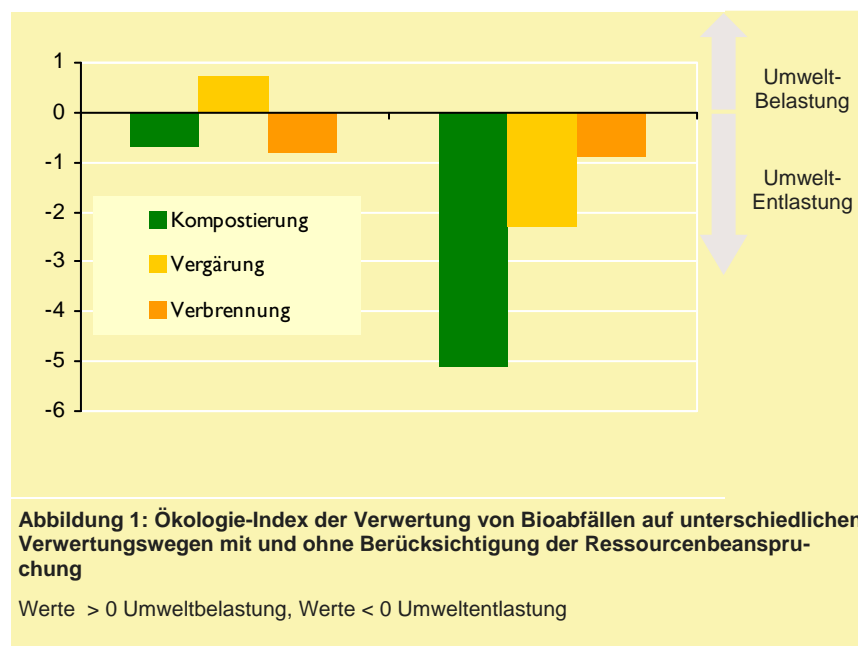


## Ökoeffiziente Verwertung von Bioabfall

"Ökoeffiziente Verwertung von Bioabfällen und Grüngut in Bayern" lautet der Titel einer bemerkenswerten Studie, die vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit in Auftrag gegeben und vom bifa-Umweltinstitut Augsburg durchgeführt wurde. Die Studie vergleicht unterschiedliche Wege der Verwertung und Entsorgung von Bioabfällen im Hinblick auf den Klima- und Ressourcenschutz. Im Ergebnis wird empfohlen, die stoffliche Verwertung von Bioabfällen wegen den damit verbundenen Wirkungen des Ressourcenschutzes zu favorisieren.

In der auf einer Ökobilanz beruhenden Studie bemerkenswert ist, dass neben den Wirkungen von Emissionen, die in üblichen Ökobilanzen als Wirkungskategorien dominant sind, auch weitergehende quantitative Wirkungen des Ressourcenschutzes einbezogen wurden. Die quantitative Bewertung des Ressourcenschutzes beschränkt sich in Ökobilanzen i.d.R. auf die Substitution fossiler Energieträger (KEA-fossil). In der vorliegenden Studie wurde darüber hinaus auch die endliche Ressource Rohphosphat berücksichtigt. Die mit den jeweiligen Entsorgungsverfahren einhergehenden Substitutionspotentiale an fossilen Energieträgern und Phosphat gingen als Wirkungskategorie "Ressourcenbeanspruchung" in die Berechnungen ein. Die Ergebnisse der Ökobilanz mit und ohne Ressourcenbeanspruchung zeigen die große Bedeutung des Ressourcenschutzes, die mit der stofflichen Verwertung von Bioabfällen einhergeht (Abbildung 1).



### Begleitung durch einen Beirat

Die Erstellung der Studie durch das bifa-Umweltinstitut wurde von einem Beirat begleitet, der sich aus Vertretern des Bayerischen Umweltministeriums, des Landesamtes für Umwelt, der Landesanstalt für Landwirtschaft, den entsorgungspflichtigen Gebietskörperschaften, der Bundesgütegemeinschaft Kompost, sowie der Arbeitsgemeinschaft der Betreiber thermischer Abfallbehandlungsanlagen in Bayern zusammensetzte. Aufgabe des Beirates war es, aus den jeweiligen Sachgebieten relevante Kriterien und Zahlen beizusteuern, sowie die aus der Studie resultierenden Ergebnisse und Empfehlungen zu diskutieren.

