lebensgrundlage erhalten bleiben (BMU, o.J.). Der Boden soll in Bezug auf Recyclingdünger vor jeglichen schädlichen Einträgen geschützt werden, besonders zählen hierzu Krankheitserreger, Mikroschadstoffe (vor allem Antibiotika) sowie -plastik. Hierbei ist die Gefahrenabwehr als Zweckbestimmung des DüngG gesetzlich verankert, welche die Arbeitsgrundlage für die DVK darstellt, die die Überwachung in den eigenen Bundesländern durchführen. Besonders die Seuchenhygiene ist bei der landwirtschaftlichen bzw. gartenbaulichen Praxis während der Anwendung wichtig, betrifft also den Arbeitsschutz (Anonym, 2020; DBU, 2019). Eine Mitar-

beiterin einer Behörde vertrat im (schriftlichen) Interview die Ansicht, dass es in Berlin nicht die Notwendigkeit gebe, Abwasser²² zur Lebensmittelproduktion zu nutzen, da ausreichend Wasser vorhanden sei. Auch wenn sich die Antwort auf Abwasser bezieht, ist hier zu erkennen, dass keine Notwendigkeit für eine Nutzung alternativer Wasserressourcen aus Sicht der Behörde gesehen wird, solange die zentralen Infrastrukturen funktionieren. Bei einer potentiellen bodenbezogenen Verwertung von Recyclingdüngern für die Nahrungsmittelproduktion wäre in Berlin z.B. das bezirkliche Veterinär- und Lebensmittelaufsichtsamt für die Überwachung zuständig (Anonym, 2019). Letztere würden gemeinsam mit dem Landesamt für Gesundheit und Soziales die Verkehrsfähigkeit von Lebensmitteln, die mit Recycling-Düngern produziert wurden, vor dem Hintergrund des gesundheitlichen Verbraucherschutzes beurteilen. Die Beurteilung müsste durch ein Gutachten eines amtlich zugelassenen Sachverständigen bestätigt werden, für welches allerdings die Wissensgrundlage und Referenzstudien fehlen würden (inter3, 2016). Im Falle einer Lebensmittelproduktion mit Recycling-Düngern wäre dies eine relevante Barriere, die aktuell (noch) keine Rolle spielt. Eine Qualitätssicherung der Recyclingdünger ist aktuell nicht möglich, da keine VO einschlägig ist. Es fehlen generell Produkt- bzw. Prozessstandards, die Vorgaben bezüglich Seuchen- und Phytohygiene sowie Mikroschadstoffen und anderen Fremdstoffen machen. Eine Befragung von Endnutzer:innen zukünftiger neuartiger Recycling-Dünger auf dem EU-Markt kommt zum Ergebnis, dass unabhängige Analysen und eine Qualitätssicherung absolut notwendig sind (EPI-AGRI, 2017). Die DIN SPEC 91421 kann zukünftig für eine solche Qualitätssicherung eine Übergangslösung darstellen und garantiert dann eine bestimmte Produktqualität, wie in Kapitel 4.5.5. erläutert. Ein Interviewpartner erwähnte ausdrücklich, dass bezüglich der Aufbereitungsverfahren von Urin und Fäzes zu beachten sei, dass die Kompostierung der wesentlich komplexere Prozess aufgrund seiner vielen Prozessvariablen sei (Anonym, 2019). Stationäre TTT-Anlagen in Ökosiedlungen haben meist durch gute Kommunikation mit den unteren Abfallbehörden und längerfristige Überwachung durch Probenahmen seitens der Behörden eine Betriebserlaubnis durch jeweilige Einzelfallentscheidungen. Dabei entscheiden die Behörden „im Sinne der Kreislaufwirtschaft“ und befürworten solche regionale Lösungen aufgrund der Abfallvermeidung im Einzelfall und der Stärkung regionaler Wertschöpfungsket-

²²Sie hat vermutlich überlesen, dass es sich um trockene Sanitäreanlagen handelt.

ten (Anonym, 2019). Manche Anlagen zur Verwertung von Fäzes auf Geländen mit regelmäßig stattfindenden Großveranstaltungen werden behördenseitig, ohne eine offizielle Genehmigung, geduldet (Anonym, 2019). Forschungsprojekte erhalten auch im Einzelfall Genehmigungen für ihre Versuche, wie es 2020 für die Barnimer Kreiswerke der Fall ist. Der operationelle Betrieb in Pilotanlagen, bestenfalls wissenschaftlich begleitet, sei sehr wichtig für Nischen, wie die Verwertung menschlicher Fäkalien eine ist (Anonym, 2019). Forschungsreihen, besonders bezüglich Antibiotika, in solchen Anlagen seien eine der wichtigsten Stellschrauben, um in den Dialog mit der Politik zu gehen (Anonym, 2019). Das für Akzeptanz sorgende RAL-Siegel für Kompost wird von der BGK vergeben, Komposte aus menschlichen Fäkalien erhalten dies nicht. Die BGK habe kein Interesse an dem Thema, da ihre Ausgangsstoffe nicht zulässig sind (Anonym, 2019). Sie ist die von RAL (Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.) anerkannte Organisation zur Durchführung der Gütesicherung von Kompost (Kehres, 2014). Bioland und Naturland, die beiden größten Anbauverbände für ökologischen Landbau, fordern für Komposte, die auf den Flächen dieser Anbauverbände angewendet werden, ebenfalls das RAL-Siegel (Richter et al., 2019). EPI-AGRI (2017) identifizierten in einer Befragung zur Förderung der breiteren Verwendung von recycelten Nährstoffen auf EU-Ebene, inwiefern für diese Akzeptanz und Wertschätzung durch die Landwirt:innen aufgebaut werden kann, als eine der Schlüsselfragen. Simons (2008) schreibt dazu, dass die Anwender:innen kulturabhängige Düngungsempfehlungen für Düngemittel aus NASS bräuchten sowie eine Abschätzung über Mengen, die zukünftig hergestellt werden könnten. Weiterhin bestehe ein erhöhter Aufklärungsbedarf, wie solche Substrate optimal und verlustarm eingesetzt werden können. Ob ein Markt und eine Akzeptanz für diese neuartigen Produkte besteht, bleibt fraglich, da sich die Unternehmen noch in einer Nische befinden und nicht in großen Mengen produzieren. Landwirtschaftliche Großbetriebe bevorzugen eher mineralische, statt organische, Düngemittel aufgrund der einfacheren Anwendung (Anonym, 2020). Der RAL-gütesicherte Kompost aus separat erfassten organischen Siedlungsabfällen wird in Deutschland zu 60 % in der konventionellen Landwirtschaft eingesetzt, weitere Anwendungsgebiete sind Landschaftsbau, Hobbygartenbau und Sonderkulturen (Huober, 2018). Landwirt:innen haben dabei höhere Bedürfnisse als Hobbygärtner:innen. Erstere benötigen Angaben zusätzlich zu genauen Nährstoffgehalten und –verfügbarkeiten, eine

gute Streu- und Lagerfähigkeit sowie generell eine konstante Qualität und Fremdstofffreiheit. Im Hobbygartenbereich sind eher Düngemittel mit nicht allzu hohen Nährstoffgehalten gefragt, die niedrige Schadstoffgehalte aufweisen sollen (Huober, 2018). Psychologisch sei das Wort „Kompost“ bei Landwirt:innen negativ besetzt aufgrund von Verunreinigungen, die in der Vergangenheit auftraten. Andere Bezeichnungen wie „natürlicher Humus-Dünger“ würden die Akzeptanz erhöhen (Anonym, 2020). Der ökologische Landbau ist ein potentiell wachsender Markt, bei dem Düngemittel aus anderen (Rest-)Stoffen ein wesentliches Betriebsmittel darstellen (Richter et. al, 2019). Durch Recycling gewonnene P-Rezyklate wie Struvit würden gegenüber fossilen bevorzugt, da diese im weitesten Sinne aus menschlichen Ausscheidungen und somit Bestandteil des Lebensmittelkreislaufes sind (Hoffmann, 2014). Struvit ist mittlerweile bezüglich seiner Akzeptanz eine Alternative im ökologischen Landbau (Agra Europe, 2019). Ein Mitarbeiter einer der großen ökologischen Supermärkte bestätigte dies in einem Telefoninterview. Dieser wäre gegenüber Struvit aus menschlichem Urin prinzipiell nicht abgeneigt, da ein Vorteil solcher Produkte wäre, dass diese regional produziert werden könnten. Er wies zudem darauf hin, dass die Kette aktuell noch prüfen würde, wie sich die unterschiedlichen Struvit-Verfahren in ihrer Ökobilanz hinsichtlich benötigter Säuren und anderer benötigter Zusatzstoffe unterscheiden würden (Anonym, 2020). Muskulus (2008, S.3) konstatiert, dass es *„eine hohe Bereitschaft pflanzliche Nahrung, welche mit Urin als Dünger erzeugt wurde, zu kaufen und zu verzehren“* gebe. Dies würde durch Verbraucher:innen-Umfragen bestätigt. In Kleingärten und Gemeinschaftsgärten sei die Akzeptanz für Dünger aus Fäkalien als eher hoch zu beurteilen (Lettow, 2015). Durch die vielen Publikationen zu NASS und einen eigenen Fachausschuss trägt die DWA zum Wissensaustausch und somit auch zur Akzeptanz von NASS bei. 2014 veröffentlichte der Verband ein Arbeitsblatt²³ zu den Grundsätzen für die Planung und Implementierung von NASS. Arbeitsblätter aus dem DWA-Regelwerk beschreiben allgemein anerkannte Regeln der Technik, werden im Konsens erarbeitet und genießen dadurch eine große Akzeptanz. Die DWA hält es für sinnvoll Stoffströme zu trennen und den regionalen Verbleib der Ressourcen an Wasser und Nährstoffen sicherzustellen, um diese vor Ort weiter nutzen zu können. Explizit auch in den Städten sollte

