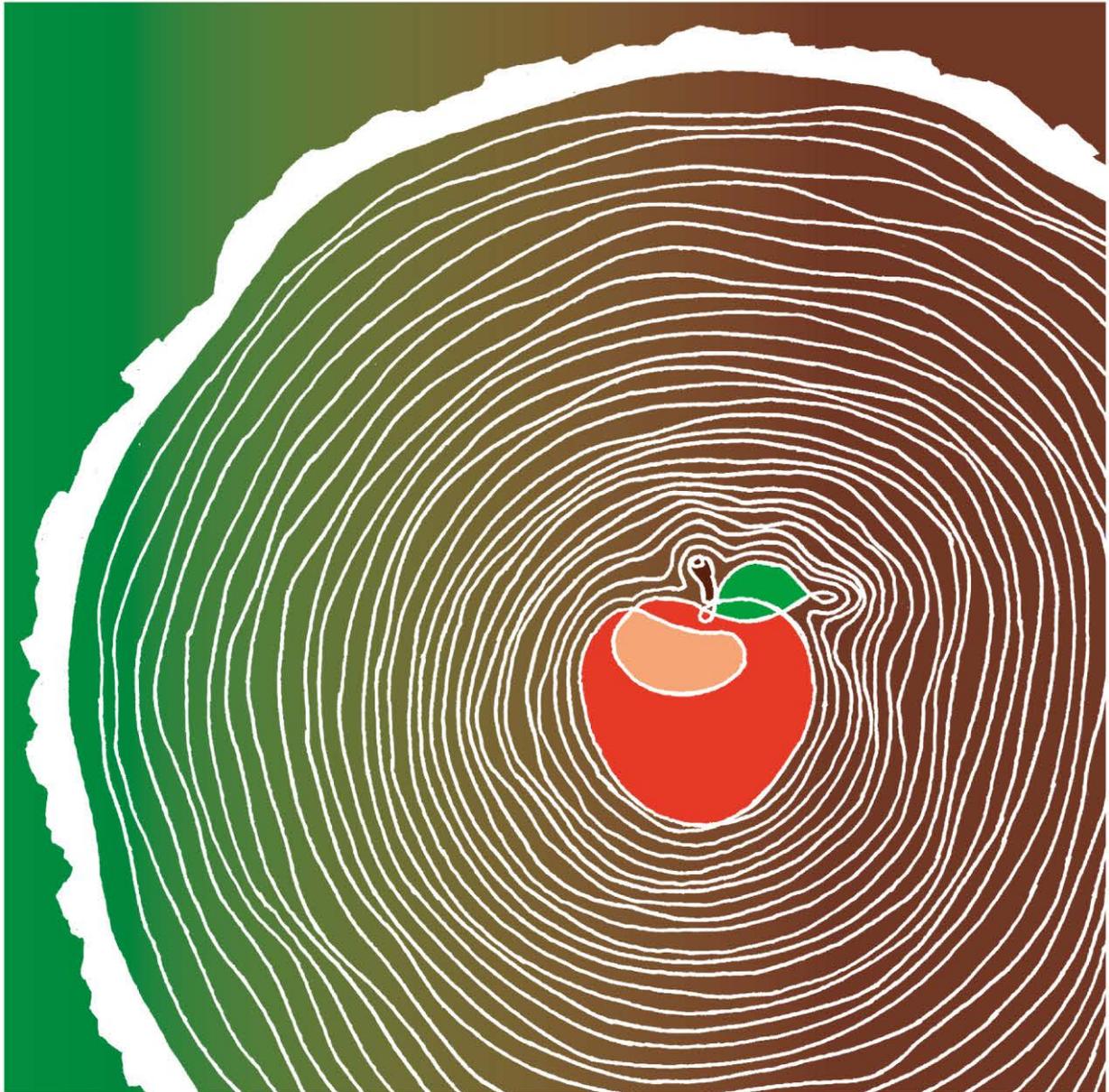


# BIOMASSE ZIMMERBERG



Potenzialanalyse und Konzept  
zur Steigerung der  
energetisch nutzbaren Biomasse  
für die Region Zimmerberg

**Herausgeber:**

Fachgruppe Energiestädte Zimmerberg (FGEZ):  
Adliswil, Horgen, Richterswil, Thalwil, Wädenswil

**Autoren:****Nicht verholzte Biomasse**

Engeli Engineering  
Hans Engeli  
Steinmaurstrasse 13  
8173 Neerach  
Telefon 044 858 30 20  
info@engeli-eng.ch

**Verholzte Biomasse (Energieholz)**

Holzenergie Schweiz  
Andreas Keel  
Neugasse 10  
8005 Zürich  
Telefon 079 306 00 34  
keel@holzenergie.ch

**Mitarbeit (Arbeitsgruppe):**

Dr. Jürg Altwegg, Kreisforstmeister Forstkreis 1, Baudirektion Kanton Zürich,  
Golrang Daneshgar, Energiebeauftragte, Wädenswil  
Patrick Ender, Leiter Werke, Richterswil  
Marco Gradenecker, Leiter Energie und Umwelt, Horgen  
Tom Porro, Geschäftsleiter FGEZ, Richterswil  
Dr. Martin Schmitz, Projektleiter Planung und Energie, Thalwil  
Andreas Utiger, Biomasse Suisse, Brugg  
Annina Wiher, Projektmitarbeiterin Energie, Adliswil

Fachgruppe Energiestädte Zimmerberg (FGEZ)  
Seestrasse 78  
8805 Richterswil  
Telefon 043 477 94 20  
mail@energie-zimmerberg.ch  
www.fgez.ch

Herzlichen Dank für die finanzielle Unterstützung:  
Baudirektion Kanton Zürich, Amt für Landschaft und Natur, Zürich  
Energie Genossenschaft Zimmerberg (EGZ), Richterswil



	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>1.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>8</b>
1.1	Biomasse total	8
1.2	Unverholzte Biomasse	9
1.3	Verholzte Biomasse (Energieholz)	12
<b>2.</b>	<b>Zielsetzung und Fragestellungen</b>	<b>14</b>
<b>3.</b>	<b>Unverholzte Biomasse</b>	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Vorgehen und Methodik</b>	<b>16</b>
3.1.1	Begriff Potenzial	16
3.1.2	Bestimmung Potenzial	16
3.1.3	Praktisches Vorgehen und Herleitung	17
3.1.4	Verfahren zur Vergärung von unverholzter Biomasse	18
3.1.4.1	Übersicht	18
3.1.4.2	Flüssigvergärung	19
3.1.4.3	Trocken- und Feststoff-Vergärung	19
3.1.5	Zukunft von Biogasanlagen	20
<b>3.2</b>	<b>Resultate unverholzte Biomasse</b>	<b>21</b>
3.2.1	Nutzung	21
3.2.1.1	Vergärung von Biomasse	21
3.2.1.2	Kompostierung von Grüngut	22
3.2.1.3	Verarbeitungskapazitäten von Grüngut	22
3.2.2	Potenzial	23
3.2.2.1	Herleitung	23
3.2.2.2	Vergärbare Biomasse aus der Landwirtschaft	23
3.2.2.3	Vergärung von Hofdünger und Co-Substraten	24
3.2.2.3.1	Vorbemerkung	24
3.2.2.3.2	Potenzial der Hofdüngervergärung	24
3.2.2.3.3	Energiegewinnung aus der Hofdüngervergärung	25
3.2.2.3.4	Schlussfolgerungen Hofdüngervergärung	26
3.2.2.4	Kläranlagen mit Schlammfäulung	26
3.2.2.4.1	Übersicht	26
3.2.2.4.2	Energieproduktion der Kläranlagen	27
3.2.3	Gegenüberstellung von Nutzung und Potenzial	27
3.2.4	Projekte und geplante Anlagen	28
3.2.4.1	Region Zimmerberg	28
3.2.4.2	Angrenzende Gebiete	28
3.2.5	Potenzial in den angrenzenden Gebieten	28
<b>3.3</b>	<b>Diskussion und Einordnung der Resultate</b>	<b>29</b>
3.3.1	Nutzung	29
3.3.2	Potenzial	29
<b>3.4</b>	<b>Prognose</b>	<b>29</b>
3.4.1	Grüngutverwertung	29
3.4.2	Landwirtschaft	30
3.4.3	Kläranlagen	30
<b>3.5</b>	<b>Empfehlungen zur Nutzungssteigerung</b>	<b>30</b>



<b>4.</b>	<b>Verholzte Biomasse (Energieholz)</b>	<b>32</b>
<b>4.1</b>	<b>Vorgehen und Methodik</b>	<b>33</b>
4.1.1	Vorbemerkungen	33
4.1.2	Herleitung der Nachfrage	35
4.1.3	Herleitung des Angebots	35
4.1.4	Methodische Referenz	35
<b>4.2</b>	<b>Resultate Energieholz</b>	<b>36</b>
4.2.1	Nutzung (Nachfrage)	36
4.2.2	Unterteilung «Binnennutzung» und «Import»	36
4.2.3	Potenzial (Angebot)	38
4.2.3.1	Waldholz	38
4.2.3.1.1	Beurteilung aufgrund Literatur	38
4.2.3.1.2	Beurteilung durch den Forstdienst	39
4.2.3.1.3	«Exportüberschuss»	40
4.2.3.1.4	Gewähltes Potenzial	40
4.2.3.2	Restholz	40
4.2.3.3	Landschaftsholz	40
4.2.3.4	Altholz	40
4.2.3.5	Zusammenzug	41
4.2.4	Gegenüberstellung von Nutzung und Potenzial	41
4.2.5	Projekte und geplante Anlagen	42
4.2.5.1	Region Zimmerberg	42
4.2.5.2	Angrenzende Gebiete	42
4.2.5.3	Kommentar	43
4.2.6	Potenzial in den angrenzenden Gebieten	43
<b>4.3</b>	<b>Diskussion und Einordnung der Resultate</b>	<b>44</b>
4.3.1	Nutzung	44
4.3.2	Potenzial	44
<b>4.4</b>	<b>Prognose</b>	<b>44</b>
<b>4.5</b>	<b>Empfehlungen zur Nutzungssteigerung und Koordination</b>	<b>46</b>
<b>5.</b>	<b>Anhang</b>	<b>48</b>
5.1	Energieinhalte der wichtigsten Energieholzsortimente	48
5.2	Handbeschickte Stückholzfeuerungen: Verteilung auf die einzelnen Gemeinden, Anlagen- und Holzkategorien	49
5.3	Pelletfeuerungen: Verteilung auf die einzelnen Anlagengrößen und Holzkategorien	50
5.4	Automatische Schnitzelfeuerungen: Verteilung auf die einzelnen Anlagengrößen und Standorte	51
	<b>Quellen- und Literaturverzeichnis</b>	<b>52</b>

## Eine Region mit Potenzial

Die Zeichen des gesamten Energiesystems stehen grundsätzlich auf Veränderung. Im Fokus steht dabei eine möglichst fossilfreie Energieversorgung. Im Wärmebereich bedeutet dies der Ersatz von Öl- und Gasheizungen durch Heizungssysteme, welche erneuerbare Energieträger nutzen. Diese Transformation ist auch in der Region Zimmerberg bereits im Gange. So sind u. a. eine grössere Grüngut-Verwertungsanlage und zahlreiche Wärmeverbund-Projekte in Planung oder bereits in Betrieb. Umweltwärme und Biomasse als Energieträger spielen dabei die zentrale Rolle.

Vor dem Hintergrund der beschlossenen Energiestrategie 2050 und dem neuen Energiegesetz im Kanton Zürich, kommt der energetischen Nutzung von Biomasse eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu. Holz, Garten- und Küchenabfälle, Gülle sowie andere Stoffe pflanzlicher und tierischer Herkunft bergen noch nicht ausgeschöpfte Potenziale, die zur Erzeugung von Wärme, Strom sowie als Brenn- und Treibstoff genutzt werden können.

In der Schweiz ist der Beitrag der Biomasse zur Energieerzeugung, gemäss verschiedener Untersuchungen, zwar noch sehr gering, trotzdem mit einem Anteil von ungefähr 5% am Gesamtenergieverbrauch heute eine wichtige erneuerbare Energieform. Das Potenzial ist bei weitem nicht ausgeschöpft. Vor allem durch die Optimierung in den Bereichen Forst- und Landwirtschaft lässt sich der Anteil der Biomasse am schweizerischen Gesamtenergieverbrauch laut Energiestrategie verdreifachen.

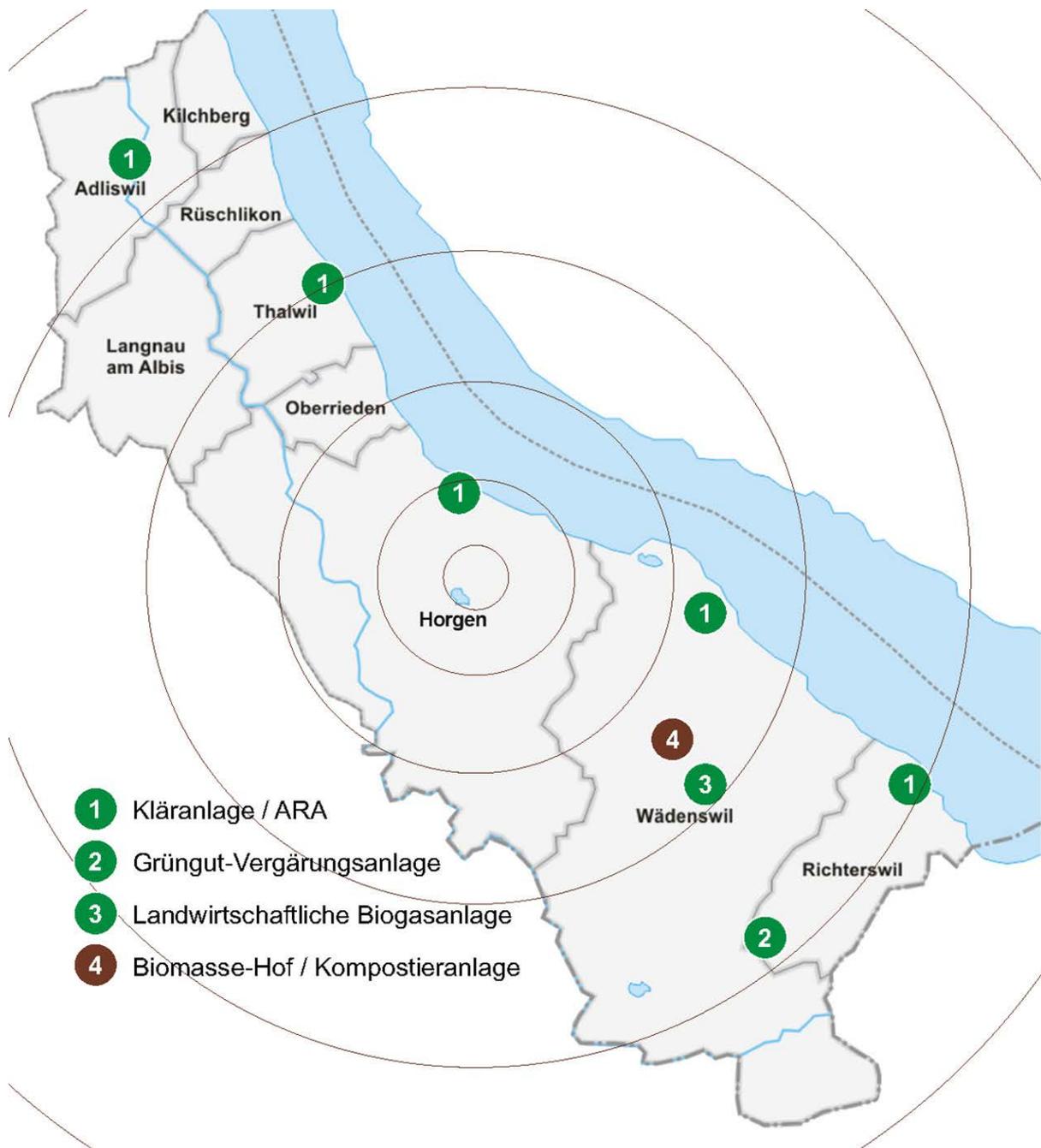


Und wie sieht die Situation bezüglich Nutzung und Potenzial von Biomasse in der Region Zimmerberg aus? Wieviel Energie gewinnen wir bereits heute aus Grüngut, Holz und anderen biogenen Stoffen am linken Zürichseeufer und was wäre zusätzlich noch möglich? Um diese Fragen beantworten zu können, hat die «Fachgruppe Energiestädte Zimmerberg» (FGEZ)\* die nun vorliegende Untersuchung bei den Branchenverbänden «Biomasse Suisse» und «Holzenergie Schweiz» in Auftrag gegeben.

Untersucht wurden sowohl die Nutzung und das Potenzial von nicht verholzter als auch von verholzter Biomasse (Energieholz). Bewusst keine Aussagen werden zu Energieholzplantagen auf landwirtschaftlichen Böden sowie zu Energiepflanzen und Pflanzenkohle gemacht. Der Fokus bezüglich der energetischen Nutzung von Biomasse liegt bei den Betrachtungen insbesondere im Wärmebereich.

<b>Untersuchungsperimeter:</b>	Region Zimmerberg (Bezirk Horgen) mit 9 Gemeinden
<b>Politische Gemeinden:</b>	Adliswil, Horgen, Kilchberg, Langnau a. A., Oberrieden, Richterswil, Rüschlikon, Thalwil, Wädenswil
<b>Anzahl EinwohnerInnen:</b>	127'102
<b>Anzahl Haushaltungen:</b>	56'135
<b>Gewerbebetriebe / Industrie:</b>	8'079
<b>Landwirtschaftsbetriebe:</b>	234
<b>Gastronomie- / Hotelbetriebe:</b>	221
<b>Gesamtfläche:</b>	10'422 ha
<b>Landwirtschaftl. Nutzfläche:</b>	4'294 ha (41,2%)
<b>Waldfläche:</b>	2'793 ha (26,8%)

Quelle: Statistisches Amt des Kantons Zürich (2020)





Die vorliegenden Resultate zeigen insbesondere beim Energieholz ein erhebliches, noch nicht ausgeschöpftes Nutzungspotenzial, nicht nur im Bezirk Horgen, sondern auch in den angrenzenden Regionen. Damit erhalten vor allem grosse Holzschnitzel-Feuerungen Auftrieb. Bei der bereits hohen Nutzungsdichte der unverholzten Biomasse wird es in erster Linie darum gehen, die bisherigen Nutzungskonzepte zu optimieren und die energetische Verwertung langfristig und möglichst regional sicherstellen zu können.

Wir danken den Verfassern für ihre wertvolle Arbeit und sind überzeugt, mit den vorliegenden Erkenntnissen einen wichtigen Beitrag für den regionalen Umbau des Energiesystems leisten zu können. Zur Nutzung des vorhandenen Biomasse-Potenzials und für die Umsetzung konkreter Massnahmen und Projekte ist der Schulterschluss von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft erforderlich. Auf dass dieser gelingen möge!

Fachgruppe Energiestädte Zimmerberg (FGEZ)\*  
Im Januar 2022

\*Die FGEZ ist seit 2011 eine interkommunale Arbeitsgruppe, bestehend aus Vertretungen der Energiestädte Adliswil, Horgen, Richterswil, Thalwil und Wädenswil. Auf der Basis einer interdisziplinären Zusammenarbeit bearbeitet das Gremium verschiedene Themen, nutzt Synergien und verfolgt damit die energie- und klimapolitischen Zielsetzungen der Energiestädte, von Bund und Kanton Zürich.



