

**UMWEKO GmbH**

Dr. Konrad Schleiss, Weinbergstr. 46,  
2540 Grenchen,  
Tel: 032/ 653 29 20  
e-mail: info@umweko.ch  
www.umweko.ch



# Abschlussbericht: Erhebung Schweizer Daten zu Mengen in der Kompostierung

## Bearbeitet durch Konrad Schleiss

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Abteilung Klima, 3003 Bern

Diese Studie wurde im Auftrag des BAFU verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Kontaktpersonen BAFU: Michael Bock und Rainer Kegel

Grenchen, 17. November 2017

Zitiervorschlag:

Schleiss, K. 2017: Erhebung Schweizer Daten zu Mengen in der Kompostierung, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Bern, Schlussbericht, 17.11.2017

## 1 Ausgangslage

Der Geschäftsführer der UMWEKO GmbH ist seit knapp dreissig Jahren im Feld der Behandlung der biogenen Abfälle tätig und es sind bezüglich der verarbeiteten Mengen an biogenen Abfällen in den letzten 25 Jahren mehrere Publikationen dazu entstanden. Eine erste Mengenschätzung der biogenen Abfälle in der Schweiz basiert auf dem Jahr 1988 (arbi/probag 1989), der letzte Bericht zu den verarbeiteten biogenen Abfällen auf dem Jahr 2013 (Mandaliev und Schleiss 2016).

Im Rahmen der Konventionen UNFCCC und CLRTAP liefert das Bundesamt für Umwelt (BAFU) jährlich Berichte zu den Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen der Schweiz ab. Die Daten werden im Emissionsinventar der Schweiz (EMIS) zusammengestellt. Ein entscheidender Faktor zu den Emissionen aus der Kompostierung ist neben den Emissionsfaktoren die kompostierte Menge. Mit diesem Bericht soll eine Lücke vor allem bei der Datenbasis zu den kompostierten Mengen nach den Verfahren der gewerblich-industriellen, der Feldrand- und der Hausgartenkompostierung geschlossen werden. Zusätzlich werden auch die wichtigsten Literaturquellen zu den Emissionsfaktoren mit einer Wertung der empfohlenen Faktoren zusammengestellt.

Im vorliegenden Bericht werden folgende Arbeiten ausgeführt:

- Beschreibung der in der Schweiz üblichen Verfahren zur Kompostierung.
- Darstellen Datenreihen zu den verschiedenen Kompostierungsverfahren mit Angabe der Quellen und Schätzungsgrundlagen.
- Beschreiben der Abgrenzung zu den anaeroben Vergärungsverfahren, welche auf die Verarbeitung von ähnlichen biogenen Abfällen zielen.
- Schätzen und begründen der Mengen in der Eigen- oder Hausgartenkompostierung
- Zu den verschiedenen Verfahren werden Jahresleistungen über die letzten 30 Jahre beschrieben und begründet.
- Es werden plausible Emissionsfaktoren aufgrund der zitierten Literatur vorgeschlagen.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Geschichtlicher Abriss und Ausblick zur Datenerfassung

Bis rund 1980 war in der Schweiz noch die sogenannte „Müllkompostierung“ verbreitet. Im Jahr 1986 wurde auf gesetzlicher Ebene die Dünger-Verwendung der daraus entstehenden Komposte mittels Schwermetallgrenzwerten in der Stoffverordnung (seit 2000 ChemRRV) verboten. Nachher entstand ein neuer Industriezweig mit separater Verarbeitung der biogenen Abfälle. Im Jahr 1989 wurde von der Arbeitsgemeinschaft arbi/probag eine grobe Mengenschätzung auf der Basis des Jahres 1988 abgegeben. Darauf basierend wurde ein erster Erhebungsauftrag zu den Mengen erteilt: Daraus resultierte der BUWAL-Bericht Stand und Entwicklung der Kompostierung in der Schweiz 1991. Schriftenreihe Umwelt Nr. 151 Abfälle“. Im Jahr 1993 wurde dieser Bericht aktualisiert. Seit 1991 hat Konrad Schleiss im Auftrag des AWEL des Kantons Zürich die Mengenentwicklung auf den Kompostier- und später auch der Vergärungsanlagen erhoben und die Betriebe kontrolliert. Dazu gibt es eine lückenlose Reihe von Jahresberichten. Im Jahr 2000 wurde zu diesem Untersuchungsraum auch die ETH-Dissertation, Nr 13476 von Schleiss Konrad publiziert. Seit 2005 führt der Verein Inspektorat im Rahmen einer Branchenvereinbarung im Auftrag von elf Kantonen die Kontrolle der Kompostier- und Vergärungsanlagen aus. Der Verein Inspektorat Kompostier- und Vergärbranche Schweiz erstellt seit mehr als 10 Jahren Jahresberichte zu den verarbeiteten Mengen der inspizierten Betriebe. Schliesslich wurde im Auftrag des BAFU auf der Basis der Jahre 2010 (Schleiss 2011) und 2013 für die gesamte Schweiz die Menge an biogenen Abfällen erhoben. Im Jahr 2010 wurde nicht genau nach Kompostierung und Vergärung unterschieden, zum Jahr 2013 liegen diese Zahlen nach Verfahren aufgeschlüsselt vor (Mandaliev und Schleiss 2016).

Für die weitergehende Berichterstattung in den nächsten Jahren bietet die Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA), **Art. 6** Berichterstattung folgende Rechtsbasis: 1 Die Kantone erstellen jährlich öffentlich zugängliche Verzeichnisse zu den Abfallmengen auf den Kompostier- und Vergärungsanlagen und stellen diese dem BAFU zu. Zum Vollzug dieser VVEA-Vorgabe wurde ein Datenbankzusammenzug aus den verschiedenen Inspektionsdatenbanken vorbereitet (Datenmanagement Abfall- und Ressourcenwirtschaft Schweiz, DARWIS). Der Vollzug jedoch lässt noch auf sich warten. Weiterhin basieren die Daten auf den Abfallstatistiken der Gemeinden, in

denen die gesammelten Tonnen aufgeführt sind. Die Daten sind folglich nicht wie in diesem Umfeld gefordert, verfahrensbezogen aufgeschlüsselt. Es wird voraussichtlich weiterhin notwendig sein, die Abfallmengen nach den Verfahren Kompostierung, Vergärung und thermische Nutzung aufzuteilen.

## 2.2 In der Schweiz angewandte Verfahren zur Kompostierung

Definition „Kompostierung“: aerobe Behandlung von biogenen Abfällen (im Gegensatz zu Vergärung als anaerobe Behandlung); sie leistet überwiegend einen mikrobiellen Ab- und Umbau und stabilisiert feste biogenen Abfälle zum Produkt „Kompost“.