²³Arbeitsblätter werden in einem Beteiligungsverfahren mit der Fachöffentlichkeit erarbeitet, welches auf Konsens ausgerichtet ist, Merkblätter hingegen geben Empfehlungen und Hinweise zur Lösung verschiedener Aufgabenstellungen und sind dadurch weniger anerkannt (Hetzl, 2019).

es in Zukunft vermehrt möglich sein, Nährstoffe rückzuführen und bspw. in Garten-Projekten für die Nahrungsmittelproduktion zu nutzen. Aus diesem Grund trägt sie zu einem Dialog zwischen Projekten wie RWF mit den jeweiligen Behörden bei. Dies geschah bereits intensiv in der Vergangenheit durch das Einbringen in den nationalen Wasserdiallog des BMU, bei welchem sie immer wieder die Notwendigkeit von Stoffstrommanagement und wassersensibler Zukunftsstadt betonte (Anonym, 2019). Andere Verbände wie die Interessengemeinschaft Kommunale Trinkwasserversorgung Bayern (IKT) sehen in der Stoffstromtrennung ebenfalls eine Zukunft. Die IKT setzt sich primär für den Trinkwasserschutz ein und sieht diesen bedroht durch Verunreinigungen wie Antibiotika. Sie ist auf der kommunalpolitischen Ebene aktiv und setzt sich u.a. für Modellprojekte mit NASS ein (Anonym, 2019). Es gibt darüber hinaus eine große Verbändelandschaft, die sich mit der Herstellung und Vermarktung von Komposten aus Bioabfällen beschäftigt. Sie setzen sich seit vielen Jahren vergeblich für ein Abfallende für Komposte ein (Brand, 2019). In der neuen EU-VO sind erstmals organische Düngemittel gelistet, die künftig mit dem CE-Siegel gekennzeichnet werden und dann ihre Abfalleigenschaft verlieren. Die abschließende Listung der Materialien in Anhang II (CMC) beinhaltet menschliche Fäkalien nicht, dennoch kann diese abschließende Liste durch delegierte Rechtsakte erweitert werden, wenn ein „umfangreicher Handel auf dem Binnenmarkt“ für das neue Produkt nachgewiesen werden kann. Ein KMU stellte die These auf, dass die Entsorger:innen, die die Verwertung von NASS nicht befürworten, auf kommunaler Ebene gut vernetzt seien. Auf EU-Ebene sei dies nicht der Fall und die Aufnahme in die Anhänge der neuen EU-VO wäre nicht ausgeschlossen. In Abbildung 9 ist eine Stakeholder-Analyse von Krabbe Kraus (2016) dargestellt, die einen Überblick gibt, welche Akteur:innen bei der Ausgestaltung der neuen EU-VO vermutlich mitwirkten. Es kann auf die einzelnen Akteur:innen an dieser Stelle nicht eingegangen werden, dennoch soll erwähnt werden, dass die „STRUBIAS-Expert:innen-Gruppe“ eine Unterarbeitsgruppe der „Commission Working Group on fertilisers“ ist und dort die Interessen der Struvit-, Biokohle- und aschebasierten Düngemittelhersteller:innen vertritt. Durch ihre Lobby-Arbeit werden, wie auf S. 48 dargestellt, wahrscheinlich jene Nährstoffzyklate Eingang in die neue EU-VO finden. Die Düngemittelindustrie hatte versucht, dies aktiv zu verhindern (Anonym, 2019). Ob menschliche Fäkalien Eingang in die neue EU-VO über Rechtsakte finden können, kann an dieser Stelle nicht

bewertet werden.

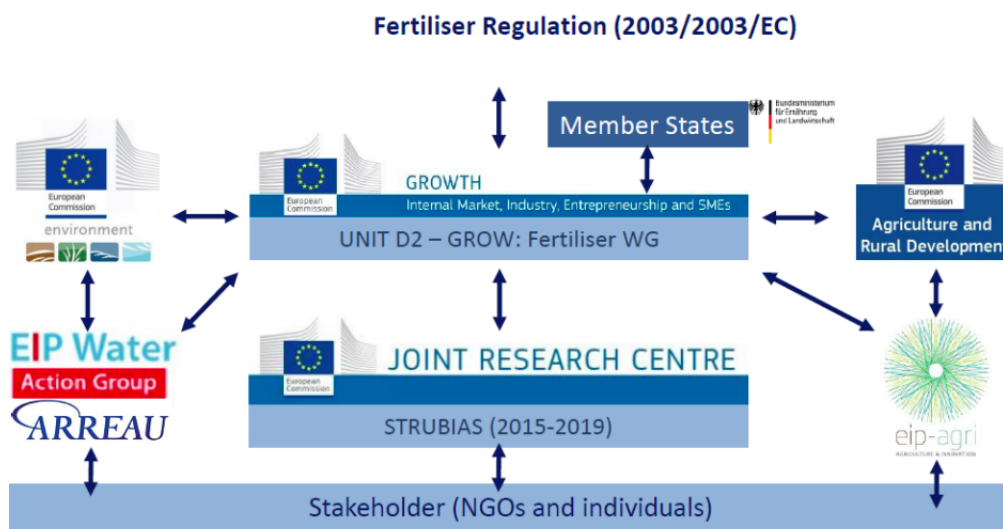


Abbildung 9: Stakeholder-Analyse auf EU-Ebene
Quelle: Krabbe & Kraus, 2016

Zuletzt soll auf die psychologischen Barrieren bei der Verwertung von NASS-Produkten eingegangen werden, die bei allen Akteur:innen mehr oder weniger eine Rolle spielen. Zu diesen zählen an erster Stelle Ängste vor einem diffusen Schad- und Fremdstoffeintrag, der durch Recycling-Dünger in die Umweltmedien gelangen kann. KS wird, als zentrale Schadstoffsenke, künftig fast nur noch thermisch verwertet werden. Bezüglich des Gefahrenpotentials von Düngern aus menschlichen Fäkalien wurden Krankheitserreger, Mikroschadstoffe und -plastik als zentrale Probleme in den Expert:innen-Interviews genannt. Ebert (2019) bezeichnet die Angst bezüglich der verschiedenen Stoffeinträge durch Fäkalien oder Abwasser als eine „Schlüsselangst vor Verunreinigung“. Darüber hinaus sind menschliche Fäkalien generell ein Tabuthema, das „unsichtbar“ in der unterirdisch verlaufenden Kanalisation verschwindet (Vetter, 2017, S. 177). Niemand lasse sich gerne „in seine Fäkalien schauen“ (Anonym, 2019). Es handelt sich bei dem Thema um ein „stark emotional behaftetes Konfliktthema“, bei dem viel Kommunikation nötig sei (Anonym, 2019).

Eine weitere psychologische Komponente ist die Hoffnung, mit Technologien die Probleme mo-

derner Gesellschaften effizient lösen zu können. Das Thema Müll bzw. Abfall sei aus Sicht von politischen Entscheidungsträger:innen und Bürger:innen ein „technisch gelöstes Problem“ (Wilts Gries, 2017, S. 7). Der Paradigmenwechsel zur thermischen KS-Verwertung ist ebenso ein großtechnischer Ansatz, dem vermutlich mehr vertraut wird, als dezentralen Lösungen. Ein weiterer Aspekt, der auf Seiten der zentralen Infrastrukturen als Bedrohung empfunden werden kann, ist der Macht- und Kompetenzverlust (Winker et al., 2018).

Eine weitere Handlungsoption der KMU wäre eine Betreiber:innenklage, falls es in den nächsten Jahren weder zu einer Listung in dem Anhang der nationalen DüMV noch als CMC in der neuen EU-VO kommt. Eine Rechtsexpertin bestätigte, dass dies grundsätzlich ein gangbarer Weg sei, der bspw. ständig durch Hersteller:innen von Pflanzenschutzmitteln bestritten würde (Anonym, 2020).

5.2. SOLL-Konstellation

In dem Zukunftsszenario, der SOLL-Konstellation, wird angenommen, dass die bodenbezogene Verwertung von Fäzes und Urin qualitätsgesichert stattfinden kann, denn NASS ergänzen in diesem Szenario, wie in der Einleitung skizziert, das konventionelle System dort, wo es nötig ist. Diese Darstellung ist eine Zukunftsvision und soll einladen sich ein solches Szenario einmal vorzustellen. Diese SOLL-Konstellation gibt Ideen für eine regionale, optionale, Umsetzung einzelner Kommunen, ausgehend davon, dass die Verwertung menschlicher Fäkalien rechtlich abgesichert ist und einzelne diese zu Düngemitteln kreislauforientiert und qualitätsgesichert verwerten. Der Innovationsbedarf und das Transformationspotential der kommunalen Wasserinfrastruktur ist regional sehr unterschiedlich (Winker et al., 2017), es wird nicht angenommen dass Produkte aus NASS bundesweit bodenbezogen verwertet werden, sondern dass dies in Koexistenz mit zentralen Infrastrukturen anderer Kommunen geschieht. Allerdings liegt dieser SOLL-Konstellation zugrunde, dass auf Bundesebene Ressourcenschutz gesetzlich verankert ist und auch der ganzheitliche Blick auf Abfall hat sich ebenso kommunenübergreifend verändert. Bei den Überlegungen setze ich die Kommune als selbstverwaltete Gebietskörperschaft in den Mittelpunkt, da ihr die Daseinsvorsorge obliegt und sie dem örtlichen Gemeinwohl verpflichtet ist (angelehnt an die Überlegungen von Winker et al., 2017). Auch im Falle der

gewerblichen Pilotanlage, die in der Einleitung erwähnt wurde, handelt es sich um eine kommunale Einrichtung: die Kreiswerke Barnim. Sie stellt fest, dass der *„Barnim und die Kommunen (...) eine bedeutende Rolle in der örtlichen Ausgestaltung der Energiewende [spielen]“*. Dabei sollen mit Kreislaufwirtschaft die Ressourcen des Landkreises optimal genutzt werden (Kreiswerke Barnim, 2020). Auch die Stadt Tanum sieht sich als zentrale Akteurin des Sanitärsystems (siehe Kapitel 4.3.5.) in ihrer Stadt. Winker et al. (2017, S. 60) stellen fest, dass vor allem Synergien entstehen, wenn das kommunale Umfeld Neuerungen gegenüber aufgeschlossen ist *„und das auch steuern kann“*. Zentral ist zunächst, dass die Praxis der bodenbezogenen Verwertung rechtssicher stattfinden kann.