# 1. Zusammenfassung

## 1.1 Biomasse total

In der Region Zimmerberg werden aktuell insgesamt 89'060 MWh Biomasse energetisch genutzt. Das gesamthaft verfügbare Potenzial wird auf 163'242 MWh pro Jahr geschätzt. Somit ergibt sich ein zusätzlich nutzbares energetisch nutzbares Biomassepotenzial von 74'182 MWh pro Jahr.

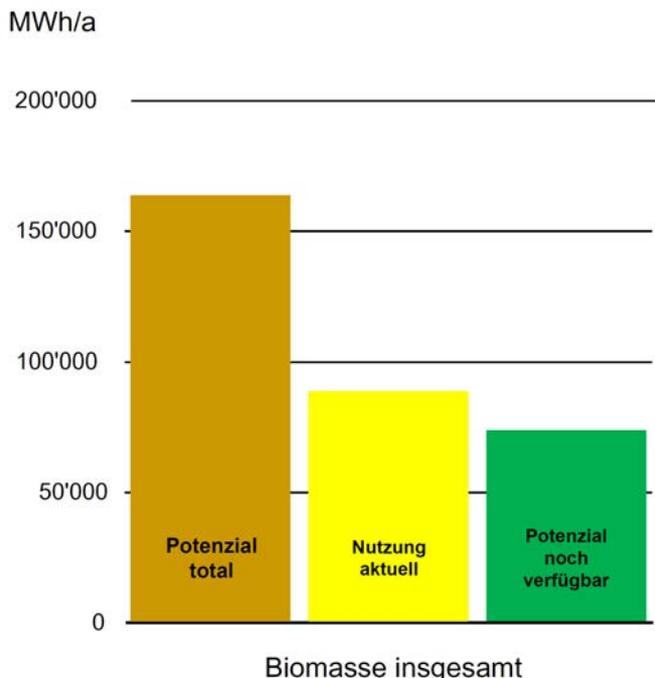


Bild 1: Potenzial total, Nutzung aktuell und Potenzial noch verfügbar für Biomasse insgesamt.

Von der gesamten jährlichen Nutzungsmenge entfallen 15'002 MWh auf unverholzte Biomasse und 74'058 MWh auf verholzte Biomasse (Energieholz). Das gesamte jährliche Potenzial wird auf 163'242 MWh geschätzt. Das noch verfügbare Potenzial beträgt 74'182 MWh/a (7'540 MWh/a unverholzte Biomasse, 66'642 MWh/a Energieholz).

Kategorie Biomasse	Nutzung 2019 bzw. 2020 [MWh/a]	Potenzial total [MWh/a]	Potenzial noch verfügbar [MWh/a]
Unverholzte Biomasse (2020)	15'002	22'542	7'540
Energieholz (2019)	74'058	140'700	66'642
<b>Total</b>	<b>89'060</b>	<b>163'242</b>	<b>74'182</b>

Tabelle 1: Gegenüberstellung Nutzung 2019 bzw. 2020, Potenzial total und Potenzial noch verfügbar für die Biomasse insgesamt (unverholzte Biomasse **und** Energieholz). Die Nutzung der unverholzten Biomasse bezieht sich auf das Jahr 2020, diejenige des Energieholzes auf das Jahr 2019.



## 1.2 Unverholzte Biomasse

Die aktuelle jährliche Nutzung von unverholzter Biomasse liegt bei 15'002 MWh. Bei einem gesamthaften Potenzial von 22'542 MWh/a verbleibt ein noch verfügbares jährliches Potenzial von 7'540 MWh.

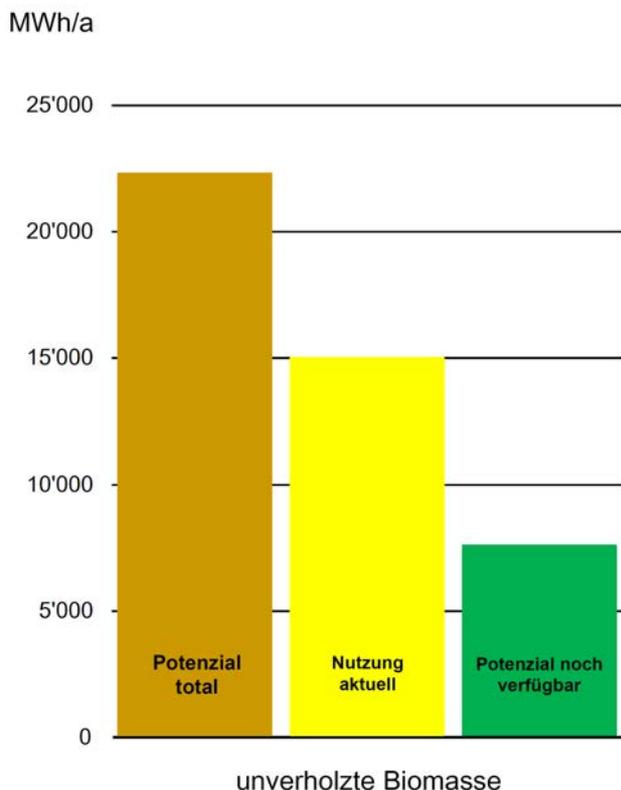


Bild 2: Potenzial total, Nutzung aktuell und Potenzial noch verfügbar für unverholzte Biomasse.

Die aktuelle jährliche Nutzung setzt sich folgendermassen zusammen:

Anlagenkategorie	Anzahl Anlagen	Nutzung total [MWh/a] [t/a]
Vergärungsanlagen (Kompogas, Samstagen) • Grüngutsammlung • Garten- und Landschaftspflege	1	6'055
Kläranlagen (Adliswil, Thalwil, Horgen, Wädenswil, Richterswil) • Klärschlamm • Industrieabwässer	5	6'347 n.b.
Landwirtschaftliche Biogasanlagen (Krone Biogas GmbH, Wädenswil) • Gülle, Mist • Co-Substrate	1	2'600 5'200
Kompostieranlagen (Haab-Bossert, Wädenswil) • Garten- und Landschaftspflege	1	(15'000 6'000) <sup>1)</sup>
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>15'002 MWh/a</b>

Tabelle 2: Aktuelle (2020) energetische Nutzung unverholzter Biomasse. Die jeweils oberen Werte sind in der Einheit [MWh/a], die jeweils unteren Werte sind in der Einheit [t/a].

<sup>1)</sup> Davon werden 15'000 MWh/a bzw. 3'000 t/a verholztes Material energetisch genutzt.

Die Biomasse stammt ausschliesslich aus der Region Zimmerberg. «Exportiert» werden nur die 1'317 t/a Grüngut der Gemeinde Adliswil. Zu beachten ist, dass von den 6'000 t/a, die kompostiert werden, rund 3'000 t/a Holzschnitzel produziert werden, die sich energetisch nutzen liessen. Aufgrund der im Vergleich zur feuchten Biomasse höheren Energiedichte ist der energetische Beitrag wesentlich höher als derjenige aus der Grüngutvergärung. Die Energie aus diesen Holzschnitzeln ist in Kapitel 4 «Verholzte Biomasse (Energieholz)» berücksichtigt.

Im Sammelgebiet des Zweckverbandes für Abfallverwertung im Bezirk Horgen (ZVHo) verfügen einzelne Gemeinde noch über ein zusätzlich nutzbares Potenzial. Insgesamt wird dieses auf jährlich rund 4'940 MWh geschätzt.

Anlagenkategorie	Nutzung 2020 [MWh/a] [t/a]	Potenzial total [MWh/a] [t/a]	Potenzial noch verfügbar [MWh/a] [t/a]
Vergärungsanlagen	6'055 11'600	10'995 21'064	4'940 9'464
Kläranlagen	6'347 n.b.	6'347 n.b.	n.b. n.b.
Landwirtschaftlich Biogasanlagen	2'600 5'200	5'200 10'400	2'600 5'200
Kompostieranlagen, energetisch	(15'000) 3'000	(15'000) 3'000	0 0
<b>Total</b>	<b>15'002 MWh/a</b> <b>n.b.</b>	<b>22'542 MWh/a</b> <b>n.b.</b>	<b>7'540 MWh/a</b> <b>n.b.</b>

Tabelle 3: Aktuelle Nutzung (2020), Potenzial total und Potenzial noch verfügbar von unverholzter Biomasse.

Ausserhalb der Region Zimmerberg ist in Rapperswil-Jona SG eine Vergärungsanlage mit einer Verarbeitungskapazität von 30'000 t/a geplant. Die Realisierung dieser Anlage würde bedeuten, dass Grüngut aus den an die Region Zimmerberg angrenzenden Gemeinden im Kanton Schwyz, welches heute in der Anlage in Samstagern (Gemeinde Richterswil) vergoren wird, zukünftig nach Rapperswil-Jona geliefert werden könnte. In der Folge würde die energetische Nutzung von Grüngut in der Region Zimmerberg sinken. Aber auch in Horgen, beim Standort der Kehrichtverbrennungsanlage (KVA), wurde ein Baugesuch für eine Vergärungsanlage eingereicht.



Bild 3: Kompostieranlage Biomassezentrum Spiez (Holzenergie Schweiz).

Zur **Erhöhung der Nutzung unverholzter Biomasse** werden den Gemeinden **folgende Massnahmen** vorgeschlagen:

- Optimierung des Sammelsystems und der Sammelhäufigkeit
- Attraktives Finanzierungsmodell entwickeln
- Monitoring der Biomasseverwertung in den Gemeinden mit Hilfe von Erhebungen zur Identifikation von zusätzlich nutzbaren Potenzialen
- Information der Bevölkerung über die Mengenentwicklung
- Organisation von Informations- und Sensibilisierungskampagnen in den Gemeinden zur Reduktion des Bioabfalls im Kehrichtsack und zur Steigerung der Mengen in der Grünabfuhr
- Information von Liegenschaftsverwaltungen und Garten- und Landschaftspflege-Schaffern von vorteilhaften Rahmenbedingungen für die Grüngutverwertung durch Vergärung inklusive Küchenabfälle und Essensreste (Brot, Käse, Fleisch)
- Merkblatt: «Was gehört in die Grünabfuhr» in der Gemeinde verteilen
- Information von Industrie und Gewerbe über die energetische Nutzung von Biomasse in der Region
- Verschiedene Aktionen via Lokalzeitung, Gemeindeblatt, Wertstoffkalender, Internet, soziale Medien, Messen
- Ansprechperson auf Ebene Gemeinde, Region oder Verband bestimmen
- Überprüfung der Häckseldienste hinsichtlich des Verbleibs des Häckselgutes
- Verhinderung des «Exportes» von energetisch nutzbarer Biomasse aus der Region Zimmerberg
- Information der Bauernbetriebe über landwirtschaftliche Organisationen, welche Dienstleistungen im Bereich Landschaftspflege und Kompostierung anbieten (Maschinenring Mittelland, Bauernverband des Kantons Zürich, Bezirk Horgen)
- Information der Bevölkerung über die mit der energetischen Nutzung von unverholzter Biomasse verbundenen CO<sub>2</sub>-Einsparungen

### 1.3 Verholzte Biomasse (Energieholz)

Die aktuelle jährliche Nutzung von verholzter Biomasse (Energieholz) liegt bei insgesamt 74'058 MWh beziehungsweise 28'194 m<sup>3</sup>. Das gesamte jährliche Potenzial beträgt 140'700 MWh beziehungsweise 54'400 m<sup>3</sup>. Somit verbleibt ein noch verfügbares jährliches Potenzial von 66'642 MWh beziehungsweise 26'206 m<sup>3</sup>.

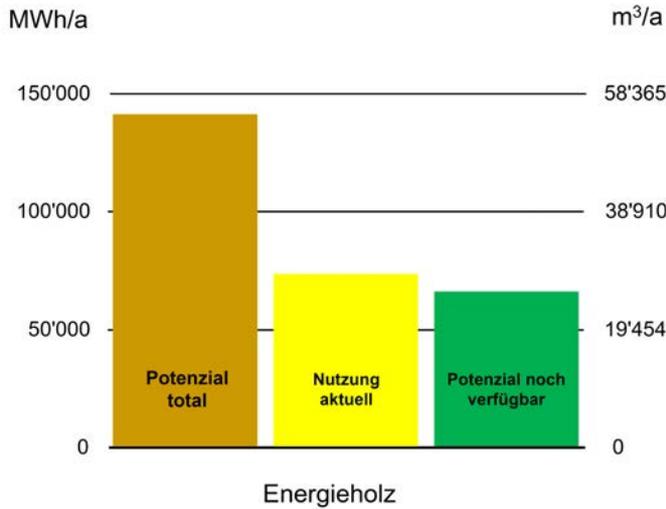


Bild 4: Potenzial total, Nutzung aktuell und Potenzial noch verfügbar für Energieholz.

Eine Gegenüberstellung der aktuellen Nutzung mit dem gesamten Potenzial ergibt, aufgeteilt auf die einzelnen Holzkategorien, ein noch verfügbares jährliches Potenzial von 66'642 MWh beziehungsweise 26'206 m<sup>3</sup>.

Holzkategorie	Nutzung 2019	Potenzial total	Potenzial noch verfügbar
	[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]
Waldholz	28'492 10'678	36'000 14'000	7'508 3'322
Restholz (inkl. Pellets)	28'695 10'954	38'700 15'000	10'005 4'046
Landschaftsholz	2'806 1'039	6'000 2'400	3'194 1'361
Altholz	14'065 5'523	60'000 23'000	45'935 17'477
<b>Total</b>	<b>74'058</b> <b>28'194</b>	<b>140'700</b> <b>54'400</b>	<b>66'642</b> <b>26'206</b>

Tabelle 4: Aktuelle Nutzung (2019), Potenzial total und Potenzial noch verfügbar von Energieholz.

Falls sich die Nutzung des Energieholzes gleich entwickelt wie in den letzten 5 Jahren, wird das vorhandene Potenzial voraussichtlich im Jahr 2032 ausgeschöpft sein.

Das Potenzial an Waldholz und an Landschaftsholz berücksichtigt die regen «Importe» und «Exporte» über die Bezirksgrenzen hinweg. Mangels grosser holzverarbeitender Betriebe (Sägereien) im Bezirk Horgen ist die Bedeutung des Restholzes klein. Im Bezirk Horgen gibt es keine Pelletproduktion. Die entsprechenden Potenzialabschätzungen beruhen deshalb auf überregionalen Grundlagen. Das gleiche gilt für das Altholz mit seinen regional oder überregional strukturierten Märkten.

Sowohl in der Region Zimmerberg selbst als auch in den angrenzenden Gebieten sind verschiedene grössere Anlagen und Projekte zur Nutzung von Energieholz in Bau, Planung oder Abklärung.

Regionen, welche heute und in Zukunft nicht mehr über ein grosses freies Energieholzpotenzial verfügen, sind:

- Region Ausserschwyz (Bezirke March, Höfe und Einsiedeln)
- Knonaueramt (Bezirk Affoltern a.A.)
- Stadt Zürich und nordöstlicher Teil des Kantons Aargau

Regionen, welche über ein erhebliches, freies Energieholzpotenzial verfügen, sind:

- Region See-Gaster Kanton St. Gallen
- Region Schwyz
- Region Pfannenstiel (Bezirk Meilen)

Zur Steigerung der Energieholznutzung werden folgende Stossrichtungen empfohlen:

- Fokus auf grössere automatische Holzschnitzelfeuerungen mit oder ohne Wärmeverbund
- Fokus auf Gebiete mit hoher und schnell erreichter Anschlussdichte
- Fokus auf Erweiterung bestehender Anlagen
- Holzversorgung «überregional» denken!
- Frühzeitiger Abschluss von Schnitzellieferverträgen mit «fairen» Preisen
- Nutzung des Altholzpotenzials prioritär für die Versorgung des Wärmenetzes der KVA Horgen nach der Stilllegung der KVA 2033



Bild 5: Für eine rasche Ausschöpfung des Energieholzpotenzials wird ein Fokus auf grössere automatische Holzschnitzelfeuerungen empfohlen (Holzenergie Schweiz).



## 2. Zielsetzung und Fragestellungen

Die Fachgruppe Energiestädte Zimmerberg (FGEZ) hat sich zum Ziel gesetzt, das Potenzial der Biomasse in der Region Zimmerberg (Bezirk Horgen) besser auszuschöpfen und zu koordinieren. Zu diesem Zweck hat sie eine Studie in Auftrag gegeben. Diese umfasst, jeweils für unverholzte wie auch für verholzte Biomasse (Energieholz), eine Bestandesaufnahme, eine Potenzialabschätzung sowie Empfehlungen zur Nutzungssteigerung.

Der vorliegende Bericht liefert, jeweils für die unverholzte Biomasse und das Energieholz Angaben zu folgenden Themen:

- Aktuelle Nutzung (Nachfrage)
- Aktuelles Angebot
- Zusätzlich verfügbares Potenzial
- Prognose bis 2050
- Empfehlungen zur Steigerung der Nutzung



# UNVERHOLZTE BIOMASSE





### 3. Unverholzte Biomasse

#### 3.1 Vorgehen und Methodik

##### 3.1.1 Begriff Potenzial

Für den Bereich der unverholzten Biomasse werden die Potenzialbegriffe in Anlehnung an [1] wie folgt definiert:

Begriff	Beschreibung/Definition
Theoretisches Potenzial	Gesamte organische Biomasse, welche jedes Jahr anfällt
Bereits genutztes Potenzial	Bereits genutzte unverholzte Biomasse in: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergärungsanlagen</li> <li>• Faultürmen von Kläranlagen</li> <li>• kompostiert dezentral, Feldrand, Platz</li> <li>• Nutzung als Tierfutter</li> <li>• Ausscheidungen auf Weide oder Alp</li> <li>• Einarbeitung auf den Feldern (Gründüngung etc.)</li> </ul>
Zusätzlich nutzbares Potenzial	Zusätzlich nutzbare unverholzte Biomasse: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomasse aus kommunalen Sammeldiensten und Landschaftspflege</li> <li>• bisher ungenutzte organische Biomasse aus Industriebetrieben</li> <li>• Hofdünger und Ernterückstände</li> </ul>

Tabelle 5: Potenzialbegriffe unverholzte Biomasse.

##### 3.1.2 Bestimmung Potenzial

Für den Bereich unverholzte Biomasse werden die Potenziale folgender Fraktionen betrachtet:

Begriff	Beschreibung/Definition
Grüngut	Biogene Reststoffe aus dem Sammeldienst in den Gemeinden und aus der Garten- und Landschaftspflege
Biomasse im Hauskehricht	Biogene Reststoffe aus Küche und Haushalt aus dem Kehrichtsack
Organische Biomasse aus Industrie und Gewerbe	Biogene Reststoffe aus der Produktion, Verarbeitung und (Über-)Lagerung von Lebensmitteln
Nebenprodukte aus landwirtschaftlichem Pflanzenbau, Ernterückstände	Getreideabgang, Rüstabfälle aus der Früchte- und Gemüseproduktion und -verarbeitung
Hofdünger	Gülle und Mist aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung
Klärschlamm	Schlamm aus Kläranlagen
Einwohnerwert EW	Pro Einwohner und Jahr verursachte Belastung (Schmutzfracht) einer Kläranlage

Tabelle 6: Verwendete Begriffe und Definitionen.

Für die Beschreibung der energetischen Potenziale werden folgende Kennwerte verwendet:

Begriff	Beschreibung/Definition
Spezifische Biogasproduktion	Nm <sup>3</sup> Biogas pro t Frischmaterial [FM]
unterer Heizwert H <sub>u</sub>	kWh pro Nm <sup>3</sup> Biogas
Biogasproduktion aus der Vergärung von Grüngut	Nm <sup>3</sup> Biogas = t Frischmasse x 90 Nm <sup>3</sup> Biogas/t (durchschnittlicher Biogasertrag Kompogas-Anlagen)
Energieinhalt	kWh = Nm <sup>3</sup> Biogas x 5.8 kWh/Nm <sup>3</sup> Biogas (durchschnittlicher unterer Heizwert H <sub>u</sub> von Biogas)

Tabelle 7: Kennwerte zur Ermittlung des Energieinhaltes.

