



Holzenergiekonzept 2020

Im Auftrag des Amtes für Wald, Jagd und Fischerei (AWJF) und
der Energiefachstelle des Kantons Solothurn

bearbeitet durch:

Laura Ramstein, MSc Umweltnaturwissenschaften ETH

Patrick von Däniken, dipl. Forsting. ETH

Impressum

Herausgeber

Amt für Wald, Jagd und Fischerei
Abteilung Wald
Rathaus
4509 Solothurn

Amt für Wirtschaft und Arbeit
Energiefachstelle
Rathausgasse 16
4509 Solothurn

Bearbeitung

Laura Ramstein, MSc Umweltnaturwissenschaften ETH
Patrick von Däniken, dipl. Forsting. ETH
Kaufmann + Bader GmbH
Hauptgasse 48
4500 Solothurn



Kaufmann + Bader GmbH
Wald und Umwelt
4500 Solothurn

Holzenergiekonzept Kt. SO 2020
13.09.2021
LR, Pvd

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	4
2	Einleitung	6
2.1	<i>Ausgangslage</i>	6
2.2	<i>Zielsetzung</i>	7
2.3	<i>Entwicklung und Ergebnisse des Holzenergiekonzepts seit 1986</i>	8
2.3.1	Holzenergiekonzept 1986/1991	8
2.3.2	Zwischenbilanz 1996	9
2.3.3	Aktualisierung des Holzenergiekonzepts 2009	9
2.4	<i>Grundlagen</i>	10
3	Methodisches Vorgehen	11
4	Energieholzverbrauch und Energieholzbedarf	13
4.1	<i>Entwicklung des Energieholzverbrauchs 2009 - 2019</i>	14
4.1.1	Kleinanlagen (manuelle Stückholzfeuerungen, inkl. Pelletöfen)	14
4.1.2	Automatische Schnitzelfeuerungen	15
4.1.3	Pelletfeuerungen	16
4.1.4	Feuerungen der Holzverarbeitenden Betriebe (HVB)	18
4.1.5	Grossanlagen mit überregionaler Bedeutung	19
4.1.6	Zusammenfassung	20
4.2	<i>Zukünftiger Energieholzbedarf bis 2029</i>	21
4.2.1	Anlagen im Bau oder in Planung	22
4.2.2	Neue Technologien und Nutzungsmöglichkeiten	23
4.2.3	Gesamtbedarf Energieholz bis 2029	25
5	Energieholznutzung und -potenzial	27
5.1	<i>Entwicklung der Energieholznutzung 2009 - 2019</i>	27
5.2	<i>Zukünftiges Energieholzpotenzial bis 2029</i>	28
5.2.1	Waldholz	28
5.2.2	Restholz	30
5.2.3	Flurholz	32
5.2.4	Altholz	34
5.2.5	Gesamtpotenzial Energieholz bis 2029	35
6	Vergleich von Energieholzbedarf und -potenzial	37
7	Empfohlene Handlungsschwerpunkte	39
8	Literaturverzeichnis	42
A	Anhang	44
B	<i>Entwicklung der Kennwerte aller Anlagekategorien</i>	44

1 Zusammenfassung

Holz als erneuerbarer, klimaneutraler Rohstoff hat in den klimapolitischen Diskussionen um die Reduktion der Treibhausgasemissionen an Bedeutung gewonnen. Ein grosser Teil der Emissionen wird durch den Gebäudesektor verursacht. In diesem Bereich setzt der Kanton Solothurn unter anderem auf den Ersatz von Heizungen mit fossilen Energieträgern durch Holzenergieanlagen, um die Klimaziele des Bundes zu erreichen. Für die bevorstehende Überarbeitung des kantonalen Energiekonzepts wurde deshalb ein Holzenergiekonzept als Grundlagenpapier erarbeitet. Es soll den involvierten Amtsstellen als Entscheidungsgrundlage für die künftige Förderung und Ausschöpfung des Energieholzpotenzials im Kanton Solothurn dienen.

Das Holzenergiekonzept zeigt auf, wie sich der Energieholzverbrauch sowie die Energieholznutzung in den letzten zehn Jahren entwickelt hat und wie hoch der Energieholzbedarf und das Energieholzpotenzial für die nächsten zehn Jahre geschätzt wird. Für die Analyse wurden die Daten der kantonalen Holzenergieanlagen sowie forstliche Daten des Kanton Solothurns verwendet. Grossanlagen wie KVA's oder Anlagen für erneuerbare Abfälle wurden separat analysiert. Sie beziehen häufig grössere Mengen an Altholz auch über die Kantonsgrenze hinweg, weshalb für diese Kategorie die interkantonalen Holzflüsse einbezogen wurden.

Der hergeleitete Energieholzverbrauch des Kantons Solothurn im Jahr 2019 liegt bei knapp 104'000 Fm¹ pro Jahr (exkl. Grossanlagen), wobei rund zwei Drittel des Energieholzes aus dem Wald kommt. Unter der Annahme, dass bis 2029 nur defekte Anlagen mit gleichwertigen ersetzt, aber keine Anlagen ausser Betrieb genommen werden, kann mit einem jährlichen, zusätzlichen Energieholzbedarf (exkl. Altholz) von rund 24'000 Fm gerechnet werden.

In den nächsten zehn Jahren kann von einem jährlichen, zusätzlichen Energieholzpotenzial von rund 77'000 Fm ausgegangen werden, wobei das Waldholz den grössten Anteil ausmacht. Die Berechnung der Potenziale ist aufgrund diverser Annahmen und Prognosen mit einer grossen Unsicherheit behaftet, auf welche im Bericht näher eingegangen wird. Das gesamte Energieholzpotenzial hängt unter anderem vom aktuellen Holzmarkt, von Schadenereignissen wie z.B. Stürmen, Trockenheitsperioden oder Schädlingsbefall sowie den politischen Rahmenbedingungen (u.a. waldpolitische Grundsätze Kanton Solothurn) ab. Der zusätzliche Energieholzbedarf in den nächsten zehn Jahren sollte jedoch trotz Unsicherheiten gedeckt werden können, da er deutlich unter dem berechneten Potenzial liegt. Zusätzlich weist die

¹ Festmeter = Raummass für einen Kubikmeter feste Holzmasse.

Verwertung von Altholz, das im nachfolgenden Bericht separat behandelt wird, ein beachtliches Potenzial auf. Ein grosser Teil des Altholzes wird aktuell ins Ausland transportiert. Während naturbelassenes oder wenig behandeltes Altholz kantonal verwertet werden kann, fehlt eine Verwertungsanlage für problematisches Altholz aufgrund der strengen Umweltrichtlinien schweizweit.

Der Vergleich von Energieholzbedarf und -potenzial zeigt, dass neue Holzenergieanlagen, als Ersatz für fossile Heizungen, in den nächsten zehn Jahren mit lokalem Holz betrieben werden können. Langfristig gesehen, soll die Holzenergie vermehrt im Hochtemperaturbereich und in dezentralen Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen eingesetzt werden. Damit das Energieholzpotenzial in Zukunft besser ausgeschöpft wird, werden zwei Handlungsschwerpunkte vorgeschlagen: I. Holzenergie als Ersatz fossiler Energieträger in naher Zukunft und II. Holzenergie als wichtiger Bestandteil der langfristigen Energieplanung. Die Holzenergie soll langfristig einen bedeutenden Anteil am gesamten Energiemix ausmachen und die Reduktion der Treibhausemissionen unterstützen.



2 Einleitung

2.1 Ausgangslage

Im Jahr 2009 hat der Kanton Solothurn letztmals die Nutzung und das Potenzial der Holzenergie auf kantonaler Ebene analysiert (Kaufmann + Bader GmbH, 2009). Dabei wurden die Zielerreichung und die Wirksamkeit der bisherigen Fördermassnahmen kritisch hinterfragt. Gleichzeitig wurde die Förderstrategie für die kommenden Jahre festgelegt. Konkret wurde festgehalten, dass im Kanton Solothurn Potenzial für zusätzliche Holzenergieanlagen mit einer Gesamtnennleistung von 45 bis 65 MW besteht. Um diese Anlagen realisieren zu können, seien die Fördermassnahmen konsequent weiterzuführen. Die öffentliche Hand solle Fördermittel für den Bau und den Ersatz automatischer Holzenergieanlagen bereitstellen. Zudem soll beim Bau und bei der Sanierung von öffentlichen Gebäuden sowie bei der Erschliessung neuer Wohngebiete Holzenergie gefördert werden. Um dies zu erreichen, brauche es eine gezielte Information der Öffentlichkeit, der Planer und der Behörden über die Möglichkeiten und die Vorteile der Holzenergienutzung.

Die Rahmenbedingungen im Bereich Holzenergie haben sich seit 2009 verändert. Der Druck auf die Nutzung und den Verbrauch natürlicher Ressourcen hat auf nationaler wie auch internationaler Ebene zugenommen. Die Reaktorkatastrophe von Fukushima 2011 hat den schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie sowie die Erarbeitung einer Energiestrategie 2050 auf Bundesebene angestossen, zu welcher das Schweizer Stimmvolk 2017 «Ja» gesagt hat. In der 2018 in Kraft getretenen Strategie wurde neben dem Atomausstieg bis in 30 Jahren das Klimaziel Netto-Null Emissionen bis 2050 sowie die Förderung von erneuerbaren Energien festgehalten und erste Massnahmen definiert. Um dieses Ziel zu erreichen, sollen in der Schweiz die Energieeffizienz erhöht, die CO₂-Emissionen gesenkt und die erneuerbaren Energien gefördert werden. Zudem hat sich die Schweiz mit der Ratifizierung des Pariser Klimaabkommens im Jahr 2015 verpflichtet, die Treibhausgasemissionen bis 2030 gegenüber dem Stand von 1990 um mindestens 50 Prozent zu reduzieren. Ein grosser Teil der Emissionen wird durch den Gebäudesektor verursacht. Die hauptsächliche Verantwortung für klima- und energiepolitische Massnahmen in diesem Bereich obliegt laut Bundesverfassung den Kantonen. Der Kanton Solothurn setzt zur Reduktion der Emissionen auf den Ersatz von Heizungen mit fossilen Energieträgern durch Systeme mit erneuerbarer Energie und eine verstärkte Beratung und Information der Öffentlichkeit.

Durch diese politischen Entwicklungen hat Holz als erneuerbarer, klimaneutraler Rohstoff an Bedeutung gewonnen. Dabei liegt der Fokus auf einer optimalen Kaskadennutzung dieses natürlichen Rohstoffs, der in erster Linie stofflich verwendet

werden soll. Stofflich nicht verwertbares Holz sowie nicht recycelbares Altholz sollen möglichst effizient energetisch genutzt werden. Die Anteile der beiden Verwertungsformen sind stark vom Holzmarkt abhängig. Im Kanton Solothurn bestimmen grosse Nachfrager wie verschiedene Sägewerke, die regionalen Wärmeverbände oder grosse Anlagen in den umliegenden Kantonen z.B. das Holzkraftwerk Basel den Absatz des Rohstoffs. Zudem sind seit 2009 erfreulich viele neue Holzenergieanlagen realisiert worden, die in ihrer Gesamtheit den lokalen Holzmarkt mitbeeinflussen. Aufgrund von Sturmereignissen, Trockenheit und dem Befall durch Schadinsekten ist in den letzten Jahren das Angebot an minderwertigem Holz im In- und Ausland gestiegen und der Preis für diese Sortimente gesunken. Insbesondere der tiefe Preis für Industrieholz, aber auch die geringeren qualitativen Anforderungen an das Energieholz haben dazu geführt, dass der Anteil an Energieholz deutlich zugenommen hat.

Die Zusammensetzung des Solothurner Waldes hat sich gemäss dem Landesforstinventar (LFI) zwischen den Aufnahmeperioden 2004-06 (LFI 3) und 2009-17 (LFI 4) verändert (Abegg et al., 2020). Der Vorrat hat insbesondere bei den Hauptbaumarten Buche und Fichte leicht zugenommen. Gleichzeitig ging der Vorrat der übrigen Nadel- und Laubhölzer in ihrer Gesamtheit zurück. Die Nutzung hat insgesamt ebenfalls leicht abgenommen. Seit der extremen Trockenheit im Sommer 2018 hat der Anteil an Zwangsnutzungen aufgrund von Trockenheit, Sturmereignissen oder dem Befall durch Schadinsekten deutlich zugenommen. Deshalb wurde in den letzten Jahren ein starker Rückgang der Fichtenvorräte und des Gesamtvorrates beobachtet. Der Hiebsatz, die nachhaltig nutzbare Holzmenge, wurde oftmals nicht vollständig genutzt. Auch gesamtschweizerisch betrachtet wird das Holznutzungspotenzial des Schweizer Waldes bei weitem nicht ausgeschöpft.

Das Holzenergiekonzept soll als Diskussionsgrundlage für die bevorstehende Überarbeitung des Energiekonzepts des Kantons Solothurn dienen. Im Rahmen dieses Konzepts sollen deshalb der Energieholzverbrauch, das Energieholzangebot sowie das zukünftige Holzenergiepotenzial analysiert und weitere Massnahmen definiert werden.

2.2 Zielsetzung

Das Holzenergiekonzept 2020 soll aufzeigen, wie weit das vorhandene Holzenergiepotenzial bereits genutzt wird und wie viel Holz im Kanton Solothurn noch frei verfügbar ist. Zudem sollen neue Verwertungsmöglichkeiten und mögliche Massnahmen aufgezeigt werden. Dafür werden folgende Teilaspekte näher betrachtet:

- Die Entwicklung des **Energieholzverbrauchs** von 2009 bis 2019 wird analysiert sowie der **Energieholzbedarf** für die Zeitperiode 2019 bis 2029 hergeleitet (Kapitel 4).
- Die Entwicklung der **Energieholznutzung** von 2009 bis 2019 wird analysiert sowie das **Energieholzpotenzial** für die Zeitperiode 2019 bis 2029 hergeleitet (Kapitel 5).
- Der **Energieholzbedarf** und das **Energieholzpotenzial** werden für die Zeitperiode 2019 bis 2029 einander gegenübergestellt und das freie Holzenergiepotenzial berechnet (Kapitel 6).
- Mögliche **Massnahmen zur Ausschöpfung des Energieholzpotenzials** werden aufgezeigt (Kapitel 7).

Das Hauptziel der Arbeit besteht darin, den involvierten Amtsstellen Entscheidungsgrundlagen für die künftige Förderung und Ausschöpfung des Energieholzpotenzials im Kanton Solothurn zu liefern. Dabei ist die Versorgung der Holzenergieanlagen mit Holz aus der Region eine wichtige Zielsetzung.

