



## Bioabfallbehandlung

A microscopic image showing a complex network of biological tissue, likely representing the cellular structure of a bio-waste material.

**abfall**





# Bioabfallbehandlung

## Impressum

Bioabfallbehandlung  
Fachtagung des LfU am 02.12.2015

### Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: 0821 9071-0  
Fax: 0821 9071-5556  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)

### Redaktion:

LfU Referat 12

### Bildnachweis:

Bayerisches Landesamt für Umwelt / Autoren

### Druck:

Eigendruck Bayer. Landesamt für Umwelt  
Gedruckt auf Papier aus 100 % Altpapier.

### Stand:

Dezember 2015

Der Tagungsband steht auch als PDF-Datei zum kostenfreien Download zur Verfügung: [www.bestellen.bayern.de](http://www.bestellen.bayern.de) (Kategorie Umwelt und Verbraucherschutz).

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Druckschrift auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>Stand der geplanten Biogasverordnung</b>	<b>5</b>
Hans-Peter Ewens, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Bonn	
<b>Novellierung der TA Luft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Auswahl) (Entwurf: 29.05.2015)</b>	<b>12</b>
Ralf Beck, Bayerisches Landesamt für Umwelt	
<b>Masterarbeit am Bayerischen Landesamt für Umwelt, Augsburg, zum Thema: „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“</b>	<b>28</b>
Jan Hammer, Technische Universität Braunschweig	
<b>Bedeutung der Änderungen düngerechtlicher Bestimmungen für die Bioabfallverwertung</b>	<b>45</b>
Hans-Walter Schneichel, Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz, Mainz	
<b>Verwertung biogener Abfälle: Rückstände, Schadstoffgehalte und Hygieneparameter – Ergebnisse des BayLfU-Projekts</b>	<b>48</b>
Heinz Riedel, Bayerisches Landesamt für Umwelt	
<b>Untersuchung und Bewertung der Abbaubarkeit bioabbaubarer Kunststoffe</b>	<b>60</b>
Dr. Klaus Hoppenheidt, bifa Umweltinstitut GmbH	
<b>Qualitäts- und Herkunftssicherungsprogramm – Geprüfte Qualität – Bayern</b>	<b>76</b>
Angelika Stetter, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft	
<b>Aktuelle Herausforderungen der Bioabfallverwertung und der RAL-Gütesicherung Kompost in Bayern</b>	<b>86</b>
Michael Buchheit, Regionale Gütegemeinschaft Kompost Bayern e.V. (RGK), München	
<b>Tagungsleitung / Referenten</b>	<b>101</b>



## Stand der geplanten Biogasverordnung

Hans-Peter Ewens, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Bonn



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktorsicherheit

### **Umweltwirkungen und Gefahren bei der Biogasherstellung**

Biogas enthält neben

Methan (45 Vol.-% bis 75 Vol.-%)  
Kohlendioxid (25 Vol.-% bis 55 Vol.-%)

- Wasserdampf, Stickstoff, Sauerstoff, Schwefelwasserstoff
- Spuren von Ammoniak, Wasserstoff und höheren Kohlenwasserstoffen.

Biogas ist ein Gas mit gesundheits- und umweltgefährdenden Eigenschaften



## Umweltwirkungen und Gefahren bei der Biogasherstellung

- Explosion / Verpuffung / Brände durch explosionsfähige/zündfähige Biogas/Luft-Gemische.
- Emissionen: Gerüche, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Methanschluß aus dem BHKW.
- Gewässer- und Bodenbelastungen durch Stofffreisetzungen von Gülle oder Silagesickersaft beim nicht sachgemäßen Umgang und bei Störfällen.
- Lebens- und Gesundheitsgefahren durch Ersticken oder Vergiften, z.B. durch Einatmen von Kohlendioxid oder Schwefelwasserstoff in Schächten und Behältern.

3



## Umweltwirkungen und Gefahren bei der Biogasherstellung

Methanemissionen aus Biogasanlagen führen

- zu einer möglichen Verschlechterung oder sogar zu einer Umkehrung der grundsätzlich positiven Klimabilanz der Biogaserzeugung und –nutzung,
- zu erhöhten Risiken im Bereich Explosions- und Brandschutz.

Quellen von Methanemissionen\*

- offene Gärrestlager oder Nachrotte von Gärresten (bis zu 2,5 %),
- Verbrauchseinrichtungen (Methanschluß) (bis zu 1,5 %),
- diffus (z.B. Leckagen, Undichtigkeiten) (bis zu 1.0 %).

\*Quelle: Dreher, M. et al. (UBA, BMU): Bioenergie - Datengrundlagen für die Statistik der erneuerbaren Energien und Emissionsbilanzierung – Ergebnisbericht zum Workshop vom Juli 2011:  
(Dessau, Februar 2012)

4



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktorsicherheit

## Ausgangspunkte für eine Regelung

- Biogasanlagen sind auf Grund ihrer Beschaffenheit oder ihres Betriebs in besonderem Maße geeignet, schädliche Umwelteinwirkungen hervorzurufen oder in anderer Weise die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft zu gefährden, erheblich zu benachteiligen oder erheblich zu belästigen.
- Die bestehenden rechtlichen Regelungen oder Regelungen der Berufsgenossenschaften, technische Regelwerke (DVGW, DWA, VDI) oder die Erlasse und Leitfäden in den Ländern führen zu keinem einheitlichen anspruchsvollen Vollzug.
- Die für den Vollzug zuständigen Länder als auch Hersteller und Betreiber sehen die Notwendigkeit für bundesweit einheitliche unmittelbar bindende Regelungen für Biogasanlagen.

5



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktorsicherheit

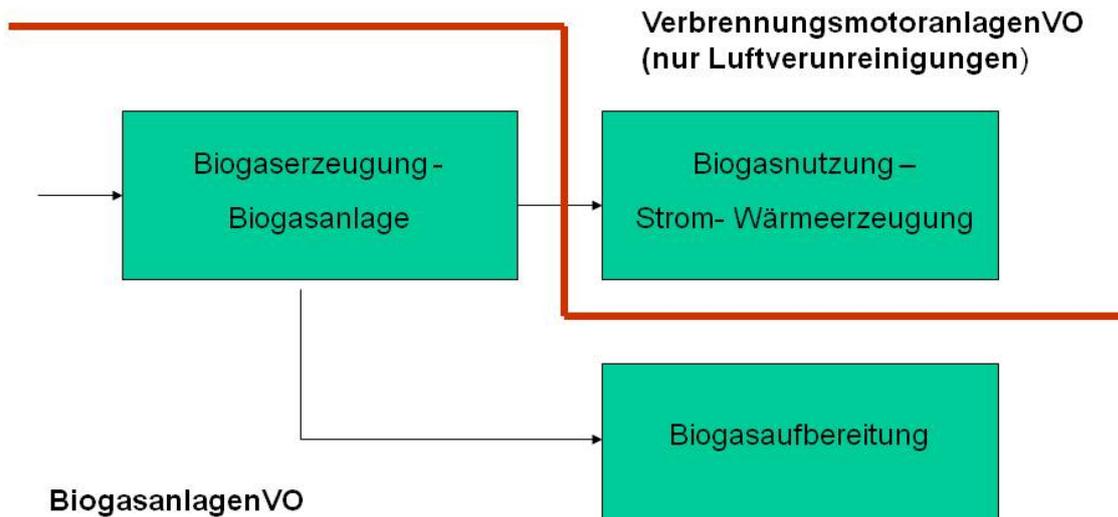
## Grundlagen der Verordnung

- Ziel der Verordnung soll sein, durch Anwendung des Standes der Technik, einschließlich unmittelbar anwendbarer technischer und organisatorischer Pflichten, Emissionen durch Biogasanlagen zu mindern, Gefahren zu verhindern sowie die Auswirkungen nicht bestimmungsgemäßer Betriebszustände zu mindern.
- Umfassende Regelung auf der Grundlage des Bundes-Immissionsschutzgesetzes für genehmigungsbedürftige (§ 4 BImSchG) und nicht genehmigungsbedürftige (§ 22 BImSchG) Anlagen.
- Differenzierung der Anforderungen in Abhängigkeit der Anlagengröße. Für Kleinanlagen (Forschungsanlagen) werden Ausnahmen erörtert.

6



## Geplanter Geltungsbereich



7



## Inhalte der Verordnung (1)

- Festlegung des Geltungsbereiches; Abgrenzung zu Kläranlagen; Abgrenzung zur 30. BImSchV, relevante Begriffsbestimmungen.
- Anforderung an die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von Biogasanlagen hinsichtlich **Emissionsbegrenzungen ( und/oder Sicherheit:**
  - Festlegung von Mindestabständen zur Wohnbebauung in Anlehnung an die TA Luft,
  - Emissionsbegrenzende Vorsorgeanforderungen und sich daraus ergebende Betreiberpflichten (bauliche Anforderungen),
    - Abdeckung von Schächten, Behältern, Vorlagen und Gärrestlagern zur Minimierung von Luftverunreinigungen (Emissionsminderungsgrad: 80%)

8



## Inhalte der Verordnung (2)

- Vorschläge für Emissionsgrenzwerte für gefasste Abgase, wie Gerüche, Ammoniak, Staub (ggfls. Lärmanforderungen)

### Biogaserzeugung

- Geruch [500 GE/m<sup>3</sup>]
- Ammoniak [10 mg/m<sup>3</sup>]
- Staub [10 mg/m<sup>3</sup>]
- Gesamt-C [0,25 g/m<sup>3</sup> bei < 50 t/d Kapazität]
- Gesamt-C [0,20 g/m<sup>3</sup> bei > 50 t/d Kapazität]
- Emissionsminderungsgrad bei Fackeln mind. 99,9 %

### Biogasaufbereitung

- Schwefelwasserstoff [3 mg/m<sup>3</sup>]
- Stickstoffoxide [0,10 g/m<sup>3</sup>]
- Kohlenmonoxid [0,10 g/l]

9



## Inhalte der Verordnung (3)

- Anforderungen an Gärbehälter (mindestens technisch dicht).
- Zur Verminderung der Biogasverluste wird eine Verweilzeit vorgesehen werden [150 Tage], alternativ ein maximal zulässiger Verlust an Biogas aus Gärrestlagerbehältern als Prozentsatz [1 %] des erzeugten Biogases.
- Bei Neuanlagen wird eine Gasmembran mit einer äußeren Umhüllung erforderlich. Die Möglichkeit der Nachrüstung von Bestandsanlagen wird noch geprüft.

10



## Inhalte der Verordnung (4)

- Technische Anforderungen an gasbeaufschlagte Anlagenteile und Umschließungen:
  - Die Regelungen sollen der in der Anlagensicherheit etablierten Strategie folgen, vorrangig einen **sicheren Einschluss** von Gefahrstoffen zu gewährleisten.
    - Möglichkeit der vor Ort und zentralen Absperrung von Anlagenteilen
    - Ausstattung mit Über- und Unterdrucksicherung

11



## Inhalte der Verordnung (5)

- Verhinderung von Gefahren:
  - Erstellung eines Explosionsschutzdokuments
  - Errichtung von Blitzschutzeinrichtungen
  - Verhinderung von elektrostatischen Aufladungen.
- Begrenzung der Auswirkungen von Störungen
  - Ausreichende Erreichbarkeit von Anlagenteilen (Flächenvorhaltung).
  - Erstellung von Feuerwehrplänen

12

## Inhalte der Verordnung (6)

- Anforderungen an die Überwachung, insbesondere Pflichten der Betreiber zur Eigenüberwachung.
- Anzeigepflicht für nicht genehmigungsbedürftige Anlagen.
- Anhänge zur Konkretisierung allgemeiner Anforderungen
- Differenzierte Übergangs- und Ausnahmeregelungen für Bestandsanlagen
  - Abstandsregelungen
  - Nachrüstungen von zweischaligen Abdeckungen

13

## Weiteres Verordnungssetzungsverfahren

Abgestimmter Referentenentwurf => Anhörungen der beteiligten Kreise (Länderbehörden, Verbände, Betreiber, Umweltverbände usw.)



14

# Novellierung der TA Luft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Auswahl) (Entwurf: 29.05.2015)

Ralf Beck, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Novellierung der TALuft – derzeit vorgesehene  
Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen  
(Stand: 29.05.2015)

Bayerisches Landesamt für  
Umwelt



## Gliederung

1. Geltungsbereich und Ausblick
2. Kompostieranlagen
3. Vergärungsanlagen
4. Allgemeine Anforderungen

## Geltungsbereich und Ausblick

- Geltungsbereich: BImSchG-Anlagen  
Abfall  $\geq 10$  t/d, Motor  $\geq 1$  MW, Biogas  $\geq 1,2$  Mio. m<sup>3</sup>/a  
→ viele Vergärungsanlagen und die meisten  
Kompostieranlagen
- Ausblick – derzeitiger Planungsstand
  - Ende 2015 / Anfang 2016 Gesamtentwurf und  
Beginn Ressortabstimmung
  - Mitte 2017: neue TA Luft
  - Sanierungsfrist Altanlagen: i.d.R. bis 5 Jahre  
nach In-Kraft-Treten

3

© LfU / Referat 35 / Ralf Beck / 02.12.2015

## 5.4.8.5 Anlagen zur Erzeugung von Kompost aus organischen Abfällen ( $\geq 10$ t/d)

4

© LfU / Referat 35 / Ralf Beck / 02.12.2015

Novellierung der TAluft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015) <span style="float: right;">Bayerisches Landesamt für Umwelt </span>		
5.4.8.5 Anlagen zur Erzeugung von Kompost aus organischen Abfällen		
Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung
Anlagen > 3.000 t/a: <u>Mindestabstände</u> a) bei geschlossenen Anlagen (Bunker, Hauptrotte und Nachrotte) <u>300 m</u> b) bei offenen Anlagen <u>500 m</u> . -geringere Abstände mit Maßnahmen -analog bei Vergärungsanlagen	Anlagen > 10 t/d: Geruchsausbreitungsrechnung → Immissionsrichtwert (IRW) max. 60 % des gebietstypischen IRW (Bsp.: Wohnbebauung 6 % der Jahresstunden)  Mindestabstand: <u>100 m</u>	<b>Regelung kritisch, u.a.:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prognoseungenauigkeiten</li> <li>- Betriebsführung nicht prognostizierbar</li> <li>- Gesundheitliche Bewertung der Bioaerosol-Belastung nicht möglich</li> <li>→ Unsicherheiten und potentieller Ärger für Betreiber</li> <li>→ erhöhte Immissionen → Belastung für Anwohner</li> <li>→ Mehrarbeit für Behörden</li> <li>→ Prognosen ja, aber mit bisherigen Mindestabständen zumindest für „Braune Tonne“-Anlagen</li> </ul>

Novellierung der TAluft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015) <span style="float: right;">Bayerisches Landesamt für Umwelt </span>		
5.4.8.5 Anlagen zur Erzeugung von Kompost aus organischen Abfällen		
Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung
Aufgabebunker geschlossen <u>mit Fahrzeugschleuse</u> ;  bei geöffneter Halle und beim Entladen der Müllfahrzeuge Bunkerabgase absaugen und reinigen	Anlagen > 30 t/d (= 10.950 t/a): Annahme- und Aufbereitungsbereich geschlossen  Schnellauftore  Gegebenenfalls Luftschleieranlagen, Fahrzeugschleusen oder vergleichbare Techniken	Fahrzeugschleuse wurde in Bayern nicht vollzogen  Gute Grundlage für emissionsmindernde Maßnahmen

Novellierung der TALuft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015) <span style="float: right;">Bayerisches Landesamt für Umwelt </span>		
<b>5.4.8.5 Anlagen zur Erzeugung von Kompost aus organischen Abfällen</b>		
Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung
<p>Anlagen möglichst geschlossen, insbesondere bei geruchsintensiven nassen oder strukturarmen Bioabfällen oder Schlämmen.</p> <p>Ab 10.000 t/a <u>sind</u> die Anlagen (Bunker, Hauptrotte) <u>geschlossen</u> auszuführen.</p>	<p>Rotte soll möglichst geschlossen betrieben werden.</p> <p>Bei Behandlungskapazität <math>\geq 30</math> t/d: bis Erreichen Rottegrad 3 zwingend geschlossen.</p> <p>Alternativ semipermeable Membranabdeckung mit gesteuerter Belüftung, wenn Gleichwertigkeit hinsichtlich des Emissionsverhaltens nachgewiesen wird.</p>	<p>Regelung unklar: offen ab Rottegrad 3 oder 4? Rottegrad 3: hohe Geruchsemissionen</p> <p>Membranabdeckung <u>kann bei Gerüchen nicht gleichwertig</u> sein, da Anlieferung und i.d.R. mindestens einmal Wenden im Freien. → Stoßbelastung an Gerüchen und Bioaerosolen.</p> <p>Beschwerden v.a. bei hohen Emissionen</p>

Novellierung der TALuft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015) <span style="float: right;">Bayerisches Landesamt für Umwelt </span>		
<b>5.4.8.5 Anlagen zur Erzeugung von Kompost aus organischen Abfällen</b>		
Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung
---	<p>Kompostanlagen für Garten- und Parkabfälle: geschlossene Betriebsweise nicht zwingend erforderlich</p>	<p>Lässt für Einzelfallentscheidung auch geschlossene Kompostierung zu. Je nach Standortgegebenheiten auch notwendig, da auch solche Anlagen erhebliche Gerüche (z. B. angefaulten Rasen), Bioaerosole und Lärm emittieren können.</p>
---	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Offene Anlagen nach SdT betreiben (VDI 3475 Blatt 6)</li> <li>• Ausreichende Belüftung der Mieten sicherstellen</li> <li>• In Gärung befindliche Bioabfälle nicht in offenen Anlagen</li> </ul>	<p>VDI 3475 Blatt 6 bis dato unbekannt</p> <p>Ausschluss gärender Bioabfälle nicht vollziehbar</p>

Novellierung der TALuft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015) <span style="float: right;">Bayerisches Landesamt für Umwelt </span>		
<b>5.4.8.5 Anlagen zur Erzeugung von Kompost aus organischen Abfällen</b>		
Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung
Regelmäßige Leistungsüberprüfung für Biofilter, z.B. mindestens jährliche Prüfung des Geruchsgrenzwerts von 500 GE/m <sup>3</sup> .	Biofilter sind regelmäßiger Leistungsüberprüfung gemäß VDI 3477 zu unterziehen, um ihre bestimmungsgemäße Reinigungsleistung zu gewährleisten.  <u>Jährliche Messung</u>	Jährliche Messung wird bislang - wenn überhaupt - nur bei großen Anlagen vollzogen.  Erhebliche Mehrkosten durch jährliche Messung. Fachlich jedoch wünschenswert.  „Überprüfung gemäß VDI 3477“ unkonkret, aber gute Rechtsgrundlage für Behörden für Festlegung Überprüfungsmaßnahmen.

Novellierung der TALuft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015) <span style="float: right;">Bayerisches Landesamt für Umwelt </span>		
<b>5.4.8.5 Anlagen zur Erzeugung von Kompost aus organischen Abfällen</b>		
Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung
---	Nummer 5.2.3 (Minderung staubförmiger Emissionen) gilt mit der Maßgabe, dass bei offenem Betrieb von Anlagenteilen wie z.B. Umsetzungs- und Siebaggagaten die möglichen Maßnahmen zur Reduzierung von Staubemissionen umzusetzen sind.	„mögliche Maßnahmen“ zu unkonkret. Verhältnismäßig? Mietenbefeuchtung ausreichend? Oder Staubbiederschlag? Oder gar Absaugung?
Geruchsintensive Stoffe: Anlagen ≥ 10.000 t/a → ≤ 500 GE/m <sup>3</sup> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ≤ 500 GE/m<sup>3</sup> (ab 3.650 t/a)</li> <li>• Kein Rohgasgeruch im Reingas</li> </ul>	„Kein Rohgasgeruch“ für Behörden wertvolle Ergänzung, da dieser vor Ort gut erkennbar und 500 GE/m <sup>3</sup> mit Rohgasgeruch erhebliche Belästigung darstellen können.

### 5.4.8.5 Anlagen zur Erzeugung von Kompost aus organischen Abfällen

Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung
---	Organische Stoffe  Anlagen bis 75 t/d: Gesamtkohlenstoff max. 250 mg/m <sup>3</sup>	VOC aus Kompostieranlagen werden in der Natur in sehr großen Mengen emittiert (z.B. ca. 20 – 100 kg/ha*a bei Laub- und Nadelwäldern), v.a. Ethanol, Acetaldehyd, Aceton, Terpene und andere kurzkettige KW, auch Methan. Bisherige Haltung LfU: VOC-Grenzwert nach Nr. 5.2.5 der TA Luft nicht verhältnismäßig.  Anlagen > 75 t/d? → 50 mg/m <sup>3</sup> nach 5.2.5? Offene Anlagen? Was passiert bei Überschreitung? RTO?

**5.4.1.15 Anlagen zur Erzeugung von Biogas, soweit nicht von Nummer 5.4.8.6 erfasst (= „NawaRo-Anlagen“  $\geq 1,2$  Mio. Nm<sup>3</sup>/a“ (= ca. > 675 kW FWL bzw. ca. 270 kW elektr.)**

**5.4.8.6.2 Anlagen zur Vergärung von Bioabfällen und Anlagen mit anaerober und aerober Betriebseinheit sowie Anlagen, die Bioabfälle in Kofermentation mitverarbeiten ( $\geq 10$  t/d)**

**5.4.8.6.3 Anlagen zur Vergärung von Gülle ( $\geq 100$  t/d oder  $\geq 1,2$  Mio. Nm<sup>3</sup>/a)**

Novellierung der TALuft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015) <span style="float: right;">Bayerisches Landesamt für Umwelt </span>		
<b>5.4.1.15 Anlagen zur Erzeugung von Biogas, soweit nicht von Nummer 5.4.8.6 erfasst (= „NawaRo-Anlagen“ <math>\geq 1,2</math> Mio. <math>\text{Nm}^3/\text{a}</math>)</b> <b>5.4.8.6.3 Anlagen zur Vergärung von Gülle (<math>\geq 100</math> t/d oder <math>1,2</math> Mio. <math>\text{Nm}^3/\text{a}</math>)</b>		
Alt	Neu	Auswirkung/ LfU-Bewertung
---	Anforderungen der Nummer 5.4.9.36 gelten entsprechend (i. d. R. geschlossene Lagerung bis 150 Tage)  Evtl. noch weitere Anforderungen	Geschlossene Lagerung ohnehin EEG-Voraussetzung  Weitere Anforderungen derzeit nicht bekannt

Novellierung der TALuft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015) <span style="float: right;">Bayerisches Landesamt für Umwelt </span>		
<b>5.4.8.6.2 Bioabfall-Vergärungsanlagen <math>\geq 10</math> t/d</b>		
Alt	Neu	Auswirkung/ LfU-Bewertung
Mindestabstand: wie Kompostieranlagen	Mindestabstand: wie Kompostieranlagen	Kritisch. s. 5.4.8.5
Aufgabebunker: wie Kompostieranlagen	Abfallannahme wie Kompostieranlagen, aber ab 10 t/d (Kompostieranlagen: 30 t/d)	s. 5.4.8.5
Prozesswasser prozessintern verwenden	---	Kann, muss aber nicht
Brüden und Sickerwasser bei offener Kompostierung nur zum Befeuchten, wenn keine Geruchsbelästigungen	---	Warum gestrichen?
Staubhaltige Abgase an Entstehungsstelle soweit wie möglich erfassen	---	Wird durch 5.2.3 geregelt

Novellierung der TALuft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015) <span style="float: right;">Bayerisches Landesamt für Umwelt </span>		
5.4.8.6.2 Bioabfall-Vergärungsanlagen ≥ 10 t/d		
Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung
---	Aerobe Behandlung von Gärresten, insbesondere <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entnahme aus Fermenter</li> <li>- Separierung</li> <li>- <u>Aerobisierung</u></li> <li>- <u>Nachrotte</u></li> </ul> <u>in geschlossenen Anlagenteilen</u>	Immissionsfachlich sehr positiv (Methan, Lachgas, NH <sub>3</sub> , Geruch), aber: sehr hohe Umrüstkosten.  Wirtschaftlichkeit im Einzelfall fraglich.  Gesamtökologisch ambivalent → <u>hoher Energieaufwand</u> für Belüftung und Abluftreinigung (bis über 65 % des erzeugten Stroms!)

Novellierung der TALuft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015) <span style="float: right;">Bayerisches Landesamt für Umwelt </span>		
5.4.8.6.2 Bioabfall-Vergärungsanlagen ≥ 10 t/d		
Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung
---	ALTANLAGEN Mögliche Zulassung für Altanlagen: Offene Gärrestrotte nach 2 Wochen Nachrotte in geschlossenen Anlagenteilen bei Nachweis der guten fachlichen Praxis der Kompostierung + Nachweis Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen auf andere Weise.	Sollte auch für Neuanlagen gelten, da Gärrest nach 2 Wochen trocken und langfristig aerobisiert (Energieverbrauch!)  Statt 2 Wochen: Vorgabe von Stabilitätskriterien?: Sauerstoffzehrung und/oder Gasbildung  Vorsorgenachweis wie?

Novellierung der TALuft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015)		Bayerisches Landesamt für Umwelt 
<b>5.4.8.6.2 Bioabfall-Vergärungsanlagen ≥ 10 t/d</b>		
Alt	Neu	Auswirkung/ LfU-Bewertung
---	Abgase aus Annahme, Aufbereitung und der aeroben Weiterbehandlung der Gärreste fassen + reinigen. Ammoniakabscheidung: <u>vor Biofilter saurer Wäscher</u> oder gleichwertiges Aggregat ( $\eta \geq 90 \%$ ).  Abgase vorwiegend an den Entstehungsstellen absaugen	Ökologisch sinnvoll (zusätzlich zu $\text{NH}_3$ - auch Lachgasminimierung), aber hohe Aufwendungen für Anschaffung und Betrieb des Wäschers.  Keine Methanreduktion → schnelle Aerobisierung notwendig
---	Behälter zur Lagerung von Prozesswasser (z.B. Perkolat) und flüssigen Gärresten gasdicht mit Gasverwertung	Vorgabe EEG
---	Offener Betrieb von Anlagenteilen wie z.B. Umsetzer und Siebe: mögliche Maßnahmen zur Reduzierung von Staubemissionen umsetzen	„mögliche Maßnahmen“ zu unkonkret (s. Kompostierung)

Novellierung der TALuft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015)		Bayerisches Landesamt für Umwelt 
<b>5.4.8.6.2 Bioabfall-Vergärungsanlagen ≥ 10 t/d</b>		
<b>Emissionsgrenzwerte und Messung (Auswahl)</b>		
Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung
Geruchsstoffe: Durchsatz $\geq 30$ t/d: $\leq 500$ GE/m <sup>3</sup>	Wie Kompostierung • $\leq 500$ GE/m <sup>3</sup> (ab 3.650 t/a) • Kein Rohgasgeruch im Reingas	s. 5.4.8.5
Nr. 5.2.5: 50 mg/m <sup>3</sup> oder 0,50 kg/h → wurde nicht vollzogen	Organische Stoffe (Gesamt-C) $\leq 50$ t/d: 250 mg/m <sup>3</sup> $\geq 50$ t/d: 200 mg/m <sup>3</sup>	• Festlegung ohne ausreichende Erfahrung • Was passiert, wenn Grenzwert überschritten? → RTO?
- Geruch i.d.R. 3jährlich - Gesamt-C: ---	Messungen - Geruchsstoffkonzentration <u>jährlich</u> - Gesamtkohlenstoff <u>kontinuierlich</u>	• $C_{\text{ges}}$ sehr aufwändig • Wo (und wie) soll Gesamt-C gemessen werden? (vor oder nach Biofilter, BHKW...?)

## Gärrest- und Güllelager (5.4.9.36 und 5.4.8.13)

19

© LfU / Referat 35 / Ralf Beck / 02.12.2015

### 5.4.9.36 Anlagen zur Lagerung von Gülle oder Gärresten (> 6.500 m<sup>3</sup>)

### 5.4.8.13: Anlagen zur zeitweiligen Lagerung von Gülle o. Gärresten (> 6.500 m<sup>3</sup>)

Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung
Mindestabstand 300 m (kann mit Geruchsminderungsmaßnahmen unterschritten werden)	- Immissionsprognose - Mindestabstand zu Wohnbebauung: 100 m	-Abgedeckte und abgesaugte Lager: kein Problem -Offene Lager: erhöhte Geruchsbelastungen
---	Wenn Methanbildung möglich → Explosionsschutz beachten	Was heißt „Methanbildung“? Untere Ex-Grenze (4,4 Vol.-%) oder deutlich darunter?
---	Gasdichte Lagerung flüssiger Gärreste incl. Gasverwertung. Hydraulische Verweilzeit Substrat + Gärrest ≥ 150 Tage oder Biogasverlust ≤ 1 %	I.d.R. geringe Auswirkung, da ohnehin EEG 2014-Forderung „Braune Tonne“-Anlagen → teilw. Nachrüstbedarf

Novellierung der TALuft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015)			Bayerisches Landesamt für Umwelt 
<b>5.4.9.36 Anlagen zur (5.4.8.13: zeitweiligen) Lagerung von Gülle oder Gärresten</b>			
Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung	
---	Nach 150 Tagen offene Lagerung möglich, wenn Maßnahmen zur Emissionsminderung mit Minderungsgrad $\geq 90\%$ für Gerüche und $\text{NH}_3$	Welche Maßnahmen sind das? Nachweis schwierig und aufwändig	
---	Einleiten als Unterspiegelbefüllung	Sinnvolle Maßnahme zur Geruchs- und $\text{NH}_3$ -Reduktion	
---	Lagerbehälter während des Homogenisierens geschlossen halten	Bei offenen Lägern? Bei mobilen Rührern?	

Novellierung der TALuft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015)			Bayerisches Landesamt für Umwelt 
<b>5.4.9.36 Anlagen zur (5.4.8.13: zeitweiligen) Lagerung von Gülle oder Gärresten</b>			
Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung	
Abgabe von Wirtschaftsdünger: Nachweis der ordnungsgemäßen Lagerung und Verwertung	Erweiterung auch auf Gärreste	Nachweis ordnungsgemäße Lagerung überprüfbar, aber Verwertung (bei NawaRo-Anlagen)?	
	Altanlagen: Güllelager: Innerhalb von 2 Jahren Nachweis einer Emissionsminderung bezogen auf offenen Behälter von $\geq 85\%$ (Gerüche, $\text{NH}_3$ )	Wie? Messungen?	

## Verbrennungsmotoren Biogas $\geq 1$ MW (5.4.1.4.1.2a)

23

© LfU / Referat 35 / Ralf Beck / 02.12.2015

### 5.4.1.4.1.2a/5.4.1.4.2.2a Anlagen der Nummer 1.4: Verbrennungsmotoranlagen $\geq 1$ MW (Biogas)

Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung
Gärrestlagerung ---	Für die Lagerung von ... Gärresten Anforderungen der Nr. 5.4.9.36	Anforderungen nach 5.4.9.36 gelten auch für Lager < 6.500 m <sup>3</sup> , wenn Motor $\geq 1$ MW
Kraft-Wärme- Kopplung ---	Bei Errichtung oder wesentlicher Änderung → Kraft-Wärme-Kopplung  Ausnahmen: technisch nicht möglich oder unverhältnismäßig	Fermenterheizung i. d. R. obligatorisch  Keine erhöhten Aufwendungen, sofern Fermenterheizung als reguläre Wärmenutzung anerkannt wird.