Verfahren (gemäss Mandaliev und Schleiss, BAFU 2016):

Als hauptsächliche Verarbeitungsverfahren verarbeiten die Platzkompostierung (**gewerblich-industrielle Kompostierung**) und die Feststoffvergärung zusammen über 80% der Abfälle, die Feldrandkompostierung und Co-Vergärung weniger als 20% der Abfälle. Die **Feldrandkompostierung** stellt mit 28% viele Anlagen, die aber nur 8% der biogenen Abfälle verarbeiten; das heisst es gibt viele kleine Betriebe. Bei der Feldrandkompostierung findet der biologische Prozess auf gewachsenem Boden entlang von Feldwegen statt. Beim Umsetzen der Mieten soll der Traktor mit dem Hauptgewicht auf dem Weg fahren und den Boden nicht verdichten. Weil die Mieten relativ klein sind und häufig gewendet werden, dürfte dieses Verfahren zu geringen Methanemissionen führen. Allerdings gibt es dazu keine gesicherten Messungen und Daten. Die Menge in der Vergärung hat seit 1992 von 0 auf aktuell mehr als 50% zugenommen. Im Kanton Zürich war die Zunahme zeitlich etwas früher, daher liegt dort die kompostierte Menge aktuell tiefer als vor 20 Jahren. Neben den beiden Verfahren wird seit einigen Jahren noch holziges Material aus den biogenen Abfällen separiert und der thermischen Verwertung zugeführt. Diese Menge macht dann auch keinen biologischen Prozess mit und muss vor der Mengenerhebung subtrahiert werden.

Von der Menge in der Feststoffvergärung wird ein kleiner Teil (ca. 15%) nachkompostiert. Bei den Kompogasanlagen wird am Ende der Vergärung eine Separierung zwischen festem und flüssigem Gärgut durchgeführt. Das flüssige Gärgut wird praktisch vollständig direkt landwirtschaftlich verwertet, vom festen Gärgut, das etwa im gleichen Volumen anfällt, wird im Fall von einer nachfolgenden Kompostierung bei drei Betrieben in der Schweiz regelmässig nachkompostiert. Der Grossteil wird direkt landwirtschaftlich verwertet. Bei der Boxenvergärung, in welchen 2016 weniger als 40'000 Tonnen behandelt wurden, wird die gesamte Menge einer nachfolgenden Kompostierung zugeführt. Im EMIS wird die Nachrotte von primär vergärem Material auch dem Vergärungsprozess angelastet (Prozesse „industriell-gewerbliche Vergärung“ und „landwirtschaftliche Vergärung“). Auch in der Grundlage von gewitra (2015 Cuhls et al) wird dies so ausgeführt, UBA-Texte 39-2015.

In der Landschaftspflege im professionellen und privaten Bereich ist neu häufig das Mulchen ein weit verbreitetes Verfahren, bei dem biogene Reste vor Ort zerkleinert und oberflächlich liegengelassen werden. Wir betrachten diese Mengen nicht als Bestandteil der kompostierten Mengen.

Zuletzt wird auch die Eigenkompostierung oder der bei uns gebräuchlichere Begriff der Hausgartenkompostierung betrachtet. Da es sich gemäss dem Schweizer Abfallbegriff nicht um Abfall handelt (kein Handwechsel), gibt es keine gesicherte oder gemessene Mengenerhebung, sondern nur Schätzungen. Dazu wird aus verschiedenen Quellen eine plausibilisierte Grössenordnung geschätzt. Allerdings bleibt dabei die Unsicherheit sehr hoch. In der Problematik ist dieser Bereich vergleichbar mit der freiwilligen Arbeit im Vergleich zu Erwerbstätigkeiten, es gibt keine verlässliche Erfassung und dennoch ist es ein wichtiger Bestandteil im sozialen Umfeld.

## 3 Vorgehen und Methodik

Das Vorgehen zur Evaluation der Mengen wurde wie folgt gewählt: Für das Jahr 2013 besteht eine gut abgestützte Erhebung der Mengen (Mandaliev P., Schleiss K. 2016). Dabei wurde bei allen Kantonen die Mengen in Tonnen an biogenen Abfällen in den verschiedenen Verfahren abgefragt. Von der Summe der auf den Anlagen gewichtsmässig erfassten Mengen wird separiertes Holz und die

Menge in der Vergärung subtrahiert. Als frühere Fixpunkte für die industrielle Kompostierung gibt es die Erhebungen von 1989 und 1993 (BUWAL 1991 und BUWAL 1994); damals war die Feststoff-Vergärung noch nicht realisiert. Für das Jahr 2000 wird als Stützpunkt der Abfallbericht 2000 (BUWAL 2002) verwendet. In den Folgejahren wurden die in der Vergärung verarbeiteten Mengen subtrahiert. Zusätzlich wurde eine gewisse Holzmenge angenommen und subtrahiert. Zwischen den fixen Datenpunkten über mehr als drei Jahrzehnte wurde interpoliert und von den Witterungseinflüssen abstrahiert. Für die Jahre vor 1989 wurde eine regelmässige Zunahme angenommen. Allerdings ist in diesem Zeitraum die Unsicherheit bedeutend höher, weil keine gesicherten Daten vorliegen. Der Kompostierung wird weiter die geschätzte Menge in der Hausgartenkompostierung angerechnet.

### 3.1 Jahresleistungen

Als Fixpunkte in den Erhebungen gelten die schweizweiten Datenpunkte von 1989, 1993, 2000 und 2013. Bei allen Erhebungen vor 2013 wurde nicht konsequent zwischen Kompostierung und Vergärung unterschieden. Das ist für die Mengen von 1989 nicht relevant, weil dort noch keine abfallverarbeitenden Vergärungsanlagen vorhanden waren. Ab 1993 ist aber die Anzahl der Vergärungsanlagen gestiegen und seither kann die Menge von der Kompostierung getrennt werden.

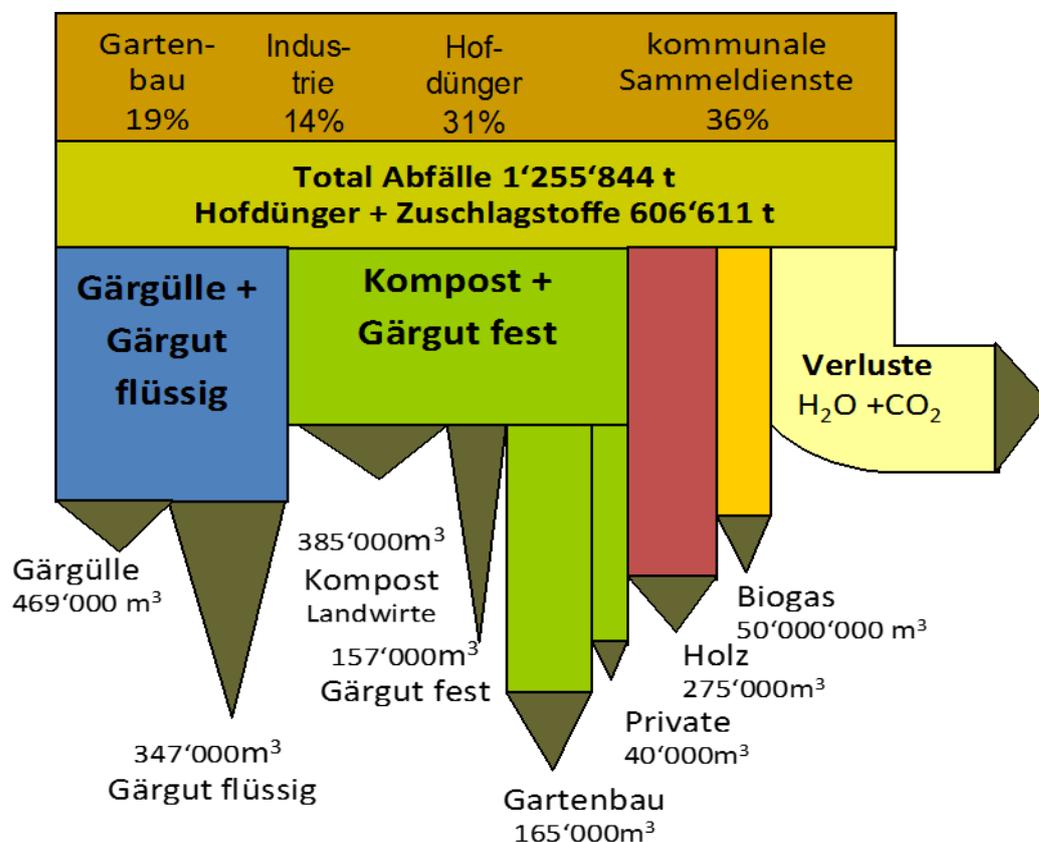


Abb. 1: Massenfluss zum Jahr 2013 in der Schweiz (t Frischgewicht beim Input, m<sup>3</sup> im Output)