## Bioabfall als Ressource

Die Autoren führen aus, dass die Verwertung von Bioabfällen durch einen sehr breiten "Nutzenkorb" gekennzeichnet ist. Bioabfälle enthalten danach folgende stofflichen und energetischen Nutzenpotentiale:

- Potentiale der Substitution von Düngemitteln
- Potentiale der Humusreproduktion
- Potentiale der Torfsubstitution
- Potentiale der C-Sequestrierung im Boden
- Potentiale zur Gewinnung von elektrischer Energie und von Wärme

Abbildung 2 zeigt, auf welchen Wegen diese Nutzenpotentiale erschlossen werden können. Dabei sind sowohl die Kompostierung als auch die Vergärung der stofflichen Verwertung zugeordnet, weil die aus ihnen hauptsächlich gewonnenen Erzeugnisse (Komposte, Gärprodukte) stofflich verwertet werden. Dem steht nicht entgegen, dass sowohl auf dem Wege der Kompostierung als auch dem der Vergärung zusätzliche energetische Nutzenpotentiale erschlossen werden.

Nutzwerte	Kompost	Vergärung			Verbrennung
	stofflich	energ./ stofflich	energ./ stofflich	energ./ ther- misch	energ./ thermisch
	fest	fest	flüssig	trocken	trocken
	Stoffliche Verwertung			Thermische Verwertung	
Humusreproduktion	+++	++	+	-	-
Torfsubstitution	++	++	-	-	-
Stickstoff	+	+	+	-	-
Phosphor	++	++	++	-	-
sonstige Nährst.	++				
Energie, Wärme	(+)	+	+	++	++

Abb. 2: Erschließung von Nutzwertpotentialen von Bioabfällen auf unterschiedlichen Verwertungs-/ Entsorgungswegen. Schematische Darstellung. + = Nutzwerte werden erschlossen. - = Nutzwerte werden nicht erschlossen. (+) energ. Teilnutzung von Grüngut und Siebresten [Quelle: BGK]

Bei einer rein energetisch/thermischen Nutzung gehen die stofflichen Nutzenpotentiale von Bioabfällen dagegen vollständig verloren. Dies gilt für die Verbrennung von Bioabfällen zusammen mit dem Restabfall ebenso wie bei der thermischen Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen. Bei letzteren könnte allenfalls die verbleibende Asche stofflich genutzt werden. Dies würde aber nur einen Teil des stofflichen Nutzenpotentials der eingesetzten Bioabfälle betreffen. Bei der Verbrennung mit dem Restabfall scheidet selbst die Verwertung von Aschen als stofflicher Nutzen aus.

## Beurteilung nach Wirkungskategorien

Bei der von bifa eingesetzten Methode der "Ökoeffizienzanalyse" handelt es sich im Kern um eine Ökobilanz, deren Ergebnisse zu den Kosten der jeweils betrachteten Entsorgungsverfahren in Bezug gesetzt werden. Die in der Ökobilanz betrachteten Umweltwirkungen werden zunächst als "Ökologie-Index" zusammengefasst.

Als Wirkungskategorien werden dabei zugrunde gelegt:

- Treibhauseffekt (Emissionen CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>)
- Versauerungspotential (Emissionen NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> u.a.)
- Terrestrische Eutrophierung (Emissionen NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub> u.a.)
- "Sommersmog" (Emissionen CH<sub>4</sub>, NMVOC, u.a.)
- Humantoxizität (Emissionen SO<sub>2</sub>)
- Ökotoxizität (Emissionen NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>)
- Ressourcenbeanspruchung (KEA-fossil, Rohphosphat)

Für diese Kategorien wurden die jeweiligen Wirkungen (Emissionen, Substitution fossiler Energieträger und Phosphat) der untersuchten Entsorgungsverfahren festgestellt, in Relation zu den Gesamtemissionen bzw. Verbräuchen in Deutschland gesetzt.

Von den ökologischen "Belastungen" werden "Gutschriften" in Abzug gebracht, die sich aus den Nutzeneffekten der Verwertung (gewonnene Pflanzennährstoffe, Humus, Strom, und Wärme) ergeben. Die Bilanz von Belastungen und Gutschriften wird in Relation zu den anteiligen Einwohnerwerten gesetzt. Darüber hinaus wird eine Gewichtung der einzelnen Wirkungskategorien nach UBA vorgenommen (ökologische Gefährdung, distance to target) und die resultierenden Ergebnisse zum "Ökologie-Index" als Maßstab der Umweltbelastung aufsummiert (Abbildung 3).

Bezüglich der Berücksichtigung der Nutzeneffekte von Bioabfällen in der Ökobilanz ist es wichtig zu verstehen, dass die gewährten Gutschriften i.d.R. nicht den wirklichen anwendungsbezogenen Nutzen wie Düngung, Humusreproduktion u.a. betreffen.