Novellierung der TALuft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015)		Bayerisches Landesamt für Umwelt 
<b>5.4.1.4.1.2a/5.4.1.4.2.2a Anlagen der Nummer 1.4: Verbrennungsmotoranlagen ≥ 1 MW (Biogas) Kontinuierliche Messungen</b>		
Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung
---	Zündstrahlmotoren: mit <u>qualitativ kontinuierlicher</u> Staub-Messeinrichtung („Soll-Vorschrift“)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswirkungen gering, da Zündstrahler „aussterbend“, aber</li> <li>- Sehr aufwändig (technisch möglich?)</li> <li>- Verhältnismäßigkeit?</li> </ul>
---	Verbrennungsmotoranlagen ohne thermische Nachverbrennung: mit <u>kontinuierlicher</u> CO-Messeinrichtung („Soll-Vorschrift“)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswirkung auf Grund der „soll“-Vorschrift unklar</li> <li>- BHKW mit Nachverbrennung absolute Ausnahme</li> <li>- Sehr aufwändig</li> <li>- Verhältnismäßigkeit?</li> </ul>
---	Verbrennungsmotoranlagen bis 20 MW FWL ohne NO <sub>x</sub> -Minderung: mit <u>qualitativ kontinuierlicher</u> Messeinrichtung („Soll-Vorschrift“)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswirkung auf Grund der „soll“-Vorschrift unklar</li> <li>- Sehr aufwändig</li> <li>- Verhältnismäßigkeit?</li> </ul>
---	Anforderungen nicht für Notbetriebs-Motoren	---

Novellierung der TALuft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015)		Bayerisches Landesamt für Umwelt 
<b>5.4.1.4.1.2a/5.4.1.4.2.2a Anlagen der Nummer 1.4: Verbrennungsmotoranlagen ≥ 1 MW (Biogas) Grenzwerte: hier nur Formaldehyd und Gesamt-C</b>		
Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung
Formaldehyd 60 mg/m <sup>3</sup>	<b>20 mg/m<sup>3</sup></b>  Spätestens bis 4 Jahre nach In-Kraft-Treten. Bis dahin: 40 mg/m <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ökologisch sinnvoll, aber nur mit Oxi-Kat einzuhalten</li> <li>- Zusätzlich evtl. A-Kohle-Adsorber für H<sub>2</sub>S-Abscheidung (= Gift für Edelmetall-Kat (H<sub>2</sub>S<sub>max</sub>: 7 ppm)), Keramik-Kat bis 250 ppm H<sub>2</sub>S)</li> <li>- BMU-Vollzugsempfehlungen</li> </ul>
Gesamt-C 50 mg/m <sup>3</sup>	1,0 g/m <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 50 mg/m<sup>3</sup> wurden nicht vollzogen</li> <li>- 1,0 g/m<sup>3</sup> = 0,14 % (= niedriger Methanschlupf, schwer einzuhalten) → evtl. neuer Motor?!</li> </ul>

### 5.4.1.4.1.2a/5.4.1.4.2.2a Anlagen der Nummer 1.4: Verbrennungsmotoranlagen $\geq 1$ MW (Biogas)

#### Messintervalle (hier: nur Formaldehyd und $\text{NO}_x$ )

Alt	Neu	Auswirkung/ LfU-Bewertung
---	Formaldehyd $\rightarrow$ jährlich	Erheblicher Mehraufwand
---	Stickstoffoxide: keine $\text{NO}_x$ - Abgasreinigung $\rightarrow$ jährlich	Erheblicher Mehraufwand

## Sonstige Anforderungen

Novellierung der TALuft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015)		Bayerisches Landesamt für Umwelt 
<b>1.16 (= Anlagennummer Anhang 1 der 4. BImSchV) („Biogasaufbereitung“ ≥ 1,2 Mio. Nm³/a)</b>		
Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung
---	---	Kein eigenes Kapitel, d.h. keine speziellen Anforderungen für Gasaufbereitung, aber  Anforderungen, die sich aus anderen Nummern ergeben, z.B. Gärrestlagerung, Fackeln, 5.4.8.6.2 bei Abfallanlagen  Emissionswert Gesamtkohlenstoff 50 mg/m³? Wenn ja → Aus für Membranverfahren und Wäscher? Oder 1,0 g/m³ (wie BHKW)?

Novellierung der TALuft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015)		Bayerisches Landesamt für Umwelt 
<b>5.2.8 Geruchsintensive Stoffe-Geruchsstoffe</b>		
Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung
Umfang der Abgasreinigung je nach Volumenstrom, Massenstrom geruchsintensiver Stoffe, Ausbreitungsbedingungen, Emissionsdauer und Abstand der Anlage zu ... schützenswerten Nutzung. Soweit ... Geruchseinwirkungen zu erwarten sind, sind Möglichkeiten, Emissionen ... weiter zu vermindern, auszuschöpfen.	Absatz ersatzlos gestrichen	Bedeutet dies, dass geruchsträchtige Abluft künftig (i.d.R.) ohne Berücksichtigung der Umstände des Einzelfall einer Abluftreinigung zuzuführen ist?
---	Einführung von Geruchs-Immissionsrichtwerten (Anhang 7)	BRD-Vereinheitlichung durch verbindliche Einführung der GIRL. Keine relevante Änderung für biologische Abfallbehandlungsanlagen, da GIRL-Beurteilung Standard.

Novellierung der TALuft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015) <span style="float: right;">Bayerisches Landesamt für Umwelt </span>		
<b>5.2.11 Energie und Einsatzstoffe</b> <b>5.2.12 Gase aus Betriebsstörungen, Sicherheitsventilen und kurzzeitigem diskontinuierlichem Anfall</b>		
Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung
---	Fackelauslegung für $V_{\min}$ bis $V_{\max}$ Ausstattung mit automatischen Zünd-, Überwachungs- und Regeleinrichtungen  Fackeln sollen maximal 50 h pro Jahr betrieben werden	- im Bioabfallbereich Standard  - im „Nawaro-Bereich“ sicher erheblicher Nachrüstbedarf  Auswirkungen der „soll-Bestimmung“ für Betriebszeit > 50 h unklar (bei > 50 h → Anforderungen der Nrn. 5.4.8.1a.2.1 TA Luft „Deponiegasfackeln“?)

Novellierung der TALuft – derzeit vorgesehene Änderungen für Kompostier- und Vergärungsanlagen (Stand: 29.05.2015) <span style="float: right;">Bayerisches Landesamt für Umwelt </span>		
<b>5.4.8.10a „Abfalltrocknungsanlagen <math>\geq 10</math> t/d“ (hier: Gärreste aus Abfällen)</b>		
Alt	Neu	Auswirkung/LfU-Bewertung
Diverse Vorgaben in 5.4.8.10.1, z.B. Mindestabstand 300 m	Keine relevanten Änderungen	Wesentlich ist die behördliche Forderung und Einhaltung der auch bisher schon geltenden Vorgaben, v.a. für Ammoniak und Geruch

## Masterarbeit am Bayerischen Landesamt für Umwelt, Augsburg, zum Thema: „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“

Jan Hammer, Technische Universität Braunschweig

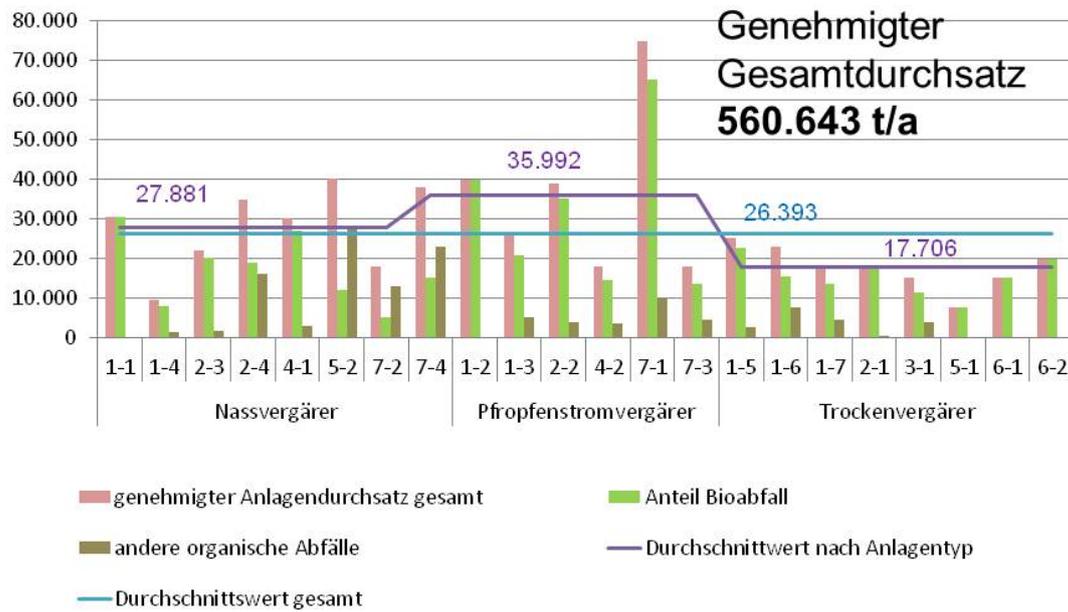
### Statistik Bioabfall Bayern 2014

- Bioabfall in Bayern insgesamt: 1,86 Mio. Tonnen (+ Grüngut und organische Gewerbeabfälle)
- 22 Anlagen für „Braune Tonne“ (u.a.)  
(8 Nass-, 6 Pfropfenstrom-, 8 Trockenvergärer)
- Genehmigter Durchsatz: 560.643 Tonnen
- Durchsatz 2014: 324.460 Tonnen
- Neubauten 2014/2015: 65.950 Tonnen
- Wesentliche Änderungen: 35.400 Tonnen
- Planungen (Neubauten): 4 Landkreise/kreisfreie Städte
- Kompostieranlagen 2014/15: keine Neuerrichtung oder Planungen



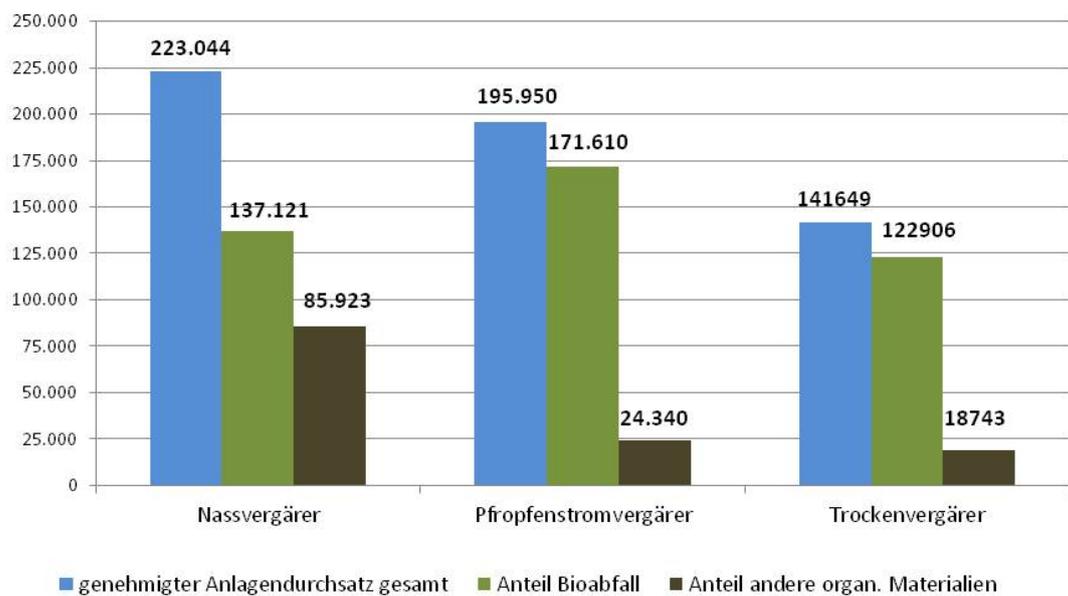
02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

## Durchsatzleistung in [t/a] und Substratzusammensetzung



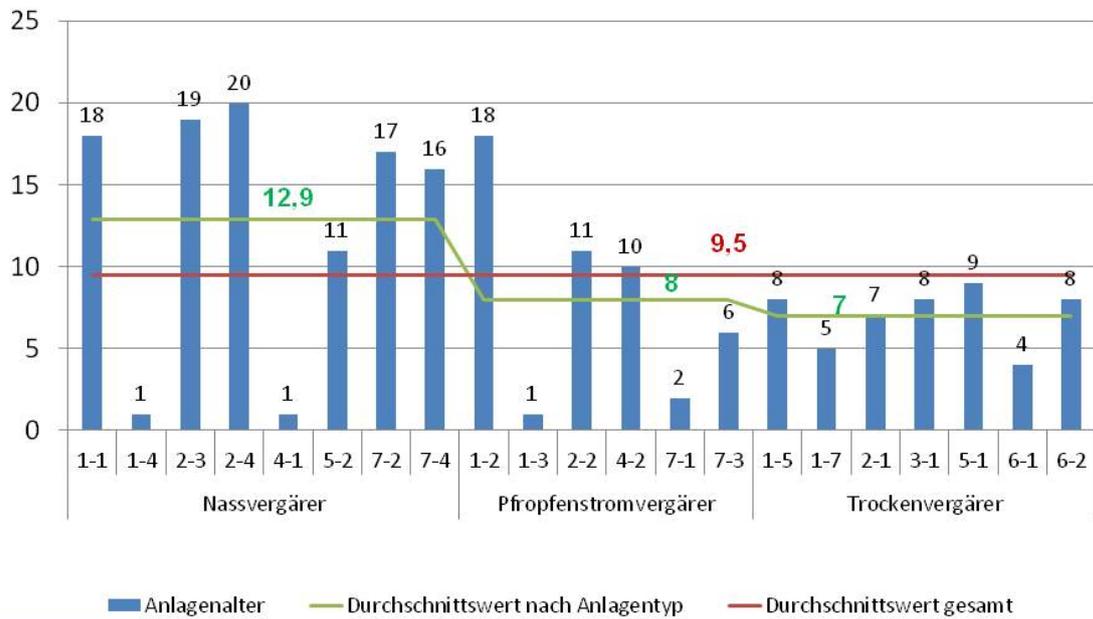
02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

## Genehmigte Durchsätze nach Anlagenart in [t/a]



02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

## Anlagenalter in Jahren



02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

## Abfallvor- und -nachbehandlung



02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

## Übersicht Vor- und Nachbehandlung

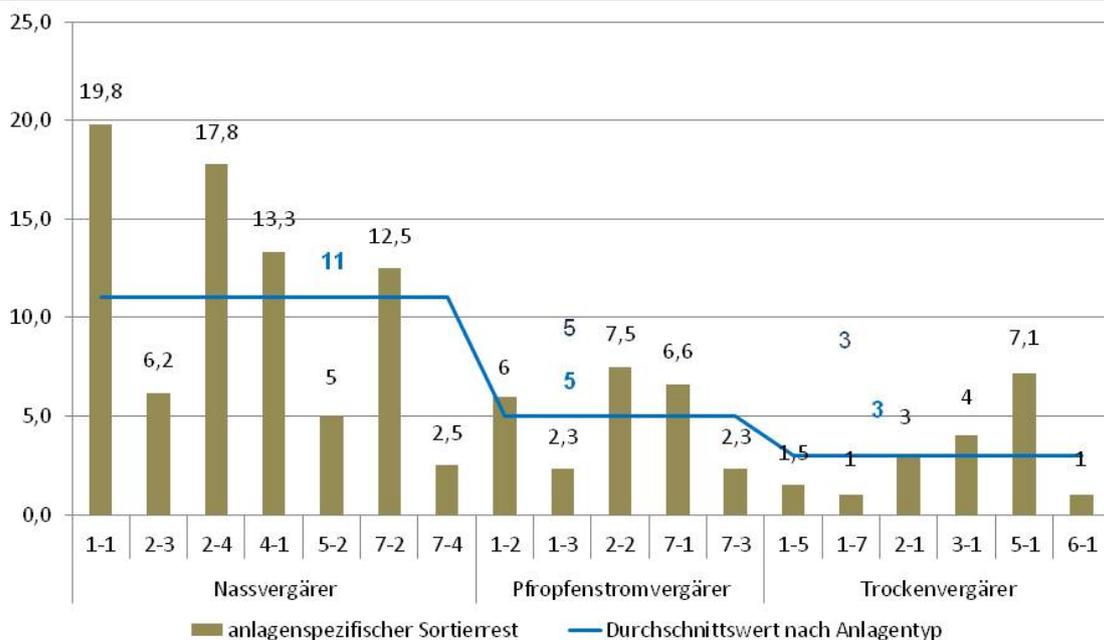
Aufbereitungstechnik	Nassvergärer	Pfropfenstromvergärer	Trockenvergärer
Zerfaserung (Zerkleinerung)	7	5	1
Siebung	4	6	1
nassmechanische Aufbereitung im Pulper	6	0	0
Sortierung manuell	0	2	1
Sortierung automatisch	5	1	0
Sand-/Schwergutabscheidung	8	1	1
Störstoffabscheidung	7	4	0
Magnetabscheidung	3	6	1
Leichtgut-/ (Kunststoff-) Abscheidung, z.B. mit Rechen	7	0	0

Nachbehandlung: mit einer Ausnahme Siebung und teilweise Windsichtung



02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

## Sortierreste in [%]



02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

## Beispiele Best Practice Kunststoffminimierung

- Bioabfallpulper der REHAU Energy Solutions GmbH
  - als Langsamläufer ausgeführt mit zwei gegenläufig rotierenden Paddeln/Walzen
  - Plastiktüten werden nicht durch schnelllaufende Pulper zu Schnipseln zerkleinert
  - → es entstehen größere Folienteile, die leichter abgetrennt werden können
  - → außer Siebung der flüssigen Suspension keine weitere Nachbehandlung des Gärrests notwendig
- Alle Anlagen mit Windsichter
- Feinsiebung: kleinere Siebschnitte
- Öffentlichkeitsarbeit: Beschriftung der Braunen Tonne, dass kein Plastik eingefüllt werden darf



02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

## Abfallqualität und Gärrestvermarktung

- Qualität des angelieferten Bioabfalls schwankt regional stark von gut bis schlecht
- Vermarktung des produzierten Komposts insgesamt gut, Schwierigkeiten hat lediglich ein Anlagenbetreiber wegen zu hohen Kunststoffanteils
- Absatzschwierigkeiten bei Gärrest befürchtet wegen neuer DüMV (Konkurrenz mit Wirtschaftsdüngern)



02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

## Exkurs: Biologisch abbaubare Kunststoffe (BAK)

- Sind im Bioabfall i.d.R. nicht zugelassen
- BAK = Störstoff mit aktuell zu langer Verrottungsdauer
- Aussortierung notwendig, bei Nass- und Pfropfenstrom vor Vergärung (aufwändig und schwierig)
- Zerfallen bei Vergärung in kleine Teile, die nicht abgesiebt werden können und im Gärrest zurückbleiben
- → Erhöhung des Fremdstoffanteils und Gefährdung des Grenzwertes von 0,1 Gew.-%



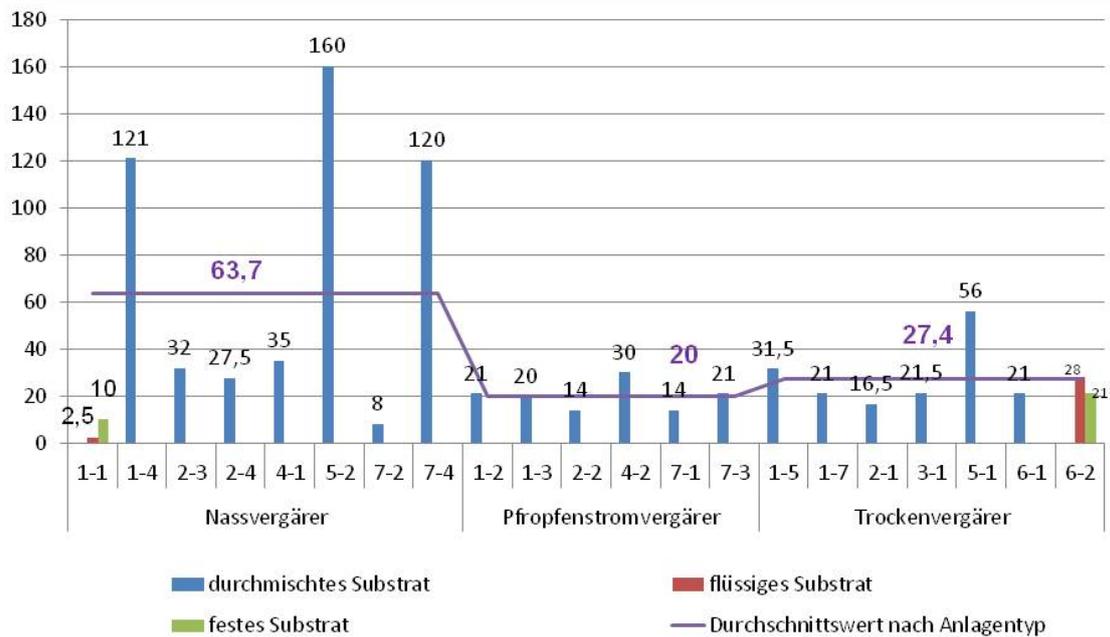
02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

## Vergärung



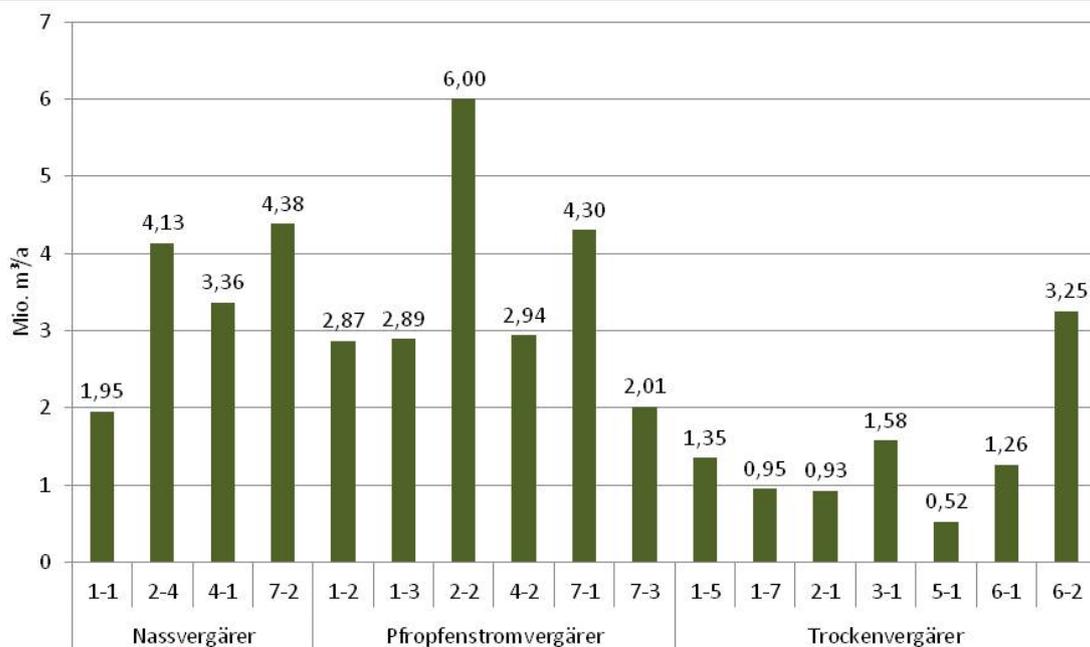
02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

## Verweilzeiten des Gärmaterials im Fermenter in Tagen



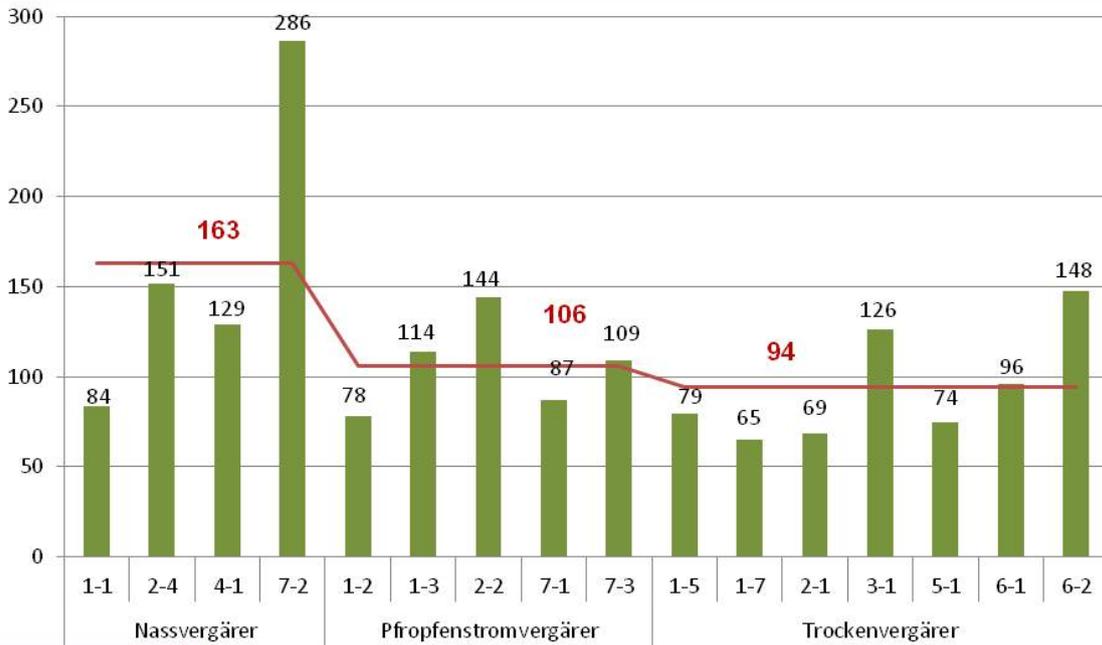
02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

## Jährlicher Biogasertrag in Mio. m<sup>3</sup>



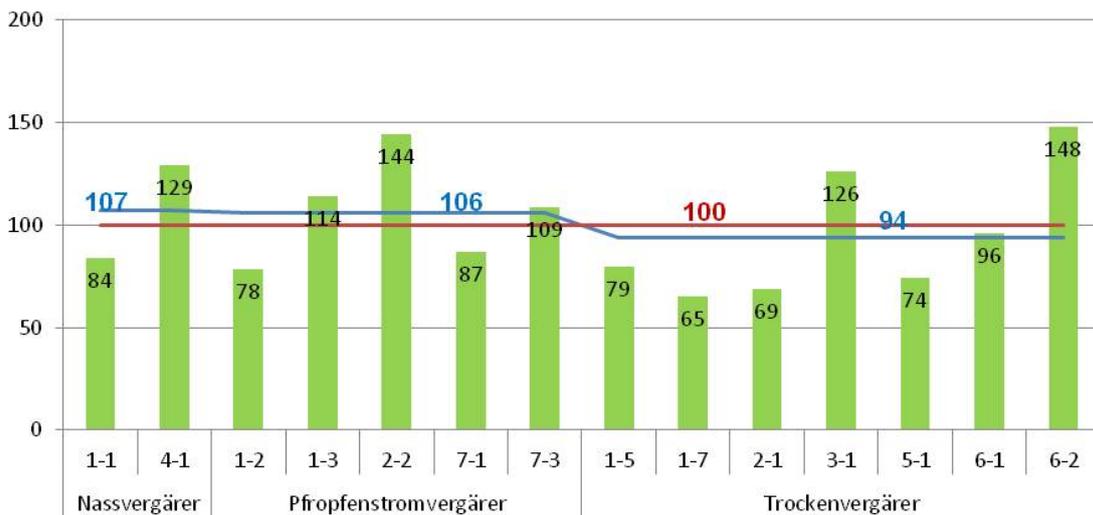
02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

### Spezifischer Biogasertrag in [m³ Biogas/t FM]



02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

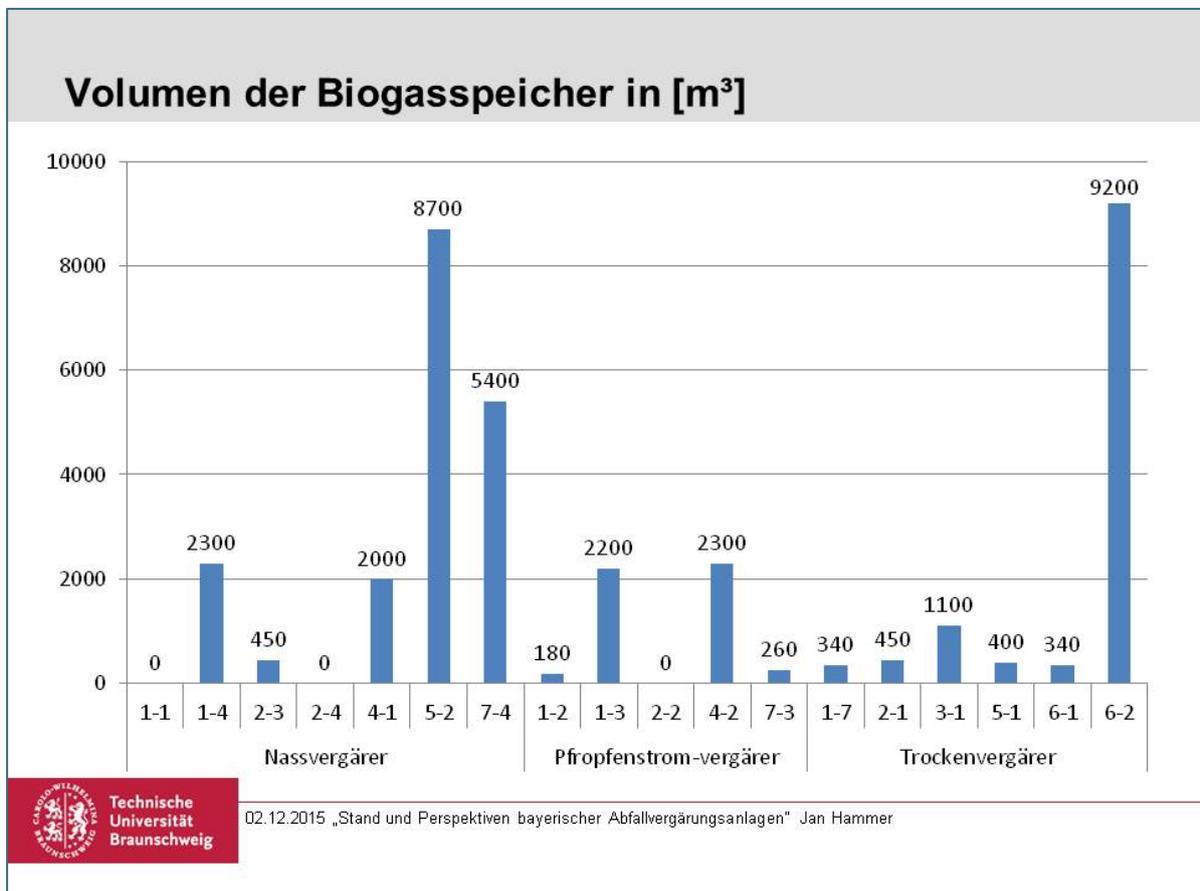
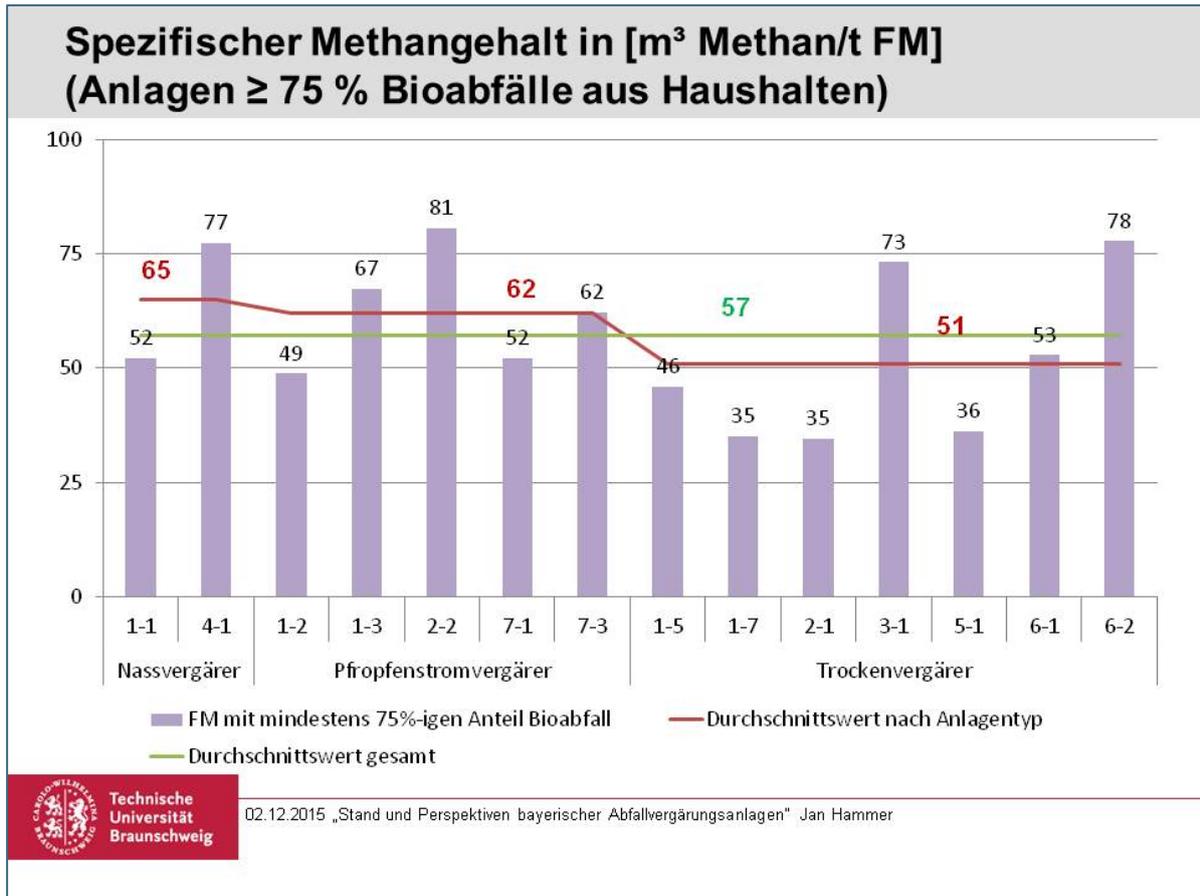
### Spezifischer Biogasertrag in [m³ Biogas/t FM] (Anlagen ≥ 75 % Bioabfälle aus Haushalten)