KMU können menschliche Fäkalien entweder als CE-Düngeprodukt oder als national zugelassenes Düngemittel auf den deutschen Markt bringen. Beim Inverkehrbringen spielt die Kommunikation mit den jeweilig zuständigen DVK eine große Rolle, da diese das Inverkehrbringen und Anwenden kontrollieren und überwachen. Sollte ein KMU das Düngemittel als CE-Düngeprodukt auf den Markt bringen, überwachen die DVK dies gleichermaßen. Das RAL-Siegel und eine DIN, die aus der DIN SPEC entwickelt wurde, sichern die Qualität bezüglich Hygiene, Schad- und Fremdstoffen und garantieren einen höheren pflanzenbaulichen Nutzen, als in den gesetzlichen Vorschriften festgelegt wurde. Diese gehen daher über die Anforderungen der DüMV bzw. des CE-Siegels hinaus und sorgen so für eine breite Akzeptanz und einen Markt durch die Abnehmer:innen. Produkte, die das CE-Siegel haben, sind keine Abfälle mehr und haben das Abfallende erreicht. Insgesamt hat sich ein ganzheitlicher Blick auf „Abfall“ durchgesetzt und Fäkalien werden als Ressourcen für schwermetall- und schadstoffarme sowie nährstoffreiche Ausgangsprodukte für Düngemittel wahrgenommen. Zudem wurde Ressourcenschutz in der Zweckbestimmung des DüngG rechtlich verankert²⁴ und ergänzt nun die Pflanzenernährung und die Gefahrenabwehr. Neue Geschäftsmodelle haben sich durch solche Recycling-Dünger entwickelt. Die Sammlung wird weiter von den KMU ausgeführt, die Behandlung findet dezentral auf verschiedenen Kompostwerken deutschlandweit statt. Die Annahme wird ermöglicht durch einen neuen Abfallschlüssel. Regionale Wertschöpfungsketten in den Kommunen wurden aufgebaut und menschliche Fäkalien sind ein Teil davon. Eine Nachfrage besteht, auch weil solche nachhaltigen Dünger gefragt sind um z.B. torfhaltige Dünger im Gartenbau zu ersetzen. Zusätzlich zu den zentralen Infrastrukturen, die weiterhin bestimmte Kosten durch Instandsetzung und Betrieb verursachen, wurden „*neuartige Tarifsysteme*“ inklusive des „Nährstofftarifs“²⁵ eingeführt (Magazowski, 2017, S. 217). Es wurde ein anreizbasiertes Tarifsystem aufgebaut, welches den Nutzenden die stoffliche Wertigkeit des Abwasserteilstroms vermittelt und so für die Wertigkeit sensibilisiert. Dieses finanzielle Anreizsysteme führt dazu, dass Fäkalien (und andere Stoffströme aus NASS) vermehrt als Ressourcen genutzt werden.

²⁴Diese Idee ist angelehnt an Überlegungen einer Fachtagung, bei der ebenso die Frage nach der Verankerung des Ressourcenschutzes im Recht diskutiert wurde und eine Vision für ein allgemeines Ressourcenschutzrecht entwickelt wurde (UBA, 2017).

²⁵Ein Pionier, das Theater am Rand an der Oder, hat bereits einen solchen Nährstofftarif eingeführt und „zahlt für die Hinterlassenschaften seiner Gäste; 6 Cent für Urin und 3 Cent für Fäzes“ (ohne Quelle, Verf. war vor Ort).

Kompetenzzentren²⁶ zu Recycling-Düngern sind zentrale Orte des Wissensaustausches und -transfers in und zwischen den Kommunen. Die Pilotbetriebe haben sich zu Leuchtturmprojekten entwickelt, denn die Pilotbetriebe wurden aufgrund ihres innovativen Charakters durch die DBU gefördert, die explizit Nischenprojekte fördern, damit diese in der Praxis Fuß fassen können (DBU, 2019). In diesen Zentren erwirbt die Öffentlichkeit Wissen zu Nährstoffkreisläufen. Hier findet außerdem Aus- und Weiterbildung zu NASS statt. Zudem finden in den Pilotanlagen Versuche und Studien zum Antibiotika-Abbau statt. Es werden „Humus- und Nährstoffdialoge“²⁷ organisiert, bei denen sich KMU, DWA und andere Verbände, NetSan, UBA, BMU und weitere Akteur:innen der Sanitär- und Wasserversorgung austauschen. Psychologisch hat sich bei den meisten Akteur:innen die allgemeine Angst vor Verunreinigung in ein Vertrauen verwandelt, denn die Recyclingprodukte erfüllen die Anforderungen des BGK-Siegels sowie der DIN. Low-tech-Lösungen, wie die Kompostierung in Kompostwerken, wird gleichermaßen als Möglichkeit der Nährstoffrückgewinnung anerkannt, wie die technischen Verfahren zur P-Rückgewinnung aus KS.

²⁶Die Idee kommt aus einer Quelle von inter3 (2016), in der zu dem konkreten Projekt RWF in Berlin ebenfalls solche Kompetenzzentren vorgeschlagen werden.

²⁷Diese Idee ist angelehnt an die vom BMU organisierten „Wasserdialoge“, bei denen sich BMU, Behörden und andere Akteur:innen des Fachbereichs austauschen.

Teil IV.

Synthese

6. Diskussion

Während in Schweden die Anwendung von Urin-Düngern im Wesentlichen unreguliert, in der Konsequenz nicht verboten, und eine mögliche gängige Praxis darstellt, ist die Anwendung von Recyclingprodukten aus Fäzes und Urin, u.a. aufgrund des Fehlens einer einschlägigen Verordnung, in Deutschland nicht möglich.

Durch das Ziel der KMU diese Produkte bodenbezogen in Landwirtschaft und Gartenbau zu verwerten, lautet die Zweckbestimmung dieser Stoffe Düngemittel. Laut DüngG muss aufgrund dieser Zweckbestimmung für die Anwendung den Anforderungen der DüMV entsprochen werden oder es sich um ein „EG-Düngemittel“ bzw. ein Düngeprodukt nach der neuen EU-VO handeln. Um in den Verkehr gebracht zu werden, muss den Anforderungen der DüMV entsprochen werden. Dafür muss der jeweilige Ausgangsstoff auf der Liste der zugelassenen Ausgangsstoffe im Anhang der DüMV verzeichnet sein. Da menschliche Fäzes und Urin dort nicht gelistet sind, ist es in Deutschland derzeit rechtlich nicht möglich, diese als Düngemittel aufzubereiten und auf dem nationalen Weg in den Verkehr zu bringen. Auch wenn eine Verwertung im Sinne der Abfallhierarchie (Recycling vor thermischer Verwertung) anzustreben ist, muss eine Verwertung von Abfällen, insbesondere bei Einbindung in Erzeugnisse, ordnungsgemäß und schadlos sein. An dieser Stelle muss erneut festgestellt werden, dass weder eine einschlägige Verordnung, noch andere Vorgaben existieren, mit denen geprüft werden könnte, ob die behandelten menschlichen Fäkalien schadlos sind. Die Verwertung kann auch nicht ordnungsgemäß erfolgen, da keine Gesetze oder andere öffentlichrechtliche Vorschriften existieren, deren Vorgaben gefolgt werden könnte. Um eine eindeutige Rechtslage für solche Recycling-Dünger bundesweit zu schaffen, müssten sie einzeln (da sie unterschiedlichen Düngemitteltypen entsprechen) Eingang in den Anhang der DüMV finden. Über solche Anträge entscheidet das BMEL. Ein Ergebnis der Recherche ist auch, dass einem solchen Antrag (bzw. zwei separat eingereichten) wahrscheinlich nicht stattgegeben würde, wie schon einmal geschehen bei Urin. Von Fäzes und Urin gehen vor allem Risiken bezüglich der hygienischen Parameter sowie der Schad- und Fremdstoffe aus und die in der DüMV nur sehr eingeschränkte Liste mit insgesamt zehn Schadstoffen genügt nicht, um ein angemessenes Schutzniveau darzustellen. Es ist davon auszugehen, dass zusätzliche Schadstoff-Parameter festgelegt werden müssten, möglicherweise angelehnt an solche in der

AbfKlärV. Diese wurde bereits vereinzelt von Behörden als Referenz gewählt, wenn eine Kompostierung von Fäkalien auf privaten Geländen im Einzelfall genehmigt wurde. Sie ist ebenso die einzige VO, die solche Ausgangsstoffe als Düngemittel regelt, die menschliche Fäkalien enthalten. Für einen Antrag beim BMEL scheint der Produktstandard DIN SPEC von Vorteil zu sein. Im Rahmen dieser Arbeit kann nicht eingeschätzt werden, inwieweit dieser Produktstandard wirklich hilfreich ist, auch weil er „nur“ eine Vorstufe zur DIN mit einem geringeren Konsensgrad ist.