2.3 Entwicklung und Ergebnisse des Holzenergiekonzepts seit 1986

2.3.1 Holzenergiekonzept 1986/1991

1986 wurden in einem Expertenbericht der aktuelle Verbrauch und das freie Potenzial an Energieholz erhoben (Kaufmann + Bader GmbH, 1986). Bei einem berechneten Jahresverbrauch von 46'200 Fm (davon 43'000 Fm aus Wald und Feldgehölzen) wurde das verfügbare freie Energieholzpotenzial auf 128'500 Fm veranschlagt (davon 90'700 Fm aus Wald und Feldgehölzen). Es wurde angenommen, dass sich mit dieser Holzmenge jährlich rund 22'700 t oder 12 % des aktuellen kantonalen Bedarfs an Heizöl substituieren liessen. Der Anteil der Holzenergie am Gesamtenergieverbrauch hätte sich so von 1.6 % auf 5 bis 6 % steigern lassen.

In einem zweiten Bericht wurde 1991 ein entsprechendes Förderungskonzept formuliert (Kaufmann + Bader GmbH, 1991). Zentrale Punkte waren dabei:

- **Mengenziel:** Ausschöpfung von 50 % des freien Potenzials bis 2010 mit Hauptgewicht auf Waldholz (70 % des freien Waldholzpotenzials).
- **Feuerungstechnik:** Förderung grosser automatischer Holzschnitzelfeuerungen mit einer Nennleistung von mehr als 300 kW.
- **Anlagenverteilung:** Auf Potenzial und Bedarf abgestimmte Verteilung von 135 Anlagen zwischen 300 kW und 2 MW und einer Gesamtleistung von 60 MW.
- **Versorgung:** Erhöhung der Versorgungssicherheit durch Förderung der Bildung von Versorgungsregionen und von gemeinsamen Verkaufsorganisationen.
- **Pufferlager:** Förderung der optimalen Nutzung der Lagerkapazitäten.

Um das Erreichen der formulierten Ziele sicherzustellen, wurde ein Massnahmenpaket mit drei Schwerpunkten definiert:

- Sicherung der Energieholzversorgung
- Bau neuer Holzschnitzelfeuerungen
- Aus- und Weiterbildung / Öffentlichkeitsarbeit

2.3.2 Zwischenbilanz 1996

Eine erste Zwischenbilanz zur Zielerreichung wurde 1996 gezogen (Kaufmann + Bader GmbH, 1996). Auf eine Überprüfung des verfügbaren Potenzials wurde damals verzichtet. Die Erhebungen haben gezeigt, dass die Förderungsmassnahmen wirksam waren. Zwischen 1986 und 1996 nahm die Gesamtnennleistung der realisierten Holzenergieanlagen um 17 MW zu. Davon wurden 12 MW nach dem Inkrafttreten des Förderungskonzepts 1991 installiert. Mit gut 24 MW waren Ende 1996 bereits 41 % der bis 2010 angestrebten Gesamtnennleistung von 60 MW installiert.

2.3.3 Aktualisierung des Holzenergiekonzepts 2009

2009 wurde das Holzenergiekonzept von 1986 aktualisiert (Kaufmann + Bader GmbH, 2009). Der Energieholzbedarf wurde neu auf 76'000 Fm (davon 53'300 Fm aus Wald- und Feldgehölzen) und das verfügbare freie Energieholzpotenzial auf 108'800 Fm (davon 86'100 Fm aus Wald- und Feldgehölzen) pro Jahr geschätzt. Die Ziele des 1991 erlassenen Förderungskonzepts konnten nur teilweise erreicht werden:

- **Mengenziel:** Die Steigerung der Energieholzproduktion auf 109'700 Fm (Ausschöpfung von 50 % des freien Potenzials bis 2010) wurde deutlich verfehlt. Die Energieholzproduktion umfasste im Jahr 2009 56'100 Fm (Produktionsstatistik) resp. 67'800 Fm (Verbrauchsstatistik).
- **Anlagenverteilung:** Die Anlagenverteilung entsprach nicht den Zielvorstellungen, wobei sich diese Entwicklung weder auf die Versorgung der Anlagen noch auf die Ausschöpfung der Nutzungspotenziale negativ ausgewirkt hat. Auch der Anteil der Anlagen einzelner Anlagekategorien entsprach nicht den geplanten Werten. Mit einer installierten Gesamtnennleistung von 54.6 MW wurde das Ziel von 60 MW jedoch fast erreicht. Mit den geplanten Anlagen (16.4 MW) wurde angenommen, dass dieses Ziel in naher Zukunft um 19 % überschritten werde.
- **Versorgung:** Die Versorgung der Anlagen war überall sichergestellt. In allen Regionen haben sich private Unternehmen oder öffentliche Organisationen gebildet, die den lokalen Verhältnissen angepasste Logistikdienstleistungen anbieten.

Die aktualisierten Daten zeigten, dass zu diesem Zeitpunkt auf dem Kantonsgebiet ein Potenzial für zusätzliche Holzenergieanlagen mit einer Gesamtnennleistung von 46 bis 65 MW bestand. Mit der konsequenten Weiterführung der bisherigen Förderstrategie sollte die Realisierung neuer Anlagen unterstützt werden. Dafür wurden die folgenden **Massnahmen** festgehalten:

- Gezielte **Bereitstellung von Fördermitteln** der öffentlichen Hand für den Bau und den Ersatz automatischer Holzenergieanlagen
- **Förderung der Holzenergie bei Bau und Sanierung** von öffentlichen Gebäuden und bei der Erschliessung neuer Wohngebiete
- **Gezielte Information der Öffentlichkeit**, der Planer und der Behörden über die Möglichkeiten und die Vorteile der Holzenergienutzung

Zudem wurde festgehalten, dass die Versorgung einer Grossanlage vertiefte Abklärungen erfordert. Sie kann unter anderem auch Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit von kleinen Feuerungen in der Nähe haben.

2.4 Grundlagen

Das vorliegende Holzenergiekonzept stützt sich auf die folgenden Grundlagen:

- Schweizerische Holzenergiestatistik 2009 und 2019 (HES 2009 und 2019) (Basler & Hofmann AG, 2010 und 2020)
- Statistik Holzverarbeitung Sägereien, Bundesamt für Statistik (Online-Abfrage)
- WSL-Studie «Biomassenpotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung» (Thees et al., 2017) und «Altholzpotenziale in der Schweiz für die energetische Nutzung» (Erni et al., 2017)
- Umfrage bei den Forstrevierern im Kanton Solothurn im November 2020
- Experteninterviews mit Holzenergie Schweiz, Energiefachstelle Solothurn sowie Amt für Wald, Jagd und Fischerei Solothurn
- Verschiedene Publikationen, Artikel und Positionspapiere zu den zukünftigen Holzenergiereisen (Amt für Umweltschutz und Energie Basel-Landschaft, 2020; Bryner, 2019; Nussbaumer, 2010; Nussbaumer 2013)
- Telefonische Anfragen bei diversen aktuellen und zukünftigen Betreibern von Holzenergieanlagen im November und Dezember 2020

3 Methodisches Vorgehen

Zur Bestimmung des frei verfügbaren Energieholzpotenzials im Kanton Solothurn wurde der Energieholzverbrauch und der -bedarf sowie die Energieholznutzung und das -potenzial ermittelt (Abbildung 1).

Die Analyse der Entwicklung von Verbrauch (Kapitel 4.1) und Nutzung (Kapitel 5.1) zwischen 2009 und 2019 basiert auf den beiden Datenreihen Holzenergiestatistik und Forststatistik. Der zukünftige Energieholzbedarf (Kapitel 4.2) wurde mittels telefonischer Umfrage bei aktuellen und potenziell neuen Betreibern von Holzenergieanlagen ermittelt. Die Abschätzung des zukünftigen Energieholzpotenzials (Kapitel 5.2) stützt sich auf zwei Studien der Eidg. Forschungsanstalt WSL, deren Daten mittels schriftlicher Umfrage bei den Forstrevieren, telefonischen Nachforschungen und einer Erhebung des Bundesamtes für Statistik zu den Sägereien verifiziert wurden. Ausführlichere Angaben zu den Datengrundlagen sowie zur Auswertungsmethode sind in den entsprechenden Kapiteln zu finden. Der Bezugsrahmen für die Analysen ist der Kanton Solothurn. Interkantonale Holzflüsse wurden in die Analyse nicht einbezogen, da diese oftmals nicht genau quantifiziert werden können.

Der Holzverbrauch von Grossanlagen (im Kanton Solothurn ausschliesslich Altholz-Verbrennungsanlagen, Kapitel 4.1.5) sowie die Nutzung von Altholz wurden separat aufgeführt, da Verbrauch und Nutzung bei diesem Sortiment schwierig zu unterscheiden ist. Zudem stammt ein grosser Anteil des Altholzes aus anderen Kantonen, wodurch ein Vergleich der Verbrauchszahlen mit dem im Kanton Solothurn genutzten Holz schwierig ist.

Basierend auf dem Vergleich von Energieholzbedarf und -potenzial sowie deren prognostizierten langfristigen Entwicklung wurden Handlungsschwerpunkte und Massnahmen für die nächsten zehn Jahre abgeleitet. Die formulierten Massnahmen wurden mit kantonalen Stakeholdern diskutiert und gutgeheissen.

² Lesebeispiel: Die Entwicklung des Energieholzverbrauchs für die Zeitperiode 2009 bis 2019 wurde anhand der Holzenergiestatistik analysiert.

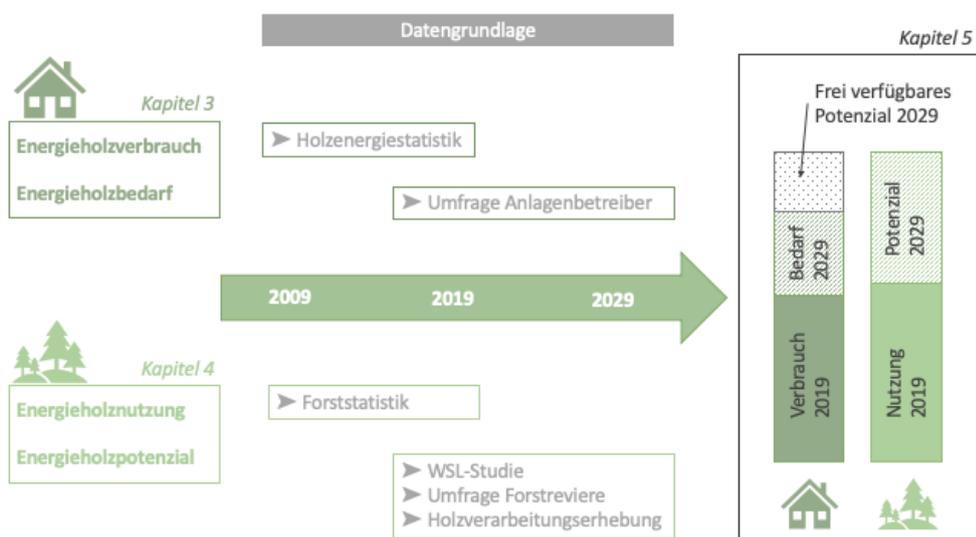


Abbildung 1: Methodisches Vorgehen zur Bestimmung des freien Potenzials im Kanton Solothurn bis ins Jahr 2029².

4 Energieholzverbrauch und Energieholzbedarf

Um den aktuellen Energieholzverbrauch zu bestimmen, wurden Daten aller installierten und geplanten Holzenergieanlagen im Kanton Solothurn zusammengetragen. Getrennt nach Anlagengruppen und -kategorien (Tabelle 1) wurde die Anzahl der Anlagen sowie deren installierte Nennleistung³, Holzumsatz und benötigte Endenergie ermittelt. Zudem wurden inner- wie auch ausserkantonale Grossanlagen von überregionaler Bedeutung in die Betrachtungen mit einbezogen.

Tabelle 1: Anlagekategorien der Holzenergiestatistik 2019 und deren Einteilung in Anlagengruppen

Kat.	Beschreibung	Anlagengruppe
1	Offene Cheminées	Kleinanlagen
2	Geschlossene Cheminées	
3	Cheminéeöfen	
4a	Zimmeröfen	
4b	Pelletöfen (Wohnbereich)	
5	Kachelöfen	
6	Holzkochherde	
7	Zentralheizungsherde	
8	Stückholzkessel <50kW	
9	Stückholzkessel >50kW	
10	Doppel-/Wechselbrandkessel	
11a	Automatische Feuerung <50kW	Autom. Schnitzelfeuerungen
11b	Pelletfeuerungen <50kW	Pelletfeuerungen
12a	Autom. Feuerung 50-300kW ohne HVB	Autom. Schnitzelfeuerungen
12b	Pelletfeuerungen 50-300kW	Pelletfeuerungen
13	Autom. Feuerungen 50-300kW (HVB)	Feuerungen der HVB ⁴
14a	Autom. Feuerung 300-500kW ohne HVB	Autom. Schnitzelfeuerungen
14b	Pelletfeuerungen 300-500kW	Pelletfeuerungen
15	Autom. Feuerungen 300-500kW (HVB)	Feuerungen der HVB
16a	Autom. Feuerungen >500kW ohne HVB	Autom. Schnitzelfeuerungen
16b	Pelletfeuerungen >500kW	Pelletfeuerungen
17	Autom. Feuerungen >500kW (HVB)	Feuerungen der HVB
18	Wärmeleistungskopplungsanlagen	Grossanlagen
19	Anlagen für erneuerbare Abfälle	
20	Kehrichtverwertungsanlagen	

³ Nennleistung = maximale Leistung, die eine Feuerung abgeben kann (Basler & Hoffmann AG, 2010).

⁴ HVB = Holzverarbeitungsbetriebe

4.1 Entwicklung des Energieholzverbrauchs 2009 - 2019

Die nachfolgenden Kapitel stützen sich auf die Daten der schweizerischen Holzenergiestatistik (HES) der Jahre 2009 und 2019. Die Zahlen zu den Grossanlagen (Kat. 18-20) von 2019 wurden mittels Umfrage bei den betreffenden Betrieben im Rahmen dieses Holzenergiekonzepts erhoben und verifiziert. Die Zahlen zu den Grossanlagen von 2009 stammen aus dem Holzenergiekonzept 2009 (Kaufmann + Bader GmbH, 2009).

