



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,  
Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Energie BFE**  
Sektion Erneuerbare Energien

# ENERGIEPOTENZIAL AUS VERGÄRBARER BIOMASSE IN DER SCHWEIZ



November 2024

**HOLINGER**  
the art of engineering

 **BIOMASSE**  
suisse



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,  
Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Energie BFE**  
Sektion Erneuerbare Energien

Mit Unterstützung von



**Auftraggeber:**

Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern

**Auftragnehmer:**

Biomasse Suisse, Stahlrain 4, 5200 Brugg

**Autoren:**

Simon Ambühl und Franziska Gentgen, Holinger AG, Mellingerstrasse 207, 5405 Baden

**Expertengruppe:**

- Simon Gisler, Biomasse Suisse
- Nathalie Bachmann, Bundesamt für Energie
- Urs Baier, Biomasse Suisse
- Olivier Baillifard, Bundesamt für Energie
- Simon Bolli, Ökostrom Schweiz
- Philip Gassner, SwissFarmerPower Inwil AG
- Sandra Hermle, Bundesamt für Energie
- Nico Peter, Axpo Biomasse AG

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>4</b>
<b>RÉSUMÉ</b>	<b>4</b>
<b>1 EINLEITUNG</b>	<b>5</b>
1.1 AUSGANGSLAGE	5
1.2 ZIELE	5
1.3 UMFANG DER STUDIE	5
<b>2 METHODIK</b>	<b>5</b>
2.1 AKTUALISIERUNG	5
2.2 BEURTEILUNG	6
<b>3 AKTUALISIERUNG DER DATEN</b>	<b>7</b>
3.1 THEORETISCHES UND NACHHALTIGES POTENZIAL	7
3.2 BEREITS GENUTZTES POTENZIAL	8
3.3 ÜBERSICHT AKTUALISIERTE POTENZIALE	9
<b>4 BEURTEILUNG DER DATEN</b>	<b>9</b>
4.1 INDUSTRIELLE UND GEWERBLICHE RESTSTOFFE	9
4.2 ORGANISCHER ANTEIL IM HAUSKEHRICHT	10
4.3 GRÜNGUT AUS HAUSHALT UND LANDSCHAFT	10
4.4 NEBENPRODUKTE AUS DEM LANDWIRTSCHAFTLICHEN PFLANZENBAU	11
4.5 HOFDÜNGER AUS DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN TIERHALTUNG	11
<b>5 ZUSÄTZLICH NUTZBARES POTENZIAL</b>	<b>12</b>
5.1 KURZFRISTIG	12
5.2 LÄNGERFRISTIG	12
<b>6 SCHLUSSFOLGERUNG</b>	<b>13</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>14</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>14</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>14</b>
<b>ANHÄNGE</b>	<b>15</b>
Anhang 1 Unterteilung Substrate	
Anhang 2 Faktoren	
Anhang 3 Bereits genutztes Potenzial	
Anhang 4 Zusätzlich nutzbares Potenzial: Reststoffe aus Industrie und Gewerbe	

## ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Studie wurde in enger Zusammenarbeit mit Vertretungen aus der Biogasbranche erarbeitet, um das zusätzlich nutzbare Energiepotenzial aus vergärbare Biomasse in der Schweiz zu ermitteln. Als Grundlage diente die Studie „Biomassepotenzial der Schweiz für die energetische Nutzung“ von 2017 der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Die erhobenen Potenziale dieser Studie wurden aktualisiert und weiter vertieft, um eine praxisorientierte Einschätzung des noch vorhandenen Potenzials zu erreichen.

Bei den Resultaten dieser Studie wird zwischen dem kurzfristigen und dem längerfristigen zusätzlich nutzbaren Potenzial unterschieden, wobei letzteres die Situation darstellt, wenn Massnahmen zur besseren Verfügbarkeit von vergärbaren Substraten umgesetzt werden. Das Jahr 2022 mit einer Bruttoenergieproduktion von 1125 GWh pro Jahr (ohne Klärschlamm) gilt als Referenz.

Bei den **nicht-landwirtschaftlichen Substraten** wird das kurzfristig zusätzlich nutzbare Potenzial gesamtschweizerisch auf 43'800 Tonnen Trockensubstanz (t TS) oder 101 GWh Bruttoenergie pro Jahr geschätzt. Längerfristig ist jedoch vor allem beim Grüngut und beim organischen Anteil im Hauskehricht mehr möglich. Durch gezielte Kommunikation bei Gemeinden und der Bevölkerung kann das zusätzlich nutzbare Potenzial auf 108'600 t TS oder 259 GWh Bruttoenergie pro Jahr gesteigert werden.

Bei den **landwirtschaftlichen Substraten** wird das zusätzlich nutzbare Potenzial gesamtschweizerisch auf 1'027'900 t TS oder 2'058 GWh Bruttoenergie pro Jahr geschätzt; wobei kurz- und längerfristig fast gleichauf sind. Bei diesen Substraten sind keine Massnahmen zur Erhöhung der Verfügbarkeit nötig, die Herausforderung besteht darin, das vorhandene Potenzial zu nutzen. Neue landwirtschaftliche Co-Vergärungsanlagen sind wegen den geringen Mengen an verfügbaren nicht-landwirtschaftlichen Substraten nur beschränkt möglich und reine Hofdüngeranlagen sind unter aktuellen Bedingungen eine Herausforderung, da zusätzliche Einnahmen für einen wirtschaftlichen Betrieb notwendig sind.

## RÉSUMÉ

La présente étude a été élaborée en étroite collaboration avec des personnes représentant la branche du biogaz afin de déterminer le potentiel énergétique supplémentaire à partir de la biomasse fermentescible en Suisse. L'étude « Biomassepotenzial der Schweiz für die energetische Nutzung » de 2017 de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage a servi de base. Les potentiels relevés dans cette étude ont été actualisés et approfondis afin d'obtenir une estimation pratique du potentiel encore disponible.

Les résultats de cette étude font la distinction entre le potentiel supplémentaire à court terme et le potentiel supplémentaire à plus long terme, ce dernier représentant la situation si des mesures visant à améliorer la disponibilité des substrats fermentescibles sont mises en œuvre. L'année 2022, avec une production brute d'énergie de 1'125 GWh par an (sans boues d'épuration) sert de référence.

