

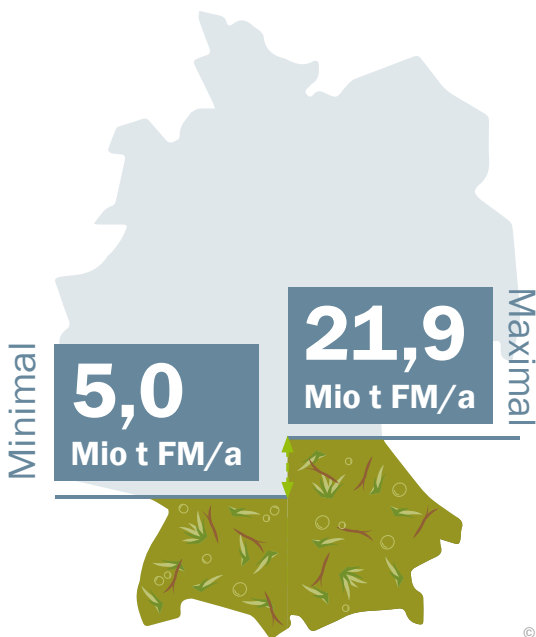


Grüngut

Grüngut umfasst im Rahmen des Vorhabens Pilot-SBG Garten- und Parkabfälle anteilig aus Biotonne und anteilig aus gemischtem Siedlungsabfall (Hausmüll) sowie separat und

bisher nicht gesammelte Garten- und Parkabfälle. Grüngut gehört damit neben Biogut und Landschaftspflegeabfällen zu den Bioabfällen im Sinne des KREISLAUFWIRTSCHAFTSGESETZES.

Mobilisierbares Grüngutpotenzial in Deutschland

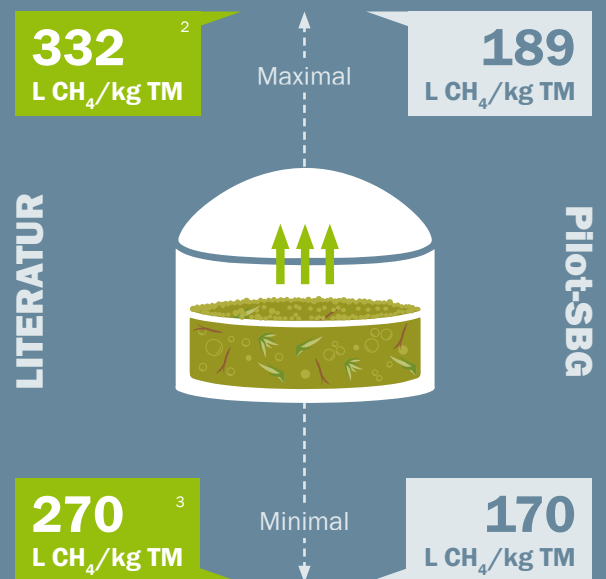


Das technische Potenzial an Grüngut in Tonnen Frischmasse pro Jahr liegt innerhalb der oben stehenden Spannbreite, wobei das Minimum lediglich getrennt gesammelte Garten- und Parkabfälle und das Maximum auch Grüngutanteile im getrennt gesammelten Bioabfall und im gemischten Siedlungsabfall (Hausmüll) sowie eine Schätzung bisher nicht erfasster Garten- und Parkabfälle enthält. Dies entspricht einem mobilisierbaren technischen Biomethanpotenzial von 9 bis 47 PJ (ohne Berücksichtigung der Nutzung von CO₂)¹.

»» Vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Biomassestrategie sind die Ressourceneffizienz und in Verbindung damit auch die Erschließung ungenutzter Stoffströme sowie die Kaskadennutzung von besonderer Relevanz. Dies gilt ebenso für das Schließen von Stoffkreisläufen und die Reduktion von Treibhausgasemissionen. Mit Blick auf Nutzungskonkurrenzen der begrenzten Ressourcen gilt es daher sowohl gesamtstrategisch als auch standortspezifisch ausgewogene Entscheidungen zu treffen.