Bezüglich Fäzes sei zudem erwähnt, dass anhand der Recherche zu „Pyreg“ deutlich wurde, dass viele Unsicherheiten bezüglich der nicht normierten Produkteigenschaften von KS bestehen, was sicher auch auf Fäzes zutrifft. Ein Prozessstandard für die thermophile Kompostierung für Fäzes scheint notwendig zu sein, um mehr Vertrauen zu schaffen, dieser könnte an die Vorgaben der BioAbfV angelehnt sein.

Bezüglich den Voraussetzungen unter denen Abfälle ihre Abfalleigenschaft verlieren können wurde festgestellt, dass bei neuartigen Düngeprodukten immer Fragen zu einem vorhandenen Markt (also der Nachfrage) oder den Gesundheitsrisiken gestellt werden. In Anbetracht der Tatsache, dass Bioabfall trotz jahrelanger Bemühungen den Abfallstatus nicht verliert und für KS-Kompost derselbe Status vor kurzem erneut bestätigt wurde (da er seine vorherigen „abfalltypischen Gefahren“ nicht verliert) ist fest davon auszugehen, dass Fäzes seine Abfalleigenschaft auch nicht verlieren würde.

Wenn Aushandlungen zu neuen Düngeprodukten auf EU-Ebene laufen, werden national keine weiteren Anstrengungen unternommen. Ein Beispiel hierfür ist die Diskussion zum Abfallende für Bioabfälle. Sollten also Verhandlungen diesbezüglich für Fäzes und Urin auf EU-Ebene laufen, ist davon auszugehen, dass auf nationaler Ebene wenig passiert.

Meine Arbeit konnte nicht klären, ob die Option der mittelfristigen nationalen Einzelfalllösung tatsächlich besteht. Es sei daher zu prüfen, ob es tatsächlich möglich wäre, temporär eine rechtssichere Verwertung als Übergangslösung zu finden.

Eine dritte Variante, die als Option geprüft werden sollte, ist der Gang über die neue EU-VO. Wie hoch die Hürden sind, menschliche Fäkalien als CMC mittels eines Rechtsaktes in die neue EU-VO aufzunehmen, kann an dieser Stelle ebenso nicht abgeschätzt werden.

Die letzte (dritte) Variante, das grenzüberschreitende Inverkehrbringen nach dem Verfahren der gegenseitigen Anerkennung aus einem anderen EU-Land, ist kein gangbarer Weg. Meine Analyse hat gezeigt: meine Fragestellung, die nur einen Teil einer „ressourcenleichteren Gesellschaft“ ausmachen würde (Winker et al., 2018), ist bereits eine hoch „transdisziplinäre Fragestellung“ mit diversen Sichtweisen, Einstellungen und Interessen, eingebettet in die gesetzlichen Rahmenbedingungen. Die Konstellationsanalyse ist ein geeignetes Werkzeug um diese Fragestellung zu bearbeiten. Bei der Frage nach Recyclingdüngern aus menschlichen Fäkalien könnte in einer weiteren Analyse noch differenzierter betrachtet werden, wann welche Risiken an welchem Punkt der Wertschöpfungskette für wen relevant sind. Für mögliche zukünftige Kooperationen und Koordinationen könnte das Kooperationsmanagement ein weiterer interessanter methodischer Ansatz sein (Winker et al., 2017). Mischformen aus zentralen Infrastrukturen und NASS, deren Produkte qualitätsgesichert und rechtlich zugelassen, zu hochwertigen Düngemitteln aufgearbeitet werden, könnten von einer „auf Lebenszyklusdenken fußenden ökologischen Gesamtbetrachtung“ als zukunftsfähig bewertet werden. Infrastruktursysteme, wie die Wasser- und Nahrungsmittelversorgung, sind mehr oder weniger direkt miteinander funktional verbunden, also gekoppelt (Winker et al., 2018, S.38). In Deutschland sind beide, dort wo KS weiterhin landwirtschaftlich verwertet wird, (noch) verbunden. Durch die „*Neuordnung der KS-Verwertung*“ wird diese Kopplung deutschlandweit weitestgehend aufgelöst. Bis auf P aus der Asche und die KS der kleinen Anlagen, die noch bodenbezogen verwerten dürfen, werden keine Stoffe mehr kreislauforientiert zurückgeführt werden (können). Hygienisierte Produkte aus TTT könnten an dieser Stelle die Kopplung wiederherstellen, sollte dies rechtlich zukünftig abgesichert sein. Krause (2019, S.199) stellt ebenso eine klare Verschränkung zwischen der landwirtschaftlichen Nahrungsmittelproduktion und der ökologischen Sanitärversorgung mit TTT fest,²⁸ die ein intersektionales Ressourcenmanagement erfordert. Zero Waste Europe (2020) bestätigen, dass intersektional gedacht werden muss und konstatieren, dass „echte“ Kreislaufwirtschaft nicht mit der Fokussierung auf einen Sektor erreicht werden kann. Sie fordern, dass für politische Entscheidungen in der EU, die gesamte Wertschöpfungskette in den Blick genommen werden muss. „Nur“ Kreislaufführung innerhalb Europas als Ziel reiche nicht aus, die Kreisläu-

²⁸und erweitert diese noch um die dritte Komponente der Energieversorgung

fe (also Wertschöpfungsketten) müssten insgesamt räumlich kleiner werden und essentiell wäre die absolute Verringerung des Ressourcenabbaus und -konsums (Zero Waste Europe, 2020). Die rechtssichere (und qualitätsgesicherte) bodenbezogene Verwertung menschlicher Fäkalien könnte einen solch kleineren Kreislauf darstellen und zur Verringerung des Ressourcenkonsums für Düngemittel beitragen.

Die vollständige Schließung von Stoffkreisläufen durch die Verwendung von Abfällen als Ressource bleibt in Deutschland bisher eine Vision (Wilts & Gries 2017), obwohl Deutschland abfallwirtschaftlich als „besonders fortschrittlicher Mitgliedsstaat“ gilt (Kopp-Assenmacher 2019). Wilts & Gries (2017) sprechen daher treffend von dem „schweren Weg zur Kreislaufwirtschaft“. Die drängenden Probleme moderner Weltgesellschaften wie Umweltverschmutzung, Klimawandel, Ressourcenknappheit und soziale Ungerechtigkeit hängen eng damit zusammen, wie wir produzieren, konsumieren und wirtschaften. Die Kreislaufwirtschaft bzw. die „*Circular Economy*“ könnte dabei einer der Lösungsansätze sein (Erben & Hofmann, 2019). Das UBA (2019d, S. 6) stellt fest, dass seit 25 Jahren diverse Studien mögliche Wege zu einer „*nachhaltigen Entwicklung*“ aufzeigen. Dabei hat das Aufzeigen der technischen Machbarkeit von „Treibhausgasneutralität“ zwar eine wichtige Rolle gespielt, dennoch bräuchte die Transformation „*eine deutlich erweiterte Perspektive*“, da die Wechselwirkungen zwischen Ressourcennutzung und Klimaschutz einen systemischen und interdisziplinären Ansatz erfordern UBA (2019d). Das UBA (2019d) konstatiert: „*Es wird (. . .) deutlich, dass für einen angemessenen Beitrag Deutschlands zur Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf 1,5°C und einer global gerechten Rohstoffnutzung große nationale Anstrengungen [entsprechend dem in der Studie vorgestellten ambitioniertesten Szenario]²⁹. nötig sind. Für eine erfolgreiche Ausgestaltung sind drei grundsätzliche Strategien zum Klima- und Ressourcenschutz zu verfolgen: Substitution, Vermeidung und Senken. Für eine Vermeidung zukünftiger Treibhausgasemissionen sollen Effizienz, Suffizienz und Konsistenz zu einem reduzierteren Verbrauch von Produkten und Aktivitäten führen. Dies wiederum führe in der Folge zu niedrigerer Primärrohstoffinanspruchnahme und Ressourcenbeanspruchung*“. Der Bund für Umwelt und Naturschutz (2020) fordert eine grundsätzliche Trendwende bei der Rohstoffnutzung. Diese soll nicht nur durch Effizienz erfolgen, sondern be-

²⁹Das Szenario ist einer der Transformationspfade, der in eine treibhausgasneutrale und Ressourcen leichter Zukunft führt, dabei zeigt er auf, dass nicht Energie der limitierende Faktor ist, sondern die Rohstoffe und Ressourcen

sonders, durch eine Senkung des Ressourcenverbrauchs. Dazu bedürfe es u.a. einer verbesserten Konsistenz durch Kreislaufführung. Im Kontext der Düngung geht es bei Konsistenzmaßnahmen um das Schließen von Nährstoffkreisläufen indem energie- und ressourcenintensive Mineraldünger durch Düngemittel ersetzt werden, die *„auf ohnehin anfallenden und ggf. aufbereiteten Reststoffen basieren, da hierdurch die Gesamtmenge der im System befindlichen und somit potentiell verlustgefährdeten Nährstoffe reduziert werden kann“* (Douhaire, 2019, S. 31). Das rechtssichere (und qualitätsgesicherte) Rückführen der Nährstoffe aus menschlichen Fäkalien in regionalen Wertschöpfungsketten könnte eine solche Konsistenzmaßnahme darstellen.

7. Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Analyse der rechtlichen Rahmenbedingungen in Deutschland führt zu dem Ergebnis, dass für trocken gesammelte menschliche Fäkalien, die nicht mit Wasser vermischt werden, derzeit nur das KrWG einschlägig ist. Abschließend kann die Einordnung in das Abfallrecht jedoch nicht endgültig geklärt werden.

Keine Verordnung der menschlichen Fäkalien ähnelnden Ausgangsstoffe KS, Gülle oder Bioabfall ist dabei auf Fäzes oder Urin anwendbar, eine bodenbezogene Verwertung kann daher nicht ordnungsgemäß und schadlos erfolgen.