En ce qui concerne les **substrats non agricoles**, le potentiel supplémentaire à court terme est estimé à 43'800 tonnes de matière sèche (t MS) ou 101 GWh d'énergie brute par an pour l'ensemble de la Suisse. A plus long terme, la partie principale du potentiel supplémentaire réside dans les déchets verts et la part organique des ordures ménagères. Grâce à une communication ciblée auprès des communes et de la population, le potentiel supplémentaire peut être porté à 108'600 t MS ou 259 GWh d'énergie brute par an.

En ce qui concerne les **substrats agricoles**, le potentiel supplémentaire est estimé à 1'027'900 t MS ou 2'058 GWh d'énergie brute par an pour l'ensemble de la Suisse, avec une quasi-égalité entre le court et le long terme. Pour ces substrats, aucune mesure n'est nécessaire pour augmenter la disponibilité, le défi consiste à utiliser le potentiel existant. Les nouvelles installations de co-digestion agricoles ne sont possibles que dans une mesure limitée en raison des faibles quantités de substrats non agricoles disponibles, et les installations utilisant exclusivement des engrais de ferme constituent un défi dans les conditions actuelles, car des recettes supplémentaires sont nécessaires pour une exploitation rentable.

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 AUSGANGSLAGE

Im Jahr 2017 veröffentlichte die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft eine Studie zum „Biomassepotenzial der Schweiz für die energetische Nutzung“ (WSL-Studie). Die Ergebnisse haben seither als Grundlage für die Branche, Politik und Forschung gedient. Allerdings wurde in der Praxis deutlich, dass im Bereich der «nicht verholzten Biomasse», also der vergärbaren Biomasse, ein Teil des in der Studie ausgewiesenen Potenzials für Biogasanlagen nicht nutzbar oder nur begrenzt verfügbar ist. Auf dem Schweizer Substratmarkt ist bereits seit Jahren praktisch kein zusätzliches vergärbare Material präsent, was in Kontrast steht mit Zahlen der WSL-Studie. Diese Diskrepanz zwischen Theorie und Praxis hat das Bundesamt für Energie dazu bewegt, diese neue und praxisorientierte Studie in Auftrag zu geben, welche die theoretischen Daten weiter analysieren und eine neue Aussage darüber aufstellen soll, wieviel Energiepotenzial aus vergärbare Biomasse in der Schweiz noch vorhanden ist. Diese Studie soll als Ergänzung und Vertiefung zur WSL-Studie betrachtet werden

## 1.2 ZIELE

Diese Studie soll Klarheit darüber schaffen, wieviel zusätzliche Biomasse tatsächlich noch für landwirtschaftliche oder gewerbliche Biogasanlagen greifbar ist. Die Resultate sollen praxisorientiert sein und mit der Situation auf dem Schweizer Substratmarkt im Einklang stehen.

## 1.3 UMFANG DER STUDIE

In dieser Studie wird das verbleibende Energiepotenzial aus vergärbare Biomasse in der Schweiz ermittelt. Dabei werden Substrate betrachtet, welche für landwirtschaftliche oder gewerbliche Biogasanlagen von Interesse sind. Klärschlamm wird nicht betrachtet.

# 2 METHODIK

Die aktuelle Studie übernimmt grösstenteils die Daten, Vorgehensweise und Definitionen der WSL-Studie. Da die Daten der WSL-Studie auf dem Jahr 2012 beruhen, werden diese anhand von Industrieentwicklungen der letzten 10 Jahre aktualisiert und neu aufbereitet (Kapitel 2.1). Ebenfalls wird in der Verfügbarkeit der Biomasse zwischen kurzfristig und langfristig verfügbaren Substratmengen unterschieden (Kapitel 2.2). Wichtige Zwischenresultate sind jeweils **gelb** hinterfärbt, Zusammenstellungen und Übersichten **grün**.

## 2.1 AKTUALISIERUNG

Die bestehenden Daten der WSL-Studie werden aufgegriffen und anhand von neueren Erhebungen und gegenwärtigen Entwicklungen aktualisiert. Daraus entstehen neue Zahlen für das theoretische Potenzial, das nachhaltige Potenzial, das bereits genutzte Potenzial und das gesamte zusätzlich nutzbare Potenzial (vergleiche Abbildung 1):

- **Theoretisches Potenzial:** Gesamte vergärbare Biomasse, die jährlich in der Schweiz anfällt. Die Zahlen aus der WSL-Studie werden aufgrund von statistischen Entwicklungen, neu verfügbaren Daten, etc. aktualisiert. Die Grundlagen für die Aktualisierung sind bei jeder Substratkategorie einzeln beschrieben (Kapitel 3.1).
- **Nachhaltiges Potenzial:** Theoretisches Potenzial abzüglich nutzungsbedingter Einschränkungen wie gesetzliche Vorschriften oder andere Nutzungspfade. Die Aktualisierung erfolgt aufgrund des aktualisierten theoretischen Potenzials und, in der Regel, anhand der prozentualen Veränderung der Daten aus der WSL-Studie. Ausnahmen sind bei der betroffenen Substratkategorie beschrieben (Kapitel 3.1).
- **Bereits genutztes Potenzial:** Bereits in Biogasanlagen energetisch verwertete Biomasse. Im Gegensatz zur WSL-Studie werden rein thermisch verwertete Substrate nicht gezählt (betrifft die Substratkategorie «organischer Anteil im Hauskehricht»). Die Ermittlung erfolgt aufgrund der Gesamt-Bruttoenergieproduktion durch Biogasanlagen aus der schweizerischen Statistik erneuerbarer Energien 2022 (3), anschliessend wird die Gesamtproduktion auf die Substratkategorien aufgeteilt.