### 3.1.3 Praktisches Vorgehen und Herleitung

Zur Herleitung der aktuellen Nutzung und der Potenziale, welche zusätzlich genutzt werden können, werden pro Biomassefraktion folgende Abklärungen durchgeführt:

#### Grüngut aus Haushalt und Landschaftspflege

- Welche Mengen biogener Reststoffe (Grüngut, Küchenabfälle) werden heute schon separat gesammelt und wie werden sie heute verwertet beziehungsweise entsorgt?
- Situation der Grünabfuhr in den Gemeinden (Hol- oder Bringsystem, Vergütungssystem, Anzahl Abfahren)
- Wie gross ist das Potenzial an zusätzlich energetisch nutzbarer Biomasse?
- Welche Mengen werden dezentral in den Gemeinden und Siedlungen kompostiert?

#### Anteil organischer Biomasse im Hauskehricht

- Abschätzung mit Hilfe von statistischen Daten aus Untersuchungen des Bundesamts für Umwelt BAFU
- Abschätzung mit Stichproben im Hauskehricht der Kehrichtverbrennungsanlage Horgen und mit Hilfe der Zulassungslisten auf Gemeindeebene

#### Organischer Abfall aus Industrie und Gewerbe

- Identifikation von Betrieben, welche Lebensmittel beziehungsweise organische Nahrungsmittel herstellen oder verarbeiten
- Gastroabfälle, Öle und Fette
- Erhebung der Stoffflüsse und der Entsorgungspfade mittels Umfrage oder mit Hilfe von verfügbaren statistischen Daten



### Hofdünger

- Ermittlung der Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe und des Tierbestandes in der Region Zimmerberg
- Abklären der Möglichkeit des Baus von Gemeinschaftsanlagen
- Biogas aus Hofdünger in der Region

### Nebenprodukte landwirtschaftlicher Pflanzenbau

- Aktuelles und zukünftiges Potenzial aus dem Anbau von Zwischenfrüchten
- Ernterückstände aus dem Ackerbau (z.B. Rübenblätter)
- Getreideabgang

### Klärschlamm

- Übersicht über die Schlammfäulung in Kläranlagen

## 3.1.4 Verfahren zur Vergärung von unverholzter Biomasse

### 3.1.4.1 Übersicht

Landwirtschaftliche Biogasanlagen arbeiten nach dem Konzept der Flüssigvergärung und bevor im Einzelnen auf die Potenziale in Grüngut-Vergärungsanlagen, der Vergärung in landwirtschaftlichen Biogasanlagen und in den Faultürmen von kommunalen Kläranlagen eingegangen wird, scheint es sinnvoll, diese Verfahren hinsichtlich geeigneter Substrate abzugrenzen.

Je nach Reststoff können die Verfahren wie folgt eingeteilt werden:



Bild 6: Abgrenzung der Verfahren nach Reststoff.

### 3.1.4.2 Flüssigvergärung

Landwirtschaftliche Biogasanlagen arbeiten nach dem Konzept der Flüssigvergärung und verarbeiten vor allem Hofdünger wie Gülle und Mist. Im unteren Prozentbereich lassen sich aber auch Reststoffe aus der lebensmittelverarbeitenden Industrie verwerten, die in einem pumpfähigen, verflüssigten Zustand gebracht werden.



Bild 7: Landwirtschaftliche Biogasanlage mit Fermenter und Nachgärer mit Gasspeicher (Engeli Engineering).

Auch in den Faultürmen von Kläranlagen können neben dem Überschussschlamm ausschliesslich flüssige oder verflüssigte Substrate vergoren werden. Zu beachten ist jedoch, dass im Gegensatz zu den landwirtschaftlichen Anlagen die Endprodukte der Vergärung aufgrund des Faulschlammanteils nicht pflanzenbaulich genutzt werden. Die in den Vergärungsprodukten enthaltenen Nährstoffe dürfen deshalb nicht auf landwirtschaftliche Nutzflächen ausgebracht werden.

Grünabfälle, die unter anderem aus verholztem Material bestehen, sind für landwirtschaftliche Biogasanlagen und Faultürme von Kläranlagen aus verfahrenstechnischen Gründen nicht geeignet.

### 3.1.4.3 Trocken- oder Feststoffvergärung

Gewerbliche Biogasanlagen, die nach dem Konzept der Trocken- oder Feststoffvergärung arbeiten, sind für die Verarbeitung von Grünabfällen ausgelegt.



Bild 8: Liegender Fermenter System  
Kompogas für die Grüngutvergärung  
(Kompogas-Anlage, Oetwil am See).

Sie sind auf der anderen Seite aber nicht geeignet, grosse Mengen an Gülle oder anderen flüssigen Substraten zu vergären. Somit besteht nur eine kleine Schnittmenge an Substraten, die von beiden Anlagentypen verarbeitet werden können, welche sich dementsprechend auch konkurrenzieren.

Zwischen Kompostieranlagen und gewerblichen Biogasanlagen besteht hingegen eine stärkere Konkurrenzsituation: Eine konsequente Trennung von Grüngut in eine Fraktion, die gut vergärbare ist, und in eine, die eher verholzt ist und daher für die Kompostierung besser geeignet ist, wird in der Regel aus Kostengründen nicht gemacht. Trotzdem trennen einige Kompostier- und Vergärungsanlagen stark verholzte Fraktionen zur Erzeugung von Holzschnitzeln ab. Dies geschieht beispielsweise auf dem Biomassehof Wädenswil der Firma Haab-Bossert GmbH, wo rund 3000 t/a Holzschnitzel hergestellt werden.

Für die Verarbeitung von Grüngut stehen also sowohl Kompostier- als auch Vergärungsanlagen zur Verfügung. Da die Vergärung energieeffizienter als die Kompostierung ist, und die Endprodukte (Kompost und Gärgut) ökologisch gleichwertig sind, wird die Vergärung von ökologisch ausgerichteten Gemeinden, die Wert auf eine energetische und stoffliche Nutzung des Grüngutes legen, in der Regel bevorzugt. Letztendlich liegt es aber im Ermessen der Gemeinden, welchem Verarbeitungspfad der Vorzug gegeben wird.

### 3.1.5 Zukunft von Biogasanlagen

Die Energieproduktion in Biogasanlagen ist teurer als diejenige von Solaranlagen oder Windrädern. Ihr Vorteil und somit auch ihre Existenzberechtigung liegen in der Speicherbarkeit und der Nutzung als Regelenergie zur Netzstabilisierung. Diese wird in der zukünftigen Energiepolitik eine wichtigere Rolle als bisher einnehmen. Dies hat auch dazu geführt, dass in der Schweiz der politische Wille bekundet wurde, diese Anlagen weiterhin zu unterstützen. Wie diese Unterstützung in Zukunft aussehen wird, ist noch nicht beschlossen.

Einziger Grundsatz, dass sowohl eine Unterstützung beim Bau wie auch dem Betrieb der Anlagen geleistet wird, wurde politisch entschieden. Wie dies konkret umgesetzt wird, ist momentan in der Ausarbeitung. Wie hoch die Unterstützung ausfällt, beeinflusst massgeblich, wie viele der jetzigen Projekte realisiert werden.

### 3.2 Resultate unverholzte Biomasse

#### 3.2.1 Nutzung

##### 3.2.1.1 Vergärung von Biomasse

Die Daten über die aktuell (2020) eingesammelten Mengen basieren auf den Aufzeichnungen des Zweckverbandes für Abfallverwertung im Bezirk Horgen ZVHo [1]. Weiter konnten, unter Einhaltung der Vorschriften des Datenschutzes, die im Rahmen der jährlichen Inspektion durch das Brancheninspektorat erhobenen Mengendaten zur Validierung verwendet werden [2, 3, 4].

Gemeinden	Anzahl Einwohner (2020) [EW]	Effektive Nutzung		Nutzung bei 100 bzw. 120 kg/EW*a	
		total [t/a]	pro Einwohner [kg/EW*a]	100 kg/EW*a [t/a]	120 kg/EW*a [t/a]
Adliswil	19'004	1'317	69	1'900	2'280
Horgen	23'073	2'491	108	2'307	2'769
Kilchberg	9'189	713	78	919	1'103
Langnau a.A.	7'880	836	106	788	946
Oberrieden	5'118	648	127	512	614
Richterswil	13'647	1'783	131	1'365	1'638
Rüschlikon	6'120	784	128	612	734
Thalwil	18'263	1'592	87	1'826	2'192
Wädenswil	25'232	3'200	127	2'523	3'028
<b>Total bzw. Ø</b>	<b>127'526</b>	<b>13'364</b>	<b>107</b>	<b>12'753</b>	<b>15'303</b>

Tabelle 8: Eingesammelte und energetisch genutzte Mengen an Grüngut (2020). Mögliche Nutzungsmengen bei verschiedenen spezifischen Nutzungsmengen pro Einwohner.

Im Jahr 2020 wurden im Bezirk Horgen insgesamt 13'364 Tonnen Grüngut eingesammelt und mittels Vergärung energetisch genutzt. Davon wurden 12'047 Tonnen der Kompogas-Anlage in Samstagen (Richterswil) zugeführt. Die restlichen 1'317 Tonnen aus der Gemeinde Adliswil wurden ausserhalb des Bezirks der Kompogas-Anlage in Ottenbach zugeführt. Zu beachten ist, dass die Sammelmengen von Jahr zu Jahr schwanken können. Einen grossen Einfluss haben Witterungseinflüsse auf die Vegetation (Biomassezuwachs) und die Tonnagen im Falle von Nässeperioden. Daher sind Abweichungen von  $\pm 10\%$  ohne weiteres zu erwarten.

Betrachtet man die spezifischen Daten pro Gemeinde, so lassen sich beträchtliche Unterschiede in den Einsammelmenen pro Einwohner und Jahr feststellen. Der Mittelwert über alle Gemeinden liegt bei rund 107 kg/EW\*a. Mit einem Median von 108 kg/EW\*a liegt die Hälfte der spezifischen Werte unter 108 kg/EW\*a, die andere Hälfte darüber. Weiter fällt auf, dass die spezifischen Mengen pro Einwohner in den Gemeinden Adliswil, Kilchberg und Thalwil zwischen 20 und 40 % unter dem Mittelwert liegen. Gründe dafür könnten der Einsammelrhythmus, ein mehrmaliger Häckseldienst, die Siedlungsstruktur oder der vermehrte Einsatz von Gärtnern sein, welche Grüngut aus der Gartenpflege direkt abführen.

In den Gemeinden mit tendenziell ländlichen Gebieten an der Peripherie, können die höheren Sammelmengen auf einen hohen Grünraumanteil zurückgeführt werden. Rückfragen bei Alex Helfenstein von der Gemeinde Adliswil und Marco Gradenecker von der Gemeinde Horgen [5], haben ergeben, dass im gesamten Bezirk keine Einsammelpflicht besteht. Es fällt zudem auf, dass die Gemeinden mit den tiefsten spezifischen Sammelmengen keine ländlich geprägten Gebiete umfassen. In den genannten Gemeinden ist also noch Potenzial für eine Mengensteigerung vorhanden. Falls die durchschnittliche Einsammelmenge auf 120 kg/EW\*a



erhöht werden könnte, wäre eine Erhöhung der jährlichen Menge um 1'939 t auf 15'303 t möglich. Zum Vergleich: Im Kanton Zug liegen die Mengen bei rund 150 kg/EW\*a. Die dafür notwendigen Massnahmen werden im Kapitel 3.5 erörtert.

Die Energiegewinnung aus der Grüngutvergärung in Samstagen präsentierte sich im Jahr 2020 wie folgt [3]:

Beschreibung	Einheit	Menge
Vergorene Grüngutmenge in der Anlage Samstagen	[t/a]	11'600
Biogasproduktion	[m <sup>3</sup> /a]	1'044'000
Energieproduktion (gerundet)	[MWh/a]	6'055

Tabelle 9: Energiegewinnung aus der Grüngutvergärung in Samstagen 2020. Die Berechnungen basieren auf den Angaben in Tabelle 3.

### 3.2.1.2 Kompostierung von Grüngut

Zusätzlich zu den im Bezirk Horgen über den ZVHo eingesammelten Mengen werden rund 6'500 t/a biogene Abfälle aus der Garten- und Landschaftspflege von Gärtnern und Gartenbauern auf den Biomasse-Hof der Firma Haab-Bossert GmbH in Wädenswil angeliefert.

Nach Auskunft von Rainer Bossert handelt es sich neben einem Anteil Rasenschnitt grösstenteils um verholztes, astig-strauchiges Material. Rasenschnitt und weitere vergärbare Fraktionen in der Grössenordnung von 500 t/a werden aktuell zur Vergärung in die Kompogas-Anlage nach Samstagen geliefert. Weitere rund 3'000 t/a astig-strauchiges Material werden jährlich zu rund 10'000 Srm (3'500 m<sup>3</sup>) Holzschnitzeln verarbeitet und einer energetischen Nutzung ausserhalb der Region Zimmerberg zugeführt [6]. Die verbleibende Menge von rund 3'000 t/a wird vor Ort kompostiert, und der erzeugte Kompost kommt in der Landwirtschaft und im Garten- und Landschaftsbau zum Einsatz.

Da es sich grösstenteils um verholztes Material handelt, welches von Gärtnern auf den Biomasse-Hof angeliefert wird, ist eine Mengensteigerung der vergärbaren Fraktion nur beschränkt möglich. Weitere Kompostieranlagen sind nach Rückfrage beim AWEL (Abteilung Abfallwirtschaft) in der Region nicht vorhanden.

### 3.2.1.3 Verarbeitungskapazitäten von Grüngut

Ausgehend von den erhobenen Daten sind nachfolgend die Kapazitäten und die aktuelle Nutzung (Kompostierung, Vergärung andere) der Biomassefraktionen aus dem Siedlungsgebiet dargestellt.

Anlage	Anlagentyp	Substrate	Input [t/a]
Axpo Kompogas Samstagen AG, Richterswil	Vergärung	Grüngut	11'600
Kompostierung Biomasse-Hof Haab-Bossert GmbH	offene Mieten/Platz	Grüngut	6'500
<b>Total</b>			<b>18'100</b>

Tabelle 10: Anlagen zur Verarbeitung von Grüngut im Bezirk Horgen.

Im Jahr 2020 wurden in der Vergärungsanlage der Axpo in Samstagen 11'600 Tonnen und auf der Kompostieranlage Haab-Bossert GmbH in Wädenswil 6'500 Tonnen Grüngut verarbeitet [6]. Insgesamt beträgt die Verarbeitungskapazität aktuell 18'100 Tonnen Grüngut pro Jahr.

### 3.2.2 Potenzial

#### 3.2.2.1 Herleitung

Ausgehend von den aktuell verarbeiteten Mengen wird nachfolgend das **zusätzlich nutzbare Potenzial** wie folgt hergeleitet.

- Ermittlung der spezifischen Sammelmengen pro Einwohner und Jahr und Vergleich mit Referenzwerten zur Abschätzung einer möglichen Mengenerhöhung (vgl. Kapitel 3.2.1.1).
- Abschätzung der im Bezirk Horgen über die ordentliche Kehrichtabfuhr in die Verbrennung gelangende Menge an biogenen Abfällen mittels Referenzdaten
- Abschätzung des Potenzials aus nicht an die Grünabfuhr und an den Häckseldienst angeschlossenen Gebieten mittels Gesprächen mit Gemeindevertretern

Beschreibung	Menge [t/a]	Kommentar
Sammeldienst im Bezirk Horgen	12'047	Mengen 2020 ohne Adliswil
Liegenschaften ohne Grünabfuhr, Steigerung der eigesammelten Mengen durch verbesserte Information	3'300	Erhöhung der Sammelmenge auf 120 kg/EW*a durch Anschluss von noch nicht angeschlossenen Siedlungen und Liegenschaften an die Grünabfuhr und durch Informationskampagnen
Häckseldienst, Kompostierung Hausgarten	200	Zusätzliche Mengen aus Häckseldienst
Anteil im Kehricht	2'700	25 % von 21'843 t/a, davon 50 % [8, 9]
Garten- und Landschaftsbau	6'500	Direktanlieferung aus Biomasse-Hof Haab-Bossert GmbH, Wädenswil
Zuzüglich Adliswil	1'317	Verarbeitung im Bezirk Horgen anstatt in Ottenbach ZH
Zuzüglich Direktanlieferungen	1'500	Direktanlieferungen von Gemeinden und Gärten nach Samstägern
<b>Total Potenzial unverholzte Biomasse</b>	<b>27'564</b>	

Tabelle 11: Gesamtes nutzbares Potenzial an unverholzter Biomasse.

Unter der Annahme, dass im Kehricht des Verbandgebietes 25 % biogene Abfälle enthalten sind, könnten mit geeigneten Massnahmen zusätzlich 5'460 t/a biogene Abfälle separat erfasst werden [9]. Bei der Abschätzung des Gesamtpotenzials wird angenommen, dass rund 50 % bzw. 2'700 t/a davon mit der Grünabfuhr erfasst werden könnten.

Nicht berücksichtigt sind darin 4'539 t/a, die von Samstägern an andere Kompogas-Anlagen verschoben werden [3]. Es wird vermutet, dass diese Menge aus den benachbarten Gebieten im Kanton Schwyz stammt, in Samstägern in Grossgebäude umgeladen und an andere, durch die Axpo betriebene Kompogas-Anlagen geliefert wird. Es kann davon ausgegangen werden, dass dies auch in Zukunft so bleiben wird.

#### 3.2.2.2 Vergärbare Biomasse aus der Lebensmittelindustrie

Für eine Abschätzung des Biomassepotenzials wurden die beiden grösseren Firmen Blattmann Schweiz AG, 8820 Wädenswil, und Lindt & Sprüngli (Schweiz) AG, 8802 Kilchberg, in Betracht gezogen. Bei der Firma Blattmann Schweiz AG werden die in der Produktion und bei der Reinigung der Produktionsanlagen entstehenden Abwässer betriebsintern vorbehandelt und dann der öffentlichen Kläranlage (ARA Wädenswil) zugeführt. Im Zuge der Vorbehandlung wird primär unlösliche Stärke abgetrennt. Die abgetrennte Stärke sowie die separat erfassten, hochbelasteten Abwässer werden von einer industriellen Biogasanlage im Kanton Aargau ab-



geholt [37]. Die an die ARA Wädenswil (44'000 Einwohner) über das Abwasser abgeleitete organische Fracht trägt dort zur Biogaserzeugung in der Faulanlage bei. Wie gross der Biogasbeziehungsweise Klärgasanteil daraus ist, kann ohne aufwendige Datenanalyse nur schwer abgeschätzt werden. Zu beachten ist auch, dass die Transportwürdigkeit von Abwasser in eine landwirtschaftliche oder industrielle Biogasanlage hinterfragt werden muss. Dazu kommt, dass jeder Kubikmeter, der einer landwirtschaftlichen oder industriellen Biogasanlage zugeführt wird, in den Wintermonaten gelagert werden muss, weil weder Gärgülle noch Gärgut ausgebracht werden dürfen. Aus dieser Sicht ist die Vergärung in der Kläranlage eine gute Lösung, die zur Erhöhung der Eigendeckung des Strombedarfs der ARA beiträgt. Da von der Firma Lindt & Sprüngli (Schweiz) AG bis dato keine Daten zur Verfügung stehen, kann keine Abschätzung vorgenommen werden.

