



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Energie BFE**  
Sektion Erneuerbare Energien

**INFRAS und Verenum**

Bericht vom 17. Mai 2021

---

# **Analyse von Hemmnissen und Massnahmen zur Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials**

## **Schlussbericht**

---



DENKEN  
ÜBER  
MORGEN



**Datum:** 17. Mai 2021

**Ort:** Zürich

**Auftraggeberin:**

Bundesamt für Energie BFE  
CH-3003 Bern  
[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

**Auftragnehmer/in:**

INFRAS  
Binzstrasse 23, 8045 Zürich, Tel. +41 44 205 95 95, [info@infras.ch](mailto:info@infras.ch)  
Verenum  
Langmauerstrasse 109, 8006 Zürich, Tel. +41 44 370 70 70, [www.verenum.ch](http://www.verenum.ch)

**Autor/in:**

Stephan Hammer, Martin Soini, Rolf Iten  
INFRAS, Binzstrasse 23, 8045 Zürich, Tel. +41 44 205 95 95, [info@infras.ch](mailto:info@infras.ch)  
Thomas Nussbaumer, Peter Zotter  
Verenum, Langmauerstrasse 109, 8006 Zürich, Tel. +41 44 370 70 70, [www.verenum.ch](http://www.verenum.ch)

**Begleitgruppe:**

Nationalrat Erich von Siebenthal, Motionär  
Ständerat Daniel Fässler, WaldSchweiz  
Regierungsrat Josef Hess, Konferenz für Wald, Wildtiere und Landschaft (KWL)  
Konrad Imbach, Holzenergie Schweiz  
Daniel Büchel, Frank Rutschmann und Daniel Binggeli, Bundesamt für Energie (BFE)  
Paul Steffen, Alfred Kammerhofer und Claire-Lise Suter, Bundesamt für Umwelt (BAFU)

**Arbeitsgruppe:**

Urban Brüttsch, WaldSchweiz (bis Ende Oktober 2020), Paolo Camin (ab 16.1.21)  
Konrad Noetzli, Konferenz der Kantonsförster (KOK)  
Andreas Keel, Holzenergie Schweiz  
Markus Heitzmann, HOLZFEUERUNGEN SCHWEIZ (SFIH)  
Daniel Binggeli, Bundesamt für Energie (BFE)  
Alfred Kammerhofer und Claire-Lise Suter, Bundesamt für Umwelt (BAFU)

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

**Bundesamt für Energie BFE**

Pulverstrasse 13, CH-3063 Ittigen; Postadresse: Bundesamt für Energie BFE, CH-3003 Bern  
Tel. +41 58 462 56 11 · Fax +41 58 463 25 00 · [contact@bfe.admin.ch](mailto:contact@bfe.admin.ch) · [www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	6
1 Einleitung .....	12
1.1 Ausgangslage .....	12
1.2 Ziele und Fragen .....	12
1.3 Methodik.....	14
1.4 Gliederung des Berichts.....	19
2 Stand und Zukunft der Holzenergie .....	20
2.1 Entwicklung der Holzenergienutzung .....	20
2.2 Energieholzpotenzial.....	23
2.3 Perspektiven für die zukünftige Holzenergienutzung .....	26
3 Finanzielle Förderung .....	29
3.1 Förderinstrumente und -programme.....	29
3.2 Beurteilung der Förderung .....	33
3.3 Wirtschaftliche Auswirkungen der Holzenergieförderung.....	37
4 Hemmnisse und Massnahmen .....	40
4.1 Wald- und Holzwirtschaft .....	40
4.2 Wirtschaftlichkeit und Finanzierung der Holzenergieanlagen.....	47
4.3 Luftreinhaltung .....	55
4.4 Raumplanungsrecht.....	67
4.5 Beschwerderecht .....	73
4.6 Entsorgung von Holzasche .....	78
4.7 Export von Altholz .....	86
4.8 Weitere Themen .....	89
5 Gesamtbeurteilung und Folgerungen .....	97
5.1 Stand und Zukunft der Holzenergie .....	97
5.2 Finanzielle Förderung .....	98
5.3 Hemmnisse .....	100
5.4 Massnahmen.....	104
5.5 Folgerungen und Empfehlungen.....	107

6	Anhang.....	110
6.1	Befragte Personen .....	110
6.2	Luftreinhaltung: Beispiele kantonaler Regelungen zu Holzheizungen .....	111
	Literaturverzeichnis .....	113

# Zusammenfassung

## Einleitung

Nationalrat Erich von Siebenthal reichte am 21. März 2019 eine Motion (19.3277) ein, die den Bundesrat beauftragt, das Holzenergiepotenzial auszuschöpfen. Zur Erfüllung der Motion gab das Bundesamt für Energie (BFE) einen entsprechenden Grundlagenbericht in Auftrag. Der Bericht soll den Stand und die finanzielle Förderung der Holzenergie darstellen, die Hemmnisse der Holzenergienutzung aufzeigen und Massnahmen zu deren Beseitigung vorschlagen.

Neben der Darstellung der Entwicklung der Holzenergienutzung, des Energieholzpotenzials und der Förderung der Holzenergie enthält vorliegender Bericht eine breite Auslegeordnung und Beurteilung der Hemmnisse und möglicher Massnahmen zur Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials. Der Bericht basiert auf der Auswertung relevanter Daten und Dokumente und den Ergebnissen von qualitativen Interviews mit Vertretenden des Bundes, der Holzenergiebranche und von Kantonen sowie mit weiteren Akteuren (u.a. Vertretende der Wald- und Holzwirtschaft sowie Planern).

## Stand und Zukunft der Holzenergienutzung (inkl. Förderung)

Die Holzenergienutzung hat in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen. Durch den verstärkten Ausbau automatischer Holzfeuerungen ist sie von rund 3 Mio. m<sup>3</sup> (bzw. 30 PJ oder 8.3 TWh) im Jahr 2000 auf mehr als 4.8 Mio. m<sup>3</sup> (bzw. 48 PJ oder 13.3 TWh) im Jahr 2019 angestiegen. Die Feinstaubemissionen aus Holzfeuerungen konnten von über 6'000 Tonnen im Jahr 1990 auf einen Drittel im Jahr 2019 reduziert werden. Zurückzuführen ist dies vor allem auf verschiedene Massnahmen der Luftreinhalte-Verordnung (LRV), die zur Verbesserung der Feuerungen, der Abgasreinigung und des Anlagenbetriebs geführt haben.

Aufgrund vorliegender Abschätzungen gehen wir von einem zusätzlichen Energieholzpotenzial von mindestens 40 Prozent der heutigen Nutzung aus (ca. 2.0 Mio. m<sup>3</sup>/a bzw. 20 PJ/a oder 5.6 TWh). Die Abschätzungen weisen jedoch eine grosse Bandbreite auf. Das mit Abstand grösste Zusatzpotenzial liegt beim Waldholz (inkl. Flurholz). Zudem ist zu berücksichtigen, dass jährlich rund 280'000 Tonnen Altholz (bzw. rund 5.0 PJ oder 1.4 TWh) ins Ausland exportiert werden. Eine vermehrte Verwertung dieses Altholzes in der Schweiz wäre aus energetischen und ökologischen Gründen zweckmässig.

Der Wald- und Holzwirtschaft sollte es trotz aktuell tiefer Energieholzpreise kurz- und mittelfristig möglich sein, eine höhere Nachfrage nach Energieholz zu decken. Soll das Energieholzpotenzial mittel- und längerfristig möglichst vollständig ausgeschöpft werden, ist zu prüfen, ob die Marktmechanismen genügen, das Waldholzpotenzial und das Potenzial an exportiertem Altholz auszuschöpfen. Falls nicht, sollte eine Verbesserung der Rahmenbedingungen geprüft werden, beispielsweise zur Erhöhung der Energieholzproduktion als Koppelprodukt von Rundholz und zur vermehrten Waldbewirtschaftung zur Erhaltung der Waldfunktionen (z.B. Schutzwaldfunktion, Biodiversität), eine finanzielle Unterstützung der Ausschöpfung des Energieholzpotenzials in schwer zugänglichen Lagen oder Massnahmen zur Förderung von Holz-WKK-Anlagen, die auf die Altholzverwertung spezialisiert sind. Exportbeschränkungen von Altholz würden wir nur in Betracht ziehen, wenn die Nachfrage nach Energieholz in überaus hohem Mass steigen würde, die Potenziale an naturbelassenem Energieholz weitestgehend ausgeschöpft wären und die Rahmenbedingungen zur vermehrten Altholznutzung in der Schweiz (inkl. Förderung) nicht ausreichend attraktiv wären.

Aus energie- und klima- sowie aus luftreinhaltepolitischen Gründen sollte das zusätzliche Energieholz zukünftig vor allem in neuen automatischen Holzenergieanlagen für Fernwärme, Prozesswärme und WKK eingesetzt werden. Demgegenüber sind häusliche Anwendungen wie Einzelraumfeuerungen und Zentralheizungen zur Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials weniger wichtig.

Die Holzenergienutzung wird durch verschiedene Instrumente und Programme gefördert, insbesondere durch das Gebäudeprogramm von Bund und Kantonen, die kostenorientierte Einspeisevergütung (KEV) bzw. einmalige Investitionsbeiträge, die Kompensationspflicht für Importeure fossiler Treibstoffe gemäss CO<sub>2</sub>-Gesetz sowie das Förderprogramm Holzheizungen von Energie Zukunft Schweiz. Die finanzielle Förderung von neuen Holzenergieanlagen zur Wärmeerzeugung (inkl. Wärmenetze) beurteilen wir als grundsätzlich ausreichend. Die Förderung leistet einen wesentlichen Beitrag zum kontinuierlichen Ausbau der Holzenergienutzung. Insbesondere erlaubt das Förderprogramm Holzheizungen von Energie Zukunft Schweiz eine gesamtschweizerisch einheitliche Förderung von Holzenergieanlagen jeder Grösse mit vergleichsweise hohen Fördersätzen. Demgegenüber genügt die aktuelle Förderung von Holz-WKK-Anlagen (Investitionsbeiträge von 20 Prozent) und von Anlagen für Prozesswärme mit Holz zur Realisierung entsprechender Anlagen nicht.

### **Hemmnisse und Massnahmen**

Die Rahmenbedingungen der zur Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials im Vordergrund stehenden neuen automatischen Holzenergieanlagen für Fernwärme, Prozesswärme und/oder WKK erachten wir für Heizanwendungen als grundsätzlich gut, für Holz-WKK-Anlagen und Prozesswärme in der Industrie aber als unzureichend. Mit den vom Bund zu erarbeitenden Fördermassnahmen von Holz-WKK-Anlagen ab 2023 und dem allfälligen Inkrafttreten des totalrevidierten CO<sub>2</sub>-Gesetzes (u.a. Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Abgabe auf maximal CHF 210/t CO<sub>2</sub> und zusätzliche Fördermittel aus dem Klimafonds) würden sich die Rahmenbedingungen für die Holzenergie weiter verbessern. Im Hinblick auf eine beschleunigte und möglichst vollständige Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials im Sinne der energie- und klimapolitischen Prioritäten sollten die Hemmnisse in folgenden Bereichen beseitigt oder zumindest reduziert werden:

#### **Wirtschaftlichkeit und Finanzierung**

Die Wirtschaftlichkeit und die Finanzierung stellen eines der grössten Hemmnisse für die Realisierung grösserer Holzenergieanlagen dar. Die Wirtschaftlichkeit ist vor allem bei Holz-WKK-Anlagen – auch unter der Berücksichtigung der aktuell bestehenden Förderung (Einmalvergütung von 20% der Investitionskosten) – ein zentrales Hemmnis. Zudem stellt sich die Frage, ob die Benachteiligung von mit Holz und insbesondere auch mit Altholz betriebenen WKK-Anlagen (aufgrund höherer Anforderungen an die Anlageneffizienz zur Berechtigung von Fördermitteln) gegenüber WKK-Anlagen in KVA gerechtfertigt ist. Bei der Prozesswärme aus Holz in der Industrie stellt die Wirtschaftlichkeit aufgrund kurzer Investitionszyklen, tiefer Energiepreise und der Rückerstattung der CO<sub>2</sub>-Abgabe bei Unternehmen, die in das Emissionshandelssystem eingebunden sind oder eine Verminderungsverpflichtung abgeschlossen haben, ebenfalls eine gewichtige Herausforderung dar. Aufgrund der hohen Investitionskosten kann die Finanzierung von grossen Holzenergieanlagen mit und ohne Wärmeverbünde eine Herausforderung darstellen. Die Situation hat sich in den letzten Jahren jedoch verbessert, u.a. auch aufgrund der finanziellen Förderung.