Als Gutschriften werden im Wesentlichen vermiedene Emissionen berücksichtigt, die sich z.B. bei der Erzeugung einer äquivalenten Menge Dünger aus industriellen Herstellungsprozessen ergeben hätten. Der Substitutionseffekt in Bezug auf die Ressource selbst bleibt (mit Ausnahme von KEA-fossil) i.d.R. unberücksichtigt. Der Verdienst der Studie ist es, neben KEA-fossil auch die Substitution des Verbrauchs von Rohphosphat einbezogen zu haben.

**Abbildung 3: Wirkungsindikatorenergebnisse der Verfahren (Auswahl) quantifiziert als Einwohnerwerte (EW). Angaben in 10<sup>-3</sup> Einwohnerwerten. Entsorgte Menge: 1 Tonne Bioabfall. Positive Einwohnerwerte kennzeichnen Umweltbelastungen, negative Einwohnerwerte Umweltentlastungen.**

Wirkungskategorien [10 <sup>-3</sup> EW/1 t Bioabfall]		Kompostierung <sup>1)</sup>	Vergärung <sup>2)</sup>	Verbrennung <sup>3)</sup>
Treibhauspotential	Belastung	5	10	1
	Gutschrift	-16	-19	-20
	<b>Summe</b>	<b>-12</b>	<b>-9</b>	<b>-19</b>
Photchemische Oxidantienbildung	Belastung	4	45	1
	Gutschrift	-3	-2	-2
	<b>Summe</b>	<b>1</b>	<b>43</b>	<b>-1</b>
Versauerungspotential	Belastung	10	22	4
	Gutschrift	-17	-15	-9
	<b>Summe</b>	<b>-7</b>	<b>7</b>	<b>-5</b>
Eutrophierungspotential	Belastung	14	31	5
	Gutschrift	-20	-16	-6
	<b>Summe</b>	<b>-6</b>	<b>15</b>	<b>-2</b>
Humantoxizität (SO <sub>2</sub> )	Belastung	2	2	4
	Gutschrift	-12	-14	-19
	<b>Summe</b>	<b>-10</b>	<b>-12</b>	<b>-15</b>
Ökotoxizität (NH <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub> )	Belastung	14	31	5
	Gutschrift	-20	-16	-7
	<b>Summe</b>	<b>-6</b>	<b>15</b>	<b>-2</b>
Ressourcenbeanspruchung (Rohphosphat, KEA fossil) <sup>4)</sup>	Belastung	1	0	0
	Gutschrift	-313	-215	-9
	<b>Summe</b>	<b>-312</b>	<b>-215</b>	<b>-9</b>
<b>Ökologie-Index ohne Ressourcenbeanspru-</b>		<b>-0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>-0,8</b>
<b>Ökologie-Index mit Ressourcenbeanspru-</b>		<b>-5,1</b>	<b>-2,3</b>	<b>-0,9</b>

<sup>1)</sup> Kompostierung (teilgeschlossen); <sup>2)</sup> Vergärung (Trockenvergärung mit Nachrotte) <sup>3)</sup> MVA (Gemeinsame Verbrennung von Bioabfall zusammen mit dem Restabfall) <sup>4)</sup> Die Einwohnerwerte für die Ressourcenbeanspruchung ergeben sich aus dem Mittelwert der beiden Parameter KEA-fossil und Rohphosphat. [Hinweis: Die Wichtungen der Wirkungskategorien bezüglich „ökologische Gefährdung“ und „Distance to Target“ sind in der Tabelle nicht dargestellt, im Ergeb-

## Wesentliche Ergebnisse

Die Ergebnisse der Studie sind vielfältig und können an dieser Stelle nur punktuell angesprochen werden. Angestellte Verfahrensvariationen sowie Szenarienbetrachtungen bleiben hier unberücksichtigt. Als wesentliche Ergebnisse können genannt werden:

- Alle betrachteten Entsorgungsverfahren sind mit Umweltentlastungen verbunden. Alle Verfahren sorgen für eine Klimaentlastung.
- Bei der Beurteilung kommt es entscheidend darauf an, dass nicht nur Aspekte des Klimaschutzes und andere Emissionen, sondern auch des Ressourcenschutzes berücksichtigt werden. Während bei alleiniger Betrachtung von Emissionen die Umweltwirkung der Kompostierung von Bioabfall einerseits und die Verbrennung von Bioabfällen zusammen mit dem Restabfall andererseits als gleichwertig eingestuft werden, ändert sich diese Bewertung bei Einbeziehung von Kriterien der Ressourcenschonung grundlegend (Abbildung 1).
- Das in Abbildung 1 vergleichsweise schlechte Abschneiden der Vergärung gegenüber der Kompostierung hat seine Ursache in der Annahme verhältnismäßig hoher Emissionen klimarelevanter Gase aus der Vergärung. Die zugrundeliegenden Daten beziehen sich allerdings ausschließlich auf die Trockenfermentation und sind nur auf eine geringe Anzahl an Messungen gestützt. Die Daten und Vermeidungspotentiale werden derzeit im Rahmen von F&E-Projekten verifiziert. Soweit die aus der Vergärung stammenden Klimagasemissionen reduziert werden können, verbessert sich die Umweltwirkung.
- Für ein nachhaltiges Verfahren der Bioabfallverwertung genügt es nicht, allein auf die energetische Nutzung abzielen. "Gewichtiger" ist die Nutzbarmachung der stofflichen Ressourcen und Bereitstellung stofflich verwertbarer Produkte wie Dünge- und Bodenverbesserungsmittel sowie Torfsubstitute.