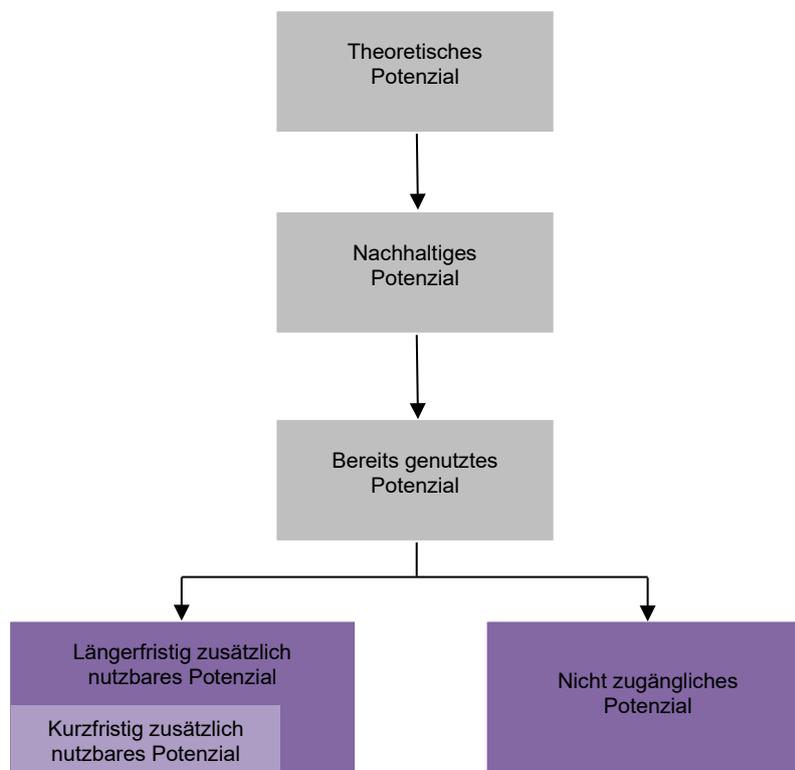
- **Zusätzlich nutzbares Potenzial:** Differenz aus dem nachhaltigen Potenzial und dem bereits genutzten Potenzial. Dieses wird durch die Expertengruppe neu in das kurzfristig, längerfristig und nicht verfügbare Potenzial unterteilt (Beurteilung Kapitel 2.2).

## 2.2 BEURTEILUNG

Die aktualisierten Zahlen werden von der Expertengruppe im Detail analysiert. Es wird beurteilt, inwiefern die ausgewiesenen Substrate tatsächlich für die Vergärung in Biogasanlagen von Interesse und verfügbar sind:

- **Kurzfristig zusätzlich nutzbares Potenzial:** Substrate, die tatsächlich und aktuell für Biogasanlagen verfügbar sind oder relativ einfach verfügbar gemacht werden können. Die Situation auf dem Schweizer Substratmarkt wird dabei mit einbezogen. Die praxisorientierte Beurteilung zur Verfügbarkeit der Substrate stützt sich in erster Linie auf die Erfahrungen und Beobachtungen der Expertengruppe, welche aus breit abgestützten Experten der Branche besteht.
- **Längerfristig zusätzlich nutzbares Potenzial:** Bereits verfügbare Substrate (= kurzfristig zusätzlich nutzbares Potenzial) und Substrate, die durch die Einführung einer Logistik oder einer Verhaltens- bzw. Gesetzesänderung zugänglich gemacht werden können. Auf die Angabe eines Zeithorizonts wird bewusst verzichtet, da aus heutiger Sicht nicht eingeschätzt werden kann, ob und wann solche Massnahmen eingeführt werden.
- **Nicht zugängliches Potenzial:** Substrate, die nicht mobilisiert werden können. Zum Beispiel wird ein gewisser organischer Anteil im Hauskehricht nicht wegzubringen sein und ein Grossteil der Nebenprodukte aus dem landwirtschaftlichen Pflanzenbau wird verteilt auf den Feldern liegen bleiben.

Abbildung 1: Vorgehensweise



### 3 AKTUALISIERUNG DER DATEN

#### 3.1 THEORETISCHES UND NACHHALTIGES POTENZIAL

Das theoretische Potenzial wird für jede Substratkategorie anhand der nachfolgend beschriebenen Grundlagen aktualisiert. Das nachhaltige Potenzial wird aufgrund des neuen theoretischen Potenzials und Angaben aus der WSL-Studie berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt.

- **Industrielle und gewerbliche Reststoffe:** Das theoretische Potenzial wird aufgrund der prozentualen Veränderung der Bruttowertschöpfung in Mio. CHF aus dem Jahr 2012 zu dem Jahr 2021 und Bereinigung der Inflation gemäss der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung des BFS 2021, Produktionskonto nach Branchen (5) aktualisiert. Der Rückgang um knapp 25 % im Vergleich zur WSL-Studie ist hauptsächlich auf den grossen Rückgang bei den «Druckereien» zurückzuführen, welche beim nachhaltigen Potenzial keine Rolle spielen.
- **Organischer Anteil im Hauskehricht:** Das theoretische Potenzial wird aufgrund der Entwicklung der Kehrichtsackzusammensetzung gemäss der Erhebung 2022 des BAFU (2) aktualisiert. Der Rückgang um 13 % im Vergleich zur WSL-Studie ist hauptsächlich auf eine bessere Abfalltrennung zurückzuführen. Das nachhaltige Potenzial beträgt 80 % des theoretischen Potenzials, da gemäss WSL-Studie dieser Anteil getrennt gesammelt werden könnte.
- **Grüngut aus Haushalt und Landschaft:** Das theoretische Potenzial wird aufgrund der Bevölkerungsentwicklung gemäss den Daten des Bundesamts für Statistik (BFS) (4) aktualisiert. Die Steigerung um 10 % ist auf das Bevölkerungswachstum zurückzuführen. Das nachhaltige Potenzial beträgt rund 82 % des theoretischen Potenzials, da gemäss WSL-Studie bei etwa 18 % des theoretischen Potenzials die dezentrale Kompostierung oder der Hauskehricht bevorzugt wird.
- **Nebenprodukte (NP) aus dem landwirtschaftlichen Pflanzenbau:** Das theoretische Potenzial wird aufgrund der Veränderung der landwirtschaftlichen Nutzfläche gemäss BFS 2023 (7) aktualisiert: Getreide: -1.1 %, Rüben: -28 %, Körnermais: -6.5 %, übriger Ackerbau: 4 % und Zwischenkulturen: -8 %. Der Rückgang beträgt insgesamt 8 % im Vergleich zur WSL-Studie.
- **Hofdünger aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung:** Das theoretische Potenzial wird aufgrund der Entwicklung des Nutztierbestands der Landwirtschaftsbetriebe gemäss BFS 2023 (6) aktualisiert. Dabei wird die Veränderung der GVE für die verschiedenen Tierarten vom Jahr 2011 zum Jahr 2022 betrachtet. Der Rückgang um knapp 8 % ist auf den Rückgang des Nutztierbestandes zurückzuführen.