Die genannten Hemmnisse könnten durch folgende Massnahmen reduziert werden:

- Die Stromproduktion aus Holz müsste zielgerichtet unterstützt werden. Der Bundesrat ist bereits vom Parlament beauftragt, Finanzierungsinstrumente zu erarbeiten und Rahmenbedingungen zu gewährleisten, die einen raschen Zubau von Holz-WKK-Anlagen effektiv und effizient unterstützen.<sup>1</sup> Geprüft werden sollte auch, ob die Rahmenbedingungen von mit Holz (insbesondere auch mit Altholz) betriebenen WKK-Anlagen und WKK-Anlagen in KVA angeglichen werden müssten. Um Prozesswärme aus Holz konkurrenzfähig zu machen, sollte geprüft werden, wie die Anreize bei Unternehmen, die eine Rückerstattung der CO<sub>2</sub>-Abgabe erhalten, verbessert werden könnten. Beispielweise könnten bei den Verminderungsverpflichtungen strengere Zielsetzungen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen definiert werden.
- Um die Finanzierung von grösseren Holzenergieprojekten zu erleichtern, könnten neue Finanzierungsquellen wie Pensionskassen und Genossenschaftsscheine erschlossen und Bürgschaften oder zinslose Darlehen angeboten werden.

## Luftreinhaltung

Die lufthygienischen Anforderungen stellen kein bedeutendes Hemmnis für die Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials dar. Erstens sind aus lufthygienischer Sicht qualitativ gute Anlagen und deren einwandfreier Betrieb wichtige Voraussetzung für ein gutes Image und die Akzeptanz der Holzenergie. Zweitens stellt die Einhaltung der Anforderungen der LRV für grössere Anlagen (über 500 kW) und neue kleinere Anlagen (bis 500 kW) in der Regel keine Schwierigkeit dar und ist mit verhältnismässigen Kosten verbunden.

Bei grösseren Anlagen ist vor allem das nach wie vor bestehende Imageproblem der Holzenergie im Zusammenhang mit den Feinstaubemissionen ein relevantes Hemmnis. Trotz der erzielten Fortschritte besteht weiterhin Aufklärungsbedarf betreffend der vergleichsweise geringen Feinstaubemissionen von grossen automatischen Holzfeuerungen. Zudem sollten die Emissionen kleinerer Anlagen (v.a. von handbeschickten Feuerungen) durch die Umsetzung der geltenden LRV-Anforderungen weiter reduziert werden. Damit soll vermieden werden, dass deren teilweise schlechtes Image auch die Akzeptanz von grösseren Anlagen infrage stellt.

Bei kleineren Anlagen (bis 500 kW) können die technischen Vorschriften der LRV ein Hemmnis darstellen, indem sie teilweise zu Mehrkosten führen und die Wirtschaftlichkeit verschlechtern. Von Bedeutung sind vor allem die periodische Messpflicht für Anlagen bis 70 kW, die Vorgaben zur Speichergrösse und zur Verfügbarkeit von Staubabscheidesystemen. Diese Vorschriften tragen jedoch zu einer bedeutenden Reduktion der Schadstoffemissionen und zu einer Verbesserung des Images bei. Zudem sind die mit diesen Vorschriften verbundenen Hemmnisse für die Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials wenig relevant.

Das Image der Holzenergie könnte durch eine aktivere und intensivere Information verbessert werden. Die Kommunikation sollte nicht nur die Fortschritte der Holzenergie in der Luftreinhaltung, sondern auch den energie- und klimapolitischen Stellenwert, die regionale und wirtschaftliche Bedeutung der Holzenergie sowie die Vorteile für die Waldpflege umfassen. Eine entsprechende Informationsoffensive könnte zur Verbesserung des Images und der Akzeptanz der Holzenergie beitragen sowie bei konkreten

---

<sup>1</sup> Vgl. die am 3. Juni 2020 eingereichten gleichlautenden Motionen von Ständerat Daniel Fässler (20.3485, vom Ständerat am 17. September 2020, vom Nationalrat am 10. März 2021 angenommen) und Nationalrat Jürg Grossen (20.3495).

Projekten zur Vereinfachung der Standortsuche und Reduktion der Beschwerden führen. Eine Informationsoffensive könnte sich aus einer aktiveren und klareren Kommunikation des Stellenwerts der Holzenergie durch die Behörden, einer gemeinsam von der Holzenergiebranche und den Behörden getragenen Imagekampagne sowie einer frühzeitigen und kontinuierlichen Information der betroffenen Bevölkerung über konkret geplante Energieholzprojekte zusammensetzen.

## Raumplanungsrecht

Raumplanerische Vorschriften können relevante Hemmnisse für den Ausbau der Holzenergienutzung mit Wärmeverbänden in Landwirtschaftsgebieten darstellen. Das Ausbaupotenzial ist

jedoch umstritten. Ein wesentliches Hemmnis zum Ausbau der Holzenergienutzung sind die gesetzlichen Anforderungen zum zonenkonformen Bau bzw. zur Erweiterung von Energieholzanlagen auf Landwirtschaftsgebiet. Ein weiteres Hemmnis besteht darin, dass der Bau von Leitungen durch Landwirtschaftsgebiet nur in Ausnahmefällen möglich ist. Aufgrund fehlender Durchleitungsrechte müssen die Leitungen entlang von (Kantons-)Strassen gebaut werden, was Holzenergieprojekte wegen teilweise erheblicher Mehrkosten verhindern kann. Die Praxis zur Gewährung von Ausnahmegewilligungen für Leitungen in der Landwirtschaftszone wird jedoch kantonale unterschiedlich gehandhabt. Zudem wirken sich die von den Gemeinden erhobenen Durchleitungsgebühren auf Verteilnetze für erneuerbare Energien hemmend aus.

Unter Berücksichtigung energie- und klimapolitischer sowie raumplanerischer Überlegungen sollte in einem ersten Schritt geklärt werden, wie gross das Potenzial eines Ausbaus der Holzenergienutzung mit Wärmenetzen in Landwirtschaftsgebieten und der Bedarf von Durchleitungen durch Landwirtschaftszonen ist. Falls das Potenzial relevant ist, sollte eine Anpassung der raumplanerischen Vorschriften geprüft werden. Erstens könnte eine Lockerung der Anforderungen an die zonenkonforme Bewilligung des Baus und der Erweiterung von Holzenergieanlagen geprüft werden (insbesondere der Anforderungen an die Herkunft des Energieholzes, die Nutzung bestehender Bauten und der Unterordnung der Anlage unter den Landwirtschaftsbetrieb). Zweitens könnte geprüft werden, ob im Rahmen der Ausnahmeregelung eine Durchleitung unter gewissen Voraussetzungen rechtlich ermöglicht oder die Ausnahmeregelung weniger strikt gehandhabt werden kann. Zudem könnten Gemeinden auf Durchleitungsgebühren auf Verteilnetzen für erneuerbare Energie verzichten oder sie möglichst reduzieren. Weiter könnten Wärmeverbände durch vermehrte Gebietsausscheidungen für die Fernwärme im Rahmen der kantonalen Richtplanung und der kommunalen Energieplanung unterstützt werden.

## Beschwerderecht

Bei grösseren Holzenergieanlagen können Beschwerden von betroffenen Personen ein relevantes Hemmnis darstellen. Sie können Projekte in erheblichem Masse verzögern und verteuern und letztlich deren Realisierung verhindern. Diese unerwünschten Auswirkungen können durch folgende Massnahmen verringert oder vermieden werden:

- Die Praxis zeigt, dass die Anzahl Beschwerden durch eine gute Planung (v.a. Standortwahl), sowie eine frühzeitige und kontinuierliche Kommunikation mit Betroffenen reduziert werden kann.

- Die Bewilligungsverfahren sollten beschleunigt werden. Die Kantone (und die Gemeinden) sollten die entsprechenden Prozesse überprüfen und Optimierungen umsetzen, beispielsweise klarere Vorgaben und Fristen.

### Entsorgung der Holzasche

Bei der Entsorgung der Holzasche bestehen keine grundlegenden Hemmnisse. Die Kosten für die Ascheentsorgung beeinflussen jedoch die Wirtschaftlichkeit von Holzenergieanlagen. Entsprechend sollte die Ascheentsorgung zur Reduktion der Kosten möglichst optimiert werden, insbesondere betreffend Qualität der Asche, Ascheentsorgung durch planerische und organisatorische Massnahmen und Weiterführung der Bestrebungen zur Verwertung der Holzasche im Sinne der Kreislaufwirtschaft (z.B. in Zementwerken). Die Verschiebung der Metallrückgewinnungspflicht aus Filterasche aus der Altholzverbrennung auf den 1. Januar 2026 ermöglicht es, die entsprechenden Kapazitäten auszubauen.

### Weitere Hemmnisse

Der Abbau folgender weiterer Hemmnisse könnte den Zubau grösserer Holzenergieanlagen ebenfalls positiv beeinflussen:

- Die Standortsuche stellt bei grösseren Holzenergieanlagen mit Wärmenetzen eine Herausforderung dar. Die Standortsuche kann durch eine gute Planung, vermehrte Energierichtpläne mit Gebietsausscheidungen für die Fernwärme sowie eine Verbesserung des Images und der Akzeptanz der Holzenergie verbessert werden.
- Die Pflicht zur Eichung von Wärmezählern alle 5 Jahre kann insbesondere bei kleinen Wärmeverbänden mit vielen Abnehmenden mit geringem Wärmebedarf zu einem bedeutenden Kostenfaktor werden. Für grössere Wärmeverbände (ab 150 Wärmezählern) dürfte die Eichpflicht ein weit geringeres Hemmnis darstellen. Die Eichpflicht von Wärmezählern sollte möglichst auf 10 Jahre verlängert werden, allenfalls kombiniert mit geeigneten Überwachungsverfahren.

### Folgerungen und Empfehlungen

Betreffend Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials ergeben sich folgende Folgerungen:

- Die Holzenergienutzung hat wegen der finanziellen Förderung und den verstärkten Anstrengungen zum Ersatz fossiler Brennstoffe in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen. Dank der Umsetzung der Massnahmen der LRV wurde der Ausbau nicht durch eine Zunahme der Luftbelastung behindert.
- Das zusätzliche Energieholzpotenzial ist bedeutend. Es dürfte mindestens kurz- und mittelfristig möglich sein, eine höhere Nachfrage nach Energieholz zu decken.
- Im Hinblick auf eine beschleunigte und möglichst vollständige Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials sollten vor allem die Hemmnisse betreffend Wirtschaftlichkeit und Finanzierung, Image der Holzenergie, Raumplanungsrecht, Bewilligungsverfahren und Ascheentsorgung beseitigt oder zumindest reduziert werden.