Ein "Best-Practice-Verfahren" konnte allerdings auch mit dieser Studie nicht vorgestellt werden, da die Umweltwirkungen, über den Behandlungsprozess hinaus, erheblich von der Art der Abfälle und den lokalen Randbedingungen abhängen.

## Neben Antworten auch neue Fragen

Die große Wirkung, die die Einbeziehung des quantitativen Substitutionseffektes von Phosphat in der Ökobilanz verursacht, liegt darin begründet, dass die emissionsseitigen Umweltwirkungen der Bioabfallverwertung im Vergleich zu den Wirkungen der Substitution von Ressourcen vergleichsweise unbedeutend sind. So beträgt etwa der Anteil der Bioabfallwirtschaft an den bundesweiten Treibhausgasemissionen nur etwa 0,05 Prozent, während der Anteil der Bioabfallwirtschaft allein an der Substitution von Phosphatdüngemitteln über 5 Prozent ausmacht. Zwischen diesen Wirkungen liegt der Faktor 100!

Vor diesem Hintergrund können neue Fragen zur Angemessenheit und Eignung von Wirkungskategorien der Ökobilanz in Bezug auf Verfahren der Bioabfallverwertung aufgeworfen werden. Die Fragen beziehen sich dabei nicht nur auf die stärkere Einbeziehung von Wirkungen des Ressourcenschutzes, sondern auch auf die Sinnhaftigkeit der Anwendung emissionsseitiger Wirkungskategorien wie Ökotoxizität, Humantoxizität oder Eutrophierung.

## Handlungsempfehlungen an die Politik

- In der Zusammenfassung geben die Autoren der Studie an die Politik u.a. folgende Handlungsempfehlungen:
- Die Stoffstromlenkung sollte an Nachhaltigkeitskriterien aufgerichtet werden, d.h. die stoffliche Verwertung ist ebenso zu fördern wie die energetische.
- Bezüglich Klimagasen sollten emissionsarme Anlagenstandards durchgesetzt werden. Einer guten Betriebsführung kommt bei der Kompostierung ein höherer Stellenwert zu, als technischen Maßnahmen wie Einhausung und Biofilter.

- Die Innovations- und Investitionsbereitschaft sollte durch verlässliche Randbedingungen gesichert werden.
- Bei Ausschreibungen und Eigenbetrieb sollte die langfristige Nachhaltigkeit im Vordergrund stehen und nicht Lösungen, die kurzfristig oder ausschließlich kostengünstig sind.
- In Bioabfällen enthaltene energetische und stoffliche Nutzenpotentiale sollten möglichst effizient ausgeschöpft werden.

**Untersuchte Verwertungs-/Entsorgungsverfahren von Bioabfall\* sowie angenommene Kosten der Kompostierung, Vergärung, Verbrennung (ohne Sammelkosten)**

	Kosten
Kompostierung offen	35 €/t
Kompostierung, geschlossen	65 €/t
Kompostierung, teilgeschlossen	48 €/t
Vergärung inkl. Nachrotte	72 €/t
Verbrennung mit dem Restabfall	100 €/t

\* Ebenfalls untersuchte Varianten der Grünabfallentsorgung sind hier nicht aufgeführt

In der Regel, so das Fazit der Studie, ist die - gemäß Abfallrahmenrichtlinie zu fördernde - getrennte Sammlung und Verwertung von Bioabfällen die ökoeffizienteste Lösung. Ausnahmen bestätigen wie immer die Regel: Im Einzelfall können bei besonderen Randbedingungen auch andere Lösungen sinnvoll sein.

Die Studie "Ökoeffiziente Verwertung von Bioabfall und Grünut in Bayern" kann als Druckexemplar für 15 €/Stück beim bifa-Umweltinstitut, Am Mittleren Moos 46, 86167 Augsburg, Tel.: 0821-7000-0, Fax: 0821-7000-100, Email: [marketing@bifa.de](mailto:marketing@bifa.de), Internet: [www.bifa.de](http://www.bifa.de) bezogen werden.



Quelle: H&K aktuell 03/10, S. 1-4; Dr. Bertram Kehres (BGK e.V.)