

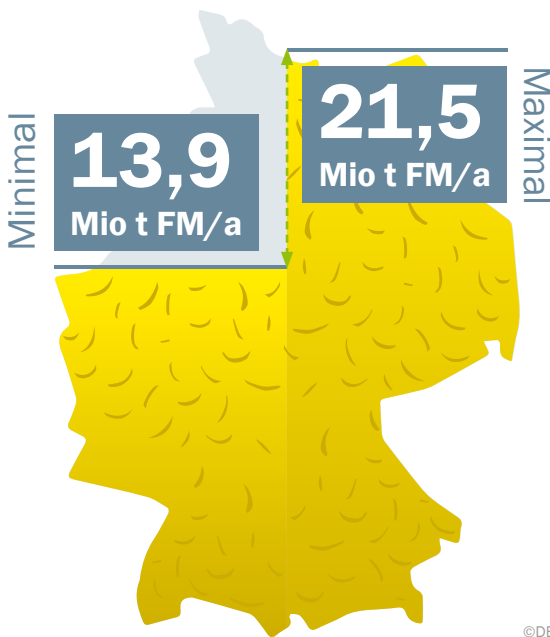


Getreidestroh

Stroh ist das Hauptnebenprodukte der landwirtschaftlichen Getreideproduktion und hat ein noch hohes ungenutztes Potenzial für eine verstärkte stoffliche sowie energetische Nutzung. Mit Hilfe von Mikroorganismen kann lignozellulo-

sereiches Stroh biologisch direkt in den Energieträger Biogas umgewandelt werden. Neben dem hier betrachteten Weizenstroh gilt dies auch für das Stroh weiterer Getreidearten und anderer Feldfrüchte wie beispielsweise Raps.

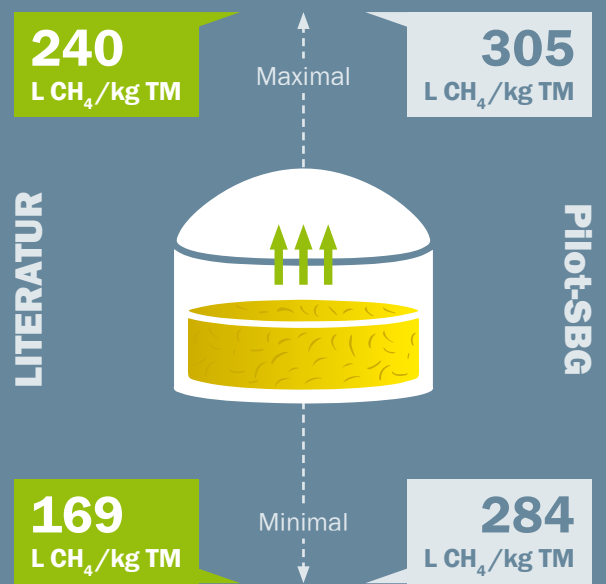
Mobilisierbares Getreidestrohpotenzial in Deutschland



Das mobilisierbare Potenzial an Stroh in Tonnen Frischmasse pro Jahr liegt für die Jahre 2010 bis 2018¹ innerhalb der oben stehenden Spannbreite und entspricht einem mobilisierbaren technischen Biomethanpotenzial von 57 bis 145 PJ (ohne Berücksichtigung der Nutzung von CO₂)². Das Maximum wurde im Jahr 2014 erreicht, das Minimum 2018. Perspektivisch ist zu erwarten, dass Stroh vor der energetischen Nutzung vermehrt weitere Kaskaden durchläuft und stofflich in der Bioökonomie, in der Landwirtschaft als Einstreu in Ställen oder beispielsweise als Pilzaufzuchtsubstrat eingesetzt wird. Am Ende der Nutzungskaskade kann die anaerobe Vergärung den Stoffkreislauf schließen und neben organischem Dünger auch einen Energieträger bereitstellen. Vor diesem Hintergrund und mit Blick auf Nutzungskonkurrenzen gilt es daher sowohl gesamtstrategisch als auch standortspezifisch ausgewogene Entscheidungen zu treffen.