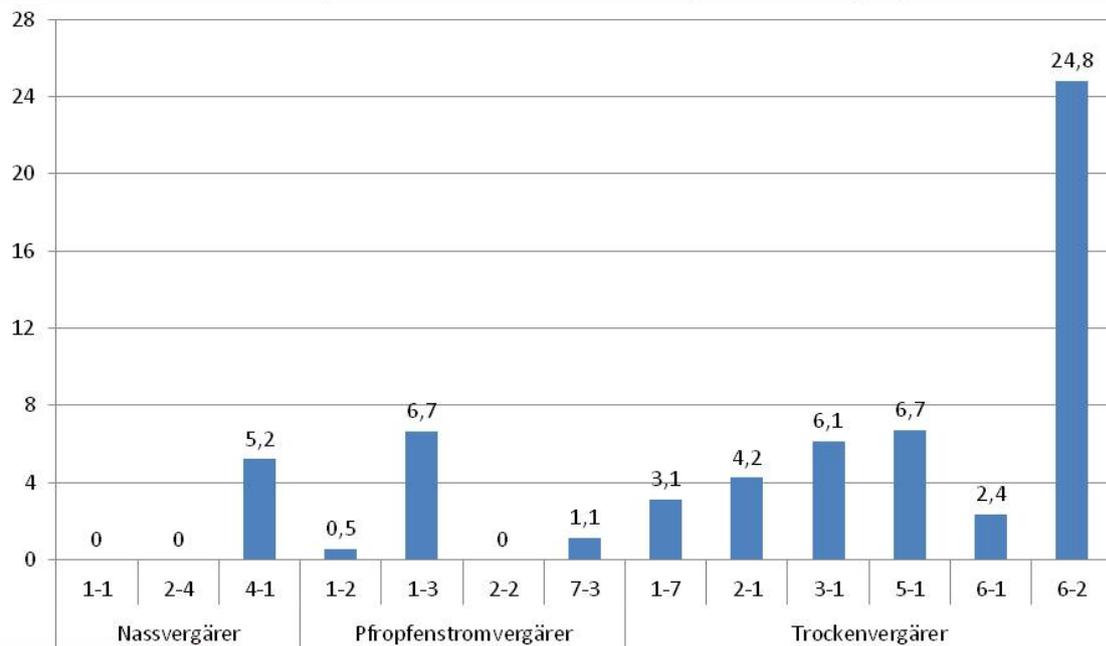
■ FM mit mindestens 75%-igen Anteil an Bioabfall   
 — Durchschnittswert nach Anlagentyp  
— Durchschnittswert gesamt



02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer



## Theoretische Speicherzeit des Biogases in [h]



02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

## Beispiele für Best Practice Vergärung I

- „Helix“-Hydrolyse Rehau Solutions: 30 % Steigerung Gasertrag
- Keine Aussage zu Korrelation Substrat-Verweilzeiten : Gasertrag möglich → ist auf die jeweilige Anlage anzupassen.
- Hohe Biogas-Speicherkapazität → Vermeidung von Gasverlust durch Abfackeln
- Bioenergie Schwaben: für hohen Gasertrag ist neben hohem Anteil überlagerter Lebensmittel auch vorgeschaltete Hydrolyse verantwortlich
- Rühren: Langsamläufer für Gesamtinhalt + bewegliches Tauchrührwerk für Oberfläche



02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

## **Beispiele für Best Practice Vergärung II**

- Trockenvergärung
  - Auspressen des Gärrests und anschließende Nachvergärung des Flüssiganteils → Rothmühle: Verdoppelung des Gasertrags!
  - Vorbehandlung Bioabfall: mindestens Sackaufreißer zur Steigerung des Biogasertrags
  - Sehr salzhaltiges Perkolat verschlechtert Gasertrag
- Messtechnik: Kontrolle von Messwerten sowie Durchführung von Laboruntersuchungen (FOS/TAC) zur frühzeitigen Erkennung von Problemen (z.B. Übersäuerung im Fermenter)



02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

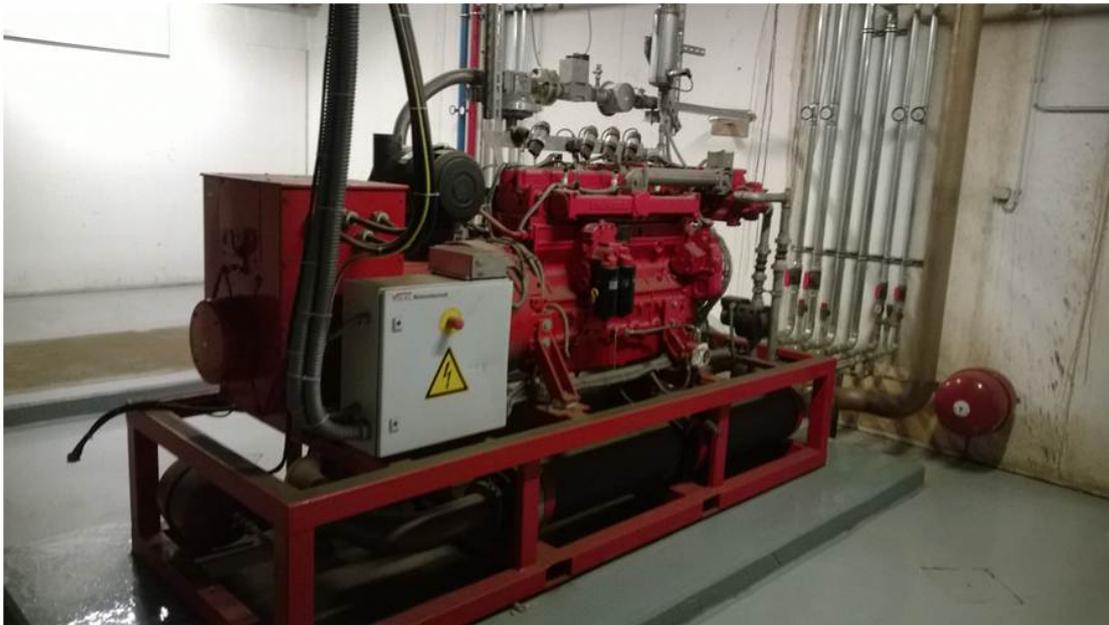
## **Beispiele für Best Practice Vergärung III**

- Anteil an überlagerten Lebensmitteln am Input steigern → höhere Biogaserträge, aber Hinderungsgrund § 45 EEG 2014: Aufnahme überlagerte Lebensmittel in Liste zugelassener Bioabfälle in EEG notwendig (bislang max. 10 % möglich)
- AVA Augsburg: Kryotechnik extrem niedrige Methanemissionen. Synergie Verbrennung/Biogas sehr positiv. Aufbereitung Biogas auf Erdgasqualität → Überprüfung Wirtschaftlichkeit Biogaseinspeisung ins Erdgasnetz sinnvoll
- Gasverwertung in separatem Heizkraftwerk: fachkundiges Personal

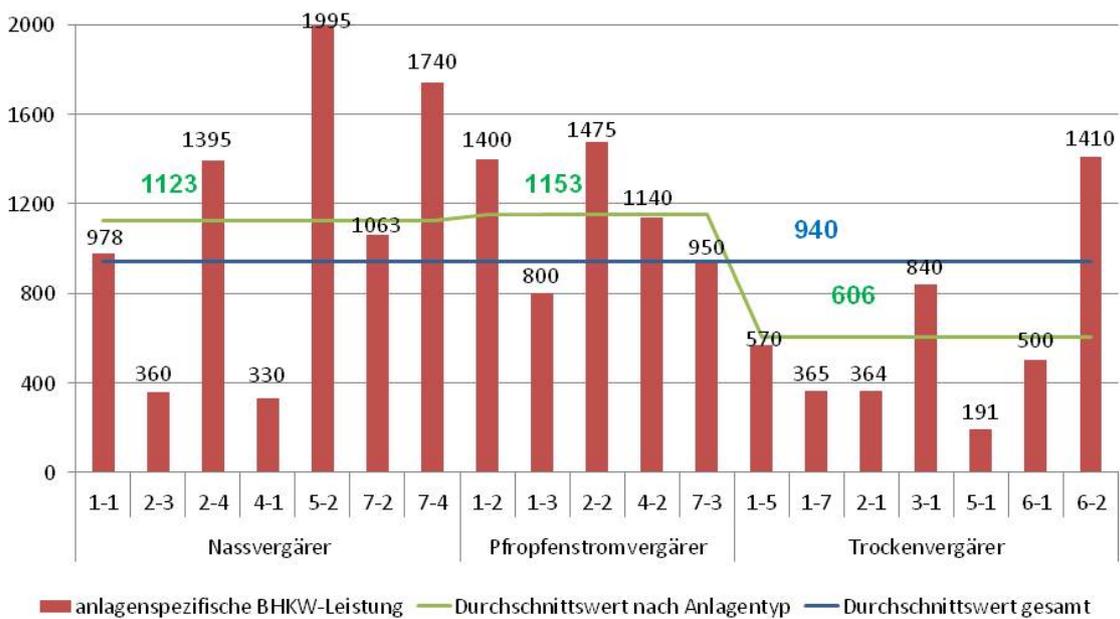


02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

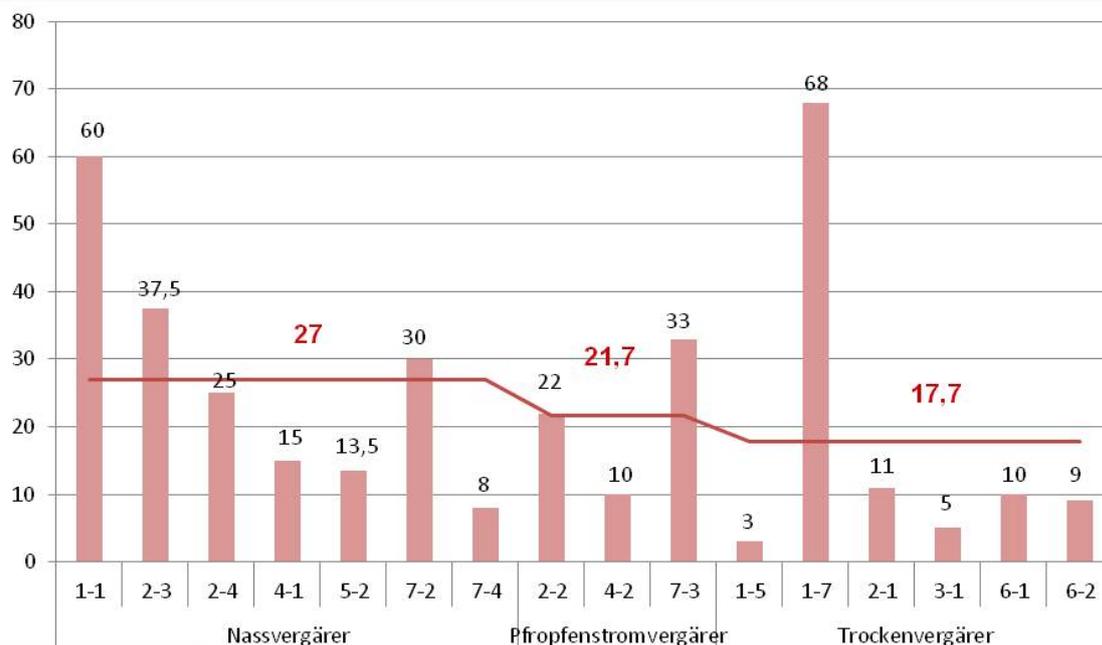
## Stromerzeugung und Biogasaufbereitung



## BHKW-Leistungen in [kW]



## Eigenverbrauch am erzeugten Strom in [%]



02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

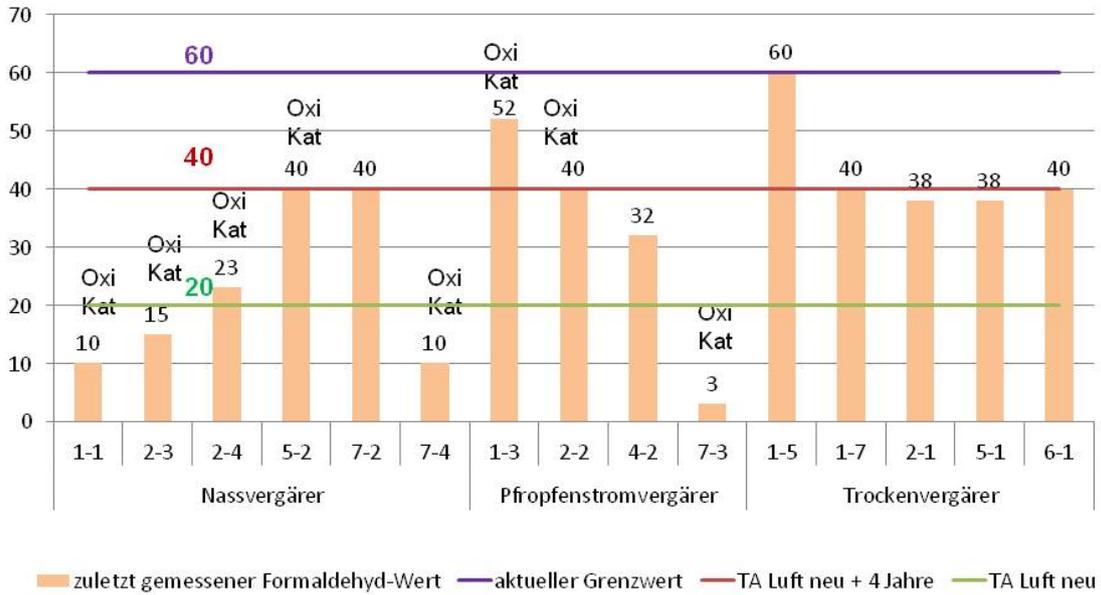
## Beispiele für negative Einflüsse auf Stromeigenbedarf

- Aktive und eingehauste Belüftung Gärrest aus Trockenvergärung Warngau → Auswirkungen ambivalent: Verringerung der Emission klimawirksamer Gase, aber auch extremer Eigenstromverbrauch: 68 %!  
→ Mittelweg (geeignete Grenzwerte, ab denen aktive Aerobisierung beendet werden kann)
- Gaseindüsung zur Vermischung sehr energieintensiv, Energieverbrauch um das 7- bis 9-fache höher als Rührwerke
- Waschwasser LKW: sehr geringe Biogasausbeute und führt bei Fest-/Flüssig-Trennung zu zusätzlichem Energieaufwand



02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

## Formaldehyd-Wert in [mg/m<sup>3</sup>]

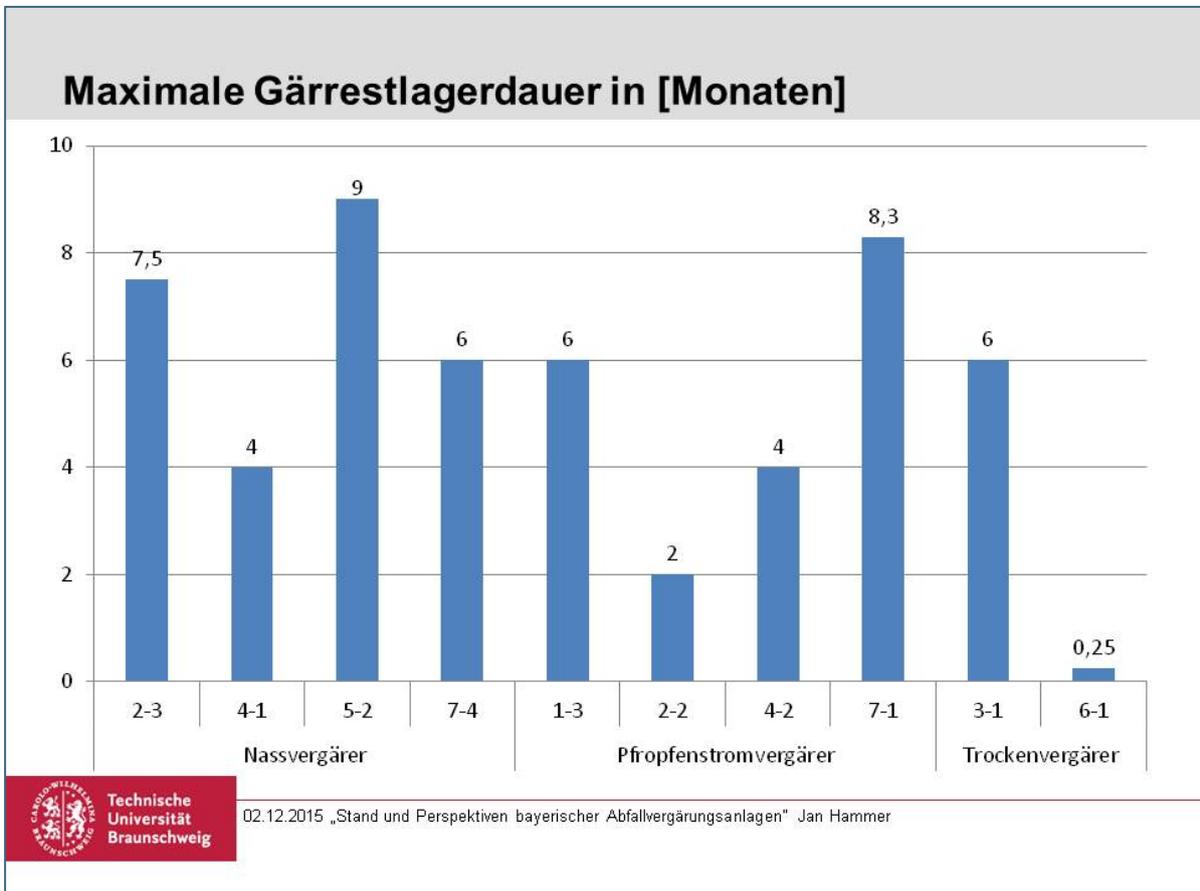
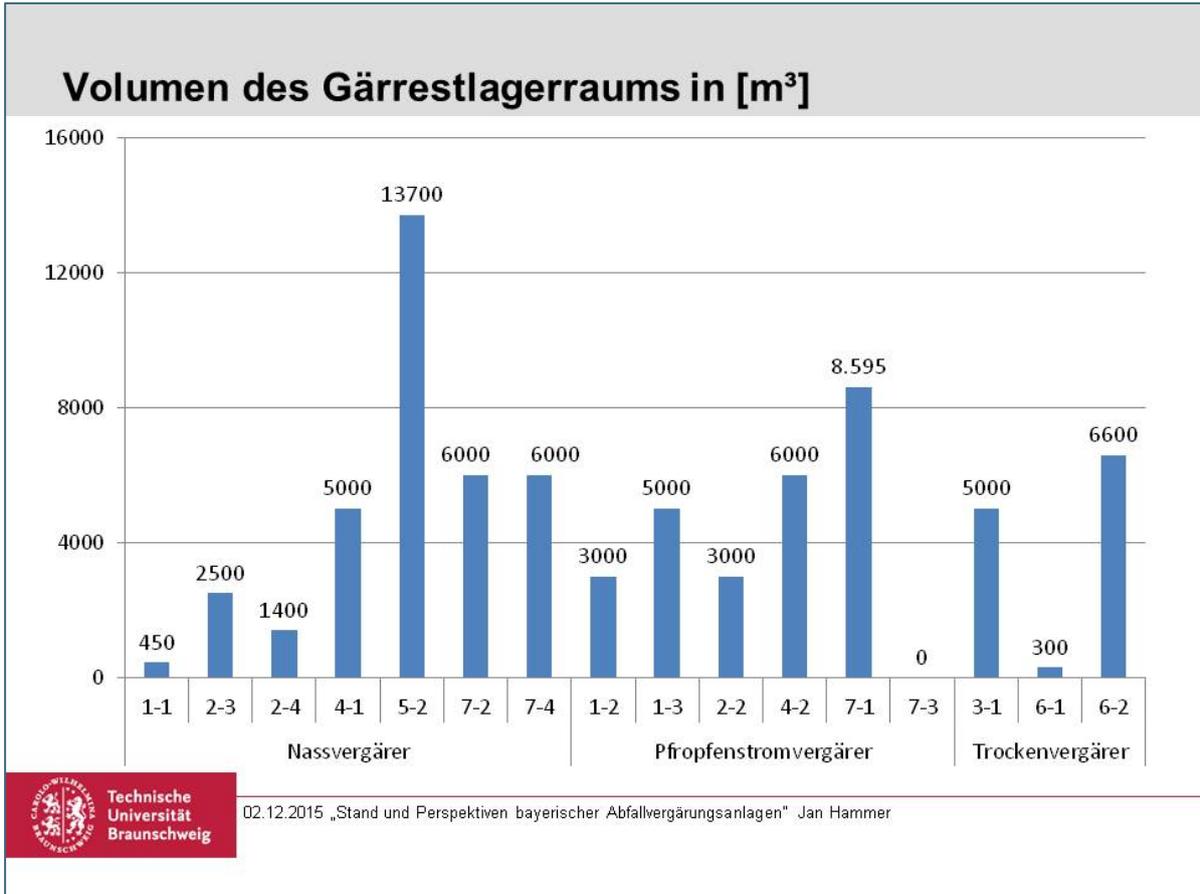


02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

## Gärrestlagerung



02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer



## Auswahl Kritik der Anlagenbetreiber

- EEG-Änderungstakt zu hoch für Planungssicherheit
- Auslaufen EEG nach 20 Jahren: Wesentliche Änderung nur wegen EEG, nicht wegen Anlagentechnik notwendig
- Eindeutige Bioabfalldefinition incl. Speisereste und Lebensmittel
- Neubau schwierig:
  - zu viele Gesetze,
  - Vergütungen sinken,
  - Anlagen sehr teuer → Wirtschaftlichkeit gefährdet
- Häufigkeit der Kontrollen zu hoch
- Unsymmetrie der Kontrollen im Vergleich zu NaWaRo-Anlagen
- 9-monatige Lagerkapazität der DüMV zu hoch
- Neue Formaldehydgrenzwerte TA Luft realitätsfern



02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

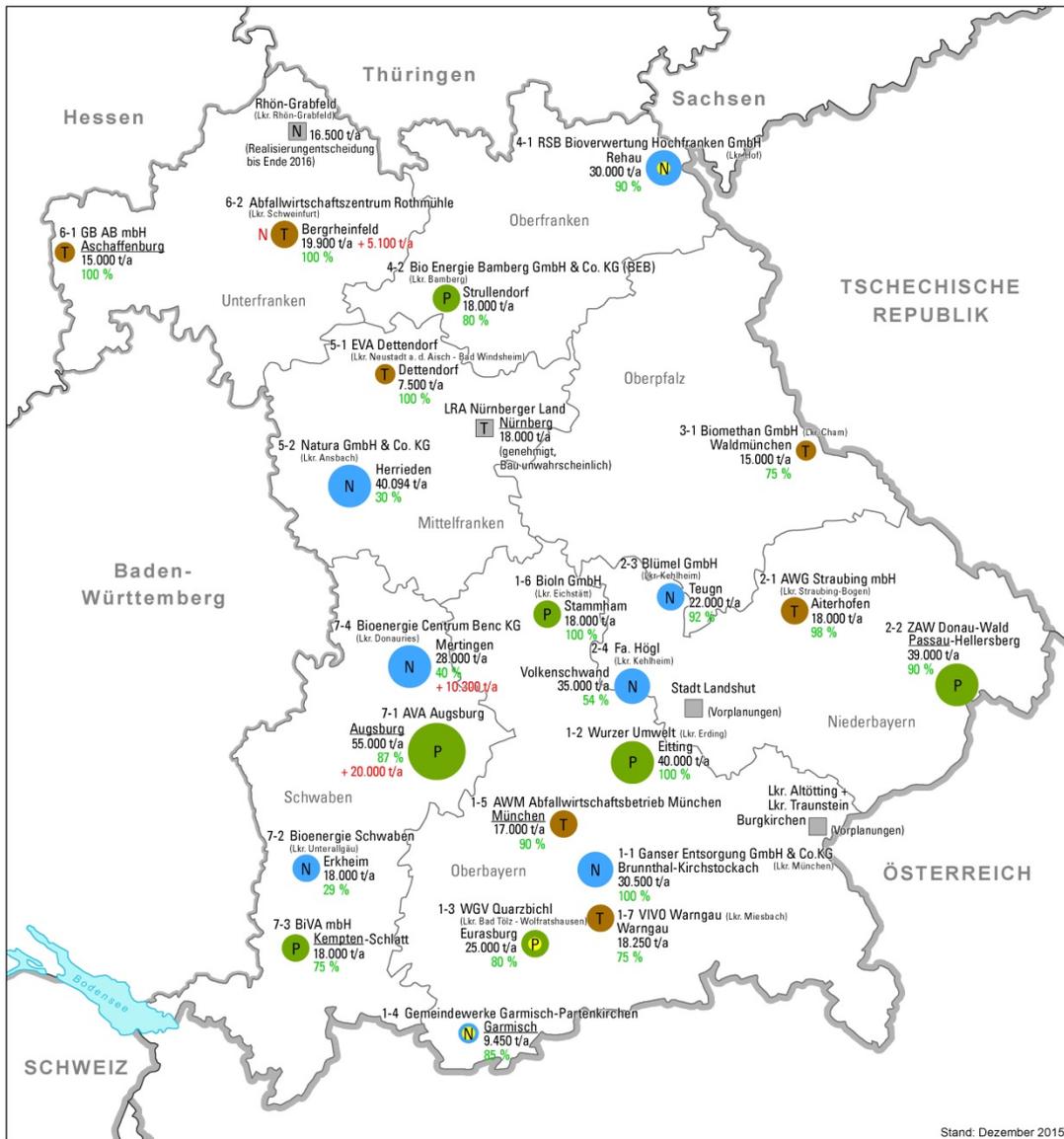
## Auswahl Wünsche der Anlagenbetreiber

- Siehe Kritik
- Verlängerte Kontrollintervalle (> 1 Jahr)
- Verringerte Störstoffanteile im Input
- Trockenvergärung: Erforschung von geeigneten Reinigungsmöglichkeiten von Struvit- bzw. MAP-Ablagerungen
- Techniken für effizientere Aussortierung der Fremdstoffe
- Verschleiß der Aufbereitungsaggregate minimieren
- Längere Standzeiten für Oxidationskatalysatoren
- Bessere Abbaubarkeit von Bioabfalltüten



02.12.2015 „Stand und Perspektiven bayerischer Abfallvergärungsanlagen“ Jan Hammer

### Vergärungsanlagen für Bioabfälle aus Haushalten



**Bestehende Anlagen:**

- 2-3 Blümel GmbH (Lkr. Kehlheim)
- Augsburg
- Neubauten
- Betriebsweise:
- N Nassvergärer
- P Pflropfenstromvergärer
- T Trockenvergärer

**Genehmigter Durchsatz in Tonnen pro Jahr:**

- 15.000
- > 15.000 - 25.000
- > 25.000 - 35.000
- > 35.000 - 45.000
- > 45.000
- 40.000 t/a
- genaue Angabe davon Bioabfall in Prozent

**Geplante Anlagen:**

- Rhön-Grabfeld (Lkr. Rhön-Grabfeld)
- z. B. Nassvergärer mit sonstigen Angaben
- Wesentliche Änderungen:
- N zusätzliches Modul: z. B. Nassvergärer
- + 20.000 t/a Durchsatzerhöhung

Maßstab 1:200000  
0 50 km

Herausgeber:  
Bayerisches Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
www.lfu.bayern.de

- Staatsgrenze
- Landesgrenze
- Regierungsbezirksgrenze

# Bedeutung der Änderungen düngerechtlicher Bestimmungen für die Bioabfallverwertung

**Hans-Walter Schneichel, Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz, Mainz**

## Einleitung

Für eine stoffliche Nutzung von Bioabfällen als Düngemittel, Bodenhilfsstoff oder Kultursubstrat sind neben abfallrechtlichen Rechtsnormen die Vorschriften des Düngerechts maßgebend. Somit haben Änderungen düngerechtlicher Bestimmungen direkten Einfluss auf die Bioabfallverwertung. Der Gesetzgeber hat für den vorgenannten Verwertungsbereich dem Düngerecht im Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) klar den Vorrang gegenüber abfallrechtlichen Regelungen eingeräumt (§ 11 Absatz 2 Satz 3 KrWG)

Seit fast 100 Jahren bestehen in Deutschland gesetzliche Vorgaben für Düngemittel. Diese regelten zunächst nur das Inverkehrbringen von Mineraldünger. Im Laufe der Zeit wurden sie auf alle Düngemittel also einschließlich der organischen Düngemittel und der Wirtschaftsdünger ausgeweitet. Das Gesetz wurde im Interesse der Anwender und zum Schutz vor Täuschung erlassen. Die Ansprüche der Gesellschaft wandeln sich im Laufe der Zeit. So trat immer stärker auch der Schutz der Umwelt in den Vordergrund. Es blieb auch nicht bei Regelungen nur für das Inverkehrbringen. So wurden im Wege der EG-Rechtsetzung auch Vorgaben für die Anwendung festgelegt. Die rechtlichen Vorgaben werden jeweils zeitnah fortgeschrieben und an den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik angepasst.

Aktuell gelten

das Düngegesetz vom 09.01.2009<sup>1</sup>,

die Düngemittelverordnung vom 05.12.2012<sup>2</sup>, geändert durch Verordnung vom 27. Mai 2015 (BGBl. I S. 886) und

die Düngeverordnung in der Bekanntmachung vom 27.02.2007<sup>3</sup>.

Die Düngemittelverordnung wurde in 2015 geändert und die Düngeverordnung soll in Kürze geändert werden. Die nachfolgende Zusammenstellung gibt den Stand Mitte November 2015 wieder.

---

<sup>1</sup> Düngegesetz vom 09. Januar 2009 (BGBl. I S. 54, 136), zuletzt geändert durch Gesetz vom 09. Dezember 2010

<sup>2</sup> Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung) vom 05. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2482)

<sup>3</sup> Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung) in der Bekanntmachung der Neufassung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 221)

## Rechtsänderungen

### I) Düngemittelverordnung

Die Düngemittelverordnung regelt die Anforderungen an das Inverkehrbringen der Stoffe. Dies betrifft einerseits die Zusammensetzung und Beschaffenheit der Stoffe und andererseits die formalen Anforderungen wie die Kennzeichnung. Aus Sicht der Verwertung von Bioabfällen, die meist in Form von Gärresten oder Komposten erfolgt, sind mit der letzten Änderung der Düngemittelverordnung folgende wichtige Punkte geändert worden:

- a) Fremdstoffregelung  
Die bisherige Regelung, wonach Altpapier, Karton, Glas und nicht abbaubare Kunststoffe nicht über einen Anteil von 0,5 % enthalten sein durften, wurde geändert. Nach Ablauf einer eingeräumten Übergangszeit (31. Dezember 2016) dürfen nicht abgebaute Kunststoffe nicht über einem Anteil von 0,1 % und Altpapier, Karton, Glas und Metall nicht über einem Anteil von 0,4 % enthalten sein.
- b) Kennzeichnung von Phosphat mit einheitlich vorgegebenen Phosphatlöslichkeiten  
Alle phosphathaltigen Düngemittel müssen künftig Phosphatgehalte in den Löslichkeiten Gesamtphosphat, wasserlösliches Phosphat und neutral-ammonicitratlösliches Phosphat ausweisen, wenn die Gehalte jeweils mehr als 1 % betragen. Dies gilt unabhängig von den bisherigen typspezifischen Löslichkeitsvorgaben.

### II) Düngeverordnung

In einer neuen Düngeverordnung, die voraussichtlich in 2016 in Kraft treten wird, sollen die Vorgaben für die gute fachliche Praxis beim Düngen deutlich konkreter gefasst werden als bisher. Dazu soll die Verordnung neben dem regulativen Teil neun Anlagen mit insgesamt 19 Tabellen enthalten. Von diesen Daten darf nur in festgeschriebenen Fällen abgewichen werden.