In Abbildung 1 ist die Inputseite, die Mengen an biogenen Abfällen, Hofdüngern und Zuschlagstoffen, die auf den Anlagen angeliefert wurden, in Tonnen Frischsubstanz aufgeführt. Auf der Ausgangsseite werden die Produktemengen wie in der Branche üblich in Kubikmetern abgefragt und auch so dargestellt. Übliche Umrechnungsfaktoren sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tab. 1: Umrechnungsfaktoren von Kubikmeter zu Tonnen Produkte

Produkt	1 Kubikmeter (m <sup>3</sup> ) wiegt in t
Gärgülle / Gärgut flüssig	1.00
Gärgut fest / Kompost	0.65
Holz	0.33

Zwei Schwierigkeiten betreffen die Angaben von Zeitreihen: Der Einfluss des Wassergehaltes; dieser ist in einem trockenen Jahr tiefer und in einem nassen Jahr höher, daher schwanken die Erhebungen zum Beispiel im Kanton Zürich (Abb. 2) stärker als in der hier vorliegenden interpolierten Zeitreihe für die gesamte Schweiz.

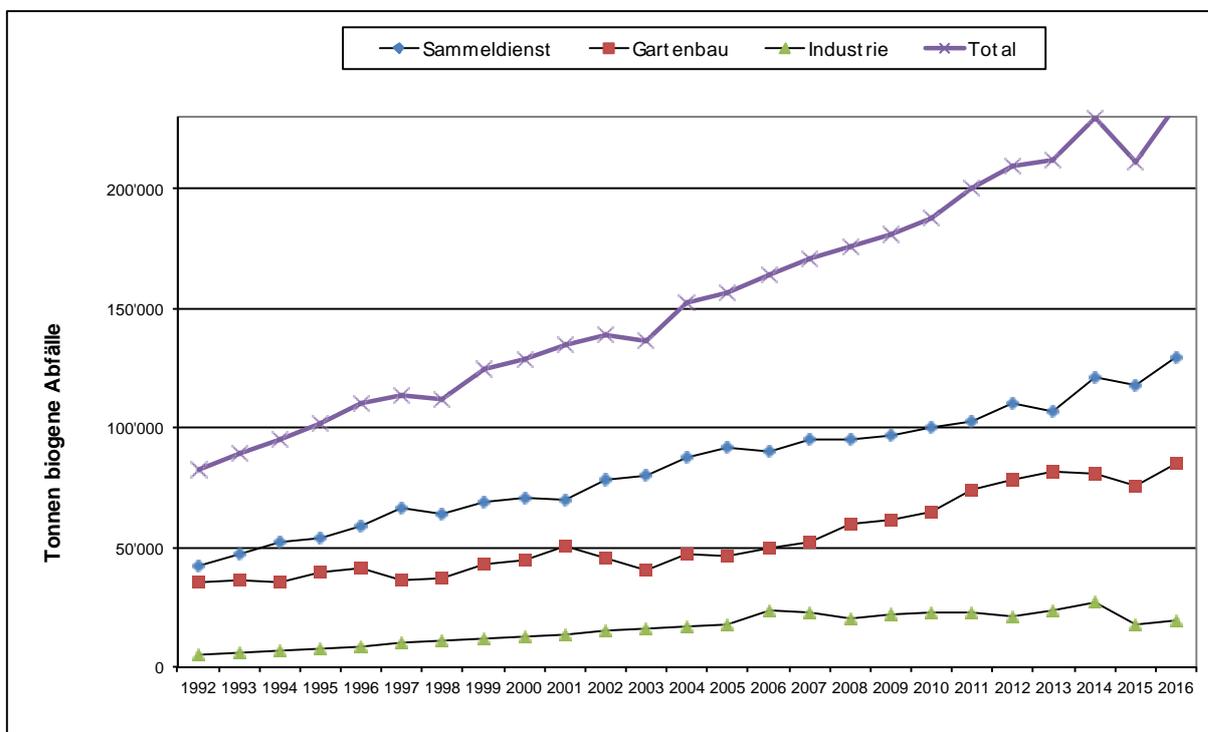


Abb. 2: Entwicklung der mit Kompostierung und Vergärung verarbeiteten biogenen Abfälle im Kanton Zürich

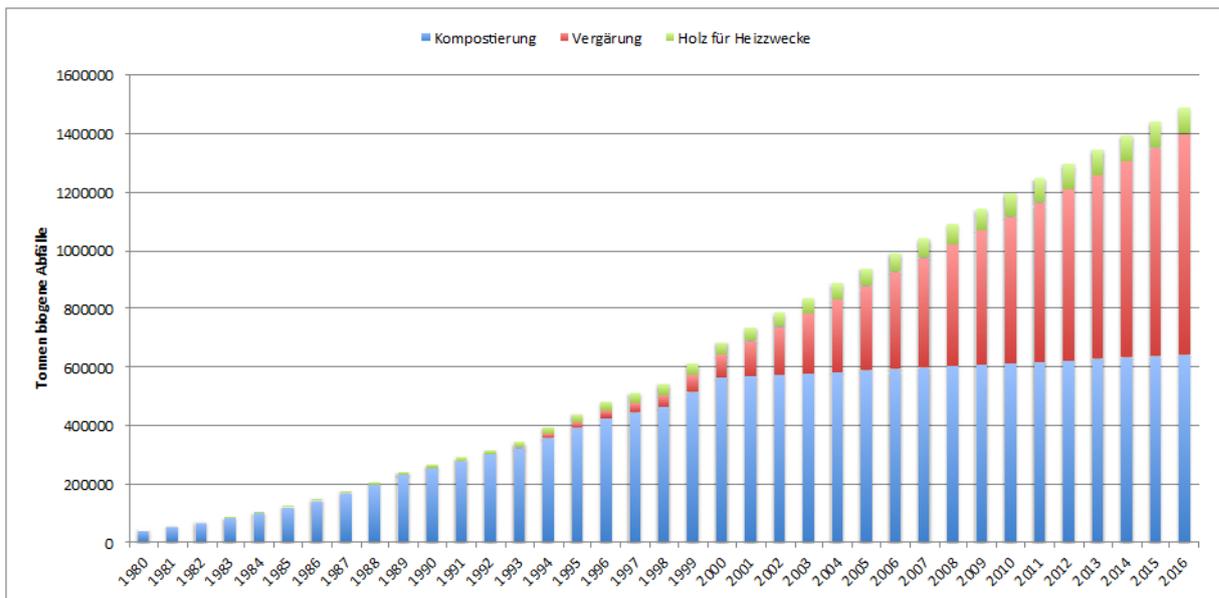
Und als zweites sind die technischen Entwicklungen auch nicht linear: wenn eine grosse Kompostieranlage von einem Jahr auf das andere in eine Vergärung umgebaut wird, gibt das einen Sprung und nicht ein kontinuierliches Bild.