### 3.2.2.3 Vergärung von Hofdünger und Co-Substraten

#### 3.2.2.3.1 Vorbemerkung

Aktuell ist im Bezirk Horgen nur die landwirtschaftliche Biogasanlage Krone Biogas GmbH in Wädenswil in Betrieb [17]. Die Anlage arbeitet seit dem Jahr 2012 und produziert Biogas aus rund 5'100 t/a Gülle und Mist sowie aus rund 800 t/a Co-Substraten.

#### 3.2.2.3.2 Potenzial der Hofdüngervergärung

Zur Ermittlung des Hofdüngerpotenzials werden die Tierbestände und die Betriebsstatistik im Bezirk Horgen herangezogen. Die folgende Abbildung zeigt die Anzahl Betriebe sowie die Betriebsgrössen-Verteilung im Bezirk Horgen [14, 15, 16, 18, 19, 20]:

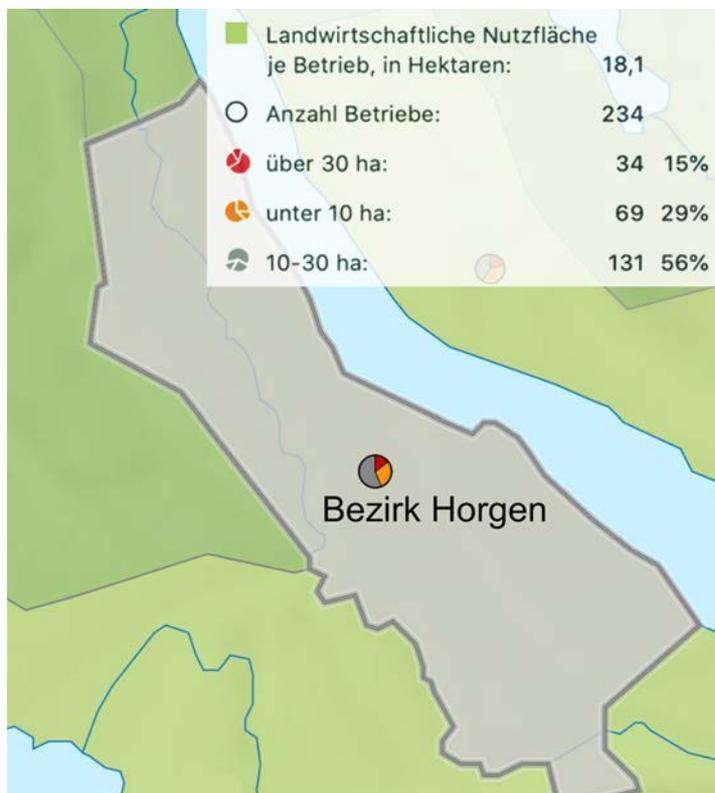


Bild 9: Landwirtschaftliche Betriebe und Grössenverteilung im Bezirk Horgen [15].

Tabelle 12 zeigt die aktuellen Tierbestände in den Gemeinden des Bezirks [13]:

Gemeinde	Anzahl Betriebe	DGVE Rind	DGVE Schwein	DGVE Geflügel	DGVE total
Adliswil	3	47			74
Horgen	57	1'479			1'841
Kilchberg	1	0	0	10	41
Langnau a.A.	8	239	1.5	2	285
Oberrieden	0	0	0	0	2
Richterswil	20	477	20	20	607
Rüschlikon	1	60	0	2.5	73
Thalwil	2	42	0	1	63
Wädenswil	142	2'830	300	55	3'506
<b>Total</b>	<b>234</b>	<b>5'174</b>	<b>530</b>	<b>110</b>	<b>6'492</b>

Tabelle 12: Düngergrossvieheinheiten (DGVE) Rind, Schwein und Geflügel pro Gemeinde

Die Differenzen in der obigen Tabelle zwischen DGVE total und den DGVE der wichtigsten Tierkategorien Rind, Schwein und Geflügel teilen sich auf in Pferde, Schafe, Ziegen, Alpakas, Hirsche, Lamas, Enten, Gänse, Strausse etc., also alles Tiere, die sich mehrheitlich im Freien aufhalten und von denen deshalb weder Mist noch Gülle für eine energetische Nutzung anfällt.

Aufgrund der Tierbestände scheinen die Gemeinden Horgen und Wädenswil mit den bergseitigen Weilern für eine nähere Betrachtung infrage zu kommen. Auf dem Gebiet der Gemeinde Horgen sind 1'479 DGVE Rind, auf dem Gebiet der Gemeinde Wädenswil 2'830 DGV Rind statistisch erfasst. Die DGVE Schwein und Geflügel werden nicht weiter berücksichtigt.

### 3.2.2.3.3 Energiegewinnung aus der Hofdüngervergärung

Das theoretische Biogas- und Energiepotenzial für die beiden Gemeinden kann wie folgt beziffert werden:

Gemeinde	DGVE Rind [Anzahl]	Gülmengenge [m <sup>3</sup> /DGVE*a]	Biogasmengenge [m <sup>3</sup> Biogas/m <sup>3</sup> Gülle]	Heizwert Biogas [kWh/m <sup>3</sup> ]	Energie [kWh/a]	Strom [kWh/a]
Horgen	1'479	25	739'500	6	4'437'000	1'641'690
Wädenswil	2'830	25	1'415'000	6	8'490'000	3'141'300
<b>Total</b>	<b>4'309</b>		<b>2'154'500</b>		<b>12'927'000</b>	<b>4'782'990</b>

Tabelle 13: Theoretisches Biogas- und Energiepotenzial in den Gemeinden Horgen und Wädenswil.

Um verlässliche Angaben über das praktische und ökonomische Potenzial zu erhalten, müssten folgende Fragen detailliert geklärt werden:

- Wo und in welcher Distanz zueinander liegen die aufgrund des Tierbestandes geeigneten Höfe?
- Besteht an den Standorten die Möglichkeit einer vollumfänglichen Wärmenutzung?
- Besteht die Möglichkeit, Biomethan einzuspeisen?
- Sind die Landwirte bereit, Hofdünger in eine Gemeinschaftsanlage abzugeben?



Erfahrungen aus der Projektentwicklung haben gezeigt, dass der Bau von Gemeinschaftsanlagen in Gebieten, in denen kein Grund für Hofdüngerverschiebungen besteht (Tierbestand, Nährstoffbilanz), kaum umsetzbar ist. In der Regel sind die Landwirte nicht bereit, die Kosten für die Gülletransporte zu übernehmen, wenn keine Notwendigkeit dafür gegeben ist. Ausnahmen sind unter Umständen Standorte, welche mit Gülleleitungen verbunden werden können.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass für die Vergärung von Hofdüngern nur Betriebe in Frage kommen, bei denen innerhalb eines Radius von 1.5 km mehr als 3'500 t/a (Mist + Gülle unverdünnt) anfallen. Weiter ist im Kanton Zürich aufgrund der Planungspflicht abzuklären, ob für eine Gemeinschaftsanlage ein privater Gestaltungsplan erstellt werden muss.

Dazu kommt, dass zurzeit nicht ganz klar ist, wie es mit der kostendeckenden Einspeisevergütung weitergeht. Obwohl die Parlamentarische Initiative Girod (19.443) am 1. Oktober 2021 angenommen wurde, kann zurzeit nicht vorhergesagt werden, wie hoch die einmaligen Investitionsbeiträge und die Betriebsbeiträge ausfallen werden und ob reine Hofdüngeranlagen damit wirtschaftlich betrieben werden können.

### 3.2.2.3.4 Schlussfolgerungen Hofdüngervergärung

Aus den oben genannten Gründen sowie aufgrund von Erfahrungen der letzten Jahre scheint der Zubau von Hofdünger-Vergärungsanlagen im Bezirk Horgen nur beschränkt machbar zu sein. Für diese Studie wird angenommen, dass die aktuelle Biogasproduktion aus Gülle und Mist im besten Fall verdoppelt werden könnte; entweder durch den Ausbau bestehender Kapazitäten oder einen Neubau.

### 3.2.2.4 Kläranlagen mit Schlammfäulung

#### 3.2.2.4.1 Übersicht

Tabelle 14 zeigt eine Übersicht über die Kläranlagen im Bezirk Horgen:

Standort	Einwohnerwerte [EW]	Schlammfäulung/BHKW
Adliswil	30'226	ja, BHKW
Horgen	26'952	ja, BHKW (Mikrogasturbine)
Richterswil	14'533	ja, BHKW
Thalwil	23'269	ja, BHKW (Mikrogasturbine)
Wädenswil	21'520	ja, BHKW
→ ARA Zimmerberg		Gaseinspeisung (Zukunft)
<b>Total</b>	<b>240'100 EW</b>	

Tabelle 14: Kläranlagen mit/ohne Schlammfäulung im Bezirk Horgen [21].

Gemäss den Informationen aus den Jahresberichten der Kläranlagen und den Standortgemeinden verfügen sämtliche Kläranlagen ausser der Kleinanlage in Schönenberg über eine Schlammfäulung mit BHKW/Mikrogasturbine. In der Regel werden der produzierte Strom zur Deckung des Eigenstrombedarfs der Kläranlage und die Abwärme zur Heizung von Faulanlage und allenfalls Betriebsgebäuden benötigt. Nach der geplanten Zusammenlegung der beiden Anlagen Thalwil und Horgen zur ARA Zimmerberg, soll die Verstromung durch eine Gasaufbereitung und

-einspeisung ersetzt werden [21, 22, 23, 24, 25]. Der energetische Beitrag der Schlammfäulung manifestiert sich bei den Anlagen mit BHKW/Mikrogasturbine durch Einsparungen beim Strombezug.

### 3.2.2.4.2 Energieproduktion der Kläranlagen

Mit Hilfe der elektrischen Wirkungsgrade der BHKWs im passenden Leistungsbereich (35 %) kann die im Klärgas/Biogas enthaltene Energie abgeschätzt werden. Gesamthaft erzeugen die Faulanlagen auf den Kläranlagen im Bezirk Horgen jährlich rund 6'350 MWh in Form von Biogas.

Standort	Einwohnerwerte	Strom	Klärgas	Spezifische Energieproduktion
		BHKW	Energie	
	[EW]	[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/EW*a]
Adliswil	30'226	224'798	624'439	20.66
Horgen	26'952	375'570	1'391'000	51.61
Richterswil	14'533	317'702	882'506	60.72
Thalwil	23'269	392'968	1'455'437	62.55
Wädenswil	21'520	717'761	1'993'781	92.65
<b>Total/Mittelwert</b>	<b>116'500</b>	<b>2'028'799</b>	<b>6'347'162</b>	<b>Ø 57.6</b>

Tabelle 15: Vergleich der Energieproduktion in den Kläranlagen im Jahr 2020 [21].

Betrachtet man die Energieproduktion bezogen auf die angeschlossenen Einwohnerwerte, so fällt auf, dass die Kläranlage Wädenswil mit Abstand die höchste Energieproduktion aufweist. Diese signifikante Abweichung nach oben kann mit der Zufuhr von stärkehaltigem Abwasser von der Firma Blattmann Schweiz AG begründet werden.

Nach der geplanten Zusammenlegung der beiden Anlagen Thalwil und Horgen zur ARA Zimmerberg, wird mit der Einspeisung von 550 MWh Biomethan gerechnet [24].

### 3.2.3 Gegenüberstellung von Nutzung und Potenzial

Stellt man dem gesamten Potenzial unverholzter Biomasse die aktuelle Nutzung in den beiden Anlagen in Samstagen und Wädenswil gegenüber, so ergibt sich ein zusätzlich nutzbares Potenzial von 9'464 t/a beziehungsweise 4'940 MWh/a in Form von Biomethan.

Basierend auf den aktuellen Daten ergibt sich für die Biomasse aus dem kommunalen Sammeldienst und dem Gart- und Landschaftsbau ein mit geeigneten Massnahmen zusätzlich energetisch nutzbares Potenzial von rund 10'000 t/a.

Aktuelle Nutzung	Nutzung 2020	Potenzial total	Potenzial zusätzlich
	[MWh/a] [t/a]	[MWh/a] [t/a]	[MWh/a] [t/a]
Grüngutvergärung	6'055 11'600	10'995 21'064	4'940 9'464
<b>Total</b>	<b>6'055 MWh/a 11'600 t/a</b>	<b>10'995 MWh/a 21'064 t/a</b>	<b>4'940 MWh/a 9'464 t/a</b>

Tabelle 16: Vergleich Nutzung und Potenzial. Die Berechnungen erfolgen gemäss den Angaben in Tabelle 3.



### 3.2.4 Projekte und geplante Anlagen

#### 3.2.4.1 Region Zimmerberg

In der Region Zimmerberg sind neben dem Projekt einer Vergärungsanlage am Standort der KVA Horgen keine weiteren Projekte bekannt. Der Zweckverband für Abfallverwertung im Bezirk Horgen (ZVHo) beabsichtigt für die Verwertung der biogenen Abfälle der Region Zimmerberg eine neue Vergärungsanlage am Standort der heutigen Kehrrechtverbrennungsanlage zu errichten und Biogas für die Einspeisung ins Gasnetz zu erzeugen [1].

Das Vorhaben steht im Zusammenhang mit einem Ersatz der heutigen Kompogas-Anlage in Samstagern, welche nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik entspricht und in den nächsten Jahren ersetzt werden muss. Die sich in Planung befindende Vergärungsanlage soll über genügend Kapazität (25'000 t/a) verfügen, um die gesamte Biomasse aus der Region und allenfalls darüber hinaus zu verarbeiten.

Der geplante Standort auf dem Areal der bestehenden KVA Horgen an der Zugerstrasse liegt zentral im Einzugs- und Abnahmegebiet. Die bisherigen Transporte von Grüngut nach Samstagern werden nach der Inbetriebnahme der geplanten Vergärungsanlage in Horgen wegfallen. Am geplanten Standort besteht die Möglichkeit, das Biogas auf Erdgasqualität aufzubereiten und in das auf dem Areal vorhandene Erdgasnetz einzuspeisen, und der Fermenter kann mit Abwärme der KVA beheizt werden.

#### 3.2.4.2 Angrenzende Gebiete

Ausserhalb der Region Zimmerberg ist in Rapperswil-Jona SG eine Vergärungsanlage mit einer Kapazität von 30'000 t/a geplant [7]. Die Realisierung dieser Anlage bedeutet, dass Grüngut aus den an die Region Zimmerberg angrenzenden Gemeinden im Kanton Schwyz, welches heute in der Anlage Samstagern vergoren wird, zukünftig nach Rapperswil-Jona geliefert werden könnte. In der Folge würde die energetische Nutzung von Grüngut in der Region Zimmerberg sinken. Inwiefern dieser Fall eintreten wird, kann zurzeit nicht beantwortet werden. Offen ist derzeit auch, wie lange die Anlage in Samstagern noch betrieben werden kann und wie es mit dem Projekt in Horgen weitergehen wird. Kompostieranlagen und landwirtschaftliche Biogasanlagen sind nach aktuellem Wissensstand nicht geplant.

### 3.2.5 Potenzial in den angrenzenden Gebieten

Die aktuelle und zukünftige Situation hinsichtlich des Potenzials an unverholzter Biomasse in den angrenzenden Gebieten lässt sich folgendermassen zusammenfassen:

- **Richtung Stadt Zürich**

Aufgrund des geplanten Ausbaus der Vergärungsanlage der Stadt Zürich (Biogas Zürich) ist nicht damit zu rechnen, dass Grüngut in die Region Zimmerberg verschoben werden wird.

- **Richtung Kanton Zug**

Das Grüngut aus dem Gebiet südlich des Hirzels und aus dem Sihltal wird wie bisher in den Vergärungsanlagen Obfelden oder Allmig, Baar, verarbeitet werden.

- **Richtung Kanton Schwyz**

Das Grüngut aus den Gemeinden des Kantons Schwyz (Ausserschwyz, Einsiedeln, March und Gaster) wird zukünftig, wie erwähnt, in der geplanten Grossanlage der Axpo in Rapperswil-Jona verarbeitet werden.

Es kann nach aktuellem Wissensstand davon ausgegangen werden, dass in diesen Regionen kein zusätzliches Potenzial mehr vorhanden sein wird.



### 3.3 Diskussion und Einordnung der Resultate

#### 3.3.1 Nutzung

Der grösste Beitrag an die aktuelle Nutzung der feuchten Biomasse mit 6'055 MWh/a stammt aus der Vergärung von Grüngut. An zweiter Stelle folgt die Energieproduktion von 6'347 MWh/a der Kläranlagen in der Region Zimmerberg. Einen kleineren Beitrag von 2'600 MWh/a liefert die einzige landwirtschaftlich Biogasanlage in der Region Zimmerberg.

#### 3.3.2 Potenzial

Zu den Potenzialen lassen sich folgende Punkte festhalten:

- **Grüngut**  
Die aktuell vorhandenen Mengen werden zu rund 65 % in der Vergärung und zu 35 % in der Kompostierung genutzt. Durch eine Palette von Informations- und Fördermassnahmen könnte die vergärbare Menge knapp verdoppelt werden.
- **Kläranlagen**  
Die Biogasproduktion aus der Faulung von Klärschlamm und Industriebabwasser kann durch die Bevölkerungszunahme in den angeschlossenen Gebieten oder durch die Zufuhr von geeigneten Co-Substraten (Stärke und fetthaltige Stoffe) etwas erhöht werden.
- **Industrie**  
Von den lebensmittelverarbeitenden und -produzierenden Industriebetrieben fehlen belastbare Angaben zu den energetisch nutzbaren Reststoffen. Ein gewisses Potenzial an Reststoffen, die nicht als Tierfutter verwertet werden können, scheint noch vorhanden zu sein.
- **Landwirtschaftliche Biogasanlagen**  
Der Zubau von landwirtschaftlichen Biogasanlagen ist derzeit aufgrund der Unsicherheit hinsichtlich der Höhe der Investitions- und Betriebsbeiträge für den Strom schwierig. Dazu kommt, dass auch Gemeinschaftsanlagen aufgrund der Kosten für die Gülletransporte meistens nicht wirtschaftlich betrieben werden können.

### 3.4 Prognose

#### 3.4.1 Grüngutverwertung

In der Vergangenheit sind die Mengen durch den Ausbau des Sammeldienstes kontinuierlich angestiegen. Ob und welchem Ausmass dies weiter der Fall sein wird, ist schwer abzuschätzen. Für die Prognose, insbesondere von Grüngut, sind verschieden Einflussfaktoren massgebend.

Gründe **für eine Mengenerhöhung** sind:

- Die durchschnittliche Sammelmenge im Bezirk liegt mit 108 kg/EW\*a noch unter den anzustrebenden Mengen von rund 130 kg/EW\*a.
- Die Einführung einer Anschlusspflicht könnte ebenfalls zu einer Mengensteigerung führen.
- Mit dem organischen Anteil aus dem Kehrriech könnten die Mengen in der Separatsammlung erhöht werden.
- Mit der Zunahme der Wohnbevölkerung im Bezirk ist eine Erhöhung der Sammelmenge von 100 bis 130 Tonnen pro 1000 Einwohner zu erwarten.



- Die durch behördliche Auflagen ausgelöste Mengenabnahme in der Feldrand- und Platzkompostierung führt durch Umlagerung zu Mehrmengen in der Vergärung.
- Begrünung von asphaltierten Flächen zur Senkung des Temperaturniveaus in Wohngebieten
- Zunahme der vegetarischen Ernährung führt zu mehr Rüstabfällen.

Gründe **gegen eine Mengenerhöhung** sind:

- Ökologische Gründe und vor allem die Herausforderungen des Klimaschutzes sollten tendenziell zu einem Rückgang der Lebensmittelverschwendung und zu einer Reduktion von Food Waste in den Haushaltungen führen.
- Durch verdichtetes Bauen wird der Grünflächenanteil in neuen Siedlungen pro Einwohner kleiner werden.

