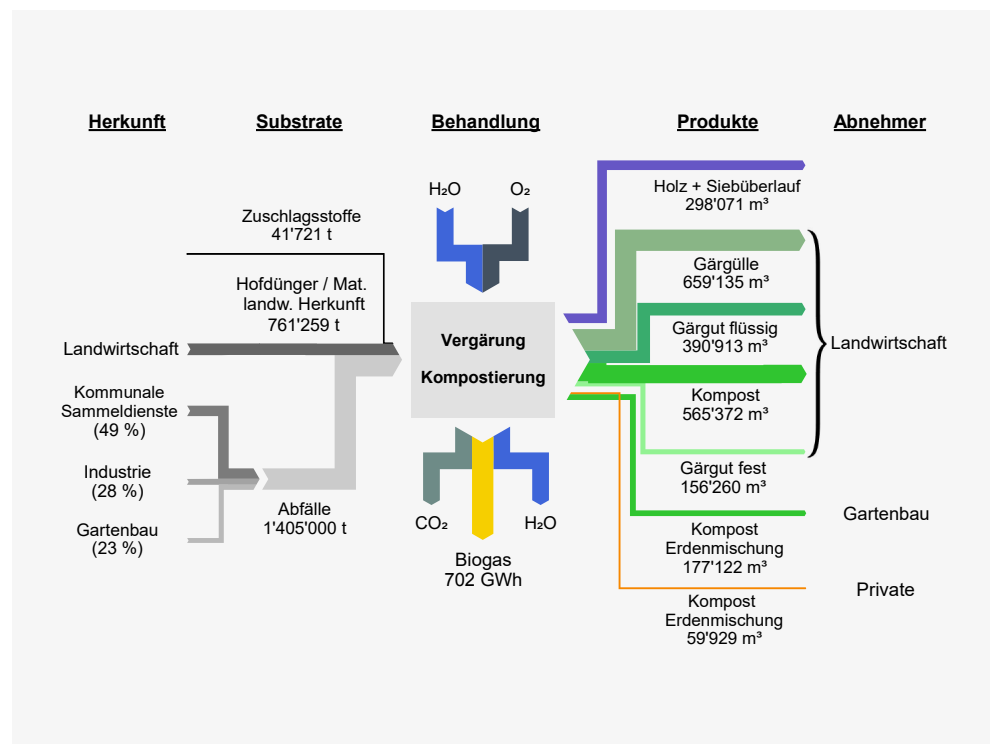




Kompostier- und Vergärungsanlagen

Erhebung in der Schweiz und Lichtenstein

Massenfluss zu Input und Output im Jahr 2017



Auftraggeberin:

Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung Abfall und Rohstoffe
CH-3003 Bern
www.bafu.admin.ch

Auftragnehmerin:

UMWEKO GmbH
Weinbergstrasse 46
CH-2540 Grenchen

www.umweko.ch
info@umweko.ch

Autor und Mitwirkende:

Konrad Schleiss, Inhaber und Geschäftsführer UMWEKO GmbH, info@umweko.ch
Unter Mitarbeit von Catherine Fischer, Übersetzungen
Clarissa Wehri, Teil biogene Abfälle in den Kläranlagen
P'INC. AG, Sonja Oswald, Layout

BAFU-Bereichsleitung: Petar Mandaliev, petar.mandaliev@bafu.admin.ch
BAFU-Kredit: A200.0001 Globalkredit / Umweltdaten
BAFU-Vertragsnummer: 00.5038.PZ / R353-1445

Für den Inhalt dieses Berichts sind ausschliesslich die Autoren verantwortlich.

Bundesamt für Umwelt BAFU
Worbentalstrasse 68, CH-3063 Ittigen. Postadresse: BAFU, CH-3003 Bern
Tel: +41 (0)58 462 96 38, petar.mandaliev@bafu.admin.ch, www.bafu.admin.ch

ZUSAMMENFASSUNG

Die biogenen Abfälle stellen einen gewichtigen Anteil der Abfallstatistik der Schweiz dar. In vielen Gemeinden beträgt die gesammelte Menge pro Einwohner und Jahr über 100 Kilogramm. Dazu kommen noch Mengen an biogenen Abfällen aus der Umgebungspflege und der Lebensmittelverarbeitenden Industrie. Rund zwei Drittel der Anlagen werden von einem Brancheninspektorat überwacht. Von diesen Anlagen liegt eine weitgehend abgerundete Datenbasis vor. Ziel der Arbeit war, die Datenbasis zu komplettieren und auf den aktuellen Stand zu bringen. Die kantonalen Abfallfachstellen haben die Daten ergänzt oder überprüft. Die Daten sind nach Verfahren, Betriebsgrösse, Verteilung nach Kantonen, Abfallherkunft und Produktverwertung ausgewertet worden. Die kantonalen Abwasserfachstellen wurden nach den Mengen an separat gesammelten biogenen Abfällen in den Kläranlagen angefragt. Teilweise sind die Daten direkt von Kläranlagen geliefert worden.

Im Jahr 2017 haben in der Schweiz 367 Anlagen etwas mehr als 1,4 Millionen Tonnen biogene Abfälle verarbeitet, was 15,6% mehr als 2013 entspricht. Die grössten 37 Anlagen (>10'000 t/a) verarbeiten über 55% der gesamten Menge, die 162 kleinen Anlagen (<1000 t/a) weniger als 6% der gesamten Abfallmenge. Die restlichen 168 Anlagen verarbeiten zwischen 1000 und 10'000 Tonnen Abfälle pro Jahr. Mittels Kompostierung werden etwa 45% und mittels Vergärung etwa 55% der Abfälle behandelt. Die Platzkompostierung und die Feststoffvergärung verarbeiten zusammen gegen 79% der Abfälle, Feldrandkompostierung mit 7% und Co-Vergärung mit knapp 14% zusammen etwa 21% der Abfälle. Allerdings wird in der Co-Vergärung zusätzlich noch gut viermal soviel Hofdünger wie Abfälle vergärt. Bezogen auf die biogenen Abfälle stammt etwas weniger als die Hälfte von den kommunalen Sammeldiensten, knapp ein Viertel von der Landschaftspflege und der Rest von der Lebensmittelverarbeitenden Industrie. Der Massenfluss über alle Anlagen enthält zusätzlich zu den biogenen Abfällen (rund 65%) auch die Hofdünger und Zuschlagstoffe (35%) sowie auch die verschiedenen Produkte. Rund die Hälfte der Produktmenge sind flüssiges Gärgut und Gärgülle (0,8 Mio m³). In einer ähnlichen Grössenordnung liegen die Mengen an Kompost und festem Gärgut zusammen. Zusätzlich werden noch um 250'000 m³ Holz für energetische Nutzung abgegeben. Der Kompost wird zu rund 65% landwirtschaftlich, 28% im Gartenbau und 7% im Hobbybereich verwertet.

Die Menge an biogenen Abfällen hat ein bedeutend höheres Potenzial als die als Abfall verarbeiteten Mengen. Aus wirtschaftlicher Sicht jedoch kann nur noch eine mässige Steigerung der Menge von vielleicht 20% an biogenen Abfällen erwartet werden. Bezüglich der Hofdüngermenge wird zurzeit weniger als 5% in Biogasanlagen behandelt. Für eine gute Mengenprognose braucht es in den kommenden Jahren eine einheitliche Datenerfassung bezüglich der biogenen Abfälle. Zusätzlich sollen auch die verarbeiteten Materialien landwirtschaftlicher Herkunft genauer erfasst werden. Von den Produktmengen, welche in der Landwirtschaft eingesetzt werden, sind die Nährstoffe in der Datenbank HODUFLU zu erfassen. Die Produktequalität bezüglich Nährstoffe und Schwermetalle ist gut untersucht, bezüglich der Fremdstoffe besteht noch Nachholbedarf. In den kommenden Jahren müssen die Anstrengungen zur Minimierung der Fremdstoffgehalte noch erhöht werden, damit die ChemRRV-Anforderungen eingehalten werden.

RESUMÉ

Les biodéchets représentent une part importante de la statistique des déchets de Suisse. Ainsi, la quantité collectée par habitant et par an dépasse 100 kilogrammes dans de nombreuses communes. À cette quantité, il faut ajouter les biodéchets issus de l'entretien des espaces verts et de l'industrie agroalimentaire. Près des deux tiers des installations sont contrôlées par l'inspecteurat de branche. Il existe une base de données complète de ces installations. L'objectif en l'occurrence était de l'actualiser et les services cantonaux chargés des déchets ont complété et vérifié les données. Celles-ci ont été analysées selon le procédé utilisé, la taille de l'entreprise, la répartition par canton, l'origine des déchets et la valorisation des produits. Par ailleurs, les services cantonaux chargés des eaux usées ont été interrogés sur la quantité des biodéchets collectés séparément dans les installations d'épuration, données que les stations d'épuration ont parfois livrées directement.

Quelques chiffres : en 2017, 367 installations en Suisse ont traité un peu plus de 1,4 million de tonnes de biodéchets, soit 15,6% de plus qu'en 2013. Les 37 installations les plus grandes (>10 000 t/a) traitent à elles seules plus de 55%, contre moins de 6% pour les 162 petites installations (<1000 t/a). Les 168 autres installations traitent entre 1000 et 10 000 tonnes de déchets par an. Environ 45% des déchets sont compostés et 55% sont méthanisés. Les places de compostage et la méthanisation de déchets solides traitent ensemble près de 79% des déchets, le compostage en bordure de champs (7%) et la codigestion (à peine 14%) environ 21% des déchets. Toutefois, la codigestion valorise quatre fois plus d'engrais de ferme que de déchets. Pour ce qui est des biodéchets, moins de la moitié provient des points de collecte des communes, un peu moins d'un quart de l'entretien des paysages, et le reste de l'industrie agroalimentaire. Toutes installations confondues, le flux de matières contient, en plus des biodéchets (près de 65%), des engrais de ferme et des adjuvants (35%) ainsi que des produits divers. Près de la moitié de la quantité des produits sont du digestat liquide et du lisier digéré (0,8 million de m³). Les quantités de compost et de digestat solide sont du même ordre de grandeur. En outre, 250 000 m³ de bois sont livrés pour une utilisation énergétique. Le compost est valorisé à près de 65% pour l'agriculture, 28% pour l'horticulture et 7% pour le jardinage de loisir.

Le volume total de biodéchets a un potentiel nettement supérieur à celui des déchets. D'un point de vue économique toutefois, on ne peut attendre qu'une hausse modérée de peut-être 20% de ce volume. Pour ce qui est des engrais de ferme, actuellement moins de 5% sont traités dans les installations de méthanisation. Pour pouvoir établir un pronostic fiable des quantités, il faut ces prochaines années uniformiser la collecte des données sur les biodéchets. En outre, il faudra recenser plus précisément les matières traitées d'origine agricole. Parmi les quantités de produits qui sont utilisés dans l'agriculture, les éléments nutritifs doivent être enregistrés dans la banque de données HODUFLU. Si l'analyse de la qualité des produits en termes d'éléments nutritifs et de métaux lourds est bien avancée, celle des substances étrangères a du retard. Il faudra redoubler d'efforts pour arriver à minimiser les teneurs en substances étrangères et respecter les exigences de l'ORRChim sur ce point.

RIASSUNTO

I rifiuti biogeni rappresentano una parte importante della statistica dei rifiuti della Svizzera. In molti Comuni la quantità pro capite raccolta all'anno ammonta a più di 100 chili. A ciò si sommano inoltre le quantità dei rifiuti biogeni provenienti dalla cura dell'ambiente e dall'industria alimentare. Circa due terzi degli impianti vengono sorvegliati da un ispettorato del settore. Di questi impianti è disponibile un ampio database. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di completare tale database e aggiornarlo allo stato attuale. Gli uffici cantonali competenti per il settore rifiuti hanno completato e controllato i dati, che sono stati valutati sulla base del procedimento, della dimensione dell'azienda, della distribuzione a seconda dei cantoni, dell'origine dei rifiuti e del recupero dei prodotti. Gli uffici cantonali competenti per le acque di scarico sono stati interrogati circa le quantità di rifiuti biogeni raccolti separatamente negli impianti di depurazione delle acque. In parte i dati sono stati forniti direttamente dagli impianti di depurazione stessi.

Nel 2017 in Svizzera 367 impianti hanno trasformato poco più di 1,4 milioni di tonnellate di rifiuti biogeni, il 15,6 % in più rispetto al 2013. I 37 impianti più grandi (>10 000 t/anno) trasformano oltre il 55 % dell'intera quantità, mentre i 162 impianti più piccoli (<1 000 t/anno) trasformano meno del 6 % del totale dei rifiuti. I restanti 168 impianti trasformano tra le 1 000 e le 10 000 tonnellate di rifiuti all'anno. I rifiuti vengono trattati per il 45 % tramite il compostaggio e per il 55 % tramite la fermentazione. Il compostaggio in sito e la fermentazione solida trasformano insieme circa il 79 % dei rifiuti, mentre il compostaggio a bordo campo con il 7 % e la co-fermentazione con quasi il 14 % ne trasformano insieme circa il 21 %. Tuttavia, nella co-fermentazione viene fatto fermentare ben quattro volte più concime aziendale che rifiuti. Per quanto riguarda i rifiuti biogeni, poco meno della metà proviene dai servizi di raccolta comunale, quasi un quarto dalla cura del paesaggio e il resto dall'industria alimentare. Il flusso di massa che raggiunge gli impianti contiene, oltre ai rifiuti biogeni (circa il 65 %), anche letame e sostanze additive (35 %) e vari prodotti. Circa la metà del volume di prodotti è costituito da digestato liquido e liquame fermentato (0,8 mio. m³). Di simile ordine di grandezza è anche la somma delle quantità di compost e digestato solido. Inoltre, 250 000 m³ di legno vengono consegnati ad uso energetico. Circa il 65 % del compost è utilizzato per l'agricoltura, il 28 % per il giardinaggio e il 7 % nell'hobbistica.

La quantità di rifiuti biogeni ha un potenziale significativamente maggiore rispetto alle quantità trattate come rifiuto. Da un punto di vista economico tuttavia ci si può aspettare un moderato aumento di forse il 20 % della quantità di rifiuti biogeni. Per quanto riguarda la quantità di concime aziendale, al momento meno del 5 % di essa viene trattata negli impianti di produzione di biogas. Per un'accurata previsione delle quantità si avrà bisogno nei prossimi anni di armonizzare la raccolta dati sui rifiuti biogeni. Inoltre, anche i materiali in entrata di origine agricola dovrebbero essere registrati con più precisione. Le sostanze nutritive delle quantità di prodotti impiegate in ambito agricolo devono essere registrate nella banca dati HODUFLU. La qualità dei prodotti in termini di sostanze nutritive e metalli pesanti è ben analizzata, mentre per quanto riguarda le sostanze estranee sono necessari ulteriori sforzi. Negli anni a venire bisognerà accrescere l'impegno per ridurre al minimo la presenza di sostanze estranee, così da soddisfare i requisiti della ORRPChim.

SUMMARY

Biogenic waste represents a significant proportion of the waste collected in Switzerland: waste statistics show that in many municipalities the amount collected is more than 100 kilos per person per year. Additional quantities of biogenic waste arise from green-area maintenance and the food processing industry. Around two-thirds of waste processing plants are supervised by an industry inspectorate. Detailed data is available from these plants. The aim of the study was to complete the data for all sources and bring it up to date. The cantonal waste departments supplemented or reviewed the data. The data has been analysed in terms of process, plant size, distribution by canton, origin of the waste and product utilisation. The cantonal sewage departments were asked about the quantities of separately collected biogenic waste in the sewage treatment plants. Some of the data has been supplied directly by the sewage plants.