Spezifische Methanerträge von Getreidestroh

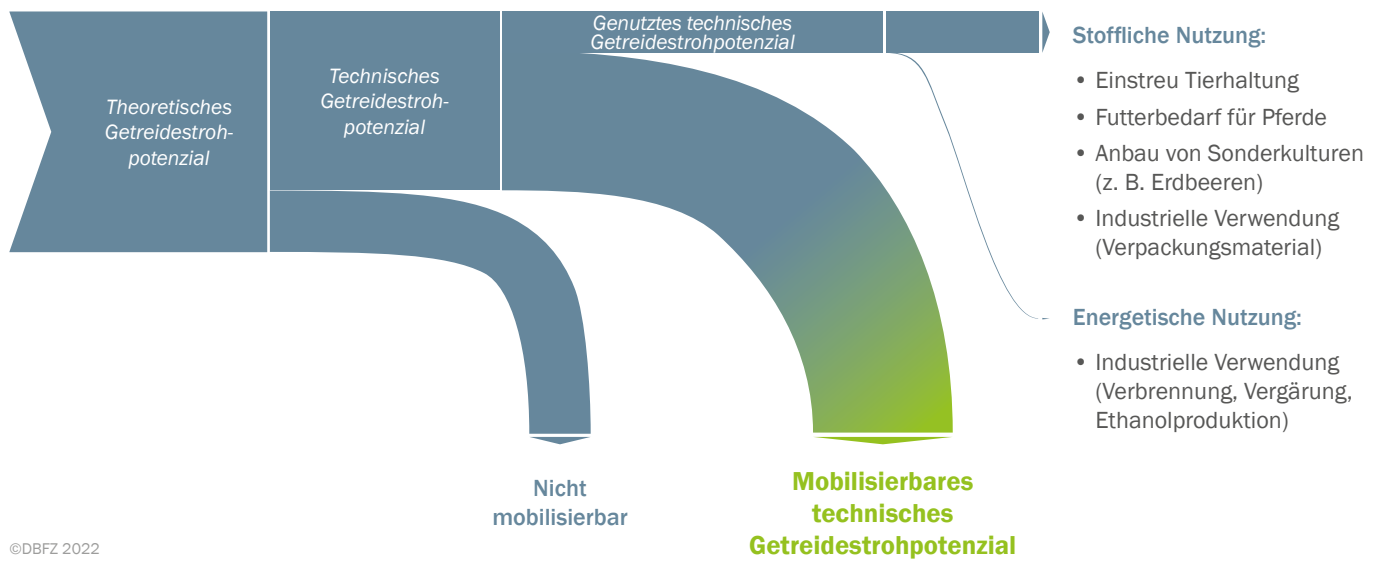
Die spezifischen Methanerträge für nicht hydrothermal vorbehandeltes Stroh aus der Literatur konnten im Rahmen bisheriger Voruntersuchungen im Projekt Pilot-SBG übertroffen werden. Die Untersuchungsergebnisse zeigen dabei Erträge für mit hydrothermale Aufschluss vorbehandeltes Weizenstroh. Grundsätzlich sind auch andere Aufschlussverfahren denkbar. Die spezifischen Methanerträge sind auf Trockenmasse bezogen.



Errechnet aus Literaturangaben², für nicht hydrothermal vorbehandeltes Substrat

Untersuchung nach VDI-Richtlinie 4630³, für hydrothermal vorbehandeltes Substrat

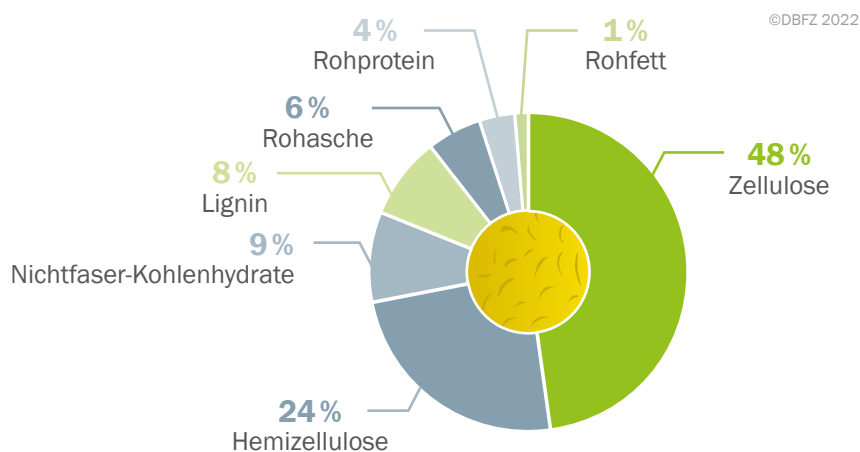
Sankey-Diagramm zu Biomassepotenzialen⁴ und deren Nutzung²



Status Quo in Deutschland

- Stroh hat derzeit auch unter Beachtung der Humusproduktion ein **hohes ungenutztes technisches Potenzial**.
- Das aktuell genutzte Stroh findet sich z. T. in der **stofflichen** Nutzung z. B. als Einstreu in der Tierhaltung oder beim Anbau von Sonderkulturen.
- Nur ein sehr geringer Teil des Strohs wird derzeit **energetisch** in der **Verbrennung, Vergärung** und **Ethanolproduktion** genutzt.
- Eine Demonstrationsanlage zur Strohmonovergärung verarbeitet in Schwedt jährlich 40.000 t Stroh zu 136 GWh aufgereinigtem Methan, was etwa 1% der Biomethan-Einspeisekapazität aller 232 Anlagen⁵ in Deutschland im Jahr 2021 entspricht.
- Darüber hinaus wird Stroh mit Ausnahme von wenigen Einzelanlagen **lediglich in geringen Masseanteilen** (z. B. strohhaltiger Festmist) in Biomethan- und den insgesamt 8.900 Biogasanlagen eingesetzt.