Spezifische Methanerträge von Grüngut

Die spezifischen Methanerträge für nicht hydrothermal vorbehandeltes Grüngut aus der Literatur konnten im Rahmen bisheriger Voruntersuchungen im Projekt Pilot-SBG noch nicht bestätigt werden. Die Schwankungsbreite der Zusammensetzung und damit des Methanpotenzials von Grüngut kann größer sein als hier angegeben. Die Untersuchungsergebnisse zeigen Erträge für mit hydrothermale Aufschluss vorbehandeltes Grüngut. Grundsätzlich sind auch andere Aufschlussverfahren denkbar. Die spezifischen Methanerträge sind auf Trockenmasse bezogen.



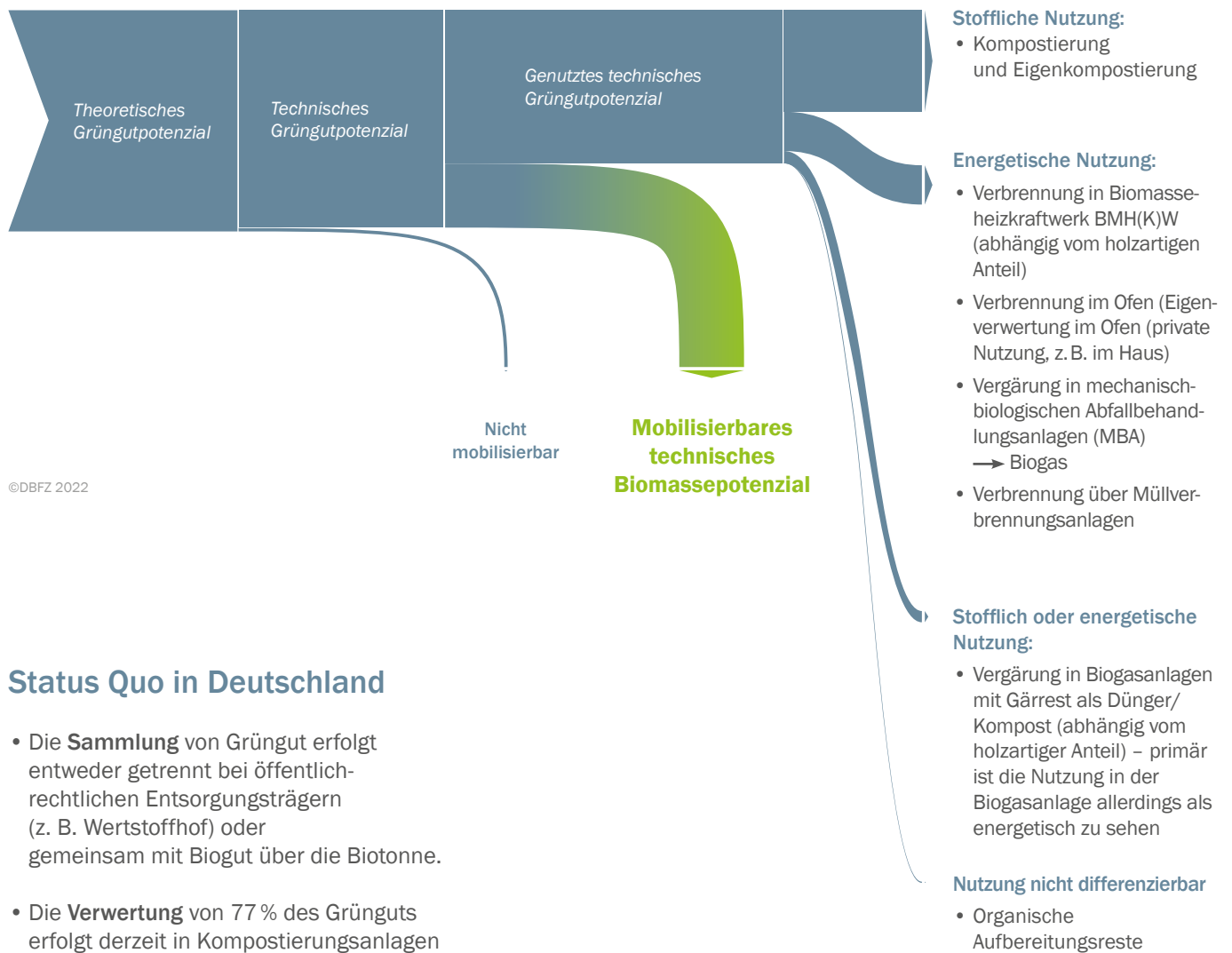
Errechnet aus Literaturangaben, für nicht hydrothermal vorbehandeltes Substrat