4.1.1 Kleinanlagen (manuelle Stückholzfeuerungen, inkl. Pelletöfen)

In der Schweizerischen Holzenergiestatistik werden die Daten zu den Kleinanlagen (Kat. 1-10) gestützt auf die Absatzstatistik der Vereinigung Schweizerischer Fabrikanten und Importeure von Holzfeuerungsanlagen und Geräten (SFIH) sowie die Daten des Verbands für Wohnraumfeuerungen, Plattenbelägen und Abgassystemen (feusuisse) berechnet und gutachtlich angepasst. Für jede Kategorie werden die Daten der bestehenden wie auch neuen Anlagen mit einer spezifischen Lebensdauer und dem Betriebsgrad des aktuellen Jahres korrigiert. Genaue Zahlen sind schwierig zu erfassen, da die Anlagen nicht messpflichtig sind, die Nutzung der Anlagen stark variieren kann und die Lebensdauer schwierig abzuschätzen ist. Die schweizweiten Daten wurden prozentual zum Anteil der Solothurner Bevölkerung an der Schweizer Bevölkerung für den Kanton Solothurn berechnet.

Beurteilung

Die Kleinanlagen spielen eine wichtige Rolle in der Holzenergie. Obwohl die einzelnen Anlagen eine geringe Nennleistung haben, kommen die Kleinanlagen in ihrer Gesamtheit auf rund 200'000 kW installierte Nennleistung bzw. 39'200 Fm Holzumsatz (Abbildung 2). Der Anlagenbestand ist in den letzten zehn Jahren von rund 21'000 Kleinanlagen (Kat. 1-10) auf 17'000 Anlagen zurückgegangen (Anhang B). Die installierte Nennleistung ist dadurch ebenfalls um rund 65'000 kW gesunken. Die gleiche Entwicklung zeigt sich auch beim witterungsbereinigten Holzumsatz.

Die grössten Rückgänge um mehr als 50 % verzeichnen offene Cheminées (Kat. 1), Zimmeröfen (Kat. 4a), Holzkochherde (Kat. 6), Zentralheizungsherde (Kat. 7) sowie Doppel- und Wechselbrandkessel (Kat. 10). Viele dieser Anlagen sind in den 90er Jahren in Betrieb gegangen und erreichen nun nach und nach ihr kalkulatorisches Lebensende⁵. Nach Erreichen des kalkulatorischen Lebensendes werden die Anlagen in der Holzenergiestatistik nicht mehr berücksichtigt, auch wenn nicht klar ist, ob die Anlagen weiter betrieben werden oder nicht. Zudem wurde die Gebäudehülle bei Renovationen oder Neubauten energetisch besser isoliert und viele Bauten an

⁵ Das kalkulatorische Lebensende beschreibt die durchschnittliche Lebensdauer pro Anlagenkategorie.

grössere Heizsysteme angeschlossen, sodass die Notwendigkeit von Kleinanlagen zur Heizung der Innenräume zurückgegangen ist.

Leicht zugenommen hat der Anlagenbestand von Pelletöfen (Kat. 4b) und Kachelöfen (Kat. 5). Pelletöfen sind im Trend, wenn sich auch die anfängliche Popularität in den Nullerjahren etwas abgeschwächt hat. Die Kachelöfen profitierten von der modernen Bauweise mit vermehrt offenen und gut gedämmten Wohnräumen. Dadurch kann ein Kachelofen oftmals den gesamten Wohnbereich beheizen und die Verteilung der Wärme über Radiatoren fällt weg. Zudem dient der Kachelofen zusätzlich oft als Gestaltungselement für den Wohnraum.

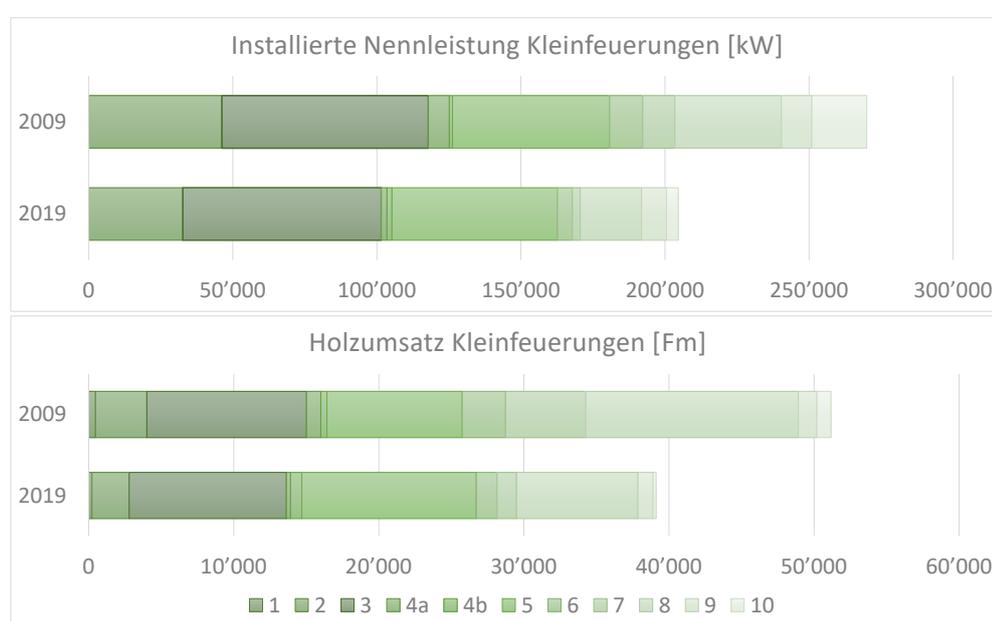


Abbildung 2: Vergleich der installierten Nennleistung [kW] und des jährlichen Holzumsatzes [Fm] von Kleinanlagen (Kat. 1-10) zwischen den Jahren 2009 und 2019.

4.1.2 Automatische Schnitzelfeuerungen

In der Anlagendatenbank der Holzenergiestatistik werden die automatischen Schnitzelfeuerungen mit mehr als 50 kW Leistung (Kat. 12a, 14a, 16a) für alle Kantone nahezu vollständig erfasst. Die Daten werden mit Informationen aus Umfragen, telefonischen Nachforschungen und kantonalen Listen der messpflichtigen Holzfeuerungen ergänzt. Die Zahlen der Anlagen unter 50 kW Leistung (Kat. 11a) stützen sich auf aktuelle Markterhebungen des Verbandes Holzfeuerungen Schweiz (SFIH). Wie bereits bei den Kleinanlagen werden diese Anlagen nach Erreichen ihres kalkulatorischen Lebensendes in der Holzenergiestatistik nicht mehr berücksichtigt. Zudem kann die Auslastung dieser kleinen Anlagen je nach Zweck der Anlage sehr

verschieden sein. Deshalb sind die Zahlen der Anlagen unter 50 kW (Kat. 11a) mit deutlich mehr Unsicherheit behaftet.

Beurteilung

Die automatischen Schnitzelfeuerungen haben im Kanton Solothurn in den letzten zehn Jahren an Bedeutung gewonnen. Die Nennleistung der mittleren und grossen Schnitzelfeuerungen (Kat. 12a, 14a, 16a) hat sich mehr als verdoppelt (Abbildung 3). Dies zeigt sich auch im Anlagenbestand (Anhang B). Die Anzahl der grossen Schnitzelfeuerungen über 500 kW (Kat. 16a) haben am stärksten zugenommen und umfassen aktuell eine Nennleistung von rund 16'000 kW. Bei den Schnitzelfeuerungen unter 50 kW (Kat. 11a) ist ähnlich wie bei den Kleinanlagen (Kapitel 4.1.1) ein rückläufiger Trend zu verzeichnen.

Auch der Holzumsatz der automatischen Schnitzelfeuerungen hat zugenommen. Die rund 300 automatischen Schnitzelfeuerungen im Kanton Solothurn haben gesamt-haft gesehen fast den gleich grossen Holzumsatz wie die Kleinf Feuerungen.

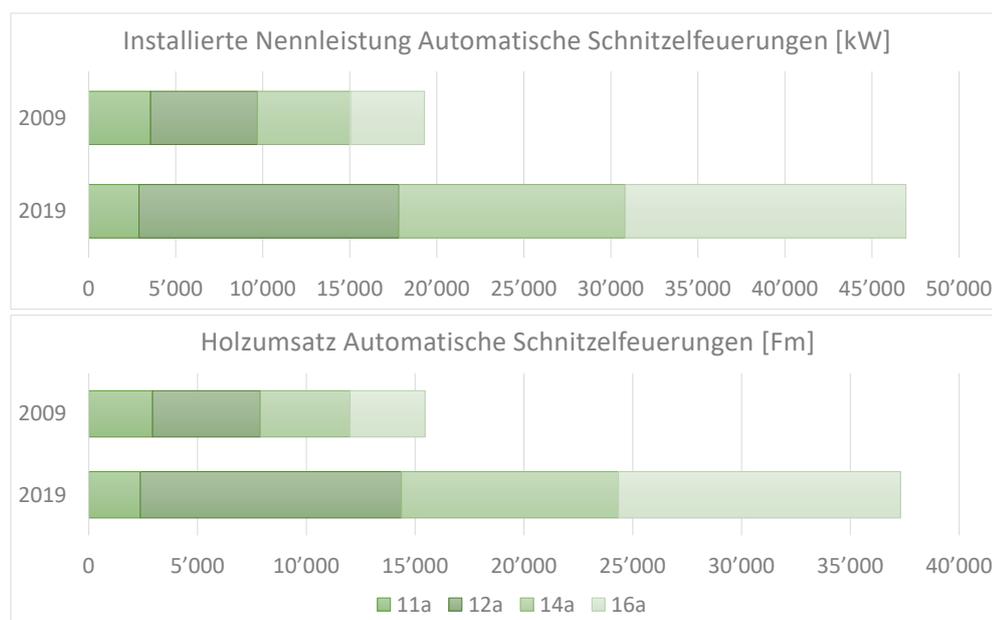


Abbildung 3: Vergleich der installierten Nennleistung [kW] und des Holzumsatzes [Fm] von automatischen Schnitzelfeuerungen (Kat. 11a, 12a, 14a, 16a) zwischen den Jahren 2009 und 2019.

4.1.3 Pelletfeuerungen

Die Datenerhebung der Holzenergiestatistik erfolgte für die Pelletfeuerungen analog zu den automatischen Schnitzelfeuerungen (Kapitel 4.1.2). Anlagen mit mehr als 50 kW Leistung (Kat. 12b, 14b, 16b) werden in der Anlagendatenbank der Holzenergiestatistik für alle Kantone nahezu vollständig erfasst und mit Informationen aus

Nachforschungen angepasst und ergänzt. Die Zahlen der Anlagen unter 50 kW (Kat. 11b) basieren auf aktuellen Markterhebungen des Verbandes Holzfeuerungen Schweiz (SFIH) und sind gemäss Holzenergiestatistik mit grösseren Unsicherheiten behaftet. Die Angaben zum Holzumsatz beziehen sich auf Festmeter Pelletrohstoff (Restholz).

Beurteilung

Die Nennleistung und der Holzumsatz der gesamthaft rund 580 Pelletfeuerungen im Kanton Solothurn hat sich im Vergleich zu 2009 kaum verändert (Abbildung 4). Grund für die leichte Abnahme resp. Zunahme der beiden Kennwerte kann u.a. darauf zurückgeführt werden, dass 2010 der Jahresnutzungsgrad⁶ in der Holzenergiestatistik heraufgesetzt wurde. Zudem sind die Anlagen effizienter geworden. Bei den kleinen Pelletfeuerungen unter 50 kW (Kat. 11b) sind die Nennleistung und der Holzumsatz gestiegen, während bei den Pelletfeuerungen über 50 kW (Kat. 12b, 14b, 16b) beide Kennwerte abgenommen haben.

Dasselbe ist auch in der Entwicklung des Anlagenbestandes zu sehen (Anhang B). Der Anlagenbestand der kleinen Pelletfeuerungen unter 50 kW (Kat. 11b) ist um mehr als die Hälfte auf rund 530 Anlagen gestiegen, während die Bestände der mittleren und grossen Pelletfeuerungen (Kat. 12b, 14b, 16b) abgenommen haben. Insgesamt ist die Anzahl der Pelletfeuerungen aber deutlich gestiegen.

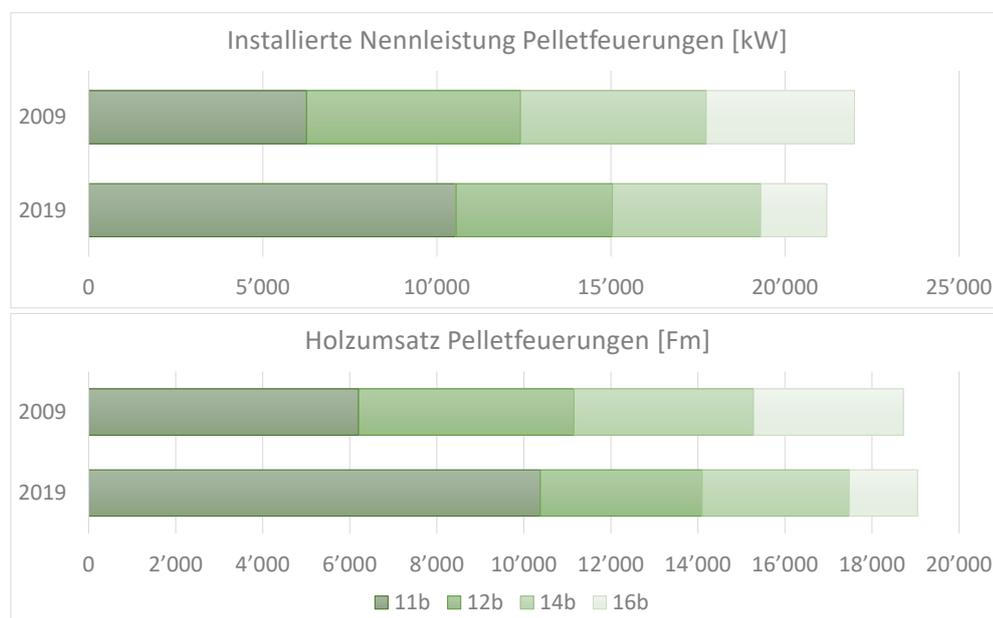


Abbildung 4: Vergleich der installierten Nennleistung [kW] und des Holzumsatzes [Fm] von Pelletfeuerungen (Kat. 11b, 12b, 14b, 16b) zwischen den Jahren 2009 und 2019.

⁶ Der Jahresnutzungsgrad entspricht dem Verhältnis zwischen der End- (Holz) und Nutzenergie (Wärme) über ein Betriebsjahr.