Die Aufnahme in die abschließenden Positivlisten der DüMV oder der EU-VO ist Voraussetzung für ein Inverkehrbringen und Anwenden in Deutschland als Düngemittel. Ob eine rechtssichere Verwertung von Fäzes und Urin zukünftig möglich sein wird, ist nicht abzusehen. Aktuell wird durch die „Neuordnung der Klärschlammentsorgung“ eine große und zentrale neue Infrastruktur aufgebaut. Möglichkeitenfenster (also Zeiten in denen die Rechtslage geändert werden könnte) sind immer dann ein Stück offen, wenn die nächste Sommerdürre kommt, die bisherigen Strukturen einfach technisch nicht mehr funktionieren oder sich möglicherweise andere politische Rahmenbedingungen verändern; wie strengere Grenzwerte für SM wie Cd oder die Berücksichtigung klimarelevanter Gase bei Herstellung oder Anwendung von Düngemitteln.

Die Zweckbestimmung des DüngG ist eindeutig auf die Pflanzenernährung und die Gefahrenabwehr beschränkt. In meiner SOLL-Konstellation habe ich als Vision aufgenommen, dass Ressourcenschutz allgemein in der Zweckbestimmung des DüngG rechtlich verankert wäre. Diese Vision könnte weitergedacht werden, angelehnt an Überlegungen der Autor:innen, die bspw. ein Ressourcenschutzstammgesetz zur Diskussion stellen, welches übergeordnete Aspekte des Ressourcenschutzes adressieren soll. Sie stellen ebenso Überlegungen zu einer Ressourcenschutzpflicht an, die auf alle natürlichen Ressourcen erstreckt würde, vor allem auch auf nicht erneuerbare Primärstoffe, zu denen Rohphosphat und fossiles Gas für die Haber-Bosch-Synthese gehören. Eine solche Grundpflicht hätte eine rechtssymbolische Bedeutung (UBA, 2017).

Literatur

- Abwasserzweckverband Offenburg. 2017. *Pilotanlage (AZV Raum Offenburg) zur großtechnischen Phosphor-Rückgewinnung aus Klärschlamm*. Endbericht. Offenburg/Stuttgart: Abwasserzweckverband Offenburg, Universität Stuttgart, iat-Ingenieurberatung GmbH.
- Agra Europe. 2019. *Struvit: Recyceltes Mineral aus Abwasser stößt als Dünger auf Akzeptanz*. Besucht am 14.02.2020. <https://www.topagrar.com/acker/news/struvit-recyceltes-mineral-aus-abwasser-stoesst-1>.
- Allianz der öffentlichen Wasserwirtschaft e.V. 2019. *AöW-Position zur Reduzierung von Spurenstoffeinträgen in die Gewässer und deren Finanzierung*. Position der Interessensvertretung AöW. Berlin. Besucht am 10.11.2019. https://aoew.de/media/Publikationen/Positionspapiere/Aoew_Spurenstoffe_Stand_2019-11-07_final.pdf.
- Anonym. 2019. *Alba Mitarbeiter auf DIN-Tagung*. Persönliches Interview. DIN.
- Behörde für Umwelt und Energie Hamburg und Landesbund der Gartenfreunde in Hamburg e.V. 2019. *Merkblatt zur Nutzung von Kleingärten in Hamburg*. Merkblatt. Hamburg.
- Beier, M. 2019. *Wie kann meine Innovation mittels Standardisierung erfolgreicher werden?* DIN-Workshop. DIN Berlin.
- Berger, W. 2008. *Sanitärtechnik ohne Wasser - Komposttoiletten in der Ökologischen Siedlung Bielefeld-Waldquelle*. Berger Biotechnik GmbH, Hamburg. Besucht am 15.02.2020. <https://docplayer.org/54120689-Sanitaertechnik-ohne-wasser-komposttoiletten-in-der-oekologischen-siedlung-bielefeld-waldquelle.html>.
- Beyer, G. 2019. "Salzabbau ist wieder gefragt" (). Besucht am 20.12.2019. https://www.deutschlandfunk.de/umstrittener-kalibergbau-salzabbau-ist-wieder-gefragt-697.de.html?dram:article_id=442508.
- Blümcke, P. 2015. *Referentenentwurf Neuordnung Klärschlammverordnung*. Juristisches Gutachten. Wuppertal: talanwälte.

- BMEL. 2019. *Die neue EU-Düngeprodukteverordnung 2019/1009 als neuer Rechtsrahmen für Biostimulanzien: Anwendungsbereich und Stand der Umsetzung*. Symposium. Künzell b. Fulda.
- . 2020. *Düngung*. Besucht am 15. 02. 2020. https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Ackerbau/_Texte/Duengung.html.
- Böhm, L. 2018. *Bericht zur Überwachung des Inverkehrbringens von Düngemitteln in den Bundesländern Berlin und Brandenburg*. Bericht. Ruhlsdorf: Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung (LEFL).
- Brand, K. 2019. “Neue EU-Düngeprodukte-Verordnung umfasst organische Düngemittel aus der Kreislaufwirtschaft”. *BDE direkt - Aktuelles für Mitglieder*, Nr. 31 ().
- Bundesministerium für Umwelt, Bau und Reaktorsicherheit, Naturschutz. 2018a. *Die Anwendbarkeit des Abfallrechts auf Komposttoiletten*. Vermerk. Bonn.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. 2018b. *Themenseite Klärschlamm*. Besucht am 02. 02. 2020. <https://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/abfallwirtschaft/abfallarten-abfallstroeme/klaerschlamm/>.
- Bundesrat. 2017a. *Beschluss des Bundesrates über die Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung*.
- . 2017b. *Verordnung der Bundesregierung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung*.
- Bunthoff, T. 2018. *Zulassung und Zulässigkeit von P-Recyclaten aus Klärschlamm zu Düngezwecken*. Gelsenkirchen.
- Clemens u. a. 2008. “Produkte aus neuartigen Sanitärsystemen in der Landwirtschaft”. *Korrespondenz Abwasser, Abfall*, Fachbeiträge Dezentrale Abwasserentsorgung, 55 (10).
- Cosson. 2019. *KrWG § 5: Zum Ende der Abfalleigenschaft*. Kommentar. Beck-Online Umweltrecht.
- Deutsche Bundesregierung. 2019a. *Demokratisch regieren in ökologischen Grenzen - zur Legitimation der Umweltpolitik*. Sondergutachten des Sachverständigen für Umweltfragen. Berlin.

- . 2019b. *Umwelt und Natur als Fundament des sozialen Zusammenhaltes*. Umweltbericht der Bundesregierung. Berlin.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall. 2014. *Grundsätze für die Planung und Implementierung Neuartiger Sanitärsysteme*. Arbeitsblatt DWA-A 272. Hennef.

- . 2013. *Stellungnahme zum Koalitionsvertrag: Überwiegend Zustimmung aus Sicht der Wasserwirtschaft*. Stellungnahme. Hennef: DWA. Besucht am 03. 12. 2019. <http://de.dwa.de/de/presseinformationen-volltext/stellungnahme-zum-koalitionsvertrag.html>.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall. 2010. *Brauchen wir in Deutschland neuartige Sanitärsysteme?* Im Klartext. Hennef: DWA.

- . 2017. “Neuartige Sanitärsysteme (NASS): Eine Bilanzierung von Nährstoffen, Energieverbrauch und CO₂-Emission”. *Korrespondenz Abwasser, Abfall*, Fachbeiträge Dezentrale Abwasserentsorgung, 64 (12).

- . 2019. *Stellungnahme zur Verordnung zur Änderung der Düngeverordnung und anderer Vorschriften*. Stellungnahme. Hennef.

Douhaire, C. 2019. *Rechtsfragen der Düngung: Eine steuerungs- und rechtswissenschaftliche Analyse vor dem Hintergrund unions- und völkerrechtlicher Verpflichtungen und politischer Zielsetzungen zum Umwelt- und Ressourcenschutz*. Hrsg. von M. Kloepfer. Bd. 189. Schriften zum Umweltrecht. Berlin: Duncker & Humblot.

Drewes, J. E., u. a. 2019. “Potenziale und Strategien zur Überwindung von Hemmnissen für die Implementierung von Wasserwiederverwendungsansätzen in Deutschland”. *Korrespondenz Abwasser, Abfall*, Fachbeiträge Dezentrale Abwasserentsorgung, 66 (12).

Druitt. 2009. *The Swedish Ecosanitation experience*. Case study. Uppsala.

Ebert, B., u. a. 2019. *Weitergehend aufbereitetes kommunales Abwasser als alternative Wasserressource im Hessischen Ried. Eine HypoWave-Fallstudie*. Broschüre. Stuttgart: Fraunhofer IGB.

- Engelmann, R. A., u. a. 2019. "Reiner Prozessschutz gefährdet Artenvielfalt im Leipziger Auwald". UFZ Discussion Papers. Leipzig: Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung Leipzig GmbH - UFZ.
- EPI-AGRI. 2019a. *Circular Horticulture: Final Report*. Abschlussbericht. Brüssel.
- . 2019b. *Circular Horticulture: How to increase circularity in protected horticulture?* Merkblatt. Brüssel.
 - . 2019c. *Moving from source to sink in arable farming: Which cost-effective farm management practices and tools could foster and ensure long-lasting carbon storage in arable farming, contributing to climate change mitigation?* Merkblatt. Brüssel.
 - . 2017. *Nutrient Recycling: Final Report*. Abschlussbericht. Brüssel.
- Europäische Kommission. 2019. *Bericht über das Paket zur Kreislaufwirtschaft: Fragen und Antworten*. Merkblatt. Brüssel.
- . 2018a. *Circular Economy: Agreement on Commission proposal to boost the use of organic and waste-based fertilisers*. Pressemitteilung. Brüssel.
 - . 2018b. *Circular Economy: New rules will make EU the global front-runner in waste management and recycling*. Pressemitteilung. Brüssel.
 - . 2014. *Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen über die Überprüfung der Liste kritischer Rohstoffe für die EU und die Umsetzung der Rohstoffinitiative*. Brüssel. Besucht am 19.01.2020. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52014DC0297&from=EN>.
 - . 2017a. *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the mutual recognition on goods lawfully marketed in another Member State*. Commission Staff Working Document. Brüssel.
 - . 2017b. *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the mutual recognition on goods lawfully marketed in another Member State, COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT*. Brüssel.