Beispielhafte Zusammensetzung von Getreidestroh



Alle Angaben sind ca.-Werte, Analysenmethodik⁶

Technologische Herausforderungen bei anaerober Vergärung von Stroh

Potenzielle Herausforderungen	Mögliche Konsequenzen	Lösungsbeispiele
Ggf. Nutzungskonkurrenz	<ul style="list-style-type: none"> Eingeschränkte Verfügbarkeit hohe Preise 	Kopplung von stofflicher und energetischer Nutzung bzw. Kaskadennutzung, z. B. Stroh → Einstreu → Mist → Biogasanlage
Verfügbarkeit regional unterschiedlich und schwankend	begrenzte Transportwürdigkeit aufgrund von Transportkosten	Anlagenstandorte und -größe anpassen
Verfügbarkeit saisonal begrenzt	Begrenztes Erntefenster	Lagerkapazitäten vorhalten oder outsourcen
Lagerfähigkeit	Bei Feuchtigkeit Verpilzung möglich	Trockene Lagerung, stärkere Prozessüberwachung bei Einsatz von Stroh mit minderer Qualität
Faserige Substratkonsistenz	<ul style="list-style-type: none"> Blockaden in Anlagenteilen erhöhter Energiebedarf bei Durchmischung Schwimmschichtbildung 	<ul style="list-style-type: none"> vorab z. B. mechanische Zerkleinerung, Stroh vor Eintrag in Fermentern mit Flüssigkeit anmaischen robuste Technik wählen
Ligningehalt/-struktur	Langsamer unvollständiger Abbau	Längere Verweilzeiten bzw. Vorbehandlung einplanen
<ul style="list-style-type: none"> Mangel an Wasser Makro-/Mikroelementen 	Unvollständiger Abbau oder Prozesshemmung möglich	Regelmäßige Analyse der Edukte bzw. des Gärrests sowie Einsatz von Rezyklat, nährstoffreichen Kosubstraten oder Additiven
Störstoffe (z. B. Metallteile, Sand, Steine, Schnüre, Folien)	Beschädigung Rührwerke und Pumpen etc. möglich	<ul style="list-style-type: none"> Überwachung Einsatz von Abscheidern Vereinbarungen mit Zulieferern

Gesetzliche Rahmenbedingungen

Beim Inverkehrbringen oder bei der Ausbringung von Gärresten aus Stroh sind vor allem das DÜNGEGESETZ und die dazugehörigen Verordnungen, unter anderem die DÜNGEMITTELVORORDNUNG, die DÜNGEVERORDNUNG und die STOFFSTROMBILANZVERORDNUNG zu beachten. Stroh ist gemäß 38. VERORDNUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZES ANLAGE 1

definiert als ein Rohstoff für die Herstellung fortschrittlicher Biokraftstoffe. Diese werden im Rahmen eines Mindestanteils am in Verkehr gebrachten Kraftstoff spezifisch gefördert und auf die Vorgaben zur Treibhausgasminde- rung bei Kraftstoffen (THG-Quote) gemäß BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZES angerechnet.

Pilot-SBG: Pilotanlage Synthetisiertes Biogas

Bislang ungenutzte biogene Reststoffe, Nebenprodukte und Abfälle sollen als komplementäre Rohstoffmischungen zu erneuerbares 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 Getreidestroh

- 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 Brosowski, A.; Bill, R.; Thrän, D: Temporal and spatial availability of cereal straw in Germany – Case study: Biomethane for the transport sector; *Energy, Sustainability and Society* (2020), 10:42, 1–21, <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/s13705-020-00274-1.pdf>
- 3 VDI 4630 (2016): Vergärung organischer Stoffe Substratcharakterisierung, Probenahme, Stoffdatenerhebung, Gärversuche. VDI-Richtlinien, November 2016, Beuth Verlag GmbH
<https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-4630-vergaerung-organischer-stoffe-substratcharakterisierung-probenahme-stoffdatenerhebung-gaerversuche>
- 4 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
- 5 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.
- 6 J. Liebetrau, D. Pfeiffer (Eds.), Collections of Methods for Biogas – Methods to determine parameters for analysis purposes and parameters that describe processes in the biogas sector. Series „Biomass energy use“ Vol. 07, 2. ed., 2020, 130-138, DBFZ, Leipzig, Germany, <https://www.energetische-biomassenutzung.de/en/working-groups-methods/method-collection-biogas>