4.1.4 Feuerungen der Holzverarbeitenden Betriebe (HVB)

Die Daten zu den automatischen Feuerungen der Holzverarbeitenden Betriebe (HVB) wurden gleich wie die Daten der automatischen Schnitzelfeuerungen und Pelletfeuerungen für alle Kantone erfasst (Kapitel 4.1.2 und 4.1.3). Die Holzenergiestatistik gibt für Anlagen mit mehr als 50 kW Leistung (Kat. 13, 15, 17) eine nahezu vollständige Erfassung an.

Beurteilung

Die Nennleistung der automatischen Feuerungen der Holzverarbeitenden Betriebe (HVB) ist im Vergleich zu 2009 leicht auf knapp 14'000 kW gestiegen (Abbildung 5). Der neue Anlagenbestand umfasst rund 80 Anlagen (Anhang B). Die leichte Abnahme der Anzahl und Nennleistung der mittleren Feuerungen (Kat. 15) im Vergleich zum Jahr 2009 kann durch die anderen beiden Anlagenkategorien kompensiert werden. Der Holzumsatz hat sich gleich wie die Nennleistung entwickelt und verzeichnet einen leichten Anstieg von gut 400 Fm. Es ist anzunehmen, dass die HVB ihre Holzabfälle vermehrt in eigenen Holzenergieanlagen verwerten.

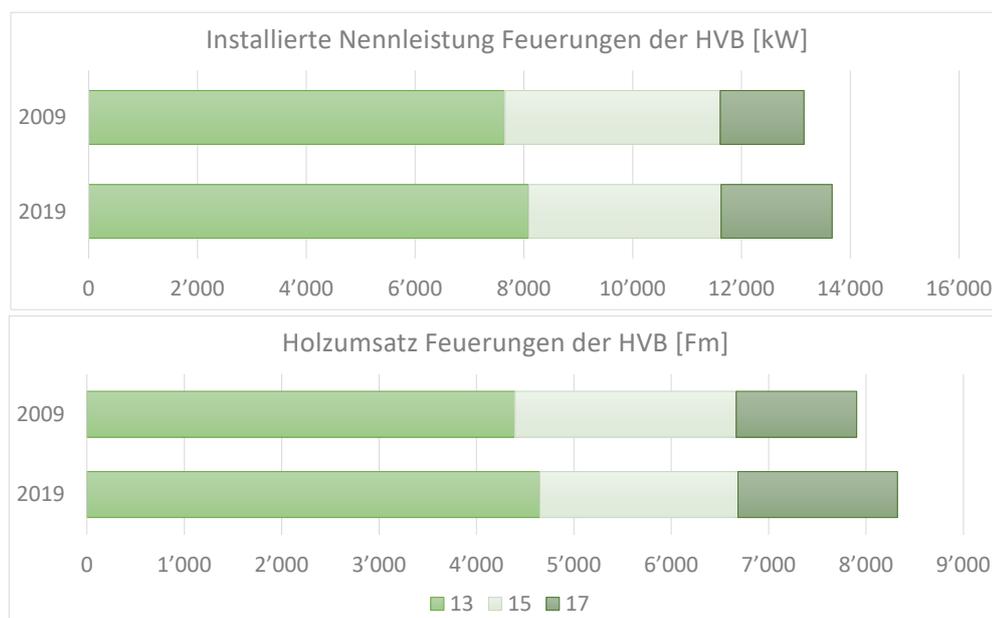


Abbildung 5: Vergleich der installierten Nennleistung [kW] und des Holzumsatzes [Fm] von automatischen Feuerungen der Holzverarbeitenden Betriebe (Kat. 13, 15, 17) zwischen den Jahren 2009 und 2019.

4.1.5 Grossanlagen mit überregionaler Bedeutung

Die Daten zu den Grossanlagen wurden vom Amt für Umwelt (AfU) zur Verfügung gestellt und mittels einer telefonischen Umfrage bei den Grossanlagen ergänzt. Dabei wurden die Kennwerte Holzumsatz und Energie unterteilt nach Brennstoff sowie der aus dem Kanton Solothurn kommende Anteil der Brennstoffe erhoben. Aufgrund des hohen Holzumsatzes in den Grossanlagen wird der Brennstoff oftmals nicht nur lokal, sondern auch aus umliegenden Regionen bezogen. Besonders im stark verzweigten Kanton Solothurn mit wenigen Grossanlagen, wie der Model AG in Niedergösgen, der Altola AG in Olten oder der KEBAG AG in Zuchwil, sollten die interkantonalen Holzflüsse soweit möglich beachtet werden. Aus diesem Grund wurden nicht nur Grossanlagen auf Kantonsgebiet, sondern auch Anlagen in den umliegenden Regionen angefragt. Für das Jahr 2009 stehen Daten der Holzenergiestatistik (Basler & Hofmann AG, 2010) und des Holzenergiekonzepts 2009 (Kaufmann + Bader GmbH, 2009) zur Verfügung. Im Vergleich zur aktuellen Datenerhebung unterscheidet sich bei ersterem das methodische Vorgehen und bei letzterem die erhobenen Kennwerte der Anlagen. Aus diesem Grund wird auf eine Gegenüberstellung der Daten aus den Jahren 2009 und 2019 verzichtet.

Beurteilung

Grossanlagen wie Wärmekraftkopplungsanlagen, Anlagen für erneuerbare Abfälle und Kehrrechtverwertungsanlagen produzieren viel Energie aus Biomasse und Holz. Grossanlagen, die Holz aus dem Kanton Solothurn verwerten, haben einen Holzumsatz von rund 45'200 Fm und produzieren damit rund 86'400 MWh. Betrachtet man den gesamten Holzumsatz aller kantonalen Anlagen wird fast das Doppelte umgesetzt und an Energie produziert. Das lässt den Schluss zu, dass ein grosser Anteil des Brennstoffs aus anderen Kantonen bezogen wird. In beiden Betrachtungen weisen die Grossanlagen den grössten Umsatz der fünf Anlagengruppen Kleinanlagen, automatische Schnitzelfeuerungen, Pelletfeuerungen, Feuerungen der Holzverarbeitenden Betriebe und Grossanlagen auf. Als Brennstoff dient grösstenteils Altholz. Bei der Umfrage in den umliegenden Kantonen hat nur das Holzkraftwerk IWB einen nennenswerten Holzumsatz von rund 9'800 Fm Solothurner Holz angegeben. Die Anlage ist keine reine Altholzverbrennungsanlage, sondern verwertet auch Wald- und Flurholz mit einem höheren Heizwert. Deshalb ist die Effizienz im Vergleich zu den kantonalen Grossanlagen höher und der Energieoutput verhältnismässig grösser.

Tabelle 2: Holzumsatz und produzierte Energie der Grossanlagen im Kanton Solothurn und relevanten Anlagen in umliegenden Kantonen. Die Werte beziehen sich auf den aus dem Kanton Solothurn kommenden Holzanteil.

Grossanlagen	Solothurner Holz		Gesamt	
	Holzumsatz [Fm]	Energie [MWh]	Holzumsatz [Fm]	Energie [MWh]
Kanton Solothurn	35'400	61'100	90'800	163'700
umliegende Kantone	9'800	25'300	-	-
Total	45'200	86'400	90'800	163'700

4.1.6 Zusammenfassung

Die Energieproduktion mit Holz hat im Kanton Solothurn in den letzten zehn Jahren zugenommen. Der jährliche Holzumsatz aller Holzenergieanlagen, ausgenommen der Grossanlagen, ist um rund 10'000 Fm von rund 93'000 Fm auf knapp 104'000 Fm gestiegen.

Verantwortlich für die Zunahme des gesamten Holzumsatzes sind grösstenteils die mittleren und grossen Schnitzelfeuerungen. Die Nennleistung dieser Anlagen ist von rund 20 MW auf rund 47 MW angestiegen. Bei den Pelletöfen und Pelletfeuerungen zeigt sich ein gegenläufiger Trend. Die kleineren Pelletöfen und Pelletfeuerungen haben zugenommen, während die Anzahl der grösseren Anlagen über 50 kW deutlich zurückgegangen ist. Bei kleineren Anlagen zur Einzelraum- oder Gebäudeheizung ist der Brennstoff Pellet oftmals geeigneter als Holzschnitzen. Pellets haben den Vorteil, dass sie die Energie in einem kleineren Volumen als Holzschnitzen speichern, wodurch sie bei der Lagerung weniger Platz einnehmen und besser transportiert werden können. Zudem sind die Anlagen weniger wartungsintensiv. Der Brennstoff ist jedoch deutlich teurer, da er zusätzliche Veredelungsschritte benötigt. Ab einer gewissen Anlagengrösse werden deshalb tendenziell Schnitzelfeuerungen eingesetzt. Oftmals handelt es sich um Wärmeverbände von Gemeinden, welche die Hackschnitzel aus dem eigenen Wald beziehen.

Die gesamte Anzahl der Anlagen sowie die Gesamtnennleistung sind aufgrund der Abnahme bei den kleinen Anlagen, Kleinanlagen und Feuerungen unter 50 kW stark zurückgegangen. Dieser Rückgang kann einerseits auf das verstärkte Aufkommen der Pelletfeuerungen unter 50 kW zurückgeführt werden. Andererseits haben bessere Gebäudehüllen und die Zunahme von Wärmeverbänden dazu beigetragen, dass der Absatz von Neu- und Ersatzanlagen rückläufig ist.

Den aktuell grössten Holzumsatz im Kanton Solothurn verzeichnen die Kleinanlagen (Kat. 1-10) mit rund 39'200 Fm, knapp gefolgt von den automatischen Schnitzelfeuerungen (Kat. 11a, 12a, 14a, 16a) mit rund 37'300 Fm (Abbildung 6). Pelletfeuerungen (Kat. 11b, 12b, 14b, 16b) und Feuerungen der Holzverarbeitenden Betriebe (Kat. 13, 15, 17) weisen mit rund 19'000 Fm bzw. rund 8'300 Fm einen geringeren Holzumsatz auf. Die kantonalen Grossanlagen verwerten mit rund 90'800 Fm am meisten Holz, wobei das Holz zu einem grossen Teil nicht aus dem Kanton Solothurn stammt. Deshalb wird der Holzumsatz der Grossanlagen nicht in die Gesamtbilanz mit einbezogen.

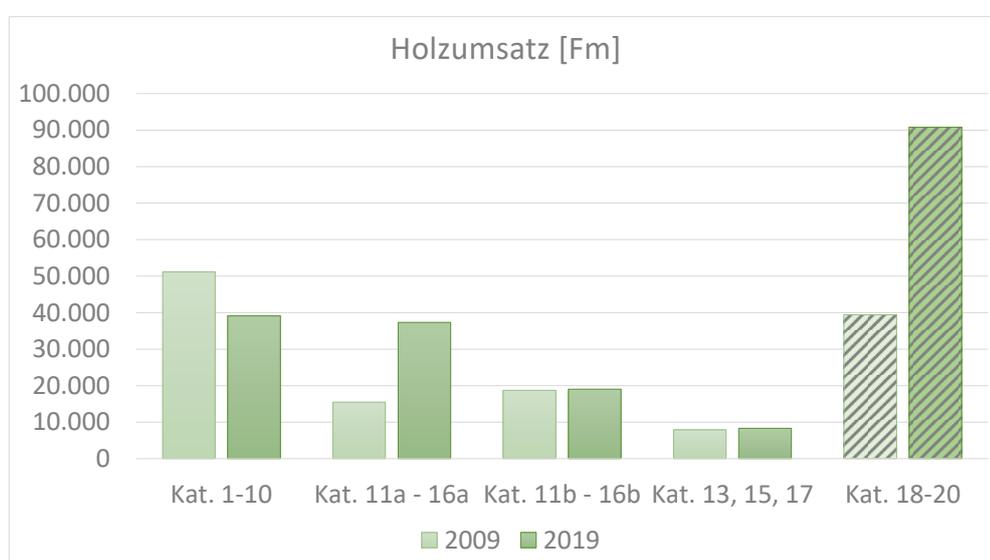


Abbildung 6: Der Vergleich des Holzumsatzes der verschiedenen Anlagengruppen für die Jahre 2009 und 2019 basiert auf den Daten der Holzenergiestatistik (HES, 2010 & 2020). Für die Anlagengruppe Kat. 18-20 wurde der Holzumsatz für das Jahr 2019 bei den einzelnen Grossanlagen telefonisch in Erfahrung gebracht und ist deshalb methodisch nicht mit dem Holzumsatz aus der Holzenergiestatistik für das Jahr 2009 (grau gestreift) vergleichbar.

4.2 Zukünftiger Energieholzbedarf bis 2029

Der Energieholzbedarf in der nahen Zukunft wird anhand der bereits geplanten oder im Bau befindlichen Anlagen ermittelt. Die Angaben basieren auf den Umfragen bei den Forstrevieren des Kantons Solothurn im November 2020 sowie telefonischen Anfragen bei den zukünftigen Betreibern oder Kontaktpersonen. Zudem wird das Potenzial von neuen Technologien und Nutzungsmöglichkeiten anhand von wissenschaftlichen Erkenntnissen diskutiert.

4.2.1 Anlagen im Bau oder in Planung

Im gesamten Kanton sind in den nächsten 1 – 5 Jahren grössere Holzenergieanlagen von rund 12 MW Nennleistung in Planung oder im Bau (Tabelle 3). Aufgrund der aktuellen Bestrebungen im Zusammenhang mit dem Pariser Klimaabkommen und dem CO₂-Gesetz ist anzunehmen, dass in den nächsten Jahren die Holzenergieanlagen kontinuierlich mindestens in gleichem Masse zunehmen werden. Bis 2029 kann deshalb mit einer erwarteten Nennleistung von rund 30 MW gerechnet werden. Dies entspricht in etwa zwei Drittel der zurzeit installierten Nennleistung der automatischen Schnitzelfeuerungen von rund 47 MW mit einem Holzumsatz von rund 37'000 Fm. Der Holzumsatz für die bis 2029 mutmasslich zusätzlich entstehenden Anlagen (Nennleistung von 30 MW) könnte basierend auf diesen Zahlen auf rund 24'000 Fm geschätzt werden. Ein allfälliger besserer Wirkungsgrad in der Zukunft wurde dabei nicht beachtet.