Untersuchung nach VDI-Richtlinie 4630⁴, für hydrothermal vorbehandeltes Substrat

©DBFZ 2022

Weitere Informationen: [Ressourcendatenbank https://webapp.dbfz.de/resource-database/](https://webapp.dbfz.de/resource-database/)

Sankey-Diagramm zu Biomassepotenzialen⁵ und deren Nutzung^{1,6,7}

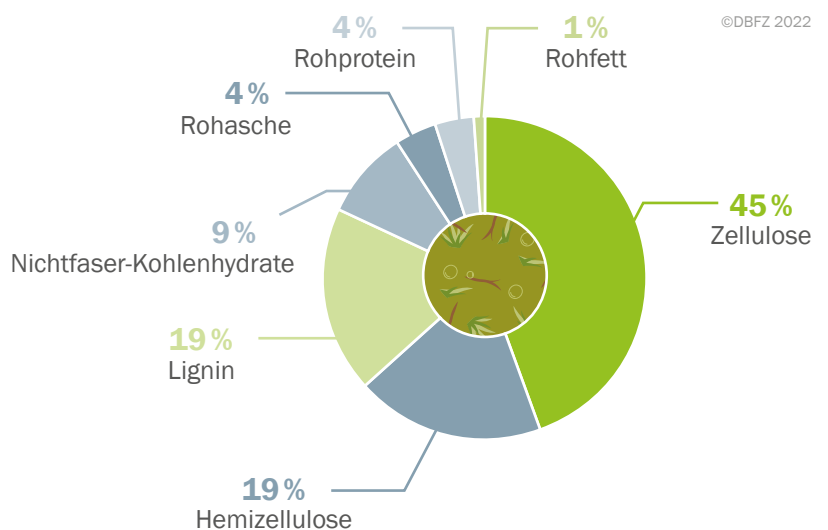


©DBFZ 2022

Status Quo in Deutschland

- Die **Sammlung** von Grüngut erfolgt entweder getrennt bei öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern (z. B. Wertstoffhof) oder gemeinsam mit Biogut über die Biotonne.
- Die **Verwertung** von 77 % des Grünguts erfolgt derzeit in Kompostierungsanlagen (ca. 850), weitere 5 % werden in 300 Abfallvergärungsanlagen eingesetzt und der Rest thermisch verwertet.
- Die Abfallvergärungsanlagen nutzen überwiegend robuste **Technik** wie Pfropfenstrom- und Boxen-Fermenter, aber auch Rührkesselreaktoren kommen zum Einsatz.
- Die **Kombination** aus **Vergärung** und **Kompostierung** wird in ca. 50 Anlagen praktiziert und in Zukunft weiter steigen.
- Es gibt insgesamt 232 Biogasanlagen⁸ mit **Biomethanaufbereitung**, von denen ca. 60 Anlagen Rest- und Abfallstoffe und davon wiederum 24 Bio- oder Grüngut einsetzen.