Aus der Analyse der Massnahmen leiten sich folgende Empfehlungen ab:

**Tabelle 1: Empfehlungen**

<b>Art der Empfehlungen</b>	<b>Empfehlungen</b>
Umsetzung von Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Information über die Holzenergie verbessern (u.a. Imagekampagne)</li><li>▪ Neue Finanzierungsquellen für Holzenergieprojekte erschliessen (z.B. Pensionskassen)</li><li>▪ Auf Durchleitungsgebühren verzichten (oder erheblich reduzieren)</li><li>▪ Vermehrte Gebietsausscheidungen für die Fernwärme (Energieplanung)</li><li>▪ Bewilligungsverfahren beschleunigen</li><li>▪ Ascheentsorgung optimieren</li></ul>
Prüfung von Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Abschätzung des Energieholzpotenzials vertiefen und konsolidieren; Aufbau eines konsolidierten Monitorings der Energieholzsortimente</li><li>▪ Gewährung von Bürgschaften oder zinslosen Darlehen für Holzenergieprojekte prüfen</li><li>▪ Prozesswärme mit Holz: Prüfen, wie die Anreize bei Unternehmen, die aufgrund einer Verminderungsverpflichtung die CO<sub>2</sub>-Abgabe rückerstattet erhalten, verbessert werden könnten</li><li>▪ Potenzial eines Ausbaus der Holzenergienutzung mit Wärmenetzen in Landwirtschaftsgebieten untersuchen; evtl. Anpassung raumplanerischer Vorschriften prüfen</li><li>▪ Verlängerung der Eichpflicht von Wärmehählern auf 10 Jahre prüfen</li></ul>
Mittel- und längerfristig anzugehende Analysen	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Prüfen, ob die Rahmenbedingungen zur mittel- und längerfristig möglichst vollständigen Ausschöpfung des Energieholzpotenzials im Inland (inkl. exportiertes Altholz) verbessert werden müssten</li></ul>

Tabelle INFRAS und Verenum.

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Der Bund verfolgt mit seiner Ressourcenpolitik Holz (BAFU et al. 2017) das Ziel, dass Holz aus Schweizer Wäldern nachhaltig und ressourceneffizient bereitgestellt, verarbeitet und verwertet wird. Damit soll ein möglichst grosser Beitrag an die Wald-, Klima- und Energiepolitik geleistet werden. Im Hinblick auf die Erreichung der Ziele der Energiestrategie 2050 soll das inländische Holzenergiepotenzial möglichst vollständig nachhaltig genutzt werden (BFE 2014). Die Holzenergie soll für eine maximale Substitutionswirkung nicht erneuerbarer Energien zur Wärme- und Stromproduktion eingesetzt werden. Gleichzeitig soll möglichst hochwertige Energie bereitgestellt werden. Die Nutzung des Holzenergiepotenzials soll möglichst mit positiver Umweltbilanz und ohne zusätzliche Immissionen erfolgen. Zudem ist die Kaskadennutzung zu berücksichtigen (BFE 2014 und BFE et al. 2009). In der langfristigen Klimastrategie der Schweiz hat die Ausschöpfung der nachhaltig nutzbaren Biomassepotenziale ebenfalls einen wichtigen Stellenwert (vgl. Bundesrat 2021).

Nationalrat Erich von Siebenthal reichte am 21. März 2019 eine Motion (19.3277) ein, die den Bundesrat beauftragte, das Holzenergiepotenzial auszuschöpfen. Die Motion wurde vom Bundesrat, dem Nationalrat und dem Ständerat angenommen. Sie lautet wie folgt: «Der Bundesrat wird beauftragt, das Holzenergiepotenzial und damit die Energieressource Holz auszuschöpfen. Insbesondere dürfen Auflagen und Bedingungen die Weiterentwicklung nicht behindern. Das Potenzial der Holzwärmeverbände und der Holzstromproduktion ist voranzutreiben». Die Kommission des Ständerats (UREK-S) beurteilt in ihren Erwägungen insbesondere die Nutzung von Energieholz im Bereich der Prozesswärme in der Industrie als effektiv, in Kombination mit der Wärme-Kraft-Kopplung. Demgegenüber macht sie einen Vorbehalt bei dem von der Motion angesprochenen Potenzial der Holzstromproduktion.

Das Bundesamt für Energie (BFE) bildete in Abstimmung mit Nationalrat Erich von Siebenthal eine Arbeitsgruppe zur Erarbeitung einer Analyse zur Förderung der Holzenergie und zu den Hemmnissen sowie von Lösungsvorschlägen zur Umsetzung der Motion 19.3277. Die Arbeiten wurden von einer politischen Begleitgruppe begleitet. Zur Erarbeitung der Grundlagen gab das BFE einen entsprechenden Bericht in Auftrag.

## 1.2 Ziele und Fragen

### 1.2.1 Ziele

Mit dem Bericht sollen die Grundlagen zur Umsetzung der von Nationalrat Erich von Siebenthal eingereichten Motion zur Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials erarbeitet werden. Der Bericht soll den Stand und die Zukunft der Holzenergienutzung darstellen, die finanzielle Förderung der Holzenergie beurteilen, die Hemmnisse der Holzenergienutzung aufzeigen und beurteilen sowie mögliche Massnahmen zu deren Beseitigung vorschlagen.

Der Bericht dient insbesondere einer Auslegeordnung der Hemmnisse und möglicher Massnahmen zur Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials. Bei den Hemmnissen sollen unterschiedliche Hemmnisse (u.a. gesetzliche Grundlagen und Vollzug) zu verschiedenen Themen (z.B. Luftreinhaltung) dargestellt, analysiert und hinsichtlich deren Relevanz beurteilt werden. Anschliessend sollen Massnahmen zur Beseitigung der Hemmnisse aufgezeigt werden.

Der Bericht soll dem BFE, der Arbeitsgruppe und der Begleitgruppe als Grundlage für vertieftere Analysen von Hemmnissen und der Erarbeitung konkreter Massnahmen dienen.

## 1.2.2 Fragen

Ausgehend von den Zielen des Grundlagenberichts und den Vorgaben des Auftraggebers stellen sich folgende Fragen (vgl. Tabelle 2):

**Tabelle 2: Fragen**

<b>Gegenstände</b>	<b>Fragen</b>
1. Stand und Zukunft der Holzenergie	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Wie hat sich die Holzenergienutzung entwickelt?</li><li>▪ Wie hoch ist das Energieholzpotenzial?</li><li>▪ Welche Erwartungen bestehen an die zukünftige Holzenergienutzung?</li></ul>
2. Finanzielle Förderung	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Wie wird die Holzenergienutzung finanziell gefördert?</li><li>▪ Wie wird die finanzielle Förderung beurteilt?</li><li>▪ Welche wirtschaftlichen Auswirkungen haben die heutigen Fördermassnahmen?</li></ul>
3. Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Welche Hemmnisse bestehen im Hinblick auf eine stärkere Holzenergienutzung?</li><li>▪ Wie relevant sind diese Hemmnisse im Hinblick auf die Ausschöpfung des Energieholzpotenzials?</li></ul>
4. Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Mit welchen Massnahmen könnten die Hemmnisse der Holzenergienutzung beseitigt werden?</li><li>▪ Wie sind diese Massnahmen zu beurteilen?</li></ul>
5. Gesamtbeurteilung	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Inwieweit fördern und hemmen die heutigen Rahmenbedingungen die Holzenergienutzung?</li><li>▪ Mit welchen Massnahmen könnten die Hemmnisse beseitigt und die Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials verbessert werden?</li></ul>

Tabelle INFRAS und Verenum.

## 1.3 Methodik

### 1.3.1 Analysekonzept

Die Auslegeordnung wurde anhand einer breiten Analyse der finanziellen Förderung, der Hemmnisse und möglicher Massnahmen durchgeführt:

- Bei der Hemmnisanalyse wurden mit Ausnahme der Einzelraumfeuerungen alle Feuerungskategorien berücksichtigt.
- Bei der Förderung wurden neben den Förderprogrammen und -instrumenten von Bund und Kantonen auch Förderprogramme von weiteren Akteuren einbezogen.
- Die Hemmnisanalyse bezog sich auf unterschiedliche Typen von Hemmnissen, insbesondere wirtschaftliche Faktoren, gesetzliche Auflagen und Bedingungen (inkl. Vollzug) und «weiche» Faktoren wie Kommunikation, Image und Akzeptanz, Qualitätssicherung. Bei den gesetzlichen Regelungen und dem Vollzug berücksichtigten wir auch Unterschiede auf kantonaler und teilweise kommunaler Ebene.
- Die untersuchten Themenbereiche mit Bezug zu den Hemmnissen und möglichen Massnahmen decken die gesamte Wertschöpfungskette der Holzenergienutzung ab, von der Wald- und Holzwirtschaft sowie der Holzenergiewirtschaft bis zur Ascheentsorgung und dem Export von Altholz.

Bei der Analyse der Relevanz der Hemmnisse fokussierten wir auf die Bedeutung der Hemmnisse im Hinblick auf die zusätzliche Holzenergienutzung bzw. die Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials:

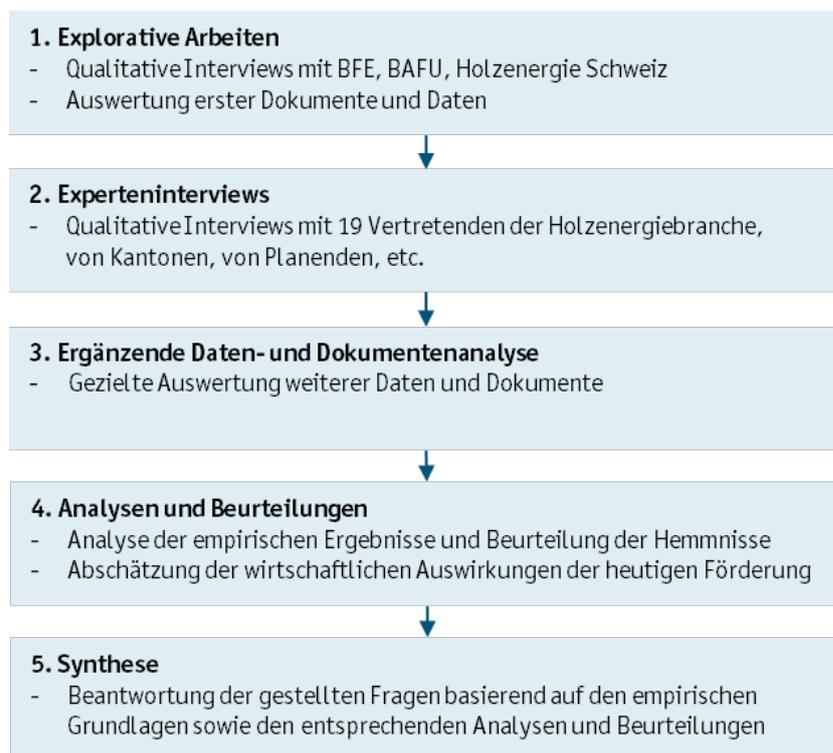
- Die Analyse des Stands und der Zukunft der Holzenergienutzung (vgl. Kapitel 2) zeigt, dass die Hemmnisse vor allem dann relevant sind, wenn sie neue automatische Holzenergieanlagen für Fernwärme, Prozesswärme und/oder WKK betreffen. Demgegenüber sind häusliche Anwendungen wie Einzelraumfeuerungen und Zentralheizungen zur Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials weniger wichtig. Dieses Ergebnis deckt sich mit den vom Motionär und den eidgenössischen Räten diskutierten sowie den in den Energie- und Klimastrategien des Bundes definierten Prioritäten einer zukünftig verstärkten Holzenergienutzung.
- Als «sehr relevant» beurteilen wir Hemmnisse, die die Nutzung eines relevanten Anteils des Energieholzpotenzials verhindern (Produkt aus Anzahl Anlagen und Anlagengrösse). Als «relevant» erachten wir Hemmnisse, wenn sie die Nutzung eines gewissen Anteils des Energieholzpotenzials verhindern (z.B. Verhinderung von einzelnen grösseren Anlagen). «Wenig relevant» sind Hemmnisse, die kaum zur Verhinderung der Nutzung des Energieholzpotenzials führen.

Bei der Analyse der wirtschaftlichen Auswirkungen der heutigen Förderung schätzten wir – basierend auf Angaben zu den Fördervolumina und zur produzierten Energie – die ausgelösten Investitionen und die daraus resultierenden Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte ab.

### 1.3.2 Methodisches Vorgehen

Nachfolgend ist das methodische Vorgehen in Form dargestellt (vgl. Abbildung 1):

#### Abbildung 1: Methodisches Vorgehen



Grafik INFRAS und Verenum.