European Committee for Standardization. 2020. *CEN - Technical Bodies*. Besucht am 23. 01. 2020.
<https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=CENWEB:6:::NO>.

European Sustainable Phosphorus Platform. 2019. *ESPP Phosphorus Fact Sheet*. Merkblatt.

Euwid. 2020. *Dossier: Neuordnung der Klärschlammentsorgung*. <https://www.euwid-wasser.de/news/wirtschaft/einzelansicht/Artikel/neuordnung-der-klärschlammentsorgung-was-kommt-jetzt-auf-abwasserentsorger-zu.html>.

Finizio GmbH. 2019. “Jahresrückblick”. *Newsletter*. Besucht am 20. 12. 2019. E-Mail.

Flessa, H. 2019. *Humus in landwirtschaftlich genutzten Böden*. Broschüre. Bonn.

Fricke, K. 2019. *Energieeffizienz kommunaler Kläranlagen*. Dessau-Roßlau: UBA. Besucht am 25. 11. 2019. <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3855.pdf>.

Gaßner, H., u. a. 2001. “Grundsatzfragen der Auslegung der neuen abfallrechtlichen Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/AbfG)”. Besucht am 11. 12. 2019. <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/1984.pdf>.

Gesellschaft für Qualitätsprüfung mbH. 2019. *DIN, DIN NORM, DIN SPEC - Was verbirgt sich hinter diesen Kürzeln?* <https://gesellschaft-fuer-qualitaetspruefung.de/din-din-norm-din-spec-was-verbirgt-sich-hinter-diesen-kuerzeln/>.

Goldeimer gGmbH. o.J.(a). “Unsere Geschichte”. *Goldeimer Website*. Besucht am 20. 11. 2019. <https://www.goldeimer.de/geschichte/>.

– . o.J.(b). “Willkommen bei der P-Bank”. *Goldeimer Website*. Besucht am 05. 12. 2019. <https://www.goldeimer.de/p-bank/>.

Göpel, M. 2016. *The Great Mindshift: How a New Economic Paradigm and Sustainability Transformations go Hand in Hand*. Berlin: Springer.

Greif, A. 2019. *Standardisierung als Unterstützung für Innovationen*. DIN-Workshop. DIN Berlin.

- Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e.V., Hrsg. 2019. *Rezension der Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e.V. zur EU-Düngeprodukteverordnung*. Rezension. Hannover: Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e.V.
- Güttler, S. 2016. "Informationelles Lobbying auf EU-Ebene: Verzerren Interessengruppen Entscheidungen oder liefern sie wertvolle Information?" Masterarbeit, Philipps-Universität Marburg.
- Häfner, F., E. Harlow und J. Korduan. 2019. *Interview mit der auf Abfallrecht spezialisierten Rechtsanwältin: Caroline von Bechtolsheim*. Persönliches Interview. Kanzlei für Abfall- und Umweltrecht in Berlin: Gaßner, Groth, Siederer Coll.
- Harlow, E. 2019. "Rechtliche Rahmenbedingungen für die Verwendung von Ausgangssubstraten menschlichen Ursprungs in der Düngung: Eine Literaturrecherche und ein Vergleich der Länder Deutschland, Österreich und Schweiz". Bachelorarbeit, Humboldt-Universität zu Berlin.
- Heihoff, o.J. *Frühe Großstädte und ihre Hygieneprobleme, die Choleraepidemie in Hamburg 1892*. Besucht am 01. 11. 2019. http://www.homes.uni-bielefeld.de/estenberg/pdf/stadtgeschichte/neuzeit/fruehe_grosstaedte_und_ihre_hygieneprobleme_die_choleraepedemie_in%20hamburg_1892.pdf.
- Heintz, V. 2014. "Planetary Boundaries of Phosphorus: Towards an integrated assessment of global phosphorus use and depletion. A resource use and extraction model with LPJmL-MAgPIE". Masterarbeit, Humboldt-Universität zu Berlin.
- Hoffmann, C. 2014. "Untersuchung ausgewählter Phosphorrückgewinnungsverfahren - Wo liegt das Potenzial für den ökologischen Landbau?" Bachelorarbeit, Universität Kassel.
- Höglund, C. 2001. "Evaluation of microbial health risks associated with the reuse of source separated human urine." Doktorarbeit, Royal Institute of Technology, Stockholm, SE.
- Hölzle, L. E., u. a. 2012. *Hygieneaspekte organischer Düngemittel und ihre Anwendung*. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben. Universität Hohenheim.

- Huober, M., u. a. 2018. *Neues Düngemittelrecht in Europa - Bedeutung für die Landwirtschaft*. Reader zur Tagung des VLK und des BAD am 19. und 20. April 2018 in Würzburg. Frankfurt/Main.
- inter3 Institut für Ressourcenmanagement. 2016. *Arbeitspapier Innovationsarena ROOF WATER-FARM/Handlungsempfehlungen Senatsverwaltung Berlin*. Arbeitspapier. Berlin.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2019. *IPCC-Sonderbericht über Klimawandel und Landsysteme (SRCCL): Hauptaussagen des IPCC-Sonderberichts über Klimawandel, Landdegradierung, nachhaltiges Landmanagement, Ernährungssicherheit und Treibhausgasflüsse in terrestrischen Ökosystemen*. Sonderbericht. Berlin: Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, SCNAT und Umweltbundesamt GmbH, Wien.
- International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM). 2014. *The IFOAM Norms for Organic Production and Processing - Version 2014*. IFOAM Norms. Bonn.
- IUCN. 2019. "Marine life, fisheries increasingly threatened as the ocean loses oxygen – IUCN report". (Madrid) (). Besucht am 11. 12. 2019. <https://www.iucn.org/news/marine-and-polar/201912/marine-life-fisheries-increasingly-threatened-ocean-loses-oxygen-iucn-report>.
- Jaeger-Erben, M., und F. Hofmann. 2019. *Kreislaufwirtschaft - Ein Ausweg aus der sozial-ökologischen Krise?* Hessische Landeszentrale für politische Bildung.
- Kabel, C. 2018. *Keime in Seen sorgen für Verunsicherung*. Besucht am 01.02.2020. <https://www.fr.de/rhein-main/darmstadt/stefan-krause-per41605/keime-seen-sorgen-verunsicherung-10965112.html>.
- Kanzlei Gaßner, Groth, Siederer & Coll. 2017. *Klärschlamm - Abwasser oder Abfall?* Newsletter. Besucht am 22. 11. 2019. <https://www.ggsc.de/arbeitsfelder/abfallwirtschaft-abfallrecht/newsletter/details/news/1284-klaerschlamm-abwasser-oder-abfall/>.
- Kaufmann Alves, I. 2015. *Demographie und Infrastruktur: Weiterentwicklung kommunaler Infrastrukturen*. Vortrag bei einer Fachtagung der RWE Power am 12. März 2015. Jülich.

- Kehres, B. 2014. *Ergebnisbericht zum Ende der Abfalleigenschaft von Kompost*. Ergebnisbericht. Köln: BGK e.V.
- . 2018. “Kunststoffe in Kompost und Gärprodukten”. *H&K aktuell*, Nr. Q4 2018: 4–6.
- . 2019. “Neue EU-Düngeprodukte-Verordnung”. *H&K aktuell*, Nr. Q2 2019: 5–6.
- Kehres, B. und Fischer, P. 2019. “Fachliche Grundlagen für den Einsatz von Komposten im Garten- und Landschaftsbau”. *Empfehlungen der BGK zur guten Fachlichen Praxis*, Nr. 4. überarbeitete Auflage.
- Kerber, H., M. Kunkis und E. Schramm. 2017. “Kooperationsmanagement - Ein Instrument zur Differenzierung der Wasserinfrastruktur”, 16. Aufl., hrsg. von M. Winker u. a., 219–235. Berlin: Difu.
- Kirsten, F. 2014. *Übersicht Wasserforschung in Deutschland*. Leipzig. Besucht am 17. 12. 2019. www.ufz.de/watersciencealliance/index.php?de=30626.
- Kopp-Assenmacher, S. 2019. *Abfall ist Ressource*. Berlin: Zeitschrift für Umweltrecht.
- . 2014. *Kommentar KrWG*. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Krabbe, C., und F. Kraus. 2016. *Von der Phosphorrückgewinnung zum tatsächlichen Recycling*. Halle. Besucht am 15. 11. 2019. https://www.kompetenz-wasser.de/wp-content/uploads/2017/05/ww41_kabbe_fin.pdf.
- Krause, A. 2019. “Valuing Wastes: An Integrated System Analysis of Bioenergy, Ecological Sanitation, and Soil Fertility Management in Smallholder Farming in Karagwe, Tanzania”. Dissertation, TU Berlin.
- Krause, A., F. August und F. Häfner. 2020. “DIN SPEC 91421: Qualitätssicherung von Recyclingprodukten aus Trockentoiletten zur Anwendung im Gartenbau”. In Vorbereitung.
- Kreiswerke Barnim. 2020. “Über uns”. *Website*. Besucht am 01.01.2020. <https://www.kreiswerke-barnim.de/index.php/ueber-die-kreiswerke-barnim>.
- Kröhnke, F., u. a. 1973. *Justus v. Liebig 1803-1873*. Hrsg. von Präsident der Gießener Justus Liebig-Universität und Gießener Hochschulgesellschaft. Gießener Universitätsblätter: Jahrgang VI, Heft 1. Gießen: Brühlsche Universitätsdruckerei.