Tabelle 1: Aktualisierung theoretisches und nachhaltiges Potenzial

	Theoretisches Potenzial [t TS/a]	Nachhaltiges Potenzial [t TS/a]
Lebensmittelindustrie	630'100	187'200
Detailhandel /Gastronomie	52'200	40'900
Tabakverarbeitung	2'600	1'300
Textilindustrie	17'700	800
Druckereien	81'000	0
Papierindustrie	2'900	2'700
Pharmaindustrie	300	300
<b>Total industrielle und gewerbliche Reststoffe</b>	<b>786'800</b>	<b>233'000</b>
Bio-Abfälle	165'600	132'500
Papierähnlich	134'000	134'000
Org. Naturprodukte	10'200	10'200
<b>Total organischer Anteil im Hauskehricht</b>	<b>309'800</b>	<b>276'700</b>
<b>Total Grüngut</b>	<b>319'900</b>	<b>263'000</b>
Getreide	104'900	83'900
Rüben	109'700	0
Körnermais	140'700	0
Übriger Ackerbau	173'300	29'700
Zwischenkulturen	193'400	19'300
<b>Total NP aus dem landw. Pflanzenbau</b>	<b>722'000</b>	<b>132'900</b>

Gülle Rindvieh	1'090'400	585'900
Gülle Schweine	135'200	109'100
Gülle Geflügel	11'800	9'300
Mist Rindvieh	1'042'100	574'200
Mist Pferde	297'000	155'900
Mist Schafe	174'800	83'900
Mist Ziegen	34'900	15'400
Mist Geflügel	35'100	27'600
<b>Total Hofdünger</b>	<b>2'821'300</b>	<b>1'561'300</b>

### 3.2 BEREITS GENUTZTES POTENZIAL

Zur Erhebung des bereits genutzten Potenzials wird eine gesamthafte Vorgehensweise angewendet: Die in Biogasanlagen produzierte Bruttoenergie wird anhand der schweizerischen Statistik erneuerbarer Energien 2022 (3) ermittelt. Anschliessend wird das Gesamtpotenzial auf die Substratkategorien aufgeteilt. Es wird ausschliesslich das bereits zur Produktion von Biogas genutzte Potenzial berücksichtigt. Anderweitig energetisch genutztes Potenzial, z.B. die thermische Verwertung des organischen Anteils im Hauskehricht, wird als zusätzlich nutzbares Potenzial betrachtet.

#### a) Gesamt-Wert

Aus der schweizerischen Statistik erneuerbarer Energien 2022 (3) werden die bereits genutzten Energiemengen pro Anlagentyp ermittelt. Bei den Klärgasanlagen wird angenommen, dass 12 % der Energie aus Co-Substraten stammt. Die Expertengruppe geht davon aus, dass der Anteil in den letzten Jahren etwas gestiegen ist (in der WSL-Studie wurde mit 10 % gerechnet).

Tabelle 2: Berechnung bereits genutztes Potenzial - Gesamt

	Bereits genutztes Potenzial [GWh/a]	Verwendete Substratkategorien
Gewerbliche Biogasanlagen	378	Industriereststoffe, Grüngut
Vergärung von Industrieabwasser	106	Industriereststoffe
Landwirtschaftliche Biogasanlagen	552	Grüngut, NP, Hofdünger, Industriereststoffe
Co-Substrate ARA	89	Industriereststoffe
<b>Total</b>	<b>1'125</b>	

#### b) Aufteilung auf die Substratkategorien

Das gesamte bereits genutzte Potenzial von 1'125 GWh/a wird im nächsten Schritt von den Anlagentypen auf die Substratkategorien aufgeteilt. Die Aufteilung basiert auf Annahmen; es gibt keine schweizweiten Auswertungen oder Daten dazu, weshalb sich die Expertengruppe auf Erfahrungswerte aus bekannten Anlagen stützen musste. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 aufgezeigt, wobei die Umrechnung von GWh in t TS auf den Umwandlungsfaktoren im Anhang 2 beruht.

- Bei gewerblichen Biogasanlagen stammt rund 1/3 der Energie aus industriellen und gewerblichen Reststoffen, 2/3 aus Grüngut (kann von Anlage zu Anlage jedoch stark variieren).
- Bei der Vergärung von Industrieabwasser handelt es sich zu 100 % um industrielle und gewerbliche Reststoffe.
- Bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen ist volumenmässig Hofdünger das wichtigste Substrat, ein wesentlicher Teil der Energie stammt je nach Anlage aber trotzdem von den nicht landwirtschaftlichen Substraten. Es wird geschätzt, dass 40 % der Energie von den Hofdüngern stammt, <4 % von den NP aus dem landwirtschaftlichen Pflanzenbau und je 28 % von Grüngut und industriellen und gewerblichen Reststoffen.
- Co-Substrate in ARA bestehen aus industriellen und gewerblichen Reststoffen.

- Beim organischen Anteil im Hauskehricht beträgt das bereits genutzte Potenzial Null, denn dieses wurde als «im Hauskehricht» erhoben. Sobald er getrennt gesammelt wird, zählt er zum Grüngut.
- Die Nutzung von NP aus dem landwirtschaftlichen Pflanzenbau ist sehr klein, fast vernachlässigbar. Hier wird der Wert aus der WSL-Studie übernommen.