In 2017, 367 plants in Switzerland processed just over 1.4 million tonnes of biogenic waste – 15.6% more than in 2013. The 37 largest plants (>10,000 tonnes/year) process over 55% of the total quantity of waste, while the 162 small plants (<1,000 tonnes/year) handle less than 6% of it. Each of the remaining 168 plants processes between 1,000 and 10,000 tonnes of waste per year. About 45% of the waste is treated by composting and about 55% by anaerobic digestion. Around 79% of the waste is treated either by composting in centralised industrial composting facilities or by solid anaerobic digestion. Field-edge composting is used for 7% of the waste and co-digestion for nearly 14%, so that these two methods together account for about 21% of the waste. However, co-digestion additionally involves more than four times as much farmyard manure as waste. Somewhat less than half of the biogenic waste comes from municipal collection services, just under a quarter comes from landscape maintenance and the remainder is produced by the food processing industry. The mass flow across all plants contains not only the biogenic waste (approx. 65%) but also farmyard manure and additives (35%) and the various products. Around half of what is produced is liquid digestate and slurry (0.8 million m³). A similar amount consists of compost and solid digestate. In addition, there is an output of about 250,000 m³ of wood for conversion to energy. About 65% of the compost is recycled by agriculture, 28% by horticulture and 7% by amateur gardeners.

The quantity of biogenic waste has significantly greater potential than the quantity processed as waste. However, from an economic point of view only a moderate increase in the quantity of perhaps 20% of biogenic waste can be expected. With regard to the quantity of farmyard manure, less than 5% is currently treated in biogas plants. In order to forecast quantities accurately, collection of data on biogenic waste needs to be standardised in the coming years. The processed materials of agricultural origin should also be more accurately recorded. Of the product quantities used in agriculture, the nutrients should be recorded in the HODUFLU database. Product quality is examined well in terms of nutrients and heavy metals, but there is room for improvement with regard to impurities. Efforts to minimise the content of impurities must be stepped up in the coming years in order to comply with the requirements of the Swiss Chemical Risk Reduction Ordinance.

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG UND ZIELE	8
2.	VORGEHEN UND METHODEN	8
3.	RESULTATE	8
3.1	MENGENFLÜSSE FÜR DAS JAHR 2017	8
3.2	VERGLEICH DER MENGEN AN BIOGENEN ABFÄLLEN IN DEN JAHREN 2013 UND 2017	9
3.3	VERARBEITETE MENGEN AN BIOGENEN ABFÄLLEN PRO EINWOHNER UND KANTON	10
3.4	PRODUKTE DER KOMPOSTIERUNGS- UND VERGÄRUNGSANLAGEN	11
4	DATENERHEBUNG ZUR MENGE AN CO-SUBSTRATEN IN KLÄRANLAGEN	16
4.1	METHODE DER ERHEBUNG	16
4.2	ERGEBNISSE NACH KANTONALER VERTEILUNG	16
4.3	ERGEBNISSE NACH TYP CO-SUBSTRAT	17
4.4	EINORDNUNG DER MENGE BIOGENE ABFÄLLE IN ARA IM VERHÄLTNIS ZUR VERARBEITUNG AUF VERGÄRUNGS- UND KOMPOSTIERANLAGEN	18
4.5	UNSICHERHEITEN UND WEITERFÜHRENDE ASPEKTE	19
5	ANALYSEN DER VERSCHIEDENEN PRODUKTE	19
5.1	AUSWERTUNGEN DER NÄHRSTOFFGEHALTE AUS DEN ANALYSEN IM ANALYSETOOL	19
5.2	BERICHT ZU DEN FREMDSTOFFANALYSEN 2017 IN KOMPOSTEN UND VERGÄRUNGSPRODUKTEN	20
5.3	AUSWERTUNGEN DER FREMDSTOFFGEHALTE 2018 IN KOMPOSTEN UND FESTEN VERGÄRUNGSPRODUKTEN	21
5.4	MASSNAHMEN ZUR REDUKTION DER FREMDSTOFFE IN DEN PRODUKTEN	25
5.5	FOLGERUNGEN ZU DEN FREMDSTOFFDISKUSSIONEN	26
	LITERATUR UND QUELLEN	27
	GLOSSAR UND ABKÜRZUNGEN	28
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	30
	TABELLENVERZEICHNIS	30

1. EINLEITUNG UND ZIELE

Der erste Bericht «Stand und Entwicklung der Kompostierung in der Schweiz» für das Bundesamt für Umwelt wurde 1991 erstellt. Seit 2010 ist die Inspektionsdatenbank CVIS in Betrieb. Aufgrund dieser Daten mittels Abklärungen bei Kantonen und Verbänden wurden die Mengendaten ergänzt und zuletzt zum Jahr 2013 nachgeführt (Mandaliev 2016). Mit dem vorliegenden Bericht werden die Angaben zu Input bezüglich Abfällen und Hofdüngern sowie zu Output bezüglich Hofdünger, Gärgut und Kompost je nach Anwendungsbereich auf das Jahr 2017 aktualisiert. Zusätzlich werden erstmals die Mengen an biogenen Abfällen in Kläranlagen nach Kantonen und Abfallarten erhoben.

Im Zusammenhang mit der Beurteilung von Umweltwirkungen kommt in den letzten Jahren vermehrt die Kunststoffverschmutzung zur Sprache. In diesem Zusammenhang stehen Kompost und Vergärungsprodukte auch immer wieder im Fokus. Nach der Verschärfung der zusätzlichen Anforderung in der ChemRRV, bei der der gesamte Kunststoff <0.1% in der Trockensubstanz liegen soll und nicht mehr nur die Plastikfolien, haben speziell feste Vergärungsprodukte bei rund einem Drittel die Anforderungen nicht eingehalten. Diese Thematik wird mit den aktuellsten Daten beschrieben und beleuchtet.

2. VORGEHEN UND METHODEN

Der Auftrag lautete: Sammeln der Daten bei den 26 Kantonen plus dem Fürstentum Lichtenstein. Einige Kantone weisen keine Anlagen gemäss dieser Kategorie auf, aber der Fragebogen wurde allen Zuständigen in den Kantonsverwaltungen zugestellt. Rund zwei Drittel der Anlagen werden von einem Brancheninspektorat (Verein Inspektorat der Kompostier- und Vergärungsanlagen mit 7 aktiven Inspektoren) überwacht. Von den im Inspektorat erfassten Anlagen liegt eine weitgehend abgerundete Datenbasis vor.

Ziel der Arbeit war, die Datenbasis zu komplettieren und auf den aktuellen Stand zu bringen. Die kantonalen Abfallfachstellen haben die Daten ergänzt, bzw. überprüft. Danach sind die Daten nach Verfahren, Betriebsgrösse, Verteilung nach Kantonen, Abfallherkunft und Produktverwertung ausgewertet worden. Die kantonalen Abwasserfachstellen wurden nach den Mengen an separat gesammelten biogenen Abfällen in den Kläranlagen angefragt. Teilweise sind die Daten direkt von Kläranlagen geliefert worden.

3. RESULTATE

3.1 MENGENFLÜSSE FÜR DAS JAHR 2017

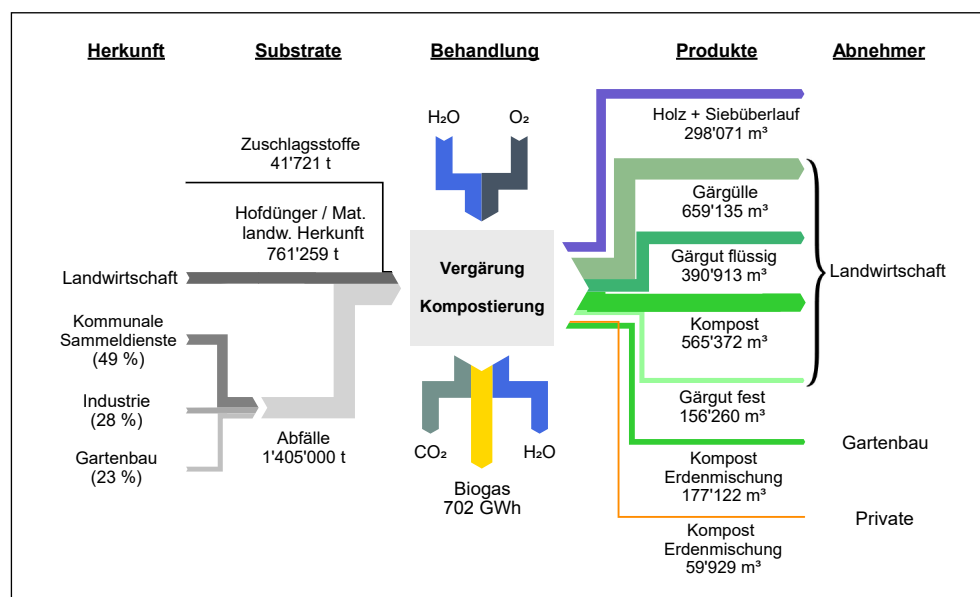
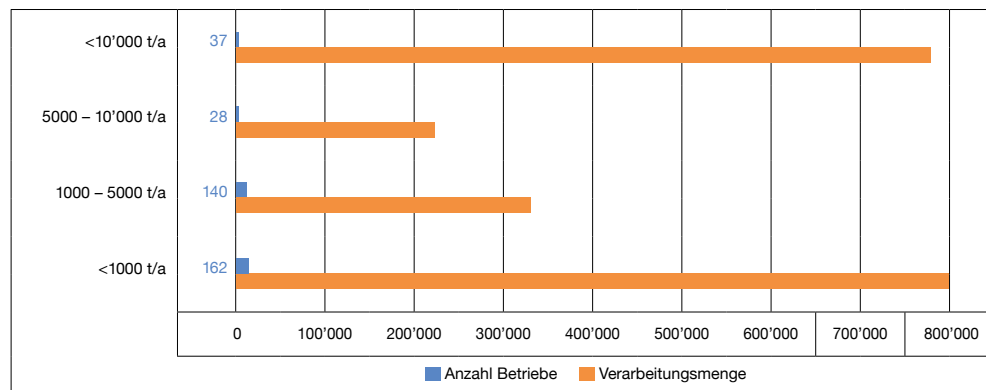


Abb. 1: Massenfluss des Inputs nach Herkunft und des Outputs nach Verwendung in der Landwirtschaft und Paralandwirtschaft und der Energie

In Abbildung 1 ist der Massenfluss des Inputs nach Herkunft und des Outputs nach Verwendung dargestellt. Die gesamte Menge liegt rund 12% höher als im Jahr 2013. Die detaillierten Mengenentwicklungen folgen in den nächsten Abschnitten. Die Anzahl Betriebe ist im Vergleich zur Erhebung 2013 weitgehend unverändert geblieben, es wurden mit 367 weniger als 1% zusätzliche Anlagen gemeldet. Wieviel Menge Abfälle in welchen Anlagegrössen verarbeitet wurden, ist in Abb. 2 dargestellt.

Abb. 2:
Verarbeitete Abfallmenge in Tonnen nach Betriebsgrösse im Jahr 2017



Obwohl die Anzahl Betriebe in der grössten Kategorie (>10'000 t/a) nicht gestiegen ist, weist diese Kategorie die grösste Mengensteigerung auf, während die kleineren Betriebe etwas geringere Mengen an Abfall verarbeitet haben.

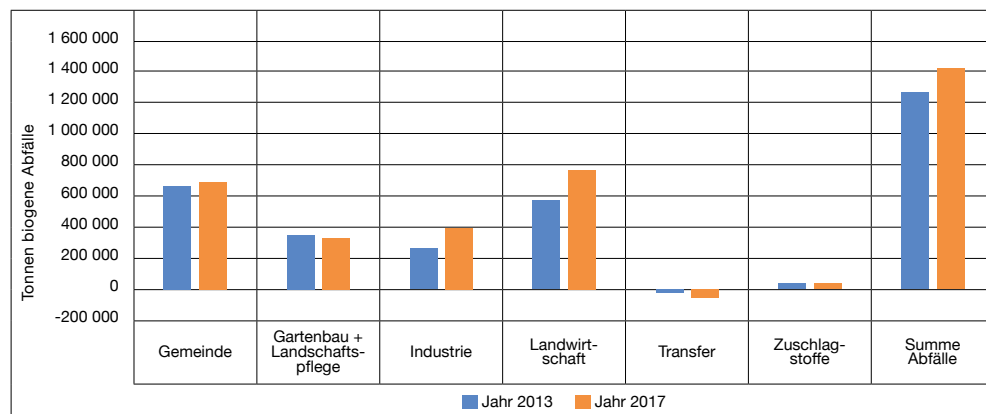
Tab. 1:
Mengenverteilung beim Input nach Herkunft und nach Verfahren in Tonnen

	Gemeinden	Gartenbau	Industrie	Landwirtschaft	Transfer
Feldrand	62'009	21'205	1814	2180	4403
Platzkompostierung	272'768	212'135	23'592	40'984	-14'841
Co-Vergärung	33'842	15'182	145'169	682'473	-2003
Vergärung	304'518	72'014	222'355	35'622	-18'188
nur Sammelplatz	15'112	10'257	0	0	-17'610
Totale	688'250	330'793	392'930	761'259	-48'239

Aus der Tabelle 1 ist ersichtlich, welche Abfall- und Hofdüngermengen von welcher Herkunft mit welchen Verfahren behandelt werden. Zum Beispiel ist ersichtlich, dass die Feldrandkompostierung hauptsächlich biogene Abfälle von Gemeinden und etwas weniger aus dem Gartenbau erhält. Auffällig im Vergleich der Anlagentypen sind die Inputmengen in die Co-Vergärungsanlagen, wo die mit Abstand grösste Inputmenge aus der Landwirtschaft kommt, gefolgt von der Lebensmittel verarbeitenden Industrie. Der Begriff Transfer wird wie folgt verstanden: Transfermengen sind biogene Abfälle, welche auf einer Anlage oder einem Sammelplatz angeliefert werden, aber nicht dort verarbeitet werden. Damit sie dann in der Abfallstatistik nicht mehrfach gezählt werden, werden sie von der abgebenden Anlage als Abfuhr (mit Minuszeichen) deklariert und auf der verarbeitenden Anlage als Zufuhr dazugerechnet. Die Tabelle mit dem Saldo von -48'239 t zeigt, dass die Zufuhr nicht überall korrekt deklariert wurde.

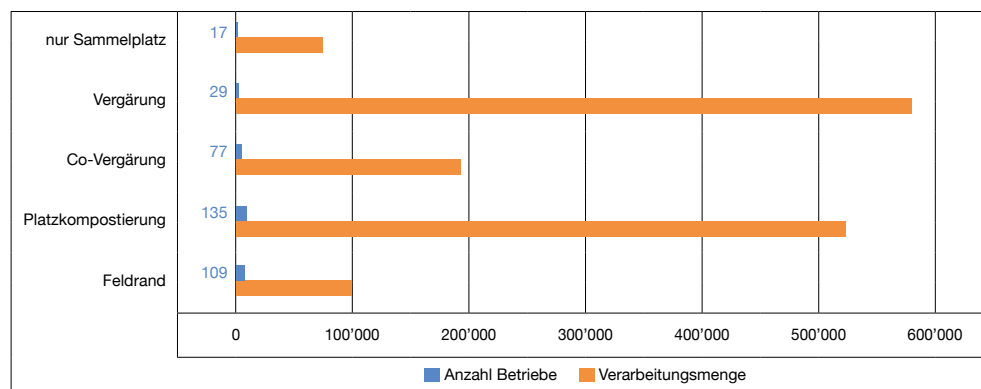
3.2 VERGLEICH DER MENGEN AN BIOGENEN ABFÄLLEN IN DEN JAHREN 2013 UND 2017

Abb. 3:
Vergleich der Inputmengen nach Herkunft in den Jahren 2013 und 2017 in Tonnen



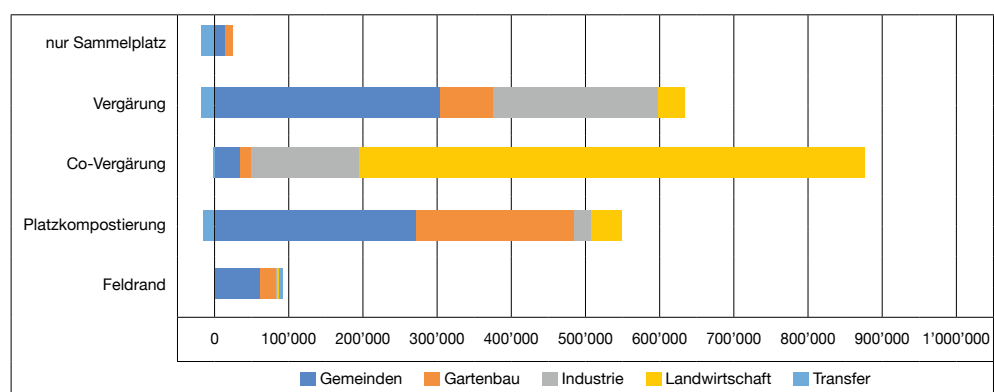
In Abbildung 3 ist die Mengenentwicklung in den Jahren 2013 und 2017 dargestellt. Wenig verändert haben sich die Mengen von Gemeinden, Gartenbau, Transfer und Zuschlagstoffe. Stark gestiegen sind die Mengen von der Lebensmittel verarbeitenden Industrie und von der Landwirtschaft. Das Verfahren, das diese Mischung verarbeitet, ist vor allem die landwirtschaftliche Co-Vergärung.