Wägt man die Gründe dafür und dagegen gegeneinander ab, so kann durchaus mit einer Mengenerhöhung gerechnet werden. Welche Faktoren überwiegen, ist jedoch schwierig abzuschätzen, da einerseits die Siedlungsentwicklung im Bezirk und die gesellschaftlichen und städtebaulichen Veränderungen über die nächsten 20 Jahre derzeit schwer einzuschätzen sind.

Zu beachten ist auch, dass die feuchte Biomasse zukünftig auch für andere Zwecke als zur Erzeugung von Energie Verwendung finden könnte. Biomasse kann auch als Substrat für die biotechnologische Gewinnung von Grundstoffen für die chemische und pharmazeutische Industrie genutzt werden.

### 3.4.2 Landwirtschaft

Massgebend ist die Bereitschaft der Politik, Biogasanlagen in der Landwirtschaft längerfristig mit Betriebsbeiträgen zu unterstützen. Die Gestehungskosten von Biomethan oder Strom und Wärme aus Biogas sind verglichen mit Solar- und Windenergie mit Abstand am höchsten. Inwiefern die Biogaserzeugung durch den Zubau von landwirtschaftlichen Biogasanlagen gesteigert werden kann, hängt daher stark von den Rahmenbedingungen ab, und Prognosen sind äusserst schwierig.

### 3.4.3 Kläranlagen

Die Klärgasgewinnung erhöht sich mit der Zunahme der angeschlossenen Einwohner und hängt daher vom Bevölkerungswachstum ab. Ein weiterer Faktor sind Industriebetriebe im Einzugsgebiet von Kläranlagen, welche organisch belastete Abwässer in die Kanalisation einleiten. In diesem Bereich zeigt sich jedoch, dass die Frachten durch betriebsinterne Massnahmen tendenziell zurückgehen, was folglich zu einem Rückgang der Klärgasproduktion führen kann. Auch hier sind daher Prognosen äusserst schwierig,

## 3.5 Empfehlungen zur Nutzungssteigerung

Der Vergleich der Sammelquoten hat grosse Unterschiede zutage gebracht. Die Sammelquoten schwanken zwischen 60 kg und 130 kg pro Einwohner und Jahr. Aus diesem Grund scheint eine Erhöhung der Sammelquote mit geeigneten Massnahmen möglich zu sein.

- Ökologische Gründe und vor allem die Herausforderungen des Klimaschutzes sollten tendenziell zu einem Rückgang der Lebensmittelverschwendung und zu einer Reduktion von Food Waste in den Haushaltungen führen.
- Durch verdichtetes Bauen wird der Grünflächenanteil in neuen Siedlungen pro Einwohner kleiner werden.

Zur Erhöhung der Nutzung unverholzter, feuchter Biomasse werden den Gemeinden **folgende Massnahmen** vorgeschlagen (Aufzählung nicht abschliessend):

- Standortbestimmung innerhalb der Gemeinde und Benchmark-Vergleich zur Identifikation des Optimierungspotenzials
- Entwickeln eines Anreizsystems für Liegenschaftsverwaltungen, Wettbewerb
- Optimierung des Sammelsystems und der Sammelhäufigkeit
- Entwicklung eines attraktiven Finanzierungsmodells
- Monitoring der Biomasseverwertung in den Gemeinden mit Hilfe von Erhebungen zur Identifikation von zusätzlich nutzbaren Potenzialen
- Information der Bevölkerung über die Mengenentwicklung
- Organisation von Informations- und Sensibilisierungskampagnen in den Gemeinden zur Reduktion des Bioabfalls im Kehrriechtsack und zur Steigerung der Mengen in der Grünabfuhr
- Information von Liegenschaftsverwaltungen und Garten- und Landschaftspflege-Schaffern von vorteilhaften Rahmenbedingungen für die Grüngutverwertung durch Vergärung inklusive Küchenabfälle und Essensreste (Brot, Käse, Fleisch)
- Merkblatt «Was gehört in die Grünabfuhr» in den Gemeinden verteilen
- Information von Industrie und Gewerbe über die energetische Nutzung von Biomasse in der Region
- Verschiedene Aktionen via Lokalzeitung, Gemeindeblatt, Wertstoffkalender, Internet, soziale Medien, Messen
- Ansprechpersonen auf Ebene Gemeinde, Region oder Verband bestimmen
- Überprüfung der Häckseldienste hinsichtlich des Verbleibs des Häckselgutes
- Verhinderung des «Exportes» von energetisch nutzbarer Biomasse aus der Region Zimmerberg
- Information der Bauernbetriebe über landwirtschaftliche Organisationen (Maschinenring Mittelland, Bauernverband des Kantons Zürich, Bezirk Horgen), welche Dienstleistungen im Bereich Landschaftspflege und Kompostierung anbieten, bei welchen vergärbare Fraktionen wie zum Beispiel Rasenschnitt anfallen
- Information der Bevölkerung über die mit der energetischen Nutzung von unverholzter Biomasse verbundenen CO<sub>2</sub>-Einsparungen



# VERHOLZTE BIOMASSE





## 4. Verholzte Biomasse (Energieholz)

### 4.1 Vorgehen und Methodik

#### 4.1.1 Vorbemerkungen

Hinsichtlich seiner **physikalischen Form** wird Energieholz grundsätzlich in folgenden Holzsortimenten und Anlagenkategorien genutzt (siehe Tabelle 20):

- Stückholz (Stückholzfeuerungen)
- Holzschnitzel (Holzschnitzelfeuerungen)
- Pellets (Pelletfeuerungen)

Angesichts ihres sehr geringen Marktanteils werden Holzbriketts und Holzbrikettfeuerungen hier nicht weiter berücksichtigt.

Hinsichtlich seiner **Herkunft** lässt sich Energieholz grundsätzlich und basierend auf der Luftreinhalte-Verordnung LRV (SR 814.318.142.1) in folgende Holzkatgorien unterteilen:

- Waldholz
- Restholz
- Landschaftsholz
- Altholz



Abbildung 1: Holzkatgorien nach den Absätzen 1 (Holz Brennstoffe) und 2 (Nicht-Holz Brennstoffe) in Anhang 5 Ziffer 31 LRV und Änderungen bei einzelnen Holzfraktionen. Bedeutung der Farben:

- Darf in allen Holzfeuerungen verbrannt werden.
- Darf nur in Anlagen ab 40 kW Feuerungswärmeleistung verbrannt werden, die periodisch gemessen werden.
- Muss mindestens in Altholzfeuerungen verbrannt werden.
- Muss in Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) entsorgt werden.

Tabelle 17: Klassifizierung Energieholz nach Luftreinhalte-Verordnung LRV [26].

Die wichtigsten verwendeten Begriffe, Abkürzungen und Einheiten sind:

Begriff	Definition
Waldholz	Naturl belassenes Energieholz, welches als Stückholz oder als Schnitzel direkt oder über ein Zwischenlager aus dem Wald in die Heizung gelangt
Restholz	Energieholz aus der Holzverarbeitenden Industrie (Sägereien, Schreinereien, Zimmereien etc.), naturl belassen (Sägerei) und nicht naturl belassen (Schreinerei)
Altholz	Energieholz aus Gebäudeabbrüchen und -renovationen, alten Möbeln und Verpackungen, behandelt, nicht naturl belassen, Nutzung in speziellen Altholzfeuerungen oder Kehrlichtverbrennungsanlagen
Landschaftsholz	Naturl belassenes Energieholz, welches nicht aus dem Wald, sondern von Böschungen, Parkanlagen, Gärten und aus der Landschaft stammt, auch «Landschaftsholz» genannt
Holz schnitzel	Gehacktes Energieholz (Waldholz, Restholz oder Altholz), welches sich in automatischen Holz schnitzelheizungen nutzen lässt
Stückholz	Aufbereitetes und aufgestertes Energieholz in Form von Spälten, Rugeln und Scheitern, welches in handbeschickten Stückholzheizungen genutzt wird
Pellets	Zylinderförmige Stäbchen aus gepresstem Sägemehl und Hobelspänen aus der 1. Holzverarbeitungsstufe (Sägereien), in jüngster Zeit auch aus Waldholz hergestellt
Stammholz (Nutzholz)	Holzsortimente, welche für die Weiterverarbeitung in Holzverarbeitenden Betrieben (Sägereien, Zimmereien, Schreinereien) vorgesehen sind
Industrieholz	Holzsortimente, welche für die Weiterverarbeitung zu Spanplatten, Papier oder anderen Produkte aus Zellulose und Lignin vorgesehen sind (Chemieholz)
Energieholz	Holzsortimente, welche für die energetische Nutzung vorgesehen sind
ha	Hektare, Fläche von 100 x 100 m
m <sup>3</sup>	Festmeter (Holzwürfel mit Kantenlänge 1 m ohne Zwischenräume), Umrechnungsfaktor: 1 Festmeter (m <sup>3</sup> ) = 2.8 Schüttraummeter (Srm)
MWh ↔ m <sup>3</sup>	Die Umrechnung von MWh (Endenergie) in m <sup>3</sup> erfolgt jeweils mit dem gleichen Umrechnungsfaktor wie in der Schweizerischen Holzenergiestatistik [28].
Srm	Schüttraummeter. Volumen von gehackten Holz schnitzeln. Umrechnungsfaktor: 1 Schüttraummeter (Srm) = 0.36 Festmeter (m <sup>3</sup> )
n.b.	nicht bekannt

Tabelle 18: Wichtigste Begriffe und Definitionen.

Pellets werden heute zum überwiegenden Teil aus Sägereirestholz (Sägemehl und Hobelspäne) hergestellt. Der Anteil des Waldholzes an der Pelletproduktion beträgt etwa 3 bis 5 %. In der Schweiz gibt es rund 15 Pellethersteller. Diese beschaffen sich den Rohstoff entweder in Form von Sägemehl und Hobelspänen aus dem eigenen Sägereibetrieb (z.B. Konrad Keller AG, Stammheim; Lehmann Holzwerk AG, Gossau SG), in Form von Sägemehl und Hobelspänen auf dem Markt (z.B. AEK Pellet AG, Solothurn), oder als Waldholz. (z.B. Braunschweiler Pellets AG, Bremgarten AG). Dementsprechend ist auf regionaler Ebene keine direkte Linie vom Wald zum Endkunden vorhanden, und die Stoffströme verlaufen mindestens überkantonal.

Landschaftsholz ist keine eigene Kategorie in der Luftreinhalte-Verordnung LRV, sondern gehört zum naturl belassenen Holz.

Altholz ist Holz, welches vor langer Zeit als Nutzholz aus dem Wald gekommen ist und zu Möbeln, Verpackungen, Holzbauten etc. verarbeitet wurde. Es wird erst am Ende der Lebensdauer der stofflichen Holzprodukte zum Energieholz. Deshalb ist die Herstellung eines regionalen Bezugs schwierig.



In Anhang 5.1 finden sich die Energieinhalte der verschiedenen Baumarten und Energieholz-Sortimente.

### 4.1.2 Herleitung der Nachfrage

Energieholz setzt sich aus den Kategorien Waldholz, Restholz, Landschaftsholz und Altholz zusammen. Deshalb lässt sich die aktuelle Energieholznutzung in der Region Zimmerberg nicht mit der aktuellen Energieholznutzung im Wald der Region gleichsetzen. Zudem ist die Region Zimmerberg mit einer Fläche von 104 km<sup>2</sup> und einer Bevölkerungszahl von 126'000 Personen [57] zu klein, um für sich allein betrachtet werden kann. Vielmehr findet ein reger Austausch von Energieholz mit den umliegenden Gebieten statt. Deshalb wird von den bestehenden Holzfeuerungen in der Region Zimmerberg ausgegangen und zunächst – unterteilt in die verschiedenen Anlagenkategorien – die Anzahl der Holzfeuerungen ermittelt. Anschliessend erfolgen eine Berechnung des Holzverbrauchs und eine Unterteilung in die verschiedenen Energieholzsortimente (Waldholz, Restholz, Landschaftsholz und Altholz). Grundlagen dieser Erfassung sind die Schweizerische Holzenergiestatistik [29], Referenzlisten von Herstellern [30] und Contractoren [31], eigene Kenntnisse sowie Gespräche mit Akteuren aus der Region Zimmerberg [7, 8, 9, 10]. Dabei werden sowohl die aktuell bestehenden Anlagen als auch geplante Projekte erfragt. Die Zuordnung der genutzten Holzenergiemenge zu den einzelnen Anlagen erfolgt individuell und basierend auf eigenen Erfahrungen.

Für die kleinen automatischen Schnitzelheizungen von weniger als 70 kW Leistung, die Pelletheizungen sowie die handbeschickten Holzheizungen liegen lediglich gesamtschweizerische Angaben vor [29]. Diese werden deshalb auf Gemeindeebene heruntergebrochen. Grundlagen dazu sind einerseits die Bevölkerungszahl, andererseits gewisse Korrekturfaktoren, welche insbesondere den stark urbanen Charakter der Region Zimmerberg berücksichtigen.

Anlagen grösser 70 kW Leistung werden einzeln erfasst.

Restholzfeuerungen und Pelletfeuerungen grösser 70 kW sind aus [29] hochgerechnet.

### 4.1.3 Herleitung des Angebots

Die Herleitung des Angebots (Energieholzpotenzial) greift auf bestehende Berichte und Unterlagen zurück.

### 4.1.4 Methodische Referenz

Die gewählte Methodik entspricht grösstenteils derjenigen der Studie «Nutzung Energieholz Kanton Thurgau: aktueller Stand» aus dem Jahr 2017 [36].

## 4.2 Resultate Energieholz

### 4.2.1 Nutzung (Nachfrage)

In einem Zusammenzug präsentiert sich die aktuelle Energieholznutzung wie folgt:

Anlagenkategorie	Anzahl Anlagen	Waldholz [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	Restholz [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	Landschafts- holz [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	Altholz [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	Holz total [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]
Handbeschickte Stückholzfeuerungen	1'934	8'438 2'981	929 330	1'128 399	65 23	10'560 3'733
Pelletfeuerungen	456	242 93	23'937 9'265	0 0	0 0	24'179 9'358
Schnitzelfeuerungen	45	19'812 7'604	3'829 1'359	1'678 640	0 0	25'319 9'603
Kehrichtverbrennungs- anlage	1	0 0	0 0	0 0	14'000 5'500	14'000 5'500
<b>Total</b>	<b>2'436</b>	<b>28'492 MWh/a</b> <b>10'678 m<sup>3</sup>/a</b>	<b>28'695 MWh/a</b> <b>10'954 m<sup>3</sup>/a</b>	<b>2'806 MWh/a</b> <b>1'039 m<sup>3</sup>/a</b>	<b>14'065 MWh/a</b> <b>5'523 m<sup>3</sup>/a</b>	<b>74'058 MWh/a</b> <b>28'194 m<sup>3</sup>/a</b>

Tabelle 19: Zusammenzug der aktuellen Energieholznutzung, verteilt auf die verschiedenen Anlagen- und Holz kategorien (inkl. Altholz in Kehrichtverbrennungsanlage)

Insgesamt sind in der Region Zimmerberg inklusive der Kehrichtverbrennungsanlage Horgen 2'436 Holzfeuerungen in Betrieb. Diese nutzen zurzeit jährlich 74'058 MWh beziehungsweise 28'194 m<sup>3</sup> Energieholz.

AWEL/GEO Partner AG [37] beziffern das im ganzen Forstkreis 1 in die Kehrichtverbrennungsanlagen gebrachte Altholz auf 21'000 MWh beziehungsweise 8'185 m<sup>3</sup>. Unter Berücksichtigung der Bevölkerungszahl entfallen somit zwei Drittel auf die Region Zimmerberg, also 14'000 MWh beziehungsweise 5'500 m<sup>3</sup> auf die Kehrichtverbrennungsanlage Horgen. In der Region Zimmerberg sind keine Altholzfeuerungen in Betrieb.

Eine detaillierte Verteilung auf die einzelnen Gemeinden, Anlagen- und Holz kategorien sowie eine Liste der Anlagen > 70 kW ist in den Anhängen 5.2 bis 5.4 zu finden.

### 4.2.2 Unterteilung «Binnennutzung» und «Import»

Im vorliegenden Bericht ist mit dem Begriff «Nutzung» die Erzeugung von Energie und nicht die Holznutzung im Wald gemeint. Nicht alles Energieholz, welches in der Region Zimmerberg in Energie umgewandelt wird, stammt aus der Region selbst. Umgekehrt wird aber auch nicht alles Energieholz, welches aus dem Wald, aus der Landschaft, von den holzverarbeitenden Betrieben und der Altholzentsorgung der Region anfällt, in der Region selbst in Energie umgesetzt.

Nachfolgend erfolgt eine Unterteilung des genutzten Energieholzes nach seiner geographischen Herkunft. Die Grundlagen für diese Unterteilung sind:

- **Stückholzfeuerungen**

Die Anteile des «importierten» Wald- und Landschaftsholzes sind gutachtlich geschätzt (z.B. Tankstellenshops). Beim Landschaftsholz ist die Situation unklar.

- **Restholz:**

In der Region Zimmerberg fehlen grössere «Restholzproduzenten» (holzverarbeitende Betriebe). Das anfallende Restholz stammt meist aus kleinen Schreinereien, Baugeschäften etc.

• **Altholz in Stückholzfeuerungen**

Hier wird die illegale Abfallverbrennung in Klein-Holzfeuerungen berücksichtigt. Die Systemgrenze liegt beim Nutzer und nicht beim ursprünglichen Holz.

• **Waldholz in Pelletfeuerungen**

Gesamtschweizerisch wird als Rohstoff für die Pelletherstellung etwa 3 bis 5 % Waldholz eingesetzt. Der Rest ist Restholz aus Sägereien und Hobelwerken. In der Region Zimmerberg befindet sich kein Pelletproduzent. Der nächste «Waldpellet-Produzent» befindet sich in Bremgarten AG (Braunschweiler Pellets AG). Dieser beliefert bis jetzt lediglich die Anlage im Schulhaus Horgenberg (2 x 56 kW Leistung, Holzverbrauch umgerechnet ca. 120 m<sup>3</sup> pro Jahr) mit Pellets aus Waldholz, welches aus dem Bezirk Horgen stammt [38]. Hingegen ist es durchaus möglich, dass bei der Verarbeitung von Nutzholz aus der Region anfallendes Sägemehl und Hobelspäne in die Pelletproduktion gelangen. Deshalb wird ein kleiner «Binnenanteil» berücksichtigt.

• **Holzschnitzel aus Wald- und Landschaftsholz in Grossanlagen**

Ein grosser Holzschnitzelproduzent aus der Region Zimmerberg beliefert drei grosse Anlagen in der Region Zimmerberg und importiert mehr als die Hälfte des Holzes aus umliegenden Gebieten. Andererseits werden auch grössere Mengen Energieholz aus dem Bezirk Horgen hinaus geliefert, insbesondere in den Raum Knonaueramt [33, 34]. Diese werden auf jährlich 1'500 MWh beziehungsweise 600 m<sup>3</sup> geschätzt. Zurzeit werden zudem jährlich schätzungsweise 6'000 MWh beziehungsweise 2'300 m<sup>3</sup> Energieholz aus dem Bezirk Horgen über die ZürichHolz AG ins Heizkraftwerk Aubrugg geliefert. Es wurden auch Zehnjahresverträge abgeschlossen. Die ZürichHolz AG will sich scheinbar langfristig grössere Mengen Energieholz vertraglich sichern. Dieses Holz liesse sich sinnvoller lokal und vor Ort nutzen [50]. Einige Anlagen sind geeignet für die saubere Nutzung von Landschaftsholz und haben in ihren Schnitzellieferverträgen sogar Anteile an Landschaftsholz vorgesehen [39]. Deshalb wird ein gewisser Anteil Landschaftsholz berücksichtigt. Dieses stammt nicht nur aus der Region Zimmerberg selbst.