**Tabelle 3: Aktualisierung bereits genutztes Potenzial pro Substratkategorie**

	Bereits genutztes Potenzial 2022	
	GWh/a	t TS/a
Industrielle und gew. Reststoffe	476	211'100
Org. Anteil im Hauskehricht	0	0
Grüngut	406	163'000
NP aus dem landw. Pflanzenbau	22	10'000
Hofdünger	221	110'400
Gesamt	1'125	

### 3.3 ÜBERSICHT AKTUALISIERTE POTENZIALE

Tabelle 4 fasst die aktualisierten Potenziale zusammen und zeigt das zusätzlich nutzbare Potenzial im Vergleich zum Jahr 2022. Das theoretische Potenzial wird nicht mehr aufgezeigt, da es für den weiteren Verlauf der Studie nicht relevant ist.

**Tabelle 4: Aktualisierung der Potenziale pro Substratkategorie**

	Nachhaltiges Potenzial	Bereits genutztes Potenzial	Zusätzlich nutzbares Potenzial
	t TS/a	t TS/a	t TS/a
Industrielle und gewerbliche Reststoffe	233'000	211'100	21'900
Org. Anteil im Hauskehricht	276'700	0	276'700
Grüngut	263'000	163'000	100'000
NP aus dem landw. Pflanzenbau	132'900	10'000	122'900
Hofdünger	1'561'300	110'400	1'450'900

## 4 BEURTEILUNG DER DATEN

In diesem Kapitel wird jede Substratkategorie bzw. Unterkategorie von der Expertengruppe analysiert und dessen Verfügbarkeit beurteilt. Die Einschätzungen sind in den folgenden Kapiteln aufgeführt.

### 4.1 INDUSTRIELLE UND GEWERBLICHE RESTSTOFFE

In der Praxis sowie auch bei den erhobenen Zahlen zeigt sich, dass die industriellen und gewerblichen Reststoffe bereits nahezu vollständig in Biogasanlagen verwertet werden. Auf dem Substratmarkt widerspiegelt sich dies durch eine kaum vorhandene Dynamik. Lokal können kleinere Mengen an industriellen und gewerblichen Reststoffen frei werden und sogleich auch wieder in bestehende Biogasanlagen eingegliedert werden. Längerfristig kann die nutzbare Menge an industriellen und gewerblichen Reststoffen leicht erhöht werden durch:

- Gezielte Aufklärungskampagnen.
- Gesetzliche Anpassungen, wie etwa strengere Vorgaben zur Kreislaufwirtschaft in der Lebensmittelindustrie, zur besseren Abfalltrennung in der Lebensmittelindustrie.
- Unterstützung von Kleinbetrieben mit Logistiklösungen zur Verhinderung, dass ihre Biomasse weiterhin über Abwasser oder KVA entsorgt wird.

- Verbesserte Separationssysteme in Industriebetrieben könnten energetisch wertvolle Bestandteile aus dem Abwasser trennen und für die Biogasenerzeugung nutzbar machen.

Gestützt auf obenstehende Punkte schätzt die Expertengruppe die Verfügbarkeit von industriellen und gewerblichen Reststoffen folgendermassen ein:

- Kurzfristig: 5 % des zusätzlich verfügbaren Potenzials (1'100 t TS/Jahr)
- Längerfristig: 20 % des zusätzlich verfügbaren Potenzials (4'400 t TS/Jahr)
- Die restlichen 80 % werden als nicht zugängliches Potenzial eingestuft

#### 4.2 ORGANISCHER ANTEIL IM HAUSKEHRICHT

Das zusätzlich verfügbare Potenzial von 276'700 t TS im Hauskehricht ist schwierig für Biogasanlagen zu mobilisieren. Es braucht dafür einerseits eine Einführung einer separaten Einsammlung seitens der Gemeinde, andererseits eine Verhaltensänderung bei der Bevölkerung. Es gibt seit Jahren Bemühungen in diese Richtung und es findet auch eine Entwicklung statt, jedoch nur (zu) langsam. Oftmals bestehen zwischen Gemeinden und Dienstleistern für Kehricht- und Grüngutsammlung langfristige Verträge und diese beschränken das zusätzlich nutzbare Potenzial, da mit dem Vertrag auch die Logistik festgelegt wird.

Bei einer Verlagerung des organischen Anteils im Hauskehricht in Richtung Grüngutsammlung ist der Fremdstoffanteil im Grüngut im Auge zu halten. Mit gezielter Aufklärung bei der Bereitstellung und Sammlung muss der Anteil Fremdstoffe möglichst tief gehalten werden.

Längerfristig kann die Menge an getrennt eingesammeltem biogenem Abfall erhöht werden durch:

- Kampagnen und Aufklärungsmassnahmen bei Gemeinden sowie bei der gesamten Bevölkerung, beispielsweise in Schulen.

Gestützt auf obenstehende Punkte schätzt die Expertengruppe die Verfügbarkeit des organischen Anteils im Hauskehricht folgendermassen ein:

- Kurzfristig: 10 % des zusätzlich verfügbaren Potenzials (27'700 t TS/Jahr)
- Längerfristig: 25 % des zusätzlich verfügbaren Potenzials (69'200 t TS/Jahr)
- Die restlichen 75 % werden als nicht zugängliches Potenzial eingestuft

#### 4.3 GRÜNGUT AUS HAUSHALT UND LANDSCHAFT

Ein grosser Anteil des Grünguts wird bereits in Biogasanlagen genutzt (ca. 62% des nachhaltigen Potenzials). Dieser Anteil kann kurzfristig erhöht werden, indem separat gesammeltes Grüngut, das aktuell zentral kompostiert wird, vor der Kompostierung in Biogasanlagen genutzt wird.

Grüngut das dezentral kompostiert wird (z.B. Hauskompostierung), ist schwieriger zu mobilisieren und auch nicht immer sinnvoll energetisch nutzbar. Die Einführung einer Grüngutsammlung in einer Gemeinde dauert mehrere Jahre, zusätzlich bestehen oftmals langfristige Lieferverträge und Logistikkpfe zwischen Gemeinden und Dienstleistern, welche die Umsetzung zusätzlich verzögern. Eine Steigerung der gesammelten Grüngutmengen kann somit grundsätzlich nur sehr langsam erreicht werden.