Aus Sicht der Verwertung von Gärresten und Bioabfallkomposten sind folgende Punkte von besonderer Bedeutung:

- a) Vor einer Düngemittelanwendung ist grundsätzlich eine Düngebedarfsermittlung für jeden Schlag / Bewirtschaftungseinheit durchzuführen. Die Ermittlung des Düngebedarfs ist zu dokumentieren. Die Dokumentation ist aufzubewahren.
- b) Die Düngebedarfsermittlung stellt für Stickstoff auf Ackerland eine standortbezogene Obergrenze auf Basis der durchschnittlichen Erträge der letzten drei Jahre dar.
- c) Auf allen Flächen gilt ein Mindestabstand von einem Meter zum Gewässer. Hier ist keine Düngung zulässig. Je nach Hangneigung ist ein größerer Abstand vorgeschrieben.
- d) Grundsätzlich sind alle organischen und organisch-mineralische Düngemittel, einschl. Wirtschaftsdünger, auf unbestelltem Ackerland unverzüglich, jedoch spätestens nach vier Stunden (ab 2018 innerhalb einer Stunde!) einzuarbeiten. Ausgenommen hiervon sind Festmist von Huf- und Klautieren und Komposte.
- e) Die bisherige Mengenbegrenzung für Stickstoff aus Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft mit max. 170 kg N/ha soll auf alle organischen und organisch-mineralischen Düngemittel, einschließlich Wirtschaftsdünger, ausgeweitet werden.
- f) Die Sperrzeit für Düngemittel mit wesentlichem Gehalt an Stickstoff wird ausgeweitet. Sie soll künftig bei Ackerland nach Ernte der letzten Hauptfrucht bis zum 31.01. des Folgejahres gelten. Für Grünland gilt die Sperrzeit vom 01.11. bis 31.01. Eine Düngung im Herbst ist nur bis zur

Höhe eines Nährstoffbedarfes und bis zum 01. Oktober zu Zwischenfrüchten, Winterraps und Wintergerste mit maximal 60 kg Gesamt-N/ha bzw. 30 kg Ammonium-N/ha zulässig.

- g) Auf hoch mit Phosphat versorgten Böden soll eine Düngung nur noch in Höhe der voraussichtlichen Phosphatabfuhr zulässig sein.

## Auswirkungen

Die geänderten Anforderungen an die Zusammensetzung von Düngemittel, Bodenhilfsstoffen und Kultursubstraten im Hinblick auf die zulässigen Fremdstoffanteile können in vielen Fällen nur durch veränderte Zusammensetzung der Ausgangsstoffe bei der Getrenntsammlung von Bioabfällen oder durch zusätzliche Aufbereitungsschritte mit verbesserter Fremdstoffabtrennung erreicht werden.

Veränderte Anwendungsregeln werden insbesondere regional den Konkurrenzdruck mit Wirtschaftsdünger um geeignete Flächen erhöhen. In diesem Zusammenhang wird auch die Frage nach Lagerkapazitäten ein wichtiges Thema.

# Verwertung biogener Abfälle: Rückstände, Schadstoffgehalte und Hygieneparameter – Ergebnisse des BayLfU-Projekts

Heinz Riedel, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Verwertung biogener Abfälle: Rückstände,  
Schadstoffgehalte und Hygieneparameter

Bayerisches Landesamt für  
Umwelt 

## Einführung

- BayLfU-Kompostuntersuchungen seit dem Jahr 2000 in unregelmäßigen Abständen (2000, 2002, 2006, 2009 und 2013/14):
  - Im Fokus: Bioabfall- und Grüngutkomposte
  - Möglichst Beprobung derselben Anlagen
  - Ausweitung auf Vergärungs- (seit 2006) und Biogasanlagen (seit 2009)
- Untersuchungsumfang Komposte/Gärprodukte:
  - Schwermetalle
  - Organische Schadstoffe
  - 2013/14: Umwelthygienische Parameter  
Parameter zum Ende der Abfalleigenschaft (Stabilitätskriterien)

Bayerisches Landesamt für Umwelt 

**Untersuchungsprogramm**

---

**Probenumfang**

Probenart	Untersuchungsjahr					
	2000	2002	2006	2009	2013/14	
<b>Komposte</b>						
Bioabfallkompost (BAK)	15	11 (2×)	12	11	7	
Grüngutkompost (GGK)	5	11 (2×)	12	11	10	
<b>Gärprodukte</b>						
Vergärungs- rückstand (VR)	fest	–	–	5	6	10
	flüssig	–	–	–	2	4
Biogasanlagen- gärrest (BG)	Mitvergärung	–	–	–	4	3
	NawaRo	–	–	–	4	5
Summe		20	44	29	38	39

3

© LfU / Referat 21 / Heinz Riedel / 02.12.2015

Bayerisches Landesamt für Umwelt 

**Untersuchungsprogramm**

---

**Parameterumfang I**

Untersuchungsparameter	Untersuchungsjahr				
	2000	2002	2006	2009	2013/14
Nährstoffe (N <sub>ges</sub> , P <sub>ges</sub> )					✓
SM BioAbfV (Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Hg, Zn)	✓	✓	✓	✓	✓
Weitere SM (Ag, As, Ba, Co, Mo, Sb, Se, Ti, U)					✓
Polyzykl. arom. Kohlenwasserstoffe (PAK)	✓	✓	✓	✓	✓
Polychlor. Dibenzodioxine/-furane (PCDD/F)	✓	✓	✓	✓	✓
Polychlorierte Biphenyle (Indikator-PCB)	✓	✓	✓	✓	✓
Dioxinähnliche polychlor. Biphenyle (dl-PCB)		✓	✓	✓	✓
Biphenyl	✓		✓	✓	✓
Hexachlorbenzol (HCB)	✓		✓	✓	✓

4

© LfU / Referat 21 / Heinz Riedel / 02.12.2015

Bayerisches Landesamt für Umwelt 

**Untersuchungsprogramm**

---

**Parameterumfang II**

Untersuchungsparameter	Untersuchungsjahr				
	2000	2002	2006	2009	2013/14
Pentachlorphenol (PCP)	✓		✓	✓	✓
ortho-Phenylphenol	✓		✓	✓	✓
Bisphenol A		✓	✓	✓	✓
Di-(2-ethylhexyl)-phthalat (DEHP)	✓	✓	✓	✓	✓
Di-isononyl-phthalat (DINP)			✓	✓	✓
iso-Nonylphenol		✓	✓	✓	✓
Zinnorganische Verbindungen (außer GGK)		✓	✓	✓	✓
Galaxolide® (HHCB)			✓	✓	✓
Tonalide® (AHTN)			✓	✓	✓
Iso-E-Super® (OTNE)					✓
Thiabendazol	✓		✓	✓	✓

5

© LfU / Referat 21 / Heinz Riedel / 02.12.2015

Bayerisches Landesamt für Umwelt 

**Untersuchungsprogramm**

---

**Parameterumfang III**

Untersuchungsparameter	Untersuchungsjahr				
	2000	2002	2006	2009	2013/14
Polybromierte Diphenylether (PBDE)		✓	✓	✓	✓
Hexabromcyclododecan (HBCD)				✓	✓
Weitere polybromierte Flammschutzmittel					✓
Perfluorooctansäure (PFOA)			✓	✓	✓
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)			✓	✓	✓
Weitere perfluorierte Tenside (PFT)				✓	✓
Triclosan (TCL)			✓	✓	✓
Methyl-Triclosan (TCLM)			✓	✓	✓
Pestizide	✓				
Moschusxylool		✓			
Lineare Alkylbenzolsulfonate (LAS)		✓	✓		

6

© LfU / Referat 21 / Heinz Riedel / 02.12.2015

**Untersuchungsprogramm**

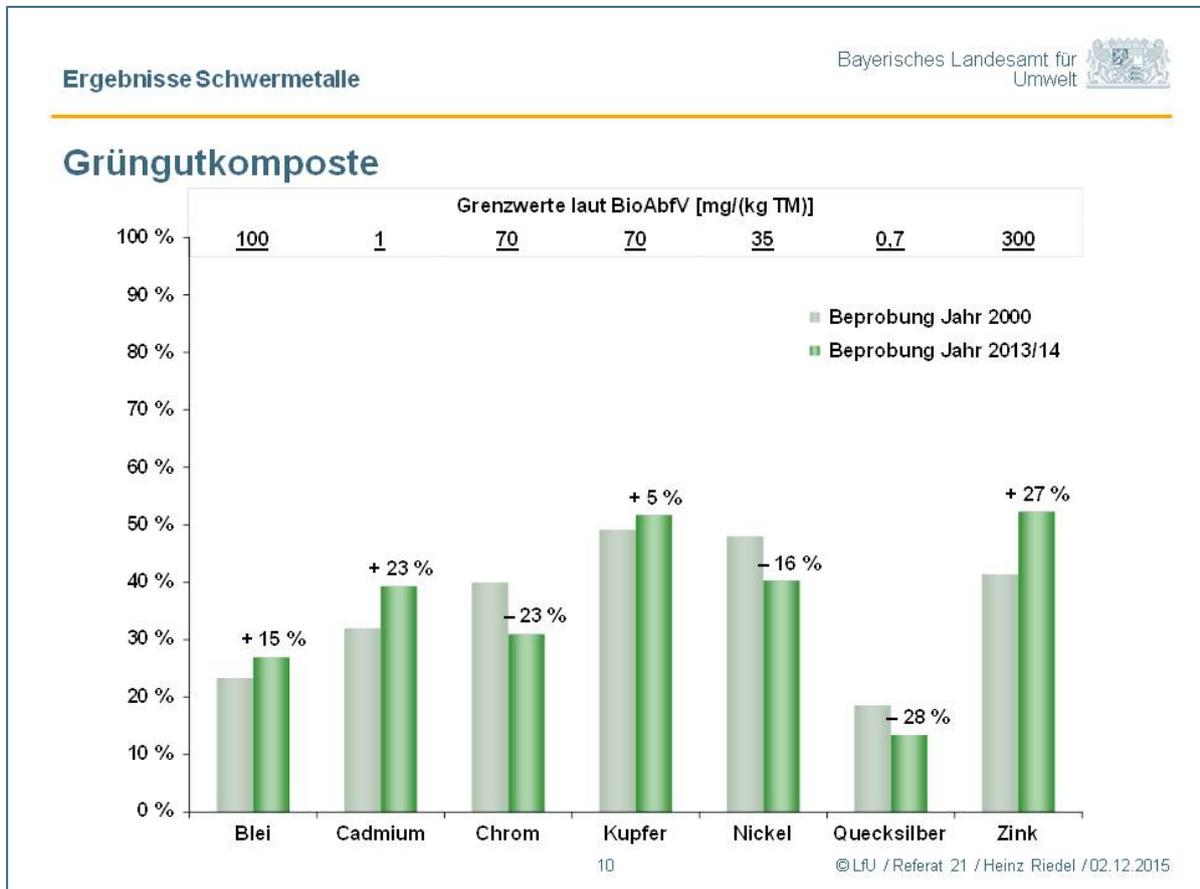
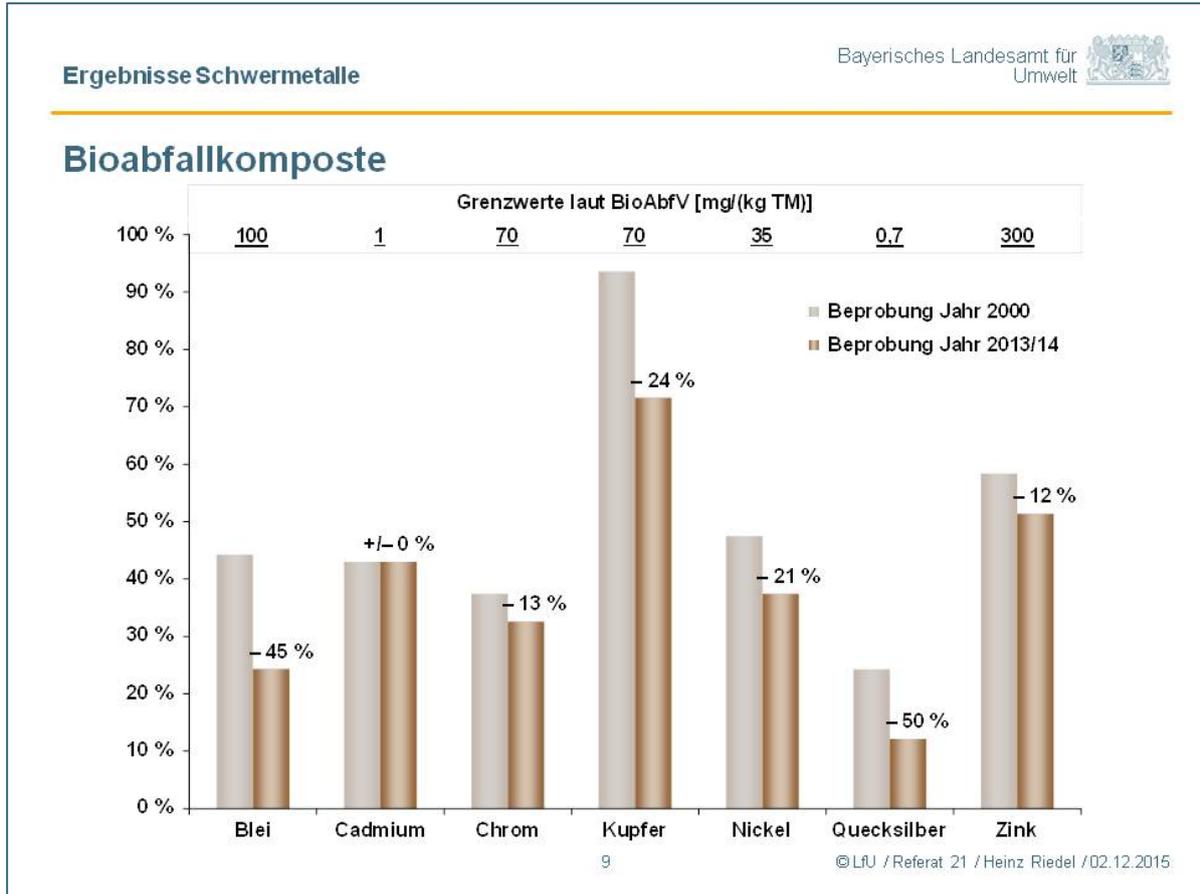
**Parameterumfang IV**

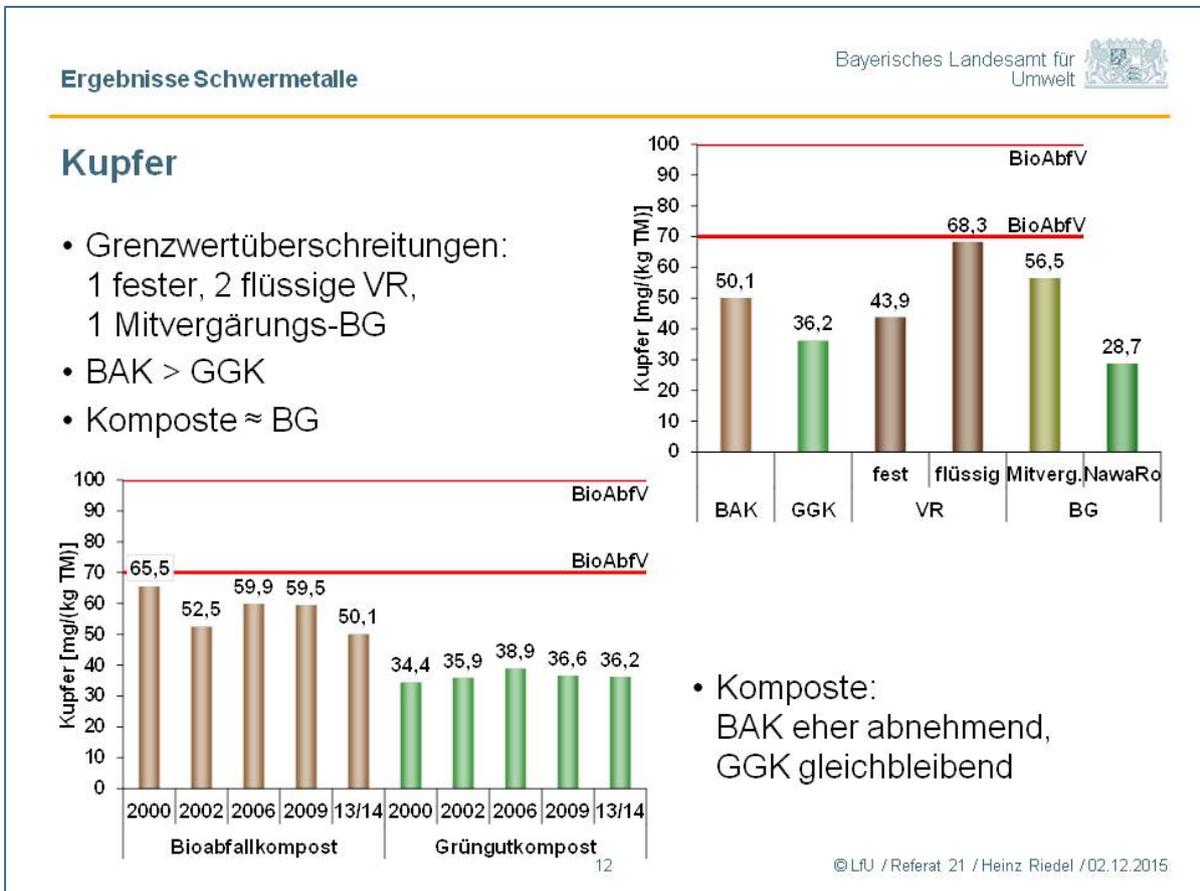
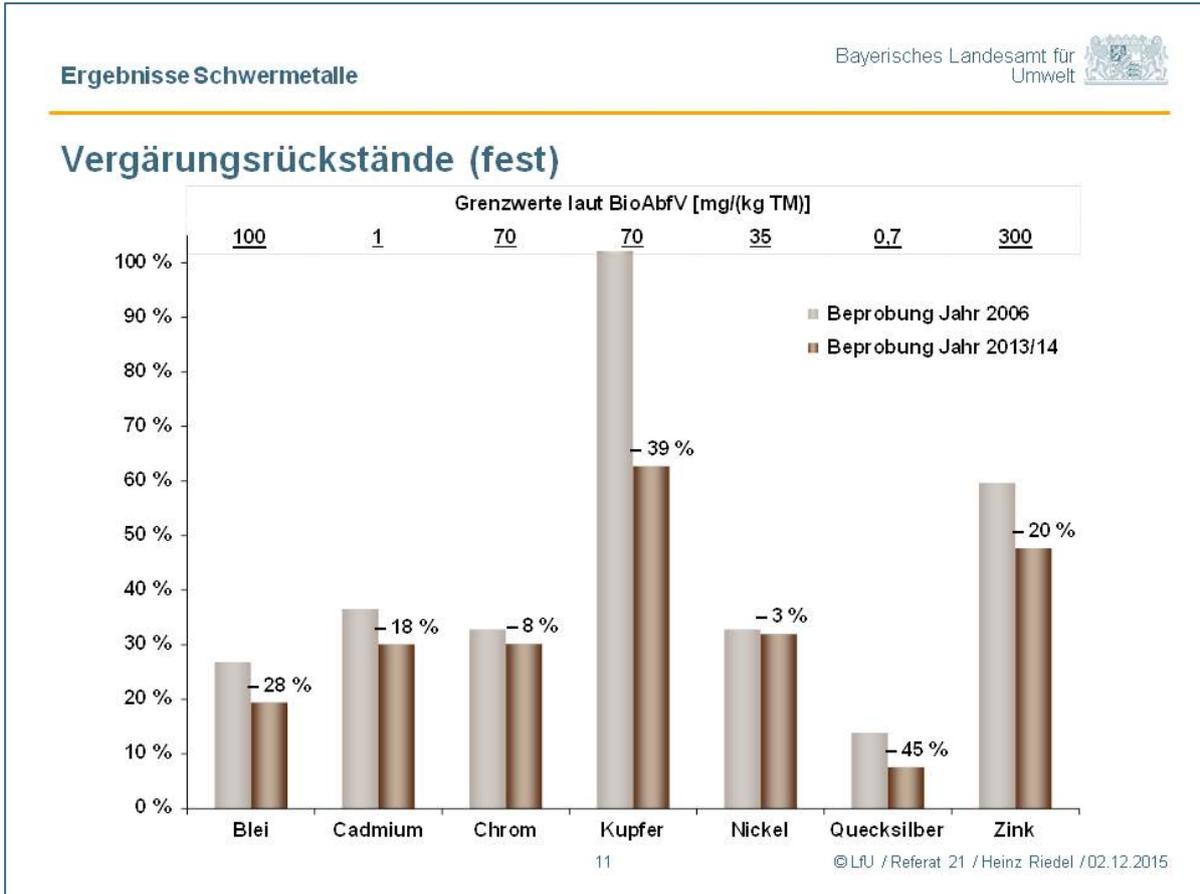
Untersuchungsparameter	Untersuchungsjahr				
	2000	2002	2006	2009	2013/14
Keimfähige Samen, austriebsfähige Pfl.-teile					✓
Salmonellen					✓
Aerobe Gesamtbakterienzahl					✓
Fäkalcoliforme Bakterien					✓
Enterokokken					✓
Atmungsaktivität (nur Komposte)					✓
Gasbildungspotenzial (nur Gärprodukte)					✓

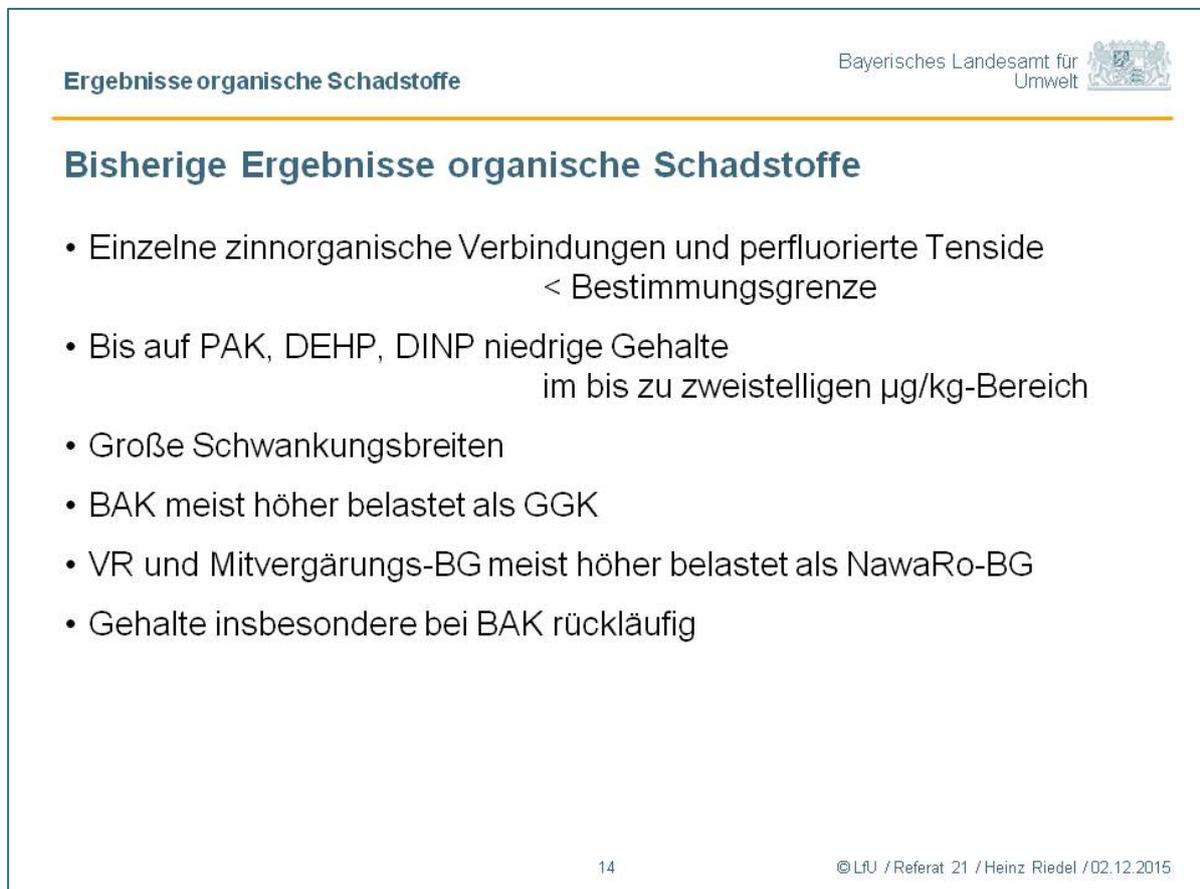
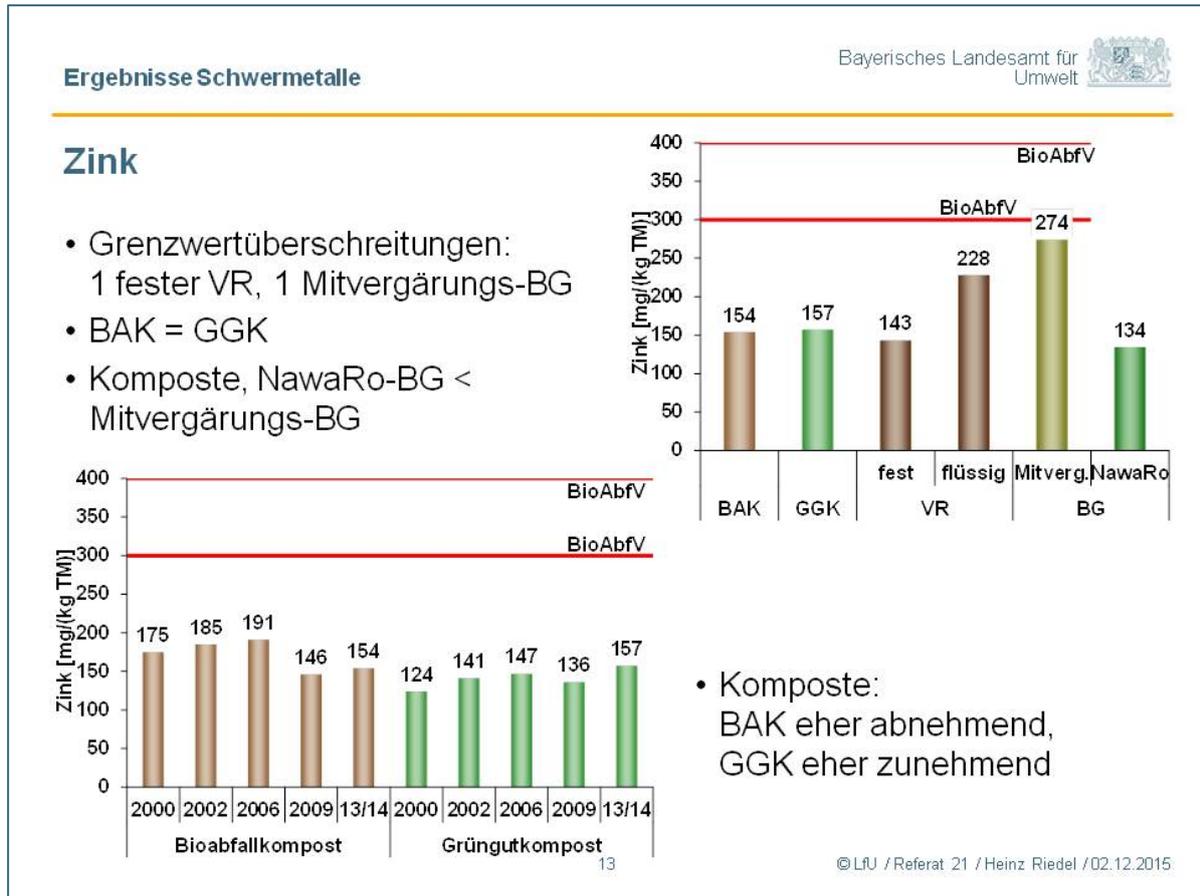
**Ergebnisse Schwermetalle**

**Bisherige Ergebnisse Schwermetalle**

- Komposte: Bis auf Kupfer
  - niedrige Gehalte in Bezug auf Grenzwerte der BioAbfV
  - kaum Unterschiede zwischen BAK und GGK
  - Rückgang der Belastung bei BAK führt zu Angleichung der Gehalte
  
- Gärprodukte: Bis auf Kupfer und Zink
  - niedrige Gehalte in Bezug auf Grenzwerte der BioAbfV
  - BG von allen untersuchten Probenarten am geringsten belastet



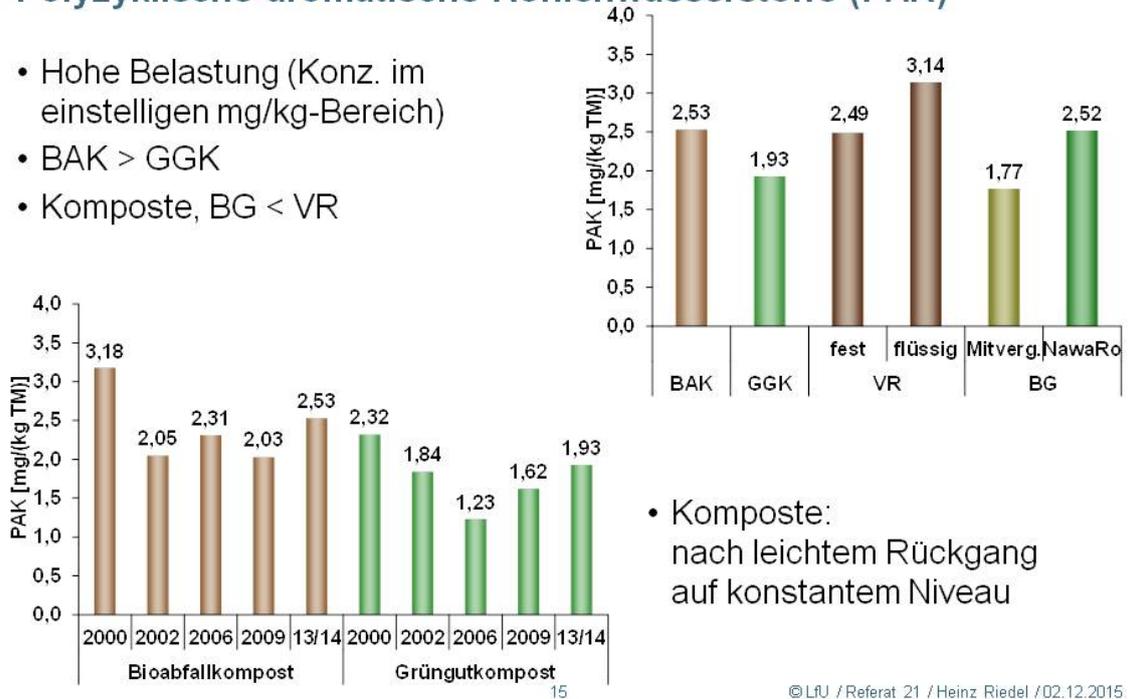




Ergebnisse organische Schadstoffe

**Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)**

- Hohe Belastung (Konz. im einstelligen mg/kg-Bereich)
- BAK > GGK
- Komposte, BG < VR

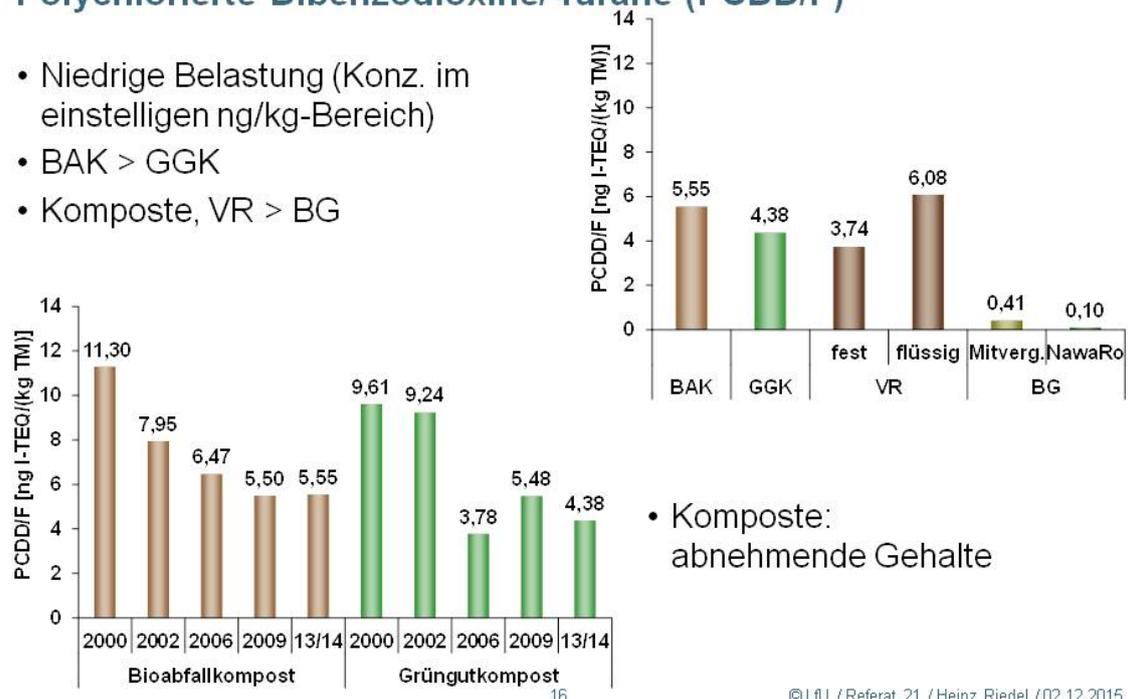


- Komposte: nach leichtem Rückgang auf konstantem Niveau

Ergebnisse organische Schadstoffe

**Polychlorierte Dibenzodioxine/-furane (PCDD/F)**

- Niedrige Belastung (Konz. im einstelligen ng/kg-Bereich)
- BAK > GGK
- Komposte, VR > BG