Abb. 4:
Verarbeitete Abfallmenge nach Verfahren im Jahr 2017 in Tonnen



In Abbildung 4 ist ersichtlich, dass die Vergärung (41%) am meisten der Abfallmenge verarbeitet, gefolgt von der Platzkompostierung (37%) und der Co-Vergärung (14%). Rund 55% der biogenen Abfälle werden also auf Vergärungsanlagen angeliefert.

Abb. 5:
Abfall- und Hofdüngermenge nach Verfahren im Jahr 2017 in Tonnen

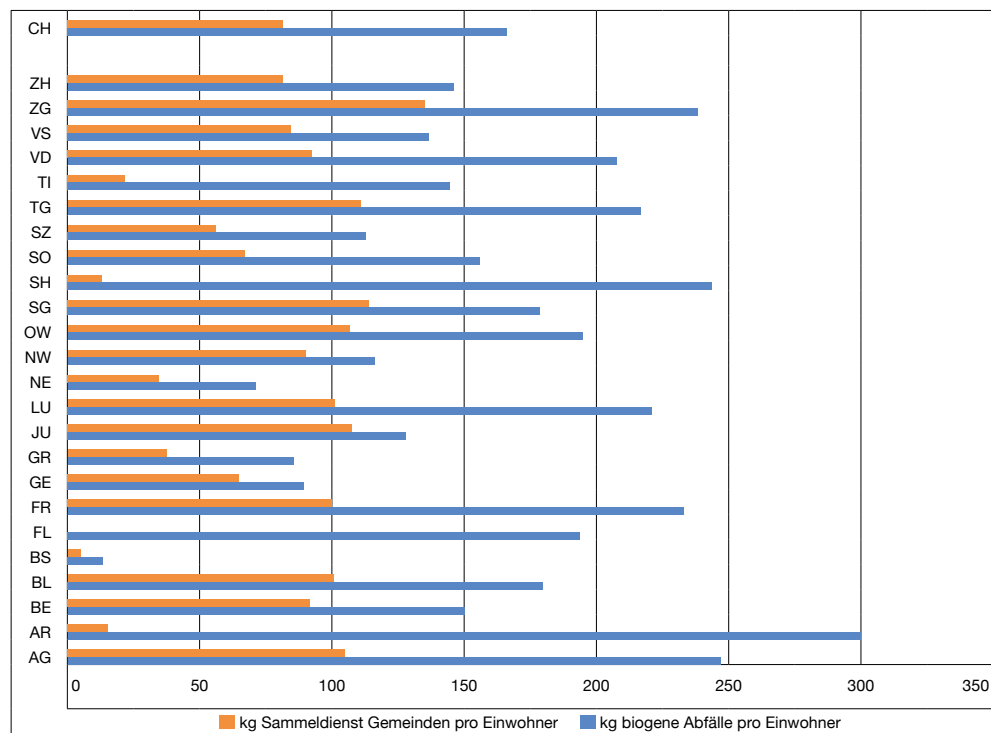


In Abbildung 5 sind zusätzlich zu den biogenen Abfällen auch die Hofdünger enthalten. Daraus ist ersichtlich, dass die Co-Vergärungen nicht nur den Grossteil (90%) der Materialien landwirtschaftlicher Herkunft verarbeiten, sondern auch anteilmässig die höchsten Mengen behandeln. Allerdings ist diese grosse Menge vor allem durch den hohen Wassergehalt in den meist flüssigen Hofdüngern begründet. Auf den Kompostierungs- und Vergärungsanlagen werden nur geringe Hofdüngermengen im einstelligen Prozentbereich angeliefert. Möglicherweise sind nicht alle Mistmengen, welche auf Feldrandmieten kompostiert werden, in die Statistik eingeflossen. Aber das Gesamtbild verändert sich dadurch kaum.

3.3 ERARBEITETE MENGEN AN BIOGENEN ABFÄLLEN IN TONNEN PRO EINWOHNER UND KANTON

Nicht in allen Kantonen ist die Erfassung der biogenen Abfälle mit der kommunalen Sammlung gleich weit gediehen. Der Mittelwert über die ganze Schweiz liegt bei 166 Kilogramm biogene Abfälle pro Einwohner, davon sind es mittlere 82 Kilogramm vom kommunalen Sammeldienst. Die tiefsten Werte beim Sammeldienst stammen von FL, BS, AR, SH und TI, die höchste Menge stammt vom Kanton ZG, gefolgt von SG und TG. Die grossen Kantone AG, BE und ZH liegen im Bereich von 80 bis gut 100 kg pro Einwohner. Keine Verarbeitungsanlagen wurden in den Kantonen AI, GL und UR gemeldet. Weil die Angabe von den verarbeitenden Anlagen stammt, kann die Sammlung (z. B. in der Stadt Basel) dennoch eine bedeutende Menge ergeben, allerdings wird diese in einem anderen Kanton verarbeitet.

Abb. 6:
Verarbeitete Mengen
in Kilogramm pro
Kanton inkl. FL und
pro Einwohner

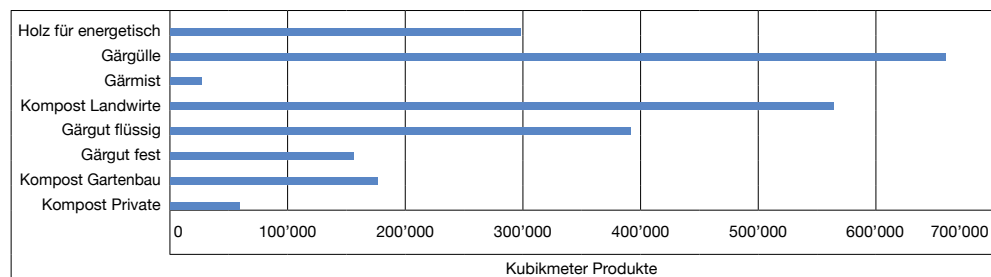


In **Abbildung 6** sind die gesamten Mengen an biogenen Abfällen und als Teil davon die Menge aus dem kommunalen Sammeldienst ersichtlich. Der höchste Wert an verarbeiteten biogenen Abfällen pro Einwohner wird im Kanton AR mit über 550 kg gehalten, gefolgt von AG und SH. Dabei ist klar, dass dies ein Zufallsergebnis je nach Standort der Anlage ist. Speziell in den Fällen der Kantone AR und SH handelt es sich um Vergärungsanlagen, welche biogene Abfälle aus anderen Regionen verarbeiten. Daher ist diese Zahl nicht sehr aussagekräftig. Das gleiche gilt natürlich auch für die tiefsten Werte, welche von BS, gefolgt von NE und GR ausgewiesen werden. Weil im Stadtkanton Basel nur eine Anlage zur Verarbeitung von biogenen Abfällen steht und der Grossteil der kommunal gesammelten Menge an eine ausserkantonale Anlage geliefert wird, sind da pro Einwohner die tiefsten Werte zu finden.

3.4 PRODUKTE DER KOMPOSTIERUNGS- UND VERGÄRUNGSANLAGEN

Wie bei den Inputmengen festgehalten wurde, verarbeiten die Co-Vergärungsanlagen mit den Hofdüngern die grössten Mengen. Daher ist es nicht überraschend, dass von dort auch die grössten Produktmengen stammen. Die Verteilung zwischen Gärgülle und Gärmist zeigt auch, dass die flüssigen Produkte über 90% ausmachen. Die drittgrösste Produktmenge stellt mit dem flüssigen Gärgut der Recyclingdünger dar. Unter den festen Produkten liegt die Menge Kompost für die Landwirtschaft mehr als doppelt so hoch als jene des festen Gärguts. Dazwischen liegt die Menge an Holz und Siebüberlauf für die energetische Nutzung.

Abb. 7:
Mengen 2017 an verschiedenen
Produkten aus der Verarbeitung
Gärgut, Kompost, Hof-
dünger für die ganze
Schweiz, pro Kanton,
nach Verwendung

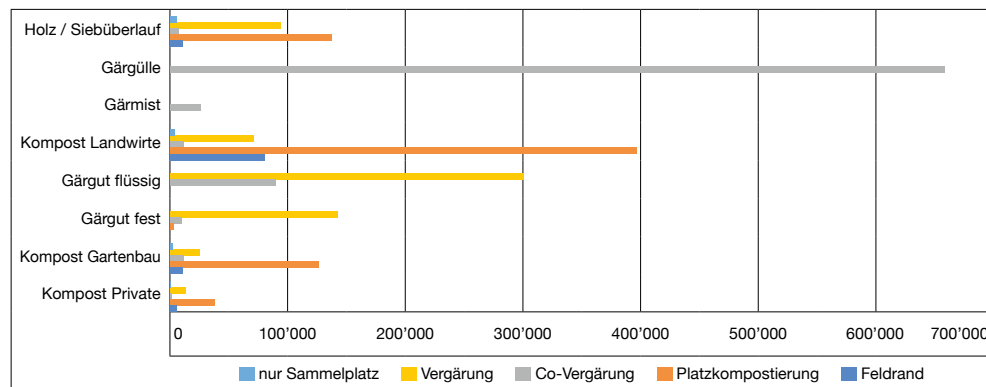


In **Abbildung 8** ist die Produktmenge pro Verfahren abgebildet. Daraus ist ersichtlich, dass Holz und Siebüberlauf für die energetische Verwertung in ähnlichen Teilen von der Platzkompostierung und der Vergärung stammen, die Co-Vergärung und die Feldrandkompostierung tragen zu diesen Produkten nur geringfügig bei. Gärgülle und Gärmist stammen nur von Co-Vergärungsanlagen mit mehr als 80% Material landwirtschaftlicher Herkunft. Flüssiges Gärgut entsteht bei Vergärungsanlagen und bei Co-Vergärungsanlagen, welche mehr als 20% Material nicht landwirtschaftlicher Herkunft verarbeiten. Parallel entsteht festes Gärgut praktisch nur auf Vergärungsanlagen; falls es nachkompostiert wird, wird es als Kompost bezeichnet.

Die Feldrandkompostierung produziert praktisch nur Kompost für die Landwirtschaft. Produkte für den Gartenbau und die Privaten stammen hauptsächlich von den Platzkompostierungen, weil für diese Produkte eine passende Infrastruktur zur Feinaufbereitung und trockenen Lagerung die Voraussetzung ist.

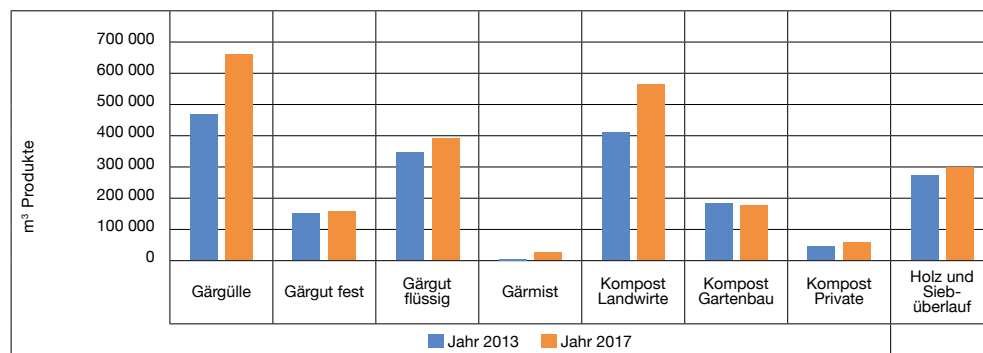
Holz und Siebüberlauf stammt in ähnlicher Grössenordnung von den Platzkompostierungs- und Vergärungsanlagen. Kompost für die Landwirtschaft kommt in der Masse von den Platzkompostieranlagen, gefolgt in ähnlicher Menge von Vergärungsanlagen mit Nachkompostierung und von Feldrandkompostierung.

Abb. 8:
Produktmengen in m³
nach Verfahren aus der
Verarbeitung biogener
Abfälle 2017



Der Vergleich der Produktmengen zwischen den Jahren 2013 und 2017 zeigt in [Abbildung 9](#), dass die Mengen an Gärgülle und Gärmist am meisten gestiegen sind. Die Begründung dafür liegt darin, dass mehr grosse landwirtschaftliche Co-Vergärungsanlagen dazugekommen sind. Auffällig ist auch die Mengenzunahme von Kompost und in geringerem Masse von flüssigem Gärgut in der Landwirtschaft. Nur geringfügig verändert haben sich die Mengen an festem Gärgut sowie an Kompost im Gartenbau und bei Privaten sowie an Holz und Siebüberlauf.

Abb. 9:
Vergleich der Produktmengen aus der
Verarbeitung biogener
Abfälle 2013 und 2017



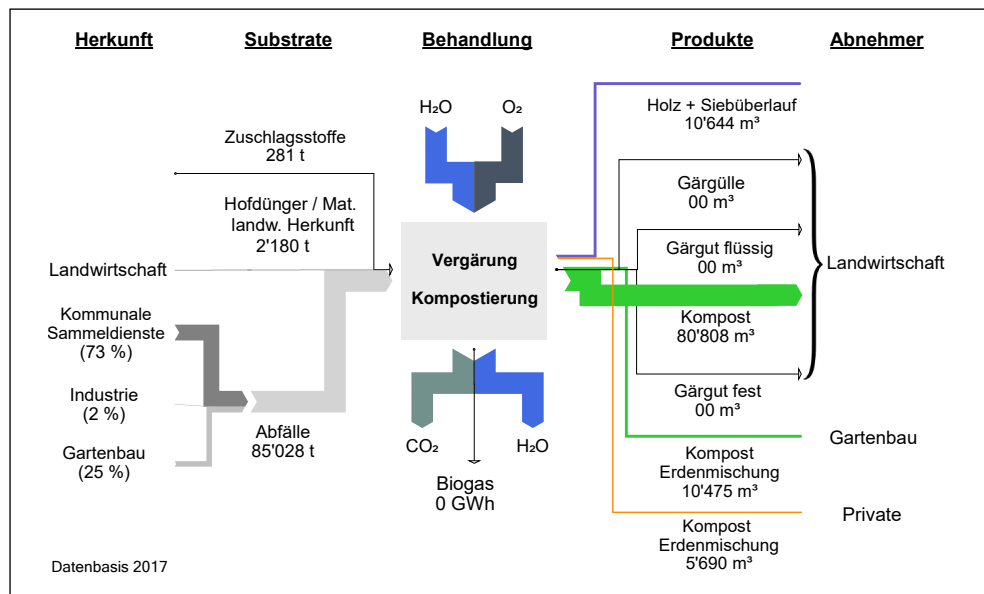
Die Mengenentwicklung über die letzten vier Jahre in [Abbildung 9](#) lässt keine Prognose für die Entwicklung für die nächsten Jahre zu. Je nach der Weiterentwicklung des Landwirtschaftsbonus aus der kostendeckenden Einspeisevergütung dürfte die Co-Vergärung auch in Zukunft vermehrt Anwendung finden.

Zur Klärung, welcher Anlagentyp welche Materialien verarbeitet und welche Produkte erzeugt, werden in [Abbildung 10 bis 13](#) noch die Massenflüsse pro Anlagentyp dargestellt. In der linken Bildhälfte ist die Herkunft der verarbeiteten Materialien dargestellt, in der rechten Bildhälfte stehen die Produkte mit ihren Mengen nach Anwendung.