Längerfristig kann die Verfügbarkeit von Grüngut für Biogasanlagen erhöht werden durch:

- Reduzierung des Exports von Grüngutmengen durch neue Gesetzgebungen (mit der Revision der VVEA geplant).
- Kampagnen und Aufklärungsmassnahmen bei Gemeinden sowie bei der gesamten Bevölkerung, beispielsweise in Schulen.
- Unterstützung der Gemeinden bei der Neuaushandlung bestehender Verträge mit dem Ziel, die Mengen der Kompostierung auch der energetischen Verwertung zuzuführen.

Gestützt auf obenstehende Punkte schätzt die Expertengruppe die Verfügbarkeit von Grüngut folgendermassen ein:

- Kurzfristig: 15 % des zusätzlich verfügbaren Potenzials (15'000 t TS/Jahr)
- Längerfristig: 35 % des zusätzlich verfügbaren Potenzials (35'000 t TS/Jahr)
- Die restlichen 65 % werden als nicht zugängliches Potenzial eingestuft

#### 4.4 NEBENPRODUKTE AUS DEM LANDWIRTSCHAFTLICHEN PFLANZENBAU

Aktuell werden nur etwa 8 % der Nebenprodukte aus dem landwirtschaftlichen Pflanzenbau in Biogasanlagen verwertet. Grund dafür sind der grosse Aufwand für die Sammlung, Logistik und Verarbeitung dieser Nebenprodukte sowie zollrechtliche und administrative Hürden. Eine Steigerung der Nutzung im grösseren Stil wird folglich nicht erwartet. Aufgrund des hohen Aufwands wird dieser Markt allgemein als Nischenmarkt für Grossbetriebe betrachtet. In Europa gibt es einen Trend zur Nutzung von Zwischenfrüchten, während in der Schweiz gesetzliche Hürden die Implementierung dieser Praxis erschweren.

Längerfristig können NP geringfügig an Bedeutung gewinnen durch:

- Förderung des gezielten Baus von Neuanlagen mit Fokus auf der Nutzung von landwirtschaftlichen Nebenprodukten durch Information interessierter landwirtschaftlicher Betriebe.
- Abbau zollrechtlicher und administrativer Hürden.

Gestützt auf obenstehende Punkte schätzt die Expertengruppe die Verfügbarkeit der Nebenprodukte folgendermassen ein:

- Kurzfristig: 1 % des zusätzlich verfügbaren Potenzials (1'200 t TS/Jahr)
- Längerfristig: 10 % des zusätzlich verfügbaren Potenzials (12'300 t TS/Jahr)
- Die restlichen 90 % werden als nicht zugängliches Potenzial eingestuft

#### 4.5 HOFDÜNGER AUS DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN TIERHALTUNG

Hofdünger stellen mit Abstand das grösste verfügbare Potenzial an vergärbare Biomasse dar. Der Grund, warum es nicht vermehrt genutzt wird, ist die geringe Energiedichte von Hofdüngern, insbesondere bei Gülle. Es braucht viel Substrat für einen relativ bescheidenen Energieertrag, was sich in der Wirtschaftlichkeit der Anlagen abzeichnet. Analog zur WSL-Studie werden Betriebe mit unter 75 GVE hier nicht berücksichtigt, weil davon ausgegangen wird, dass ein wirtschaftlicher Betrieb nicht erreicht werden kann. Hofdünger von kleineren Landwirtschaftsbetrieben kann jedoch in Gemeinschaftsanlagen zusammen mit grösseren Betrieben vergärt werden. Es gilt dabei abzuklären, ob sich der Transport von Gülle auch lohnt.

Gestützt auf obenstehende Punkte schätzt die Expertengruppe die Verfügbarkeit von Hofdüngern, unabhängig von einer wirtschaftlichen Betrachtung, folgendermassen ein:

- Kurz- und längerfristig: 70 % des zusätzlich verfügbaren Potenzials (1'015'600 t TS/Jahr)
- Die restlichen 30 % werden als nicht zugängliches Potenzial eingestuft

Bei den Hofdüngern sind keine Massnahmen zur Erhöhung der Verfügbarkeit nötig, denn die Herausforderung bei dieser Kategorie ist nicht die Verfügbarkeit, sondern die wirtschaftliche Nutzung. Die Beimischung von energiereichen Co-Substraten ist eine effiziente Art, die Wirtschaftlichkeit zu verbessern. Wie durch diese Studie aufgezeigt wird und in der Praxis schon länger bekannt ist, sind jedoch nur noch sehr geringfügig Co-Substrate vorhanden, um neue landwirtschaftliche Co-Vergärungsanlagen zu bauen.

Wieviel von dem Hofdünger-Potenzial tatsächlich genutzt wird, ist stark abhängig von der Höhe der staatlichen, kantonalen sowie privatwirtschaftlichen Fördergeldern, aber auch vom Wärmenutzungsgrad und den Absatzpreisen, die für Gärgut und Wärme erzielt werden können. Gemäss aktuellen Aussichten ist davon auszugehen, dass weiterhin ein relativ langsames Wachstum bei der energetischen Nutzung von Hofdüngern stattfinden wird.

## 5 ZUSÄTZLICH NUTZBARES POTENZIAL

Anhand der Daten und Einschätzungen aus den vorgängigen Kapiteln kann das zusätzlich nutzbare Potenzial ausgewiesen werden. Das Jahr 2022 mit einer Bruttoenergieproduktion von 1'125 GWh pro Jahr (ohne Klärschlamm) gilt als Referenz.

### 5.1 KURZFRISTIG

Das kurzfristig zusätzlich nutzbare Potenzial ist in Tabelle 5 aufgezeigt. Diese Substratmengen werden nach Einschätzung der Studie in den nächsten Jahren (gerechnet ab 2022) für den Bau von neuen oder für die Erweiterung von bestehenden Biogasanlagen zur Verfügung stehen.