Wir erarbeiteten den Grundlagenbericht in folgenden Schritten:

- Im ersten Schritt führten wir explorative Interviews mit Vertretenden des BFE, des BAFU sowie von Holzenergie Schweiz durch. Ergänzend analysierten wir erste Daten und Dokumente zum Stand und zur Zukunft der Holzenergie. Die Ergebnisse dokumentierten wir in einem Detailkonzept. Neben der Darstellung der Hemmnisse und möglicher Massnahmen aus Sicht von Branchenvertretenden<sup>2</sup>, nahmen wir eine erste Beurteilung der genannten Hemmnisse vor und konkretisierten das weitere empirische Vorgehen.
- Im zweiten Schritt führten wir qualitative Interviews mit 19 Vertretenden der Holzenergiebranche, von Kantonen sowie weiterer Akteure (u.a. Planern, Vertretenden der Wald- und Holzwirtschaft) durch<sup>3</sup>. Die Interviews dienten der Validierung und der Ergänzung der von der Holzenergiebranche im explorativen Teil genannten Hemmnisse und Massnahmen.
- Zur Ergänzung der empirischen Grundlage werteten wir im dritten Schritt weitere Daten (z.B. zu den wirtschaftlichen Auswirkungen der Holzenergieförderung) und Dokumente (z.B. zu rechtlichen Grundlagen) aus.
- Im vierten Schritt analysierten wir die empirischen Ergebnisse nach Themenbereichen. Gestützt darauf beurteilten wir die Relevanz der Hemmnisse und erarbeiteten Massnahmen zu deren Überwindung. Die Beurteilungen wurden aufgrund einer Triangulation von Forschungsmethoden, Perspektiven der Befragten, Perspektiven des Bearbeitungsteams sowie Rückmeldungen der Arbeitsgruppe und der Begleitgruppe vorgenommen. Zudem schätzten wir – gestützt auf Informationen zur finanziellen Förderung und weiteren Grundlagen und Daten (z.B. zu den Auswirkungen des Gebäudeprogramms) – die wirtschaftlichen Auswirkungen der verschiedenen Förderprogramme und -instrumente grob ab. Bei Fördermassnahmen mit ungenügender Datengrundlage beurteilten wir die wirtschaftlichen Auswirkungen in qualitativer Form.
- Im fünften Schritt beantworteten wir die gestellten Fragen (siehe Kapitel 1.2) in Form einer Synthese und zogen entsprechende Folgerungen.

Der Bezug zwischen den Forschungsmethoden und zu untersuchenden Gegenständen bzw. Fragen ist in nachfolgender Tabelle dargestellt:

---

2 Neben den Ergebnissen des Interviews mit einem Vertretenden von Holzenergie Schweiz wurden auch schriftliche Inputs von Holzenergie Schweiz und SFIH – Holzfeuerungen Schweiz sowie weitere von Holzenergie Schweiz zugestellte Informationen zu den Hemmnissen bei Holzheizungen berücksichtigt.

3 Weitere Angaben zu den Befragten finden sich im Anhang 6.16.1.

**Tabelle 3: Forschungsmethoden**

Gegenstände	Explorative Interviews	Dokumenten- und Datenanalysen	Interviews mit weiteren Akteuren
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1. Stand und Zukunft der Holzenergie</li> <li>▪ Entwicklung der Holzenergienutzung</li> <li>▪ Energieholzpotenzial</li> <li>▪ Erwartungen an die zukünftige Energieholznutzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> <li>●</li> <li>●</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> <li>●</li> <li>●</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> <li>●</li> <li>●</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2. Finanzielle Förderung</li> <li>▪ Beurteilung der finanziellen Förderung der Holzenergie</li> <li>▪ Wirtschaftliche Auswirkungen der Förderung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> <li>●</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 3. Hemmnisse</li> <li>▪ Darstellung und Beurteilung der Hemmnisse der Holzenergienutzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 4. Massnahmen</li> <li>▪ Hinweise auf Massnahmen zur Beseitigung der Hemmnisse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 5. Gesamtbeurteilung</li> <li>▪ Fördernde und hemmende Rahmenbedingungen</li> <li>▪ Massnahmen zur verstärkten Energieholznutzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> <li>●</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> <li>●</li> </ul>

● Primäre Methode, ● ergänzende Methode.

Tabelle INFRAS und Verenum.

Nachfolgend werden die empirischen Arbeiten näher beschrieben (vgl. Tabelle 4):

**Tabelle 4: Empirische Arbeiten**

<b>Methoden</b>	<b>Arbeiten</b>
Dokumenten- und Datenanalysen	Auswertung von <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Daten zur Holzenergie-Statistik 2019 und BAFU-Emissionsfaktoren</li><li>▪ Daten und Dokumenten zur finanziellen Förderung der Holzenergie sowie zu deren wirtschaftlichen Auswirkungen</li><li>▪ Dokumenten der Holzenergiebranche zu den Hemmnissen und Massnahmen einer verstärkten Holzenergienutzung</li><li>▪ Gesetzlichen Grundlagen und Analysen zu verschiedenen Themenbereichen (u.a. Wald- und Holzwirtschaft, Luftreinhaltung, Ascheentsorgung)</li></ul>
Explorative Interviews	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Persönliche qualitative (Gruppen-)Interviews mit Vertretenden von Holzenergie Schweiz, dem BFE und dem BAFU</li><li>▪ Ergänzende telefonische qualitative Interviews mit zwei Vertretenden des BAFU</li><li>▪ Protokollierung der Interviews (inkl. Validierung der Protokolle durch die Befragten)</li></ul>
Qualitative Interviews mit weiteren Akteuren	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Telefonische qualitative Interviews mit<sup>4</sup><ul style="list-style-type: none"><li>▪ Neun Vertretenden der Holzenergiebranche</li><li>▪ Fünf Vertretenden von Kantonen</li><li>▪ Sechs weiteren Akteuren (u.a. Verbände, Planer)</li></ul></li><li>▪ Protokollierung der Interviews (inkl. Validierung der Protokolle durch die Befragten)</li></ul>

Tabelle INFRAS und Verenum

---

4 Weitere Angaben zu den Befragten finden sich im Anhang 6.1.

## 1.4 Gliederung des Berichts

Der Bericht ist wie folgt gegliedert:

- Kapitel 2 stellt den Stand und die Zukunft der Holzenergiebranche dar. Neben der Beschreibung der Holzenergieentwicklung diskutieren wir das Energieholzpotenzial und die Perspektiven für die zukünftige Holzenergienutzung.
- Kapitel 3 befasst sich mit der finanziellen Förderung der Holzenergie. In einem ersten Teil werden die heutigen Förderprogramme und -instrumente dargestellt und beurteilt. In einem zweiten Teil schätzen wir die wirtschaftlichen Auswirkungen der Fördermassnahmen ab.
- Im Kapitel 4 werden die Hemmnisse und die Massnahmen zur verstärkten Nutzung der Holzenergie dargestellt, analysiert und beurteilt. Bei unserer eigenen Beurteilung stützen wir uns wesentlich auf die Analyse der Ergebnisse der Experteninterviews und ergänzender Dokumente ab. Thematisch werden vor allem die Wald- und Holzwirtschaft, die Wirtschaftlichkeit und die Finanzierung von Holzenergieanlagen, die Luftreinhaltung, das Raumplanungsrecht, das Beschwerderecht, die Entsorgung von Holzasche und der Export von Altholz abgedeckt.
- Im Kapitel 5 beantworten wir in einer Gesamtbeurteilung die gestellten Fragen (vgl. Tabelle 2). Gestützt auf die Analyse der Hemmnisse und der Massnahmen leiten wir zudem Folgerungen und Empfehlungen zur Ausschöpfung des Energieholzpotenzials ab.

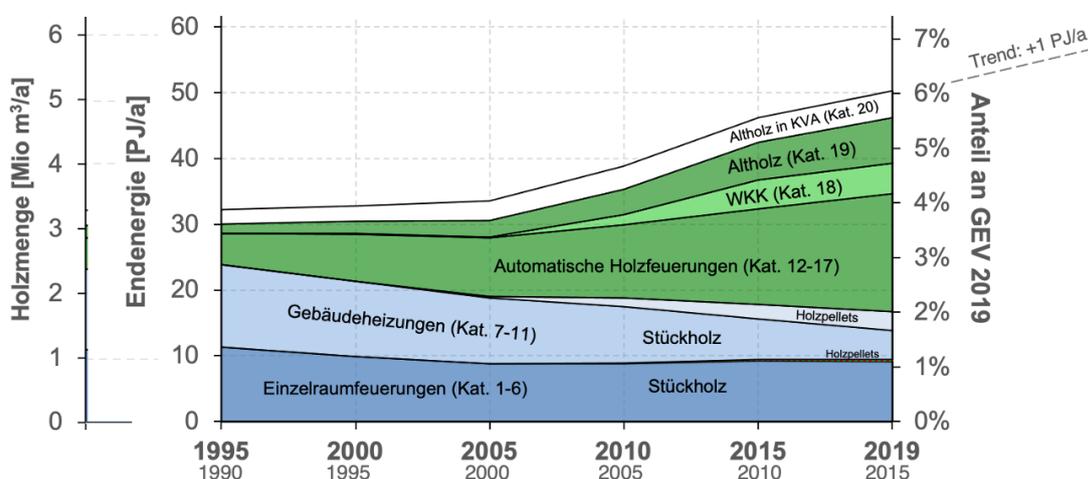
## 2 Stand und Zukunft der Holzenergie

### 2.1 Entwicklung der Holzenergienutzung

#### 2.1.1 Entwicklung der Holzenergienutzung seit 1990

Die Verwendung von Energieholz basierte 1990 zu rund 75 Prozent auf Stückholz, das in Zentralheizungen und Einzelraumfeuerungen genutzt wurde (vgl. Abbildung 2). Seither ging der Stückholzverbrauch auf rund die Hälfte zurück, während die Energieholznutzung in automatischen Anlagen um über 300 Prozent zunahm und heute mehr als das Doppelte von Stückholz ausmacht. Während die automatischen Anlagen ab 1990 zuerst lediglich den Rückgang an Stückholz kompensierten, führte ein verstärkter Ausbau ab 2000 zu einem Anstieg der Energieholznutzung (inklusive Altholzfeuerungen aber ohne Altholz in KVA) von rund 3 Mio. m<sup>3</sup>/a oder 30 PJ/a (bzw. 8.3 TWh) auf mehr als 4.8 Mio. m<sup>3</sup>/a oder 48 PJ/a (bzw. 13.3 TWh) im Jahr 2019 gemäss Holzenergiestatistik (BFE 2020). Dies entspricht gut 5.8 Prozent des schweizerischen Gesamtenergieverbrauchs (GEV), mit Altholz in KVA sind es rund 6.2 Prozent. Nebst der Wärmeerzeugung mit Wald- und Restholz (Kat. 12–17 der Holzenergiestatistik, vgl. BFE 2020)<sup>5</sup> erfolgte ab 2000 auch ein Zubau an Anlagen zur Wärme-Kraft-Kopplung (WKK, Kat. 18), ein vermehrter Einsatz von Altholz (Kat. 19) sowie die Nutzung von Holzpellets, mit denen hauptsächlich automatische Feuerungen im kleinen und mittleren Leistungsbereich betrieben werden. Abbildung 2 stellt die Entwicklung der Holzenergienutzung von 1990 bis 2019 dar.