Tab. 2: Anzahl Betriebe und verarbeitete Mengen mit Prozentanteil pro Verfahren 2013 für die gesamte Schweiz (Mandaliev P., Schleiss K. 2016)

Typ, Verfahren	Anzahl Betriebe	Anteil	Tonnen pro Jahr	Anteil
Feldrandkompostierung	104	28.3%	99'256	7.9%
Platzkompostierung	156	42.4%	527'067	42.0%
Co-Vergärung	71	19.3%	138'364	11.0%
Vergärung	27	7.3%	487'681	38.8%
Sammelplatz	10	2.7%	3'517	0.3%
Total	368		1'255'844	

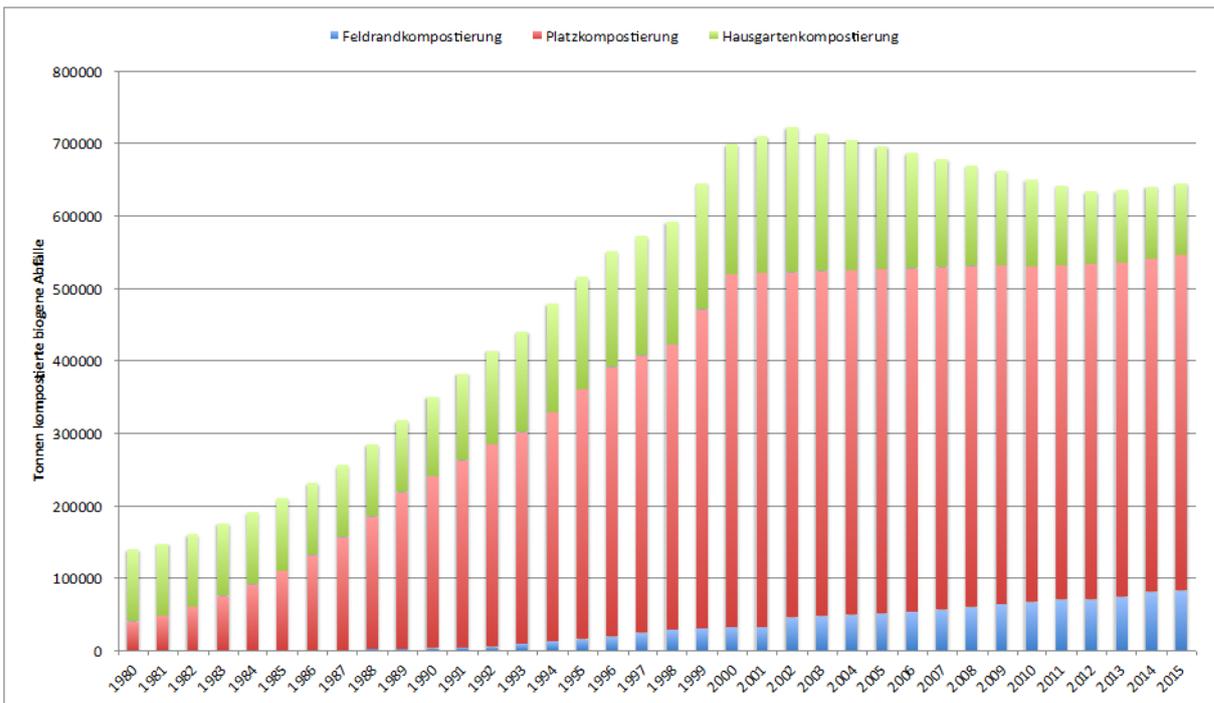
In Tabelle 2 ist der aktuellste Datenstand, welche im Auftrag des BAFU 2013 von den Kompostier- und Vergärungsanlagen in der Schweiz erhoben worden ist (Mandaliev P., Schleiss K. 2016). Dieser Datenstand ist eine gute Datenbasis für die aktuelle Situation. Für die Entwicklung wird in dieser Arbeit aufgrund der Datenpunkte 2013 und 2000 (BUWAL 2002) sowie für frühere Jahre 1993 (BUWAL 1994) und 1989 (BUWAL 1991) mittels Interpolation der Punktdaten eine Zeitreihe errechnet und die biogenen Abfallmengen auf den Anlagen aufgrund der Erhebungen geglättet. Die Erhebungspunkte 2002 (BUWAL 2004) und 2010 (Schleiss 2011) wurden zur Plausibilisierung mitberücksichtigt. Für die Jahre vor 1989 wurde eine regelmässige Zunahme angenommen. Ein Aspekt in dieser Datendarstellung ist noch wichtig: sie ist abfallbezogen, das heisst, es werden die Mengen Abfälle, welche pro Verfahrenstyp angeliefert werden abgebildet. Das heisst aber nicht, dass die gesamte Menge den für das Verfahren typischen biologischen Prozess durchmachen. Speziell bei der Kompostierung hat sich

in den letzten zwanzig Jahren eine Holzseparierung vor allem aus dem Winterschnitt etabliert. Dieses wird an Holzfeuerungen geliefert (siehe Abb.3).



**Abb. 3: Zeitreihe der behandelten Mengen an biogenen Abfällen auf Kompostier- und Vergärungsanlagen für die gesamte Schweiz**

In Abbildung 3 sind die als Abfälle erfassten biogenen Abfälle dargestellt, die auf den Kompostier- und Vergärungsanlagen verarbeitet, bzw. zu Heizzwecken verwendet worden sind. Zur Abgrenzung werden die Holz- und Siebüberlaufmengen, welche der thermischen Verwertung zugeführt werden, von den Mengen der Kompostierung und Vergärung subtrahiert, obwohl sie auf diesen Anlagen angeliefert wurden. Die Datenpunkte für die gesamte Menge an biogenen Abfällen basieren auf Erhebungen bei den Verarbeitungsanlagen, dazwischen wurde linear interpoliert. Die Trennung zwischen Kompostierung und Vergärung wurde nur in der Erhebung von 2013 klar geführt, in früheren Erhebungen ging es um die gesamte Menge an biogenen Abfällen in der Abfallstatistik (Mandaliev P., Schleiss K. 2016). Klar wird aus den verschiedenen Betrachtungen, dass die Platzkompostierung in den letzten fünfzehn Jahren nicht mehr zugenommen hat. Die gesamte Mengenzunahme an biogenen Abfällen wird von der Vergärung aufgenommen.



**Abb. 4: Summe der Verarbeitungsmengen in den verschiedenen Kompostierungsverfahren in Zeitreihen 1980 bis 2015 für die gesamte Schweiz**

Die in Abbildung 4 als Summe der Kompostierung dargestellten Zeitreihen werden unter Kapitel 4 noch einzeln beschrieben und diskutiert. In der Tendenz ist klar, dass die kompostierte Menge in den letzten Jahren nicht mehr angestiegen ist. Die Feldrandkompostierung als örtliche Verarbeitung durch ansässige Landwirte entwickelt sich dabei entgegen dem Trend. Wieweit sie dabei auch vom Rückzug der Hausgartenkompostierung profitiert, lässt sich nicht schlüssig abschätzen.