Tabelle 3: Automatische Feuerungen im Bau oder in Planung ohne Grossanlagen (HVB = Holzverarbeitungsbetriebe)

Anlagenkategorie		Anlagen im Bau oder in Planung	Nennleistung	Holzumsatz
Nr.	Automatische Feuerungen	[Anzahl]	[kW]	[Fm]
12a	50-300 kW ausserhalb HVB	7	1'000	800
14a	300-500 kW ausserhalb HVB	4	1'600	1'300
16a	>500 kW ausserhalb HVB	6	9'600	7'600
Total nächste 1-5 Jahre		17	12'200	9'700
Total bis 2029 (Hochrechnung)		43	30'500	23'900

Eine neue Grossanlage könnte im Zusammenhang mit dem Ausbau der Autobahn A1 und dem erhöhten Bedarf an Asphalt entstehen. Bei einem Bauprojekt dieser Grösse ist es denkbar, dass dafür ein neues Asphaltwerk in der Region gebaut wird, das gemäss einer Vorstudie nach skandinavischem Vorbild mit Holzstaub betrieben werden könnte. Eine solche Anlage hätte eine Nennleistung von 10 bis 25 MW und würde den Gesamtbedarf an Holz noch einmal um rund 8'000 Fm bis 20'000 Fm steigern.

4.2.2 Neue Technologien und Nutzungsmöglichkeiten

Holz als nachwachsender, nicht-fossiler Kohlenstoffträger wird auch in Zukunft gerade im Zusammenhang mit der Entwicklung in der Energiepolitik an Bedeutung gewinnen. Wissenschaft und Industrie forschen an neuen Technologien und Möglichkeiten, den Rohstoff optimal zu nutzen. Dabei bleibt der Grundsatz der Kaskadennutzung zentral. Der Rohstoff Holz soll wenn möglich zunächst stofflich und erst später energetisch verwertet werden. Mittels Mehrfachnutzung des Rohstoffs wird die Ressourceneffizienz gesteigert. Altholz und Waldholz, welches für die stoffliche Nutzung ungeeignet ist, werden grösstenteils verbrannt. Es gibt aber auch andere Möglichkeiten und Trends, diese Brennstoffe zu nutzen, wie z.B. die Holzvergasung oder Pyrolyse.

Wärmeproduktion

Um fossile Energieträger zu ersetzen, werden die bewährten Holzenergieanlagen, in denen Stückholz, Holzschnitzel oder Pellets zur Produktion von Wärme verbrannt werden, staatlich gefördert. Es besteht eine Tendenz zu grösseren und effizienteren Anlagen. Bei grösseren Anlagen ist die Brennstoffqualität weniger wichtig. So können auch minderwertige Holzsortimente besser genutzt werden (Nussbaumer, 2013). Die Entwicklung des kantonalen Anlagenbestands (Kapitel 4.1) bestätigt diesen Trend.

Der Brennstoff Pellet kann neben Restholz auch aus Waldfrischholz hergestellt werden. Ein Pilotprojekt in der Region, das Pelletwerk Mittelland in Schöftland, musste jedoch bereits zwei Jahre nach Inbetriebnahme im Jahr 2008 Konkurs anmelden. Grund dafür waren technische Probleme bei der Trocknung des Waldfrischholzes. Waldpellets haben sich aber als Nischenprodukt mit einem Anteil von 3 % (Stand 2017) an der gesamten Schweizer Pelletproduktion etabliert (Lutz, 2018). Eine Ökobilanz der Fachhochschule Nordwestschweiz hat gezeigt, dass Waldpellets mehr graue Energie als Waldholzschnitzel benötigen, aber deutlich unter dem Wert von nicht erneuerbarem Heizöl liegen (Bösch et al., 2019). Forschungsbedarf besteht insbesondere bei den Luftemissionen (Partikel und NO_x), welche die grössten Umweltauswirkungen bei Pellet- und Schnitzelheizungen verursachen (Bösch et al., 2019).

Stromproduktion

Neben Wärme kann mit Holz auch Strom erzeugt werden. In der Stromproduktion aus Holz ist die Dampfkrafttechnik etabliert. Sie weist aber einen hohen Skaleneffekt auf, d.h. der Wirkungsgrad steigt und die spezifischen Kosten sinken, je grösser die Anlage ist (Bryner, 2019). Deshalb eignet sich die Stromproduktion vor allem für grosse Anlagen.

Daneben wurde in den letzten Jahren vermehrt die Holzvergasung, eine rund 150 Jahre alte Technologie, wieder aufgenommen (Bryner, 2019). Die Nutzung der

Holzvergasung in Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen hat sich zu einem interessanten Verfahren mit grossem Potenzial entwickelt. In diesen Anlagen kann bedarfsgerecht Strom produziert und die Abwärme genutzt werden. Damit können sie zur Stabilität von lokalen Verteilnetzen und zur Versorgungssicherheit insbesondere im Winterhalbjahr beitragen. Obwohl das Verfahren gemäss Holzenergie Schweiz bereits in einigen Anlagen praxistauglich eingesetzt wurde, hat es sich noch nicht durchgesetzt.

Ein weiteres Verfahren mit Vergasungstechnologie ist die Pyrolyse mit Pflanzenkohleproduktion, bei der Wärme und Holzgas als Nebenprodukte entstehen. Der Einsatz dieser Technologie wird kontrovers diskutiert. Die Befürworter/-innen der Pyrolyse sehen die Vorteile darin, dass die oftmals importierte Pflanzenkohle lokal und aus nachwachsendem Rohstoff (Hackreststoffen) produziert wird und gleichzeitig Wärme sowie Holzgas als wertvolle Nebenprodukte erzeugt werden. Die Pflanzenkohle wird zur Bodenverbesserung eingesetzt. Aufgrund ihrer porösen Struktur speichert sie Wasser und Nährstoffe und gibt sie nach und nach wieder frei. Der Verwendung von Pflanzenkohle in Mitteleuropa stehen mehrere Experten jedoch kritisch gegenüber (AUE, 2020) Sie schätzen den bodenverbessernden Effekt je nach Boden als gering ein und sind gegen die Einbringung von Fremdstoffen (AUE, 2020). Zudem wird kritisiert, dass Holz effizienter genutzt werden könnte. Ein Teil der Energie wird bei der Pyrolyse nicht genutzt, sondern bleibt in der Kohle. In Pilotprojekten, wie z.B. der geplanten Anlage der IWB Basel (Betriebsstart 2021), wird die Technologie nun getestet und es wird sich zeigen, ob sie sich langfristig etablieren kann.

Treibstoff

Holz kann auch in Flüssigtreibstoff umgewandelt werden. Die Fischer-Tropsch-Synthese ermöglicht via Holzvergasung die Produktion eines Treibstoffs aus Holz (Nussbaumer, 2010). Der Substitutionseffekt von fossilen Treibstoffen ist jedoch geringer als die Substitutionswirkung von aus Holz erzeugter Wärme oder Strom (Nussbaumer, 2010). Deshalb ist es sinnvoller, Holz für die Wärme- und Stromproduktion einzusetzen, solange damit noch fossile Ressourcen ersetzt werden. Deshalb wird die Produktion von Flüssigtreibstoff aus Holz eventuell erst in Zukunft ein Thema.

Zukünftige Energieversorgung

In der nahen Zukunft ist der Ersatz von Öl- und Gasheizungen ein wichtiger Baustein, um die Klimaziele des Bundes zu erreichen. Als Ersatz der fossilen Heizungen eignen sich Holzenergieanlagen, da in den Schweizer Wäldern unter Einhaltung der Nachhaltigkeit mehrere Tausend Kubikmeter Energieholz zusätzlich genutzt werden könnten. Aber auch im Hochtemperaturbereich kann Holz sinnvoll eingesetzt werden. Langfristig gesehen soll der Rohstoff deshalb vermehrt für die Produktion von Prozesswärme verwendet werden, da dies energieeffizienter und wirtschaftlicher

ist. Die Umverteilung des Holzeinsatzes zeichnet sich auch in den Energieperspektiven 2050+ (PROGNOS AG et al., 2020) ab. Zudem wird prognostiziert, dass der Energiebedarf für Raumwärme in Zukunft aufgrund energieeffizienterer Technologien und Massnahmen tendenziell abnehmen wird (PROGNOS AG et al., 2020). Es ist deshalb zu erwarten, dass die Nachfrage nach dem Brennstoff Holz für Raumwärme abnehmen und für Prozesswärme zunehmen wird.

Weiter ist zu erwarten, dass die Techniken im Bereich der Umweltfreundlichkeit generell weiterentwickelt werden (Nussbaumer, 2013). Im Fokus stehen dabei der Wirkungsgrad und die Wirtschaftlichkeit von Holzenergieanlagen durch verbesserte, zukunftssträchtige Verfahren wie die Wärme-Kraft-Kopplung (Bryner, 2019). Dezentrale Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen könnten vor allem in Bezug auf das zunehmende Winterdefizit in der Stromversorgung langfristig einen wichtigen Platz in der Energieversorgung übernehmen (Bryner, 2019).

In der zukünftigen Energieversorgung soll die Holzenergie vermehrt im Hochtemperaturbereich eingesetzt werden. Zudem kann durch dezentrale Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen mit Holz als Brennstoff das zunehmende Winterdefizit in der Stromversorgung gedeckt und Nachfragespitzen abgefedert werden.

4.2.3 Gesamtbedarf Energieholz bis 2029

Der Gesamtbedarf an Energieholz für die Zeitperiode 2019 bis 2029 wird aus den Zahlen der einzelnen Anlagengruppen und der neu geplanten und im Bau befindlichen Anlagen berechnet. Für jede Anlagengruppe wurde zudem gutachtlich⁷ festgelegt, welche Anteile des jeweiligen Holzumsatzes den Kategorien Waldholz, Restholz, Flurholz und Altholz zugeordnet werden kann.

Der aktuelle Energieholzbedarf im Jahr 2019 liegt bei knapp 104'000 Fm pro Jahr (exkl. Grossanlagen), wobei rund zwei Drittel des Energieholzes aus dem Wald kommt (Tabelle 4). Bis 2029 kann im Kanton Solothurn mit einer zusätzlichen Nennleistung von 30 MW und einem zusätzlichen Energieholzbedarf von rund 24'000 Fm gerechnet werden. Der gesamte, jährliche Energieholzbedarf könnte sich deshalb in den nächsten zehn Jahren auf rund 128'000 Fm erhöhen. Die Bedarfsschätzung für das Jahr 2029 beruht auf der Annahme, dass keine Anlagen ausser Betrieb genommen werden, sondern defekte Anlagen mit gleichwertigen ersetzt werden.

⁷ Auskunft von A. Keel (Holzenergie Schweiz), den Betreibern der bestehenden Grossanlagen sowie einzelnen potenziellen Betreibern von Neuanlagen.

Tabelle 4: Verbrauch an Energieholz aus Waldholz, Restholz, Flurholz und Altholz im Jahr 2019 sowie Schätzung des Bedarfs für das Jahr 2029 (exkl. Grossanlagen).

Anlagen- typ	Waldholz		Restholz		Flurholz		Altholz		Total
	[%]	[Fm]	[%]	[Fm]	[%]	[Fm]	[%]	[Fm]	[Fm]
Klein- anlagen	90	35'200	5	2'000	5	2'000			39'200
Automat. Schnitzel- feuerun- gen	85	31'700	5	1'900	10	3'700			37'300
Pellet- feuerun- gen			100	19'000					19'000
Feuerun- gen in HVB			95	7'900			5	400	8'300
Verbrauch 2019		66'900		30'800		5'700		400	103'800
Neu- anlagen	80	19'100	10	2'400	10	2'400			23'900
Bedarf 2029		86'000		33'200		8'100		400	127'700

5 Energieholznutzung und -potenzial

Die Herleitung des Energieholzpotezialstüzt sich in erster Linie auf eine umfassende Studie der Eidg. Forschungsanstalt WSL, welche die Biomassenpotenziale der Schweiz und der einzelnen Kantone für die energetische Nutzung untersucht hat (Thees et al., 2017).

Die Angaben wurden mit Daten aus der Forststatistik, der Forstlichen Betriebsabrechnung (ForstBAR) sowie einer Umfrage bei den Forstrevieren des Kantons Solothurn plausibilisiert. Für die Sortimente Rest- und Altholz wurden zudem Informationen aus der Eidg. Holzverarbeitungserhebung 2017 des Bundesamts für Statistik (BFS) und einer weiteren Studie der WSL «Altholzpotezialstü der Schweiz für die energetische Nutzung» (Erni et al., 2017) verwendet.

5.1 Entwicklung der Energieholznutzung 2009 - 2019

Die totale jährlich genutzte Holzmenge im Kanton Solothurn hat sich im Vergleich zum Jahr 2009 kaum geändert. Während die Nutzung von Stammholz zurückgegangen ist, ist die Menge an Industrie- und vor allem Energieholz gestiegen. Im Jahr 2019 wurden rund 75'000 Fm Waldholz energetisch verwertet, 2009 waren es erst rund 58'000 Fm. Der Rundholzabsatz wurde durch die Eurokrise und den daraus folgenden Holzpreiserfall sowie durch den grossen Anfall an Schadholz (Sturm-, Dür- und Käferholz) stark beeinflusst. Zudem nahm die Anzahl der Holzverarbeitenden Betriebe gesamtschweizerisch wie auch im Kanton Solothurn ab. Aufgrund des geringen Holzpreises und sinkender Nachfrage wurde und musste vermehrt Holz als Energieholz verkauft werden. Zurzeit sind keine grossen Veränderungen dieser Situation zu erwarten.

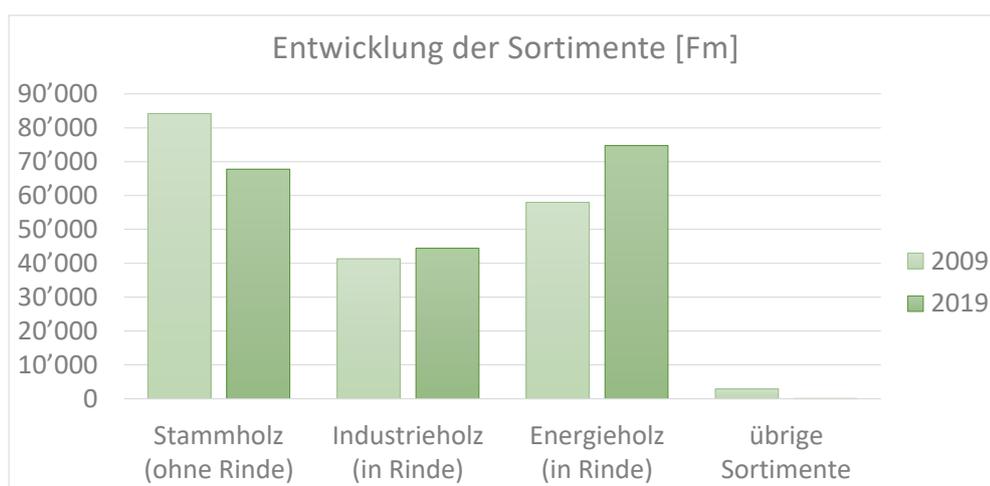


Abbildung 7: Vergleich der Nutzungsmengen des Kantons Solothurn pro Sortiment für die Jahre 2009 und 2019 (Forststatistik 2010 und 2020)

5.2 Zukünftiges Energieholzpotenzial bis 2029

5.2.1 Waldholz

Waldholz wird in erster Linie stofflich verwertet. Holz, das aus technischen oder ökonomischen Gründen nicht für die stoffliche Nutzung geeignet ist, wird energetisch genutzt. Grösstenteils sind das Rundholz mit ungeeigneten Dimensionen und Qualitäten, Rinde sowie Reisig.