**Abbildung 2: Entwicklung der Holzenergie in der Schweiz von 1990 bis 2019 (inklusive Altholz in KVA).**

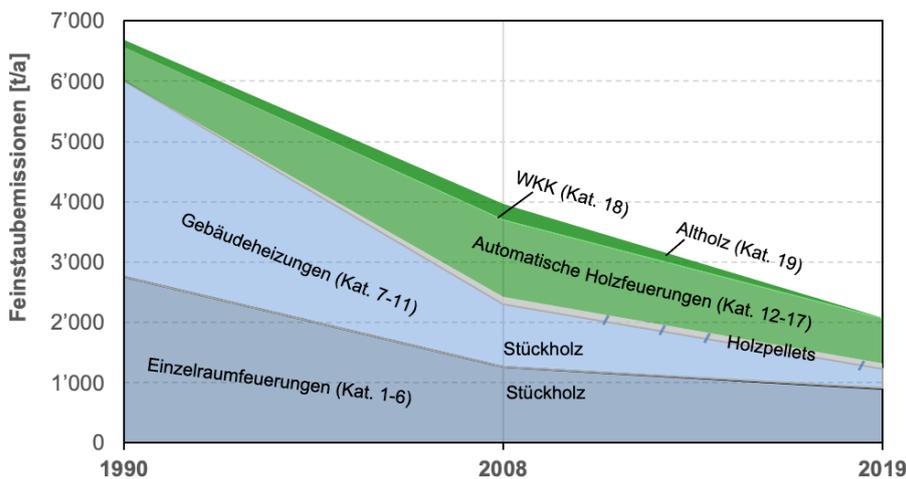


Grafik Verenum. Quelle: Nach Daten der Holzenergie-Statistik 2019 (BFE 2020) mit Mittelung der Daten über 5 Jahre zum Ausgleich von Jahresschwankungen (die Werte zum ersten Zeitpunkt beschreiben das Mittel der Jahre von 1990 bis 1995). Umrechnungen (siehe auch Tabelle 2): 1 Mio. m<sup>3</sup> Holz = 2.74 MWh/m<sup>3</sup> = 9.864 PJ nach BFE 2020 für Waldholz mit 35% Wassergehalt sowie gleichen Anteilen Laub- und Nadelholz.

5 «Flurholz» wird in der Holzenergiestatistik nicht separat ausgewiesen, dürfte jedoch in der Kategorie «Waldholz» enthalten sein.

Die im Jahr 1985 eingeführte Luftreinhalte-Verordnung (LRV) definierte Emissionsgrenzwerte für Heizungen und andere stationäre Anlagen. Untersuchungen der Umgebungsluft in den Folgejahren zeigten, dass die Holzverbrennung nebst dem Verkehr eine wichtige Quelle an Feinstaub ist. Untersuchungen zu Emissionsfaktoren ergaben zudem, dass vor allem schlecht betriebene handbeschickte Feuerungen und offene Feuer (damals auch noch Forstfeuer) hohe Feinstaubemissionen verursachten. Um den Einfluss der Holzfeuerungen auf die Luftqualität zu reduzieren, wurden die Emissionsgrenzwerte schrittweise verschärft. Dies führte zu Verbesserungen der Feuerungen und des Anlagenbetriebs sowie dem Einsatz von Feinstaubabscheidern bei automatischen Anlagen. Dank diesen Massnahmen konnten die Feinstaubemissionen aus Holzfeuerungen von über 6'000 Tonnen im Jahr 1990 auf einen Drittel im Jahr 2019 reduziert werden, obwohl die Energieholznutzung gleichzeitig um 50 Prozent zunahm. Besonders niedrige Schadstoffemissionen weisen Altholzfeuerungen und WKK-Anlagen auf, weshalb ihr Beitrag zu den Gesamtemissionen sehr gering ist (vgl. Abbildung 3).

**Abbildung 3: Feinstaubemissionen aus Holz- und Altholzfeuerungen (ohne Altholz in KVA) in der Schweiz in den Jahren 1990, 2008 und 2019.**



Grafik Verenum. Quellen: Berechnete Werte mit Holzverbrauch nach Holzenergie-Statistik 2019 (BFE 2020) und BAFU-Emissionsfaktoren nach Nussbaumer und Hälgi 2014 aktualisiert zuhanden BAFU 2021 (vgl. Zotter und Nussbaumer 2021).6

6 Die Abschätzung der Feinstaubemissionen anhand des Holzverbrauches ist mit gewissen Unsicherheiten verbunden, die grösstenteils von den Datengrundlagen verursacht werden. Für die Kategorien 1-11 wird von der Holzenergiebranche z.B. vermutet, dass ein zu hoher Holzverbrauch in der Holzenergiestatistik ausgewiesen wird und daher die Feinstaubemissionen überschätzt werden.

## 2.1.2 Stand der Technik zur Wärme- und Stromerzeugung

Rund ein Drittel des Energieholzes wird in Einzelraumfeuerungen (Kat. 1-6) und Gebäudeheizungen (Kat. 7-11) genutzt, der Grossteil in Form von Stückholz, ein kleiner Teil in Form von Holzpellets (vgl. Abbildung 2). Diese Anlagen dienen hauptsächlich zur Erzeugung von Raumwärme sowie in Zentralheizungen teilweise auch von Warmwasser. Dank Verbesserungen der Feuerungstechnik und dem Einsatz von Wärmespeichern bei Stückholzkesseln erzielen heutige Kleinfeuerungen bei sachgerechtem Betrieb eine emissionsarme Verbrennung. Die Betriebsweise hat jedoch einen starken Einfluss auf die Emissionen, weshalb unsachgemäss betriebene Anlagen zu lokalen Beeinträchtigungen der Umgebungsluft führen können. Rund zwei Drittel der Energieholznutzung erfolgt in automatischen Anlagen ab 50 kW (Kat. 12-19). Diese weisen einen hohen technischen Standard auf und erzielen hohe Wirkungsgrade und tiefe Emissionen an gasförmigen Schadstoffen sowie dank Einsatz effizienter Staubabscheider auch an Feinstaub. Hauptanwendung der automatischen Anlagen ist die Erzeugung von Wärme für Gebäude und Fernwärme sowie von Prozesswärme in der Holzindustrie. Seit dem Jahr 2000 wurden zudem einige WKK-Anlagen mit Holz realisiert. Diese nutzen rund 14 Prozent des Energieholzes und produzieren rund 0.4 Prozent der Elektrizität in der Schweiz. Für WKK mit Holz kommen verschiedene Technologien zum Einsatz: Im Leistungsbereich von meist über 10 MW zugeführter und 2 MW elektrischer Leistung werden Holzheizkraftwerke (HHKW) mit Feuerung, Dampfkessel und Dampfturbine eingesetzt. Diese Technik ist zuverlässig und etabliert, weist jedoch einen ausgeprägten Skaleneffekt in Bezug auf Investitionskosten und elektrischen Wirkungsgrad auf.<sup>7</sup> Im Leistungsbereich der HHKW in der Schweiz werden elektrische Netto-Wirkungsgrade von unter 25 Prozent erzielt. Für hohe Gesamtwirkungsgrade und einen ökonomischen Betrieb ist deshalb die gleichzeitige Nutzung von bis zu 50 Prozent der zugeführten Leistung als Abwärme erforderlich, was die Anbindung an grosse Wärmeverbraucher voraussetzt. Da die Schweiz wenig industrielle Produktion hat und nur zu einem kleinen Teil mit thermischen Netzen erschlossen ist, bestehen für solche Anwendungen nur beschränkt geeignete Standorte, von denen einige zudem bereits mit KVA-Abwärme versorgt werden. Für Wärmeverbraucher von unter 5 MW Leistung kommen anstelle von Anlagen mit Wasserdampf auch ORC-Anlagen mit einem organischen Prozessmedium zum Einsatz, die betriebliche Vorteile aufweisen, aber elektrische Netto-Wirkungsgrade von unter 15 Prozent erzielen. Knapp doppelt so hohe elektrische Wirkungsgrade wie mit Dampf- oder ORC-Anlagen können durch Einsatz der Holzvergasung erreicht werden. Für den Leistungsbereich von Blockheizkraftwerken (BHKW) mit weniger als 0.5 MW zugeführter Leistung wurde die Technologie in den vergangenen Jahrzehnten kommerzialisiert und erzielt elektrische Wirkungsgrade wie deutlich grössere HHKW, was ihren Einsatz auch für Eigenverbraucher wie Sägereien und kleinere Fernwärmenetze interessant macht. Obwohl bereits eine kleine Zahl solcher Anlagen realisiert wurde, konnte wegen der hohen Kosten bis anhin kein breiter Einsatz etabliert werden.

---

<sup>7</sup> Dampfkraftanlagen decken einen Leistungsbereich von < 1 MWe (z.B. mit Holz) bis > 1 GWe (Kohlekraftwerke) ab mit elektrischen Netto-Wirkungsgraden von < 10% bis > 45%. Die in der Schweiz mit Energieholz etablierten Anwendungen sind im für diese Technik kleinen Leistungsbereich von < 20 MWe (< 80 MW zugeführt) und erzielen elektrische Netto-Wirkungsgrade von weniger als 25%. Sie weisen zudem viel höhere spezifische Investitionskosten auf als technisch ähnlich aufgebaute Kohlekraftwerke, die mit bis zu 100 Mal grösseren Leistungen ausgeführt werden.

## 2.2 Energieholzpotenzial

Tabelle 5 zeigt eine Gegenüberstellung der heute genutzten Mengen an Energieholz (BFE 2020) mit Abschätzungen des Potenzials gemäss der «Ressourcenpolitik Holz» (BAFU et. al. 2017) und einer Erhebung der WSL (Thees et al. 2017). In der Untersuchung der WSL werden Potenziale für verschiedene Szenarien und verschiedene Zeiträume verglichen. Für die ausgewiesenen Werte wird eine grosse Bandbreite ausgewiesen. Für die vorliegende Studie sind in der Tabelle für Waldholz folgende Werte mit den nach WSL 2017 verwendeten Begriffen aufgeführt:

- Der hier als «Min» ausgewiesene Wert entspricht dem «ökonomisch-ökologisch nachhaltigen Potenzial gemäss Marktpreis» und ohne Subventionen bei einer «weniger energieholzfreundlichen Marktsituation» und einem «Vorratsanstieg» im Wald. Dieser Wert dient als
- Anhaltswert für die in Zukunft mindestens genutzte Energieholzmenge und beschreibt somit nicht ein «Potenzial» im üblichen Sinn. Die nachhaltig nutzbare Holzmenge ist deutlich grösser, wenn keine Limitierung «gemäss Marktpreis» angenommen wird und kein Vorratsanstieg sondern ein Gleichgewichtszustand eintritt.
- Der hier als «Max» ausgewiesene Wert entspricht dem «ökologisch nachhaltigen Potenzial» (somit ohne Berücksichtigung des Marktpreises) bei einer «energieholzfreundlichen Marktsituation». Zudem gilt der Wert für einen «starken Vorratsabbau». Infolge des Vorratsabbaus entspricht dieser Wert ebenfalls keinem Gleichgewichtszustand und nimmt bei zunehmender Betrachtungsdauer ab. Da der vorliegenden Studie eine langfristige Perspektive zugrunde liegt, ist in der Tabelle der Wert für den längsten betrachteten Zeitraum von 2017–2056 aufgeführt. Dieser Wert kann als oberes Limit für die mögliche Holznutzung in den kommenden Jahrzehnten dienen. Die WSL weist daneben ein noch grösseres «theoretisches Potenzial» aus, das für die vorliegende Aufgabenstellung nicht betrachtet wird.
- Der in der Tabelle als «Mittel» aufgeführte Wert entspricht dem Mittelwert von Min und Max. Er entspricht gleichzeitig einem konservativen, aber energieholzfreundlichen «ökologischen Potenzial» mit den Annahmen «Vorratsanstieg» und «energieholzfreundlich» nach WSL, das praktisch unabhängig von der Betrachtungsdauer ist. Nachfolgend wird dieser mittlere Wert als Erwartungswert nach WSL angenommen, der bei Verfolgung des in der vorliegenden Studie verfolgten Ziels «das Holzenergiepotenzial und damit die Energieressource Holz auszuschöpfen», angenommen wird.

Im Vergleich zum Waldholz ist die Menge an Flurholz gering. Es wird kein Einfluss der Nutzungsweise ausgewiesen. Für Rest- und Altholz beträgt die ausgewiesene Bandbreite weniger als  $\pm 10$  Prozent des Mittelwertes. Da die Bandbreite klein ist, wird in der Tabelle zur Vereinfachung der Maximalwert an Rest- und Altholz dem Maximalwert von Waldholz zugeordnet.