Die Mengenangaben in der Tabelle sind in Gigawattstunden pro Jahr umgerechnet, gemäss den Umwandlungsfaktoren im Anhang 2. Bei dieser Grösse handelt es sich um Bruttoenergie, was bedeutet, dass je nach Verwertungstechnologie ein entsprechender Wirkungsgrad berücksichtigt werden muss.

Tabelle 5: Zusätzlich nutzbares Potenzial für Biogasanlagen – kurzfristig

	Kurzfristig nutzbares Potenzial	
	t TS/a	GWh/a
Reststoffen aus Industrie und Gewerbe	1'100	3
Org. Anteil im Hauskehricht	27'700	61
Grüngut	15'000	37
<b>Gesamt nicht-landw. Substrate</b>	<b>43'800</b>	<b>101</b>
NP aus dem landw. Pflanzenbau	1'200	3
Hofdünger	1'015'600	2'031
<b>Gesamt landwirtschaftliche Substrate</b>	<b>1'016'800</b>	<b>2'034</b>

Die nicht-landwirtschaftlichen Substrate bilden ein noch nutzbares Potenzial von 43'000 t TS oder 101 GWh Bruttoenergie pro Jahr. Die landwirtschaftlichen Substrate bilden ein Potenzial 1'016'800 t TS pro Jahr oder 2'034 GWh Bruttoenergie.

### 5.2 LÄNGERFRISTIG

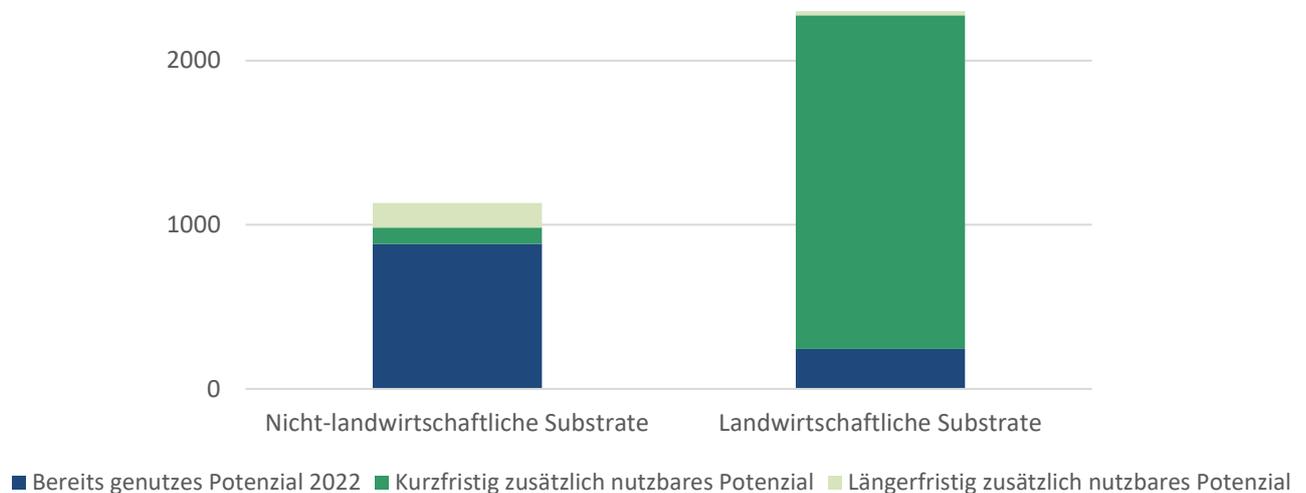
Das längerfristig zusätzlich nutzbare Potenzial ist in Tabelle 6 aufgeführt. Es ist zu betonen, dass dieses Potenzial nur erreicht wird, wenn Massnahmen umgesetzt werden (gemäss den Vorschlägen in Kapitel 4).

Tabelle 6: Zusätzlich nutzbares Potenzial für Biogasanlagen – längerfristig

	Längerfristig nutzbares Potenzial	
	t TS/a	GWh/a
Industriereststoffe	4'400	10
Org. Anteil im Hauskehricht	69'200	153
Grüngut	35'000	87
<b>Gesamt nicht-landw. Substrate</b>	<b>108'600</b>	<b>250</b>
NP aus dem landw. Pflanzenbau	12'300	27
Hofdünger	1'015'600	2'031
<b>Gesamt landwirtschaftliche Substrate</b>	<b>1'027'900</b>	<b>2'058</b>

Das zusätzlich nutzbare Potenzial der nicht-landwirtschaftlichen Substrate kann zukünftig auf 108'600 t TS oder 250 GWh Bruttoenergie pro Jahr steigen. Dies stellt mehr als das Dreifache des kurzfristigen Potenzials dar. Die Hofdünger bilden auch zukünftig das mit Abstand grösste vorhandene Potenzial.

Abbildung 2: Kurz- und längerfristig zusätzlich nutzbares Potenzial in GWh pro Jahr



## 6 SCHLUSSFOLGERUNG

Die vorliegende Studie bringt auf Papier, was die Biogasbranche bereits seit Jahren weiss: Der Schweizer Substratmarkt ist ausgetrocknet. Es sind schon seit längerem keine gut abbaubaren, unverschmutzten Substrate in interessanten Mengen mehr verfügbar. Die Studie geht aber weiter in die Details und zeigt auf, wo kurz- und längerfristig noch nutzbare Potenziale zu finden sind. Die wichtigsten Aussagen der Studie sind:

- Lokal können kleinere Substratmengen an industriellen und gewerblichen Reststoffen verfügbar werden, diese werden aber schnell wieder genutzt, meist in bereits bestehenden Biogasanlagen.
- Kurzfristig besteht ein verfügbares Potenzial bei Grüngut, das bereits zentral kompostiert wird und bei dem eine Vergärungsanlage vorgeschaltet werden kann. Ein weiteres Potenzial besteht beim organischen Anteil im Hauskehricht, das Gemeinden nach und nach durch separate Sammlungen mobilisieren. Der Entwicklung der Fremdstoffgehalte ist dabei eine grosse Beachtung zu schenken. Insgesamt wird das kurzfristig zusätzlich nutzbare Potenzial durch nicht-landwirtschaftliche Substrate auf rund 101 GWh Bruttoenergie pro Jahr geschätzt.
- Längerfristig besteht auch vor allem beim Grüngut und beim organischen Anteil im Hauskehricht zusätzliches Potenzial. Durch Kommunikation und Sensibilisierung, v.a. bei Gemeinden und der Bevölkerung, wie auch durch die Unterstützung von Gemeinden können diese Substrate für die Vergärung mobilisiert werden: Insgesamt können zusätzlich rund 250 GWh Bruttoenergie pro Jahr erreicht werden. Je nach Entwicklung der industriell-gewerblichen Branche sind Veränderungen des Potenzials in dieser Kategorie nach unten sowie nach oben möglich.
- Bei den landwirtschaftlichen Substraten ist kurz- sowie längerfristig mit gut 2'000 GWh Bruttoenergie pro Jahr ein grosses verfügbares Potenzial vorhanden, das jedoch nur mit verbesserten oder zusätzlichen Einnahmequellen im grösseren Stil ausgenutzt werden wird. Energiepolitische Massnahmen könnten dabei helfen.

## LITERATURVERZEICHNIS

- (1) Biomassenpotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung; Ergebnisse des Schweizerischen Energiekompetenzzentrums SCCER BIOSWEET, WSL Heft 57, 2017
- (2) Bericht zur Erhebung der Kehrrietsackzusammensetzung 2022, BAFU ([85964.pdf \(admin.ch\)](#))
- (3) Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien 2022, BFE (<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geodaten/energiestatistiken/teilstatistiken.ex-turl.html/aHR0cHM6Ly9wdWJkYi5iZmUuYWWRtaW4uY2gvZGUvcHVib-GljYX/Rpb24vZG93bmxvYWQvMTE1MDk=.html>)
- (4) Bevölkerungsentwicklung Schweiz 2023, BFS ([Die Bevölkerung der Schweiz ist 2023 stark gewachsen - Bevölkerungsentwicklung und natürliche Bevölkerungsbewegung im Jahr 2023: provisorische Ergebnisse | Medienmitteilung | Bundesamt für Statistik \(admin.ch\)](#))
- (5) Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung 2021; BFS ([Produktionskonto nach Branchen \(59 Branchen\) - 1997-2020 | Tabelle | Bundesamt für Statistik \(admin.ch\)](#))
- (6) Entwicklung Nutztierbestand der Landwirtschaftsbetriebe 1985-2023, BFS ([Nutztierbestand der Landwirtschaftsbetriebe, Entwicklung - 1985-2023 | Tabelle | Bundesamt für Statistik \(admin.ch\)](#))
- (7) Landwirtschaftliche Nutzfläche 1985-2023, BFS ([Landwirtschaftliche Nutzfläche ohne Sömmerungsweiden - 1985-2023 | Tabelle | Bundesamt für Statistik \(admin.ch\)](#))

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Vorgehensweise	6
Abbildung 2: Kurz- und längerfristig zusätzlich nutzbares Potenzial	13

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Aktualisierung theoretisches und nachhaltiges Potenzial	7
Tabelle 2: Berechnung bereits genutztes Potenzial - Gesamt	8
Tabelle 3: Aktualisierung bereits genutztes Potenzial pro Substratkategorie	9
Tabelle 4: Aktualisierung bereits genutztes Potenzial pro Substratkategorie	9
Tabelle 5: Zusätzlich nutzbares Potenzial – kurzfristig	12
Tabelle 6: Zusätzlich nutzbares Potenzial für Biogasanlagen – längerfristig	12
Tabelle 7: Umwandlungsfaktoren	2

## ANHANG 1: SUBSTRATKATEGORIEN

Die vergärbare Biomasse wird auf Basis der WSL-Studie in verschiedene Substratkategorien unterteilt. Diese werden für die detaillierte Erhebung in weitere Unterkategorien geteilt:

### Industrielle und gewerbliche Reststoffe

Reststoffe pflanzlicher, mikrobiologischer oder tierischer Herkunft, darunter Lebensmittelmüllrückstände und organische Abfälle aus der Papier- und Tabakproduktion.

Lebensmittelindustrie	Fleischverarbeitung, Obst- Gemüseverarbeitung, Herstellung von pflanzlichen und tierischen Fetten, Milchverarbeitung, Mahlmühlen, Back- und Teigwaren, Futtermittel, Getränkeherstellung
Detailhandel/Gastronomie	Lebensmittelmüllabfälle
Tabakverarbeitung	Karton, Tabak
Textilindustrie	Naturfaser
Druckereien	Zeitungen, Kataloge
Papierindustrie	Zeitungsdruckpapier
Pharmaindustrie	Lösemittel und Pflanzenreste

### Organischer Anteil im Hauskehricht

Organischer Anteil des kommunalen Abfalls aus Haushalten und Betrieben.

Hauskehricht	Bio-Abfälle
	Papierähnliche Abfälle
	Organische Naturprodukte

### Grüngut

Grünabfälle aus Haushalten, Gärten oder der Landschaftspflege. Wird der organische Anteil im Hauskehricht separat gesammelt, zählt er zum Grüngut.

### Nebenprodukte aus dem landwirtschaftlichen Pflanzenbau

Ernterückstände (Stängel-, Kraut- oder Stroharten) und Zwischenkulturen.

Ackerbau	Getreide
	Rüben
	Körnermais
	Übrige
Zwischenkulturen	Übrige

### Hofdünger

Gülle (flüssig) oder Mist (fest) aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung.

Gülle	Rindvieh
	Schweine
	Geflügel
Mist	Rindvieh
	Pferde
	Schafe
	Ziegen
	Geflügel

## ANHANG 2: UMWANDLUNGSFAKTOREN

Die Umwandlungsfaktoren GWh/a Biogas zu t TS/a (oder umgekehrt) wurden aus der WSL-Studie (1) entnommen und betragen:

**Tabelle 7: Umwandlungsfaktoren**

<b>Substrat</b>	<b>Faktor (1 GWh entspricht t TS)</b>
Industriereststoffe	444
Organischer Anteil Hauskehricht	451
Grüngut	401
NP aus dem landwirtschaftlichen Pflanzenbau	454
Hofdünger	500