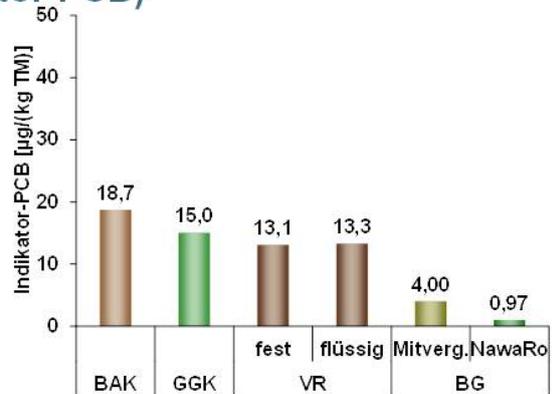
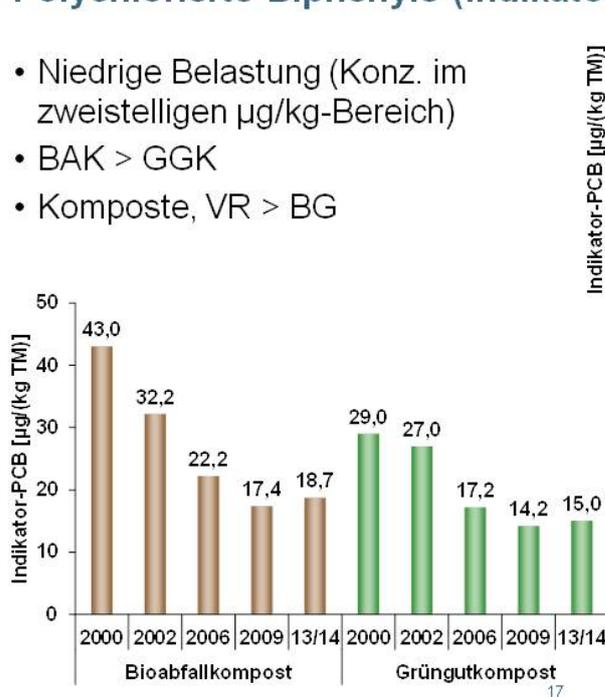


- Komposte: abnehmende Gehalte

Ergebnisse organische Schadstoffe

Polychlorierte Biphenyle (Indikator-PCB)

- Niedrige Belastung (Konz. im zweistelligen µg/kg-Bereich)
- BAK > GGK
- Komposte, VR > BG

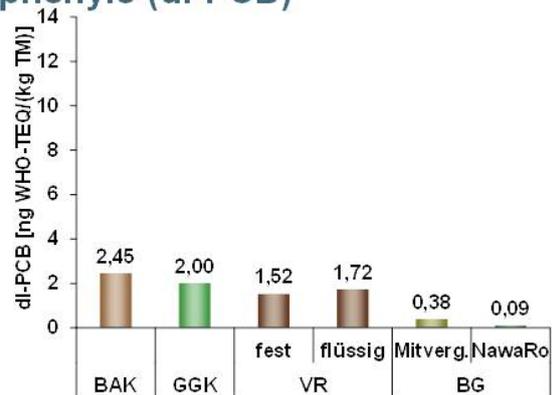
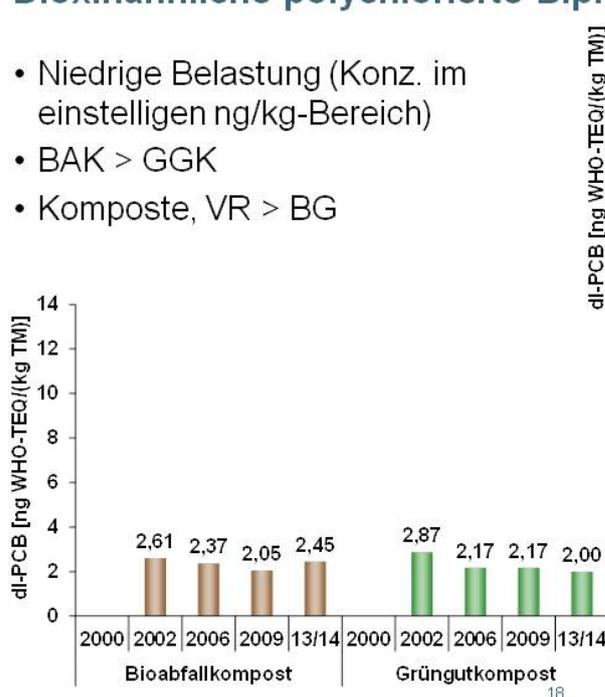


- Komposte: abnehmende Gehalte

Ergebnisse organische Schadstoffe

Dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (dl-PCB)

- Niedrige Belastung (Konz. im einstelligen ng/kg-Bereich)
- BAK > GGK
- Komposte, VR > BG

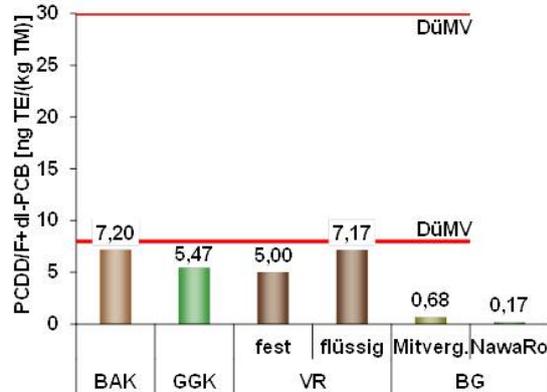


- Komposte: BAK gleichbleibend, GGK eher abnehmend

**Ergebnisse organische Schadstoffe**

**PCDD/F + dl-PCB**

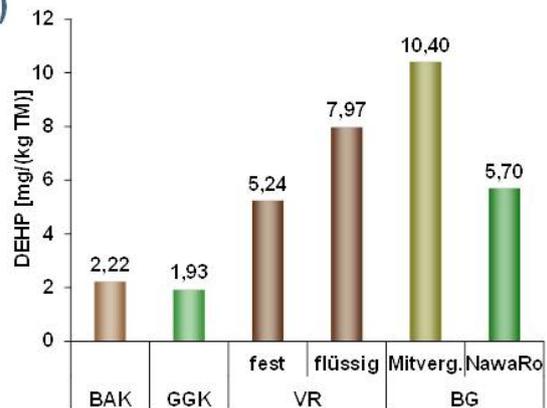
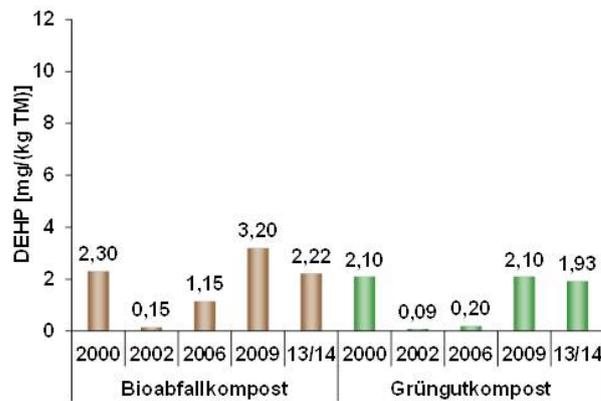
- Niedrige Belastung (Konz. im einstelligen ng/kg-Bereich)
- BAK > GGK
- Komposte, VR > BG



**Ergebnisse organische Schadstoffe**

**Di-(2-ethylhexyl)-phthalat (DEHP)**

- Hohe Belastung (Konz. im bis zu zweistelligen mg/kg-Bereich)
- BAK > GGK
- Komposte < VR, BG



- Komposte: gleichbleibende Gehalte

## Ergebnisse umwelthygienische Parameter

### Umwelthygiene

- Keimfähige Samen, austriebsfähige Pflanzenteile:
  - Anforderung der BioAbfV eingehalten
- Salmonellen:
  - 1 fester (nicht hygienisiert), 2 flüssige (hygienisiert) VR positiv
- Aerobe Gesamtbakterienzahl:
  - Richtwert der Vollzugshinweise zur BioAbfV eingehalten
- Fäkalcoliforme Bakterien (*E. coli*):
  - 1 GGK, 2 feste (nicht hygienisiert), 1 flüssiger (hygienisiert) VR auffällig
- Enterokokken (nur Anaerobbehandlung/Gärprodukte):
  - 6 feste (davon 3 hygienisiert), 2 flüssige (hygienisiert) VR,  
1 Mitvergärungs-BG auffällig

## Ergebnisse Parameter zum Ende der Abfalleigenschaft

### Ende der Abfalleigenschaft – Stabilitätskriterien

- Atmungsaktivität (nur Komposte):
  - 1 BAK über EoW-Forderung für vollständige Stabilisierung
- Gasbildungspotenzial (nur Gärprodukte):
  - 3 feste (nicht stabilisiert) VR, 1 Mitvergärungs-, 2 NawaRo-BG  
über EoW-Forderung für vollständige Stabilisierung

## Zusammenfassung

- Niedrige Gehalte:
  - Schwermetalle im mg/kg-Bereich, GW der BioAbfV i. d. R. eingehalten
  - organische Schadstoffe im µg/kg-Bereich
- Schwermetalle:
  - Bioabfallkomposte ähnliche Gehalte wie Grüngutkomposte
- Organische Schadstoffe:
  - Bioabfallkomposte meist etwas höhere Gehalte als Grüngutkomposte
  - Biogasanlagengärreste, insbesondere NawaRo-Gärreste, niedrigste Gehalte
  - Rückläufige Gehalte, insbesondere bei den Bioabfallkomposten
- Umwelthygiene:
  - Vergärungsrückstände teilweise auffällig
- Stabilitätskriterien:
  - Biogasanlagengärreste teilweise auffällig

## Berichte im Internet

- Untersuchung 2009:
  - Verwertung biogener Abfälle: Rückstände und Schadstoffgehalte  
Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, 2010  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_abfall\\_00178.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_abfall_00178.htm)
- Untersuchung 2013/14 (in Vorbereitung):
  - Verwertung biogener Abfälle: Rückstände, Schadstoffgehalte und  
Hygieneparameter  
Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, 2015  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_abfall\\_00xxx.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_abfall_00xxx.htm)

# Untersuchung und Bewertung der Abbaubarkeit bioabbaubarer Kunststoffe

**Dr. Klaus Hoppenheidt, bifa Umweltinstitut GmbH**

## 1 Bioabbaubare Kunststoffe im Bioabfall

Die derzeit gültige Bioabfallverordnung definiert Bioabfälle als „*Abfälle tierischer oder pflanzlicher Herkunft oder aus Pilzmaterialien zur Verwertung, die durch Mikroorganismen, bodenbürtige Lebewesen oder Enzyme abgebaut werden können*“. Zu den Bioabfällen werden „*insbesondere die in Anhang 1 Nummer 1 in Spalte 1 genannten, in Spalte 2 weiter konkretisierten und durch die ergänzenden Bestimmungen in Spalte 3 näher gekennzeichneten Abfälle*“ gezählt. Die in Anhang 1 aufgeführten Abfälle können nach einer hygienisierenden und biologisch stabilisierenden Behandlung auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzte Böden ausgebracht werden, wenn sie die Qualitätsanforderungen der Bioabfallverordnung erfüllen. Im Interesse eines vorsorgenden Bodenschutzes wurden die Anforderungen an Abfälle, die biologisch verwertet werden sollen, von den zuständigen Fachbehörden bewusst anspruchsvoll formuliert.

Die Positivliste im Anhang 1 der Bioabfallverordnung enthält zwei Positionen, denen Abfälle aus bioabbaubaren Kunststoffen zuzuordnen sind (Tab. 1). Die „Hinweise zum Vollzug der BioAbfV“ konkretisieren die Angaben zum Abfallschlüssel „Kunststoffe (20 01 39)“. Danach sind mit der Position Abfälle gemeint, die als „*spezifische Stofffraktion aus der getrennten Erfassung (Sammlung) dieser Abfallmaterialien herrühren*“, nicht jedoch die bei der Sammlung von Verpackungen (15 01) erfassten Abfälle.

Im letzten Teilsatz in Spalte 3 zu dem Abfallschlüssel 20 01 39 werden „*Abfalltüten angeführt, die zur Sammlung biologisch abbaubarer Abfälle wie z. B. von Küchen- und Kantinenabfällen bestimmt sind. Zwar ist diese Ergänzung nicht ausdrücklich einschränkend formuliert, jedoch hat der Verordnungsggeber diese Abfalltüten nicht nur beispielhaft erwähnt, sondern ausweislich der Begründung als Präzisierung der Vorgaben an die Verwertung biologisch abbaubarer Werkstoffe (Kunststoffe), mithin als Restriktion für dieses Bioabfallmaterial eingefügt (vgl. Bundesrat Drucksache 578/11 (Beschluss) vom 25.11.2011, Anlage Teil A, Nummer 22). Im Rahmen des Abfallschlüssels „Kunststoffe (20 01 39)“ hat diese Ergänzung in Spalte 3 eher geringe Auswirkungen, da solche Bioabfallmaterialien aus biologisch abbaubaren Werkstoffen (Kunststoffen) nicht als getrennt gesammelte Fraktion der Siedlungsabfälle erfasst werden. Jedoch hat diese Einschränkung der biologisch abbaubaren Werkstoffe (Kunststoffe) auf Abfall-Sammeltüten darüber hinaus Auswirkungen auf die über die Biotonne getrennt erfassten Bioabfälle (s. Abfallschlüssel „Gemischte Siedlungsabfälle (20 03 01)“), da diese mangels spezifischer Bestimmungen insgesamt diejenigen Bioabfallmaterialien umfassen, die in Anhang 1 Nummer 1 bei den jeweiligen Abfallschlüsseln in Spalte 2 als Bioabfall aufgeführt sind. Mithin dürfen in der Biotonne nur solche Kunststoff-Abfalltüten zur Sammlung biologisch abbaubarer Abfälle (z. B. von Küchen- und Kantinenabfälle) miterfasst werden, die aus biologisch abbaubaren Werkstoffen (Kunststoffen) hergestellt sind.*“

Tab. 1: Auszug des Anhangs 1 der Bioabfallverordnung

Abfallbezeichnung gemäß der Anlage der AVV <sup>1</sup> (in Klammern: Abfallschlüssel)	Geeignete Abfälle <sup>2</sup> aus den in Spalte 1 genannten Abfallbezeichnungen	Ergänzende Bestimmungen (in Klammern: Abfallherkunft gemäß Gruppenüberschrift der Anlage der AVV <sup>1</sup> )
Kunststoffabfälle (ohne Verpackungen) (02 01 04)	- Biologisch abbaubare Werkstoffe (Kunststoffe) aus überwiegend nachwachsenden Rohstoffen	(Abfälle aus Landwirtschaft, Gartenbau, Teichwirtschaft, Forstwirtschaft, Jagd und Fischerei) Geeignete Abfälle gemäß Spalte 2 sind z. B. Abdeckfolien. Die Materialien sind geeignete Abfälle gemäß Spalte 2, wenn diese nach DIN EN 13432 (Ausgabe 2000-12) und DIN EN 13432 Berichtigung 2 (Ausgabe 2007-10) oder DIN EN 14995 (Ausgabe 2007-03) zertifiziert sind. Die Materialien sind nach § 10 Absatz 1 Nummer 1 und 2 von den Behandlungs- und Untersuchungspflichten freigestellt, wenn sie an der Anfallstelle in den Boden eingearbeitet werden.
Kunststoffe (20 01 39)	- Biologisch abbaubare Werkstoffe (Kunststoffe) aus überwiegend nachwachsenden Rohstoffen	(Getrennt gesammelte Fraktionen der Siedlungsabfälle [außer 15 01]) Die Materialien sind geeignete Abfälle gemäß Spalte 2, wenn diese nach DIN EN 13432 (Ausgabe 2000-12) und DIN EN 13432 Berichtigung 2 (Ausgabe 2007-10) oder DIN EN 14995 (Ausgabe 2007-03) zertifiziert sind; Abfalltüten, die zur Sammlung biologisch abbaubarer Abfälle wie z. B. von Küchen- und Kantinenabfällen bestimmt sind.

<sup>1</sup> Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) vom 10. Dezember 2001 (BGBl. I S. 3379), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 22 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist.

<sup>2</sup> Abfälle in Anlehnung an den Abfallartenkatalog der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, 16. Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: LAGA-Informationsschrift Abfallarten – 1991, Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) – Erich Schmidt Verlag, Berlin.

Sinngemäß bedeuten die obigen Ausführungen, dass Bioabfalltüten und andere biologisch abbaubare Kunststoffe in Bioabfallbehandlungsanlagen verwertet werden dürfen, wenn sie überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt sind und ihre biologische Verwertbarkeit unter normierten Prüfbedingungen zertifiziert wurde. Der Eintrag von bioabbaubaren Kunststoffen in den Bioabfall kann jedoch durch lokale Abfallsatzungen eingeschränkt sein. Entsprechende Beschränkungen wurden häufig vorsorglich eingeführt, da u. a. Schwierigkeiten für den Behandlungsprozess, erhöhte Fehlwurfquoten der Abfallerzeuger und Qualitätseinbußen bei den Komposten angenommen wurden. In den letzten Jahren haben zahlreiche Regionen die Nutzung von bioabbaubaren Beuteln für die Bioabfallsammlung gezielt eingeführt. Die Praxiserfahrungen zeigten, dass sich die Maßnahmen so gestalten lassen, dass Störungen für die Bioabfallkompostierung unterbleiben und positive Effekte für die Anwender überwiegen (ZAW-SR, 2005; KOSAK, 2011; KANTHAK und SÖLING, 2012; KOSAK, 2013; GRÖLL et al.; 2015).

## 2 Prüfung der Bioabbaubar- und Kompostierbarkeit nach DIN EN 13432

Seit mehr als 20 Jahren wird darüber diskutiert, welche Eigenschaften bioabbaubare Kunststoffe haben müssen, damit sie sich für eine Verwertung in Bioabfallbehandlungsanlagen eignen (HOPPENHEIDT und TRÄNKLER, 1996). Die in einem nationalen DIN-Normenausschuss erarbeiteten Entwürfe für Prüfverfahren für abbaubare Kunststoffe (DIN V-54900-1 bis -3) wurden im Jahr 2000 in modifizierter

Form als europäische Prüfnorm DIN EN 13432<sup>1</sup> für Verpackungen eingeführt. Im Jahr 2006 folgte dann mit der DIN EN 14995<sup>2</sup> eine für abbaubare Kunststoffe geltende Prüfnorm, deren Prüfumfang mit der DIN EN 13432 vergleichbar ist. Die DIN EN 13432 ist auch die Grundlage für verschiedene Zertifizierungsprogramme, bei denen die geprüften Produkte nach einem positiven Prüfergebnis mit den bekannten Zertifizierungszeichen (DIN CERTCO, OK Compost, u. a.) kenntlich gemacht werden können. Zum Zeitpunkt der Entwicklung der genannten Prüfnormen wurden Bioabfälle fast ausschließlich kompostiert, wobei meist eine Herstellung von gut stabilisierten Fertigkomposten angestrebt wurde.

Für eine Zertifizierung nach DIN EN 13432 oder 14995 müssen Werkstoffe die Anforderungen eines mehrstufigen Untersuchungsprogrammes durchlaufen.

## 2.1 Chemische Prüfung

Prüfprodukte können neben dem Hauptpolymer eine Vielzahl von Zusatzstoffen (Copolymer, Farbstoffe, Stabilisatoren, Füllstoffe, ...) enthalten. Die Rezeptur wird vom Produzenten maßgeschneidert für die jeweilige Anwendung festgelegt. Die chemische Prüfung soll Informationen über die Bestandteile des Prüfproduktes bereitstellen, damit die Ergebnisse eindeutig einem Produkt mit einer definierten Rezeptur zugeordnet werden können. Diese Angaben sind größtenteils vertraulich.

Der Hersteller darf keine Bestandteile vorsätzlich in sein Produkt einsetzen, von denen bekannt ist oder angenommen werden kann, dass sie schädlich für die Umwelt sind oder es während des biologischen Behandlungsprozesses werden können. Der Glühverlust des Prüfproduktes muss 50 % (w/w) überschreiten, damit Produkte mit hohen Anteilen inerter Bestandteile ausgeschlossen werden. Angaben zum Gehalt an organischem Kohlenstoff und zur Trockensubstanz müssen vorgelegt werden und die Gehalte der in Tabelle 2 aufgeführten Stoffe müssen eingehalten werden.

Tab. 2: Vorgaben der DIN EN 13432 im Vergleich zu Grenzwerten der Bioabfallverordnung

Element	DIN EN 13432	BioAbfV	Element	DIN EN 13432	BioAbfV
<b>Cd</b>	0,5	1/1,5	<b>Zn</b>	150	300/400
<b>Cr</b>	50	70/150	<b>As</b>	5	--
<b>Cu</b>	50	70/100	<b>F</b>	100	--
<b>Hg</b>	0,5	0,7/1	<b>Mo</b>	1	--
<b>Ni</b>	25	35/50	<b>Se</b>	0,75	--
<b>Pb</b>	50	100/150	--	--	--

Bei dem Vergleich der Daten in Tabelle 2 ist zu beachten, dass sich die Gehalte auf das noch nicht biologisch behandelte Prüfprodukt beziehen; die Vorgaben der Bioabfallverordnung gelten für den Kompost. Der Anteil der Prüfprodukte im Bioabfall wird aber insgesamt sehr klein sein: Selbst dann, wenn der gesamte Bioabfall in Bioabfallbeuteln angeliefert würde, läge der Anteil des dadurch in den Bioabfall gelangenden biologisch abbaubaren Werkstoffes bei unter 0,2 %. Damit bewirken die auf den biologisch abbaubaren Werkstoff zurückgehenden Einträge der aufgeführten Elemente keine relevanten Veränderungen der Gehalte der Komposte, selbst wenn der Werkstoff während der Kompostierung vollständig mineralisiert würde.

<sup>1</sup> DIN EN 13432 (2000): Verpackungen - Anforderungen an die Verwertung von Verpackungen durch Kompostierung und biologischen Abbau - Prüfschema und Bewertungskriterien für die Einstufung von Verpackungen

<sup>2</sup> DIN EN 14995 (2006): Kunststoffe - Bewertung der Kompostierbarkeit - Prüfschema und Spezifikationen

## 2.2 Biologische Abbaubarkeit

Die DIN EN 13432 definiert die biologische Abbaubarkeit als „Zerlegung einer chemischen Verbindung oder eines organischen Materials durch Mikroorganismen in Gegenwart von Sauerstoff in Kohlenstoffdioxid, Wasser und Salze anderer vorhandener Elemente (Mineralisation) unter Bildung neuer Biomasse oder in Abwesenheit von Sauerstoff in Kohlenstoffdioxid, Methan, Mineralsalze und neue Biomasse“.

Im Regelfall soll die Abbauprüfung mit der in DIN EN 14855 beschriebenen Untersuchungsmethodik durchgeführt werden, von der es inzwischen zwei Varianten gibt<sup>3</sup>. Hierbei werden die zerkleinerten Prüfprodukte bis zu 180 Tage in simulierten Kompostumgebungen bei Temperaturen von  $58 \pm 2$  °C inkubiert. Günstige physikochemische Bedingungen (Wassergehalt, pH, Sauerstoff, u. a.) und eine gute Versorgung mit Nährstoffen sollen hohe biologische Abbauproduktivitäten gewährleisten.

Das Ausmaß des biologischen Abbaus des Prüfproduktes wird über das beim Abbau gebildete Kohlendioxid erfasst. Dies kann mit direkt anzeigenden Messgeräten (Abb. 1) oder durch Absorption und nachfolgendem analytischen Nachweis erfolgen. Es ist jedoch schwierig, die auf den Abbau des Prüfproduktes zurückzuführende Freisetzung von Kohlendioxid hinreichend exakt zu erfassen:

- Kohlendioxid wird auch durch den Abbau organischer Kompostbestandteile frei. Dieser Anteil wird durch die Nutzung sehr gut ausgereifter Komposte<sup>4</sup> und die Mitführung von Blindwertansätzen korrigiert. Die Blindwertansätze sollen nach einer Inkubation von 10 Tagen mehr als 50 mg, jedoch weniger als 150 mg Kohlendioxid je Gramm organischer Trockensubstanz erzeugen.
- Der Prüfproduktabbau kann den Abbau der Kompostsubstanz stimulieren oder durch Ansäuerung im Kompost vorhandene Carbonate auflösen. Deshalb wurden anorganische Trägermaterialien als Alternative zu Kompost eingeführt, die eine reduzierte „Eigenproduktion“ von Kohlendioxid aufweisen (BELLIA et al., 2000).
- Ein Teil der abgebauten Prüfsubstanz wird nicht als Kohlendioxid freigesetzt, sondern dient den Mikroorganismen als Kohlenstoffquelle für den Aufbau mikrobieller Biomasse. Deshalb gibt die erfasste Freisetzung an Kohlendioxid den Abbau der Prüfsubstanz nicht vollständig wieder. Das Wachstum der mikrobiellen Biomasse kann in der komplexen Prüfmatrix jedoch nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand abgeschätzt werden. Deshalb wird die Freisetzung einer Kohlendioxidmenge, die 90 % des Prüfproduktes entspräche, sachlich begründet als „vollständiger biologischer Abbau“ gewertet.

Die biologische Abbaubarkeit muss für das Prüfprodukt insgesamt oder jeden relevanten organischen Anteil bestimmt werden. Hierbei ist jede organische Verbindung zu beachten, die mit einem Anteil von mehr als 1 % des Trockengewichts vorhanden ist. Zu berücksichtigen ist zudem, dass die Gesamtsumme der organischen Verbindungen, für die der biologische Abbau nicht bestimmt werden muss, 5 % nicht übersteigen darf.

<sup>3</sup> DIN EN ISO 14855-1 (04/2013): Bestimmung der vollständigen aeroben Bioabbaubarkeit von Kunststoff-Materialien unter den Bedingungen kontrollierter Kompostierung - Verfahren mittels Analyse des freigesetzten Kohlenstoffdioxides - Teil 1: Allgemeines Verfahren / DIN EN ISO 14885-2 (10/2009): Bestimmung der vollständigen aeroben Bioabbaubarkeit von Kunststoff-Materialien unter den Bedingungen kontrollierter Kompostierung - Verfahren mittels Analyse des freigesetzten Kohlenstoffdioxides - Teil 2: Gravimetrische Messung des freigesetzten Kohlenstoffdioxides im Labormaßstab

<sup>4</sup> Auch Fertigkomposte mit Rottegrad V können noch um bis zu Faktor 2,5 größere Mengen an Kohlendioxid frei setzen als beim Abbau der Prüfsubstanz gebildet würde.

Ein Prüfprodukt wird als vollständig biologisch abbaubar bewertet, wenn in einem Zeitraum von maximal 6 Monaten eine Netto-Kohlendioxidmenge freigesetzt wird (Kohlendioxidbildung minus der vom Blindwert freigesetzten Menge an Kohlendioxid), die mindestens 90 % der Kohlendioxidmenge entspricht, die bei einer Totaloxidation des Prüfproduktes frei würde. Alternativ gilt ein Prüfprodukt auch als vollständig biologisch abbaubar, wenn die Netto-Kohlendioxidmenge 90 % des maximalen Wertes einer geeigneten Referenzsubstanz (z. B. Cellulose) erreicht. Das Referenzsubstrat Cellulose dient auch der Kontrolle der biologischen Aktivität des Impfmaterials; die biologische Aktivität im Referenzansatz sollte gegenüber dem Blindwertansatz hinreichend erhöht sein und die Cellulose sollte bereits nach 45 Tagen zu > 70 % abgebaut sein.

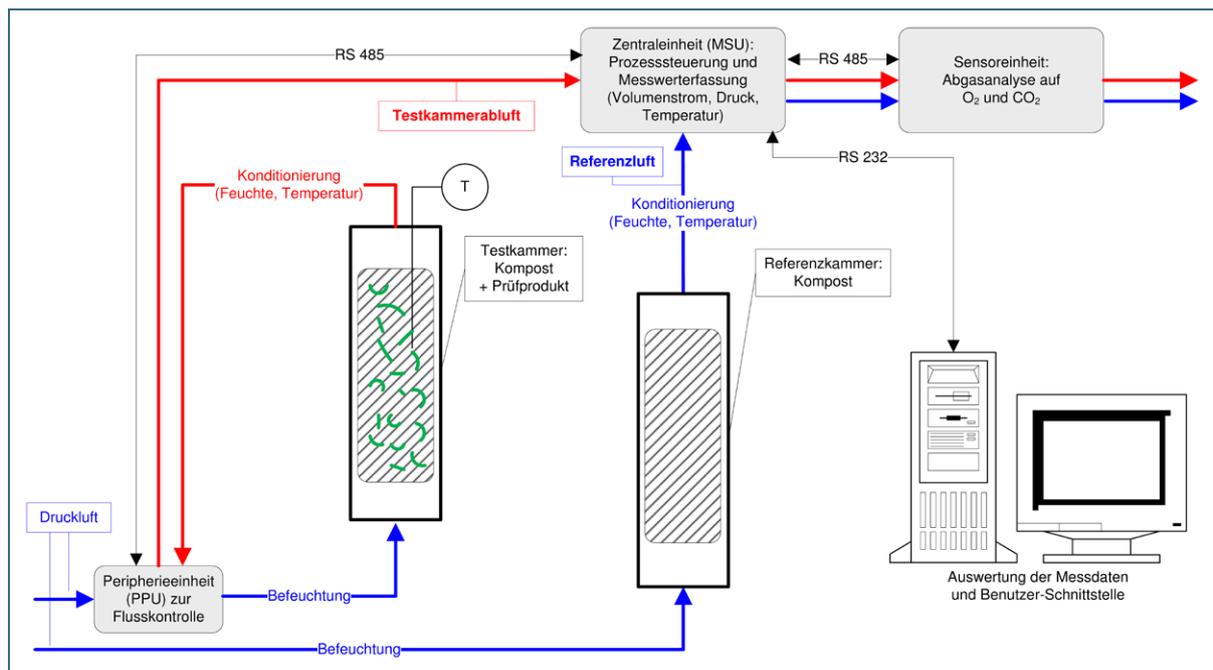


Abb. 1: Versuchsaufbau für die Prüfung der Bioabbaubarkeit nach DIN EN 14855

Untersuchungen an 10 verschiedenen Papierprodukten zeigten, dass die Anforderungen der Prüfung der Bioabbaubarkeit anspruchsvoll sind (VENELAMPI et al., 2003): Nur eines der 10 Produkte setzte innerhalb von 45 Tagen mehr als 90 % Kohlendioxid frei. Zahlreiche bioabbaubare Kunststoffe und andere Polymere konnten die Prüfanforderungen jedoch erfüllen (vergl.<sup>5</sup>; FUNABASHI et al., 2009). Es ist jedoch zu beachten, dass die Prüfergebnisse zu-nächst nur für die untersuchten Prüfbedingungen aussagekräftig sind. Die hohe Temperatur, der hohe Mikroorganismengehalt im Kompostmilieu, die günstigen Nährstoffgehalte und der Prüfzeitraum unterschieden sich von den Bedingungen, die in anderen Umweltbereichen vorliegen (Boden, Deponie, Abwasser, Oberflächengewässer, ...). Selbst auf die Bedingungen einer realen Kompostierung lassen sich die Ergebnisse nur eingeschränkt übertragen: Bei der Kompostierung ändert sich u. a. die Zusammensetzung der Mikroorganismen während der Kompostierung sehr stark (PARTANEN et al., 2010; HULTMAN et al., 2010; NEHER et al., 2013): Während der anfänglichen Heißrottephase dominieren schnell wachsende, vor allem Monomere abbauende Mikroorganismen. Die am Abbau natürlicher Polymere beteiligten Aktinomyzeten und Pilze

5

[http://www.dincertco.de/de/dincertco/produkte\\_leistungen/zertifizierung\\_produkte/verpackungswesen/industriell\\_kompostierbare\\_produkte\\_1/industriell\\_kompostierbare\\_produkte.html](http://www.dincertco.de/de/dincertco/produkte_leistungen/zertifizierung_produkte/verpackungswesen/industriell_kompostierbare_produkte_1/industriell_kompostierbare_produkte.html)

dominieren in späteren Rottephasen, während der Kompost langsam erkaltet. Vor allem diese im Fertigkompost vorhandenen Mikroorganismen wirken bei Prüfungen nach DIN EN ISO 14855 durchgehend auf die Prüfprodukte ein.