Für die kommenden Jahre ist bei der Kompostierung auf den Anlagen kaum eine Mengenerhöhung zu erwarten. Zukünftig ist zu erwarten, dass das BAFU aufgrund der VVEA-Forderung und der DARWIS-Anwendung die Jahresmengen an biogenen Abfällen von den Kantonen geliefert bekommt. Für die Schätzungen der Mengen bei den verschiedenen Verwertungswegen wie Kompostierung, Vergärung oder energetische Holznutzung wird empfohlen, die Jahresberichte des Vereins Inspektorat der Branche zu konsultieren. Für die Hausgartenkompostierung wird ein gleichbleibender Verlauf angenommen. Im Trend der arbeitsteiligen Gesellschaft dürfte dabei die Menge längerfristig eher zurückgehen.

### 3.2 Emissionsfaktoren

Die Emissionsfaktoren in den Guidelines (IPCC 2006) und im Guidebook (European Environment Agency 2016) basieren auf einer quasi industriellen Kompostierung. Die Kompostierung in der Schweiz hat sich nach dem faktischen Verbot der Müllkompostierung auf einer gärtnerischen Kompostierung entwickelt. Es gab einen Zwischenschritt, als in den 90-er Jahren auch vermehrt Speiseabfälle kompostiert wurden. Aufgrund von Geruchsemissionen wurden diese Abfälle aber in geschlossene Anlagen und in der Schweiz im Speziellen in Vergärungsanlagen umgeleitet. Die Emissionsfaktoren von Amlinger und Cuhls in der BFE-Studie (Dinkel et al. 2013) sind speziell für Methan aufgrund von Praxismessungen in der Regel bedeutend tiefer als in Guidelines. Für die Schweiz sind die tieferen Werte damit zu erklären, dass nur noch eine beschränkte Art von Abfällen in der Kompostierung behandelt wird. Das Hauptgewicht liegt in der Erzeugung von vermarktungsfähigen Komposten und für diese Bedingung braucht es einen möglichst aeroben Rotteverlauf. Städtische Sammelmateriale mit Speiseresten und vielen Fremdstoffen eignen sich für dieses Vermarktungsziel nicht. Daher wird für Methan der rund viermal tiefere Wert empfohlen, wie er in der BFE-Studie (Dinkel et al. 2013) dargestellt ist. Falls sich an der Rolle der Kompostierung in der Schweizer Abfallwirtschaft nichts ändert, kann mit den vorgeschlagenen Werten auch in Zukunft weitergefahren werden.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Jahresleistungen

#### 4.1.1 Industriell-gewerbliche Kompostierung (Platzkompostierung)

Die Abbildung basiert auf den Erhebungen zu den Jahren 1989, 1993, 2000 und 2013 für das Bundesamt für Umwelt.

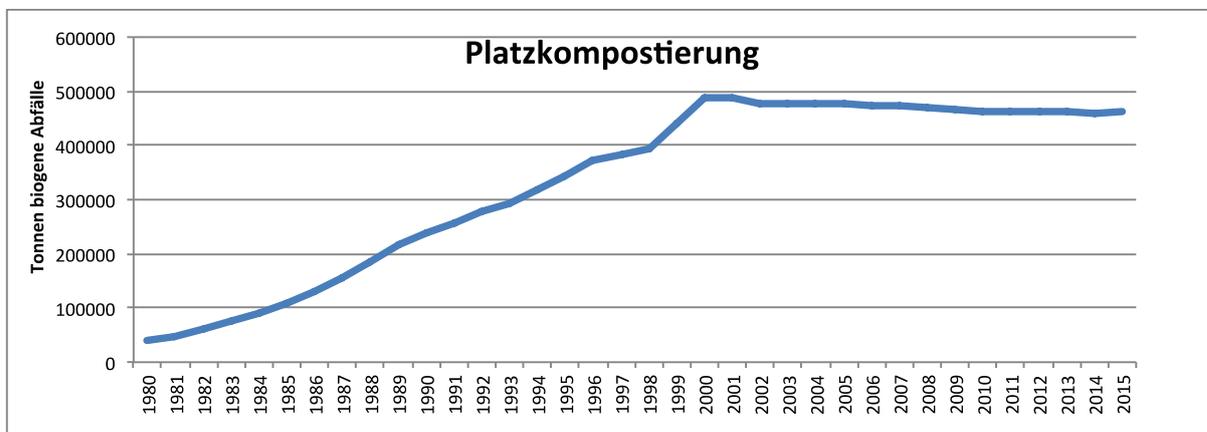


Abb. 5: CH-Zeitreihe für die verarbeiteten Mengen mit Platz-, Hallen- und Boxenkompostierung

Bei den ersten Erhebungen ging es darum, eine Mengenbeurteilung machen zu können. In späteren Jahren wurde auch nach den verschiedenen Verarbeitungsverfahren gefragt. So sind die Angaben zum Jahr 2013 auf die verschiedenen Verfahren aufgeteilt, weshalb hier von einer Unsicherheit im Bereich von 10% auszugehen ist. Sie wird mit ungenauen Wägungen oder mit ungenauen Schätzungen der gelieferten Gewichte auf kleinen Anlagen ohne Waage begründet. Für die Werte zwischen den Erhebungsdaten wurde linear interpoliert und der Einfluss von trockenen oder nassen Jahren nicht berücksichtigt. In Abbildung 2 sind auf den ganzen Kanton Zürich bezogene Daten zu den verarbeiteten Tonnen an biogenen Abfällen dargestellt. Dabei weisen die trockenen Jahre 2003, 2013 und 2015 eine tiefere Zunahme, bzw. 2015 sogar einen Rückgang der Gesamtmenge aus. Ohne Ausnahme war die Mengenzunahme im Folgejahr höher als im längeren Durchschnitt. Die Steigung der gesamten Linie von Anfang bis Ende der Zeitreihe liegt aber in vergleichbarer Höhe.

#### 4.1.2 Feldrandkompostierung

Die Abbildung basiert auf den Erhebungen zu den Jahren 1989, 1993, 2000 und 2013 für das Bundesamt für Umwelt.