- Landmann, R., G. Röhmer und M. Beckmann. 2014. *KrWG § 5: Zum Durchlaufen eines Verwertungsverfahrens*. Kommentar. Beck-Online Umweltrecht.
- Landwirtschaftskammer Niedersachsen. 2014. "Augen auf beim Düngemittelkauf: Kennzeichnungsvorschriften für Düngemittel, Bodenhilfsstoffe und Pflanzenschutzmittel gemäß Düngemittelverordnung (DüMV) vom 05.12.2012". (Oldenburg) ().
- LANUV -Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. *Mineralische Dünger*. <https://www.lanuv.nrw.de/verbraucherschutz/marktueberwachung/duengemittel/mineralische-duenger>.
- Lettow, F. 2015. "Urban Gardening - Hygienisierung von menschlichen Fäzes zum Nährstoffrecycling". Diplomarbeit, TU Berlin.
- Longdong, J. 2008. "Wandel ohne Katastrophe". *Korrespondenz Abwasser, Abfall*, Fachbeiträge Dezentrale Abwasserentsorgung, 55 (10).
- Madison, M. G. 1997. "'Potatoes Made of Oil': Eugene and Howard Odum and the Origins and Limits of American Agroecology". *Environment and History* 3, Nr. 2 (): 209–238. Besucht am 03.02.2020. <http://openurl.ingenta.com/content/xref?genre=article&issn=0967-3407&volume=3&issue=2&spage=209>.
- Magazowski, C. 2017. "Neuartige Tarifsysteme (NATS) für Neuartige Sanitärsysteme (NASS)". Inauguraldissertation, HafenCity Universität Hamburg.
- Mancini, L., u. a. 2019. *Mapping the Role of Raw Materials*. JRC Science for Policy Report. Brüssel: JRC Science Hub.
- Meininger, F. 2010. "Resource Efficiency of Urban Sanitation Systems: A Comparative Assessment Using Material and Energy Flow Analysis". Dissertation, TU Hamburg-Harburg.
- Million, A., G. Bürgow und A. Steglich, Hrsg. 2018. *ROOF WATER-FARM: Urbanes Wasser für urbane Landwirtschaft*. TU Berlin, Fakultät VI: Planen Bauen Umwelt, Institut für Stadt- und Regionalplanung.
- Möckel, S., u. a. 2013. *Rechtliche und andere Instrumente für vermehrten Umweltschutz in der Landwirtschaft*. Dessau-Roßlau: UBA.

- Montag, D., u. a. 2015. *Bewertung konkreter Maßnahmen einer weitergehenden Phosphorrückgewinnung aus relevanten Stoffströmen sowie zum effizienten Phosphoreinsatz*. Dessau-Roßlau: UBA.
- Moya, B., A. Parker und R. Sakrabani. 2019. "Challenges to the use of fertilisers derived from human excreta: The case of vegetable exports from Kenya to Europe and influence of certification systems". *Food Policy* 85 (): 72–78. ISSN: 0306-9192, besucht am 03.01.2020. doi:10.1016/j.foodpol.2019.05.001. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306919218301520>.
- Muskolus, A. 2008. "Anthropogenic Plant Nutrients as Fertiliser". Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin.
- Nagy, J., S. Pradhan und A. Zseni. 2019. "The Utilization of Struvite Produced from Human Urine in Agriculture as a Natural Fertilizer: A Review." *Periodica Polytechnica Chemical Engineering* 63:478–484.
- Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS). 2019. *Jahresbericht 2019*. Jahresbericht. DIN.
- Nutriman. 2019. *Die neue Düngemittelverordnung - Auswirkungen: von EU-Düngemitteln zu sichern*. Besucht am 11.01.2020. <https://nutriman.net/farmer-platform/info/de/die-neue-dungemittelverordnung>.
- Plumer, B. 2018. "How More Carbon Dioxide Can Make Food Less Nutritious". *The New York Times* (New York, USA) (). Besucht am 13.01.2020. <https://www.nytimes.com/2018/05/23/climate/rice-global-warming.html>.
- Preger, S. 2019. *Best of 2019: Was wir heute tun, ist Teil der Zukunft*. Radiosendung. Besucht am 20.12.2019. <https://www.deutschlandfunknova.de/beitrag/best-of-2019-was-wir-heute-tun-ist-teil-der-zukunft>.
- Presseabteilung der Europäischen Kommission, Hrsg. 2019. *Aktionsplan zur Kreislaufwirtschaft: Kommission zieht positive Bilanz*. Besucht am 07.12.2019. https://ec.europa.eu/germany/news/20190304-aktionsplan-kreislaufwirtschaft%5C_de.

- Prinzessinnengärten. 2019. "Klo Kultur Woche - Aktionswoche zu Kreisläufen". *Prinzessinnengärten Website*. Besucht am 02. 11. 2019. <https://prinzessinnengarten.net/event/klo-kultur-woche-aktionswoche-zu-kreislaeufen/>.
- PYREG Carbon Technology Solutions. *Klärschlamm: Zulassung des Phosphor-Düngers*. Flyer.
- Rausching, G., u. a. 2009. *Ökologische Siedlung mit Komposttoiletten, Allermöhe, Hamburg, Deutschland*. Fallstudie. Hamburg: SuSanA.
- Raworth, K. 2013. *What on Earth ist the Doughnut?...* Besucht am 27. 11. 2019. <https://www.kateraworth.com/doughnut/>.
- Richter, F., u. a. 2019. *Nährstoffrückführung durch Biogut- und Grüngutkomposte in den ökologischen Landbau Hessens (Öko-Kompost)*. Endbericht. Witzenhausen: Witzenhausen-Institut GmbH.
- Rieck, H. 2019. "Wissenschaftler warnt vor multiresistenten Keimen in Gewässern" (). Besucht am 01.02.2002. <https://www.mdr.de/nachrichten/politik/gesellschaft/wissenschaftler-warnt-vor-multiresistenten-keimen-in-gewaessern-100.html>.
- Riesbeck, S. 2013. "Sanitäre Krise im 21. Jahrhundert am Beispiel von Indien - Analyse von zwei angewandten Ecosan-Projekten für eine nachhaltige Sanitärversorgung im Pune District/Maharashtra". Bachelorarbeit, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.
- Ritterbusch, H. 2019. *Dezentrale Klärschlamm-Verwertung*. Vortrag bei der Berliner Klärschlamm-Konferenz vom 4.-5- November 2019, Berlin.
- Rodríguez Quintero, R., u. a. 2015. *Revision of the EU Ecolable Criteria for Soil Improvers and Growing Media*. JRC Science for Policy Report. Brüssel: JRC Science Hub.
- Schaum, C. A. 2016. "Abwasserbehandlung der Zukunft: Gesundheits-, Gewässer- und Ressourcenschutz". Habilitationsschrift, TU Darmstadt.
- Schink, A., P. Queitsch und R. Bleichner. 2018. *Zum Nebenprodukt (KrWG § 4) und zum Ende der Abfalleigenschaft (KrWG, § 5)*. Kommentar. Beck-Online Umweltrecht.

- Schitkowsky, A. 2012. "Berliner Pflanze - Marktchancen und Hürden beim Aufbau eines regionalen Phosphor-Kreislaufes". 31. Berliner Wasserwerksatt. Berlin: Berliner Wasserbetriebe.
- Schön, S, u. a. 2007. *Handbuch Konstellationsanalyse – ein interdisziplinäres Brückenkonzept für die Nachhaltigkeits-, Technik- und Innovationsforschung*. München: oekom Verlag.
- Schönning, C. 2001. *Urine diversion – hygienic risks and microbial guidelines for reuse*. Kapitel basierend auf Doktorarbeit von Höglund, C. (2001): Evaluation of microbial health risks associated with the reuse of source separated human urine. Schweden.
- Schramm, E., u. a. 2018. "Wasserwiederverwendung im Gemeinschaftsrecht: Kritische Hinweise zur geplanten EU-Verordnung". ISOE Diskussionspapiere 43. Frankfurt am Main: Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) GmbH.
- Schröder, J. J., u. a. 2010. *Sustainable Use of Phosphorus*. Report 357. Wageningen, NL: Plant Research International, Wageningen UR. Besucht am 24. 01. 2020. https://www.researchgate.net/publication/254843999_Sustainable_use_of_phosphorus_EU_tender_ENVB1ETU20090025.
- Schroetter, S., u. a. 2018. "Organische Düngung: Kompost für die Landwirtschaft". *Empfehlungen der BGK zur guten Fachlichen Praxis*, Nr. 5. überarbeitete Auflage ().
- Siebert, S. 2010. "Was sind EG-Düngemittel". *H&K aktuell*. Besucht am 05. 12. 2019. https://www.kompost.de/fileadmin/news_import/Was_sind_EG-Duengemittel_9_1_1_10.pdf.
- Siebert, S., Amlinger, F. 2011. "Stand der Entwicklung Europäischer Normen". *H&K aktuell* (). Besucht am 05. 12. 2019.
- Siebert, S. 2017. *How compost and digestate will be regulated by European Regulation?* Seminar: Composting and Compost Use in Organic Farming. Estland.
- Siebert, S., und M. Thelen Jüngling. 2019. *Composting and Quality Assurance in Germany*. BGK e.V. https://www.kompost.de/uploads/media/Compost_Course_gesamt_01.pdf.