Beispielhafte Zusammensetzung von Grüngut



©DBFZ 2022

Alle Angaben sind ca.-Werte, Analysenmethodik⁹
(Proteinberechnung ohne Berücksichtigung des freien Stickstoffs)

Technologische Herausforderungen bei anaerober Vergärung von Grüngut

Potenzielle Herausforderungen	Mögliche Konsequenzen	Lösungsbeispiele
Verfügbarkeit regional unterschiedlich und schwankend	Übertragbarkeit von Konzepten erschwert, ggf. Transport notwendig	Standortspezifische Analyse der Mengen und Zusammensetzung notwendig, Anlagenstandorte und -größe anpassen
Verfügbarkeit saisonal stark schwankend	<ul style="list-style-type: none"> Schwankungen in Menge und Qualität des Grünguts und damit ggf. des Biogasertrags Schwankungen in den Abbaugeschwindigkeiten 	Eigene Lagerkapazitäten vorhalten oder outsourcen bzw. Schwankungen mit Kosubstraten ausgleichen, längere Verweilzeiten einplanen oder Substratvorbehandlung
Lagerfähigkeit begrenzt	Energieverlust bei Lagerung sowie Entstehung von Emissionen, bei Feuchtigkeit Verpilzung möglich	Lagerzeiten kurz halten bzw. umgehend energetisch nutzen, ggf. Konservierung über Silierung möglich (z. B. Grasschnitt)
Faserige Substratkonsistenz	Blockaden in Anlagenteilen, erhöhter Energiebedarf bei Durchmischung, Schwimmschichtbildung	vorab z. B. mechanische Zerkleinerung, Grüngut vor Eintrag in Fermentern mit Flüssigkeit anmischen, robuste Technik wählen (z. B. Pfropfenstrom- oder Boxenfermenter)
Ligningehalt/-struktur	Langsamer unvollständiger Abbau	Längere Verweilzeiten bzw. Vorbehandlung einplanen
Störstoffe (z. B. Metallteile, Sand, Steine, Schnüre, Folien)	Beschädigung Rührwerke und Pumpen etc. möglich, Qualitätsminderung des Gärrests (z. B. Kunststoffteile)	Überwachung, Einsatz von Abscheidern, Risiken absichern, Informationen an die Haushalte
Mangel an Wasser, ggf. auch an Makro-/Mikroelementen	Unvollständiger Abbau oder Prozesshemmung	Regelmäßige Analyse der Edukte bzw. des Gärrests sowie Einsatz von Rezirkulat, nährstoffreichen Kosubstraten oder Additiven

Gesetzliche Rahmenbedingungen

Grüngut wird als Bioabfall im Sinne des KREISLAUFWIRTSCHAFTSGESETZES sowie insbesondere der BIOABFALLVERORDNUNG deklariert. Beim Inverkehrbringen oder bei der Ausbringung von Gärresten aus Grüngut sind vor allem das DÜNGEGESETZ und die dazugehörigen Verordnungen, unter anderem die DÜNGEMITTELVERORDNUNG, die DÜNGEVERORDNUNG und die STOFFSTROMBILANZVERORDNUNG zu beachten. Grüngut ist gemäß 38. VERORDNUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES BUNDESIMMISSIONSSCHUTZGESETZES ANLAGE 1 nicht explizit definiert als ein

Rohstoff für die Herstellung fortschrittlicher Biokraftstoffe, kann aber sinngemäß den Nummern 3, 15 bzw. 17 zugeordnet werden. Die Biomasse-codexliste¹⁰ der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung führt Garten- und Parkabfälle als Rohstoff für fortschrittliche Biokraftstoffe. Diese werden im Rahmen eines Mindestanteils am in Verkehr gebrachten Kraftstoff spezifisch gefördert und auf die Vorgaben zur Treibhausgas-minderung bei Kraftstoffen (THG-Quote) gemäß BUNDESIMMISSIONSSCHUTZGESETZES angerechnet.