Eine Studie der Eidg. Forschungsanstalt WSL (Thees et al., 2017) hat das Energieholzpotenzial der Schweiz sowie des Kantons Solothurn für die nächsten 20 Jahre für drei Waldbewirtschaftungs- und zwei Holzmarktszenarien berechnet. Die Simulation des zukünftigen Waldwachstums wurde mit dem Waldwachstumsmodell Massimo der Eidg. Forschungsanstalt WSL basierend auf den LFI-Daten für die drei Bewirtschaftungsszenarien «Vorratsanstieg», «Kontinuierlich hoher Zuwachs» und «Grosse Nachfrage nach Energie- und Chemieholz⁸» durchgeführt. Als Holzmarktszenarien wurde eine weniger energieholzfreundliche (V1) und eine energieholzfreundliche (V2) Variante gewählt. Für die verschiedenen Szenarien wurden die bereits genutzte Energieholzmenge sowie das Energieholzpotenzial für die Zeitperiode «2017-2036» ermittelt (Tabelle 5):

$$\text{Waldenergieholzpotenzial} = \text{Maximal nutzbare Waldenergieholzmenge (modelliert für 2017-2036)} - \text{Bereits genutzte Waldenergieholzmenge (berechnet für 2014)}$$

Die bereits genutzte Energieholzmenge entspricht der Holzmenge, die im Jahr 2014 energetisch genutzt wurde. Dazu wurden die Daten aus der Forststatistik mit Korrekturfaktoren für den Rindenanteil am Stammholz, Zumasse, Messvorschriften, nicht erfasste Holz mengen im Privatwald und nicht erfasste Holz mengen im öffentlichen Wald angepasst. Die maximal nutzbare Energieholzmenge wurde mittels Derbholznettozuwachs zuzüglich Reisig, Rinde und Mortalität unter Berücksichtigung der verschiedenen Bewirtschaftungsszenarien berechnet. Bei der Berechnung des Energieholzpotenzials wurden zudem Reservatsflächen, Ernteverluste und der Anteil an stofflicher Nutzung beachtet.

In einer Umfrage in allen Forstrevieren des Kantons Solothurn wurden die bereits genutzte Holzmenge und das geschätzte Potenzial nach Sortiment ermittelt. Zudem wurde gefragt, ob das Potenzial aus einer Nutzungsintensivierung, der Nutzung von Abholz oder der Nutzung von Landschaftsholz stammt.

⁸ Chemieholz wird synonym für Industrieholz verwendet.

Beurteilung

Bis ins Jahr 2036 wird gemäss Ausführungen in Kapitel 5.2.1 ein Energieholzpotenzial von 45'000 – 156'000 Fm pro Jahr berechnet (Tabelle 5). Grund für die grosse Spannweite sind die verschiedenen Waldbewirtschaftungs- und Holzmarktszenarien. Aufgrund der folgenden Einschätzungen kann für den Kanton Solothurn von einer zusätzlich nutzbaren Energieholzmenge von rund 75'000 Fm/Jahr ausgegangen werden:

Gemäss der Studie Energieperspektiven 2050+ (PROGNOS, 2020) ist anzunehmen, dass die Nachfrage nach Energieholz kurzfristig steigen und langfristig aber abnehmen wird. Gleichzeitig wird die stoffliche Nutzung des Waldholzes durch Initiativen wie das Label Schweizer Holz oder Organisationen wie die Pro Holz Solothurn aktiv gefördert. Dadurch wird das Waldholz erst als Rest- oder Altholz energetisch genutzt und kommt nicht als Energieholz auf den Markt. Es kann deshalb von einem mittelmässig energieholzfreundlichen Holzmarktszenario (Mittelwert von V1 und V2) ausgegangen werden.

In der Waldbewirtschaftung bestehen zurzeit keine Bestrebungen den Vorrat, der vom LFI 4 für den Kanton Solothurn auf knapp 350 Tfm⁹/ha geschätzt wurde, stark zu senken, da der Vorrat aufgrund von Zwangsnutzungen in den letzten Jahren abgenommen hat. Das Szenario «Starker Vorratsabbau» ist deshalb unwahrscheinlich. Da der Hiebsatz in einigen Forstrevieren noch nicht ausgeschöpft wird, kann der Mittelwert zwischen den anderen beiden Szenarien «Vorratsanstieg» (58'500 Fm/Jahr) und «Moderater Vorratsabbau» (90'500 Fm/Jahr) angenommen werden, was der zusätzlich nutzbaren Energieholzmenge von rund 75'000 Fm/Jahr entspricht.

Bei der Berechnung des Potenzials wurde von einer bereits genutzten Energieholzmenge von rund 68'000 Fm aus dem Jahr 2014 ausgegangen. Aufgrund der aktuellen Daten der Forststatistik aus dem Jahr 2019 wird angenommen, dass die jährlich genutzte Energieholzmenge um rund 10'000 Fm gestiegen und damit das Potenzial um denselben Wert auf rund 65'000 Fm/Jahr gesunken ist. Die Potenzialschätzung der befragten Förster liegt etwas tiefer bei 50'000 Fm. Diese Energieholzmenge könnte im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben genutzt werden und entspricht dem Bewirtschaftungsszenario «Vorratsanstieg». Würde sich die Waldstrategie¹⁰ ändern, sähen die Forstreviere gemäss Umfrage aber ein bis zu dreimal so hohes Potenzial. Die Ergebnisse der Umfrage decken sich also mit den Werten der WSL-Studie.

⁹ Tariffestmeter = Angabe des Holzvolumens eines stehenden Baumes oder Waldes

¹⁰ Ein nationales oder kantonales Rahmenwerk, das langfristige Ziele und Handlungsschwerpunkte für den Wald und dessen Bewirtschaftung vorgibt.

In den nächsten 15 Jahren kann im Kanton Solothurn von einem Waldenergieholzpotenzial von rund 65'000 Fm/Jahr ausgegangen werden. Der Wert ist aufgrund diverser Annahmen und Prognosen mit einer grossen Unsicherheit behaftet und hängt vom aktuellen Holzmarkt, äusseren Rahmenbedingungen (Sturmereignisse, Trockenheit, Schädlinge, ...) sowie der Waldstrategie¹⁰ ab.

Tabelle 5: Waldenergieholzpotenzial des Kantons Solothurn für die Zeitperiode 2017-2036 und die beiden Holzmarktsituationen «weniger energieholzfreundlich» (V1) und «energieholzfreundlich» (V2).

Bewirtschaftungsszenarien		Waldenergieholzpotenzial [Fm/J]		
		V1	V2	Mittelwert
Vorratsanstieg	«Vorratsanstieg»: Waldwachstum wie bisher angenommen	45'000	72'000	58'500
Moderater Vorratsabbau	«Kontinuierlich hoher Zuwachs»: moderater Vorratsabbau in überalterten Beständen	73'000	108'000	90'500
Starker Vorratsabbau	«Grosse Nachfrage nach Energie- und Chemieholz»: starker Vorratsabbau und eine Verkürzung der Umtriebszeit		156'000	156'000
Spannweite		45'000 – 156'000		

5.2.2 Restholz

Restholz ist ein Nebenprodukt, das in holzbe- und verarbeitenden Betrieben anfällt. Die Menge des Restholzaufkommens hängt stark von der Nutzung und Verarbeitung von Waldholz in Säge-, Hobel- und Leimholzwerken sowie Zimmereien und Schreinerereien ab. Das Restholz kann sowohl stofflich vor allem zur Produktion von Spanplatten als auch energetisch genutzt werden.

Eine Studie der Eidg. Forschungsanstalt WSL hat das Potenzial von Restholz aus allen holzbe- und verarbeitenden Betrieben analysiert (Erni et. al, 2017). Die Ergebnisse

basieren auf der Waldholznutzung von 2014 und berechneten Nutzungsmengen für verschiedene Zukunftsszenarien. Zudem wird der Einschnitt sowie die Verwertung von Restholz in Sägereien vom Bundesamt für Statistik regelmässig erhoben (Bundesamt für Statistik, 2018).

Beurteilung

Die bereits genutzte Restholzmenge im Kanton Solothurn wird im Jahr 2014 auf 37'000 Fm geschätzt (Tabelle 6). Gemäss Holzverarbeitungserhebung aus dem Jahr 2017 sollten davon 4'500 Fm aus Sägereien stammen (Tabelle 7). Dies entspricht nicht der von Erni et al. (2017) formulierten Annahme, dass das Restholz aus den Sägereien ca. die Hälfte der gesamten Restholzmenge ausmacht, was in diesem Falle 18'500 Fm Restholz entsprechen würde. Grund dafür ist vermutlich die Annahme der WSL-Studie, dass das Waldholz innerkantonal verarbeitet wird. Der starke Rückgang der Sägereien sowie die verzweigte Form des Kantons Solothurn lassen jedoch vermuten, dass ein grösserer Holzabfluss in die umliegenden Kantone besteht und dass die bereits genutzte Restholzmenge für den Kanton Solothurn deshalb tiefer ist. In der Folge wird deshalb ein Mittelwert zwischen dem modellierten Wert der WSL-Studie (37'000 Fm) und der doppelten Restholzmenge der Sägereien (9'000 Fm) von 23'000 Fm verwendet.

Das Restholzpotezial für die Zeitperiode 2017 – 2036 wird auf 5'000 Fm geschätzt. Es ist auch in Zukunft anzunehmen, dass dieser Wert nicht ausgeschöpft werden kann, da ein grosser Teil des Waldholzes wahrscheinlich weiterhin ausserkantonal verwertet wird.

Die Anzahl der Sägereien ist im Kanton Solothurn seit 2007 um mehr als 50 Prozent zurückgegangen (Tabelle 7). Entsprechend ist auch der Rundholzeinschnitt um mehr als die Hälfte auf 13'270 Fm gesunken. Die Menge an Restholz, die in den Sägereien energetisch verarbeitet wurde, hat sich jedoch kaum verändert und umfasst rund 2'000 Fm. Während im Jahr 2007 mehr als die Hälfte des energetisch genutzten Restholzes an Dritte weitergegeben wurde, wurde es 2017 grösstenteils im eigenen Betrieb verwendet. Der starke Rückgang bei der stofflichen Nutzung ist vor allem auf die Schliessungen der Zellulosefabrik Borregaard im Jahr 2008 und der Papierfabrik Utzenstorf im Jahr 2017 zurückzuführen.

Im Kanton Solothurn kann für das Sortiment Restholz von einer bereits genutzten Energieholzmenge von 23'000 Fm und einem zusätzlich freien Energieholzpotenzial von 5'000 Fm ausgegangen werden. Das zusätzlich nutzbare Potenzial fällt aber nur an, wenn die Sägereien die zusätzlich nutzbare Waldholzmenge einschneiden können. Dafür sind die Kapazitäten der holzbe- und verarbeitenden Betriebe im Kanton Solothurn zurzeit jedoch zu klein.

Tabelle 6: Bereits genutzte Restholzmenge und Restholzpotenzial des Kantons Solothurn für die energetische Nutzung im Jahr 2014 (Erni et al., 2017). Das Restholzpotenzial ist eine Prognose für die Zeitperiode 2017-2036.

Restholz	Bereits genutzte Restholzmenge [Fm/J]	Restholzpotenzial [Fm/J]
Gesamtvolumen	37'000	5'000

Tabelle 7: Zahlen zu den Sägereien im Kanton Solothurn (Eidg. Holzverarbeitungserhebung, BFS)

Statistik der Sägereien	2007	2017
Anzahl Sägereien [Stk.]	16	7
Rundholzeinschnitt [Fm]	31'698	13'270
Restholz [Fm]	12'120	4'572
davon Energieholz im eigenen Betrieb [Fm]	878	1'250
davon Energieholz an Dritte [Fm]	1'185	662
davon stoffliche oder andere Verwendung [Fm]	10'057	2'659

5.2.3 Flurholz

Flurholz resp. Landschaftspflegeholz fällt bei der Pflege von verholzten Pflanzen ausserhalb des Waldes an. Es ist für die energetische Nutzung gut geeignet, da eine wirtschaftliche Nutzung des Holzes nicht im Vordergrund steht und es im Gegensatz zu Energieholzplantagen ausserhalb des Waldes keine landwirtschaftlich nutzbaren Flächen beansprucht.

Im Rahmen einer Studie der Eidg. Forschungsanstalt WSL (Thees et al., 2017) wurde das Energieholzpotenzial der Schweiz sowie des Kantons Solothurn für Flurholz ermittelt. Als Grundlage für die Berechnungen diente die Schweizer Arealstatistik. Die Grundkategorien wurden in fünf Flurholzgruppen eingeteilt. Für jede Flurholzfläche wurde der Zuwachs abgeschätzt und die nachhaltig nutzbare Holzmenge abhängig vom Deckungsgrad, der Höhenlage, der Erntekosten und des stofflich genutzten Anteils berechnet. Ausgehend davon wurde das Flurholzpotenzial berechnet:

$$\text{Energieholzpotenzial aus Flurholz} = \text{Nachhaltig nutzbare} - \text{bereits genutzte Energieholzmenge aus Flurholz}$$

Die bereits genutzte Energieholzmenge wurde modelliert, da sie bislang nicht offiziell erfasst wurde. Die nachhaltig nutzbare Holzmenge wurde mittels Korrekturfaktor

angepasst. Dieser basiert auf der Annahme, dass nicht alle Flurholzflächen vollständig genutzt werden z.B. Siedlungsgrün, das nicht regelmässig bewirtschaftet wird.

In einer Umfrage bei allen Forstrevieren des Kantons Solothurn wurde nach einer Einschätzung des Flurholzpotenzials zur energetischen Nutzung gefragt. Diese Daten dienen zur Plausibilisierung der Werte aus der WSL-Studie.