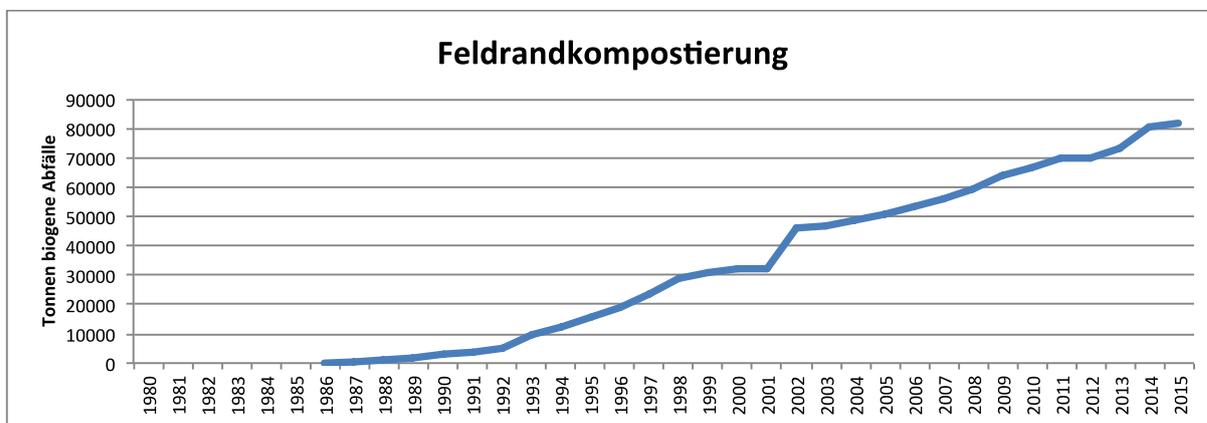


Abb. 6: CH-Zeitreihe für die verarbeiteten Mengen mit der Feldrandkompostierung

Bei der ersten Erhebung existierte der Begriff Feldrandkompostierung als Verfahren noch nicht. In der ersten Hälfte der 90er Jahre wurde das Verfahren als Chance für einen landwirtschaftlichen Nebenerwerb angepriesen. Seither hat es sich in mehr oder weniger regelmässiger Art als Lösung vor allem in ländlichen Gemeinden etabliert. Weil es sich dabei um Betriebe mit wenig Infrastruktur handelt und die Waage in der Regel fehlt, wird hier die Unsicherheit mit rund 20% angegeben. Mit der Feldrandkompostierung wird in der Grössenordnung rund fünf Mal weniger Menge als mit der Platzkompostierung verarbeitet.

#### 4.1.3 Dezentrale Kompostierung, auch Eigenkompostierung oder Hausgartenkompostierung

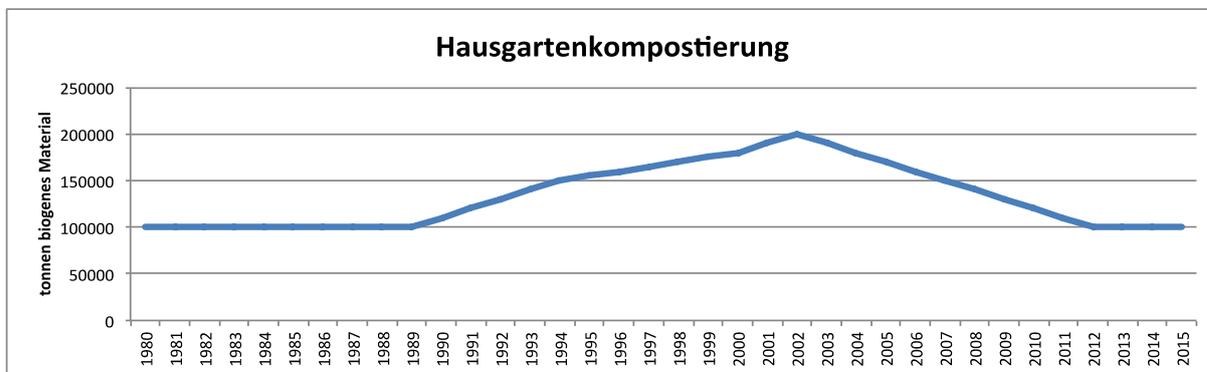
Rene Estermann im Ratgeber für die Grüngutverwertung für Städte und Gemeinden (Kompostforum 2004) schätzte die Mengen per 2002/03 bei rund 40 kg pro Einwohner und Jahr, also gesamthaft für die Schweiz mit rund 300'000 t/a Eigenkompostierung. Für das Jahr 1990 schätzte er eine Menge von rund 10-20 kg pro Einwohner und Jahr, was für die Schweiz ca. 100'000 t/a ergab. Ende der 80-iger/anfangs neunziger Jahre starteten gesamtschweizerisch zahlreiche grosse Förderkampagnen für die dannzumal sogenannte dezentrale Kompostierung (Eigenkompostierung). Diese Kampagnen haben die Eigenkompostierung wohl etwa um den Faktor 2-4 multipliziert. Im Jahr 2017 schätzte René Estermann, dass sich dieser Anteil für die heutigen Verhältnisse wieder reduziert hat auf 20-30 kg/Ew,a, also auf ca. 200'000 t/a für die Schweiz (E-Mail René Estermann 2017).

**Tab. 3: Verschiedene Quellen zu Mengen an biogenen Abfällen und in dezentraler Kompostierung (Eigenkompostierung, Hausgartenkompostierung) in den letzten Jahrzehnten**

Quelle	kg / (Ew*a)	umgerechnet in t/a CH	Bemerkungen
Entsorgung und Recycling Zürich (350'000 Ew) Mengenschätzung 2005	14.1	105882	relativ grobe Schätzung, weil keine effektiven Messungen vorhanden sind
Kompostforum, Ratgeber für Gemeinden und Städte Estermann 2004	40	300000	grobe Schätzung, Biomassenanfall wohl okay, aber wird es auch kompostiert, die Schätzung scheint zu hoch
BIFA, Eigenverwertung von Bioabfällen, Studie Bayern 2015	63.5	476250	Anfallbezogene Menge in Gärten und Haushalten, keine Angabe zum Verwertungsweg
Chan: home composting in Brisbane, Australien, 2010	60	450000	Diese Menge an biogenem Material fällt sicher an, aber wie wird sie behandelt?
Andersen (2010) Seasonal generation and composition of garden waste in Aarhus	132	990000	Nur gewogene Menge an biogenen Abfällen, nicht kompostierte Menge; bei grosser Grünfläche pro Person überrascht diese Menge nicht
Bifa, Anfall pro Jahr und m <sup>2</sup> Grünfläche 2015	200	1600000	bei Annahme von bloss 100 m <sup>2</sup> Grünfläche pro Einwohner und 8 Millionen Einwohnern ergibt das eine viel höhere Menge.
<b>Hausgartenkompostierung Expertenabschätzung</b>		<b>100000</b>	Diese Schätzung umfasst die in Hausgärten und einzelnen Quartieranlagen kompostierte Menge in der Schweiz.

Die vom Kompostforum Schweiz (Estermann) per 2002/03 geschätzten rund 40 kg/(Einwohner\*Jahr) bzw. rund 300'000 t/a dezentral kompostierten Mengen werden als zu hoch erachtet. Sie basierten auf einzelnen Beispielen in Gemeinden und Städten, wobei in keinem Fall eine nachvollziehbare Gewichtserfassung erfolgte. Es ist in der Praxis bekannt, dass die Umrechnungen von geschätzten Volumen auf das Gewicht mit grossen Unsicherheiten einhergehen. Ich schätze aufgrund der Beobachtungen der Entwicklungen in verschiedenen Gemeinden und Städten die Menge auf maximal 200'000 t/a für den gleichen Zeitraum, da nur wenige Städte wie Basel, Luzern, Olten, St. Gallen und Uster sowie Zürich mit Beratung gefördert haben. Weil für 1990 eine Menge von rund 10-20 kg/(Ew\*a) oder ca. 100'000 t/a geschätzt wurde (Kompostforum 2004), dann beurteile ich die Situation heute wie folgt: Durch die starke Förderung über rund zehn Jahre erscheint mir eine Verdoppelung möglich und plausibel. Gleichzeitig wurde mit dem Sammelangebot für biogene Abfälle zurückgehalten. In den letzten zehn Jahren haben jedoch viele Gemeinden und Städte die Sammlung von biogenen Abfällen verstärkt (zum Beispiel Stadt Zürich). Deshalb erscheint es plausibel, dass die aktuelle Eigenkompostierung mit einer ähnlichen Menge wie vor der Förderkampagne anzunehmen ist. In den Evaluationen der Stadt Zürich zur optimalen Bewirtschaftung von biogenen Abfällen hat Entsorgung & Recycling