In Tabelle 20 sind der «Binnenanteil» und der «Importanteil» des in der Region Zimmerberg genutzten Energieholzes abgeschätzt.

Anlagenkategorie	Waldholz		Restholz		Landschaftsholz		Altholz		TOTAL	
	«Binnen» [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	«Import» [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	«Binnen» [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	«Import» [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	«Binnen» [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	«Import» [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	«Binnen» [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	«Importe» [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	«Binnen» [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	«Import» [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]
Handbeschickte Stückholzfeuerungen	7'172 2'534	1'266 447	929 330	0 0	959 339	169 60	65 23	0 0	9'125 3'226	1'435 507
Pelletfeuerungen	0 0	242 93	1'197 463	22'740 8'802	0 0	0 0	0 0	0 0	1'197 463	22'982 8'895
Schnitzelfeuerungen	6'934 2'661	12'878 4'943	3'829 1'359	0 0	1'259 480	420 160	0 0	0 0	12'022 4'500	13'298 5'103
Kehrichtverbrennungs- anlage (Altholz)	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	14'000 5'500	0 0	14'000 5'500	0 0
<b>Total</b>	<b>14'106 5'195</b>	<b>14'386 5'483</b>	<b>5'955 2'152</b>	<b>22'740 8'802</b>	<b>2'218 819</b>	<b>589 220</b>	<b>14'065 5'523</b>	<b>0 0</b>	<b>36'344 13'689</b>	<b>37'715 14'505</b>

Tabelle 20: Aufteilung des aktuell genutzten Energieholzes nach Herkunft in «Binnenanteil» und «Importanteil».

Zusammengefasst stammen 49 % des genutzten Energieholzes aus der Region Zimmerberg selbst, 51 % werden aus den umliegenden Gebieten «importiert». Beim Stückholz stammen 86 % aus der Region. Pellets werden zu 95 % aus Holz von ausserhalb und zu 100 % ausserhalb der

Region hergestellt. Und die Holzschnitzel stammen zu 47 % aus der Region Zimmerberg selbst und zu 53 % aus den umliegenden Gebieten.

Holzsortiment	Total [MWh/a] [m³/a]	«Binnen» [MWh/a] [m³/a]	«Import» [MWh/a] [m³/a]	«Importquote» [%]
Stückholz	10'560 3'733	9'125 3'226	1'435 507	14 %
Pellets	24'179 9'358	1'197 463	22'982 8'895	95 %
Holzschnitzel	25'320 9'603	12'022 4'500	13'298 5'103	53 %
Altholz Kehrichtverbrennungsanlage	14'000 5'500	14'000 5'500	0 0	(0 %)
<b>Total</b>	<b>74'058 MWh/a</b> <b>28'194 m³/a</b>	<b>36'344 MWh/a</b> <b>13'689 m³/a</b>	<b>37'715 MWh/a</b> <b>14'505 m³/a</b>	<b>51 %</b>

Tabelle 21: Zusammenfassung «Binnenanteil» und «Importanteil».

## 4.2.3 Potenzial (Angebot)

### 4.2.3.1 Waldholz

#### 4.2.3.1.1 Beurteilung aufgrund Literatur

Die gesamte Waldfläche in der Region Zimmerberg beträgt 2'506 ha. Davon sind 60 % in öffentlichem Besitz der Gemeinden und des Kantons («Staatswald»), 40 % sind Privatwald (inkl. Korporationen).

Gemeinde	Waldfläche total [ha]	Öffentlicher Wald [ha]	Privatwald [ha]	Anteil Privatwald [%]
Adliswil [40]	207	140	67	32 %
Horgen [41]	1'119	992	127	11 %
Kilchberg	6	6	0	0 %
Langnau a.A.	381	50	331	87 %
Oberrieden	102	5	97	95 %
Richterswil [42, 43]	160	140	20	13 %
Rüschlikon [44]	85	59	26	31 %
Thalwil [45]	105	48	57	54 %
Wädenswil [46]	341	57	284	83 %
<b>Total</b>	<b>2'506</b>	<b>1'497</b>	<b>1'009</b>	<b>40 %</b>

Tabelle 22: Waldflächen in der Region Zimmerberg. Zum öffentlichen Wald gehören auch 69 ha Staatswald (36 ha auf Gemeindegebiet von Wädenswil, 33 ha auf Gemeindegebiet von Richterswil) [57].

Zur Region Zimmerberg gehört auch der als Naturreiservat ausgeschiedene Sihlwald mit einer Fläche von rund 1'000 ha. Dieser gehört der Stadt Zürich und ist bis auf ganz wenige Ausnahmen von der Nutzung ausgeschlossen [47]. Zudem gibt es im Forstkreis 1 insgesamt 131 Objekte von naturkundlicher Bedeutung, die nicht im Sihlwald selbst liegen. Diese machen 27 % der gesamten Waldfläche des Forstkreises aus. Zudem ist der Kanton Zürich auf der Suche nach weiteren schützenswerten Waldstandorten [48]. Gemäss [49] sind diese Objekte für die Abschätzung des Energieholzpotenziales jedoch nicht relevant, da zu ihrer naturschützerischen Werterhaltung ebenfalls Eingriffe erforderlich sind, bei welchen fast ausschliesslich qualitativ schlechte Energieholzsortimente anfallen. Somit verbleibt eine nutzbare Waldfläche von rund 1'500 ha, welche zu fast zwei Dritteln in privatem Besitz ist.

Das gesellschaftspolitische Nutzungspotenzial für Waldholz im ganzen Forstkreis 1 (Bezirke Affoltern und Horgen) beträgt 80'000 MWh beziehungsweise auf 30'300 m<sup>3</sup> pro Jahr [37]. Für die Region Zimmerberg mit einem Anteil von 28 % am nutzbaren Wald im Forstkreis 1 [47] entspricht dies 22'400 MWh beziehungsweise 8'485 m<sup>3</sup> pro Jahr.

Aufgrund der **Literatur** ergibt sich somit ein gesamtes jährliches Potenzial für Waldholz von 22'400 MWh beziehungsweise 8'485 m<sup>3</sup>.

#### 4.2.3.1.2 Beurteilung durch den Forstdienst

Der Forstdienst schätzt das gesamte Potenzial an energetisch nutzbarem Waldholz für die nächsten Jahre auf jährlich 32'000 MWh beziehungsweise 12'000 m<sup>3</sup> ein. Diese Einschätzung ist höher als die Werte aus der Literatur und wird folgendermassen begründet [50, 51]:

- **Potenzial Privatwald**

Ein grosses ungenutztes Potenzial wird im Privatwald verortet. Stimmt der Holzpreis, lässt sich dieses realisieren.

- **Klimawandel und Schadholz**

Der Forstdienst ist der Meinung, dass aufgrund des Klimawandels in den nächsten Jahren der Anfall an Schad- und Käferholz zunehmen wird. Bereits heute sind vermehrt absterbende Buchen und Eschen zu beobachten. Neu kommt nun die Russrindenkrankheit beim Ahorn hinzu. In den letzten drei Jahren wurden fast nur Zwangsnutzungen gemacht. Dadurch besteht in den Wäldern der Region Zimmerberg ein Rückstand bei den Pflegeeingriffen. Beim Aufholen dieses Rückstandes wird eher qualitativ schlechtes Durchforstungsholz anfallen.

- **Anpassung der Wälder an den Klimawandel**

Als Anpassung an den Klimawandel empfiehlt die Wissenschaft eine Herabsetzung der Umtriebszeit und der Vorräte. Dadurch erhöhen sich die Hiebsätze in den nächsten Jahren.

- **Umbau des Waldes**

Überall findet ein Umbau des Waldes zu Laubholzbeständen statt. Dadurch wird in den nächsten Jahren ebenfalls viel Pflegeholz anfallen. Laubholz weist zudem nicht nur einen deutlich höheren Energieinhalt (kWh/m<sup>3</sup>) auf als Nadelholz, sondern der Anteil Energieholz pro Baum ist etwa bei einer Buche ebenfalls bedeutend höher als bei einer Fichte.

- **Sortimentsverlagerung**

Es wird immer noch sehr viel Industrieholz mit sehr viel Aufwand für die Spanplattenindustrie aufgerüstet, obwohl die Qualitätsansprüche hoch und die erzielbaren Preise tief sind.

- **Vorratsabbau**

Die Holzvorräte im Wald sind nach wie vor sehr hoch und könnten mit einer hohen Nutzung während der nächsten 20 Jahre auf ein vernünftiges Niveau gebracht werden.



Somit ergibt sich aufgrund der **Beurteilung durch den Forstdienst** ein gesamtes jährliches Potenzial für Waldholz von 32'000 MWh beziehungsweise 12'000 m<sup>3</sup>.

#### 4.2.3.1.3 «Exportüberschuss»

Aufgrund der Ausführungen in Kapitel 4.2.2 lässt sich ein zusätzlicher «Exportüberschuss» von jährlich 7'500 MWh beziehungsweise 2'900 m<sup>3</sup> ableiten, welcher ebenfalls im Bezirk selbst genutzt werden könnte.

#### 4.2.3.1.4 Gewähltes Potenzial

Angesichts der Knappheit der vorliegenden Literatur stützt sich der vorliegende Bericht für das Potenzial des Waldholzes auf die Einschätzung des Forstdienstes ab. Unter Berücksichtigung des «Exportüberschusses» wird von einem gesamten jährlichen Potenzial an Waldholz von 36'000 MWh beziehungsweise 14'000 m<sup>3</sup>. Darin sind auch die heute schon «importierten» Mengen enthalten.

#### 4.2.3.2 Restholz

[37] schätzen das Restholzpotenzial für den ganzen Forstkreis 1 für das Jahr 2013 auf 9'000 MWh beziehungsweise 3'203 m<sup>3</sup>. Es wird angenommen, dass rund die Hälfte davon, also 4'500 MWh beziehungsweise 1'601 m<sup>3</sup>, in der Region selbst anfällt und auch bereits genutzt wird.

Für die Pellets wird mangels lokalen Bezugs die Annahme getroffen, dass sich die heute genutzte Mengen nochmals um 60 % steigern lässt. Somit ergibt sich ein gesamtes jährliches Potenzial von 38'700 MWh beziehungsweise 15'000 m<sup>3</sup>.

#### 4.2.3.3 Landschaftsholz

Bricht man die gesamtschweizerischen Zahlen [52] auf die Region Zimmerberg herunter, errechnet sich ein jährliches Potenzial von 2'800 MWh beziehungsweise 1'037 m<sup>3</sup>. Diese Zahl dürfte wohl zu tief angesetzt sein, denn Rainer Bossert «exportiert» im Moment rund 5'500 MWh beziehungsweise 2'500 m<sup>3</sup> nach ausserhalb der Region. Und dieses Holz ist ausschliesslich Landschaftsholz, welches in seiner Kompostieranlage anfällt und aus der Region Zimmerberg selbst stammt [34]. Auch der Forstdienst schätzt das Potenzial an Landschaftsholz grösser ein als [52]. Ein Hinweis darauf ist die Tatsache, dass heute auch beträchtliche Mengen an Landschaftsholz aus dem Bezirk Horgen bis nach Frankreich transportiert werden [25]. Es wird deshalb von einem gesamten jährlichen Potenzial von 6'000 MWh beziehungsweise 2'400 m<sup>3</sup> ausgegangen.

#### 4.2.3.4 Altholz

In der Schweiz liegt das jährliche Altholzaufkommen («Altholzpotenzial») bei knapp 4'000'000 MWh, was rund 1'000'000 t beziehungsweise 1'535'000 m<sup>3</sup> entspricht [53]. Der Kanton Zürich hat einen Anteil an den gesamtschweizerischen Bauinvestitionen von 18 % [54]. Bricht man diese Zahl anhand der Bevölkerungszahl auf die Region Zimmerberg herunter [57], ergibt sich ein Altholzpotenzial von 15'000 t beziehungsweise 60'000 MWh oder 23'000 m<sup>3</sup> pro Jahr.

Unter Altholzpotenzial versteht man nicht diejenige Holzmenge, welche insgesamt in Gebäuden, Verpackungen, Möbeln und sonstigen stofflichen Holzprodukten verarbeitet und enthalten ist. Vielmehr handelt es sich lediglich um diejenige Holzmenge, welche am Ende der Lebensdauer

dieser Holzprodukte anfällt. Deshalb hängt das Altholzpotezial stark von der jeweiligen Bautätigkeit ab. Wird viel gebaut, steht viel Altholz zur Verfügung. Bei einem Rückgang der Bautätigkeit reduziert sich dagegen die verfügbare Menge.

#### 4.2.3.5 Zusammenzug

Aufgrund der Beurteilung durch den Forstdienst unter Berücksichtigung der heutigen «Exporte» ergibt sich somit folgendes gesamte Energieholzpotenzial:

Holzkategorie	Potenzial total	
	[MWh/a]	[m <sup>3</sup> /a]
Waldholz	36'000	14'000
Restholz (inkl. Pellets)	38'700	15'000
Landschaftsholz	6'000	2'400
Altholz	60'000	23'000
<b>Total</b>	<b>140'700</b>	<b>54'400</b>

Tabelle 23: Gesamtes Energieholzpotenzial.

Das jährliche Potenzial an Wald- und Landschaftsholz zusammen beträgt 42'000 MWh beziehungsweise 16'400 m<sup>3</sup>.

#### 4.2.4 Gegenüberstellung von Nutzung und Potenzial

Stellt man die aktuelle Energieholznutzung ohne Berücksichtigung der Herkunft des genutzten Energieholzes («Binnen» und «Importe»), gemäss Tabelle 20) dem Gesamtpotenzial gegenüber, ergibt sich folgendes noch verfügbares Potenzial:

Holzkategorie	Nutzung 2019		Potenzial total	Potenzial noch verfügbar
	[MWh/a]	[m <sup>3</sup> /a]		
Waldholz	28'492	10'678	36'000	7'508
Restholz (inkl. Pellets)	28'695	10'954	38'700	10'005
Landschaftsholz	2'806	1'039	6'000	3'194
Altholz	14'065	5'523	60'000	45'935
<b>Total</b>	<b>74'058</b>	<b>28'194</b>	<b>140'700</b>	<b>66'642</b>
			<b>54'400</b>	<b>26'206</b>

Tabelle 24: Gegenüberstellung Nutzung 2019 (ohne Berücksichtigung der Herkunft des bereits genutzten Energieholzes), Potenzial total und Potenzial noch verfügbar.

## 4.2.5 Projekte und geplante Anlagen

### 4.2.5.1 Region Zimmerberg

Tabelle 25 gibt einen Überblick über aktuelle Projekte, Ideen und Planungen beziehungsweise Abklärungen (Projektideen) in der Region Zimmerberg:

Projekt/Anlage	Leistung [kW]	Waldholz	Restholz	Landschafts- holz	Altholz	Holz total
		[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]
Richterswil [32] (in Planung)	1'150	3'718 1'430	0 0	0 0	0 0	3'718 1'430
Erweiterung Wärmeverbund Untermosen Wädenswil [55] (in Abklärung)	700	2'265 870	0 0	0 0	0 0	2'265 870
Wärmeverbund Gerberacher Wädenswil [56] (in Abklärung)	1'750	4'800 1'850	0 0	850 325	0 0	5'650 2'175
Wärmeverbund Neudorf Wädenswil [55] (in Abklärung)	700	2'265 870	0 0	0 0	0 0	2'265 870
Wärmeverbund «Werkstadt Zürichsee» Wädenswil [35] (in Abklärung)	850	2'750 1'055	0 0	0 0	0 0	2'750 1'056
Wärmeverbund «Heerenrainli» Hirzel (Horgen) [57] (in Abklärung)	1'500	4'290 1'660	0 0	760 290	0 0	5'050 1'950
<b>Total</b>	<b>6'650</b>	<b>20'088</b> <b>7'735</b>	<b>0</b> <b>0</b>	<b>1'610</b> <b>615</b>	<b>0</b> <b>0</b>	<b>21'698</b> <b>8'350</b>

Tabelle 25: Projekte in Planung beziehungsweise in Abklärung in der Region Zimmerberg.

### 4.2.5.2 Angrenzende Gebiete

Tabelle 26 gibt einen Überblick über aktuelle Projekte in Bau beziehungsweise in Abklärung in den angrenzenden Gebieten.

Projekt	Leistung [kW]	Waldholz	Restholz	Landschafts- holz	Altholz	Holz total
		[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]
Chaltenboden Schindellegi [10] (in Bau)	1'000	1'940 745	0 0	1'295 500	0 0	3'235 1'245
Energie Ausserschwyz [58] (Inbetriebnahme 2022)	20'000	20'000 7'000	0 0	0 0	180'000 70'000	200'000 77'000
WV Einsiedeln/Ybrig [58] (in Abklärung)	10'000	10'000 3'500	0 0	0 0	90'000 35'500	100'000 39'000
ERZ [59] (in Abklärung)	25'000	200'000 77'000	0 0	50'000 19'000	0 0	250'000 96'000
Stadt Zürich [59] (in Abklärung)	100'000	700'000 270'000	0 0	100'000 40'000	0 0	800'000 310'000
<b>Total</b>	<b>158'000 kW</b>	<b>931'940</b> <b>358'245</b>	<b>0</b> <b>0</b>	<b>151'295</b> <b>59'500</b>	<b>270'000</b> <b>105'500</b>	<b>1'353'235 MWh/a</b> <b>523'245 m³/a</b>

Tabelle 26: Projekte in Bau beziehungsweise in Abklärung in angrenzenden Gebieten.



### 4.2.5.3 Kommentar

Würden alle «Projekte» gemäss Tabelle 25 realisiert, wäre das noch verfügbare Potenzial ausgeschöpft. Allerdings ist es stets schwierig abzuschätzen, wie konkret solche «Projekte» und Ideen jeweils sind. Erfahrungsgemäss werden etwa ein Fünftel der abgeklärten Projektideen weiterverfolgt und irgendwann realisiert.

Gerade auch bei den grossen Projekten in Abklärung (Tabelle 26) ist die Wahrscheinlichkeit der Realisierung ungewiss. Der Standort der angedachten Grossanlage der Stadt Zürich wird voraussichtlich in Schlieren sein. Die Herkunft des Energieholzes ist noch nicht abgeklärt. Im Vordergrund steht der Norden des Kantons Aargau [59].

### 4.2.6 Potenzial in den angrenzenden Gebieten

Die aktuelle und die zukünftige Angebotssituation in den angrenzenden Gebieten lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

- **Knonaueramt**

Im Knonaueramt (Bezirk Affoltern) wurden in den letzten 30 Jahren sehr viele grössere Holzschnitzelfeuerungen und Wärmeverbünde installiert und seither auch laufend erweitert. Die Region verfügt deshalb beim Wald- und Landschaftsholz kaum mehr über grössere freie Energieholzpotenziale [10]. Es wird heute Waldholz aus der Region Zimmerberg in die grosse Anlage der HEA Holzenergie AG in Affoltern am Albis geliefert [34]. Auch das Restholzpotenzial ist im Knonaueramt, wie fast in der ganzen übrigen Schweiz mehr oder weniger ausgeschöpft, zumal eine grössere Sägerei in Rifferswil vor einigen Jahren den Betrieb eingestellt hat.

- **Region Ausserschwyz und Einsiedeln**

Wie in Tabelle 26 gezeigt ist, sind in den Regionen Ausserschwyz und Einsiedeln grosse Anlagen in Bau beziehungsweise in Abklärung. Diese werden grösstenteils Altholz und zu kleineren Teilen Wald- und Landschaftsholz nutzen. Insgesamt ist aber aus diesen Gebieten nicht mehr mit einem grossen freien Potenzialen zu rechnen.