Beurteilung

Im Kanton Solothurn wurden im Jahr 2014 geschätzt gut 5'000 t Trockensubstanz (TS) Flurholz energetisch genutzt (Tabelle 8). Das Flurholz stammt grösstenteils aus dem Siedlungsgebiet und von Grünflächen entlang von Strassen und Bahntrassees. Das Flurholzpotenzial für die energetischen Nutzung wurde auf gut 4'000 t TS geschätzt, was umgerechnet einem Holzvolumen von rund 7'000 Fm entspricht¹¹. Da sich die Bodennutzung im Kanton Solothurn laut der Arealstatistik seit 2014 nicht stark verändert hat, können die Werte der WSL-Studie als aktuelle Zahlen übernommen werden.

Die Forstreviere haben in der kantonalen Umfrage ein deutlich geringeres Flurholzpotenzial von 3'800 Fm angegeben. In der Umfrage wurden aber Arbeiten, die von Gärtnereien oder Forstunternehmen durchgeführt werden, nicht erfasst. Aus diesem Grund wird in der Folge der Wert der WSL-Studie verwendet.

Im Kanton Solothurn kann von einer bereits genutzten Energieholzmenge aus Flurholz von knapp 9'000 Fm und einem frei verfügbaren Energieholzpotenzial aus Flurholz von knapp 7'000 Fm ausgegangen werden.

¹¹ 1 Fm = 0.6 t Trockensubstanz (Ernst Basler + Partner AG, 2009)

Tabelle 8: Bereits genutzte Flurholzmenge und Flurholzpotezial des Kantons Solothurn für die energetische Nutzung im Jahr 2014 (Erni et al., 2017)

Herkunft Flurholz	Bereits genutzte Flurholzmenge [Fm TS/J]	Flurholzpotezial [Fm TS/J]
Siedlungsgebiet	2'600	1'900
Verkehrsgrün	2'400	1'700
Landwirtschaftliche Flächen	800	700
Baumgruppen / Strauchvegetation	300	300
Hecken	1'600	1'300
Uferbereich	1'300	1'100
Alle Flächen	9'000	7'000

5.2.4 Altholz

Die energetische Nutzung von Altholz ist in Bezug auf eine optimale Kaskadennutzung des Rohstoffes Holz sehr interessant. Als Altholz wird üblicherweise Holz bezeichnet, das bereits einmal in Gebrauch war. Naturbelassenes Waldholz und Restholz werden oftmals nicht dazugezählt. Altholz wird in vier Kategorien eingeteilt, wobei die Kategorien A1/A2 nicht bis wenig behandeltes und A3/A4 stark behandeltes Holz umfassen. In einer Vollerhebung der WSL im Jahr 2014 wurde mittels Befragung bei Altholzentsorgern und -transporteuren die Nutzung und das Potenzial von Altholz ermittelt (Erni et al., 2017). Die bereits genutzte Altholzmenge wurde mit den Daten des Amtes für Umwelt (AfU Kanton Solothurn) aktualisiert.

Beurteilung

Rund 50'700 t Altholz, was umgerechnet einem Holzvolumen von rund 101'400 Fm entspricht¹², wurden gemäss WSL-Studie 2014 im Kanton Solothurn energetisch genutzt. Die aktuellen Zahlen des AfU zum Altholzverbrauch weisen für das Jahr 2019 eine bereits genutzte Altholzmenge von rund 90'800 Fm aus (Tabelle 9). Davon sind gemäss telefonischen Anfragen bei den Grossanlagen rund 35'400 Fm Altholz aus dem Kanton Solothurn. Das Volumen ist in den letzten fünf Jahren somit leicht

¹² 1 t Altholz = 2 Fm Altholz (Experteneinschätzung)

zurückgegangen. Das Altholzpotezial wurde im Jahr 2014 auf rund 31'000 t bzw. 61'400 Fm Altholz geschätzt. Dieses Volumen wurde dazumal zur energetischen Nutzung ins Ausland transportiert. Rund die Hälfte davon sind alte Bahnschwellen aus der ganzen Schweiz. Ein Versuch, die alten Bahnschwellen lokal zu verwerten, war nicht erfolgreich. Aufgrund der aufwändigen Verwertung werden sie deshalb weiterhin ins Ausland transportiert. Da keine weiteren Altholztransporte ins Ausland ausfindig gemacht werden konnten, ist anzunehmen, dass das Altholzpotezial tendenziell zu hoch eingeschätzt wird. Weiter ist unklar, welche Auswirkungen der Neubau der KEBAG-ENOVA auf das Altholzpotezial haben könnte. Aufgrund dieser grossen Unsicherheiten wurde das Altholz aus der Berechnung des Gesamtpotezials ausgeklammert.

Im Kanton Solothurn kann von einer bereits genutzten Energieholzmenge aus Altholz von rund 90'800 Fm und einem Energieholzpotezial aus Altholz, das bislang zu einem beachtlichen Teil ins Ausland transportiert wurde, von rund 61'400 Fm ausgegangen werden.

Tabelle 9: Bereits genutzte Altholzmenge im Jahr 2019 (AfU, 2020) sowie Potezial von Altholz für die energetische Nutzung im Jahr 2014 (Erni et al., 2017)

Verwendung Altholz	Bereits genutzte Altholzmenge [Fm]	Altholzpotezial [Fm]
Energetische Nutzung	90'800	0
Weitertransport	0	61'400
Gesamtvolumen	90'800	61'400

5.2.5 Gesamtpotezial Energieholz bis 2029

Das Energieholzpotezial lag im Jahr 2019 bei rund 77'000 Fm, wobei das grösste Potezial mit rund 65'000 Fm aus dem Wald kommt (Tabelle 10). Das Potezial von Rest- und Flurholz ist im Verhältnis zum Waldholz sehr gering. Das gesamte Energieholzpotezial entspricht gut zwei Drittel der bereits genutzten Holzmenge im Jahr 2019.

Das Energieholzpotezial könnte sich aufgrund von Veränderungen im Holzmarkt oder aber äusseren Umständen, wie z.B. dem Klimawandel, langfristig ändern. Sollte beispielsweise die Umwandlung des Waldes in einen klimafitteren Wald mit einer vielfältigen, klimatoleranten Baumartenzusammensetzung vorangetrieben werden, müssten die Umtriebszeiten verkürzt, der Vorrat gesenkt und der Wald stärker

verjüngt werden. Dadurch würde das Waldholzpotenzial stark steigen. Den gleichen Effekt könnten auch Folgeschäden der Klimaerwärmung, wie z.B. ein verstärkter Schadholzanfall, haben. Werden in Zukunft vermehrt Projekte initiiert, wie das nationale Pilotprojekt zur CO₂-Speicherung im Forstrevier Bucheggberg, würde das Waldholzpotenzial sinken. Das Forstrevier hat sich im Rahmen dieses CO₂-Senkenprojekts verpflichtet, langfristig auf einen Vorratsabbau zu verzichten, wodurch weniger Holz anfällt.

Neben dem Waldholz weist auch das Altholz mit rund 61'400 Fm ein grosses Potenzial auf. Anstatt ins Ausland transportiert, könnte es innerkantonale aufbereitet und energetisch verwertet werden. Eine lokale Altholzverwertung hat sich bislang aber noch nicht bewährt.

Tabelle 10: Bereits genutzte Holzmenge und Energieholzpotenzial im Jahr 2019 für die Sortimente Waldholz, Restholz, Flurholz.

Sortiment	Bereits genutzte Holzmenge [Fm]	Energieholzpotenzial [Fm]
Waldholz	75'000	65'000
Restholz	23'000	5'000
Flurholz	9'000	7'000
Gesamt	107'000	77'000

6 Vergleich von Energieholzbedarf und -potenzial

Der Wald ist für die Gesellschaft von grosser Bedeutung. Auf einer Fläche von 32'600 ha erfüllt der Solothurner Wald verschiedene Funktionen, nämlich die Nutz-, Schutz- und Wohlfahrtsfunktion. Zudem bietet er einen vielfältigen Lebensraum für Pflanzen und Tiere. Die Nutzung des Rohstoffs Holz muss im Einklang mit dieser Multifunktionalität stehen und darf sie nicht gefährden. Bei der Nutzung von Holz ist das Kaskadenprinzip zu beachten. So soll Holz zuerst stofflich verwendet und wiederverwendet werden, bevor es energetisch genutzt wird. Holz, das nicht oder nicht mehr stofflich genutzt werden kann, soll als Energieholz bestmöglich verwertet werden. Nachfolgend wird die Energieholzsituation im Kanton Solothurn analysiert. Dazu werden der Energieholzbedarf und das Energieholzpotenzial verglichen (Tabelle 11).

Die im Jahr 2019 bereits energetisch genutzte Holzmenge von rund 107'000 Fm liegt leicht über dem berechneten Energieholzverbrauch von rund 104'000 Fm für das Jahr 2019 und stimmt somit gut überein. Da nicht alle Holzflüsse zwischen dem Kanton Solothurn und den umliegenden Regionen erfasst werden konnten, war mit einer Differenz zu rechnen. Auch die Werte der einzelnen Sortimente weisen für Bedarf und Nutzung eine ähnliche Grössenordnung auf. Waldholz wird am meisten genutzt beziehungsweise nachgefragt, wohingegen das Flurholz nur eine nebensächliche Rolle spielt. Die kleinen Unterschiede bei den Holzmenngen der Sortimente können unter anderem auf die Schätzung der jeweiligen Anteile am Holzumsatz der einzelnen Anlagengruppen zurückgeführt werden.

Das Energieholzpotenzial deckt die Differenz des Energieholzbedarfs von 2019 und 2029 bei Weitem. Auch wenn zusätzlich zu den geplanten Anlagen noch eine Grossanlage gebaut würde, wird das Potenzial nicht ausgeschöpft. Dieser grosse Spielraum ist insbesondere auf das Waldholz zurückzuführen. Für das Sortiment Restholz kann der geschätzte Bedarf fürs Jahr 2029 nicht vollständig gedeckt werden. Dieses Defizit wird aufgrund der geographischen Lage und Form des Kantons Solothurn bereits heute über die Kantonsgrenze regional ausgeglichen. Für das Sortiment Flurholz wird angenommen, dass in den nächsten zehn Jahren fast doppelt so viel Holz genutzt werden könnte. Dieses Potenzial ist jedoch verglichen mit dem Waldholz immer noch gering. Gesamthaft gesehen sind aufgrund des hohen freien Potenzials von 56'700 Fm keine speziellen Massnahmen wie etwa kürzere Umtriebszeiten im Wald, schnellwüchsige Baumarten oder eine verstärkte Nutzung von Flurholz und Astmaterial vorzusehen. Bei einem Strategiewechsel mit beispielsweise leichtem bis starkem Vorratsabbau würde sich das Potenzial noch deutlich erhöhen.

Tabelle 11: Vergleich des Energieholzverbrauchs und -nutzung 2019, des Energieholzbedarfs und -potenzials 2029 sowie Berechnung des noch freien Potenzials bis 2029 (= Nutzung 2019 + Potenzial 2019 – Bedarf 2029)

Energieholzsortiment	2019			2029	
	Verbrauch [Fm]	Nutzung [Fm]	Potenzial [Fm]	Bedarf [Fm]	Freies Potenzial [Fm]
Waldholz	66'900	75'000	65'000	86'000	54'000
Restholz	30'800	23'000	5'000	33'200	-5'200
Flurholz	5'700	9'000	7'000	8'100	7'900
Gesamt	103'400	107'000	77'000	127'300	56'700

7 Empfohlene Handlungsschwerpunkte

Im Holzenergiekonzept 2009 wurde ein Potenzial für zusätzliche Holzenergieanlagen mit einer Gesamtnennleistung von 46 bis 65 MW festgehalten. Bis ins Jahr 2019 wurde dieses Potenzial noch nicht ausgeschöpft.

Auch die neuen Potenzialberechnungen für die Zeitperiode 2020 bis 2029 zeigen ein grosses Energieholzpotenzial, das mit den zurzeit geplanten Holzenergieanlagen nicht ausgeschöpft wird. Es werden deshalb zwei Handlungsschwerpunkte zur Förderung der Holzenergie vorgeschlagen und die Massnahmen aus dem Holzenergiekonzept 2009 mit zusätzlichen Massnahmen ergänzt.

- I. **Holzenergie als Ersatz fossiler Energieträger in naher Zukunft:**
Die Holzenergie soll einen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgasemissionen leisten und damit die Zielsetzungen der Schweizer Klimapolitik unterstützen.
- II. **Holzenergie als wichtiger Bestandteil der langfristigen Energieplanung:**
Die Holzenergie soll langfristig einen beachtlichen Anteil am gesamten Energiemix ausmachen.

Für beide Handlungsschwerpunkte wurden Massnahmen vorgeschlagen und die verantwortlichen Akteure definiert.

I - Holzenergie als Ersatz fossiler Energieträger in naher Zukunft	
Massnahmen	Akteure
<ul style="list-style-type: none"> • Verstärkte Förderung von Holzenergie Die Förderbeiträge für Holzheizungen wurden 2020 auf das zulässige Maximum erhöht. Die Fördersätze für den Neubau/Erweiterung von Wärmenetzen und Erzeugungsanlagen befinden sich noch auf dem Minimum und sollen erhöht werden. 	> Kanton
<ul style="list-style-type: none"> • Weiterführung der kostenlose Heizungsberatung Hauseigentümer/-innen sollen beim Ersatz einer Öl-, Gas- oder Elektroheizung weiterhin kostenlos beraten werden. Im Rahmen dieser Beratung sollen die Vorteile einer Holzheizung aufgezeigt werden. 	> Kanton

- **Vorbildfunktion beim Bau oder der Sanierung von öffentlichen Gebäuden** > Kanton und Gemeinden

Die Holzenergie soll beim Bau und der Sanierung von öffentlichen Gebäuden sowie bei der Erschließung neuer Wohngebiete von Kanton und Gemeinden gefördert werden.
- **Information der Öffentlichkeit, der Planer und der Behörden** > Kanton

Alle potenziellen Entscheidungsträger/-innen im Bereich der Holzenergie sollen über die Möglichkeiten und die Vorteile der Holzenergienutzung gezielt informiert werden.

II - Holzenergie als wichtiger Bestandteil der langfristigen Energieplanung

Massnahmen

Akteure

- **Potenzialanalyse für Fernwärme und Wärmekraftkopplungsanlagen (WKK)** > Kanton

Der Kanton Solothurn soll eine Potenzialanalyse durchführen und Bürger- sowie Einwohnergemeinden über potenzielle Standorte für Fernwärme- und WKK-Anlagen informieren.
- **Beratung von Grossverbrauchern** > Kanton

Der Kanton Solothurn soll Solothurner Betriebe mit hohem Energieumsatz, die in naher Zukunft nachhaltiger werden möchten oder müssen, über die Möglichkeiten im Bereich der Holzenergie informieren und beraten.
- **Erhöhung der KEV-Beiträge für Schweizer Holz** > Bund

Die KEV-Beiträge sollen an die Herkunft des Energieträgers gekoppelt und für Schweizer Holz erhöht werden, um die Nutzung von Schweizer Holz zu begünstigen.