Aus [Abbildung 10](#) ist ersichtlich, dass die Feldrandkompostierung hauptsächlich biogene Abfälle von Gemeinden und etwas weniger aus dem Gartenbau erhält und der produzierte Kompost überwiegend in der Landwirtschaft eingesetzt wird. In [Abbildung 11](#) fällt auf, dass die Inputmengen in die Co-Vergärungsanlagen aus Inputmaterial aus der Landwirtschaft gepaart mit Abfällen von der Lebensmittel verarbeitenden Industrie bestehen. Die Produkte Gärgülle und flüssiges Gärgut werden praktisch ausschliesslich in der Landwirtschaft eingesetzt.

In [Abbildung 12 und 13](#) sind mit der Vergärung und der Platzkompostierung die beiden Massenflüsse mit dem Grossteil der biogenen Abfälle praktisch ohne Material landwirtschaftlicher Herkunft dargestellt. Bei beiden Verfahren stellt der kommunale Sammeldienst je über 50% der Abfallmenge dar. Bei der Vergärung ist nachher die Industrie die zweitgrösste Quelle, bei der Platzkompostierung der Gartenbau und die Landschaftspflege. Die Vergärung liefert vor allem in die Landwirtschaft, während die Produkte der Platzkompostierung vielseitig Anwendung finden.

Abb. 10:
Massenfluss Feldrandkompostierung: Input nach Herkunft / Output nach Verwendung

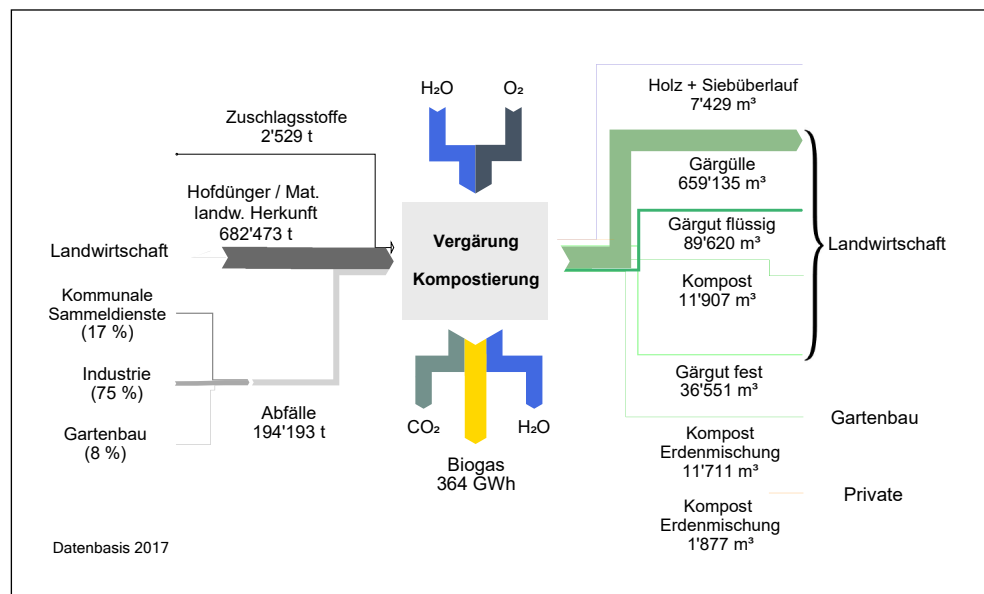


Die Feldrandkompostierung ist eine Spezialform der Mietenkompostierung: die Rotteflächen befinden sich auf unbefestigtem Boden entlang von Feldwegen. Die Mietenfläche darf maximal während einem Jahr am gleichen Standort genutzt werden, nachher braucht es mindestens zwei Jahre Begrünung vor der nächsten Nutzung zum Kompostieren. Meistens werden die biogenen Abfälle auf einem Sammelplatz angeliefert, wo auch Strukturmaterial zur korrekten Mischung beigefügt wird. Mengemässig hat die Feldrandkompostierung eine untergeordnete Bedeutung.

Kurz nach dem Schreddern wird das Grüngut an den Feldrand gefahren und dort seitlich an einen Walm oder eben eine Miete gelegt. Anschliessend wird das Grüngut mit einem speziellen, seitlich am landwirtschaftlichen Traktor befestigten Umsetzgerät intensiv gemischt und gelockert. Dabei wird eine drehende Walze mit vertikal angebrachten Werkzeugen durch die Kompostmiete gezogen, welche das Grüngut vom Boden zu einer wallförmigen Miete aufschüttet.

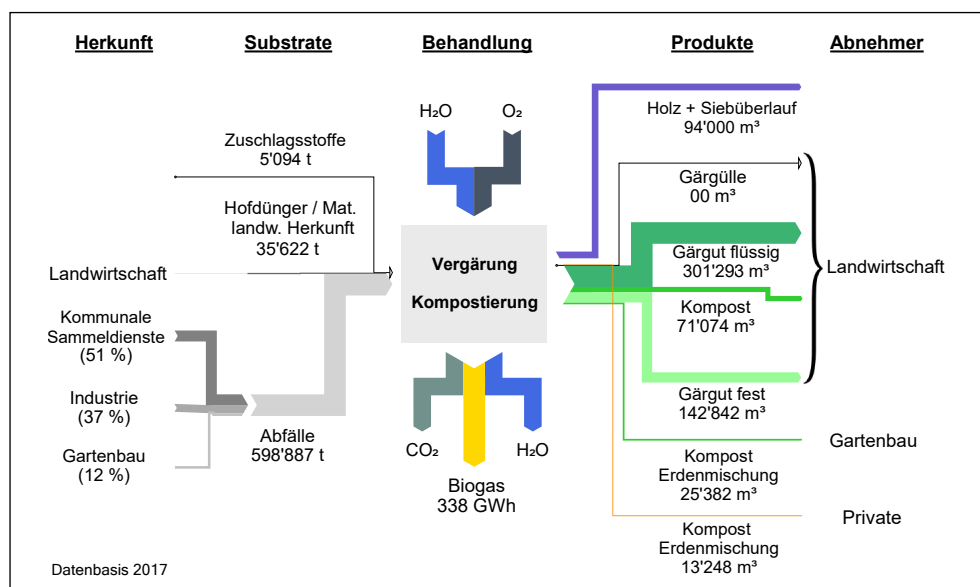
Die Kompostmieten werden mit einem speziellen seitengezogenen Umsetzgerät intensiv durchmischt und aufgelockert. Danach kann die frische Luft wiederum ins Mietenzentrum eindringen und die Mikroorganismen mit ausreichend Sauerstoff versorgen. Die Kompostmieten werden in den ersten 4 Wochen jeweils 2-mal wöchentlich, danach nur noch einmal pro Woche umgesetzt. Durch den Abbau der organischen Substanz durch Bakterien und Pilze wird viel Wärme frei. So heizt sich die Kompostmiete im Innern auf über 70 °C auf. Dadurch werden Unkrautsamen und Pflanzenkrankheiten abgetötet. Die heisse Luft steigt in der Miete hoch und verlässt diese auf der Kuppe. Dadurch wird frische sauerstoffreiche Luft seitlich in die Miete hineingezogen. Durch diesen Vorgang werden die Mikroorganismen stets mit frischer Luft und damit mit Sauerstoff versorgt. Um die Miete vor zu starker Austrocknung oder zu nässendem Regen zu schützen, wird diese mit dem grünen Kompostvlies abgedeckt.

Abb. 11:
Massenfluss Co-Vergärung: Input nach Herkunft / Output nach Verwendung



Die Co-Vergärung verarbeitet nur minimale Mengen aus dem kommunalen Sammeldienst und dem Gartenbau, während die Industrie die grösste Abfallmenge liefert. Am meisten finden aber Hofdünger den Weg in die landwirtschaftlichen Biogasanlagen.

Die landwirtschaftliche Co-Vergärung im voll durchmischten Reaktor ist ursprünglich für die Schlammvergärung in Kläranlagen entwickelt worden. Heute ist sie in der Landwirtschaft stark verbreitet. Nachteilig ist, dass das behandelte Material keine definierte Aufenthaltszeit aufweist: Wegen der Durchmischung kann ein Anteil des zugeführten Frischmaterials gleich wieder ausgetragen werden, während andere Anteile sehr lange im Fermenter verweilen. Um das Problem ein wenig zu entschärfen, wird heute in der Landwirtschaft dem Gärbehälter sehr oft ein zweiter, sogenannter Nachgärer, nachgeschaltet. Dies reduziert die Wahrscheinlichkeit, dass Frischmaterial zu wenig lange vergoren wird; der Anteil an Frischmaterial, das sowohl den ersten als auch den zweiten Fermenter sehr rasch wieder verlässt, wird dadurch kleiner. Daher kann mit diesem Verfahren keine vollständige Hygienisierung garantiert werden. Mit sogenannte Co-Substraten kann der Reaktor besser ausgelastet und zusätzliches Gas gewonnen werden. Allerdings gehen bei der Vergärung von unbelasteten biogenen Abfällen im Faulturm einer ARA für den Boden wertvolle Organik und die Nährstoffe für die Pflanzen verloren, da der entstehende Klärschlamm thermisch verwertet wird.



Unter Vergärung werden zwei hauptsächliche Verfahren verstanden, nämlich die kontinuierlich beschickte Feststoffvergärung in einem Pfropfstrom-Prozess und die chargenweise beladene Boxenvergärung. Im Pfropfstromreaktor tritt das Material auf einer Seite ein und durchläuft den Fermenter schrittweise als «Paket» vom Eingang zum Ausgang. Das Rührwerk bewegt sich sehr langsam und es findet keine axiale Durchmischung von besser und weniger gut abgebautem Material statt. Das Rühren soll nicht primär durchmischen, sondern Wege frei machen für die Gasblasen, die in der dicken «Paste» sonst nicht gut nach oben steigen können. Weitere positive Effekte sind die Verminderung von Sedimentation und die Bildung von Schwimmschichten.

Ein Teil des vergorenen Materials (rund ein Viertel) wird zum Eingang zurückgeführt und dort mit dem Frischmaterial vermischt. Diese «Rückimpfung» dient dazu, vor allem die langsam wachsenden Methanbildner im Prozess zu behalten, damit sie sich während der Durchwanderung des Fermenters genügend vermehren können. Der Abbau wird so stark beschleunigt, dass der Verlust an nutzbarem Volumen durch das rückgeführte Material mehr als kompensiert wird.

Bei der Feststoffvergärung liegt der Trockensubstanzbereich in der Regel zwischen rund 20% und 35%. Bei diesen Gehalten muss wenig «unnützes» Wasser erwärmt werden, daher lohnt es sich, den Prozess auf thermophiler Gärtemperatur zu betreiben. Wenn nämlich das Material im Fermenter eine Mindestaufenthaltszeit einhält und gleichzeitig die Temperatur im thermophilen Bereich liegt, so garantiert dies eine einwandfreie Hygienisierung.

Die chargenweise beladene Boxenvergärung findet in mehreren quadratischen Behältern («Boxe») statt, die aus Beton oder Metall gefertigt sind. Eine Stirnseite lässt sich jeweils für die Befüllung und Entleerung mit den gärbaren Abfallstoffen öffnen, wobei das Tor bei kleineren Anlagen normalerweise von Hand bedient und seitlich geöffnet wird. Es sind i.d.R. jeweils mindestens vier Boxen vorhanden, die alternierend befüllt werden, um eine möglichst gleichmässige Gasproduktion zu gewährleisten.

Für die Vergärung ist eine gewisse Feuchtigkeit notwendig. Daher wird Prozesswasser re-zirkuliert, welches durch die festen Abfälle sickert («perkoliert»). Dieses Perkolat wird über Düsen über dem Gärgut möglichst gleichmässig verteilt und sickert durch das Gärgut zum Boden, wo es abgezogen wird. Dieses mit gelösten organischen Säuren angereicherte Perkolat wird in einem Perkolattank zusammengeführt und zwischengespeichert, wo je nach Tankgrösse ebenfalls etwas Biogas entsteht. Das organische Material in der Boxe wird mit Abwärme des BHKW auf Gärtemperatur gewärmt. In der Regel wird die Boxe beheizt (Boden und/oder Wände) und/oder nur das Perkolat erwärmt, um so Wärme in die Boxe einzutragen. Die Boxen können mesophil oder thermophil betrieben werden. Beim Aufstarten des Gärprozesses ist es wichtig, dass der Übergang zwischen aerobem und anaerobem Abbau möglichst schnell erfolgt, damit rasch Gas einer Qualität entsteht, das zusammen mit dem Gas der anderen Boxen im BHKW verbrannt werden kann.

Beim Entleeren der Boxen muss grosse Vorsicht walten: Wenn das Tor ohne vorgängige Durchlüftung der Boxe einfach geöffnet wird, durchläuft während des Eindringens von Frischluft das in der Boxe noch vorhandene Biogas die Explosionsgrenzen (7–12% Biogas bei 35% CO₂). Diese Explosionsgefahr muss durch anbieterspezifische Massnahmen verhindert werden.

Platzkompostierung: Hier findet die Kompostierung auf befestigten Plätzen statt. Um einen korrekten Betriebsablauf zu garantieren, ist die verfügbare Fläche in die Teilbereiche Anlieferung, Zerkleinerung, Rottebereich, Feinaufbereitung und Produktkonditionierung aufgeteilt. Dabei ist wichtig, dass abfliessendes Wasser vom Anliefer- und Zerkleinerungsbereich nicht mit hygienisch «reinem» Material aus der Reifung und Feinaufbereitung in Kontakt kommt, weil das sonst zu einer Rekontamination führt.

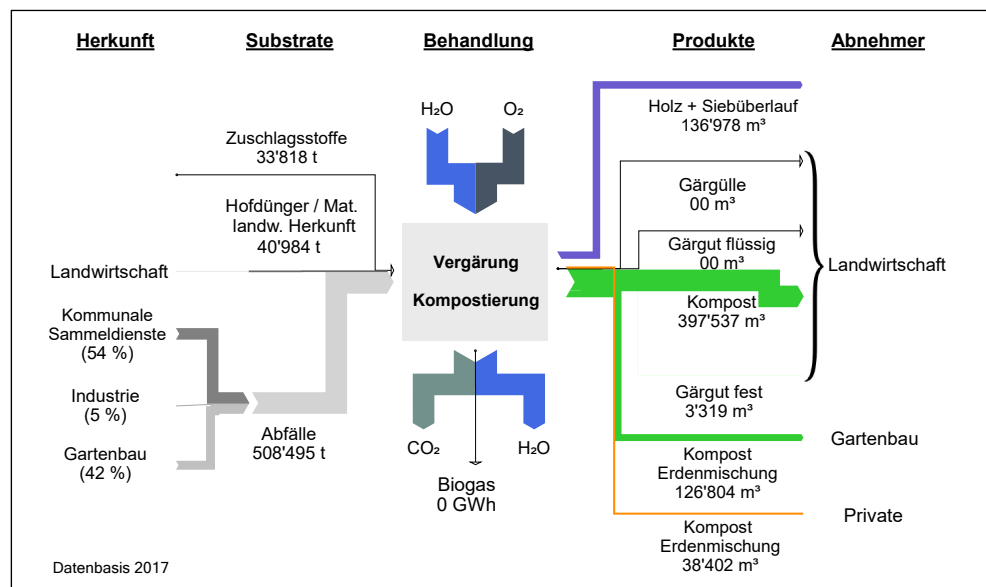


Abb. 13: Massenfluss Platz-Kompostierung: Input nach Herkunft / Output nach Verwendung

Je nach Zweck und Grösse der Anlage sind nur die Lager für die Fertigprodukte oder bei Hallen- oder Boxenkompostierung der ganze Produktionsprozess überdacht. Vollständig eingehauste Anlagen sind in der Schweiz nur vereinzelt zu finden. Die Herstellung von regelmässig getrockneten Komposten für den Gartenbau oder gar für den gedeckten Anbau gemäss Qualitätsrichtlinie verlangt nach relativ grossen überdachten Flächen. Eine andere Spezialform ist die Kompostierung unter wasserdichten, gasdurchlässigen Membranen (Goretex). Die Mieten werden über geschlitzte Bodenplatten druckbelüftet und die Mieten werden ca. alle zwei Wochen mit dem Radlader umgeschichtet. Bei diesem System erfolgt die Temperatur- und Sauerstoffüberwachung über eine Onlinemessung. Über diese Messungen lässt sich auch die Intensität der Belüftung steuern.