Nach DIN EN 13432 ist es ausreichend, die biologische Abbaubarkeit eines Prüfproduktes unter aeroben Bedingungen nachzuweisen. Unter anaeroben Bedingungen werden auch viele natürliche Polymere langsamer abgebaut. Deshalb sind die Anforderungen für einen Nachweis der anaeroben Abbaubarkeit weniger anspruchsvoll: Wenn innerhalb einer Prüfdauer von maximal zwei Monaten ein Abbaugrad (Freisetzung von Biogas) von > 50 % des theoretischen Wertes des Prüfmaterials erfasst wird, gilt das Material als anaerob abbaubar. Dieser Abbaugrad liegt zudem in dem Bereich, den der Abbau der organischen Substanz des Bioabfalls insgesamt während einer Vergärung erzielt. Diese Festlegung des Abbaugrades basiert auf der Annahme, dass bei üblichen anaeroben Behandlungsanlagen eine aerobe Stabilisierungsphase folgt, in der der Abbau der Prüfsubstanz fortgesetzt wird.

Praxiserfahrungen mit aktuell vermarkteten Biokunststoffbeuteln haben nur geringe Abbaugrade unter anaeroben Bedingungen aufgezeigt (GRUNDMANN und WONSCHIK, 2011; GARAFFA und DEGLI INNOCENTI, 2013; HOPPENHEIDT und TRONECKER, 2015). Einige bioabbaubare Kunststoffe haben sich aber zumindest unter speziellen anaeroben Prüfbedingungen als weitreichend bioabbaubar erwiesen (YAGI et al., 2009, 2010; WANG et al., 2011). Somit erscheint es möglich, durch Anpassungen der biologischen Behandlung und/oder der Zusammensetzung der Produkte auch einen weitreichenden anaeroben Bioabbau einiger Kunststoffe realisieren zu können.

### 2.3 Desintegration bei der biologischen Behandlung

Die organische Trockensubstanz lebender Zellen besteht meist zu über 90 % aus natürlichen Polymeren. Beim biologischen Abbau der natürlichen und der eingetragenen synthetischen Polymere müssen die Makromoleküle zunächst außerhalb der Zellen in Bruchstücke zerkleinert werden. Diesen Zerkleinerungsprozess, die Desintegration des Polymers, können physikalische, chemische und biologische Prozesse bewirken. Lebewesen zerkleinern Polymere durch die Ausscheidung extrazellulärer Enzyme. Hinreichend vorzerkleinerte Polymerbruchstücke können von Zellen aufgenommen und intrazellulär weiter abgebaut werden. Besonders ausgeprägt ist das biologische Abbaupotenzial in Böden, da dort eine unüberschaubare Vielfalt an Mikroorganismen und anderen Kleinstlebewesen abgestorbene Biomassen mineralisiert. Noch ausgeprägter sind die Abbauaktivitäten, die bei der Kompostierung von Biomassen auftreten.

Kompostierungsprozesse sind durch eine hohe Komplexität der beteiligten Mikroorganismenarten und der umgesetzten Stoffe charakterisiert. Zeitgleich werden durch unterschiedlichste Mikroorganismen verschiedenste Bestandteile des Kompostrohstoffs ab- und umgebaut. Die Abbauprodukte (Kohlendioxid, Wasser, Mineralien) unterscheiden sich nicht von jenen, die beim Abbau zugesetzter Kunststoffe auftreten. Insofern lässt sich der biologische Abbau von Kunststoffen im Kompostmilieu nicht anhand der Kontrolle der Abbauprodukte verfolgen<sup>6</sup>. Ziel der Desintegrationsprüfung ist deshalb keine erneute Prüfung der biologischen Abbaubarkeit. Sie soll die Frage klären, ob sich die Prüfprodukte unter den Bedingungen einer technischen Kompostierung hinreichend rasch soweit zersetzen, dass sie im Kompost nicht mehr störend visuell in Erscheinung treten, den Kompostierungsprozess nicht stören oder die Kompostqualität anderweitig negativ verändern.

<sup>6</sup> Dies würde den Einsatz von Isotopen-markierten Prüfprodukten erfordern, deren Herstellungspreis extrem hoch ist.

Die DIN EN 13432 macht keine konkreten Vorgaben zur Durchführung der Prüfung. Definiert ist lediglich, dass die Prüfprodukte in der Form, in der sie später eingesetzt werden, zu prüfen sind. Hierbei ist eine Vorzerkleinerung auf 10 x 10 cm große Stücke erlaubt. Nach einer maximal 12 Wochen dauernden Kompostierung sollten bioabbaubare Werkstoffe soweit desintegriert sein, dass von ihnen weniger als 10 Massen-% in der Siebfraktion > 2 mm vorhanden sind.

Eine Beschreibung eines genormten Ablaufs einer Desintegrationsprüfung findet sich u. a. in der DIN EN 14045<sup>7</sup>. Danach sollen in mindestens 140 Litern große Rottreaktoren Mischungen aus frischen kommunalen Bioabfällen und 1 Massen-% des Prüfproduktes eingebracht werden. Für ergänzende Prüfungen ökotoxischer Effekte sollen weiter 9 Massen-% des Prüfproduktes in Pulverform zugesetzt werden. Das Rottegut sollte eine Zusammensetzung haben, die einen unproblematischen Rotteverlauf gewährleistet. Zur Kontrolle wird die Rottetemperatur erfasst und bei Bedarf wird das Rottegut befeuchtet, belüftet und/oder umgesetzt.

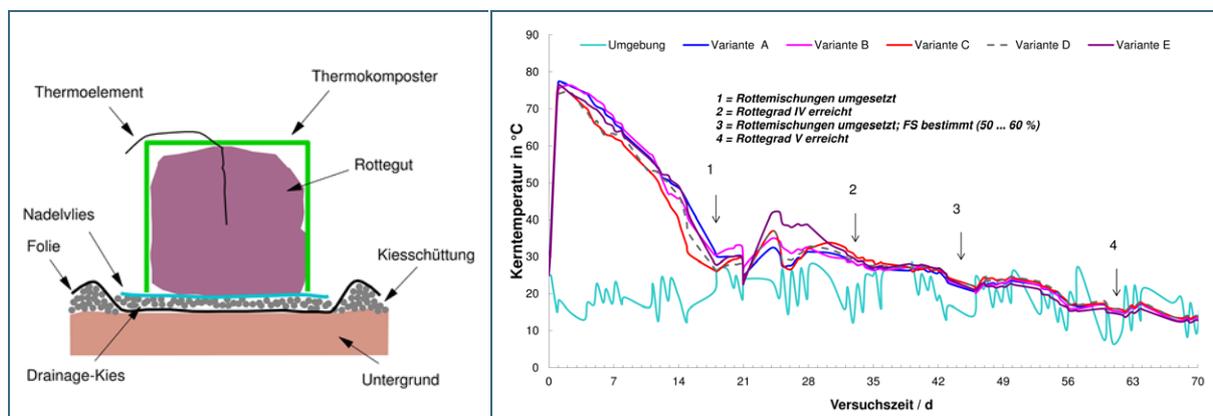


Abb. 2: Beispiel eines Versuchsaufbaus zur Prüfung der Desintegration von Prüfprodukten (links) und Ergebnis der Temperaturverläufe (rechts) (HOPPENHEIDT et al., 2000)

Vergleichende Auswertungen des Rotteverlaufes und der Qualitäten der Komposte von Kontrollansätzen und Ansätzen mit Zusatz des Prüfproduktes geben Aufschluss über etwaige negative Einflüsse des Prüfproduktes auf die Kompostierung.

Auch die Prüfanforderungen für die Desintegration abbaubarer Prüfprodukte während der Kompostierung sind anspruchsvoll festgelegt worden. Hohe Wirkungsgrade sind jedoch in der Praxis von Bedeutung: Nimmt man an, dass 25 % der gesammelten Bioabfälle in Beuteln aus bioabbaubaren Kunststoffen erfasst werden<sup>8</sup>, beträgt der Anteil des Kunststoffs am Bioabfall etwa 0,05 Massen-%. Dies entspricht etwa 0,3 Gramm Kunststoffolie mit einer Fläche von ~ 100 cm<sup>2</sup>/Liter Bioabfall. Falls vor der Kompostierung keine Abtrennung von Folienanteilen erfolgt und man einen Rotteverlust des Bioabfalls von 50 % annimmt, wären anfangs 200 cm<sup>2</sup> Folie pro Liter Kompost vorhanden. Qualitätskomposte sollen weniger als 25 cm<sup>2</sup> an Folienresten enthalten. Dafür wäre eine Desintegration des Prüfproduktes um > 88 % erforderlich. Diese Abschätzung verdeutlicht, dass die Prüfanforderungen den praktischen Notwendigkeiten entsprechen. Einige Papierprodukte, die nicht speziell für die biologische Verwertung entwickelt wurden, haben sich als nicht hinreichend desintegrierbar erwiesen (VENELAMPI et al., 2003). Es sind jedoch zahlreiche Produkte aus bioabbaubaren Kunststoffen bekannt, die die An-

<sup>7</sup> DIN EN 14045 (06/2003): Bewertung der Desintegration von Verpackungsmaterialien in praxisorientierten Prüfungen unter definierten Kompostierungsbedingungen

<sup>8</sup> Der Küchenabfallanteil liegt oft bei etwa 50 % der angelieferten Bioabfälle; es wurde zudem angenommen, dass nur die Hälfte der Haushalte den Küchenabfall in Bioabfallbeuteln erfasst.

forderungen der Desintegrationsprüfungen erfüllen (siehe DIN CERTCO-Datenbank<sup>5</sup>; VAVERKOVÁ et al., 2012; ARRIETA et al., 2014). Dies verdeutlichen auch die positiven Praxiserfahrungen aus verschiedenen Kompostierungsanlagen (ZAW-SR, 2005; Kosak, 2011; KANTHAK und SÖLING, 2012; KOSAK 2013; GRÖLL et al., 2015).

## 2.4 Auswirkungen auf die Kompostqualität

Die bei der Desintegrationsprüfung anfallenden Komposte dienen vergleichenden Untersuchungen der Kompostqualität. Der Vergleich des Kompostes eines Blindwertansatzes ohne Zusatz des Prüfproduktes mit dem Kompost eines Ansatzes mit Prüfproduktzusatz zeigt auf, ob die Kompostqualität nachteilig verändert ist. Die DIN EN 13432 führt hierzu physikalisch-chemische Kontrollparameter (Volumengewicht, Trockensubstanz, Glühverlust, Salzgehalt, pH-Wert, Gehalt an gesamten Stickstoff, Ammoniumstickstoff, Phosphat, Magnesium und Kalzium) an. Außerdem sollen ökotoxikologische Effekte untersucht werden. Hierzu wird der Kompost mit der erhöhten Prüfprodukteinwaage mit dem Kompost des Blindwertansatzes verglichen. Prüfparameter sind die Keimungsrate und die Erträge an Pflanzenbiomasse, die mit zwei unterschiedlichen Prüforganismen und Kompostanteilen von 25 und 50 % erzielt werden. Diese müssen beim Prüfkompost größer als 90 % des entsprechenden Blindwertkomposts sein. Vergleichbare Prüfanforderungen werden bei der Bewertung der Kompostqualität im Rahmen der Gütesicherung von Qualitätskomposten sicher eingehalten.

## 2.5 Erkennbarkeit

Nach einem positiven Befund der unter 2.1 - 2.4 durchgeführten Prüfungen ermöglichen verschiedene Zertifizierungsstellen die Kennzeichnung der geprüften Produkte mit einem Label, das dem Nutzer verdeutlichen soll, dass das Produkt „industriell kompostierbar“ ist.

Allerdings kann die Mehrzahl der Label und die unklare Abgrenzung untereinander die eigentliche Zielsetzung einschränken. Außerdem ist Anwendern meist unbekannt, dass ein als „industriell kompostierbar“ gekennzeichnetes Produkt nur dann in die Bioabfalltonne gegeben werden darf, wenn dies die lokal gültige Abfallsatzung zulässt.

## 3 Biologische Verwertbarkeit in der Praxis

Es gibt eine Reihe biobasierter Polymere (wie Gummi, Cellophane, u.a.), die bereits seit langer Zeit technisch genutzt werden. Ihr Produktionsvolumen soll weltweit 17 Millionen Mg/a erreichen (IfBB, 2015). In den letzten 30 Jahren sind einige Neuentwicklungen hinzugekommen, deren Marktanteil sich langsam aber stetig ausweitet. Hierzu gehören neue Polymerwerkstoffe wie Stärke/Blends, PLA, PHA, u. a. Einige Erdöl-basierte Kunststoffe können inzwischen zudem aus Biomassen hergestellt werden (Bio-PE, -PP, -PET, u. a.). Der Marktanteil dieser neueren biobasierten Polymere lag 2014 bei 1,7 Millionen Mg/a, von denen rund 39,1 % biologisch abbaubare Polymere sind (IfBB, 2015)<sup>9</sup>. Durch die stetige Zunahme von Produkten, die als „industriell kompostierbar“ gelabelt sind, wird sich deren Anteil auch dann im Bioabfall erhöhen, wenn die Nutzung (z. B. als Bioabfallbeutel) vom Entsorgungsträger nicht explizit freigegeben wurde.

<sup>9</sup> Insgesamt tragen traditionelle und neue Bioplastik-Produkte etwa 6-7 % zum Gesamtaufkommen an Plastikprodukten bei (IfBB, 2015).

Wie oben ausgeführt wurde, dürfen Produkte erst dann als „industriell kompostierbar“ gekennzeichnet werden, wenn sie die anspruchsvollen Prüfanforderungen der DIN EN 13432 erfüllen<sup>10</sup>. Deshalb kann erwartet werden, dass sich diese Produkte in einer großtechnischen Kompostieranlage hinreichend schnell zersetzen. Einige Anlagenbetreiber berichten jedoch, dass in ihren Komposten unerwünscht hohe Reste auch von bioabbaubaren Kunststoffen vorkommen. Diese Beobachtung kann verschiedene Ursachen haben. Die am Markt vorhandenen Produkte aus bioabbaubaren Kunststoffen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Stoffeigenschaften und damit auch in ihrem Abbauverhalten. Während sich alle als bioabbaubar zertifizierte Produkte innerhalb einer Rottezeit von 12 Wochen weitreichend zersetzen, gibt es Produkte, die bereits nach deutlich kürzeren Rottezeiten weitreichend zersetzt sind (KOSAK, 2011; HOPPENHEIDT und TRONECKER, 2015). Die Kennzeichnung der Produkte sieht aber keine Unterscheidung in leichter und schwerer abbaubare Produkte vor.

In den letzten Jahren haben sich die bei der Entwicklung der DIN EN 13432 als Grundlage genutzten abfallwirtschaftlichen Verfahren in mehrfacher Hinsicht verändert:

- Verkürzung der Behandlungszeit: Bei der Einführung der Bioabfallverwertung wurden Bioabfälle nahezu ausschließlich kompostiert. Hierbei wurden lange Behandlungszeiten (bis 12 Wochen) genutzt, da vor allem sehr gut stabilisierte Fertigkomposte produziert wurden. Heute vermarkten viele Bioabfallverwerter ihre Komposte bereits als Frischkomposte, die bereits bei Behandlungszeiten von < 8 Wochen erhalten werden.
- Kombination aus Vergärung und Nachkompostierung: In den letzten Jahren wurden viele große Bioabfallverwertungsbetriebe von einer Kompostierung auf eine Kombination aus einer Bioabfallvergärung mit einer vergleichsweise kurze Zeit dauernden Nachkompostierung der festen Gärreste umgestellt. Diese Kaskadennutzung ermöglicht es, die Potenziale der Bioabfälle an regenerierbaren Energieträgern (Biogas) zu nutzen. Die dabei anfallenden festen Gärreste enthalten dann nur noch Restgehalte an biologisch leicht abbaubaren Bestandteilen. Deshalb wird für die abschließende Stabilisierung der Gärreste im Rahmen einer Kompostierung nur ein kurzer Behandlungszeitraum (< 6 Wochen) benötigt. Damit verkürzen sich die für eine Desintegration von biobasierten Abfällen verfügbaren Behandlungszeiten mit hoher Rotteaktivität noch weiter.
- Größere Vielfalt an Behandlungsvarianten: Nach der Einführung der Bioabfallverwertung wurden neben einfachen unbelüfteten und belüfteten Kompostmieten vor allem Hallen-, Boxen- und Tunnelkompostierungsanlagen gebaut. Aufgrund gesetzlicher Vorgaben mussten die Anlagen alle über definierte Zeiträume eine Heißrotte mit hoher biologischer Aktivität aufrechterhalten. Durch die Vorschaltung von thermophil betriebenen Biogasanlagen entfallen diese Anforderungen für die Rotte oft. Zudem gibt es verschiedene Betriebsbedingungen für Biogasanlagen (mesophil versus thermophil, Nass- versus Trockenfermentation, Rührkessel versus Pfropfenstrom). Daher schränkt allein die Vielfalt möglicher Prozessabläufe die Aussagekraft der bislang unveränderten DIN EN 13432-Prüfungen von bioabbaubaren Produkten ein.
- Strengere Vorgaben für die Kompostqualität: Komposte sollen möglichst geringe Anteile an Fremdstoffen haben. Dazu werden alle nicht auf native Biomassen zurückzuführenden Stoffe mit einer Partikelgröße von > 2 mm gezählt, also Glas, Metalle, Kunststoffe, Gummi, Papier, Knochen, Verbundstoffe. Diese dürfen zusammen maximal 0,5 Gew.-% an der Trockenmasse ausmachen. Hinzugekommen ist die Forderung, bei Fremdstoffgehalten über 0,1 Gew.-%

---

<sup>10</sup> European Bioplastics hat jedoch auch missbräuchliche Verwendungen der Kennzeichnung festgestellt, siehe Hinweis in EUWID Recycling und Entsorgung 43/2015, S. 14

oder bei Zulassung biologisch abbaubarer Werkstoffe (BAW aus Biokunststoffen oder Papier) als Kompostrohstoff die Flächensumme der Fremdstoffe auf  $< 25 \text{ cm}^2/\text{Liter}$  Kompost-Frischsubstanz zu begrenzen. Dies bedeutet, dass mehr als 90 % der eingetragenen Biokunststoff- oder Papierprodukte bereits während der Behandlungszeit mindestens zu Partikeln mit  $< 2 \text{ mm}$  Durchmesser zerfallen sein müssen, damit die Gütekriterien für Qualitätskomposte noch eingehalten werden. Entsprechende Wirkungsgrade der Desintegration erfordern gut bioabbaubare Produkte und hohe Abbauaktivitäten.

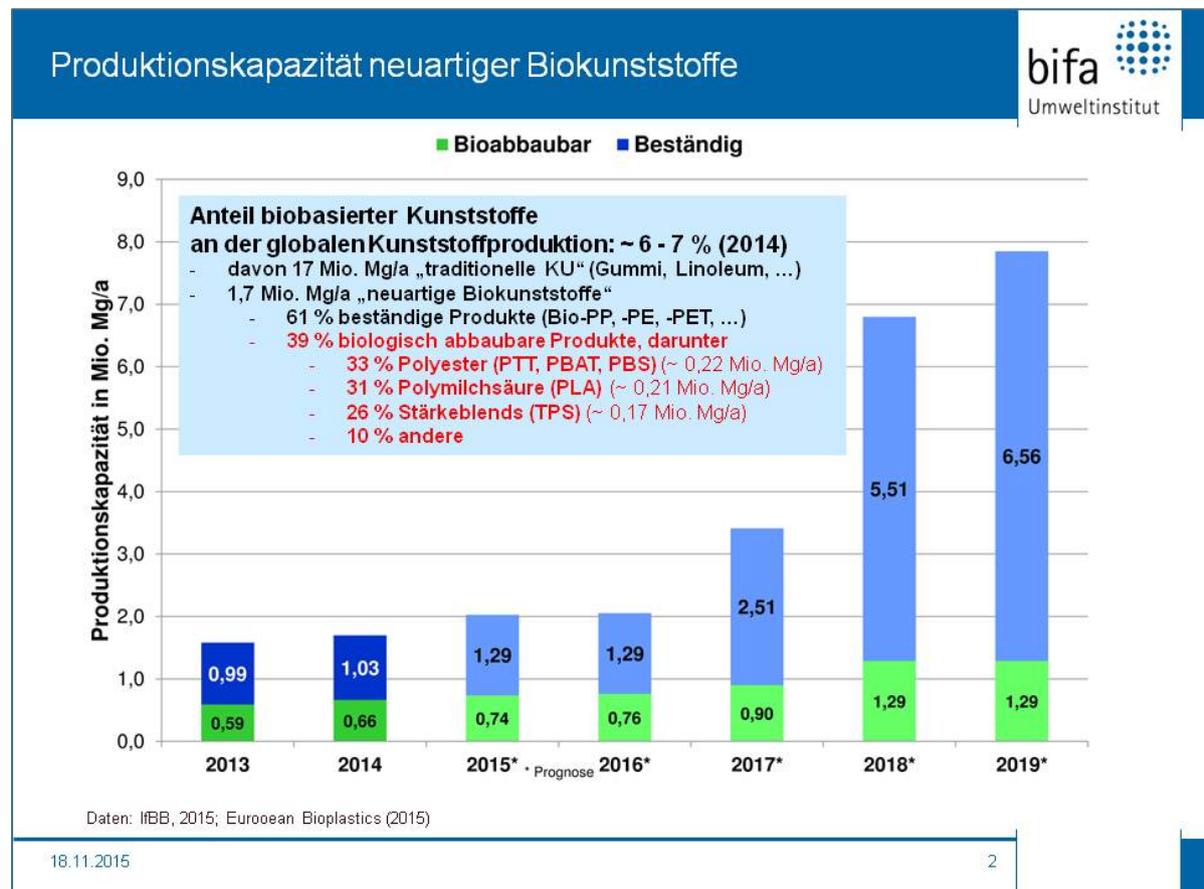
Der Vielfalt der aktuell genutzten Bioabfallbehandlungsvarianten entsprechend sind Abweichungen des Abbauverhaltens bei bestimmten Verfahrenskombinationen von dem nach DIN EN 13432 zu erwartenden Abbauverhalten nicht auszuschließen. Praxiserfahrungen zeigen jedoch, dass auch kurze Kompostierungszeiten – selbst bei zuvor anaerob vorbehandelten Bioabfällen – für die Desintegration ausgewählter bioabbaubarer Produkte ausreichen können (KOSAK, 2011; HOPPENHEIDT und TRONECKER, 2015).

Deshalb ist es empfehlenswert, für die wichtigsten Anlagenkonfigurationen die kompatiblen bioabbaubaren Produkte zu ermitteln. Anschließend kann den angeschlossenen Haushalten empfohlen werden, vorzugsweise Produkte mit optimalem Abbauverhalten zu verwenden und dadurch den Eintrag von Produkten mit unzureichendem Abbauverhalten zu minimieren.

## Literatur

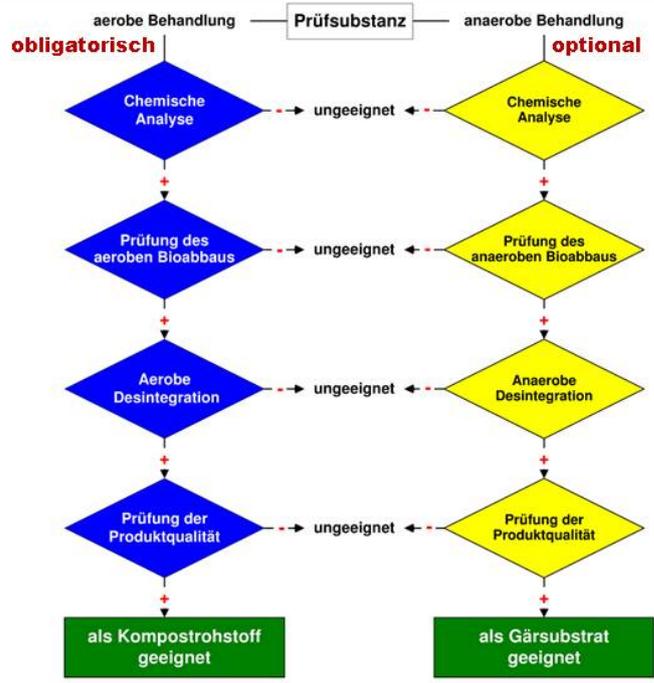
- ARRIETA, M. P.; LÓPEZ, J.; RAYÓN, E.; JIMÉNEZ, A. (2014): Disintegrability under composting conditions of plasticized PLA-PHB blends. In: *Polymer Degradation and Stability* 108, S. 307–318.
- BELLIA, G.; TOSIN, M.; DEGLI-INNOCENTI, F. (2000): The test method of composting in vermiculite is unaffected by the priming effect. In: *Polymer Degradation and Stability* 69 (1), S. 113–120.
- FUNABASHI, M.; NINOMIYA, F.; KUNIOKA, M. (2009): Biodegradability evaluation of polymers by ISO 14855-2. In: *International journal of molecular sciences* 10 (8), S. 3635–3654.
- GARAFFA, C.; DEGLI INNOCENTI, F. (2013): Verarbeitung von in BAW-Beuteln gesammeltem Bioabfall in Vergärungsanlagen. In: *Müll und Abfall* (3), S. 132–143.
- GRÖLL, K.; KERN, M.; WERNER, J. (2015): Praxisversuch mit kompostierbaren Biobeuteln - Optimierung der Erfassung von Küchen- und Nahrungsabfällen in der Stadt Vellmar, Landkreis Kassel. In: *Müll und Abfall* (6), S. 304–314.
- GRUNDMANN, V.; WONSCHIK, C.-R. (2011): Hydrolyse und anaerobe Covergärung verschiedener biologisch abbaubarer Kunststoffe. In: *Müll und Abfall* (7), S. 322–330.
- HOPPENHEIDT, K.; TRÄNKLER, J. (1996): Options for a Common Treatment of Biodegradable Plastics and Biowaste. In: Jens Aa Hansen (Hg.): *Management of urban biodegradable wastes. Collection, occupational health, biological treatment, product quality criteria and end user demand*. London: James & James (Science Publishers) for International Solid Waste Association, S. 228–234.
- HOPPENHEIDT, K.; KOTTMAIR, A.; MÜCKE, W.; PUK, R.; RÖSSLER, E. (2000): Influence of Organofluorine-treated Textiles on Biowaste Composting. *Textile Research Journal*, 70, 1, S. 84 – 90,
- HOPPENHEIDT, K.; TRONECKER, D. (2015): Untersuchungen zur Prozessgängigkeit von ecovio®-Bioabfallbeuteln bei der Trockenfermentation. In: *Müll und Abfall* (7), S. 392–399.
- HULTMAN, J.; VASARA, T.; PARTANEN, P.; KUROLA, J.; KONTRO, M. H.; PAULIN, L. et al. (2010): Determination of fungal succession during municipal solid waste composting using a cloning-based analysis. In: *Journal of applied microbiology* 108 (2), S. 472–487.
- IfBB – Institute for Bioplastics and Biocomposites (2015): Biopolymers - facts and statistics. <http://ifbb.wp.hs-hannover.de/downloads/index.php?site=Statistics&nav=2-0-0-0-0>
- KANTHAK M.; SÖLING, F. (2012): Bewertung des Einsatzes von kompostierbaren Sammelbeuteln aus ecovio®-Material in einer Großstadt in Hinblick auf Akzeptanz, Mengensteigerung und Fehlwurfanteil. In: *Müll und Abfall* (8), S. 402–407.

- KOSAK, G. (2011): Biomüllbeutel aus biologisch abbaubarem Werkstoff auch bei kurzen Kompostierungszeiten verrottbar? In: Müll und Abfall (12), S. 586–590.
- KOSAK, G. (2013): Stabile Tüten zur Sammlung von mehr Bioabfall - Ergebnisse von acht Kompostanlagen. In: Müll und Abfall (5), S. 258–264.
- NEHER, D. A.; WEICHT, T. R.; BATES, S. T.; LEFF, J. W.; FIERER, N. (2013): Changes in bacterial and fungal communities across compost recipes, preparation methods, and composting times. In: PloS one 8 (11), S. e79512.
- PARTANEN, P.; HULTMAN, J.; PAULIN, L.; AUVINEN, P.; ROMANTSCHUK, M. (2010): Bacterial diversity at different stages of the composting process. In: BMC microbiology 10, S. 94.
- VAVERKOVÁ, M.; TOMAN, F.; ADAMCOVÁ, D.; KOTOVICOVÁ, J. (2012): Study of the Biodegradability of Degradable/Biodegradable Plastic Material in a Controlled Composting Environment. In: Ecological Chemistry and Engineering S 19 (3).
- VENELAMPI, O.; WEBER, A.; RÖNKKÖ, T.; ITÄVAARA, M. (2003): The Biodegradation and Disintegration of Paper Products in the Composting Environment. In: Compost Science & Utilization 11 (3), S. 200–209.
- WANG, F.; TSUNO, H.; HIDAHA, T.; TSUBOTA, J. (2011): Promotion of polylactide degradation by ammonia under hyperthermophilic anaerobic conditions. In: Bioresource technology 102 (21), S. 9933–9941.
- YAGI, H.; NINOMIYA, F.; FUNABASHI, M.; KUNIOKA, M. (2009): Anaerobic biodegradation tests of poly(lactic acid) and polycaprolactone using new evaluation system for methane fermentation in anaerobic sludge. In: Polymer Degradation and Stability 94 (9), S. 1397–1404.
- YAGI, H.; NINOMIYA, F.; FUNABASHI, M.; KUNIOKA, M. (2010): Bioplastic biodegradation activity of anaerobic sludge prepared by preincubation at 55°C for new anaerobic biodegradation test. In: Polymer Degradation and Stability 95 (8), S. 1349–1355.
- ZAW-SR (2005): Kompostierbare Biosäcke auf Stärkebasis in Straubing. Hg. v. ZAW-SR.