- Simons, J. 2008. "Eignung nährstoffreicher Substrate aus zentraler und dezentraler Abwasserbehandlung als Düngemittel". Inaugural-Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- Smith, P., u. a. 2019. "How to measure, report and verify soil carbon change to realize the potential of soil carbon sequestration for atmospheric greenhouse gas removal". *Global Change Biology* (). Besucht am 12.01.2020. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.14815>.
- Stadtmüller, U. 2004. *Grundlagen der Bioabfallwirtschaft*. Neuruppin: TK Verlag.
- Steffen, W., u. a. 2015. "Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet". *Science* 347 (6223). ISSN: 0036-8075, besucht am 20.11.2019. <https://science.sciencemag.org/content/347/6223/1259855>.
- Steinmetz, H. et al. 2019. "Siedlungswasserwirtschaft: From K'Town to KOSMOS". Festschrift zur Verabschiedung von Prof. Dr.-Ing. Theo G. Schmitt, TU Kaiserslautern.
- STMUV, Bayern. 2007. *Schriftliche Antwort auf die Anfrage der Frau Abgeordneten Susann Biedefeld vom 07.05.2007 betreffend Abwasserfreie Entsorgungssysteme*.
- Thünen-Institut. 2018. "Bodenschutz ist Klimaschutz - Böden sind CO₂-Speicher". *H&K aktuell*, Nr. Q4 2018: 1–3.
- UBA. 2017. *Rechtliche Instrumente des allgemeinen Ressourcenschutzes*. Besucht am 03.12.2019.
- . 2011. *Stickstoff - Zuviel des Guten?* Broschüre.
- UBA Stenzel, F., u. a. 2019. *Arzneimittelrückstände in Rezyklaten der Phosphorrückgewinnung aus Klärschlämmen*. Abschlussbericht. Dessau-Roßlau: UBA.
- UBA: N. Adler und u.a. 2018b. *Antibiotika und Antibiotikaresistenzen in der Umwelt: Hintergrund, Herausforderungen und Handlungsoptionen*. Dessau-Roßlau: UBA.
- UBA: D. Eichhorn und u.a. 2019b. *Wandelprozesse verstehen und erfolgreicher gestalten*. Dessau-Roßlau: UBA.

- UBA: F. Kraus und u.a. 2019c. *Ökobilanzieller Vergleich der P-Rückgewinnung aus dem Abwasserstrom mit der Düngemittelproduktion aus Rohphosphaten unter Einbeziehung von Umweltfolgeschäden und deren Vermeidung*. Abschlussbericht. Dessau-Roßlau: UBA.
- UBA: K. Purr und u.a. 2019d. *Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität: Executive Summary der RESCUE-Studie*. Dessau-Roßlau.
- UBA: A. Roskosch und P. Heidecke. 2018a. *Klärschlamm Entsorgung in der Bundesrepublik Deutschland*. Dessau-Roßlau: UBA.
- University of Oxford. 2020. *World Population supported by synthetic nitrogen fertilizers*. Grafik nach Erisman et al. (2008), Smil (2002) und Stewart (2005). Oxford, UK. <https://ourworldindata.org/grapher/world-population-supported-by-synthetic-nitrogen-fertilizers>.
- University of York. 2019. "Antibiotics found in some of the world's rivers exceed 'safe' levels, global study finds" (). Besucht am 08. 12. 2019. <https://www.york.ac.uk/news-and-events/news/2019/research/antibiotics-found-in-some-of-worlds-rivers/>.
- Vetter, A. 2017. "Konviviale Technik Kulturanthropologische Erkundungen des Technoimaginären aus einer Postwachstumsperspektive". Inauguraldissertation, HU Berlin.
- VHE - Verband der Humus- und Erdenwirtschaft e.V. 2020. *Gemeinsame Stellungnahme zum Entwurf einer Verordnung: Zur Änderung der Düngeverordnung und anderer Verordnungen*. Stellungnahme. Aachen: ASA, ANS, BDE, BVSE, FBK, GKRS, RGK Bayern, RGK Ost, RGK SW, VHE, VHE Nord, VKU.
- Viscari, E.-L., u. a. 2009. "Nitrogen Recovery With Source Separation of Human Urine- Preliminary Results of Its Fertiliser Potential and Use in Agriculture". *Front. Sustain. Food Syst.* 32:472.
- VQSD. 2016. "Pressemitteilung 01/2016: Verstößt der Referentenentwurf gegen EU-Recht?" Besucht am 06. 12. 2019. <http://www.vqsd.de>.
- Wagner-Cardenal, K., und O. Jauch. 2017. *Stellungnahme zum Entsorgungskonzept der Goldeimer gGmbH*. Stellungnahme.

- Waternet. o.J. "FosVaatje - Your urine as fertilizer". *Holland Circular Hotspot*. Besucht am 02.02.2020. <https://hollandcircularhotspot.nl/en/case/fosvaatje/>.
- WBGU: F. Kraas und u.a. 2016. *Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte*. Hauptgutachten. Berlin: WBGU.
- WHO. 2018. *Antimicrobial resistance*. Fact Sheet. Besucht am 01.02.2020. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>.
- . 2006. *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater*. https://www.who.int/water_sanitation_health/sanitation-waste/wastewater/wastewater-guidelines/en/.
- Wilts, H. Gries, N. 2017. "Der schwere Weg zur Kreislaufwirtschaft". *Gesellschaft, Wirtschaft, Politik (GWP)*, Nr. 66.
- Winker, M, u. a. 2017. *Wasserinfrastruktur: Den Wandel gestalten - Technische Varianten, räumliche Potenziale, institutionelle Spielräume*. Berlin: Edition Difu.
- Winker u. a. 2018. "Ressourcen- und Wasserwende vorantreiben - Die Gestaltung einer ressourcenleichten Gesellschaft". Kassel: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Wissenschaftliche Dienste Fachbereich WD 5: Wirtschaft und Verkehr; Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. 2017. *Ausarbeitung: Zulassung von Düngemitteln mit Nitrifikations- und Urseinhemmern*. Berlin.
- Wissenschaftliche Dienste Fachbereich WD 8: Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit, Bildung und Forschung. 2018. *Energieverbrauch bei der Produktion von mineralischem Stickstoffdünger*. Berlin.
- Zero Waste Europe. 2020. *Zero Waste Europe response to the new Circular Economy Action Plan Consultation*. Position Briefing. Besucht am 01.01.2020. https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2020/01/zero_waste_europe_policybriefing_response-to-the-new-ce-action-plan_en.pdf.
- Ziegler, R. 2017. *Wer zur Quelle will, muss gegen den Strom schwimmen: Innovation aus Bürgerhand für eine demokratisch-ökologische Wasserwirtschaft*. München: oekom Verlag.

Rechtsquellenverzeichnis Deutschland

Abkürzung	Offizielle Bezeichnung
AbfKlärV	Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost (Klärschlammverordnung) vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465)
AVV	Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung) vom 10. Dezember 2001 (BGBl. I S. 3379), Fassung vom 17. Juli 2017 (BGBl. I S. 2644)
BioAbfV	Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Flächen (Bioabfallverordnung) in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. April 2013 (BGBl. I S. 658), Fassung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465)
DüMV	Verordnung über den Verkehr mit Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung) vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2482), Fassung vom 2. Oktober 2019 (BGBl. I S. 1414)
DüngG	Düngegesetz vom 9. Januar 2009 (BGBl. I S. 54, 136), Fassung vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1068)
KrWG	Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz) vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), Fassung vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808)
TierNebV	Verordnung zur Durchführung des Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsgesetzes (Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsverordnung) vom 27. Juli 2006 (BGBl. I S. 1735), Fassung vom 4. Dezember 2018 (BGBl. I S. 2254)

Rechtsquellenverzeichnis EU

Abkürzung	Offizielle Bezeichnung
Verordnung (EG) 764/2008	Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 zur Festlegung von Verfahren im Zusammenhang mit der Anwendung bestimmter nationaler technischer Vorschriften für Produkte, die in einem anderen Mitgliedstaat rechtmäßig in den Verkehr gebracht worden sind, und zur Aufhebung der Entscheidung Nr. 3052/95/EG
Verordnung (EU) 2019/515	Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. März 2019 über die gegenseitige Anerkennung von Waren, die in einem anderen Mitgliedstaat rechtmäßig in Verkehr gebracht worden sind und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 764/2008
Verordnung (EG) 2003/2003	Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 2003 über Düngemittel
Verordnung (EU) 2019/515	Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. März 2019 über die gegenseitige Anerkennung von Waren, die in einem anderen Mitgliedstaat rechtmäßig in Verkehr gebracht worden sind und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 764/2008
Verordnung (EG) 765/2008	Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 339/93 des Rates
Richtlinie 2008/98/EG	Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien

Literatur

Abkürzung	Offizielle Bezeichnung
Verordnung (EG) 834/2007	Verordnung des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91
Verordnung (EG) 889/2008	Verordnung der Kommission vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle

VON FÄKALIEN ZU DÜNGER

Was ist dem Gesetzgeber wichtig?

Vorgaben für das Recycling dreier Abfälle auf dem Weg zum Düngemittel

Die deutsche Gesetzeslage für menschliche Fäkalien, die nicht über das Abwasser entsorgt werden, ist uneindeutig. Dennoch wollen wir Dünger aus ihnen herstellen. Um den rechtlichen Rahmen grundsätzlich zu verstehen, erklärt diese Grafik, welche Gesetze und Verordnungen für Bioabfall, Klärschlamm oder tierische Fäkalien gelten.



Glossar

- DüMV**
Düngemittelverordnung
- AbfKlärV**
Klärschlammverordnung
- BioAbfV**
Bioabfallverordnung
- TierNebV**
tierische Nebenprodukte-Verordnung
- EG VO**
eine EU weite Verordnung zu tierischen Nebenprodukten
- DüV**
Düngerverordnung