**Tabelle 5: Nutzung und Potenzial an Energieholz in der Schweiz.**

	BFE 2020 Holzenergie- Statistik				BAFU, BFE & SECO Ressourcenpolitik 2017				WSL 2017					
	Ist 2019	Potenzial		Zusatzpotenzial	Min			Mittel von Min/Max			Max			
		[Mio m <sup>3</sup> /a]	[Mio m <sup>3</sup> /a]		[Mio m <sup>3</sup> /a]	[ % ]	Potenzial	Zusatzpotenzial	[ % ]	Potenzial	Zusatzpotenzial	[ % ]	Potenzial	Zusatzpotenzial
<b>Holzmenge</b>	[Mio m <sup>3</sup> /a]	[Mio m <sup>3</sup> /a]	[Mio m <sup>3</sup> /a]	[ % ]	[Mio m <sup>3</sup> /a]	[Mio m <sup>3</sup> /a]	[ % ]	[Mio m <sup>3</sup> /a]	[Mio m <sup>3</sup> /a]	[ % ]	[Mio m <sup>3</sup> /a]	[Mio m <sup>3</sup> /a]	[ % ]	
Waldholz	2.96	3.10	1.10	37%	1.90	-0.56	-19%	4.15	1.69	57%	6.40	3.94	133%	
Flurholz		0.97			0.50			0.50						
Rest- und Altholz	2.27	1.93	-0.34	-15%	2.50	0.23	10%	2.75	0.48	21%	3.00	0.73	32%	
<b>Total</b>	<b>5.23</b>	<b>6.00</b>	<b>0.77</b>	<b>15%</b>	<b>4.90</b>	<b>-0.33</b>	<b>-6%</b>	<b>7.40</b>	<b>2.17</b>	<b>41%</b>	<b>9.90</b>	<b>4.67</b>	<b>89%</b>	
<b>Endenergie</b>	[PJ/a]	[PJ/a]	[PJ/a]		[PJ/a]	[PJ/a]		[PJ/a]	[PJ/a]		[PJ/a]	[PJ/a]		
Waldholz	29.2	30.6	10.9		18.7	-5.5		40.9	16.6		63.1	38.8		
Flurholz		9.5		4.9	4.9									
Rest- und Altholz	22.4	19.1	-3.3		24.7	2.3		27.1	4.7		29.6	7.2		
<b>Total</b>	<b>51.6</b>	<b>59.2</b>	<b>7.6</b>		<b>48.3</b>	<b>-3.3</b>		<b>73.0</b>	<b>21.4</b>		<b>97.7</b>	<b>46.0</b>		
<b>Anteil am GEV</b>	[ % GEV]	[ % GEV]	[ % GEV]		[ % GEV]	[ % GEV]		[ % GEV]	[ % GEV]		[ % GEV]	[ % GEV]		
Waldholz	3.5%	3.7%	1.3%		2.2%	-0.7%		4.9%	2.0%		7.6%	4.7%		
Flurholz		1.1%		0.6%	0.6%									
Rest- und Altholz	2.7%	2.3%	-0.4%		3.0%	0.3%		3.3%	0.6%		3.5%	0.9%		
<b>Total</b>	<b>6.2%</b>	<b>7.1%</b>	<b>0.9%</b>		<b>5.8%</b>	<b>-0.4%</b>		<b>8.8%</b>	<b>2.6%</b>		<b>11.7%</b>	<b>5.5%</b>		

Tabelle INFRAS und Verenum nach Daten der Holzenergiestatistik 2019 (BFE 2020), der Ressourcenpolitik Holz (BAFU et al. 2017) und der WSL(Thees et al. 2017).

Bemerkungen:

- Ist 2019: Zahl für «Waldholz» in der Holzenergiestatistik inklusive Flurholz, das in der Holzenergiestatistik nicht separat aufgeführt wird.
- «Potenzial» in Ressourcenpolitik 2017: jährliches nachhaltiges Potenzial für das Jahr 2020. «Potenzial» in WSL 2017: jährliches Potenzial für die Periode 2017 bis 2056.
- «Rest- und Altholz» inklusive Altholz in KVA. Werte nach BAFU et al. 2017 für Energieholz «ausserhalb des Waldes» ohne Flurholz.
- Flurholz nach BAFU et al. 2017, berechnet als ein Drittel von 2.9 Mio m<sup>3</sup>/a für Energieholz «ausserhalb des Waldes» aufgrund der Ausführung im Text, dass Alt-, Rest- und Flurholz je ca. 1 Mio m<sup>3</sup>/a ausmachen.
- Umrechnungen: 1 Mio m<sup>3</sup> = 2.74 MWh/m<sup>3</sup> = 9.864 PJ nach BFE 2020 mit 35% Wassergehalt sowie gleichen Anteilen Laub- und Nadelholz).
- GEV 2019 = 834 PJ.

BAFU et al. (2017) schätzen das Potenzial auf 6.0 Mio. m<sup>3</sup>/a. Dies entspricht rund 59 PJ/a (bzw. 16.4 TWh) und ermöglicht gegenüber der 2019 genutzten Menge von 5.2 Mio. m<sup>3</sup>/a oder 52 PJ/a (bzw. 14.4 TWh) noch eine Zunahme um 15 Prozent.

Der mittlere Wert nach WSL entspricht einem Potenzial von 7.4 Mio. m<sup>3</sup>/a oder rund 73 PJ/a (bzw. 20.3 TWh), was im Vergleich zu 2019 noch einer Zunahme um 41 Prozent entspricht. Das als «Min» ausgewiesene Potenzial nach WSL ist geringfügig niedriger als die derzeitige Nutzung, während die Annahmen nach «Max» noch eine Zunahme um 89 Prozent auf 9.9 Mio. m<sup>3</sup>/a oder rund 98 PJ/a (bzw. 27.2 TWh) ergeben.

Nebst diesen Daten liegt von Holzenergie Schweiz (vgl. Keel 2019) eine aktuelle Zusammenstellung verschiedener Potenzialabschätzungen vor, anhand der zusammenfassend ein Potenzial von 7 Mio. m<sup>3</sup>/a bis 8 Mio. m<sup>3</sup>/a ausgewiesen wird. Dabei wurde allerdings ein Teil der Angaben von Energieeinheiten auf Kubikmeter umgerechnet. Damit wurden die Werte in Kubikmeter um einen Faktor 1.375 und mehr überschätzt.<sup>8</sup> Aus den Rohdaten würde bei korrekter Umrechnung ein Potenzial von gut 5 Mio. m<sup>3</sup>/a bis knapp 7 Mio. m<sup>3</sup>/a resultieren.

In der für diese Studie durchgeführten Befragung wurde das Energieholzpotenzial von Branchenvertretern wie folgt eingeschätzt:

- Vier Personen schätzten das zusätzliche Potenzial auf plus 50 Prozent, eine Person auf plus 30 bis 50 Prozent, eine Person auf plus 30 bis 40 Prozent und eine auf plus 30 Prozent.
- Gemäss zwei Befragten ist «genügend Holz vorhanden» und das Potenzial «gross» und «grösser als in den offiziellen Angaben ausgewiesen». Ein Befragter gibt an, dass die Holzenergienutzung sogar verdoppelt werden könnte.
- Zwei Befragte gaben nur zusätzliche Altholzpoteziale an und nannten Zahlen von plus 40 bis plus 50 Prozent.
- In Zusammenhang mit dem verfügbaren Potenzial führten mehrere Befragte zudem aus, dass dieses auch von Umwelteinflüssen und dem Klimawandel abhängt. Dazu zählen vermehrte Sturmschäden, die Zunahme der Borkenkäferproblematik und Trockenheit. Zwei Befragte gaben zudem an, dass es aufgrund der Umwelteinflüsse zu einer Sortimentsverschiebung von Nadel- zu Laubholz kommen werde, die sich ebenfalls positiv auf das Energieholzpotenzial auswirken könnte, weil bei Laubholzbäumen im Vergleich zum Nadelholz weniger Sägeholz nutzbar sei und daher ein grösserer Anteil Energieholz anfällt.

Während nach Tabelle 5 nur noch ein geringes Zusatzpotenzial für Rest- und Altholz besteht, weisen Unternehmer darauf hin, dass deutlich mehr Altholz<sup>9</sup> in der Schweiz verfügbar wäre, wenn der Export als kostengünstigere Entsorgungsmöglichkeit nicht zugelassen würde. Nach einer Zusammenstellung der Branche wurden im Jahr 2017 rund 280'000 Tonnen nicht naturbelassenes Altholz pro Jahr exportiert, was rund 5.0 PJ/a (bzw. 1.4 TWh) oder rund 10 Prozent der heutigen Energieholznutzung entspricht (Quartier 2018).<sup>10</sup> Auch Erhebungen der WSL (nach Erni et al. 2017) bestätigen ein noch ungenutztes Potenzial an Altholz.<sup>11</sup>

---

8 Auf Seite 3 in Keel 2019 wird angegeben: 1 m<sup>3</sup> = 2.75 MWh = 0.0000072 PJ. Korrekt wäre: 2.75 MWh = 0.0000099 PJ (im vorliegenden Bericht wird die Umrechnung in Abbildung 2 und Tabelle 2 eingeführt und mit 1 Mio. m<sup>3</sup> = 9.864 PJ oder 1 m<sup>3</sup> = 2.74 MWh gerechnet). In Keel 2019 werden die aus PJ in Kubikmeter umgerechneten Daten entsprechend um Faktor 1.375 zu hoch ausgewiesen von Holzheizsystemen bis 500 kW und Wärmenetzen mit Holzfeuerung (Neubau und Ausbau). Bei einzelnen Daten betragen die Abweichungen gegenüber einer Umrechnung mit 2.75 MWh/m<sup>3</sup> bis einen Faktor 1.74.

9 Altholz beschreibt das nach einer stofflichen Nutzung von Holz anfallende Material. Es kann unterteilt werden in Altholz, das nach LRV Anhang 5 Ziffer 31 Absatz 2 Buchstabe a in Anlagen nach LRV Ziff. 72 energetisch genutzt werden kann, sowie problematische Holzabfälle, die als Siedlungsabfall oder Sondermüll zu behandeln sind. Im vorliegenden Bericht wird für das Energieholzpotenzial ausschliesslich Altholz nach LRV Anhang 5 Ziffer 31 Absatz 2 Buchstabe a bewertet.

10 Nach Angaben des BAFU (2020d) wurden im Jahr 2019 614'000 m<sup>3</sup> Altholz exportiert, was rund 390'000 Tonnen entspricht.

11 Die WSL weist nach (Erni et al. 2017) ein Marktvolumen an Altholz von 14.3 PJ/a aus bei einem nachhaltigen Potenzial von 11.7 PJ/a und einer Nutzung von 9.2 PJ/a. Die noch ungenutzte Menge an Altholz beträgt damit mindestens 2.5 PJ/a und bezogen auf das heutige Marktvolumen rund 5.1 PJ/a.

Da die beschriebenen Potenziale auf unterschiedlichen Szenarien und Einschätzungen beruhen und eine grosse Bandbreite aufweisen, wäre als Basis für eine Strategie zur Ausschöpfung des Energieholzpotenzials die Erarbeitung eines Konsenses über das nachhaltig verfügbare Energieholz unter Einbindung der Akteure sinnvoll. Das BAFU weist darauf hin, dass aufgrund unterschiedlicher Erhebungsmethoden insbesondere keine Instrumente zur Abschätzung des Potenzials und zum Monitoring bestünden. Ein konsolidiertes Monitoringsystem wird als wünschbar und zielführend erachtet.

## 2.3 Perspektiven für die zukünftige Holzenergienutzung

In der vorliegenden Arbeit wird vom Ziel einer Nutzung des Energieholzpotenzials ausgegangen. Dazu kommen verschiedene Anwendungen infrage. Energieholz ermöglicht die Erzeugung von Wärme, Strom oder biogenen Treibstoffen, die als Endenergie gehandelt werden (Fernwärme, Strom oder Treibstoff) oder als Nutzenergie zum Eigenverbrauch dienen. Bei Wärme ist zu unterscheiden zwischen der Versorgung von Gebäuden auf einem Temperaturniveau von unter 60°C, für das auch Wärmepumpen geeignet sind, sowie Prozesswärme bei Temperaturen von bis zu über 1'000°C, die physikalisch hochwertiger<sup>12</sup> ist und nicht durch Wärmepumpen bereitgestellt werden kann. Um der hohen physikalischen Wertigkeit von Holz Rechnung zu tragen, ist für eine energetische Nutzung künftig zu beachten, dass eine maximale Effizienz über die gesamte Prozesskette und ein maximaler Substitutionseffekt für fossile Energieträger erreicht wird, was mit dem kumulierten Energieaufwand über den Lebenszyklus abgeschätzt werden kann und folgende Konsequenzen hat (vgl. Nussbaumer 2013):

- Der Einsatz von Energieholz in stationären Anwendungen für Wärme und Strom ist sehr effektiv zur Substitution fossiler Energieträger und zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Demgegenüber werden mit Treibstoff aus der gleichen Menge Holz wegen der initialen Umwandlungsverluste weniger fossile Energieträger substituiert.
- Obwohl der Ersatz von Öl und Gas durch Holz in Heizungen effektiv ist, ermöglichen andere Anwendungen einen höheren Nutzen im Energiesystem. Entscheidend sind dafür die Möglichkeit der Produktion von Hochtemperaturwärme aus Holz, und zwar bei zeitlichem Bedarf (im Gegensatz zum Beispiel zur Bereitstellung aus Solarstrom), sowie die Fähigkeit der auch saisonalen Speicherung von Holz.