- **Region Schwyz**

Die Oberallmeindkorporation Schwyz OAK ist die grösste Waldbesitzerin der Schweiz und könnte problemlos mindestens 21'000 MWh beziehungsweise 8'000 m<sup>3</sup> Waldholz in die Region Zimmerberg liefern.

- **Region Pfannenstiel**

Das Energieholzpotenzial des Forstkreises 2 des Kantons Zürich wurde 2011 erhoben und 2019 auf die Region Pfannenstiel heruntergerechnet. Daraus ergab sich ein noch nutzbares Energieholzpotenzial von 9'000 MWh beziehungsweise 3'500 m<sup>3</sup> [60].

- **Region See-Gaster Kanton St. Gallen**

Die Region See-Gaster im Kanton St. Gallen ist sehr walddreich und verfügt noch nicht über sehr viele Anlagen. Deshalb ist hier das zusätzlich verfügbare Energieholzpotenzial beträchtlich (eigene Erfahrungen des Verfassers aus zahlreichen Projekten und Machbarkeitsstudien in Gommiswald, Benken SG, Uznach, Kaltbrunn etc.).



## 4.3 Diskussion und Einordnung der Ergebnisse

### 4.3.1 Nutzung

Die aktuelle jährliche Energieholznutzung in der Region Zimmerberg liegt bei 74'058 MWh beziehungsweise 28'194 m<sup>3</sup>. Das sind 0.51 % der gesamten genutzten Energieholz der Schweiz [29]. Demgegenüber macht der Bezirk Horgen bevölkerungsmässig 1.47 % und flächenmässig 0.25 % der ganzen Schweiz aus. Angesichts des urbanen Charakters des Bezirks erscheinen diese Werte plausibel.

Je nach Holzsortiment beziehungsweise Anlagenkategorie ist der Bezug zur Region Zimmerberg unterschiedlich. Waldholz wird zwar vor allem in kleinen Anlagen meist sehr lokal genutzt. Bei grösseren Schnitzelheizungen mit Waldholz und Landschaftsholz erfolgt die Versorgung der Anlagen jedoch über überregional tätige Unternehmer mit entsprechenden Ein- und Ausfuhren über die Bezirksgrenze hinaus. Diese Situation variiert je nach aktueller Marktsituation, und letztlich sind es die Energieholzpreise, welche die Richtung der Holzflüsse angeben. Bei Pellets ist kein regionaler Bezug vorhanden. Auch der Altholzmarkt ist regional und überregional strukturiert mit einer kleinen Anzahl von Entsorgern. Zudem ist das mengenmässige Aufkommen und damit auch der Preis des Altholzes stark abhängig von der Baukonjunktur. Deshalb ist eine mittel- bis langfristige Planung schwierig. Beim Landschaftsholz sind die quantitativen Stoffflüsse nicht genau bekannt und verändern sich ebenfalls laufend.

### 4.3.2 Potenzial

Der Bezirk Horgen nutzt sein Energieholzpotenzial insgesamt zu rund 56 % aus. Allerdings wird dieser Wert massgeblich durch das Altholz bestimmt. Ausser der Kehrichtverbrennungsanlage Horgen gibt es keine Anlage, welche Altholz im grossen Stil nutzt.

Beim Waldholz und beim Landschaftsholz hängt das noch verfügbare Potenzial stark davon ab, inwiefern die aktuellen «Exporte» berücksichtigt werden. Je grösser der politische Wille ist, das eigene Holz innerhalb des Bezirks zu nutzen, umso grösser wird das verfügbare Potenzial ausfallen.

Das Pelletpotenzial muss überregional betrachtet werden und hängt einerseits von der verfügbaren Rohstoffmenge und der Produktionskapazität der Hersteller ab. Die verfügbare Rohstoffmenge wiederum ist abhängig vom Preis der Pellets und damit auch vom Preis der anderen Energieträger.

## 4.4 Prognose

Trotz der grossen Anzahl an Parametern und «Freiheitsgraden» des Systems und ungeachtet aller zukünftigen Unwägbarkeiten wird nachfolgend eine Prognose für die nahe Zukunft gewagt. Diese soll zeigen, in welchem Zeitraum die Nutzung und das Potenzial von Energieholz voraussichtlich zusammenfallen werden. Die Prognose basiert auf folgenden Annahmen:

- Betrachtet werden die Anlagenkategorien
  - Stückholzfeuerungen Waldholz/Landschaftsholz
  - Pelletfeuerungen
  - automatischen Holzsnitzelfeuerungen ausserhalb holzverarbeitender Betriebe
- Betrachtet werden die Energieholzsortimente
  - Stückholz Waldholz/Landschaftsholz
  - Pellets Restholz
  - Pellets Waldholz
  - Holzsnitzel Waldholz/Landschaftsholz

- Nicht betrachtet werden die Energieholzsortimente
  - Holzschnitzel Restholz
  - Stückholz und Holzschnitzel Altholz
- Es wird davon ausgegangen, dass sich die Anzahl Anlagen und die genutzte Energiemenge gleich entwickeln werden wie im Durchschnitt der Jahre 2014 bis 2019 [29]. Dies sind:
  - Stückholz: Rückgang 2.1 % pro Jahr
  - Pellets: Zunahme 3.5 % pro Jahr
  - Holzschnitzel: Zunahme 3.7 % pro Jahr

Unter diesen Voraussetzungen präsentiert sich die Entwicklung des Verbrauchs von Waldholz, Restholz für Pellets sowie Landschaftsholz für die nächsten Jahre wie folgt:

Anlagenkategorie	2021	2023	2026	2029	2032	2035
	[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]
Stückholz Waldholz/ Landschaftsholz	10'125 3'578	9'705 3'429	9'106 3'218	8'544 3'109	8'107 2'833	7'523 2'658
Pellets Restholz	25'805 9'925	27'643 19'632	30'648 11'788	33'980 13'069	37'674 14'490	41'770 16'065
Pellets Waldholz	259 100	277 107	308 118	341 131	378 145	419 161
Schnitzel Waldholz/ Landschaftsholz	23'050 8'865	24'787 9'534	27'642 10'631	30'825 11'856	34'374 13'221	38'333 14'743
<b>Total</b>	<b>59'239</b> <b>22'468</b>	<b>62'412</b> <b>23'701</b>	<b>67'703</b> <b>25'755</b>	<b>73'690</b> <b>28'075</b>	<b>80'444</b> <b>30'689</b>	<b>88'045</b> <b>33'628</b>

Tabelle 27: Prognose 2021 bis 2035 (Waldholz, Restholz Pellets, Landschaftsholz).

Werden nur das Waldholz und das Landschaftsholz betrachtet, zeigt sich für die nächsten Jahre folgende Entwicklung:

Anlagenkategorie	2021	2023	2026	2029	2032	2035
	[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]	[MWh/a] [m³/a]
Stückholz Waldholz/ Landschaftsholz	10'125 3'578	9'705 3'429	9'106 3'218	8'544 3'109	8'107 2'833	7'523 2'658
Pellets Waldholz	259 100	277 107	308 118	341 131	378 145	419 161
Schnitzel Waldholz/ Landschaftsholz	23'050 8'865	24'787 9'534	27'642 10'631	30'825 11'856	34'374 13'221	38'333 14'743
<b>Total</b>	<b>33'434</b> <b>12'543</b>	<b>34'769</b> <b>13'069</b>	<b>37'055</b> <b>13'967</b>	<b>39'710</b> <b>15'006</b>	<b>42'770</b> <b>16'199</b>	<b>46'275</b> <b>17'563</b>

Tabelle 28: Prognose 2021 bis 2035 (nur Wald- und Landschaftsholz).

Für das Jahr 2029 ist mit einem jährlichen Bedarf von 39'710 MWh beziehungsweise 15'006 m³ Wald- und Landschaftsholz zu rechnen, welcher sich bis 2035 auf 46'275 MWh beziehungsweise 17'563 m³ erhöhen wird. Das gesamte jährliche Potenzial von Waldholz und Landschaftsholz zusammen beträgt 42'000 MWh beziehungsweise 16'400 m³ (Tabelle 23). Die Prognose zeigt also, dass das Potenzial dieser beiden Energieholzsportimente voraussichtlich im Jahr 2032 ausgeschöpft sein wird.

## 4.5 Empfehlungen zur Nutzungssteigerung und Koordination

Aus den vorherigen Ausführungen lassen sich für eine vermehrte Nutzung von Energieholz folgende Empfehlungen ableiten:

- **Fokus 1: grössere Anlagen**

Bei der Ausschöpfung des noch vorhandenen Energieholzpotenzials sollte der Fokus 1 auf grössere Schnitzelfeuerungen (Leistung ab ca. 1'000 kW) mit oder ohne Wärmeverbünde gelegt werden. Gemäss QM Holzheizwerke haben Anlagen in dieser Grössenordnung günstige spezifische Investitionskosten:

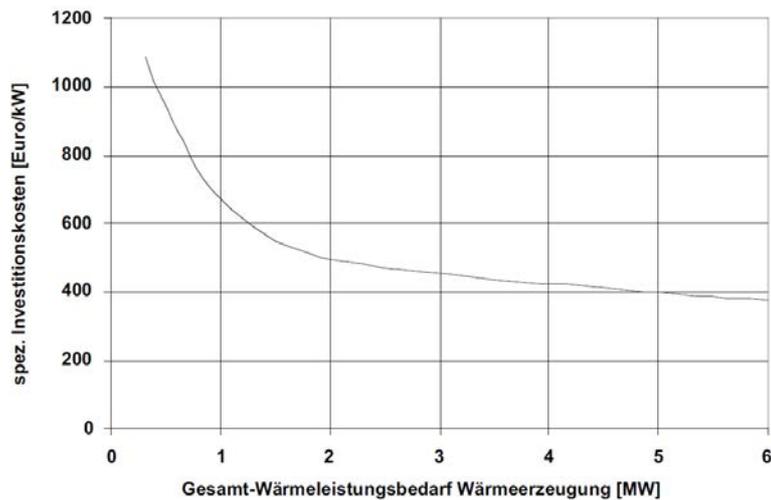


Bild 10: Spezifische Investitionskosten von automatischen Schnitzelfeuerungen in Funktion des Wärmeleistungsbedarfs [27].

Deshalb lässt sich in solchen Anlagen Wärme mit Gestehungskosten («Vollkosten») von weniger als 18 Rappen pro kWh erzeugen. Dadurch können auch relativ hohe Holzschnitzelpreise bezahlt werden, sodass der Nutzen für den Wald maximal ist. Für diesen Fokus 1 spricht auch die Tatsache, dass die Region Zimmerberg dicht besiedelt ist und dass deshalb grössere Holzschnitzelfeuerungen mit modernen Partikelabscheidern eine grössere Akzeptanz haben dürften als zum Beispiel kleine, handbeschickte Anlagen.

- **Fokus 2: effiziente Anlagen gemäss QM Holzheizwerke**

Bei grösseren Holz-Wärmeverbänden sind in Anlehnung an QM Holzheizwerke [27] insbesondere solche Standorte zu berücksichtigen, welche eine Anschlussdichte (MWh Nutzenergie pro Laufmeter Fernleitungsgraben und Jahr) von mindestens 2 MWh/m\*Jahr aufweisen und diese Anschlussdichte möglichst innerhalb von spätestens 3 bis 5 Jahren erreichen. Gebiete mit ausschliesslich Einfamilienhäusern erreichen diesen Zielwert nie.

- **Fokus 3: Erweiterung bestehender Anlagen**

Auch wenn sie ausschliesslich naturbelassenes Waldholz verwenden, wird es für grössere Projekte von Holzschnitzelfeuerungen aus wirtschaftlichen und nachbarschaftlichen Gründen zusehends schwieriger, neue Standorte für Heizzentrale und Silo zu finden. Deshalb sollte ein spezieller Fokus auf die Erweiterung bestehender Anlagen gelegt werden.

- **Richtige Einschätzung «geplanter» Anlagen**

Auch im Bezirk Horgen und in seinen angrenzenden Gebieten sind zurzeit zahlreiche grosse Projekte «in Planung» oder in Diskussion. Erfahrungsgemäss wird jeweils nur ein kleiner Teil davon später auch tatsächlich realisiert. Deshalb wäre es sicher verführt, angesichts solcher Projektideen bereits jetzt die Entwicklung anderer Projekte zu einzustellen.

- **Holzversorgung «überregional» denken!**

Die Regionalität ist ohne Zweifel einer der Haupttrümpfe des Energieholzes. Der Begriff sollte aber auch nicht allzu eng gefasst werden. Pro 100 km Transportdistanz (Dieselverbrauch 25 l/100 km) erhöht sich der Anteil grauer Energie um 1 %. Lässt sich eine Leerfahrt einsparen, lohnt sich ein längerer Transport umso mehr. Deshalb kann der Betrachtungsperimeter für die Holzversorgung auch etwas grösser gefasst werden und beispielsweise die Regionen See-Gaster im Kanton St. Gallen, Pfannenstiel im Kanton Zürich sowie Innerschwyz im Kanton Schwyz umfassen.

- **Frühzeitige Schnitzel-Lieferverträge**

Auch überregional ist das vorhandene Energieholzpotenzial nicht unbegrenzt. Deshalb sollten für zukünftige Projekte frühzeitig mit Waldbesitzern oder Unternehmern langfristige Schnitzellieferverträge mit «fairen» Preisen abgeschlossen werden.

- **Altholz**

Angesichts der hohen Besiedlungsdichte und der grossen zukünftigen Nachfrage nach Altholz (siehe Kapitel 4.2.5) sollte sich die zukünftige Altholznutzung im Bezirk Horgen auf die Kehrichtverbrennungsanlage Horgen konzentrieren. Diese muss nach ihrer voraussichtlichen Stilllegung im Jahr 2033 für den Weiterbetrieb des bestehenden Fernleitungsnetzes den bisherigen Kehricht durch einen anderen Energieträger ersetzen. Und dafür eignet sich Altholz ideal.

- **«Monitoring der letzten Meile»**

Im Bezirk Zimmerberg ist in absehbarer Zeit mit einer Ausschöpfung des vorhandenen Energieholzpotenzials zu rechnen. Umso wichtiger ist es, dass das verbleibende Potenzial möglichst sinnvoll, umweltfreundlich und effizient genutzt werden kann. Zu diesem Zweck schlagen wir ein «Monitoring der letzten Meile» vor. So könnte etwa im Rahmen des Forstdienstes oder der Fachgruppe Energiestädte Zimmerberg eine Koordinationsstelle mit folgenden Aufgaben geschaffen werden:

- Optimale zukünftige Zusammenführung von Nachfrage und Angebot
- Aktive Begleitung des Übergangs von einem Angebotsmarkt zu einem Nachfragemarkt mit besonderer Berücksichtigung der Anliegen des Waldes
- Monitoring neuer Projekte im Bezirk und den angrenzenden Gebieten
- Koordination der Allokation des stetig abnehmenden Potenzials
- Sicherstellung einer hohen Qualität der neuen Anlagen («richtiger Brennstoff in richtiger Feuerung»)
- Koordination zwischen den Gemeinden, Forstrevieren und Waldbesitzern

Da sich auch immer mehr andere Regionen in einer ähnlichen Situation befinden, könnte eine solche Koordination allenfalls auch als Pilotprojekt durchgeführt und finanziert werden.

Eine ähnliche Idee wurde bereits 2008 diskutiert, aber wegen der damals noch bescheidenen Nachfrage nach Energieholz nicht weiterverfolgt [61].



## 5. Anhang

### 5.1 Energieinhalte der wichtigsten Energieholzsortimente

Sortiment	Energieinhalt	Einheit	Bemerkungen
<b>Holzsnitzel Waldholz, Hartholz</b> • Wassergehalt 30 % • Wassergehalt 40 % • Wassergehalt 50 % • Wassergehalt 55 %	1'040 - 1'060 1'010 - 1'040 950 - 990 920 - 950	kWh/Srm kWh/Srm kWh/Srm kWh/Srm	Baumarten: Ahorn, Eiche, Buche, Ulme, Edelkastanie, Esche, Robinie, Hagebuche, Birke, Obstbäume (ausser Kirsche)
<b>Holzsnitzel Waldholz, Weichholz</b> • Wassergehalt 30 % • Wassergehalt 40 % • Wassergehalt 50 % • Wassergehalt 55 %	650 - 850 640 - 820 610 - 780 590 - 750	kWh/Srm kWh/Srm kWh/Srm kWh/Srm	Baumarten: Fichte, Weisstanne, Föhre, Douglasie, Lärche, Kirsche, Erle, (Pappel)
<b>Holzsnitzel Restholz, Sägereien</b> • Wassergehalt 30 % • Wassergehalt 40 % • Wassergehalt 50 % • Wassergehalt 55 %	650 - 850 640 - 820 610 - 780 590 - 750	kWh/Srm kWh/Srm kWh/Srm kWh/Srm	Baumarten: v.a. Fichte, Weisstanne
<b>Holzsnitzel Restholz Rinde, Sägereien</b> • Wassergehalt 40 - 60 %	650 – 1'050	kWh/Srm	Baumarten: v.a. Fichte, Weisstanne
<b>Holzsnitzel Restholz Schreinerereien</b> • Wassergehalt 10 - 20 %	700 – 1'100	kWh/Srm	
<b>Holzsnitzel Landschaftsholz</b> • Wassergehalt 30 - 60 %	400 - 700	kWh/Srm	
<b>Holzsnitzel Altholz</b> • Wassergehalt 10 - 30 %	500 – 700	kWh/Srm	
<b>Stückholz Hartholz</b> • Wassergehalt 10 - 20 %	1'850 – 1'950	kWh/Ster	Baumarten: Ahorn, Eiche, Buche, Ulme, Edelkastanie, Esche, Robinie, Hagebuche, Birke, Obstbäume (ausser Kirsche)
<b>Stückholz Weichholz</b> • Wassergehalt 10 - 20 %	1'330 – 1'520	kWh/Ster	Baumarten: Fichte, Weisstanne, Föhre, Douglasie, Lärche, Kirsche, Erle, (Pappel)
<b>Pellets</b> • Wassergehalt 5 - 10 %	4'500 – 4'800	kWh/t	Baumarten: v.a. Fichte, Weisstanne

Tabelle 29: Energieinhalte der wichtigsten Energieholzsortimente [27].

## 5.2 Handbeschickte Stückholzfeuerungen: Verteilung auf die einzelnen Gemeinden, Anlagen- und Holz kategorien

Gemeinde	Waldholz [MWh/a] [m³/a]	Restholz [MWh/a] [m³/a]	Landschafts- holz [MWh/a] [m³/a]	Altholz [MWh/a] [m³/a]	Holz total [MWh/a] [m³/a]
Adliswil	1'265 447	140 49	169 60	10 4	1'584 560
Horgen	1'552 548	170 61	207 73	12 4	1'941 686
Kilchberg	596 211	66 23	80 28	5 2	747 264
Langnau a.A.	516 182	57 20	69 24	4 1	646 227
Oberrieden	334 118	37 13	45 16	3 1	419 148
Richterswil	911 322	100 36	122 43	7 2	1'140 403
Rüschlikon	407 144	45 17	54 19	3 1	509 181
Thalwil	1'212 428	134 47	162 57	9 3	1'517 535
Wädenswil	1'645 581	180 64	220 78	13 5	2'058 728
<b>Total</b>	<b>8'438 MWh/a</b> <b>2'981 m³/a</b>	<b>929 MWh/a</b> <b>330 m³/a</b>	<b>1'128 MWh/a</b> <b>399 m³/a</b>	<b>65 MWh/a</b> <b>23 m³/a</b>	<b>10'560 MWh/a</b> <b>3'733 m³/a</b>

Tabelle 30: Aktuelle Energieholznutzung in handbeschickten Holzfeuerungen in MWh und m³ pro Jahr, verteilt auf die einzelnen Gemeinden und Holz kategorien.