18.11.2015
2

## Prüfumfang für bioabbaubare Verpackungen nach DIN EN 13432





**DIN EN 13432 (2000):**  
*Verpackungen - Anforderungen an die Verwertung von Verpackungen durch Kompostierung und biologischen Abbau - Prüfschema und Bewertungskriterien für die Einstufung von Verpackungen*

Prüfrahmen der durch weitere Prüfnormen konkretisiert wird

Im Fokus stehen Aussagen zur Kompostierbarkeit

- anfangs gab es nur wenige Vergärungsanlagen
- Gärreste werden meist nachkompostiert

18.11.2015
3

## Chemische Prüfung

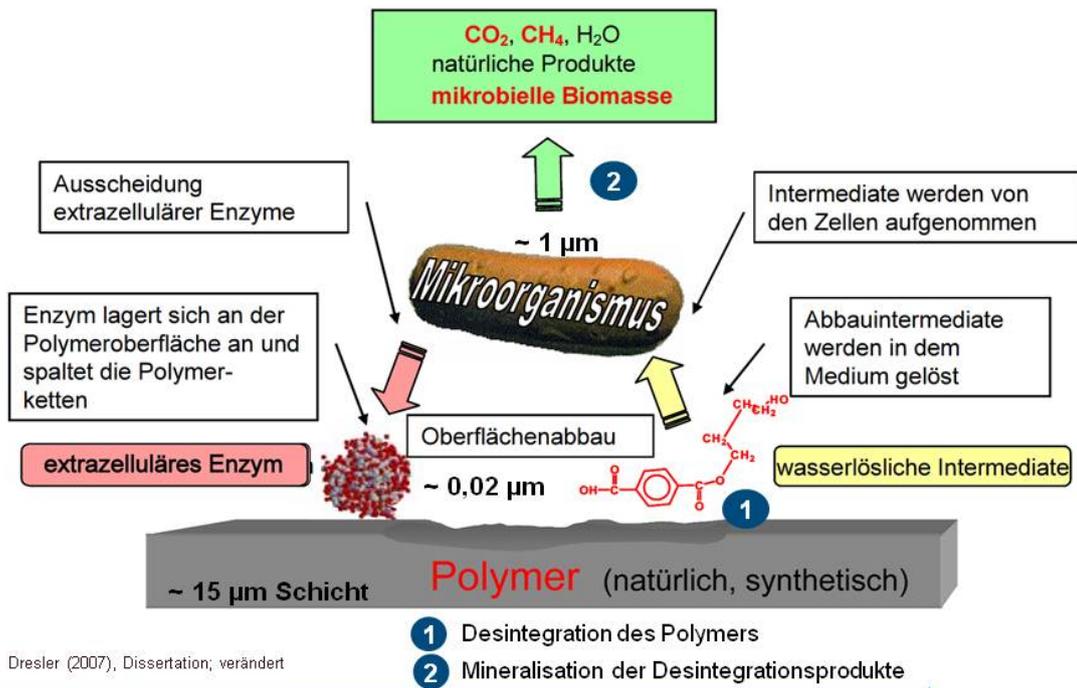


- Informationen über Bestandteile des Prüfproduktes („**Identität**“)
- Abwesenheit von Stoffen die **umweltschädlich** sind oder es während des biologischen Behandlungsprozesses werden können
- **Basiskennwerte:** Glühverlust (> 50 %), TS, TOC
- Einhaltung nachstehender **Konzentrationen**

Element	DIN EN 13432	BioAbfV	Element	DIN EN 13432	BioAbfV
<b>Cd</b>	0,5	1/1,5	<b>Zn</b>	150	300/400
<b>Cr</b>	50	70/150	<b>As</b>	5	--
<b>Cu</b>	50	70/100	<b>F</b>	100	--
<b>Hg</b>	0,5	0,7/1	<b>Mo</b>	1	--
<b>Ni</b>	25	35/50	<b>Se</b>	0,75	--
<b>Pb</b>	50	100/150	<b>--</b>	--	--

18.11.2015
4

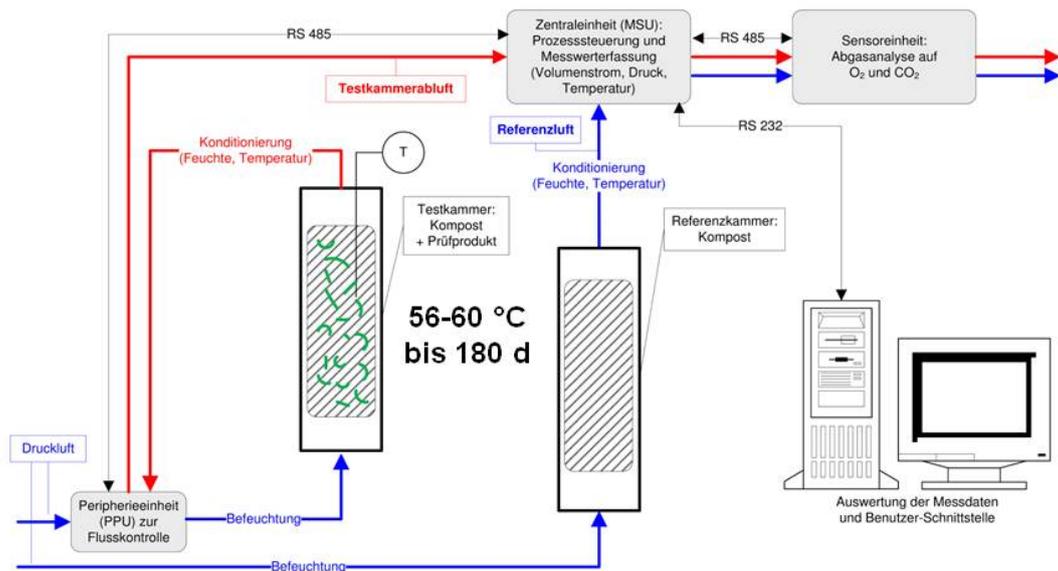
## Prüfung der biologischen Abbaubarkeit - Mechanismus



18.11.2015

5

## Prüfung der biologischen Abbaubarkeit nach DIN EN ISO 14855

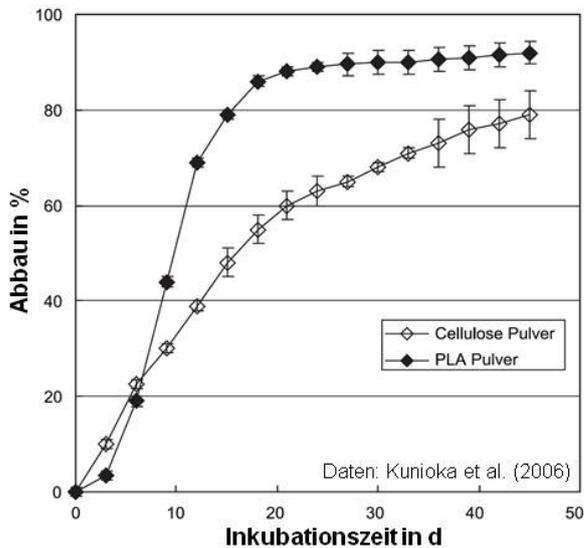


**Bioabbau = Kohlendioxid Abluft Testkammer – Kohlendioxid Abluft Referenzkammer**

18.11.2015

6

## Prüfung der biologischen Abbaubarkeit nach DIN EN ISO 14855



### Kontrolle des Kompostes:

Celluloseabbau zu >70 % in 45 d

### Prüfumfang:

- alle organ. Bestandteile mit >1 % Massenanteil
- 95 % der Gesamtorganik

### Prüfanforderung:

- > 90 % Bioabbau (als CO<sub>2</sub>) absolut in 180 d
- > 90 % Bioabbau (als CO<sub>2</sub>) im Vergleich zum Referenzsubstrat (Cellulose) in 180 d

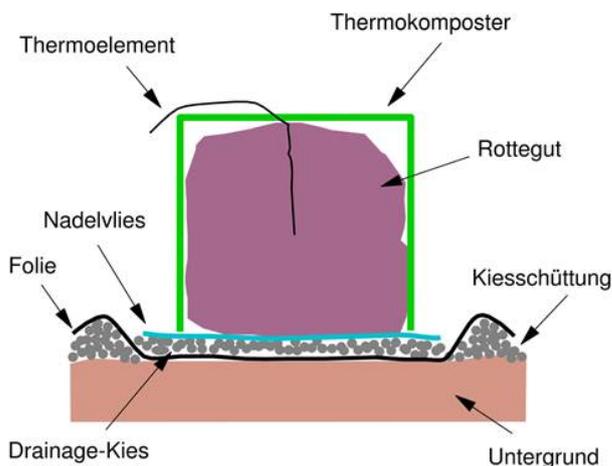
### Hinweise:

- Zeitbedarf für Abbau ist oft < 180 d
- Pulver wird oft langsamer abgebaut als dünne Folien (~ 20 µm)

18.11.2015

7

## Prüfung der Desintegration bei der Kompostierung



### Prüfablauf:

- Einsatz der Prüfprodukte in der realen Einsatzform (keine Einzelkomponenten)
- Vorzerkleinerung auf 10x10 cm große Stücke erlaubt
- Prüfproduktanteil: 1 Massen-%
- Halbtechnischer Maßstab

### Prüfanforderung:

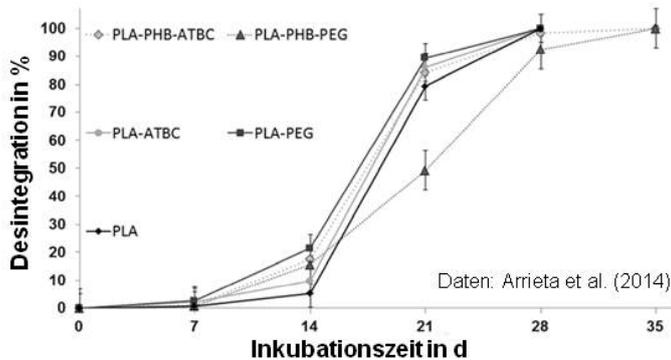
- Prüfzeit maximal 12 Wochen
- in der Siebfraktion > 2 mm dürfen maximal 10 % der Prüfprodukt-Einwaage vorhanden sein (< 0,1 % der Kompostmasse)

**Kontrollansätze ohne Prüfproduktzusatz**  
**Testansätze mit 1 % Prüfproduktzusatz**  
**Testansätze mit 10 % Prüfproduktzusatz\* (optional)**  
 \* davon bis zu 9 % in Pulverform

18.11.2015

8

## Prüfung der Desintegration bei der Kompostierung



Desintegration von > 90 % wird oft nach wenigen Wochen erreicht.

Im Vergleich dazu sind einige Haushaltspapiere auch nach 12 Wochen nur unvollständig desintegriert.

### Abschätzung:

- 25 % des Bioabfalls in Beuteln aus bioabbaubaren Kunststoffen erfasst
- Massenanteil des Kunststoffs am Bioabfall ist etwa 0,05 Massen-%
- Folienanteil des Bioabfalls ist ~100 cm<sup>2</sup>/Liter Bioabfall
- **ohne Störstoffabtrennung**, mit Rotteverlust von 50 % und 90 % Desintegration:  
**Restflächenanteil der Folien: 18 cm<sup>2</sup>/Liter Kompost**

18.11.2015

9

## Prüfung der Auswirkungen auf die Kompostqualität

### Vergleich der Kompostqualität nach Mitkompostierung von 1 Massen-%

Kontrollparameter im Vergleich zu Ansatz ohne Prüfproduktzusatz:

- Volumengewicht, Trockensubstanz, Glühverlust
- Salzgehalt, pH-Wert
- Gehalt an Gesamt-N, NH<sub>4</sub>-N, Phosphat, Magnesium und Kalzium

### Vergleich der Kompostqualität nach Mitkompostierung von 10 Massen-%

Kontrollparameter im Vergleich zu Ansatz ohne Prüfproduktzusatz:

- Keimungsraten von 2 Testpflanzenarten bei Zusatz von 25 und 50 % des Prüfkompostes müssen > 90 % sein im Vergleich zu Kontrollansatz
- Pflanzenerträge von 2 Testpflanzenarten bei Zusatz von 25 und 50 % des Prüfkompostes müssen > 90 % sein im Vergleich zu Kontrollansatz



18.11.2015

10

## Erkennbarkeit biologisch verwertbarer Kunststoffe



- ☞ Geeignet zum Sammeln von Küchenabfällen.
- ☞ Dieser Beutel ist nach der Norm DIN EN 13432 bzw. DIN EN 14995 industriell kompostierbar.
- ☞ Er besteht überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen.

Die Beutel bitte trocken lagern und vor direkter Sonneneinstrahlung schützen. Keine heißen Bioabfälle einfüllen.  
Bitte beachten Sie mögliche Hinweise aus der örtlichen Abfallsatzung zur Verwendung von kompostierbaren Sammelbeuteln.

Erfahren Sie mehr über kompostierbare Produkte unter [www.derverbund.com](http://www.derverbund.com).



18.11.2015

11

## Biologische Verwertbarkeit in der Praxis

### **Erhöhter Biokunststoffanteil im Fertigkompost nach Kompostierung**

- Unzureichende Rotteaktivität
- Ungünstige Handhabung der Produkte (z. B. Beutelknoten)
- Eintrag nicht zertifizierter Biokunststoffe

### **Erhöhter Biokunststoffanteil nach "Kaskadennutzung" des Bioabfalls**

- Unzureichende Desintegration in der Vergärungsstufe
- Unzureichende Dauer der Nachkompostierung
- Unzureichende Rottetemperatur und -aktivität bei der Nachkompostierung

### **Abhilfemöglichkeit:**

Ermittlung der für die jeweilige Anlagentechnik kompatiblen Biokunststoffe und gezielte Empfehlung für deren Nutzung an die Abfallerzeuger

18.11.2015

12

# Qualitäts- und Herkunftssicherungsprogramm – Geprüfte Qualität – Bayern

Angelika Stetter, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

## GQ-Bayern: Entstehung



- Initiative:  
Bayerisches Staatsministerium für Ernährung,  
Landwirtschaft und Forsten
- Ausgangslage:
  - BSE-Krise (2000)
  - Neue EU-Notifizierungsregeln für staatlich förderfähige  
Qualitätssicherungsprogramme (EU-Werbeleitlinie)
- Einführung:  
2002 – europaweit das erste von der EU genehmigte System,  
welches als Qualitätssicherungsprogramm staatlich gefördert  
werden durfte



## GQ-Bayern: Ziele



- Absatzförderung bayerischer Agrarprodukte (Lebensmittel)
- Vertrauensbildung beim Verbraucher
  - gesicherte Qualität mit klarer Identifikation bayerischer Herkunft
  - zusätzliche staatliche Systemkontrolle
- Effizientes Basis-Qualitätssicherungssystem
  - erleichterter Zugang für bayerische Erzeuger
  - Kombinierbarkeit mit anderen Systemen auf Erzeugerstufe (QS, QM, QS-GAP, GLOBALGAP)



3

Institut für Ernährungswirtschaft und Märkte

## GQ-Bayern: EU-Vorgaben



- Inhalte
  - Qualitätsaussage im Vordergrund
  - Herkunftsbezeichnung untergeordnet
  - definierter Qualitätsstandard über den gesetzlichen Anforderungen
- Staatliche Förderung für
  - obligatorische Kontrollen
  - Werbemaßnahmen



4

Institut für Ernährungswirtschaft und Märkte

## Marketing



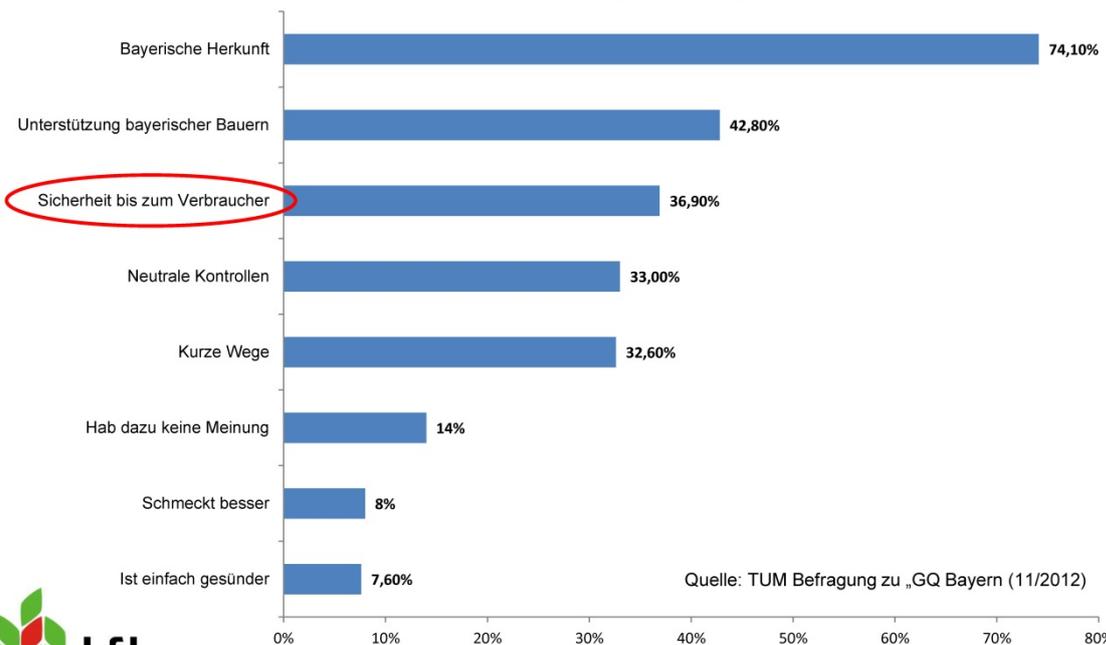
5

Institut für Ernährungswirtschaft und Märkte

## Verbraucherumfrage

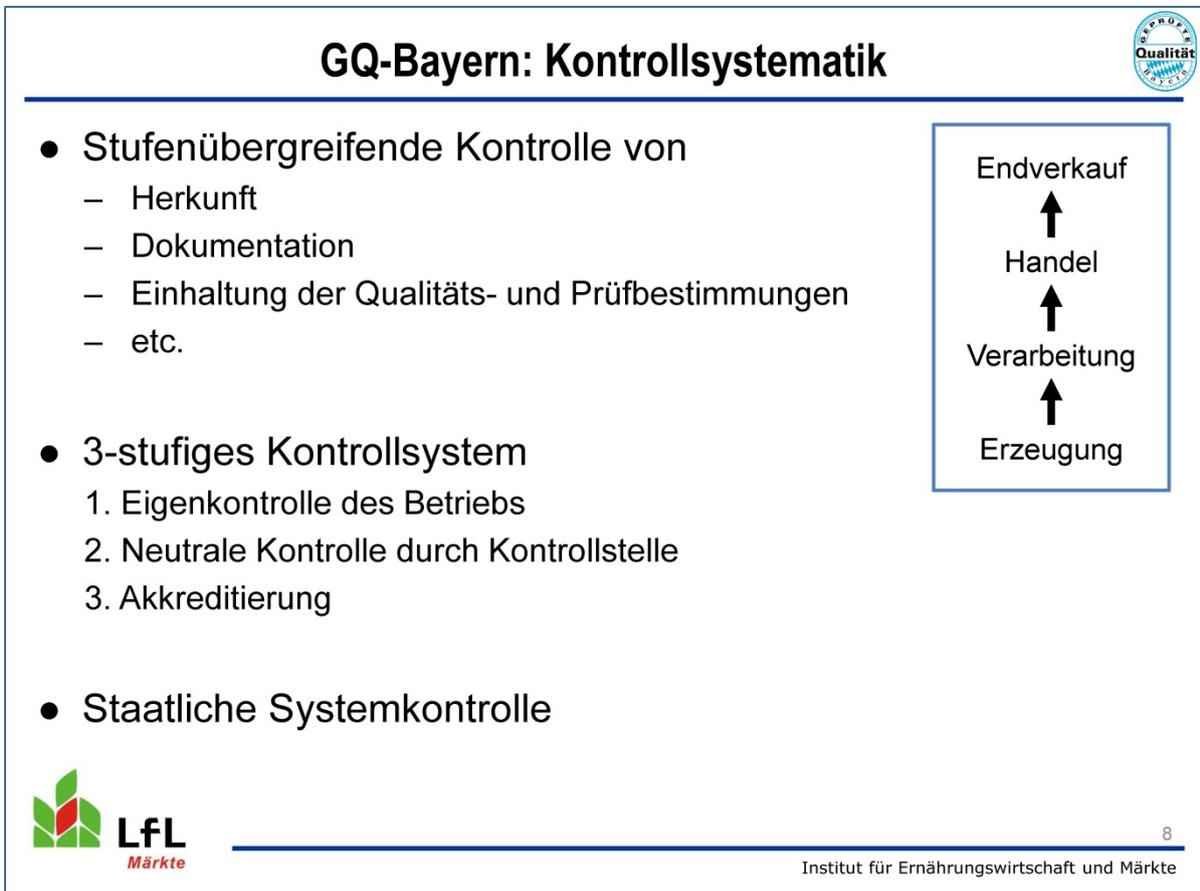
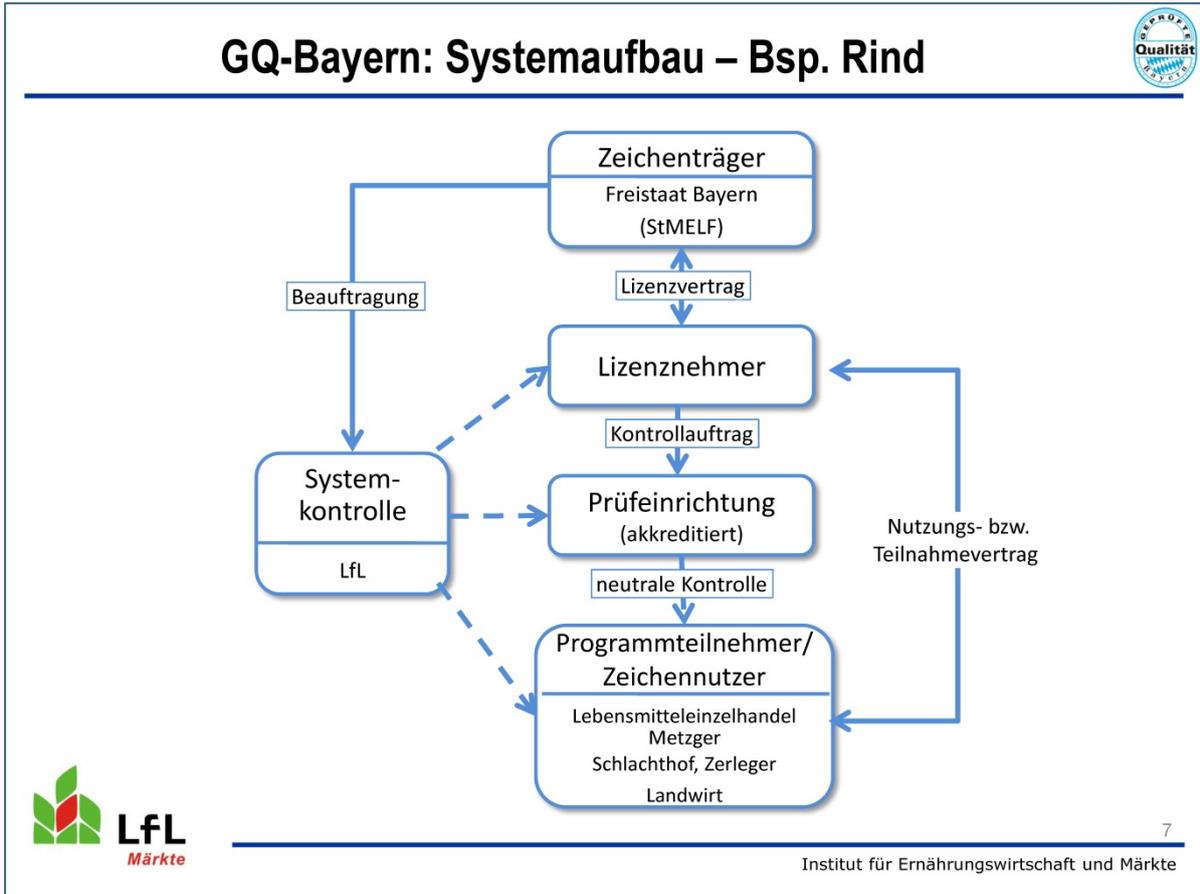


Wofür steht dieses Zeichen, was erwarten Sie von einem Produkt mit diesem Zeichen (gestützt)?



6

Institut für Ernährungswirtschaft und Märkte



## GQ-Bayern: Kontrollsystematik



### 1. Stufe: Betriebliche Eigenkontrolle

- Regelmäßige betriebliche Eigenkontrolle mit Checkliste (Einhaltung der Grund- und Zusatzanforderungen)
- Dokumentation zu den eingesetzten Betriebsmitteln (z.B. Tierzukauf, Futtermittel, Pflanzenschutzmittel, Dünger)



9

Institut für Ernährungswirtschaft und Märkte

## GQ-Bayern: Kontrollsystematik



### 2. Stufe: Externe Kontrolle durch neutrale Prüfeinrichtung

- Systematische Prüfung der Betriebe (1- bis 3-jährig) mit Begehung der Produktionsstätten (bzgl. Anbau, Haltung, Fütterung, Düngung, Produktion)
- Prüfung der Dokumentation (Schlagkarteien, Lagerung, Warenfluss etc.)
- Zusätzliche Untersuchungen, Qualitätsnachweise
- Grundbodenuntersuchungen
- Rückstandsuntersuchungen in Erzeugnissen
- Qualitätsprüfungen



10

Institut für Ernährungswirtschaft und Märkte

## GQ-Bayern: Kontrollsystematik



### 3. Stufe: Anforderungen an externe Prüfeinrichtungen

- Akkreditierung nach der Norm DIN EN ISO/IEC 17065 (allg. Anforderungen an eine Produkt-Zertifizierungsstelle)
- Kontrolle der Prüfeinrichtung durch Stichproben des Lizenznehmers
- Zulassung als Kontrollstelle für Geprüfte Qualität – Bayern durch den Zeichenträger (StMELF)

### 4. Stufe: Staatliche Systemkontrolle



11

Institut für Ernährungswirtschaft und Märkte

## GQ-Bayern: tierische Produktbereiche



### Derzeit genutzte Produktbereiche:

- Rind- und Kalbfleisch
- Milch- und Milcherzeugnisse
- Eier
- Honig
- Schweinefleisch
- Masthähnchen
- Puten

### Mögliche Produktbereiche:

- Lammfleisch, Fleisch von Gehegewild



12

Institut für Ernährungswirtschaft und Märkte



## GQ-Bayern: pflanzliche Produktbereiche

### Derzeit genutzte Produktbereiche

- Bier
- Brotgetreide
- Mehl und Mahlerzeugnisse
- Brot und Kleingebäck
- Gemüse einschl. Salate
- Feinsauere Delikatessen und Gemüsekonserven
- Speisekartoffeln, Veredelungskartoffeln
- Kern- und Steinobst
- Nudeln
- Rapsöl



• Mögliche Produktbereiche: Obstbrände und Spirituosen

**LFL**  
Märkte

13

Institut für Ernährungswirtschaft und Märkte

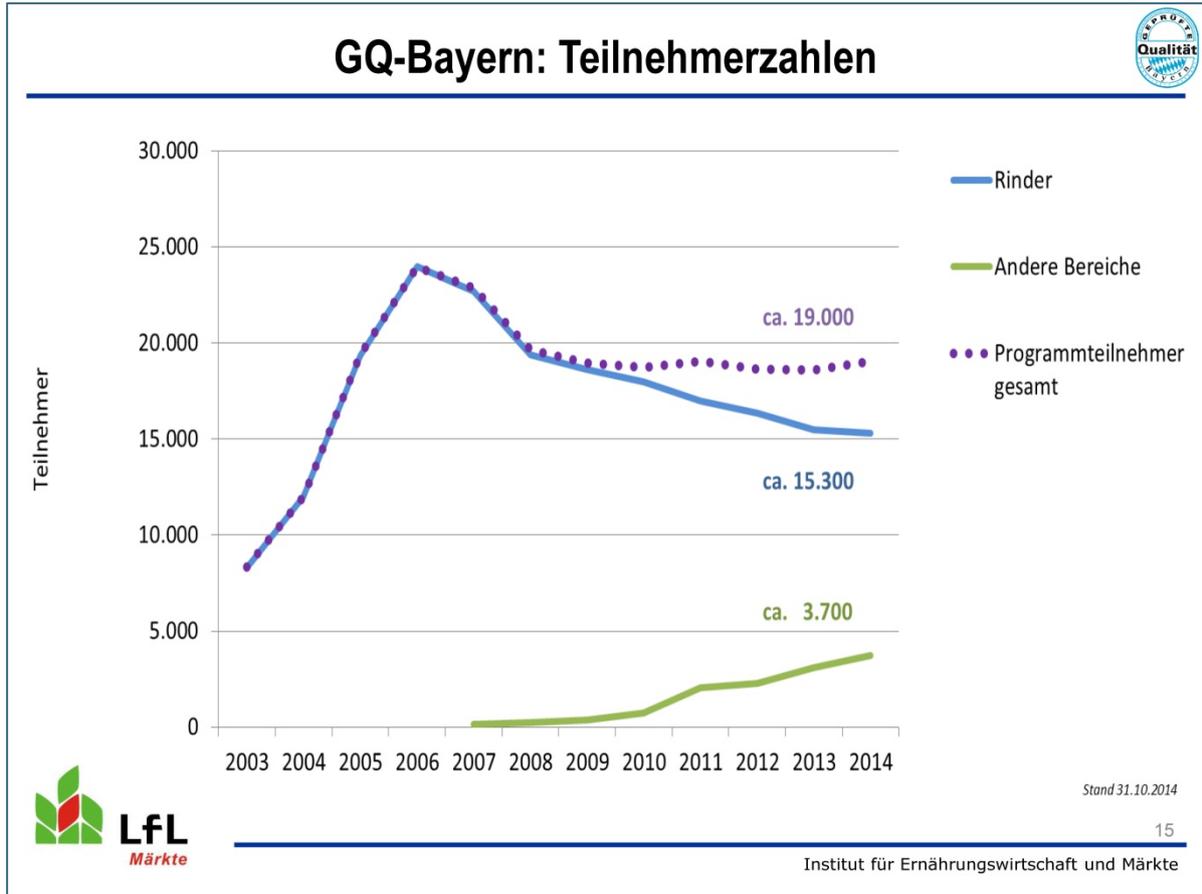
## GQ-Bayern: Teilnehmerzahlen

Stand: 12/2014



Produktbereich	Programmteilnehmer (Erzeugerbetriebe)	Zeichennutzer
Rinder und Rindfleisch	15.200	55
Milch und Milcherzeugnisse	290	10
Schweine und Schweinefleisch	2.100	40
Masthähnchen	150	2
Pute	55	5
Eier	60	40 (inkl. Erzeuger)
Honig		10 (inkl. Erzeuger)
Brotgetreide	200	10
Mehl und Mahlerzeugnisse		7
Brot und Kleingebäck		4 (mit 250 Filialen)
Nudeln aus Hartweizengrieß		2
Gemüse einschl. Salate	275	90
Feinsauere Delikatessen		10
Speisekartoffeln	355	30
Kern- und Steinobst	400	4
Raps-Speiseöl	6	1
Lebensmitteleinzelhandel - Filialen		2.000 Filialen (4 LH-Unternehmen)
<b>Gesamt</b>	<b>19.091</b>	<b>320 (2.570)</b>

14



### GQ-Bayern: Regelung „Bioabfall“

- Produktbereiche **Brotgetreide, Braugetreide, Hopfen, Raps**

B2	<p><u>Auf allen Betriebsflächen</u> (1 Jahr zurück ab Aussaat) kein Einsatz von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-gewerblichem, kommunalem oder industriellem Klärschlamm</li> <li>-gewerblichen, kommunalen oder industriellen Komposten</li> <li>-Gärsubstraten aus Nicht-NaWaRo-Anlagen</li> </ul>		k.o.
----	---	--	------

- Produktbereiche **Gemüse einschl. Salate, Kern- und Steinobst, Speise-/Veredelungskartoffeln**

B2	<p><u>Auf allen Betriebsflächen</u> kein Einsatz von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gewerblichem, kommunalem oder industriellem Klärschlamm in den letzten 5 Jahren</li> <li>- gewerblichen, kommunalen oder industriellen Komposten in den letzten 5 Jahren</li> <li>- Gärsubstrat aus Nicht- NawaRo- Anlagen im letzten Jahr</li> </ul>		ko
----	---	--	----

**LfL Märkte** Institut für Ernährungswirtschaft und Märkte

## GQ-Bayern: Regelung zur Ausbringung von Bioabfällen



Beschluss des Lenkungsausschusses vom 3.12.2014

- Vereinheitlichung der Regelung:  
*„Auf allen Betriebsflächen in den letzten 5 Jahren kein Einsatz von gewerblichen, kommunalen und industriellen Klärschlämmen/Bioabfällen (inkl. Komposten) sowie von Gärsubstraten aus Nicht-NaWaRo-Anlagen“*
- Anhebung der Frist für Gärsubstrat ebenfalls auf fünf Jahre
  - gilt für alle neu hinzukommenden GQ-Bayern-Betriebe
  - Betriebe die > 4 Jahre teilnehmen sind nicht betroffen, da bereits das Ausbringverbot auf allen Betriebsflächen besteht
  - Betriebe, die bereits ein gültiges Zertifikat nach GQ-Bayern besitzen und deren Erstzertifizierung nach 2012 stattgefunden hat, haben Bestandsschutz (Übergangslösung)



17

Institut für Ernährungswirtschaft und Märkte

## GQ-Bayern: Regelung „Bioabfall“



Fazit:

- explizites Ausbringverbot **„Auf allen Betriebsflächen“**
- Kriterium bereits seit Programmbeginn vorhanden
- Die Änderung der genannten Jahresfristen betrifft lediglich Neueinsteiger
- Zusätzlich: Möglichkeit des Komposteinsatzes auf Basis eines einzelfallbezogenen Sondergutachtens, das die Zulässigkeit und Unbedenklichkeit bestätigt



18

Institut für Ernährungswirtschaft und Märkte

## GQ-Bayern: Informationen



[www.gq-bayern.de](http://www.gq-bayern.de)



19

Institut für Ernährungswirtschaft und Märkte

## Aktuelle Herausforderungen der Bioabfallverwertung und der RAL-Gütesicherung Kompost in Bayern

Michael Buchheit, Regionale Gütegemeinschaft Kompost Bayern e.V. (RGK), München



### Gliederung

- Kreislaufwirtschaftsgesetz – Pflicht zur Getrenntsammlung
- RAL Gütesicherung Kompost Bayern
- Aktuelle Herausforderungen bei der Bioabfallverwertung und der Kompostvermarktung in Bayern

[www.kompost.de](http://www.kompost.de)



Aktuelle Herausforderungen der Bioabfallverwertung und der  
RAL-Gütesicherung Kompost in Bayern

## Kreislaufwirtschaftsgesetz – Pflicht zur Getrenntsammlung

[www.kompost.de](http://www.kompost.de)



## Kreislaufwirtschaftsgesetz

### **KrWG vom 24.02.2012**

Gilt seit 01.06.2012

- ➔ Abfallhierarchie § 6
- ➔ Getrenntsammlung von Bioabfällen § 11
- ➔ Ermächtigungsgrundlagen
- ➔ Vorrang des Düngerechts § 11 (2) 3
- ➔ Einrichtung von Systemen der Qualitätssicherung § 12

[www.kompost.de](http://www.kompost.de)



## Abfallhierarchie § 6

(1) **Maßnahmen der Vermeidung und der Abfallbewirtschaftung stehen in folgender Rangfolge:**

1. Vermeidung,
2. Vorbereitung zur Wiederverwendung,
3. Recycling,
4. sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung,
5. Beseitigung.