---

<sup>12</sup> Die physikalische Wertigkeit wird mit der Unterteilung der Energie in Anergie und Exergie beschrieben. Wärme bei Umgebungstemperatur, die als Quelle von Wärmepumpen dienen kann, ist reine Anergie und kann nur durch Zufuhr von Exergie (meist Elektrizität) nutzbar gemacht werden. Wärme bei 300°C ist rund zur Hälfte Anergie und Exergie, während Elektrizität sowie die in Brennstoffen gespeicherte chemische Energie praktisch reine Exergie ist.

Entsprechend fordert das BFE eine Verschiebung der Energieholznutzung zu folgenden Anwendungen, mit denen ein maximaler Beitrag an die Energieversorgung der Schweiz erzielt werden kann (Büchel 2020):<sup>13</sup>

1. Erzeugung von Prozesswärme.
2. Stromerzeugung in Holzheizkraftwerken (Wärme-Kraft-Kopplung): Hierbei kommen künftig auch Massnahmen zur Flexibilisierung des Betriebs zum Beispiel mit grossen Wärmespeichern infrage. Obwohl das Potenzial zur Stromproduktion aus Holz begrenzt ist, ist Strom aus WKK-Anlagen für Bandlast- und Winterproduktion eine wichtige Ergänzung zu Fotovoltaik- und Windstrom.
3. Ein Pfeiler der Energiestrategie ist der Ausbau von Fernwärmenetzen bzw. thermischen Netzen, die mit Abwärme und erneuerbaren Energieträgern versorgt werden (Büchel 2020). Das grösste Potenzial zur Fernwärmeproduktion bieten Wärmepumpen, die Umweltwärme<sup>14</sup> und andere Wärmequellen verwenden (Sres 2014, Jakob et al. 2020). Wärmepumpen ermöglichen den Einsatz von erneuerbarem Strom mit einer Multiplizierung des Nutzens insbesondere auch von Winterstrom aus HHKW und weisen ein vielfach grösseres Potenzial auf als Energieholz.

Die interviewten Experten wurden ebenfalls zu ihrer Meinung zu strategischen Prioritäten für die zukünftige Holzenergienutzung befragt. Diese Frage wurde ergänzt mit Fragen zu sich abzeichnenden Trends und zu Einsatzzwecken, Technologien bzw. Anlagentypen, die in Zukunft im Vordergrund stehen könnten. Die Antworten können in die Themenbereiche Allgemein, Wärmeverbände, Anlagengrösse, Brennstoffe und Technologien/Anlagentypen eingeteilt werden.

- In genereller Hinsicht betonte ein Befragter, dass das gesamte System der Energieversorgung ganzheitlich betrachtet werden müsse. Gemäss einem weiteren Befragten sollten vor allem neue innovative Ansätze verfolgt werden. Zwei Befragte sehen allgemeine Prioritäten bei lokalen bzw. regionalen Projekten, die regionales Holz einsetzen, was mit einer optimalen Logistik mit kurzen Wegen einhergehe und zusätzlich lokale/regionale Wertschöpfung generiere.
- Mehr als die Hälfte der Befragten gab an, dass es in Zukunft vermehrt Wärmeverbände geben sollte und der Trend auch in diese Richtung gehe. Mehrere Befragte sind der Meinung, dass vor allem grosse Anlagen in grossen Wärmeverbänden in der Zukunft sinnvoll seien. Gemäss einem Befragten wird zukünftig auch das Verdichten von Wärmeverbänden sehr wichtig sein. Ein weiterer Befragter gab an, dass es auch vermehrt zu Zusammenschlüssen von Wärmeverbänden kommen werde. Nur ein Befragter findet, dass das noch freie Holzenergiepotenzial nur dann in Wärmeverbänden eingesetzt werden sollte, wenn das Potenzial für Prozesswärme nicht ausgeschöpft werden sollte und zudem der Einsatz von Wärmepumpen nicht möglich sei.

---

13 «Der Einsatz von Holz wird sich für die Bereitstellung von Prozesswärme und die Stromerzeugung in Holzheizkraftwerken verschieben müssen» (Büchel 2020) und «Durch die zukünftige Abnahme der Raumwärme durch Gebäudesanierungen und konkurrierende Wärmetechnologien kann sich der Einsatz von Energieholz in Richtung Prozesswärme und Fernwärme aus Holzheizkraftwerken verschieben» (Büchel 2020).

14 Das «Weissbuch Fernwärme» des Verbands Fernwärme Schweiz (VFS) (Sres 2014) weist für Seen ein Wärmepotenzial von 350 PJ/a und für Flüsse von 75 PJ/a aus. Aufgrund der Lage und weiterer Kriterien werden zudem die für Fernwärme realisierbaren Anwendungen als «zugeordnete Potenziale» ausgewiesen. Dieses beträgt für Seen und Flüsse zwar mit 25 PJ/a weniger als ein Zehntel des Wärmepotenzials. Es ist aber viertel so gross wie das «zugeordnete Potenzial» von Holz mit 6 PJ/a. Aktualisierte und regional verfeinerte Szenarien zur Fernwärme liegen in der Zwischenzeit im Bericht Jakob et al. 2020 vor.

- Mehr als die Hälfte der Befragten machte Angaben zu zukünftigen Prioritäten bzw. Trends der eingesetzten Anlagengrössen. Es gab eine grosse Übereinstimmung, dass mittlere bis grosse automatische Feuerungen zum Einsatz kommen sollten. Der Trend gehe klar in diese Richtung. Zwei Befragte betonten, dass der Fokus auf sehr grossen Anlagen (> 5 MW bzw. wie z.B. HHKW Aubrugg in Zürich) liegen sollte. Zwei weitere Befragte gaben an, dass Feuerungen < 70 kW weiter abnehmen würden. Ein Befragter findet, dass neben grossen in Zukunft auch sehr kleine Feuerungen (Schwedenöfen) eingesetzt werden sollten. Unsachgemässer Betrieb durch nicht geschultes Personal trete vor allem bei Anlagen mittlerer Grösse (z.B. Schulhaus) auf.
- Bezüglich zukünftiger Trends und Prioritäten in Bezug auf Brennstoffe gab es nur wenige Äusserungen. Einige Befragte gaben an, dass vor allem bei kleinen und mittleren Anlagen, teilweise aber auch bei grösseren, vermehrt Pellets und andere qualitativ hochwertige und genormte Brennstoffe eingesetzt würden. Gemäss einem Befragten müsse aus gesamtstrategischer Sicht jedoch die Frage gestellt werden, ob der Einsatz von Pellets in grossen Anlagen Sinn mache. Gemäss einem weiteren Befragten wird die Stückholznutzung weiter abnehmen.
- Zu zukünftigen Einsatzzwecken und Prioritäten verschiedener Technologien bzw. Anlagentypen und Trends wurden von fast allen Befragten Angaben gemacht. Mehrere finden, dass es in Zukunft mehr WKK-Anlagen mit Holz geben sollte und dass das zusätzliche Holzenergiepotenzial zur Prozesswärmeerstellung verwendet werden sollte. Viele Befragte sehen ausserdem einen Trend hin zu Anlagen zur Herstellung von Pflanzenkohle. Gemäss mehreren Befragten wird in kleineren Leistungsbereichen vermehrt die Wärmepumpe zum Einsatz kommen, was auch von einigen als strategische Priorität für die Zukunft betont wurde. Drei Befragte nannten zudem den Einsatz von Systemen, in denen Wärmepumpen mit Holzfeuerungen kombiniert werden, als Möglichkeit für die Zukunft. Ein Befragter führte dazu weiter aus, dass die Effizienz durch solche Kombisysteme gesteigert werden könne, weil durch die Wärmepumpe zusätzlich auch noch Abgaskondensation eingesetzt werden könnte. Zwei Befragte finden, dass in Zukunft das Altholzpotenzial mit einer Zunahme von entsprechenden Feuerungen ausgeschöpft werden sollte. Nur zwei Befragte erwähnten, dass sie auch für Kleinfeuerungen noch eine Zukunft sehen. Die Herstellung von synthetischen Treibstoffen bei noch nicht gänzlich genutztem Holzenergiepotenzial in der Zukunft wurde nur von einem Befragten erwähnt. Weitere Angaben von einzelnen Befragten zu zukünftigen Trends bzw. Prioritäten sind:
  - Kleinkessel-Standardprodukte mit qualitativ gutem Brennstoff
  - Monovalente Anlagen
  - Vorschubrostfeuerungen
  - Pelletfeuerungen in Mehrfamilienhäusern
  - Technologien, die in bestehenden Gebäuden als Ersatz von Ölheizungen dienen können
  - Einsatz neuer Technologien, z.B. Holzvergaser.

Die meisten von den Befragten getätigten Aussagen zu strategischen Prioritäten für die zukünftige Holzenergienutzung und zukünftiger Technologien bzw. Anlagentypen stimmen mit den Prioritäten und Zielen des BFE überein.

## 3 Finanzielle Förderung

### 3.1 Förderinstrumente und -programme

Die Nutzung der Holzenergie wird in der Schweiz auf vielfältige Weise gefördert. Die Hauptinstrumente sind das Gebäudeprogramm der Kantone, die kostenorientierte Einspeisevergütung (KEV) bzw. Investitionsbeiträge für stromerzeugende Anlagen, die Kompensationspflicht für die Importeure fossiler Treibstoffe und das Förderprogramm Holzheizungen von Energie Zukunft Schweiz. Nachfolgend werden die wichtigsten Förderinstrumente beschrieben (vgl. Tabelle 6).