Zürich (ERZ 2006) die so behandelte Menge für das Jahr 2005 auf 4800 t/a oder ca. 14 kg / (Einwohner\*Jahr) geschätzt. In den Jahren vor diesem Zeitpunkt hatte die Stadt die lokale Kompostierung intensiv gefördert. Ein Teil der Förderung bestand darin, dass vom ERZ Häcksel als Strukturmaterial für die Kompostboxen bezogen werden konnte. Durch diese Zusammenarbeit haben ERZ-Mitarbeiter immer wieder mit der Praxis der dezentralen Kompostierung Kontakt gehabt, was ihnen eine praxisnahe Schätzung erlaubte. Aber auch hier wurden keine belastbaren Gewichtserhebungen zu den behandelten Mengen gemacht.



**Abb. 6: CH-Zeitreihe für die verarbeiteten Mengen mit der Hausgartenkompostierung**

Zur Menge der in der Hausgartenkompostierung verwerteten Menge gibt es die grössten Differenzen. Kreise, welche dieses Verfahren als Königsweg sehen, tendieren die Mengen darin in der Tendenz höher zu schätzen. Das Wort „schätzen“ zeigt das grösste Problem dahinter: die Mengen werden nicht erfasst, weil es sich nach dem Schweizer Abfallbegriff nicht um Abfall handelt (weil der Handwechsel nicht stattfindet, sich der Eigentümer der Stoffe nicht entledigt, gibt es auch keinen Punkt der Eigentumsübertragung, wo eine genaue Ermittlung von Menge oder Gewicht gefragt wäre). Aufgrund dieser Situation wird die Unsicherheit zur Mengenschätzung mit 100% eingesetzt.

#### 4.2 Emissionsfaktoren (EF) und Unsicherheiten

Grundsätzlich sollten für die verschiedenen Kompostierverfahren spezifische Emissionsfaktoren gewählt werden. Dafür liegen für die Schweizer Verhältnisse nicht genügend Untersuchungen vor. Die vorhandenen Messungen bei den Verfahren Platz- und Hausgartenkompostierung (Amlinger 2002, Amlinger 2003, Andersen et al 2010, gewitra 2015) weisen eine sehr grosse Varianz auf, die sich häufig über die Verfahren hinweg überschneiden. Daher schlagen wir vor, gleiche Emissionsfaktoren für alle Verfahren und über die Jahreszeiten zu verwenden, allerdings zusätzlich pro Verfahren die Unsicherheit noch spezifisch zu schätzen.

Für die Platz- und die Feldrandkompostierung kann bei einer Behandlung nach dem Stand der Technik mit gutem Gewissen von gleichen Emissionsfaktoren gesprochen werden. Weil sich aber das Material über die Jahreszeiten verändert, wird auch dafür eine Unsicherheit von 30% eingesetzt. Bei den Emissionsfaktoren für die Hausgartenkompostierung gibt es eine so grosse Heterogenität, dass die Unsicherheit mit 100% vorgeschlagen wird. Begründet wird die Annahme mit dem fehlenden professionellen Standard in der Rotteführung. Damit ist es auch nicht möglich einen Stand der Technik zu bestimmen und zu fordern. In der Freizeitbeschäftigung lassen sich die Menschen ungern in solche Strukturen zwingen.

#### 4.2.1 Industriell-gewerbliche Kompostierung

Tab. 4: Emissionsfaktoren nach Gasen und Referenzen

[g/t]	EMIS 2017	IPCC Guidelines 2006	EEA Guidebook 2016	Edelmann Schleiss 2001	Amlinger Peyr 2003	Dinkel et al BFE 2013
CH <sub>4</sub>	5000	4000		5484-11076	99-1140	1000
N <sub>2</sub> O	70	300		151.6	150-350	50
CO <sub>2</sub> biogen	460'000			260'000	240'000 - 365'000	260'000
NMVOG	1700					
NH <sub>3</sub>	100		240	26-528		500
CO				69		
NO <sub>x</sub>				29-245		

Zu CH<sub>4</sub>: Am Expertenworkshop vom Mai 2011 in Baden (Dinkel et al. 2013), wo die meisten zitierten Fachleute anwesend waren, wurden die Methanemissionswerte von Edelmann et al. (2001) als zu hoch bewertet und es gab explizit die Frage nach der verwendeten Messtechnologie: Die Vermutung wurde geäussert, dass das verwendete Messgerät nicht für so tiefe Methankonzentrationen geeignet war (leider fehlten die dafür notwendigen Kalibrierungsmessungen). An diesem Workshop wurden auch die best-guess-Werte von Dinkel et al. (2013) erarbeitet, die im Bericht für das Bundesamt für Energie übernommen wurden und diese Werte werden hier empfohlen.

Zu N<sub>2</sub>O: Die Lachgasemissionen entstehen häufig im Zusammenhang mit Biofiltern, wo über hohe Ammoniak-Inputs ein Stickstoffüberschuss entsteht, der über Denitrifizierungsprozesse zu einem Teil in Lachgas umgewandelt wird. Von allen 260 Kompostieranlagen (Platz- und Feldrandkompostierungen) in der Schweiz verfügen weniger als 10 über einen Biofilter mit den entsprechenden Lachgasemissionen. Daher wurde auch am Expertenworkshop 2011 in Baden ein tieferer EF für offene Kompostierung erarbeitet. Diese EF wurden auch unter Dinkel et al. (2013) publiziert.

Die Menge biogenes CO<sub>2</sub> wurde aus dem biologischen Abbau der organischen Substanz während dem Kompostierprozess errechnet. Die in gewitra (2015), Cuhls et al. zitierten Quellen sehen ähnliche Grössenordnungen. Die Angaben im EMIS 2017 erscheinen im Vergleich zu den übrigen Quellen um 50 bis 70% zu hoch.

Die flüchtigen organischen Verbindungen ohne Methan (NMVOG) wurden bisher im Schweizer Umfeld kaum gemessen. In gewitra (2015) wird ein Mittelwert von 330 g/t und ein Median von 270 g/t für die Kompostieranlagen angegeben. Ein Wert um 300 g/t liegt in der Grössenordnung um einen Faktor 5 tiefer als der im EMIS 2017 eingesetzte. Aus diesem Grund wird empfohlen, dass der NMVOG-Eintrag im EMIS 2017 von 1700 g/t überprüft wird.

Die Emissionsfaktoren für Ammoniak (NH<sub>3</sub>) können mit ca. 20 bis 700 g/Tonne angegeben werden. Bei einer vorhandenen Einhausung mit Biofilter wird das Ammoniak im Wäscher (Luftbefeuchter) oder am Biofiltermaterial sorbiert und oxidiert. Bei hohen Nitratgehalten im Biofilter besteht nachträglich die Gefahr der Denitrifizierung mit Lachgasbildung. Bei offener Kompostierung wie in der Schweiz üblich geht ein grosser Teil des Ammoniums in Form von Ammoniak mit dem Wasserdampf in die Gasphase über. Wir gehen davon aus, dass mindestens 10 Prozent des Gesamtstickstoffs bei der Kompostierung als Ammoniak emittiert wird. Ausgehend von einem mittleren Stickstoff-Gehalt von 5 kg/t biogenem Abfall errechnet sich damit ein Wert von 500 g NH<sub>3</sub>-N.