4. DATENERHEBUNG ZUR MENGE AN CO-SUBSTRATEN IN KLÄRANLAGEN

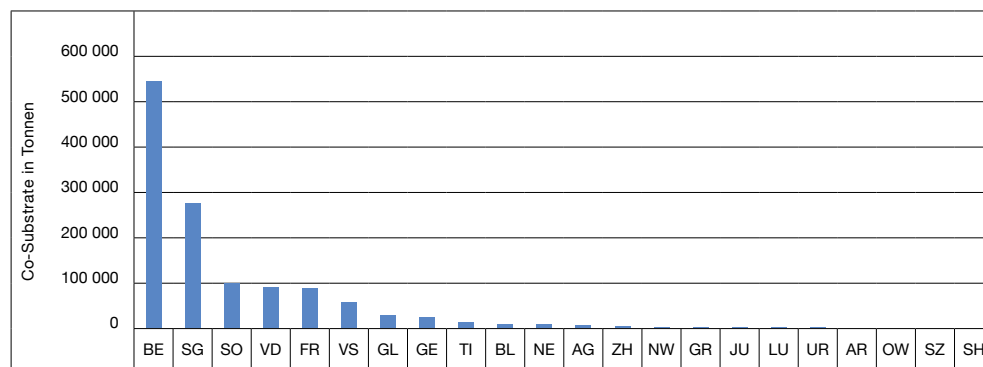
4.1 MENGENFLÜSSE FÜR DAS JAHR 2017

Für die Datenerhebung zur Menge an Co-Substraten, die in den Faultürmen der Kläranlagen mit dem Klärschlamm zusammen vergärt wird, wurde die gleiche Methode angewandt wie für die Datenerhebung der Biogas- und Kompostieranlagen. Zuerst wurden die verantwortlichen Ämter der Kantone angefragt. Die Mehrheit der Kantone war im Besitz der gewünschten Informationen und hat diese weitergegeben. Sofern Wissenslücken vorhanden waren, wurde direkt bei den Kläranlagen nachgefragt. Bei den Kantonen Aargau und Neuenburg wurden die Kläranlagen angefragt, bei denen bekannt war, dass sie Faultürme besitzen. Für den Kanton Waadt war diese Information nicht verfügbar, weshalb die 12 grössten Kläranlagen angeschrieben wurden.

4.2 ERGEBNISSE NACH KANTONALER VERTEILUNG

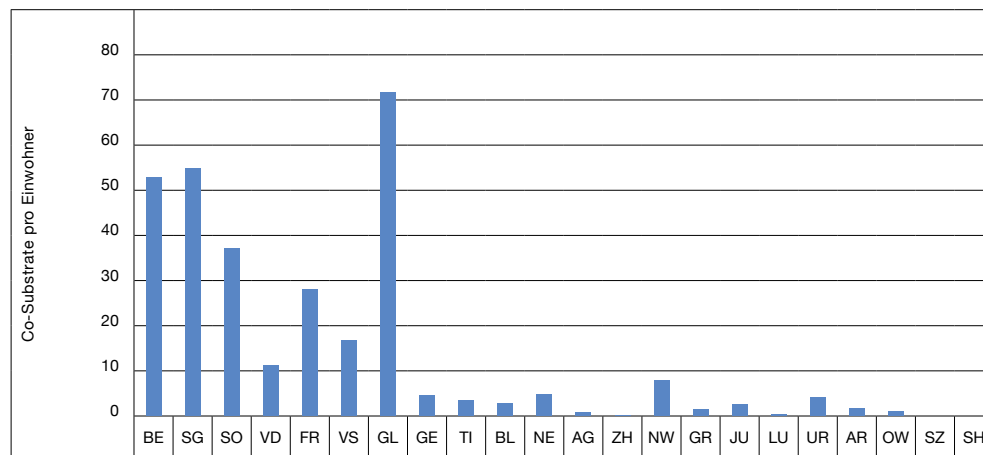
Im Jahr 2017 wurden insgesamt 126'481 Tonnen organische Abfälle als Co-Substrate in Kläranlagen verwertet. Die Abbildung 14 zeigt die Menge der separat als Co-Substrat verwerteten Abfälle für die verschiedenen Kantone im Jahr 2017. Nur 4 Kantone, nämlich der Kanton Zug, der Kanton Baselstadt, der Kanton Thurgau sowie der Kanton Appenzell Innerhoden, verwenden keine Co-Substrate in ihren Faultürmen. Über 60% der Gesamtmenge an Co-Substraten wird in den Kantonen Bern und St. Gallen verwertet. Für das Fürstentum Lichtenstein wurden keine Informationen eingeholt.

Abb. 14:
Menge Co-Substrat
in Kläranlagen pro
Kanton im Jahr 2017



Die Pro-Kopf Verteilung der Co-Substratmengen (Abbildung 15) der verschiedenen Kantone fürs Jahr 2017 zeigt ein leicht verändertes Bild. Obwohl Bern und St. Gallen auch hier die vorderen Plätze 2 und 3 belegen, werden sie vom Kanton Glarus überholt. Kantone mit kleiner Bevölkerungsdichte gewinnen bei dieser Verteilung an Wichtigkeit. Dies ist vor allem der Fall, wenn in den betroffenen Kantonen mit kleiner Bevölkerungsdichte, Lebensmittelindustrien ihre organischen Abfälle den Kläranlagen zur Co-Vergärung liefern.

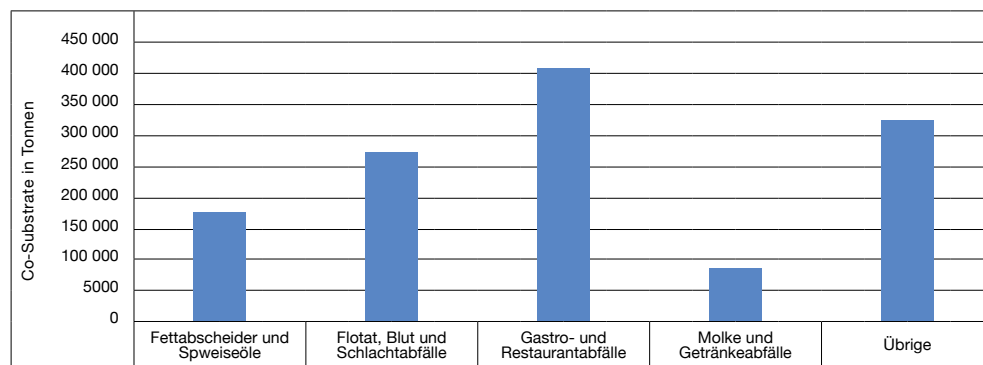
Abb. 15:
Menge Co-Substrat in
den ARA pro Einwohner
nach Kanton



4.3 ERGEBNISSE NACH TYP CO-SUBSTRAT

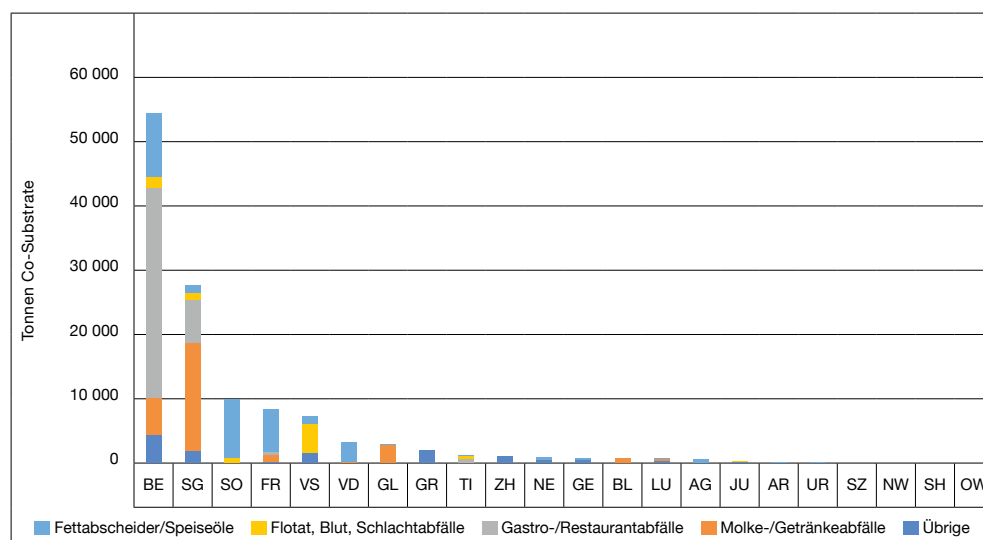
Die Arten an Co-Substraten variieren stark zwischen den Kantonen abhängig davon, welche Industrien im Kanton angesiedelt sind. Nebst den häufigen Co-Substraten wie z. B. Fette, Öle, Speisereste und Schlachtabfälle, werden je nach Region spezifische Abfälle wie Reste aus der Wein-/Mostproduktion, Enteisungsflüssigkeit von Flugzeugen oder Lösungsmittel als Co-Substrate verwendet. Um die Daten vergleichbarer zu machen, wurden die Co-Substrate in die folgenden fünf Kategorien eingeteilt: Fettabscheider und Speiseöle, Flotat, Blut und Schlachtabfälle, Gastro- und Restaurantabfälle, Molke und Getränkeabfälle und übrige (Abbildung 16).

Abb. 16:
Menge Co-Substrate in den Kläranlagen aufgeteilt nach Typ



Die Verteilung der Co-Substrate nach Typ ist in Abbildung 16 festgehalten, während Abbildung 17 die Verteilung in den jeweiligen Kantonen aufzeigt. Wie man sieht, machen zum Beispiel die Gastro- und Restaurantabfälle rund einen Drittel der Gesamtmenge aus, diese betrifft jedoch nur wenige Kantone. Diese Übersicht veranschaulicht, dass die Art Co-Substrat mit Ausnahme von Bern und St. Gallen, bei welchen alle Kategorien verwertet werden, stark regional variiert.

Abb. 17:
Menge Co-Substrate in den ARA aufgeteilt nach Typ und Kanton



4.4 EINORDNUNG DER MENGE BIOGENE ABFÄLLE IN ARA IM VERHÄLTNISS ZUR VERARBEITUNG AUF VERGÄRUNGS- UND KOMPOSTIERANLAGEN

Die gesamte in ARA verarbeitete Menge an separat erfassten biogenen Abfällen liegt mit 126'481 Tonnen bei 9% der gesamten auf Kompostier- und Vergärungsanlagen verarbeiteten Menge von 1,4 Mio t. Die aussagekräftigere Bezugsbasis wäre wohl die Menge an Abfällen aus der lebensmittelverarbeitenden Industrie: hier liegt das Mengenverhältnis bei knapp einem Drittel der Abfälle (ohne Hofdünger). Hier kann eine gewisse Konkurrenz zwischen den Vergärungs- und Co-Vergärungsanlagen mit stofflicher Nutzung entstehen. Dieser Aspekt sollte daher in der Regelung der Abfallwirtschaft in Zukunft vermehrt beachtet werden.

Tab. 2:
Mengenverteilung
beim Input nach
Herkunft und nach
Verfahren inkl. ARA

	Gemeinden	Gartenbau	Industrie	Landwirtschaft	Transfer	Totale
Feldrand	62'009	21'205	1814	2180	4403	91'612
Platzkompostierung	272'768	212'135	23'592	40'984	-14'841	534'638
Co-Vergärung	33'842	15'182	145'169	682'473	-2003	874'662
Vergärung	304518	72'014	222'355	35'622	-18'188	616'321
nur Sammelplatz	15'112	10'257	0	0	-17'610	7'759
Totale K+V	688'250	330'793	392'930	761'259	-48'239	2'124'993
ARA			126'481			126'481
Totale mit ARA	688'250	330'793	519'411	761'259	-48'239	2'251'474

Die Einordnung der Menge in den Faultürmen der ARA ist als Ganzes relativ schwierig, weil es nach dem Prozess keine Produkte mehr gibt, sondern neben dem Biogas und Klärschlamm nur noch Abwasser. Die Mengen an Biogas und Klärschlamm entstehen aber auch aus dem Abwasser, weshalb dort eine Mengenbilanz nicht mehr machbar ist.

Ein anderer Ansatz basiert auf der VEVA-Statistik gemäss Abfallcode:

Gemäss der Altspeiseöl-Statistik wurden im Jahr 2017 60'200 Tonnen Altspeiseöl aus dem Inland recycelt oder aufbereitet. Weitere 900 Tonnen wurden zur Verarbeitung importiert; was in einem Total von 61'100 Tonnen resultiert. Die Mengen der CP (chemisch/physikalisch) oder biologisch behandelten Abfälle wurde nicht berücksichtigt. Aus dieser Datenerhebung geht hervor, dass im Jahr 2017 17'492 Tonnen Fettabscheider und Speiseöle in den Faultürmen der Kläranlagen verwertet wurden. Dies entspricht 28.6% der Gesamtmenge. Aus der Datenerhebung der Biogasanlagen geht hervor, dass rund 20'000 Tonne Fettabscheider und Speiseöle verwertet werden. Dies entspricht ca. einem Drittel der gesamten Inlandmenge. Addiert man die in den Kläranlagen und Biogasanlagen verwerteten Mengen, ergibt dies rund 60% der in der Statistik aufgeführten Menge. Dementsprechend fehlen 40% der Masse. Ein Teil dieser Menge kann durch verschiedene Unsicherheiten erklärt werden. Einerseits kann es sein, dass nicht alle Abfälle gemäss Abfallcode erfasst wurden und demzufolge allenfalls nicht der richtigen Kategorie zugeordnet werden konnten. Ausserdem ist es möglich, dass gewisse Abfallmengen mehrfach erfasst wurden, da sie zwischen verschiedenen Anlagen verschoben wurden. Weiter muss erwähnt werden, dass bei rund der Hälfte der Kantone keine solch detaillierte Aufteilung nach Materialart vorliegt. Als Fazit kann gesagt werden, dass obwohl ein gewisser Teil bekannt ist, noch wichtige Wissenslücken vorliegen, die in Zukunft geschlossen werden sollten.

Altspeiseöl
Abfallcodes CH: 19 08 09, 20 01 25

nach Entsorgungsverfahren	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Inland (exkl. Import) [t]	43'600	38'000	42'400	42'800	51'500	46'500	51'900	53'500	57'200	64'900
Verbrennung*	800	600	600	800	500	200	100	100	200	100
Recycling / Aufbereitung	32'000	29'600	34'000	33'600	48'100	43'800	49'600	51'200	54'900	60'200
Deponierung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CP/biol. Behandlung	10'800	7'800	7'800	8'400	2'900	2'500	2'200	2'200	2'100	4'600
Export [t]	500	1'200	1'100	1'300	1'800	1'800	1'600	1'300	500	900
Verbrennung**	300	200	0	0	0	0	0	0	0	0
Recycling / Aufbereitung	200	1'000	1'100	1'300	1'800	1'800	1'600	1'300	500	900
Deponierung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CP/biol. Behandlung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Import [t]	0	0	0	0	0	200	<250	1'950	2'300	3'700
Verbrennung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recycling / Aufbereitung	<100	<100	0	0	0	200	<250	1'950	2'300	3'700
Deponierung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CP/biol. Behandlung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 3:
Mengen an Fettschlamm
und Speiseöl in der
Datenbank VEVA-online
(Quelle BAFU 18)

BAFU: Statistik andere kontrollpflichtige Abfälle 2006–2016

* Thermische Verwertung in KVA, Industrief Feuerungen und Zementwerken

** Thermische Verwertung in Industrief Feuerungen und Zementwerken

4.5 UNSICHERHEITEN UND WEITERFÜHRENDE ASPEKTE

Generell gibt es verschiedene Unsicherheiten, die bei einer weiteren Erhebung möglichst reduziert werden sollten. Einerseits variieren die Datenqualität, der Detaillierungsgrad sowie die Datenquellen stark zwischen den unterschiedlichen Kantonen. Andererseits waren nicht für alle Kantone Daten des Jahres 2017 verfügbar, weshalb zum Teil auf ältere Daten zurückgegriffen werden musste. Dies kann zu wichtigen Verfälschungen führen.