Pilot-SBG: Pilotanlage Synthetisiertes Biogas

Bislang ungenutzte biogene Reststoffe, Nebenprodukte und Abfälle sollen als komplementäre Rohstoffmischungen zu erneuerbarem Methan als Hauptprodukt umgesetzt werden. Die Anlage verbindet im Kern eine anaerobe Vergärung mit innovativen Vor- und Aufbereitungsprozessen wie z. B. hydrothermale Prozesse, um abschließend mittels einer Synthese Methan als Energieträger/Kraftstoff bereitzustellen. ►► www.dbfz.de/pilot-sbg

Literatur- und Quellenverzeichnis Grüngut

- 1 Kalcher, J., Naegeli de Torres, F., Gareis, E., Cyffka, K.-F., & Brosowski, A. (2021). Dashboard biogene Rohstoffe in Deutschland (By F.-F. Bellot, T. Horschig, A. Brosowski, T. Krause, U. Mantau, B. Mahro, A. Noke, F. Richter, T. Raussen, R. Bischof, T. Hering, D. Thrän, & A. Brosowski; Version 1.1 (September 2021), Vol. 127) [Data set]. Open Agrar Repositorium. <https://doi.org/10.48480/95ct-gn40>, zuletzt geprüft am 30.08.2022
- 2 Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (Hg.) (2020): Biogasausbeuten verschiedener Substrate. Online verfügbar unter <https://www.lfl.bayern.de/iba/energie/049711/>, zuletzt aktualisiert am 04.11.2020, zuletzt geprüft am 04.11.2020.
- 3 Dunkelberg, Elisa; Hirschl, Bernd; Aretz, Astrid; Böther, Timo; Ruppert-Winkel, Chantal; Pick, Daniel (2011): Dezentrale Mikro-Biogaserzeugung Entwicklung übertragbarer Konzepte zur nachhaltigen Erschließung biogener Rest- und Abfallstoffe für die Mikro-Biogasproduktion in Gemeinden und Landkreisen. Hg. v. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) und Zentrum für Erneuerbare Energien (ZEE). Berlin. Online verfügbar unter https://www.energetische-biomassennutzung.de/fileadmin/Steckbriefe/dokumente/03KB015_Endbericht_V2.pdf, zuletzt geprüft am 04.11.2020.
- 4 VDI 4630 (2016): Vergärung organischer Stoffe Substratcharakterisierung, Probenahme, Stoffdatenerhebung, Gärversuche. VDI-Richtlinien, November 2016, Beuth Verlag GmbH
- 5 DBFZ-Ressourcendatenbank, Monitoring der Bioökonomie, Ressourcenbasis und Nachhaltigkeit, Arbeitsgruppe Biomassereststoffmonitoring (AG BioRestMon), FLOWCHARTS „Potenzialberechnungen“, Datenbasis 12.08.2020, https://webapp.dbfz.de/resource-database/static/media/DBFZ_Ressourcendatenbank_Flowcharts_DE.0fd24b5c.pdf
- 6 Richter, F., Siepenkothen, J., Wagner, J., Raussen, T., Kern, M. (2016): Nahrungs- und Küchenabfälle effizient erfassen und stofflich-energetisch verwerten. Müll und Abfall, 10/2016, 530-537.
- 7 Döring, P., Glasenapp, S., Mantau, U. (2016): Energieholzverwendung in privaten Haushalten 2014. Marktvolumen und verwendete Holzsortimente. Hamburg.
- 8 Reinholz, Toni; Völler, Klaus (2021): Branchenbarometer Biomethan 2021. Hg. v. Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena). Online verfügbar unter https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/dena-ANALYSE_Branchenbarometer_Biomethan_2021.pdf, zuletzt geprüft am 30.08.2022.
- 9 BioXfrac-Projekt 2015 (FKZ: 031A438C); unveröffentlicht
- 10 Biomassecodeliste. https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Klima-Energie/Nachhaltige-Biomasseherstellung/Nabisy/7-Infoschreiben_Nabisy.pdf?__blob=publicationFile&v=3, Zuletzt geprüft am: 31.08.2022