CO und NO<sub>x</sub> werden im biologischen Prozess nicht gebildet. Sie stammen von Emissionen der Verbrennungsmotoren von Maschinen und Geräten, die für den Materialumschlag verwendet werden. Diese Emissionen wurden in der Ökobilanz von Dinkel et al. 2013 über den Verbrauch der fossilen Brennstoffe eingesetzt. Der Treibstoffverbrauch liegt unter 3 Liter Diesel pro Tonne, was entsprechen-

de tiefe Werte ergibt. Im Emissionsinventar werden diese Emissionen durch andere Prozesse abgedeckt und müssen deshalb bei der Kompostierung nicht berücksichtigt werden.

## 5 Referenzen

- Arbi/probag 1989: Erste Abschätzung der kompostierten Abfallmenge in der Schweiz, Vorstudie zuhanden BUS, Hanspeter Fahrni, nicht veröffentlicht.
- BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) 1991: Stand und Entwicklung der Kompostierung in der Schweiz 1990. Schriftenreihe Umwelt Nr. 151 Abfälle. Bern.
- BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) 1994: Stand und Entwicklung der Kompostierung in der Schweiz 1993. Umwelt-Materialien Nr. 21 Abfälle. Bern.
- BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) 2002: Abfallstatistik 2000. Umweltmaterialien Nr. 152 Abfall. Bern. Autor: R. Kettler
- Hügi M., Kettler R. 2004: Abfallstatistik 2002. Umwelt-Materialien Nr. 186. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 104 S."
- Kompostforum Schweiz 2004: Ratgeber rund um die Grüngutverwertung in Städten und Gemeinden, Suhr und unter [www.kompost.ch](http://www.kompost.ch)
- Bifa-Umweltinstitut 2015: Eigenverwertung von Bioabfällen - Eigenkompostierung, Eigendeponierung, illegale Eigenentsorgung, im Auftrag der Gütegemeinschaft Kompost Region Bayern, bifa-Text Nr. 65, zu bestellen unter [www.bifa.de](http://www.bifa.de)
- gewitra (2015) Cuhls, C.; Mähl, B.; Clemens, J.: Ermittlung der Emissionssituation bei der Verwertung von Bioabfällen. gewitra mbH - Ingenieurgesellschaft für Wissenstransfer gefördert durch das Umweltbundesamt. Förderkennzeichen (UFOPLAN) 206 33 326. und 3709 44 320, UBA-Text 39/2015, Dessau-Roßlau 2015, [www.Umweltbundesamt.de](http://www.Umweltbundesamt.de)
- Amlinger, F.; Peyr, S. (2003): Umweltrelevanz der dezentralen Kompostierung (in der Schweiz Platzkompostierung), Klimarelevante Gasemissionen, Flüssige Emissionen, Massenbilanz, Hygienisierungsleistung. Kompost-Entwicklung & Beratung - Technisches Büro für Landwirtschaft und Institut für Land-, Umwelt- und Energietechnik (ILUET) der Universität für Bodenkultur Wien, 2003
- Amlinger, F.; Peyr, S. (2002): Umweltrelevanz der Hausgartenkompostierung: Klimarelevante Gasemissionen, Flüssige Emissionen, Massenbilanz, Hygienisierungsleistung. Kompost-Entwicklung & Beratung - Technisches Büro für Landwirtschaft und Institut für Land-, Umwelt- und Energietechnik (ILUET) der Universität für Bodenkultur Wien, 2002
- Andersen, J.K.; Boldrin, A.; Christensen, T.H.; Scheutz, C. (2010): Greenhouse gas emissions from home composting of organic household. Waste Management 30, 2010, S. 2475-2482
- Mandaliev P., Schleiss K. 2016: Kompostier- und Vergärungsanlagen. Erhebung in der Schweiz und in Liechtenstein. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1602: 32 S.
- ERZ (Entsorgung + Recycling Zürich) 2006: Verwertung der biogenen Abfälle in der Stadt Zürich, Bericht mit besonderer Berücksichtigung der biogenen Abfälle aus Haushalten, [www.erz.ch](http://www.erz.ch)
- Dinkel F., Zschokke M. und Schleiss K. 2013: Ökobilanzen zur Biomasseverwertung im Auftrag des Bundesamtes für Energie, [www.carbotech.ch](http://www.carbotech.ch)
- Burkhard R, Felder D, Guggisberg B und Hartmann D, 2009 -Biomassestrategie, Schweiz; Strategie für die Produktion, Verarbeitung und Nutzung von Biomasse in der Schweiz. Unterzeichnet von den Direktoren der Bundesämter für Energie, Landwirtschaft, Raumentwicklung und Umwelt, Bundesverwaltung, Bern
- Schleiss, K, 1999: Grüngutbewirtschaftung im Kanton Zürich aus betriebswirtschaftlicher und ökologischer Sicht, Dissertation an der ETH Zürich Nr. 13'476
- Edelmann, W., Schleiss, K. 2001. Ökologischer, energetischer und ökonomischer Vergleich von Vergärung, Kompostierung und Verbrennung fester biogener Abfallstoffe Studie im Auftrag von BFE, Bundesamt für Energie und BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
- Edelmann, W., Schleiss, K. 1999. Gegenüberstellung der Ökobilanzen und Kosten von Kompostierung, Vergärung und thermischer Behandlung biogener Abfälle. In: Wiemer, K. Kern, M. (Hrsg.): Bio- und Restabfallbehandlung III, Witzenhausen-Institut. Neues aus Forschung und Praxis. Baeza-Verlag, Witzenhausen, S. 323-341

- Schleiss et al. 2010: Schweizerische Qualitätsrichtlinie 2010 der Branche für Kompost und Gärgut, im Auftrag der Inspektoratskommission, Geschäftsstelle Münchenbuchsee. download unter [www.CVIS.ch](http://www.CVIS.ch)
- Schleiss. Konrad, 2011: Erhebung einer aktuellen Liste der Betriebe sowie der Abfall- und Produktmengen in der Grüngutbranche. Im Auftrag von Kaarina Schenk, BAFU, unveröffentlicht.
- Schleiss. Konrad, Verein Inspektorat der Biogas- und Kompostbranche 2016: Jahresbericht zu den Inspektionen im Jahr 2016, Verein Inspektorat, download unter [www.CVIS.ch](http://www.CVIS.ch)
- Schleiss. Konrad, 2017: Jahresbericht zu den Inspektionen auf den Zürcher Kompostier- und Vergärungsanlagen im Jahr 2017, im Auftrag der Baudirektion Zürich, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), download unter [www.awel.zh.ch](http://www.awel.zh.ch) und [www.CVIS.ch](http://www.CVIS.ch)
- European Environment Agency. 2016. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016; Web: [eea.europa.eu](http://eea.europa.eu)
- IPCC.2006: guidelines for national greenhouse gas inventories; V5\_4\_Ch4\_Bio\_Treat.PDF
- Estermann, René 2017: E-Mail an Michael Bock, BAFU vom 10.07.2017: Mengen in der dezentralen Kompostierung.