Die Datenerhebung war auch schwierig, weil viele Kantone die Mengen in die Faultürme bisher nicht in der Abfallstatistik geführt haben. Wenn das BAFU die Abfallstatistiken der Kantone zukünftig gemäss Vollzugshilfe Berichterstattung nach VVEA in standardisierter Form elektronisch erhalten wird, sollte in dieser Erhebung auch explizit nach den separat zugeführten Mengen an biogenen Abfällen an die ARA, bzw. deren Faultürme, gefragt werden.

Für eine in der nahen Zukunft bessere Mengenstatistik braucht es in den kommenden Jahren eine einheitliche Datenerfassung bezüglich der biogenen Abfälle. Zusätzlich sollen auch die verarbeiteten Materialien landwirtschaftlicher Herkunft erfasst werden. Von den Produktmengen, welche in der Landwirtschaft eingesetzt werden, sind die Nährstoffe in der Datenbank HODUFLU zu erfassen.

5. ANALYSEN DER VERSCHIEDENEN PRODUKTE

5.1 AUSWERTUNGEN DER NÄHRSTOFFGEHALTE AUS DEN ANALYSEN IM ANALYSETOOL

Das Analysetool ist 2013 als zusätzlicher Programmteil in der Datenbank CVIS eingerichtet worden. Im Jahr 2013 sind von sechs Labors 742 Analysen in das Analysetool hochgeladen worden. Im Folgejahr 2014 waren es 710 Analysen und im Jahr 2015 707 Analysen, welche in der Datenbank erfasst wurden. Im Jahr 2016 gab es nach verschiedenen Nachfragen den bisherigen Rekord mit 766 Analysen, gefolgt von 2017 mit 762 importierten Ergebnissen. Bezogen auf das Jahr 2018 sind auch bereits über 700 Analysen importiert und es werden noch diverse nachgeliefert.

In die CVIS-Datenbank können nur Analysen von darin erfassten Anlagen importiert werden. Die Labors können ein Importformular und eine Excel-Liste der in CVIS erfassten Anlagen herunterladen und von dort die Betriebsnummer, den Anlagenort und die auf der Anlage erzeugten Produkte übernehmen. Im Verlauf des Jahres 2018 ist die Marke von 4000 Analysen in der Datenbank CVIS überschritten worden. Das Analysetool erleichtert die Ablage und Überwachung der nötigen Qualität und Anzahl der Analysen pro Betrieb und vor allem ihre Weiterleitung an die kantonalen und Bundeskontrollstellen. In der Schweiz ist keine ähnliche Analysensammlung bekannt.

Landwirte müssen auf den Betrieb zugeführte Komposte und Vergärungsprodukte in ihren Nährstoffbilanzen aufführen. Dafür hat das Bundesamt für Landwirtschaft die Datenbank Hoduflu eingerichtet. Dort müssen die Abgeber der Produkte alle Lieferungen an Landwirte erfassen und der Abnehmer muss die Lieferungen bestätigen. In dem Zusammenhang gab es Differenzen zum anrechenbaren Stickstoff in Vergärungsprodukten.

Nährstoffgehalte in den verschiedenen Produkten

In Artikel 23 der DüV «allgemeine Kennzeichnungsvorschriften heisst es: ¹Bei der Kennzeichnung und Verpackung von Düngern dürfen keine unrichtigen oder unvollständigen Angaben gemacht oder Tatsachen verschwiegen werden, sodass die Käuferin, der Käufer, die Verwenderin oder der Verwender über die Eigenschaften, die Art der Zusammensetzung oder die Verwendbarkeit eines Düngers getäuscht werden kann.» Unter dem Begriff «flüssiges Gärgut» sind offensichtlich verschiedene Produkte aufgeführt (vgl Tab. 4).

Tab. 4:
Mittlere Nährstoffgehalte
in den Produkten von
in CVIS hochgeladenen
Analyseresultaten

Medianwerte	Gärgülle	Gärgut flüssig*	Gärgut flüssig**	Gärgut fest	Kompost
Anzahl Proben	506	274	468	429	1775
Trockensubstanz (TS) in %	4.96	4.45	13.87	43.32	54.00
Stickstoff gesamt kg N/ t TS	68.18	77.50	36.22	13.66	14.05
Stickstoff mineralisch kg N/ tTS	30.90	38.10	12.30	1.30	0.19
Phosphat kg P ₂ O ₅ / t TS	27.53	25.43	14.03	6.51	6.42

*flüssiges Gärgut «Typ Landwirtschaft», **flüssiges Gärgut «Typ Kompogas»

Tabelle 4 zeigt, dass flüssiges Gärgut aus zwei Produkten besteht, einem Gärgut flüssig «Typ Landwirtschaft», das Gärgülle sehr ähnlich ist, sowie einem Gärgut flüssig «Typ Kompogas» mit viel höherem Gehalt an Trockensubstanz und tieferem Stickstoffgehalt.

Das Modul 8 wurde im Dezember 2018 wie folgt geändert: Für Gärgülle soll standardmässig 65% und für flüssiges Gärgut 60% des Gesamt-Stickstoffs angerechnet werden. Falls flüssiges Gärgut mit der Analysemethode WDD (Wasserdampfdestillation mit Magnesiumoxid) des VDLUFA (Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten e. V.) untersucht wird, kann der verfügbare Stickstoff mit einer speziellen Formel (NH₄-Stickstoff + ¼ des organischen Stickstoffs) errechnet werden. Allerdings lagen bis Ende 2018 keine Analysen nach der Methode vor und diese Methode wurde in der Schweiz nicht angewendet. Im Jahr 2019 wird Gärgut flüssig «Typ Kompogas» in grösserem Umfang mit der neu vorgeschriebenen Analysemethode Wasserdampfdestillation mit Magnesiumoxid auf den Ammoniumgehalt untersucht. Damit kann ab dem Jahr 2020 die Stickstoffanrechnung gemäss den effektiven Gehalten vorgenommen werden.

5.2 BERICHT ZU DEN FREMDSTOFFANALYSEN 2017 IN KOMPOSTEN UND VERGÄRUNGSPRODUKTEN

5.2.1 Voruntersuchungen aus dem Jahr 2015 und Konsequenzen für Analysen 2017

Im Jahr 2015 wurde eine erste Fremdstoffuntersuchung von 50 Produkten mit etwa zwei Drittel festen und einem Drittel flüssigen Produkten aus der Branche durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die Hauptfracht der Fremdstoffe in den festen Produkten, festem Gärgut und Kompost, vorkommt. Auf das Jahr 2016 traten die verschärften Anforderungen in der ChemRRV in Kraft. Gleichzeitig wurde die Frage der Fremdstoffe in der Öffentlichkeit intensiv diskutiert. Deshalb plante der Verein Inspektorat im Auftrag von besorgten Kantonsvertretern eine erweiterte Kampagne zur Fremdstoffbestimmung und führte sie im Rahmen der Inspektionen 2017 durch. Aufgrund der Erfahrungen aus der ersten Kampagne 2015 wurden nur Proben von den festen Produkten Gärmist, festes Gärgut und Kompost gezogen und analysiert. Die Untersuchungen wurden wie bereits 2015 im deutschen Labor PLANCO-TEC durchgeführt, allerdings erweitert: die Standardanalysen werden in Deutschland nur mit der Siebfraction > 2 mm durchgeführt; unser Zusatzauftrag zielte auf die feinere Fraktion ab. Auf die Frage, welche Grösse mit der Trockensiebung und händischen Auslese noch als machbar gilt, wurde als Limite > 1 mm angegeben. Aus der Situation ergab sich die zweite Untersuchungsfraction > 1 mm bis 2 mm. Für die Fraktion < 1 mm erging durch das BAFU ein Forschungsauftrag an die EMPA mit dem Ziel, eine machbare Methode zu finden und aus den Erfahrungen eine Grössenordnung an Kunststoffen in der Feinfraktion < 1 mm abzuschätzen. In einem Teilversuch wurde auch eine Probe flüssiges Gärgut, die auf < 1 mm abgesiebt war, auf die Kunststoffe getestet.

5.2.2 Resultate

Im Projekt wurden 139 Proben für die Fremdstoffuntersuchungen gezogen, meist während den Inspektionen oder auf Probetouren im Zeitraum von Januar bis Juni 2017. Die Proben verteilten sich wie folgt: 48 Proben Vergärungsprodukte, davon 39 Proben von Gärgut fest und 9 von Gärmist, 51 von Kompost für die Landwirtschaft und 40 Proben Kompost für den Gartenbau. Untersucht wurden zwei Fraktionen der Proben: die übliche Fraktion grösser als 2mm Siebdurchmesser und die zusätzlich feinere Fraktion von 1–2 mm. Für die statistischen Auswertungen wurden die Ergebnisse der beiden Fraktionen zusammengezählt. Die ChemRRV-Anforderungen an den maximalen Kunststoffgehalt (< 0,1% des Gewichts in der TS = Trockensubstanz) werden von 24 Proben nicht erfüllt, 3 Proben erfüllten die ChemRRV-Anforderungen an die gesamten Fremdstoffgehalte nicht.

Die vielversprechenden Tests bei der EMPA mit Flüssigprodukten konnten mit den festen Produkten <1mm nicht wiederholt werden. Die von der EMPA eingesetzte Separierungsmethode erwies sich als nicht erfolgreich, um die nadelartigen Feinfasern von Kunststoffpartikeln zu trennen.

5.2.3 Einordnung der Resultate

Die Ergebnisse der Untersuchung 2017 zeigen, dass mehr als 43% der Proben von festem Gärgut die Anforderungen bezüglich Kunststoffgehalten nicht einhalten. Beim Gesamtfremdstoffgehalt sind es nur 5%, dennoch ist der Handlungsbedarf klar gegeben. Bei den Komposten hat jede achte Probe die Limite zu den Kunststoffgehalten und eine für den gesamten Fremdstoffgehalt überschritten. Während es bei Gärmist oder bei Komposten eher um Einzelprobleme geht, zeigten mehr als 40% des festen Gärguts Probleme mit den Limiten.

5.3 AUSWERTUNGEN DER FREMDSTOFFGEHALTE 2018 IN KOMPOSTEN UND FESTEN VERGÄRUNGSPRODUKTEN

Im Verlauf des Jahres 2018 wurden im Auftrag von einzelnen Kantonen oder von den Anlagen direkt 127 Proben für die Fremdstoffuntersuchungen gezogen, meist während den Inspektionen oder auf Probetouren im Zeitraum von Januar bis Juli 2018. Die Proben verteilen sich wie folgt: 38 Proben sind Vergärungsprodukte, davon 32 Proben von Gärgut fest und 6 von Gärmist, 89 Proben Kompost für die Landwirtschaft und für den Gartenbau. Untersucht wurden nur die Fraktion grösser als 2 mm Siebdurchmesser. Dies deshalb, weil die Analysen des Vorjahres zeigten, dass die Fraktion 1 bis 2 mm weniger als 5% der Fremdstoffe aufweist. Weiterhin fehlt eine Analysemethode für die Fraktion < 1 mm, welche gemäss Wortlaut der ChemRRV ebenfalls massgebend wäre.

Die ChemRRV-Anforderungen an den maximalen Kunststoffgehalt (< 0,1% des Gewichts in der TS = Trockensubstanz) werden von 27 Proben nicht erfüllt, wie letztes Jahr erfüllten drei Proben die ChemRRV-Anforderungen an die gesamten Fremdstoffgehalte (< 0,5% des Gewichts in der TS inkl. Kunststoffe) nicht.

5.3.1 Anforderungen ChemRRV (Chemikalien-Risiko-Reduktions-Verordnung, SR 814.81) Anhang 2.6:

Anschliessend an die Schwermetallgrenzwerte steht in Ziffer 2.2.1: «Zusätzliche Anforderungen: Gehalt an Fremdstoffen (Metall, Glas, Altpapier, Karton usw.) darf höchstens 0,4 Prozent des Gewichts in der Trockensubstanz betragen; Der Gehalt an Alufolie und Kunststoffen darf höchstens 0,1% des Gewichts in der Trockensubstanz betragen.» Hier muss noch eine Unklarheit der ChemRRV erwähnt werden: Die Anforderung für Kunststoffe beträgt 0,1%, jene der Fremdstoffe ohne Kunststoffe 0,4%, was in einer Limite für Fremdstoffe inklusive Kunststoffe von 0,5% resultiert. (Diese Auslegung wird nicht generell als die richtige empfunden; nachfolgend wird jedoch von dieser Auslegung ausgegangen).

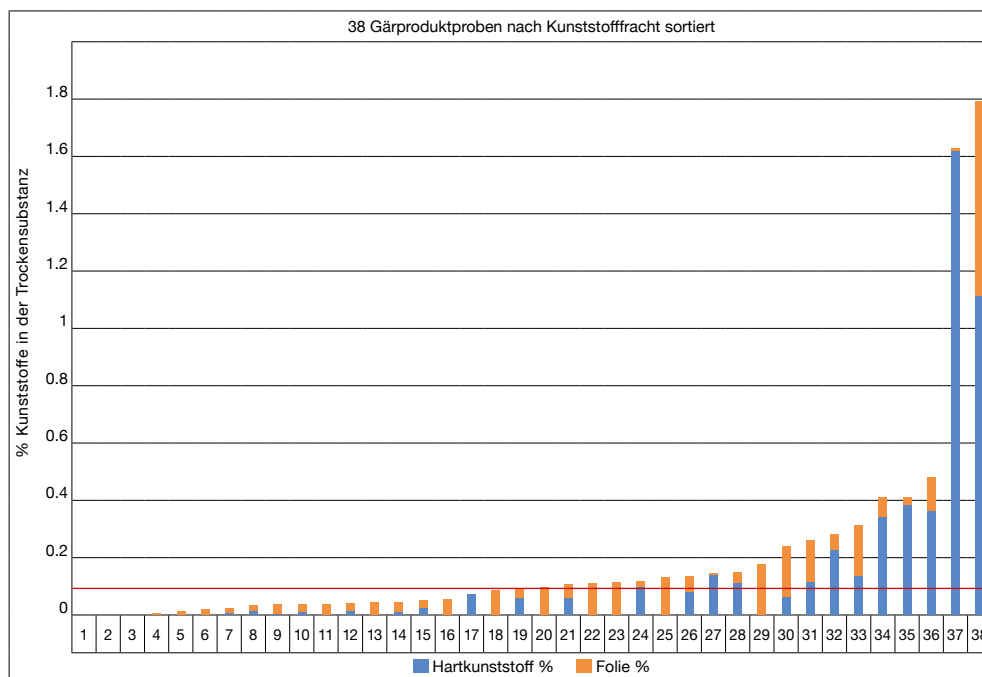
Tab. 5:
Statistik 2018 zu den
Fremdstoffgehalten in
Komposten und
Vergärungsprodukten
> 2 mm

%-Gehalte in der TS	Glas %	Hartkunststoff %	Folie %	Metall %	Kunststoff, gesamt %	Fremdstoffe, gesamt %
Median	0.000	0.005	0.012	0.000	0.031	0.046
Mittelwert	0.022	0.056	0.036	0.011	0.091	0.124
Standardabweichung	0.062	0.183	0.072	0.051	0.224	0.247
Minimum	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Maximum	27.53	1.616	0.678	0.507	1.791	1.824

In Tabelle 5 sind die gesamten Fremdstoffgehalte grösser als 2 mm Siebdurchmesser dargestellt. Zu den Darstellungen im Median muss erwähnt werden, dass bei dieser Statistik gleich viele Werte oberhalb wie unterhalb dieses Zentralwertes liegen. Daher kann die Summe anders sein als der Zentralwert der Summe der beiden Datenreihen.