- **Verstärkte regionale und nationale Verwertung von Altholz** > Kanton und Bund

Die Verwertung von Altholz, welches zurzeit vorwiegend ins Ausland exportiert wird, soll kantonal (A1/A2¹³) und national (A3/A4¹³) gefördert werden.
- **Förderung von Pilotprojekten** > Kanton und Bund

Pilotprojekte zur Verwendung von Holz für Prozesswärme und in Kombination mit anderen Energieträgern wie z.B. Wärmekraftkopplungsanlagen oder Hochtemperaturanlagen mit Holzstaub sollen bei Bedarf nicht nur vom Bund, sondern auch vom Kanton unterstützt werden.
- **Förderung der Entwicklung von innovativen, neuen Technologien** > Bund

Im Sinne der Standortförderung soll die Entwicklung von innovativen, neuen Technologien, die langfristig gesehen interessant werden könnten (wie z.B. Holzstaub, Pyrolyse), gefördert werden.
- **Verstärkte Förderung von Solothurner Holzpellets** > Kanton

Der Kanton Solothurn soll Fördermitteln für den Einsatz von Holz-Pellets bereitstellen, welche zu 100 % im Kanton Solothurn (inkl. Label Schweizer Holz) produziert werden. Nebst dem Energieträger selbst, tragen die reduzierten Transportwege vom Herstellungsort zum Lagerort des Kunden zur CO₂-Gesamtreduktion bei.

Die Entwicklung der kantonalen Holzenergie wird von den weiteren Verhandlungen im Zusammenhang mit der CO₂-Gesetzesrevision beeinflusst werden. Zudem kann die prognostizierte Abnahme des Heizenergieverbrauchs die Zusammensetzung des Energieholzbedarfs verändern. In zehn Jahren sollen deshalb der Energieholzverbrauch, das Energieholzpotenzial sowie die getroffenen Massnahmen neu analysiert werden.

¹³ Das Altholz wird in vier Kategorien eingeteilt: A1 - naturbelassenes Holz; A2 - behandeltes Altholz ohne halogenorganische Verbindungen (PVC) oder Holzschutzmittel; A3 - Altholz mit halogenorganischen Verbindungen (PVC) ohne Holzschutzmittel; A4 - mit Holzschutzmittel behandeltes Altholz

8 Literaturverzeichnis

- Abegg, M.; Brändli, U.-B.; Cioldi, F.; Fischer, C.; Herold, A.; Meile, R.; Rösler, E.; Speich, S.; Traub, B., 2020: Schweizerisches Landesforstinventar LFI. Ergebnistabellen und Karten der LFI-Erhebungen 1983–2017 (LFI1, LFI2, LFI3, LFI4) im Internet. [Published online 10.6.2020] Available from World Wide Web <<http://www.lfi.ch/resultate/>> Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL <https://doi.org/10.21258/1382821>
- Amt für Umweltschutz und Energie Basel-Landschaft (AUE), 2020: Pyrolyseanlagen zur Energiegewinnung sowie für die Herstellung von Pflanzenkohle – Ein Positionspapier des Amtes für Umweltschutz und Energie Basel-Landschaft. AUE, Liestal.
- Basler & Hofmann AG, 2010: Schweizer Holzenergiestatistik, Erhebung für das Jahr 2009. Bundesamt für Energie, Bern.
- Basler & Hofmann AG, 2020: Schweizer Holzenergiestatistik, Erhebung für das Jahr 2019. Bundesamt für Energie, Bern.
- Bösch, M.; Solin, S.; Haymoz, R., 2019: Vergleich Energieeffizienz Waldpellets und Waldhackschnitzel – Ökobilanz. Institut für Biomasse und Ressourceneffizienz (FHNW), Windisch.
- Bryner, P., 2019: Holzvergasung – alte Technik neu entdeckt. Bulletin.ch, 5/2019.
- Bundesamt für Statistik, 2018: Eidgenössische Holzverarbeitungserhebung. Bundesamt für Statistik, Bern.
- Erni, M.; Thees, O.; Lemm, R., 2017: Altholzpoteziale in der Schweiz für die energetische Nutzung., WSL Bericht, 69 S.
- Ernst Basler + Partner AG, 2009: Energieholzpotenzial ausserhalb des Waldes. Bundesamt für Umwelt und Bundesamt für Energie, Bern.
- Lutz, G., 2018: Waldholzpellets aus dem Berner Oberland. Nachhaltig Bauen, 2/2018, 10-12.
- Kaufmann + Bader GmbH, 1986: Holzenergiekonzept 1 - Das Energieholzpotential. Amt für Wirtschaft und Arbeit und Kantonsforstamt, Solothurn.
- Kaufmann + Bader GmbH, 1991: Holzenergiekonzept 2 – Ziele und Massnahmen. Amt für Wirtschaft und Arbeit und Kantonsforstamt, Solothurn.

Kaufmann + Bader GmbH, 1996: Holzenergiekonzept – Zwischenbilanz per Ende 1996. Amt für Wirtschaft und Arbeit und Kantonsforstamt, Solothurn.

Kaufmann + Bader GmbH, 2009: Holzenergiekonzept, Aktualisierung 2009. Amt für Wirtschaft und Arbeit und Amt für Wald, Jagd und Fischerei, Solothurn.

Nussbaumer, T., 2010: Entwicklung und Perspektiven der Holzenergie. Forum Holzbau, Köln.

Nussbaumer, T., 2013: Entwicklungstrends der Holzenergie und ihre Rolle in der Energiestrategie 2050. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 164(12), 389-397.

PROGNOS AG; INFRAS AG; TEP Energy GmbH; Ecoplan AG, 2020: Energieperspektiven 2050 +, Kurzbericht. Bundesamt für Energie BFE, Bern. 110 p.

Thees, O.; Burg, V.; Erni, M.; Bowman, G.; Lemm, R., 2017: Biomassepotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung, Ergebnisse des Schweizerischen Energiekompetenzzentrums SCCER BIOSWEET. WSL Ber. 57: 299 S.



A Anhang

B Entwicklung der Kennwerte aller Anlagekategorien

Anlagenkategorien	Bestand 2009		Entwicklung 2009 - 2019		Nennleistung 2009		Nennleistung 2019		Entwicklung 2009 - 2019		Holzsatz 2009		Holzsatz 2019		Entwicklung 2009 - 2019		Endenergie 2009		Entwicklung 2009 - 2019		Endenergie 2019		Entwicklung 2009 - 2019		
	[Stk.]	[Stk.]	[Stk.]	[Stk.]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[Fm]	[Fm]	[Fm]	[Fm]	[Fm]	[Fm]	[Fm]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]
1	891	443	-448	0	0	0	0	0	0	0	464	218	-246	1'343	631	-712	1'343	631	-712	1'343	631	-712	1'343	631	-712
2	4623	3'264	-1'358	46'229	32'644	-13'584	3'550	2'568	-982	10'278	7'434	-2'844	31'861	31'391	-470	10'278	7'434	-2'844	10'278	7'434	-2'844	10'278	7'434	-2'844	
3	7'165	6'892	-273	71'653	68'919	-2'734	11'006	10'844	-162	31'861	31'391	-470	10'278	7'434	-2'844	31'861	31'391	-470	31'861	31'391	-470	31'861	31'391	-470	
4a	730	195	-535	7'299	1'950	-5'349	976	288	-689	2'720	801	-1'919	1'106	2'028	922	2'720	801	-1'919	2'720	801	-1'919	2'720	801	-1'919	
4b	211	351	140	1'055	1'755	700	424	777	353	2'699	25'971	33'488	7'518	3'760	11'618	1'106	2'028	922	1'106	2'028	922	1'106	2'028	922	
5	3'636	3'827	190	54'542	57'398	2'856	9'324	12'023	2'699	15'378	14'666	8'373	-6'293	40'851	23'322	-17'530	15'378	14'666	8'373	15'378	14'666	8'373	15'378	14'666	
6	1'438	647	-791	11'505	5'178	-6'327	2'993	1'426	-1'562	10'278	7'434	-2'844	31'861	31'391	-470	10'278	7'434	-2'844	10'278	7'434	-2'844	10'278	7'434	-2'844	
7	557	137	-420	11'142	2'745	-8'396	5'521	1'350	-4'171	15'378	14'666	8'373	-6'293	40'851	23'322	-17'530	15'378	14'666	8'373	15'378	14'666	8'373	15'378	14'666	
8	1'233	710	-524	36'998	21'285	-15'713	14'666	8'373	-6'293	40'851	23'322	-17'530	15'378	14'666	8'373	-6'293	40'851	23'322	-17'530	15'378	14'666	8'373	15'378	14'666	
9	106	87	-19	10'599	8'672	-1'927	1'272	1'041	-231	3'543	2'899	-644	2'899	644	-231	3'543	2'899	-644	3'543	2'899	-644	3'543	2'899	-644	
10	271	58	-213	18'984	4'058	-14'926	968	205	-762	2'695	572	-2'123	2'695	572	-2'123	2'695	572	-2'123	2'695	572	-2'123	2'695	572	-2'123	
11a	118	96	-22	3'552	2'893	-659	2'933	2'371	-562	8'040	6'498	-1'542	8'040	6'498	-1'542	8'040	6'498	-1'542	8'040	6'498	-1'542	8'040	6'498	-1'542	
11b	313	528	215	6'260	10'551	4'291	6'204	10'375	4'172	16'199	27'092	10'894	16'199	27'092	10'894	16'199	27'092	10'894	16'199	27'092	10'894	16'199	27'092	10'894	
12a	57	149	93	6'145	14'934	8'789	4'951	12'001	7'050	13'499	9'873	-3'626	13'499	9'873	-3'626	13'499	9'873	-3'626	13'499	9'873	-3'626	13'499	9'873	-3'626	
12b	57	39	-18	6'145	4'489	-1'656	4'951	3'719	-1'232	13'499	9'873	-3'626	13'499	9'873	-3'626	13'499	9'873	-3'626	13'499	9'873	-3'626	13'499	9'873	-3'626	
13	60	65	5	7'655	8'090	435	4'396	4'652	256	11'489	12'152	663	11'489	12'152	663	11'489	12'152	663	11'489	12'152	663	11'489	12'152	663	
14a	15	35	21	5'338	12'989	7'652	4'127	9'974	5'847	11'210	8'986	-2'223	11'210	8'986	-2'223	11'210	8'986	-2'223	11'210	8'986	-2'223	11'210	8'986	-2'223	
14b	15	11	-4	5'338	4'270	-1'068	4'127	3'386	-742	11'210	8'986	-2'223	11'210	8'986	-2'223	11'210	8'986	-2'223	11'210	8'986	-2'223	11'210	8'986	-2'223	
15	10	9	-1	3'956	3'536	-420	2'272	2'033	-239	5'936	5'312	-624	5'936	5'312	-624	5'936	5'312	-624	5'936	5'312	-624	5'936	5'312	-624	
16a	7	22	15	4'255	16'130	11'875	3'440	12'962	9'522	16'199	27'092	10'894	16'199	27'092	10'894	16'199	27'092	10'894	16'199	27'092	10'894	16'199	27'092	10'894	
16b	7	3	-4	4'255	1'890	-2'365	3'440	1'566	-1'874	9'361	5'148	-4'213	9'361	5'148	-4'213	9'361	5'148	-4'213	9'361	5'148	-4'213	9'361	5'148	-4'213	
17	2	3	1	1'538	2'038	500	1'237	1'638	401	3'232	4'278	1'046	3'232	4'278	1'046	3'232	4'278	1'046	3'232	4'278	1'046	3'232	4'278	1'046	
18	0	1	0	3'738	8'433	4'695	12'270	21'082	8'812	30'352	52'604	22'252	30'352	52'604	22'252	30'352	52'604	22'252	30'352	52'604	22'252	30'352	52'604	22'252	
19	2	2	0	13'140	19'078	5'937	15'101	23'393	8'292	40'593	60'393	19'800	40'593	60'393	19'800	40'593	60'393	19'800	40'593	60'393	19'800	40'593	60'393	19'800	
20	1	1	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Total	21'524	17'575	-3'950	341'319	313'924	-27'396	132'649	162'292	29'643	359'700	455'587	95'887	359'700	455'587	95'887	359'700	455'587	95'887	359'700	455'587	95'887	359'700	455'587	95'887	
ohne Kat. 18-20	21'522	17'571	-3'951	324'441	286'413	-38'028	93'240	103'787	10'547	359'700	455'587	95'887	359'700	455'587	95'887	359'700	455'587	95'887	359'700	455'587	95'887	359'700	455'587	95'887	
Kat. 1-10	20'862	16'611	-4'251	270'006	204'604	-65'402	51'164	39'111	-12'052	144'080	110'297	-33'783	144'080	110'297	-33'783	144'080	110'297	-33'783	144'080	110'297	-33'783	144'080	110'297	-33'783	
Kat. 11a - 16a	196	302	106	19'289	46'946	27'657	15'451	37'307	21'856	42'109	123'568	81'459	42'109	123'568	81'459	42'109	123'568	81'459	42'109	123'568	81'459	42'109	123'568	81'459	
Kat. 11b - 16b	391	581	190	21'997	21'200	-798	18'721	19'046	325	50'268	50'109	-159	50'268	50'109	-159	50'268	50'109	-159	50'268	50'109	-159	50'268	50'109	-159	
Kat. 13, 15, 17	72	77	5	13'149	13'664	515	7'905	8'323	418	20'657	21'742	1'085	20'657	21'742	1'085	20'657	21'742	1'085	20'657	21'742	1'085	20'657	21'742	1'085	
Kat. 18-20	3	4	1	16'878	27'510	10'632	39'409	58'505	19'096	102'586	149'872	47'286	102'586	149'872	47'286	102'586	149'872	47'286	102'586	149'872	47'286	102'586	149'872	47'286	

Tabelle 12: Kennwerte der zwanzig Anlagenkategorien der Holzenergiestatistik für die Jahre 2009 und 2019 (HES, 2010 und 2020) sowie die Summen der Kennwerte für die einzelnen Anlagengruppen Kleinanlagen (Kat. 1-10), automatische Schnitzfeuern (Kat. 11a, 12a, 14a, 16a), Pelletfeuern (Kat. 11b, 12b, 14b, 16b), Feuerungen der holzverarbeitenden Betriebe (Kat. 13, 15, 17) sowie Grossanlagen (Kat. 18, 19, 20)