Anlagenkategorie	Anzahl Anlagen	Waldholz [MWh/a] [m³/a]	Restholz [MWh/a] [m³/a]	Landschafts- holz [MWh/a] [m³/a]	Altholz [MWh/a] [m³/a]	Holz total [MWh/a] [m³/a]
Cheminées (offen und geschlossen)	702	1'284 444	75 27	151 52	0 0	1'511 523
Cheminée- und Zimmeröfen	837	2'394 828	303 105	303 105	32 11	3'032 1'049
Kachelöfen	176	1'123 403	154 55	231 83	31 11	1'539 552
Holzkochherde	89	465 167	27 10	55 20	0 0	547 197
Zentralheizungsherde	13	294 105	17 6	35 12	0 0	346 122
Stückholzkessel < 50 kW	98	2'572 923	321 115	321 115	0 0	3'214 1'153
Stückholzkessel > 50 kW	8	213 77	27 10	27 10	0 0	267 97
Doppel-/Wechselbrandkessel	11	92 33	5 2	5 2	2 1	104 38
<b>Total</b>	<b>1'934</b>	<b>8'438 MWh/a</b> <b>2'981 m³/a</b>	<b>929 MWh/a</b> <b>330 m³/a</b>	<b>1'128 MWh/a</b> <b>399 m³/a</b>	<b>65 MWh/a</b> <b>23 m³/a</b>	<b>10'560 MWh/a</b> <b>3'733 m³/a</b>

Tabelle 31: Aktuelle Anzahl Anlagen und Energieholznutzung in handbeschickten Holzfeuerungen in MWh und m³ pro Jahr, verteilt auf die Anlagenkategorien gemäss [29] und die Holz kategorien.

### 5.3 Pelletfeuerungen: Verteilung auf die einzelnen Anlagengrößen und Holz kategorien

Anlagenkategorie	Anzahl Anlagen	Waldholz [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	Restholz [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	Landschafts- holz [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	Altholz [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	Holz total [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]
Pelletöfen	161	9 4	923 353	0 0	0 0	932 357
Pellet-Zentralheizungs- kessel < 70 kW	267	137 52	13'556 5'192	0 0	0 0	13'693 5'244
<b>Total</b>	<b>428</b>	<b>146 MWh/a</b> <b>56 m<sup>3</sup>/a</b>	<b>14'479 MWh/a</b> <b>5'545 m<sup>3</sup>/a</b>	<b>0</b> <b>0</b>	<b>0</b> <b>0</b>	<b>14'625 MWh/a</b> <b>5'601 m<sup>3</sup>/a</b>

Tabelle 32: Aktuelle Anzahl Anlagen und Energieholznutzung in Pelletöfen und Pellet-Zentralheizungskesseln < 70 kW in MWh und m<sup>3</sup> pro Jahr, verteilt auf die einzelnen Holz kategorien.

Leistungsbereich	Anzahl Anlagen	Waldholz [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	Restholz [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	Landschafts- holz [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	Altholz [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]	Holz total [MWh/a] [m <sup>3</sup> /a]
70 – 300 kW	23	53 21	5'219 2'076	0 0	0 0	5'272 2'097
300 – 500 kW	4	27 10	2'702 1'018	0 0	0 0	2'729 1'028
> 500 kW	1	16 6	1'537 626	0 0	0 0	1'553 632
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>96 MWh/a</b> <b>37 m<sup>3</sup>/a</b>	<b>9'458 MWh/a</b> <b>3'720 m<sup>3</sup>/a</b>	<b>0</b> <b>0</b>	<b>0</b> <b>0</b>	<b>9'554 MWh/a</b> <b>3'757 m<sup>3</sup>/a</b>

Tabelle 33: Aktuelle Anzahl Anlagen und Energieholznutzung in Pelletfeuerungen > 70 kW in MWh und m<sup>3</sup> pro Jahr, verteilt auf die einzelnen Holz kategorien.

## 5.4 Automatische Schnitzelfeuerungen: Verteilung auf die einzelnen Anlagengrößen und die Standorte

### Schnitzelfeuerungen < 70 kW

Anlagenkategorie	Anzahl Anlagen	Waldholz [MWh/a] [m³/a]	Restholz [MWh/a] [m³/a]	Landschafts- holz [MWh/a] [m³/a]	Altholz [MWh/a] [m³/a]	Holz total [MWh/a] [m³/a]
Schnitzelfeuerungen < 70 kW	18	836 305	119 44	239 87	0 0	1'194 436
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>836 MWh/a</b> <b>305 m³/a</b>	<b>119 MWh/a</b> <b>44 m³/a</b>	<b>239 MWh/a</b> <b>87 m³/a</b>	<b>0</b> <b>0</b>	<b>1'194 MWh/a</b> <b>436 m³/a</b>

Tabelle 34: Aktuelle Anzahl Anlagen und Energieholznutzung in automatischen Holzschnitzelfeuerungen > 70 kW Leistung in MWh und m³ pro Jahr, verteilt auf die einzelnen Holzkategorien.

### Schnitzelfeuerungen > 70 kW in holzverarbeitenden Betrieben

Anlagenkategorie	Anzahl Anlagen	Waldholz [MWh/a] [m³/a]	Restholz [MWh/a] [m³/a]	Landschafts- holz [MWh/a] [m³/a]	Altholz [MWh/a] [m³/a]	Holz total [MWh/a] [m³/a]
Schnitzelfeuerungen > 70 kW in holzverarbeitenden Betrieben	20	0 0	3'710 1'315	0 0	0 0	3'710 1'315
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>0</b> <b>0</b>	<b>3'710 MWh/a</b> <b>1'315 m³/a</b>	<b>0</b> <b>0</b>	<b>0</b> <b>0</b>	<b>3'710 MWh/a</b> <b>1'315 m³/a</b>

Tabelle 35: Aktuelle Anzahl Anlagen und Energieholznutzung in automatischen Holzschnitzelfeuerungen > 70 kW Leistung in holzverarbeitenden Betrieben in MWh und m³ pro Jahr.

### Schnitzelfeuerungen > 70 kW ausserhalb holzverarbeitender Betriebe

Gemeinde/Anlage	Leistung [kW]	Waldholz [MWh/a] [m³/a]	Restholz [MWh/a] [m³/a]	Landschafts- holz [MWh/a] [m³/a]	Altholz [MWh/a] [m³/a]	Holz total [MWh/a] [m³/a]
<b>Adliswil</b> - Schulhaus Hofen	450	1'456 560	0	0	0	1'456 560
<b>Horgen</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Kilchberg</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Langnau a.A.</b> - Wärmeverbund Schwerzi	700	2'265 871	0	0	0	2'265 871
<b>Oberrieden</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Richterswil</b> - Werkhalle Samstagern	110	356 137	0	0	0	356 137
<b>Rüschlikon</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Thalwil</b> - Wärmeverbund Gattikon	1'900	5'532 2'128	0 0	614 236	0 0	6'146 2'364
<b>Wädenswil</b> - Tuwag-Areal - WV Hallenbad - Haab-Bossert	3'150	9'367 3'603	0 0	825 317	0 0	10'192 3'920
<b>Total</b>	<b>6'310</b>	<b>18'976 MWh/a</b> <b>7'299 m³/a</b>	<b>0</b>	<b>1'439 MWh/a</b> <b>553 m³/a</b>	<b>0</b> <b>0</b>	<b>20'415 MWh/a</b> <b>7'852 m³/a</b>

Tabelle 36: Standorte, Leistung und Energieholznutzung in automatischen Holzschnitzelfeuerungen > 70 kW Leistung ausserhalb von holzverarbeitenden Betrieben in MWh und m³ pro Jahr.



## Quellen- und Literaturverzeichnis

### Unverholzte Biomasse

#### Grüngut aus Haushalt und Landschaftspflege

- [1] Romano Wild, Zweckverband für Abfallverwertung im Bezirk Horgen ZVHo: Sammelmengen Grüngut 2020.
- [2] Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich AWEL, 2020: Jahresbericht 2020 der Zürcher Kompostier- und Vergärungsanlagen.  
[https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/abfall-rohstoffe/abfallwirtschaft/jahresberichte/kompostierung\\_vergaerung-jahresbericht\\_2020.pdf](https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/abfall-rohstoffe/abfallwirtschaft/jahresberichte/kompostierung_vergaerung-jahresbericht_2020.pdf).
- [3] Mündliche Mitteilungen, Beat Hürlimann, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich AWEL: Detailinformationen zum Jahresbericht 2020.
- [4] Mündliche Mitteilungen, Daniel Trachsel, Inspektorat der Kompostier- und Vergärungsanlagen: Detailinformation zu den Mengenflüssen im Bezirk Horgen.
- [5] Mündliche Informationen, Rolf Schatz, Langnau am Albis; Alex Helfenstein, Adliswil; Marco Gradenecker, Horgen: Informationen aus den Gemeinden der Fachgruppe Energiestädte Zimmerberg FGEZ.
- [6] Mündliche Informationen, Rainer Bossert, Wädenswil, Christof Brogli, Axpo Biomasse AG; Informationen aus der Praxis (Anlagenbetreiber).
- [7] Mündliche Mitteilung, Christof Brogli, Axpo Biomasse AG.

#### Anteil organischer Biomasse im Hauskehricht

- [8] Mündliche Mitteilungen: Daten von Kehrichtsortierungen im Kanton Zürich und in der übrigen Schweiz
- [9] Mündliche Information, Romano Wild, Zweckverband für Abfallverwertung im Bezirk Horgen ZVHo

#### Organischer Abfall aus Industrie und Gewerbe

- [10] Romano Wild, Zweckverband für Abfallverwertung im Bezirk Horgen ZVHo: Sammelmengen Grüngut 2020
- [11] Mündliche Mitteilungen, Daniel Trachsel, Inspektorat der Kompostier- und Vergärungsanlagen: Detailinformation zu den Mengenflüssen im Bezirk
- [12] Biomasse Suisse, 2016: Méthanisation des eaux usées industrielles en Suisse.  
[https://www.infothek-biomasse.ch/images//300\\_2016\\_EnergieSchweiz\\_RapportMethanisation.pdf](https://www.infothek-biomasse.ch/images//300_2016_EnergieSchweiz_RapportMethanisation.pdf)



### Hofdünger

- [13] Statistische Daten des Landwirtschaftsamts des Kantons Zürich: Tierstatistik des Kantons Zürich nach Gemeinden 2020.  
<https://www.zh.ch/de/umwelt-tiere/landwirtschaft.html>
- [14] Agrarbericht des Kantons Zürich.  
[https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/landwirtschaft/agrarbericht\\_2018.pdf](https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/landwirtschaft/agrarbericht_2018.pdf)
- [15] Bundesamt für Statistik. Statistischer Atlas der Schweiz, Betriebe und Nutzflächen 2020:  
[https://www.atlas.bfs.admin.ch/maps/13/de/16079\\_5882\\_5872\\_4801/25056.html](https://www.atlas.bfs.admin.ch/maps/13/de/16079_5882_5872_4801/25056.html)
- [16] Mündliche Information: Amt für Landschaft und Natur, Abteilung Landwirtschaft des Kantons Zürich.
- [17] Bundesamt für Energie BFE, 2020: Schweizerische Statistik erneuerbarer Energien
- [18] Mündliche Informationen, Marina Schweizer, Amt für Landschaft und Natur, Abteilung Landwirtschaft des Kantons Zürich: Informationen zu den Tierhaltungsbetrieben im Bezirk Horgen

### Nebenprodukte landwirtschaftlicher

- [19] Mündliche Mitteilungen, Daniel Trachsel, Inspektorat der Kompostier- und Vergärungsanlagen: Detailinformation zu den Mengenflüssen im Bezirk
- [20] WSL, 2017: Thees, O. et al.: Biomassepotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung  
<https://www.wsl.ch/de/publikationen/biomassepotenziale-der-schweiz-fuer-die-energetische-nutzung-ergebnisse-des-schweizerischen-energiekompetenzzentrums-sccer-biosweet.html>

### Kläranlagen

- [21] Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich AWEL: Abwasserreinigungsanlagen im Kanton Zürich. Steckbriefe  
<https://www.zh.ch/de/umwelt-tiere/wasser-gewaesser/gewaesserschutz/abwasserreinigungsanlagen.html>
- [22] Betriebsbericht ARA Sihltal  
<https://www.arasihltal.ch/images/documents/Betriebsbericht2020.pdf>
- [23] Gemeinde Richterswil: Bericht zum Energieplan.  
[https://www.richterswil.ch/\\_docn/2881936/Bericht\\_Energieplan\\_Zettess\\_Leupro\\_2017032\\_2.pdf](https://www.richterswil.ch/_docn/2881936/Bericht_Energieplan_Zettess_Leupro_2017032_2.pdf)
- [24] Website ARA Zimmerberg: Information zur Energienutzung  
<https://ara-zimmerberg.ch/bauprojekt-ara-zimmerberg/energie-nachhaltigkeit/>
- [25] Stadt Wädenswil: Geschäftsbericht 2019  
[https://www.waedenswil.ch/\\_docn/2579768/Geschäftsbericht\\_2019\\_Endversion.pdf](https://www.waedenswil.ch/_docn/2579768/Geschäftsbericht_2019_Endversion.pdf)

## Verholzte Biomasse (Energieholz)

- [26] Amt für Umweltschutz Kanton Uri, 2017.  
[https://www.ur.ch/docn/115990/Holzbrennstoffe\\_neue\\_LRV.pdf](https://www.ur.ch/docn/115990/Holzbrennstoffe_neue_LRV.pdf)
- [27] Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke: Planungshandbuch automatische Holzfeuerungen. Straubing. 2008.
- [28] Kanton Zürich, Statistisches Amt: Statistisches Jahrbuch des Kantons Zürich 2020. Zürich. 2020.
- [29] Stettler, Y. et al.: Schweizerische Holzenergiestatistik. Erhebung für das Jahr 2019. Bundesamt für Energie BFE. Bern. 2020.
- [30] Schmid AG, energy solutions. Referenzlisten 2006, 2016, 2019.
- [31] EWZ Elektrizitätswerk der Stadt Zürich: Wärmeverbände mit Holz als Energiequelle. Referenzobjekte: Wärmeverbund Gattikon.  
[file://ewz-success-story-waermeverbuende-holz\\_Gattikon.pdf](file://ewz-success-story-waermeverbuende-holz_Gattikon.pdf)
- [32] Mündliche Mitteilung Patric Horand, Plentec AG Gebäudetechnik AG, Eschenbach SG. 19. April 2021.
- [33] Mündliche Mitteilung Roger Röllin, Röllin Logistik AG, Hirzel. 14. Juni 2021.
- [34] Mündliche Mitteilung Rainer Bossert, Haab-Bossert GmbH, Wädenswil. 14. und 25. Juni 2021.
- [35] Mündliche Mitteilung Gregor Lutz, Holzenergie Schweiz, Zürich. 6. Mai 2021.
- [36] Abteilung Energie Thurgau/Energie & Holz GmbH: Nutzung Energieholz Kanton Thurgau: aktueller Stand. Frauenfeld. 29. Juni 2017.
- [37] AWEL Abteilung Energie/GEO Partner AG: Holzenergiepotenzial im Kanton Zürich. Zürich. 5. Dezember 2016.
- [38] Mündliche Mitteilung Ernst Braunschweiler, Braunschweiler Pellets AG, Bremgarten. 19. Oktober 2021.
- [39] Entwurf Brennstoffliefervertrag zwischen Erdgas Zürich AG, Zürich, und Röllin AG, Transporte, Hirzel. 20. Juni 2010.
- [40] Stadt Adliswil: Forst Adliswil am Puls der Natur (Leitbild). 2019.  
[https://www.adliswil.ch/docn/2361445/Forst\\_Broschure.pdf](https://www.adliswil.ch/docn/2361445/Forst_Broschure.pdf)
- [41] Gemeinde Horgen: Forst. <https://www.horgen.ch/aemter/5497>
- [42] Generationen-Projekt Waldpflege. Wädenswiler. 22. Januar 2020.
- [43] Gemeinde Richterswil: Geschäftsbericht 2017. Richterswil. 2018.
- [44] Gemeinde Rüslikon: Fact sheet Forst.  
[https://www.rueschlikon.ch/docn/893053/Fact-Sheet\\_Teil\\_Forst.pdf](https://www.rueschlikon.ch/docn/893053/Fact-Sheet_Teil_Forst.pdf)
- [45] Forstbetrieb Landforst GmbH. <https://www.landforst.ch/>
- [46] Mitteilung Golrang Daneshgar, Energiebeauftragte Wädenswil. 2. September 2021.
- [47] Kanton Zürich. Amt für Landschaft und Natur: Faktenblatt Forstkreis 1. 2019.  
[https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/wald/faktenblaetter/faktenblatt\\_forstkreis\\_1\\_2019.pdf](https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/wald/faktenblaetter/faktenblatt_forstkreis_1_2019.pdf)
- [48] Mitteilung Markus Hohl, Sachbearbeiter Biodiversität der Stadt Wädenswil. 3. September 2021.
- [49] Mündliche Mitteilung Dr. Jürg Altwegg, Forstmeister Forstkreis 1. 5. Oktober 2021.

- [50] Mitteilung Dr. Jürg Altwegg, Forstmeister Forstkreis 1, nach Rücksprache mit den Revierförstern, 26. August 2021.
- [51] Mitteilung Dr. Jürg Altwegg, Forstmeister Forstkreis 1, nach Rücksprache mit Patrick Jordil, Revierförster Richterswil/Wädenswil, 27. August 2021.
- [52] Thees, Oliver et. al.: Biomassepotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung, Ergebnisse des Schweizerischen Energiekompetenzzentrums SCCER BIOSWEET. WSL-Bericht 57, Birmensdorf. 2017. [www.wsl.ch/Publikationen/pdf/16618.pdf](http://www.wsl.ch/Publikationen/pdf/16618.pdf)
- [53] Quartier, Robin. VBSA: Energetische Verwertung von Altholz in der Schweiz. Vortrag am Forum Biogene Abfälle des Bundesamts für Umwelt BAFU. Bern. 29. November 2018.
- [54] Bundesamt für Statistik BFS.  
<https://www.bfs.admin.ch/bfsstatic/dam/assets/13587532/master>
- [55] Stadtrat Wädenswil. Postulat Sandy Bossert 08.08.10 2019 vom 24. November 2019 «Holzschnitzel-Wärmeverbund Mittelort-Au Park» und Postulat der SVP-Fraktion 08.08.10 2019.115 vom 26. November 2019 «Holzschnitzel-Wärmeverbund Mittelort-Au Park».
- [56] Baugewerbliche Berufsschule Zürich. Diplomarbeit Kevin Dähler (Betreuung durch Andreas Keel). 2021.
- [57] Mitteilung Madlaina Perl, Abteilungsleiterin Gemeindewerke Horgen, 29. September 2021.
- [58] Mündliche Mitteilung Dr. Urs Rhyner, Geschäftsführer Energie Ausserschwyz AG, 9. Juni 2021.
- [59] Mündliche Mitteilung Felix Schmid, Stv. Energiebeauftragter der Stadt Zürich, 3. Juni 2021.
- [60] Amt für Landschaft und Natur. Abteilung Wald Zürich/Energie & Holz GmbH: Pilot-Energieholzkonzept für den Forstkreis 2 des Kantons Zürich. Zürich. 2010.
- [61] Brief Denise Vielmi, Forstvorsteherin Gemeinde Horgen, an die übrigen Gemeinden des Bezirks Horgen, Horgen, 7. Juli 2008.