5.3.2 Einzelresultate zu den einzelnen Produktkategorien

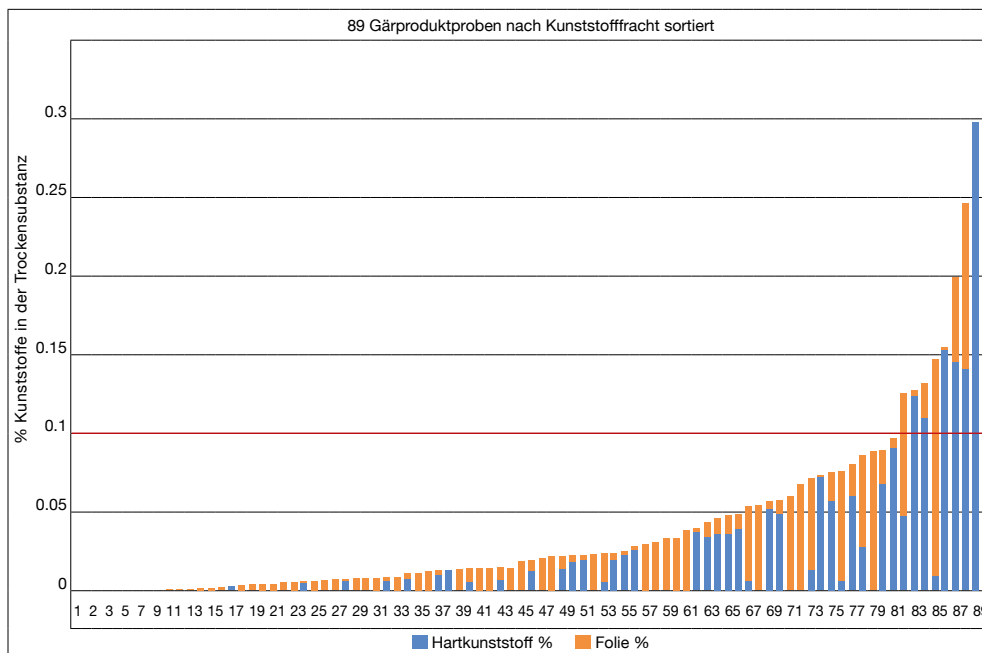
Abb. 18:
Kunststoffgehalte in
38 Gärprodukten im
Vergleich zu den
ChemRRV-Anforderungen



18 der 38 Proben von Gärprodukten liegen über den Anforderungen zum Kunststoffgehalt und drei Proben überschreiten die Limite zum gesamten Fremdstoffgehalt in der ChemRRV (Abbildung 18). Auffällig dabei ist, dass mit wenigen Ausnahmen der Anteil des Hartplastiks bei den höher belasteten Proben die gewichtigere Rolle spielt.

Eine von 6 Proben Gärmist hat die Anforderungen zum Kunststoff nicht eingehalten; keine dieser Proben hat die Limite zum gesamten Fremdstoffgehalt in der ChemRRV überschritten. Die Herkunft bei dieser Kunststofffracht konnte auf Anlieferungen aus einem mit Hammermühle entpackenden Betrieb geklärt werden. Die entsprechenden Informationen sind den Akteuren bekannt und es wurden Gespräche zur Verhinderung der Verschleppung der Kunststoffe geführt.

Abb. 19:
Kunststoffgehalte in
Komposten im Vergleich
zu den ChemRRV-
Anforderungen



Neun von 89 Kompostproben (Abbildung 19) liegen über den Anforderungen zum Kunststoffgehalt und eine Probe überschreitet die Limite zum gesamten Fremdstoffgehalt in der ChemRRV. Die Herkunft der hohen Kunst- und Fremdstofffrachten konnte etwa zur Hälfte mit vernässten und ungesiebten Proben erklärt werden. Falls wie bei der Feldrandkompostierung nicht gesiebt wird oder nicht gesiebt werden kann, ist der Fleiss der Fremdstoffablese nach den Bearbeitungsschritten der entscheidende Faktor.

Auch bei den Komposten zeigt sich bei der Gruppe der höher belasteten Proben ein grösserer Anteil an Hartkunststoff in der Belastung. Wie die Hartkunststoffe aus der Kompostmatrix zu entfernen sind, stellt eine komplexe Aufgabe dar.

Die Methode, welche am ehesten Erfolge verspricht, ist die Auslese vor jeglichem Zerkleinerungsschritt und eine starke Sensibilisierung, dass Hartkunststoff nicht zu den biogenen Abfällen beigegeben werden darf.

Die Untersuchungen von 2018 zeigen, dass festes Gärgut eine bedeutend höhere Belastung aufweist und dort prioritär nach Lösungen gesucht werden muss. Ein praktischer Grund dürfte die Ursache für dieses Ergebnis sein: Das feste Gärgut weist nach der Separierung einen Trockensubstanzgehalt von 40 bis 50% auf. Bei feuchtem Material trennt sich Kunststoff auch bei bester Siebtechnik nicht gut von der faserigen Struktur des festen Gärguts. Daher wird in der Branche darüber diskutiert, ob ein Trocknungs- oder ein kurzer Kompostierungsprozess vor der Siebung zu einer Verbesserung des Siebresultats führen würde. Es gibt dazu bereits positive Praxisbeispiele, die hoffentlich Schule machen.

5.3.3 Vergleich der Ergebnisse 2017 und 2018 in Bezug zur ChemRRV

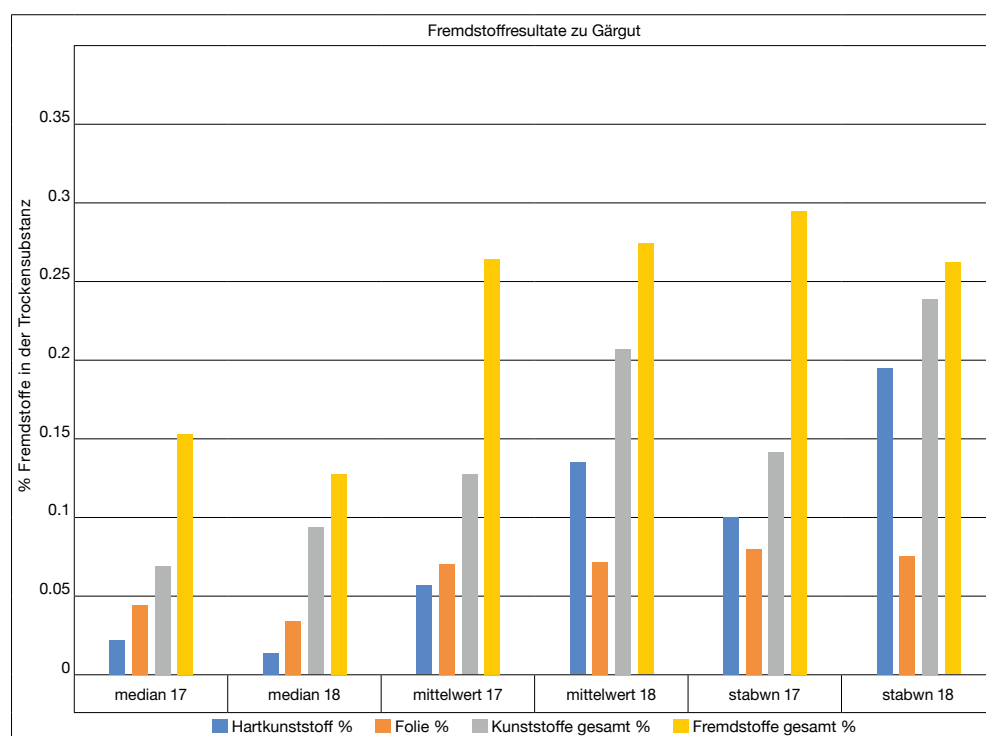
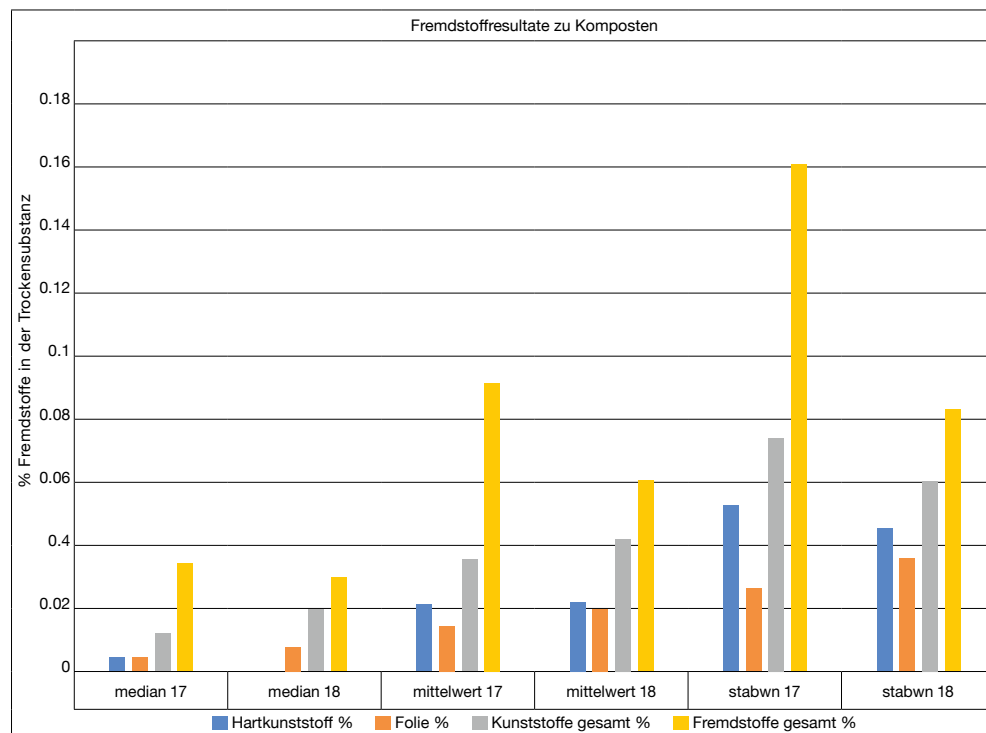


Abb. 20: Statistikvergleich der Fremdstoffresultate zu Gärgut im 2017 und 2018

Als Basis für den Statistikvergleich wurden von der Untersuchung 2017 nur die Resultate der Fraktion > 2 mm herangezogen, damit die beiden Resultate auf gleicher Ebene vergleichbar sind. Das Gesamtbild aus dem Vergleich zeigt keinen klaren Trend. Praktisch gleich geblieben sind die Resultate von Folienkunststoff, stärker schwankend zeigen sich die Werte für Hartplastik. Aufgrund dieser Grafik wird von ähnlichen Verhältnissen in den beiden Jahren gesprochen. Was Sorgen bereiten muss, sind die regelmässig hohen Kunststoffgehalte in den Gärprodukten: Die Medianwerte liegen zwar knapp unter den ChemRRV-Anforderungen, jedoch liegen bereits die Mittelwerte über den Anforderungen. Im Bereich der Kunststoffgehalte müssen in den nächsten Jahren grosse Anstrengungen unternommen werden, damit die ChemRRV-Anforderungen eingehalten werden können. Genau dies fordert das Label Biosuisse im Entwurf der Richtlinien für den Pflanzenbau und die Tierhaltung ab dem Jahr 2020: Produkte, welche im Biolandbau ab 2020 eingesetzt werden wollen, müssen belegen können, dass die ChemRRV-Anforderungen eingehalten werden. Auf das Jahr 2023 sieht Biosuisse vor, noch maximal die halben Werte der ChemRRV-Anforderungen zu tolerieren. Als Umsetzungsinstrument ist die Betriebsmittelliste vorgesehen.

Abb. 21:
Statistikvergleich der
Fremdstoffresultate
zu Komposten im 2017
und 2018



Für den Statistikvergleich zu Kompost wurden wie bei Gärprodukten von der Untersuchung 2017 nur die Resultate der Fraktion > 2 mm verwendet. Das Gesamtbild aus dem Vergleich zeigt auch hier keinen klaren Trend. Praktisch gleich geblieben sind die Resultate von Folienkunststoff, stärker schwankend zeigen sich die Werte für Hartplastik. Dieser Grafik kann entnommen werden, dass in den beiden Jahren von ähnlichen Verhältnissen gesprochen werden kann.

5.3.4 Beurteilung zur aktuellen Situation

Wie es schon im letzten Jahr sichtbar war, liegt das allgemeine Niveau der Kunststoff- und der gesamten Fremdstoffgehalte bei Komposten klar tiefer als bei den Vergärungsprodukten. Aber auch noch rund jede zehnte Kompostprobe überschreitet die ChemRRV-Anforderungen bezüglich der Kunststoffgehalte. Die Ergebnisse der Untersuchung 2017 zeigten, dass mehr als 43% der Proben von festem Gärgut die Anforderungen bezüglich Kunststoffgehalten nicht einhalten. Im Jahr 2018 wurden etwas weniger Vergärungsprodukte untersucht, jedoch haben 47% der Proben die ChemRRV-Anforderungen bezüglich der Kunststoffgehalte überschritten.

Nachdem das zweite Jahr in Folge die hohen Kunststoffgehalte in Vergärungsprodukten bestätigt wurden, scheint der Handlungsbedarf unbestritten. Als Gegenmassnahme werden auf verschiedenen Anlagen neue Trenntechniken installiert und getestet. In den nächsten Jahren wird von den Ergebnissen über Erfolg oder Misserfolg zu berichten sein.

Viele Anlagenbetreiber versuchen, das Problem an der Quelle anzugehen. Mit Aufklärungskampagnen wird die Bevölkerung auf die zunehmende Problematik der Fremdstoffe sensibilisiert. Zudem wird vermehrt darauf hingearbeitet, dass mit Fremdstoffen verschmutzte Grünabfallcontainer gar nicht mehr geleert werden.

In einem praktischen Siebttest mit frischem Gärgut sind die Grenzen der Siebfähigkeit direkt nach der Separierung aufgezeigt worden: Es wurde im Anschluss die Frage gestellt, ob das feste Gärgut zuerst getrocknet oder nachkompostiert werden soll, um nachher bessere Siebresultate zu ermöglichen. Bereits mehrere Kompogasanlagen in der Schweiz wenden dieses Vorgehen an und auch im nahen Ausland ist dieses Vorgehen verbreitet. Allerdings haben viele bestehende Anlagen nicht genügende Platzreserven für eine solche Nachbehandlung. In solchen Fällen muss allenfalls eine Verschiebung dieses Arbeitsschritts auf andere Anlagen ins Auge gefasst werden.

Die obige Analyse zeigt, dass im Bereich der Fremdstoffreduktion die grösstmöglichen Anstrengungen notwendig sind, um den Ruf der Produkte nicht weiter zu schädigen. Vor allem Kunststoffe haben in der öffentlichen Meinung einen so stark belasteten Ruf, dass alle Möglichkeiten zur Reduktion ergriffen werden müssen. Das Mindestziel lautet dabei: Erfüllen der Anforderungen der ChemRRV. Eine Übersicht zu möglichen Fremdstoffreduktionen in biogenen Abfällen findet sich in der Vollzugshilfe des BAFU.

**5.4 AUSWERTUNGEN DER FREMDSTOFFGEHALTE 2018
IN KOMPOSTEN UND FESTEN VERGÄRUNGSPRODUKTEN**

Je nach Verfahren gibt es im Verlauf der Behandlung von der Annahme bis zum Produkt mehrere Möglichkeiten, die Fremdstoffe abzutrennen. Je weniger technische Möglichkeiten zur Verfügung stehen, umso tiefer sollte die Anfangsbelastung sein. Die hauptsächlichsten Auslesemöglichkeiten im Verlauf der Verarbeitung sind:

- Bei der Annahme
- Vor der Zerkleinerung
- Nach der Zerkleinerung vor dem biologischen Prozess
- Nach dem biologischen Prozess (bei Fest-/Flüssigtrennung)
- Nach der Ausreifung / Nachkompostierung

Neben den Auslesemöglichkeiten im Verlauf der Verarbeitung unterscheiden sich auch die Auslesetechniken. In der Tabelle 6 sind sie zeitlich aufgeführt. In der Praxis bedeutet das nach Verfahren:

	Bei Annahme	Vor Zerkleinerung	Nach Zerkleinerung	Während, nach biol. Prozess	Nachreifung, Nachkompostierung / Lager
Feldrandkompostierung	Händisch	Händisch	Händisch	Nach Umsetzen Händisch	Händisch
Co-Vergärung	X	X			
Vergärung	Händisch	Händisch	Sternsieb	Siebung nach der Separation	Siebung, Windsichtung
Platz-, Boxenkompostierung	Händisch	Händisch		Nach Umsetzen Händisch	Siebung, Windsichtung

Tab. 6:
Auslesetechniken nach
Verfahren und
Verarbeitungsablauf

5.4.1 Ausleseverfahren bei der Feldrandkompostierung

Bei der Feldrandkompostierung ist die Auslese von Hand auf den meisten Betrieben die einzige Massnahme. Das grösste Augenmerk gilt daher der Minimierung der Fremdstoffe vor der Annahme. Aus diesem Grund lässt sich erklären, dass viele Betriebe die Annahme von biologisch abbaubaren Kompostsäcken ablehnen. Auch die Rückweisung von zu stark verschmutzten Chargen ist dort möglich, wo die Verarbeiter in den Sammelprozess involviert sind. Nur selten kommt bei der Feldrandkompostierung ein Sieb zum Einsatz, weil dafür die Logistik am Feldrand zu schwierig ist.