Folie 5

RAL-Gütesicherung



## Abfallhierarchie § 6

(2) Ausgehend von der Rangfolge nach Absatz 1 soll nach Maßgabe der §§ 7 und 8 diejenige Maßnahme **Vorrang** haben, die den **Schutz von Mensch und Umwelt** bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen unter **Berücksichtigung des Vorsorge- und Nachhaltigkeitsprinzips** am besten gewährleistet. Für die Betrachtung der Auswirkungen auf Mensch und Umwelt nach Satz 1 ist der **gesamte Lebenszyklus des Abfalls** zugrunde zu legen.

Folie 6

RAL-Gütesicherung



## Abfallhierarchie § 6

Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen :

1. die zu erwartenden Emissionen,
2. das Maß der Schonung der natürlichen Ressourcen,
3. die einzusetzende oder zu gewinnende Energie sowie
4. die Anreicherung von Schadstoffen in Erzeugnissen, in Abfällen zur Verwertung oder in daraus gewonnenen Erzeugnissen.

Die technische Möglichkeit, die wirtschaftliche Zumutbarkeit und die sozialen Folgen der Maßnahme sind zu beachten.

Folie 7

RAL-Gütesicherung



## Abfallrechtliche Bedeutung der Qualitätssicherung

§ 11 BioAbfV und § 12 KrWG



### **Derzeit nach § 11 BioAbfV**

- Aber: Keine formale Einbindung des Instrumentes im Abfallrecht
- Erleichterungen bei Untersuchungs- und Nachweispflichten
- Erfolge der Bioabfallwirtschaft unter diesen Bedingungen möglich



### **Künftig nach § 12 KrWG** (über die BioAbfV)

- Formale Einbindung der freiwilligen QS (Bioabfälle)
  - § 12 KrWG Zertifizierung von Recyclingprodukten
- Perspektiven
  - Ansehen und Vertrauenswürdigkeit der Produktgruppe
  - Erleichterungen bei Rechtsbestimmungen
  - Öffnung bestimmter Absatzbereiche
  - Ende der Abfalleigenschaft (Europa, oder § 5 KrWG)

[www.kompost.de](http://www.kompost.de)



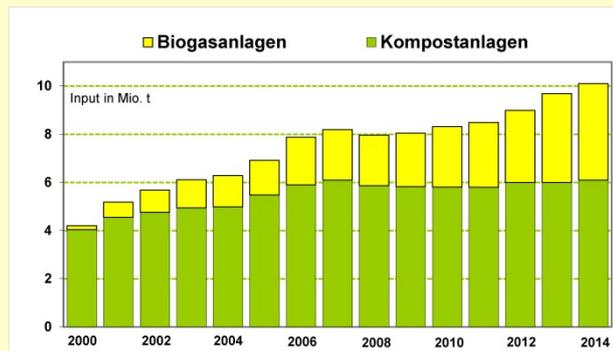
## Aktuelle Herausforderungen der Bioabfallverwertung und der RAL-Gütesicherung Kompost in Bayern

# RAL Gütesicherung Kompost Bayern

[www.kompost.de](http://www.kompost.de)



## Stand der RAL-Gütesicherungen Kompost und Gärprodukte



2014	Anlagen	Input
Kompost	486	6,1 Mio. t
Gärprodukte	146	4,0 Mio. t
<b>Gesamt</b>	<b>632</b>	<b>10,1 Mio. t</b>
<b>RGK Bayern</b>	<b>100</b>	<b>830.000 t</b>
<b>RGK Bayern 2015</b>	<b>100</b>	<b>ca. 1 Mio. t</b>

[www.kompost.de](http://www.kompost.de)



## Organisation der BGK

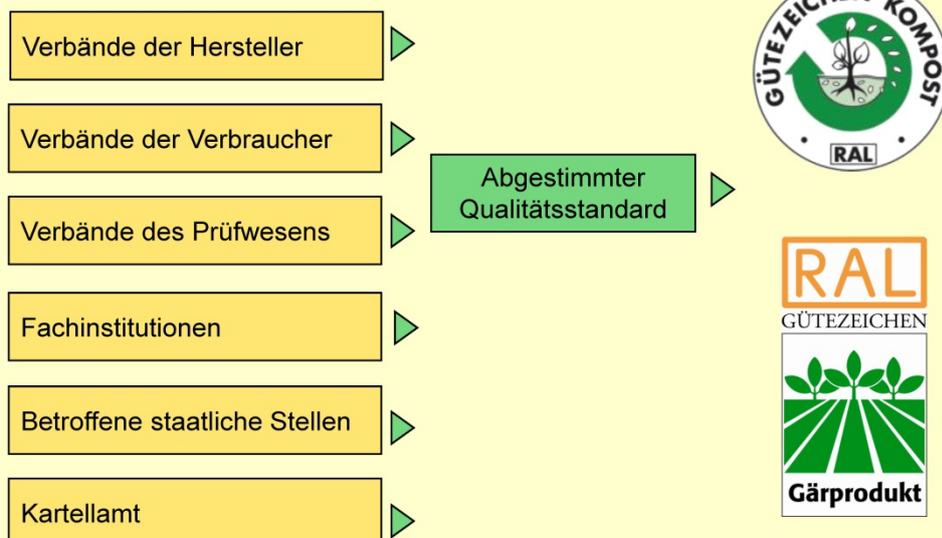
Mitglieder der BGK sind		
Direktmitglieder	Regionale Gütegemeinschaften	Sparten-Gütegemeinschaften
Anlagenbetreiber die keiner Gütegemeinschaft angehören	Regionale Gütegemeinschaften Kompost Bayern <b>RGK Bayern</b>	GGG Gärprodukte
		BGH Holzasche
		VQSD Klärschlamm
BGK-Mitgliederversammlung		
<b>BGK Vorstand</b>	<b>Bundes-Güteausschuss</b>	<b>BGK Geschäftsstelle</b>
248 Probennehmer	82 Prüflabore	14 Qualitätsbetreuer

[www.kompost.de](http://www.kompost.de)



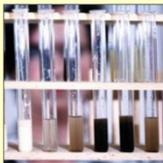
## Entstehung einer RAL-Gütesicherung

Vereinbarung von Standards und geprüfte Qualität



[www.kompost.de](http://www.kompost.de)



- ### Anforderungen an die Beteiligten der Qualitätssicherung Kompost
- Qualifikation der Verfahrensbeteiligten**
- Schulung des verantwortlichen Betriebspersonals (GS-Beauftragte)
  - Schulung externer Probenehmer (alle drei Jahre)
  - geschulte BGK-Sachverständige nach KrWG §12 (6)
- Eigenüberwachung (Internes Qualitätsmanagement)**
- Prozesskette der Kompostierung
  - Vermarktung der Komposte
- Probenahme und Prüflabore**
- Geschulte BGK-Probenehmer, aktuelle Liste im Internet
  - Anerkannte Prüflabore, aktuelle Liste im Internet
- Fremdüberwachung**
- Bewertung der Eigenüberwachung
  - Untersuchung der Kompostprodukte
- 

- [www.kompost.de](http://www.kompost.de)



**BGK**

### Prüfzeugnis

RAL-GZ 251 PZ-Nr.: 9999-1404-023  
Fertigkompost (feinkörnig)

**RAL-Gütesicherung Kompost**  
Chargenuntersuchung  
Seite 1 von 2

Anlage Musterwald (BGK-Nr.: 9999)  
Muster Allee 1  
45067 Musterstadt  
Probenahme am 14.03.2014

**Rechtsbestimmungen:**

- Bioabfallverordnung
- Düngemittelverordnung
- EU-Umweltzeichen

**Regelwerke:**

- RAL-Gütesicherung (RAL-GZ 251) (Überwachungsverfahren)
- Wasserschutzgebiete (geeignet für WSZ III)
- Betriebsmittel für den Ökolandbau (FiBL Nr. 125999)

**Warendeklaration der RAL-Gütesicherung<sup>1)</sup>**

Kennzeichnung	Eigenschaften und Inhaltsstoffe	Zweckbestimmung
Organischer NPK-Dünger 0,85-0,42-0,74 mit Spurenelementen unter Verwendung von pflanzlichen Stoffen aus Garten- und Landschaftsbau, organischen Abfällen	Stickstoff gesamt (N) 8,57 kg/t Stickstoff löslich (N) 0,33 kg/t Stickstoff anverbaubar (N <sub>2</sub> ) 0,74 kg/t Phosphat gesamt (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) 4,25 kg/t Kaliumoxid gesamt (K <sub>2</sub> O) 7,49 kg/t Magnesiumoxid ges. (MgO) 4,57 kg/t Basisch wirks. Stoffe (CaO) 28,55 kg/t	Zur Bodenverbesserung und Düngung Geeignet als Mischkomponente für Erden und Substrate
Nettomasse: siehe Lieferchein Herstellerbezeichnung: Mustermann GmbH Muster Allee 1 04567 Musterstadt	pH-Wert 8 Salzgehalt 4,12 g/l C/N-Verhältnis 16 Organische Substanz 238 kg/t Humus-C 70 kg/t	Anwendungsbereiche Landwirtschaft Landschaftsbau Erdenwerke
Ausgangsstoffe: Pflanzliche Stoffe aus Garten- und Landschaftsbau 80% Organischer Abfall pflanzlicher und tierischer Herkunft aus getrennter Sammlung aus privaten Haushalten	Hygienisiert und biologisch stabilisierend behandelt gem. §2 BioAbfV Frei von keimfähigen Samen und austriebsfähigen Pflanzenteilen	Anwendungsempfehlungen Landwirtschaft: siehe Anlage LW Landschaftsbau: siehe Anlage LB
Nebenbestandteile: 0,45 % MgO Gesamtmagnesiumoxid 23,8 % Organische Substanz	Körnung 0 - 12 mm Rohdichte 703 kg/m <sup>3</sup> Trockenmasse 63,45 % Düngerwert <sup>2)</sup> 11,23 €/t Humuswert <sup>4)</sup> 11,96 €/t 8,41 €/m <sup>3</sup>	Das Erzeugnis unterliegt der RAL-Gütesicherung (RAL-GZ 251). Dieses Zeugnis wurde elektronisch erstellt. Es gilt ohne Unterschrift. BGK Träger der regelmäßigen Güteüberwachung gemäß §11 Abs. 3 BioAbfV.

**Ausgewiesenes Gütezeichen**

**Kennzeichnung nach DüMV**

**Abgabe als biologisch stabilisierter und hygienisierter Bioabfall**

**Ggf. Hinweis auf Grünlandverbot**

Köln, den 14.04.2014  
www.kompost.de



## Angaben im Prüfzeugnis (Seite 2)

**RAL**  
RAL-GZ 251

**Untersuchungsbericht**  
PZ-Nr.: 9999-1404-023  
Fertigkompost (feinkörnig)

**Musterwald**  
(BGK-Nr.: 9999)  
Seite 2 von 2

Charge: 2014-01-01  
Probenahme am: 14.03.2014  
Tgb.-Nr.: 333  
Prüflabor BGK-Nr.: 135

**Chargenkennzeichnung:**  
Untersuchte Charge  
Ausweisung im Lieferschein

**Allgemeine Angaben**

Auftraggeber / -in: Mustermann GmbH

Probennehmer / -in: Herr Mustermann (BGK-Nr.: 500)

Prüflabor: Labor Musterwald (BGK-Nr.: 135)  
78910 Musterbach  
mustermann

Probenahmedatum: 14.03.2014  
Probenzugang im Labor: 14.03.2014

Beprüftes Erzeugnis: Fertigkompost (0 - 12 mm)  
Isse Ware

Produktionsmonat: März  
Chargenbezeichnung: 2014-01-01

Prozessüberwachung geprüft, nicht beanstandet

**Analysenergebnisse**

Parameter	Wert	Einheit
<b>Pflanzennährstoffe</b>		
Stickstoff, gesamt (N)	1,35 %	TM
Phosphat, gesamt (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,87 %	TM
Kalkumoxid, gesamt (K <sub>2</sub> O)	1,18 %	TM
Magnesiumoxid, gesamt (MgO)	0,72 %	TM
Ammonium Iodisch (NH <sub>4</sub> -N)	30 mg/l	FM
Veratrosin (NHC-N)	200 mg/l	FM
Phosphat Iodisch (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1080 mg/l	FM
Kalkumoxid Iodisch (K <sub>2</sub> O)	3492 mg/l	FM
<b>Bodenverbesserung</b>		
Organische Substanz (GV 450°C)	37,5 %	TM
Basisch wirks. Bestandteile (CaO)	4,50 %	TM
<b>Physikalische Parameter</b>		
Rohdichte	703 g/l	
Wassergehalt	36,6 %	FM
Salzgehalt (Extr.1:5)	4,12 g/l	FM
pH-Wert (H <sub>2</sub> O)	6,6	
Rotliegrad (1-5)	5	(24°C)
Fremdstoffe > 2mm gesamt	0,08 %	TM
gero. Glas	0,05 %	TM
Verunreinigungsgrad	0	cm <sup>3</sup> /l
(Fäulchensumme)		
Steine > 10 mm	1,00 %	TM
<b>Biologische Parameter/Hygiene</b>		
Pflanzerverträglichkeit:		
bei 25% Prüfsubstratanteil	108 %	
bei 50% Prüfsubstratanteil	99 %	
Keimfähige Samen / keimf. Pflanzenteile	0 je 1 FM	
Salmonellen	nicht nachweisbar	
<b>Schwermetalle</b>		
Blei (Pb)	31,0	mg/kg TM
Cadmium (Cd)	0,28	mg/kg TM
Chrom (Cr)	21,7	mg/kg TM
Kupfer (Cu)	39,0	mg/kg TM
Nickel (Ni)	12,2	mg/kg TM
Quecksilber (Hg)	0,09	mg/kg TM
Zink (Zn)	165	mg/kg TM
<b>Zusätzliche Parameter</b>		

**Ausgangsstoffe<sup>1)</sup>**

Anteil: Bezeichnung

50% A2 Gärten- und Parkabfälle

50% A1 Inhalt der Biotonne

**Hilfsstoffe**

<sup>1)</sup> Ausgangsstoffe gemäß Liste zulässiger Ausgangsstoffe für die Herstellung gärtnerischer Komposte und Gärprodukte der BGK

**Bemerkung Probennehmer / -in:**

**Bemerkung Prüflabor:**

Die Probenahme und Untersuchung wurde gemäß dem Methodenbuch der BGK e.V. durchgeführt.

Musterbach, den 14.04.2014

www.kompost.de



## Angaben im Prüfzeugnis (Seite 3)

**RAL**  
RAL-GZ 251

**Anwendung Landwirtschaft**  
Anlage LW zum PZ-Nr.: 9999-1404-023  
Fertigkompost (feinkörnig)

BGK-Nr.: 9999

**ÜBERTRAGENDE KOMMISSION**  
RAL

**Tabelle 1: Daten zur Düngerechnung**  
(Angaben in der Frischmasse)

Inhaltsstoff	%	kg/t	kg/m <sup>3</sup>
Stickstoff gesamt (N)	0,86	8,57	6,02
Stickstoff Iodisch (N)	0,03	0,33	0,23
Stickstoff anrechenbar (N)			
- bei erstmaliger Anwendung <sup>1)</sup>	0,07	0,74	0,52
- bei regelmäßiger Anwendung <sup>2)</sup>	0,24	2,39	1,68
Phosphat gesamt (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,43	4,25	2,99
Kalkumoxid (K <sub>2</sub> O)	0,75	7,49	5,28
Magnesiumoxid (MgO)	0,46	4,57	3,21
Bas. wirks. Bestandteile (CaO)	2,86	28,6	20,1
Organische Substanz	23,8	238	167
Humus-C	7,04	70,4	49,6

**Tabelle 2: Kalkulationswerte für Aufwandmengen**  
(hier: Orientierung am Bedarf an P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Angaben gerundet)

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	Aufwandmenge (FM)	Damit verbundenen Mengen an			
		N <sup>1)</sup> (kg/ha)	N <sup>2)</sup> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	CaO (kg/ha)
10	2,2 t/ha	1,7	5,6	18	67
30	7,1 t/ha	5,2	17	53	201
50	12 t/ha	8,7	28	88	336
60	17 m <sup>3</sup> /ha				

Die Tabelle weist aus, welche Menge Kompost erforderlich ist, um 10, 30 bzw. 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> auszubringen. Spalten 3 bis 6 zeigen damit verbundene Mengen an Pflanzennährstoffen.

**Umrechnungsfaktoren Aufwandmenge**  
Der Umrechnungsfaktor von Frischmasse (FM) in Trockenmasse (TM) beträgt 0,63 und von TM in FM 1,59. Der Umrechnungsfaktor von Volumen (m<sup>3</sup>) in Masse ist best. 0,7 und von 1 m<sup>3</sup> FM 1,59.

**Tabelle 3: Mittlere Aufwandmengen und Düngewert**  
(am Beispiel einer dreigliedrigen Fruchtfolge)

	Aufwandmenge (FM)		Düngewert <sup>4)</sup> €/ha <sup>3)</sup>	Humuswert <sup>5)</sup> €/t/ha
	t/ha	m <sup>3</sup> /ha		
jährlich	14	20	158	179
alle 3 Jahre <sup>3)</sup>	42	60	475	507

Die Tabelle zeigt ein Beispiel für Aufwandmengen zur Versorgung einer dreigliedrigen Fruchtfolge. Dem Beispiel liegt eine mittlere Versorgungslücke des Bodens und ein jährlicher Bedarf von 60 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> zugrunde. Im vorliegenden Fall ist Phosphat limitierend. Der Bedarf der Fruchtfolge (180 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) kann mit 42 t bzw. 60 m<sup>3</sup>/ha Kompost gedeckt werden.

**Anrechnung von Nährstoffen und Humus**  
Stickstoff liegt überwiegend in organischer gebundener Form vor. Tabelle 1 zeigt die Anrechenbarkeit bei erstmaliger<sup>1)</sup> und bei regelmäßiger<sup>2)</sup> Anwendung.

Phosphat, Kalkumoxid, Magnesiumoxid sowie basisch wirksame Stoffe (Kalk) sind zu 100 % anrechenbar. Bei Aufwandmengen nach Tabelle 3 sind die Grunddüngung (P, K) und die Erhaltungsdüngung weitgehend abgedeckt.

Humus-C ist der im Rahmen der Humusbilanz nach VDLUFA anrechenbare humusreproduktionswirksame Kohlenstoff (Humus-C).

**Angaben nach Düngerechnung**  
Nach Düngerechnung (DüV) handelt es sich um einen Dünger

- mit wesentlichen Gehalten an Pflanzennährstoffen (gemäß § 2, Nr. 10 DüV, >1,5 % N oder > 0,5 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i.d. TM)
- ohne wesentlichen Gehalt an verfügbarem Stickstoff (<= 1% N oder <= 0,1% N-basisch von Nge; § 2 Nr. 11 DüV)

Der Kompost unterliegt nicht der Sperfrist in den Wintermonaten nach § 4 Abs. 5 DüV.

Beim Nährstoffvergleich nach § 5 DüV werden die Gesamtgehalte der Nährstoffe zugrunde gelegt. In Abstimmung mit der Landesrecht zuständigen Stellen kann für Stickstoff die über N-anrechenbar hinausgehende Menge (s. Tabelle 1) als unvermeidbarer Überschuss bewertet werden (§ 5 Abs. 3 a) Düngung mit Anlage 6 Zeile 15 DüV).

Zeitpunkt und Menge der Düngung sind so zu wählen, dass verfügbare oder verfügbar werdende Nährstoffe den Pflanzen zeitnah und in einer dem Nährstoffbedarf der Pflanzen entsprechenden Menge zur Verfügung stehen.

**Anwendungsvorgaben**

Zulässige Aufwandmengen sind nach guter fachlicher Praxis der Düngerechnung zu bestimmen und dürfen gemäß Bioabfallverordnung 30 t Trockenmasse bzw. 47 t Frischmasse je Hektar in drei Jahren nicht überschreiten. Empfehlungen der amtlichen Beratung gelten vorrangig.

Organisches Düngemittel ohne Verwendung von tierischen Nebenprodukten - Zugang für Nutztiere zu den behandelten Flächen während eines Zeitraumes von 21 Tagen nach der Ausbringung verboten. Die Ausbringung auf Grünland und mehrschichtigen Feldfutterflächen ist nicht zulässig. Eine Anwendung bei Feldgemüse und Feldfutter darf nur vor dem Anbau mit anschließender Ernteabfuhr erfolgen. Keine Ausbringung auf wassergesättigten, überschwemmten, geflorenen oder durchgängig höher als 5 cm Schnee bedeckten Flächen. Abstandseingängen zu Gewässern sind zu berücksichtigen (§ 3 Abs. 6 und 7 DüV). Bei Anwendung auf Grünland zur Futtergewinnung und auf Ackerfutterflächen mit nichtwendender Bodenbearbeitung nach der Ausbringung (ausgenommen Maisanbauflächen), gilt ein Grenzwert von 5 mg/kg TM WHO-TEQ Dioxine.

Im Zeitraum von 3 Jahren dürfen auf derselben Fläche Klärschlamm nicht zusätzlich aufgebracht werden. Bei der Ausbringung auf Feldgemüse- und Feldfutterflächen oberflächlich einarbeiten. Bei der Anwendung des Komposts sind die Flächen- und Bodenbewirtschaftung der zuständigen Behörde anzugeben (§ 9 Abs. 1 BioAbfV). Das Merkblatt "Dokumentations- und Meldepflichten des Bewirtschafters" enthält weitere Informationen.<sup>6)</sup>

Umrechnungsfaktor zur Angabe der Aufwandmenge in TS

Höchstzulässige Ausbringungsmenge 20 oder 30 t/ha in 3 Jahren

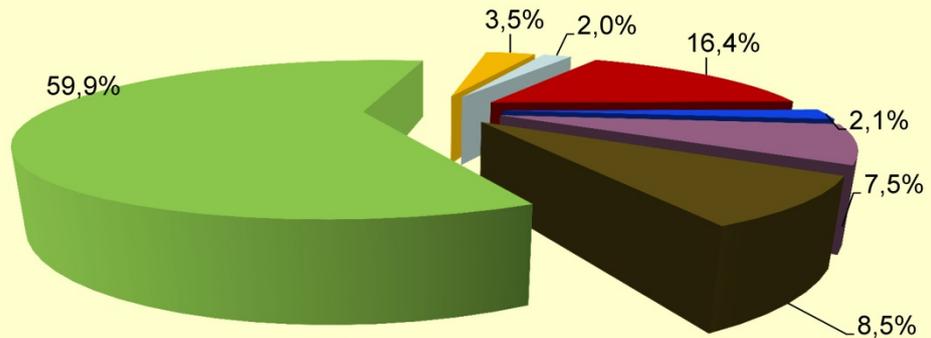
Zulässigkeit der Ausbringung auf Grünland und mehrschichtigen Feldfutterflächen

www.kompost.de



## Vermarktung RAL-Gütesichertem Kompost 2014

der Qualitätssicherung Kompost

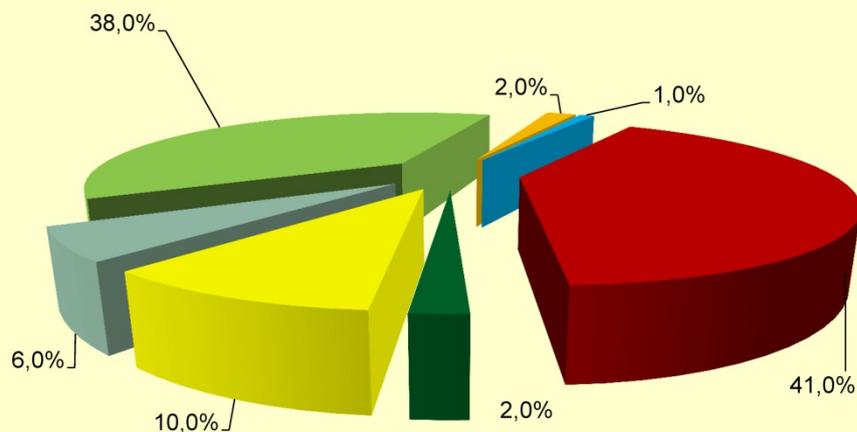


- Erdenwerk
- Erwerbsgartenbau
- Hobbygartenbau
- Landschaftsbau/Rekultivierung
- Landwirtschaft
- Sonderkulturen (z.B. Obstbau)
- Sonstiges:

[www.kompost.de](http://www.kompost.de)



## Vermarktung von RAL-Gütesichertem Kompost in Bayern 2014



- Erdenwerk
- Erwerbsgartenbau
- Hobbygartenbau
- Landschaftsbau/Rekultivierung
- Landwirtschaft
- Sonstige
- Sonderkulturen

[www.kompost.de](http://www.kompost.de)



## Anerkennung der Bundesgütegemeinschaft

- ➔ Träger einer regelmäßigen Güteüberwachung gem. BioAbfV  
„... für Privilegierungen von Mitgliedern einer Gütegemeinschaft  
in der BioAbfV hat der Verordnungsgeber als Maßstab  
hinreichender Standards einer Gütegemeinschaft die der  
Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. angesehen.“  
Aus: Hinweise zum Vollzug der BioAbfV unter § 11 Abs. 3
- ➔ Anerkennung als nationale Gütesicherungsorganisation  
durch den ECN  
European Compost Network – Quality Assurance Scheme
- ➔ Einzige durch das RAL anerkannte Prüfstelle zum RAL GZ 251  
Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V.



Folie 00

[www.kompost.de](http://www.kompost.de)



## Aktuelle Herausforderungen der Bioabfallverwertung und der RAL-Gütesicherung Kompost in Bayern

### **Aktuelle Herausforderungen bei der Bioabfallverwertung und der Kompostvermarktung in Bayern**

[www.kompost.de](http://www.kompost.de)



## Aktuelle Herausforderungen in Bayern

- **Schleppende Einführung Biotonne**
- **Sortenreinheit Input**
- **Entwurf der Düngeverordnung**
- **GQ Bayern**

Folie 26

RAL-Gütesicherung



## Schleppende Einführung Biotonne

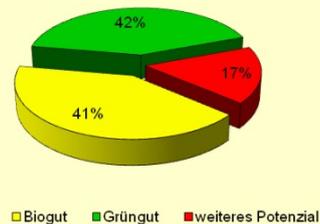
### Verpflichtende Getrenntsammlung

§ 11 Abs.1 KrWG



#### **Verfügbarkeit von Bioabfällen**

- Derzeit ca. 10 Mio. t
- 50 % Biotonne, 50 % Grüngut
- Weiteres Potenzial: bis + 2 Mio. t



#### **Umsetzung der Getrenntsammlung**

- Realität und Erfolgsmodell
- Flächendeckende Durchsetzung auf einer ‚Zeitschiene‘

Folie 27

RAL-Gütesicherung



## Störstoffproblematik Input

### **„Achillesferse“ Sortenreinheit**

- Saubere Bioabfälle / gute Produkte
- Getrenntsammlung beinhaltet auch Öffentlichkeitsarbeit
- Sortenreinheit als Kriterium der Sammlung/Ausschreibung

Folie 28

RAL-Gütesicherung



## Entwurf der Düngeverordnung

### **Änderungen in der Düngeverordnung betreffen den zweitgrößten Absatzbereich für Kompostprodukte in Bayern**

Regelt die Anwendung von Düngemitteln in der Landwirtschaft

- ➔ Letzte Änderung 27.02.2007
- ➔ Bedarfsgerechte Düngung Nährstoffvergleich
- ➔ Dokumentationspflicht

### **Novelle DüV**

- ➔ voraussichtlich Ende 1. Quartal 2016 im Bundesrat

Folie 29

RAL-Gütesicherung



## Entwurf der Düngeverordnung

**Neuregelungen wirken sich verschärfend für den Kompost aus  
Keine Anerkennung als Humusdünger, daher:**

Einführung einer Sperrfrist für Kompost

- Verkürzung der Anwendungszeiträume
- Bodenschonende Anwendung eingeschränkt

Bezug der 170 kg N-Grenze auf organische Dünger tierischer und pflanzlicher Herkunft

- Komposte unterliegen Begrenzung der 170 kg N/ha organische Dünger
- Betriebe nehmen Stickstoff auf, der bei Kompost nur zu ca. 15 % düngewirksam wird

Nährstoffvergleich

- durch Einsatz von Kompost entsteht zunächst großer N-Überhang
- Abzug des Humuswirksamen Stickstoffs ist eine Einzelfallregelung
- N-Überhang wird zu einer Ordnungswidrigkeit

Folie 30

RAL-Gütesicherung



## GQ Bayern

**Auszug aus dem Gesamtbetrieblichen Qualitätssicherungs-System  
GQS-Bayern**

**Eigenkontroll-Checkliste GQ Bayern**

**Checkliste Pflanzenbau**

**5. Düngung**

**5.19. Einsatz von Bioabfällen**

**Ausbringverbot eingehalten?**

auf den Einsatz von gewerblichen, industriellen und kommunalen  
Komposten verzichtet?

- in den letzten 12 Monaten vor Aussaat des GQ-Brotgetreides

Bayerische Landesanstalt  
für Landwirtschaft - 11 - 10.09.12

Folie 31

RAL-Gütesicherung



## Vorteilswirkungen des Humusdüngers Kompost

Erhöhtes Wasserspeicher- vermögen	Leichtere Bodenbearbeitung	Verminderte Erosions- anfälligkeit
Schnellere Bodenerwärmung	<b>Bodenpflege durch organische Düngung</b>	Förderung des Bodenlebens
Stabilere Bodenstruktur	Höheres Nährstoffspeicher- vermögen	Phytopanitäre Wirkung

Folie 00

www.kompost.de

### Film: Der wertvolle Bioabfall

[http://www.rgk-bayern.de/fileadmin/user\\_upload/Videos/RGK\\_kompost\\_mitvergaehrung\\_1024.mp4](http://www.rgk-bayern.de/fileadmin/user_upload/Videos/RGK_kompost_mitvergaehrung_1024.mp4)

## Tagungsleitung / Referenten

Claus Kumutat  
Präsident des LfU  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: 0821 9071–5001  
E-Mail: [Claus.Kumutat@lfu.bayern.de](mailto:Claus.Kumutat@lfu.bayern.de)

Ralf Beck  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: 0821 9071–5372  
E-Mail: [Ralf.Beck@lfu.bayern.de](mailto:Ralf.Beck@lfu.bayern.de)

Michael Buchheit  
Gütegemeinschaft Kompost Region Bayern e.V.  
(RGK BAYERN e.V.)  
Max-Joseph-Str. 5  
80333 München  
Tel.: 089 76700173  
E-Mail: [Michael.Buchheit@heinz-entsorgung.de](mailto:Michael.Buchheit@heinz-entsorgung.de)

Hans-Peter Ewens  
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau  
und Reaktorsicherheit  
Postfach 12 06 29  
53048 Bonn  
Tel.: 0228 305–2420  
E-Mail: [Hans-Peter.Ewens@bmub.bund.de](mailto:Hans-Peter.Ewens@bmub.bund.de)

Jan Hammer  
Technische Universität Braunschweig  
Pockelsstr. 14  
38106 Braunschweig  
Tel.: 0531 391–0  
E-Mail: [J.Hammer@tu-braunschweig.de](mailto:J.Hammer@tu-braunschweig.de)

Dr. Klaus Hoppenheidt  
bifa Umweltinstitut  
Am Mittleren Moos 46  
86167 Augsburg  
Tel.: 7000–157  
E-Mail: [KHoppenheidt@bifa.de](mailto:KHoppenheidt@bifa.de)

Heinz-Uwe Riedel  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: 0821 9071–5174  
E-Mail: [Heinz-Uwe.Riedel@lfu.bayern.de](mailto:Heinz-Uwe.Riedel@lfu.bayern.de)

Hans-Walter Schneichel  
Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie  
und Landesplanung Rheinland-Pfalz  
Stiftsstraße 9  
55116 Mainz  
Tel.: 06131 16–2233  
E-Mail: [Hans-Walter.Schneichel@mwkel-rlp.de](mailto:Hans-Walter.Schneichel@mwkel-rlp.de)

Angelika Stetter  
Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Vöttinger Straße 38  
85354 Freising  
Tel.: 08161 71–5804  
E-Mail: [Angelika.Stetter@lfl.bayern.de](mailto:Angelika.Stetter@lfl.bayern.de)