5.4.2 Ausleseverfahren bei der Co-Vergärung

Weil in die Co-Vergärung vor allem Material landwirtschaftlicher Herkunft gelangt, fehlen die Fremdstoffe in einem Grossteil des Materials am Eingang. Aus dieser Situation erklärt sich auch eine relativ schwach aufgestellte Auslesetechnik. Strohschnüre und einzelne Stücke von Siloballenplastik werden händisch entfernt. Eine Gefahr besteht in den Co-Vergärungsanlagen, welche Intensivzerkleinerer einsetzen: Wenn Kunststoffe in diese Intensivzerkleinerer (auch als «grinder» oder «Querstromzerspanner» bezeichnet) geraten, dann werden sie in so kleine Stücke zermalmt, dass sie nachher kaum mehr ausgelesen werden können. Eine weitere Gefahr besteht in der Annahme von Material, das zum Beispiel über eine Entpackung mit Hammermühle einen zu hohen Fremdstoffanteil in feinen Partikeln enthält. Falls die Co-Vergärung nach der Vergärung eine Fest-/Flüssig-Separierung vornimmt, ist der Feststoff häufig mit Fremdstoffgehalten über den ChemRRV-Anforderungen belastet.

5.4.3 Ausleseverfahren bei der Feststoff-Vergärung

Sowohl in der Boxen- als auch in der Pfropfstromvergärung wird etwa zur Hälfte Material aus den kommunalen Sammeldienste verarbeitet. Je nach Siedlungsstruktur überwiegen in städtischen Siedlungen und in Agglomerationen hohe Fremdstoffgehalte im Material. Mit einem Ablad im ebenerdigen Flachbunker ist direkt eine händische Auslese möglich, die jedoch nie alles vollständig auslesen kann, Falls direkt in einen Tiefbunker gekippt wird, entfällt diese Möglichkeit. Weit verbreitet sind dort langsam drehende Schraubenmühlen mit anschliessendem Sternsieb. Der Siebüberlauf fällt leider bei einigen Anlagen wieder in den Bunker zurück und wird weiter zerkleinert, was einer effizienten Auslese entgegenwirkt, weil die Plastikstücke mit jedem Zerkleinerungsschritt kleiner werden.

Nach der Vergärung folgt bei den Pfropfstromverfahren häufig eine Siebung mit relativ feuchtem Material von 40 bis 50% Trockensubstanz. Die effektive Trennleistung in so feuchtem Material hat sich trotz technischer Weiterentwicklungen der Siebtechnik mit Spannwellensieb usw. als ungenügend erwiesen. Daher lautet die Empfehlung zurzeit, einen Trocknungsschritt oder eine Nachkompostierung vor dem Siebschritt einzufügen.

5.4.4 Ausleseverfahren bei der Platzkompostierung inklusive Hallen und Boxen

Je nach Ausrichtung besteht das Verarbeitungsmaterial in Boxen-, Hallen- und Platzkompostierungen auch zu einem wichtigen Teil aus dem kommunalen Sammeldienst. Bei hoher Fremdstoffbelastung ist ähnlich wie bei der Feststoff-Vergärung ein maschineller Auslese-schritt vor dem biologischen Prozess verbreitet. Weil das Material bei der Kompostierung durch Eigenerwärmung austrocknet, kann mit der Befeuchtung eine optimale Siebtrockenheit angesteuert werden. Allerdings braucht es für den biologischen Prozess auch eine genügende Feuchte, daher muss in der Reifungsphase mit genügend gedeckten Lagerflächen eine Ver-nässung verhindert werden. Weil die Komposte bei der Siebung meist in einer für die Trenn-techniken günstigen Trockenheit vorliegen, haben sie weniger mit den ChemRRV-Anforderungen zu kämpfen als das feuchtere feste Gärgut. Dennoch ist eine Weiterentwicklung der Siebtechniken im Gang, die es zu verfolgen gilt, denn diese kostet zusätzlich.

Die Siebung von Komposten für den Gartenbau sowie für Erdenwerke stellt die höchsten Ansprüche, die Produkte müssen im visuellen Bereich fremdstofffrei sein. Je nach Anwendung kommen Korngrößen zwischen 10 mm und 25 mm zum Einsatz. Je feiner die Korngrösse gewählt wird, desto mehr Fremdstoffe werden durch die Siebung abgetrennt. Eine feinere Siebung steigert jedoch auch den Anteil an organischem Material, welches vom Produkt abgetrennt wird. Die Verwertung der Siebüberlauf-Materialien wirkt auch als Kostentreiber, deshalb werden mit Windsichtern leichte, flächige Fremdstoffe (vor allem Kunststofffolien) aus dem Siebüberlauf abgetrennt. Die Feinfraktion von Kompost kann nicht mit Windsichtern behandelt werden. Ein durch ein Gebläse generierter Luftstrom lässt Folien abheben und befördert sie aus dem Strom des organischen Materials. Bei diesem Vorgang wird ein grösserer Anteil an Kunststofffolien aus dem Siebüberlauf entfernt. Dabei sind Schnüre, welche mit dem Holz verhängt sind, für die Windsichtung ein grosses Hindernis.

5.5 FOLGERUNGEN ZU DEN FREMDSTOFFDISKUSSIONEN

Die Fremdstoffe in den Produkten reduzieren den Marktwert. Folglich ist es das Ziel jedes Produzenten, den Gehalt möglichst gering zu halten. Für Verkaufsware wird die Latte sogar so hoch gelegt, dass «keine sichtbaren Fremdstoffe» gefordert werden. Neben einer strengen Kontrolle beim angelieferten Material ist es eine Fleissaufgabe, möglichst effizient bei jedem Verarbeitungsschritt die möglichst unzerkleinerten Fremdstoffe auszulesen. Keine nachhaltige Lösung ist es, die Fremdstoffe möglichst fein zu zerkleinern, denn neue Analysemethoden werden diese auch detektieren.

Im Sinne einer langfristigen Marktorientierung ist jeder Betrieb dazu angehalten, die Schwachstellen zu analysieren und die entsprechenden Massnahmen zu ergreifen. Die Bilder aus der Analyse können helfen, die Schwachstellen zu finden. Eine Untersuchung der Fraktion < 1 mm an der EMPA hat keine quantitativ verwertbaren Ergebnisse gebracht. Aber weil die Menge an Material < 1 mm auch sehr klein ist und darin nur geringe Kunststoffanteile festgestellt wurden, liegt der Focus nicht vor allem auf diesem Punkt. Es wird eine Forschungsaufgabe sein, zu dieser Frage eine plausible Antwort zu finden.

Für den Vollzug der ChemRRV-Anforderungen in den kommenden Jahren ist das Vorgehen noch unklar: Einerseits ist die Rollenverteilung bei Probenahme noch nicht geklärt, andererseits ist auch bezüglich der Methoden der Fremdstoffuntersuchung noch einiges offen. Um die Entwicklung der Fremdstoffgehalte über die Jahre weiter zu verfolgen, wäre eine regelmässige Untersuchung die Voraussetzung. Allerdings scheint in diesem Zusammenhang die Fremdbeprobung von zentraler Bedeutung, weil sonst die gut sichtbaren Fremdstoffe vor dem Versand aus den Proben entfernt werden können.

Die Untersuchungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass die Fremdstoffanalyse nach den Vorgaben der deutschen Bundesgütegemeinschaft Kompost eine recht zuverlässige Methode ist, welche die Hauptprobleme bei den verschiedenen Produkten zuverlässig aufzeigt. Solange uns Forschung und Technik keine viel einfacheren und günstigeren Methoden zur Fremdstoffbestimmung vorlegen, soll mit dieser Methode weitergefahren werden. In einem potentiellen Streitfall muss die Grenze zwischen erfüllten und nicht erfüllten Anforderungen der ChemRRV klar gezogen werden können. Aus den Erfahrungen nach rund 300 untersuchten Proben aus der Schweiz in den letzten Jahren scheint diese Voraussetzung erfüllt und ein Vollzug nach der deutschen Methode machbar. Die Entwicklung soll aufmerksam weiterverfolgt werden.

LITERATUR UND QUELLEN

BAFU Hrsg (2018)	Liste der zur Kompostierung oder Vergärung geeigneten Abfälle. Teil des Moduls Biogene Abfälle der Vollzugs-hilfe zur Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1826: 20 S.
Bundesamt für Umwelt (BAFU) (2018)	Statistik andere kontrollpflichtige Abfälle 2006–2016
BUS (1991)	Stand und Entwicklung der Kompostierung in der Schweiz Schriftenreihe Nr. 151
ChemRRV (SR 814.81), Anhang 2.6	Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung
CVIS (seit 2009)	Datenbank des Vereins Inspektorat Kompostier- und Vergärungsanlagen in der Schweiz mit zusätzlichen Informationen im ungeschützten Bereich
DüV (SR 916.171) Art. 24b	Düngerverordnung
DZV (SR 910.13) Anhang 1, 2.1	Direktzahlungsverordnung, Suissebilanz mit Modul 8
Inspektorat der Biogas- und Kompostbranche (2018)	Jahresbericht zu den Inspektionen im Jahr 2018, Verein Inspektorat, download unter CVIS.ch
Inspektorat der Biogas- und Kompostbranche (2017)	Fremdstoffbericht im Auftrag des BAFU, Dez. 2017, download unter CVIS.ch
Mandaliev, P.; Schleiss, K. (2016)	Kompostier- und Vergärungsanlagen. Erhebung in der Schweiz und in Lichtenstein. Bundesamt für Umwelt, Bern.
Schleiss et al (2010)	Schweizerische Qualitätsrichtlinie 2010 der Branche für Kompost und Gärgut, im Auftrag der Inspektorats-kommission, Münchenbuchsee. download unter CVIS.ch
Suisse-Bilanz, Modul 8 (Dez. 2018)	Wegleitung zur Handhabung von Vergärungsprodukten in der Suisse-Bilanz
TVA (SR 814.600) Art 43 ff	Technische Verordnung über Abfälle
VVEA (SR 814.600)	Verordnung zur Vermeidung und Entsorgung von Abfällen

GLOSSAR UND ABKÜRZUNGEN

ARA	Abwasserreinigungsanlage
Art.	Artikel
AWEL	Amt für Wasser, Energie und Luft, Baudirektion, Kanton Zürich
BAFU	Bundesamt für Umwelt, früher BUWAL
BFE	Bundesamt für Energie
BHKW	Blockheizkraftwerk
Biogene Abfälle:	Abfälle pflanzlicher, tierischer oder mikrobieller Herkunft
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
ChemRRV	Chemikalien-Risiko-Reduktions-Verordnung
Co-Substrat	Der Hauptanteil in der Biogasanlage verarbeiteten Biomasse ist Gülle und Mist von Landwirtschaftsbetrieben, der Rest sind diverse Co-Substrate meist aus der lebensmittelverarbeitenden Industrie
CVIS	Datenbank des Inspektorates der Vergär- und Kompostieranlagen der Schweiz
DGVE	Dünger-Grossvieheinheit
DüV	Düngerverordnung
FL	Fürstentum Lichtenstein
FS	Frischsubstanz
Gärgülle/ Gärmist:	Hofdünger: Gülle, Mist, Mistwässer, Gülleseparierprodukte, Silosäfte und vergleichbare Abgänge aus der landwirtschaftlichen oder gewerblichen Nutztierhaltung oder dem Pflanzenbau des eigenen oder anderer Landwirtschaftsbetriebe, zusammen mit maximal 20 Prozent Material nicht landwirtschaftlicher Herkunft, in aufbereiteter oder nicht aufbereiteter Form

Gärgut fest und flüssig:	fachgerecht unter Luftabschluss vergärtes pflanzliches, tierisches oder mikrobielles Material; Gärgut ist flüssig, wenn der Gehalt an Trockensubstanz nicht mehr als 20 Prozent beträgt
HODUFLU	Hofdüngerflüsse, Datenbank des BLW zu....
Kompost:	fachgerecht, unter Luftzutritt verrottetes pflanzliches, tierisches oder mikrobielles Material
Positivliste	Liste der zur Kompostierung oder Vergärung geeigneten Abfälle, Teil des Moduls Vollzugshilfen zu biogenen Abfällen
Recyclingdünger:	Dünger pflanzlicher, tierischer, mikrobieller oder mineralischer Herkunft oder aus der Abwasserreinigung
t	Tonne
TS	Trockensubstanz
TVA	Technische Verordnung über Abfälle
VTNP-K1	Verordnung zur Entsorgung tierischer Nebenprodukte, Kategorie 1
VVEA	Verordnung zur Vermeidung und Entsorgung von Abfällen
Zuschlagstoffe	Prozesshilfsmittel, welche nicht als Abfall oder Hofdünger gelten, z.B. Tonerde, Landerde etc.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

- Abb. 1: Massenfluss des Inputs nach Herkunft und des Outputs nach Verwendung in der Landwirtschaft und Paralandwirtschaft und der Energie
- Abb. 2: Verarbeitete Abfallmenge in Tonnen nach Betriebsgrösse im Jahr 2017
- Abb. 3: Vergleich der Inputmengen nach Herkunft in den Jahren 2013 und 2017 in Tonnen
- Abb. 4: Verarbeitete Abfallmenge nach Verfahren im Jahr 2017 in Tonnen
- Abb. 5: Abfall- und Hofdüngermenge nach Verfahren im Jahr 2017 in Tonnen
- Abb. 6: Verarbeitete Mengen in Kilogramm pro Kanton inkl. FL und pro Einwohner
- Abb. 7: Mengen 2017 an verschiedenen Produkten aus der Verarbeitung Gärgut, Kompost, Hofdünger für die ganze Schweiz, pro Kanton, nach Verwendung
- Abb. 8: Produktmengen in m³ nach Verfahren aus der Verarbeitung biogener Abfälle 2017
- Abb. 9: Vergleich der Produktmengen aus der Verarbeitung biogener Abfälle 2013 und 2017
- Abb. 10: Massenfluss Feldrandkompostierung: Input nach Herkunft / Output nach Verwendung
- Abb. 11: Massenfluss Co-Vergärung: Input nach Herkunft / Output nach Verwendung
- Abb. 12: Massenfluss Vergärung: Input nach Herkunft / Output nach Verwendung
- Abb. 13: Massenfluss Platz-Kompostierung: Input nach Herkunft / Output nach Verwendung
- Abb. 14: Menge Co-Substrat in Kläranlagen pro Kanton im Jahr 2017
- Abb. 15: Menge Co-Substrat in den ARA pro Einwohner nach Kanton
- Abb. 16: Menge Co-Substrate in den Kläranlagen aufgeteilt nach Typ
- Abb. 17: Menge Co-Substrate in den ARA aufgeteilt nach Typ und Kanton
- Abb. 18: Kunststoffgehalte in Gärprodukten im Vergleich zu den ChemRRV-Anforderungen
- Abb. 19: Kunststoffgehalte in Komposten im Vergleich zu den ChemRRV-Anforderungen
- Abb. 20: Statistikvergleich der Fremdstoffresultate zu Gärgut im 2017 und 2018
- Abb. 21: Statistikvergleich der Fremdstoffresultate zu Komposten im 2017 und 2018

TABELLENVERZEICHNIS

- Tab. 1: Mengenverteilung beim Input nach Herkunft und nach Verfahren in Tonnen
- Tab. 2: Mengenverteilung beim Input nach Herkunft und nach Verfahren inkl. ARA
- Tab. 3: Mengen an Fettschlamm und Speiseöl in der Datenbank VEVA-online (Quelle BAFU)
- Tab. 4: Mittlere Nährstoffgehalte in den Produkten von in CVIS hochgeladenen Analyseresultaten
- Tab. 5: Statistik 2018 zu Fremdstoffgehalten in Komposten und Vergärungsprodukten > 2 mm
- Tab. 6: Auslesetechniken nach Verfahren und Verarbeitungsablauf