**Tabelle 6: Finanzielle Förderung der Holzenergie**

Instrumente/ Programm	Beschreibung
Gebäudeprogramm von Bund und Kantonen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Beschreibung:</b> Das Gebäudeprogramm von Bund und Kantonen auf Basis des harmonisierten Fördermodells (HFM 2015) wird aus den teilzweckgebundenen Mitteln der CO<sub>2</sub>-Abgabe und Mitteln der jeweiligen Kantone finanziert. Die spezifische Ausgestaltung der kantonalen Programme ist stark von der jeweiligen kantonalen Umsetzung abhängig. Das Gebäudeprogramm war ursprünglich bis 2019 befristet, wird jedoch nach 2020 weitergeführt. Nach der Einführung des totalrevidierten CO<sub>2</sub>-Gesetzes würde es durch den neu eingeführten Klimafonds finanziert.</li> <li>▪ <b>Bedingungen:</b> Das HFM 2015 definiert eine breite Palette förderungswürdiger Massnahmen. Mit Bezug zur Holzenergie findet sich darin die Installation von Anlagen im Feuerungswärmeleistungsbereich bis 500 kW. Zudem werden der Neubau sowie die Erweiterung von Wärmenetzen gefördert (EnDK/BFE 2015).</li> <li>▪ <b>Höhe:</b> Das HFM legt Mindestfördersätze fest, entweder einmalig pauschal pro Anlage oder in Abhängigkeit der installierten Leistung. Beispielsweise werden automatische Holzfeuerungen bis 70 kW mit mindestens CHF 3'000 pro Anlage und einem leistungsabhängigen Teil von CHF 50 pro kW thermischer Leistung gefördert (EnDK/BFE 2015).</li> <li>▪ <b>Ergebnisse/Wirkungen:</b> Von der 2019 insgesamt durch das Gebäudeprogramm ausgezahlten Summe von CHF 265 Mio. entfielen rund CHF 4 Mio. auf Holzheizsysteme in Gebäuden und rund CHF 5 Mio. auf Wärmenetze mit Holzfeuerung. Die erzielte energetische Wirkung über die Massnahmenlebensdauer wird zu je ca. 290 GWh geschätzt (Gebäudeprogramm 2020, eigene Berechnungen).</li> <li>▪ <b>Beispiele der kantonalen Umsetzung:</b> Im Kanton Bern wird das Gebäudeprogramm als «Förderprogramm Erneuerbare Energien und Energieeffizienz» umgesetzt. Die Kategorien des HFM 2015 werden mit leicht angepassten Fördersätzen für Holzfeuerungen ab 70 kW Leistung übernommen. Die neue Anlage muss 100% des Heizwärmebedarfs decken. Die Förderung ist auf 35% der Anlagekosten beschränkt (Kanton Bern 2020). Im Kanton Zürich geschieht die Umsetzung im Rahmen des «Förderprogramms Energie». Dieses umfasst nur Anlagen über 300 kW. Die geförderte Anlage muss eine Öl- oder Gasheizung ersetzen und als Hauptheizung dienen (Kanton Zürich 2020). Im Kanton Waadt werden alle Grössenklassen bis 300 kW gefördert. Grössere Anlagen werden durch die Förderung von Fernwärmeprojekten abgedeckt. (État de Vaud 2021)</li> <li>▪ <b>Zukünftige Änderungen:</b> Gemäss dem Entwurf des totalrevidierten CO<sub>2</sub>-Gesetzes soll das Gebäudeprogramm künftig durch den neu zu schaffenden Klimafonds finanziert werden. Die Globalbeträge an die Kantone sind auf maximal CHF 450 Mio. pro Jahr beschränkt. Darüber hinaus sollen jährlich CHF 60 Mio. und die nicht ausgeschöpften Globalbeiträge für zusätzliche Projekte mit Bezug zu unter anderem Fernwärme, Energieplanung und erneuerbare Heizsysteme verwendet werden (BAFU 2020b).</li> </ul>

Instrumente/ Programm	Beschreibung
KEV/ Investitionsbei- träge (BFE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Beschreibung:</b> Die Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien wurde bis vor Kurzem primär durch die kostenorientierte (vormals: kostendeckende) Einspeisevergütung (KEV) gefördert, sprich durch die pauschale Vergütung des eingespeisten Stroms nach fixen Sätzen. Während andere Biomasseanlagen seit 2018 über Investitionsbeiträge – nicht über die KEV – gefördert werden, kann für «Holzkraftwerke von regionaler Bedeutung» zwischen den beiden Förderarten gewählt werden.</li> <li>▪ <b>Bedingungen:</b> Die geförderten WKK-Anlagen müssen energetische Mindestanforderungen erfüllen. Diese sind als Nutzungsgrade der Elektrizität in Abhängigkeit des Wärmenutzungsgrades definiert und in der Energieförderungsverordnung (EnFV) geregelt. Die Gesuchstellung muss nach rechtskräftiger Baubewilligung oder bei Nachweis der Baureife des Projekts erfolgen.</li> <li>▪ <b>Höhe:</b> Die Definition der Höhe der Sätze im Falle der KEV erfolgt nach Grössenklassen gemäss EnFV. Die Investitionsbeiträge sind auf 20% der anrechenbaren Investitionskosten und höchstens 100% der nicht amortisierbaren Mehrkosten begrenzt (BFE 2018).</li> <li>▪ <b>Finanzierung:</b> Die KEV sowie die Investitionsbeiträge werden über einen Netzzuschlag finanziert. Diese Mittel reichen nicht aus, um die Nachfrage zu decken. Es ergibt sich eine Warteliste, die vor dem Ende des Programms nicht vollständig abgebaut sein wird (BFE 2017).</li> <li>▪ <b>Ergebnisse/Wirkungen:</b> Die Abschätzung der Wirkung der KEV erfolgt auf Grundlage der Bezügerliste: Im Jahr 2018 bezogen insgesamt 22 Holzenergieanlagen zwischen 45 und 27'000 kW mit einer gesamthaft installierten elektrischen Leistung von rund 102 MW die KEV. Die gesamte Stromerzeugung belief sich in diesem Jahr auf 256 GWh und wurde mit CHF 52 Mio. vergütet. Unter der Annahme einer Treibhausgasintensität des Schweizer Strommixes von 29.8 g CO<sub>2</sub>eq/kWh ergeben sich CO<sub>2</sub>-Einsparungen von 7'620 Tonnen (BFE 2019 und Auswertung BFE).</li> <li>▪ <b>Zukünftige Änderungen:</b> Das Parlament beschloss mit der Totalrevision des EnG das Auslaufen des Einspeisevergütungssystems (KEV). Entsprechend läuft die KEV – auch für Holz-WKK-Anlagen – Ende 2022 aus. Mit der Revision des Energiegesetzes (Fördermassnahmen ab 2023) schlägt der Bundesrat vor, die Investitionsbeiträge bis Ende 2035 zu verlängern. Zudem sollen die Investitionsbeiträge für Biomasseanlagen (inkl. Holzenergieanlagen) von heute max. 20 Prozent auf max. 60 Prozent der anrechenbaren Investitionskosten erhöht werden (Schweizerische Eidgenossenschaft 2020). Die Investitionsbeiträge sollen für neue und erheblich erweiterte oder erneuerte Biomasseanlagen in Anspruch genommen werden können. Ständerat Daniel Fässler und Nationalrat Jürg Grossen reichten am 3. Juni 2020 gleichlautende Motionen zur Beauftragung des Bundesrats ein, die notwendigen Gesetzesänderungen zu unterbreiten bzw. Massnahmen zu ergreifen, damit Biomasseanlagen (Holz und Biogas) auch in Zukunft wirtschaftlich betrieben werden können. Die Motionen verlangen, die verschiedenen rechtlichen Rahmenbedingungen (u.a. Energie-, Gasversorgungs-, CO<sub>2</sub>- und Landwirtschaftsrecht) so anzupassen, dass der Weiterbetrieb der bestehenden Biomasseanlagen in der Schweiz gewährleistet und ein rascher Zubau effektiv und effizient unterstützt wird. Aufgrund der vergleichsweise hohen Betriebskosten von Biomasseanlagen werden einmalige Investitionsbeiträge zur Förderung eines effektiven und effizienten sowie raschen Zubaus als ungenügend erachtet. Als Ersatz oder Teilersatz der bestehenden Förderung sollen ämterübergreifende Finanzierungsinstrumente entwickelt und Rahmenbedingungen geschaffen werden, um Investitionen in diese für die Erreichung der Ziele der Klimapolitik und der Energiestrategie 2050 wichtigen Anlagen auszulösen. Die Motion (20.3485) von Ständerat Daniel Fässler wurde vom Parlament angenommen.<sup>15</sup></li> </ul>

Instrumente/ Programm	Beschreibung
Kompensationspflicht für Importeure fossiler Treibstoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Beschreibung:</b> Projekte und Programme zur CO<sub>2</sub>-Emissionsverminderung im Inland erhalten Bescheinigungen für erbrachte Reduktionsleistungen, die den Kompensationspflichtigen (bspw. die Kompensationsgemeinschaft Klimaschutz und CO<sub>2</sub>-Kompensation KliK) zur Erfüllung ihrer Pflicht verkauft werden können. Es werden sowohl einzelne Projekte unterstützt (Gesuchstellung durch Betreibende/PlanerInnen z.B. einzelner Fernwärmenetze mit Holzfeuerung) als auch Programme, die den unkomplizierten Beitritt von neuen Projekten erlauben (z.B. das «Programm Wärmeverbünde» der Stiftung KliK) (KliK 2021). Die Kompensationspflicht soll mit dem totalrevidierten CO<sub>2</sub>-Gesetz bis 2030 verlängert werden.</li> <li>▪ <b>Bedingungen:</b> Die geförderten Projekte müssen eine Reihe von Anforderungen erfüllen, um die zusätzliche Wirkung der CO<sub>2</sub>-Verminderung gegenüber dem «business as usual» zu gewährleisten. Insbesondere muss belegt werden, dass das Projekt ohne Verkauf der Bescheinigungen nicht durchgeführt würde (Additionalität). Die Kategorien der zulässigen Projekttypen sind definiert. Für die Holzenergie ist dabei die Kategorie «Wärmeerzeugung durch Biomasse mit und ohne Fernwärme» relevant (BAFU 2020).</li> <li>▪ <b>Höhe:</b> Die Höhe der Förderung ergibt sich aus den erzielten CO<sub>2</sub>-Verminderungen im Vergleich zu einem Referenzszenario. Ausgehend von der errechneten Verminderung werden Bescheinigungen ausgestellt, die zurzeit mit durchschnittlich rund CHF 100 pro t CO<sub>2</sub>eq vergütet werden (KliK 2020).</li> <li>▪ <b>Finanzierung:</b> Die Stiftung KliK handelt im Auftrag der in der Schweiz tätigen Mineralölgesellschaften. Diese sind verpflichtet, einen Teil der bei der Nutzung von Benzin und Diesel entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen zu kompensieren. Dies führt zu einer Abgabe auf Treibstoff, die bislang effektiv 1.5 Rp. pro Liter betrug. Die daraus entstehenden Mittel werden durch die Stiftung an Schweizer Klimaschutzprojekte verteilt (KliK 2020).</li> <li>▪ <b>Ergebnisse/Wirkungen:</b> Im Jahr 2018 wurden 113'000 Bescheinigungen in Zusammenhang mit Holzenergieprojekten über die Vermeidung von jeweils einer Tonne CO<sub>2</sub> ausgestellt. In jenem Jahr umfassten die entsprechenden Kompensationsprojekte eine breite Palette an Wärmeverbänden sowie ein Programm für mobile Pelletheizungen. Die ausgezahlten Beiträge beliefen sich bei einem Preis von CHF 102 pro Tonne CO<sub>2</sub> auf insgesamt CHF 11.5 Mio. (Auswertung KliK, Daten verfügbar unter BAFU 2020e).</li> </ul>

---

15 Motion 20.3485 von Ständerat Daniel Fässler: <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefft?AffairId=20203485> (Zugriff: 29.3.2021); Motion 20.3495 von Nationalrat Jürg Grossen: <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefft?AffairId=20203495> (Zugriff: 29.3.2021).

Instrumente/ Programm	Beschreibung
Förderprogramm Holzheizungen von Energie Zukunft Schweiz	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Beschreibung/Finanzierung:</b> Das Förderprogramm Holzheizungen von Energie Zukunft Schweiz baut auf der Förderung von Kompensationsprojekten der Stiftung KliK auf und wandelt die jährliche Vergütung der Emissionsbescheinigungen in Investitionsbeiträge um, ähnlich der kantonalen Förderung. Es werden Holzheizungen aller Brennstoffe (Pellet, Stückholz, Holz-schnitzel) und Grössenklassen gefördert, sofern sie eine bestehende fossile Heizungsanlage ersetzen. (EZS 2020)</li> <li>▪ <b>Bedingungen:</b> Die Förderbedingungen ergeben sich aus jenen der Kompensationsprojekte. Des Weiteren müssen Anlagenbetreibende die jährlich erzielten CO<sub>2</sub>-Verminderungsbescheinigungen an Energie Zukunft Schweiz abtreten (EZS 2020).</li> <li>▪ <b>Höhe:</b> Der Fördersatz beträgt etwa CHF 360 pro kW Feuerungswärmeleistung. Insbesondere bei grossen Anlagen ergibt sich auf diese Weise laut Angaben von Energie Zukunft Schweiz eine fast vollständige Deckung der Investitionskosten (EZS 2020)</li> <li>▪ <b>Ergebnisse/Wirkungen:</b> Das relativ neue Programm mit Umsetzungsbeginn im August 2020 erfreut sich laut Energie Zukunft Schweiz positiver Resonanz und entwickelt sich gemäss den Erwartungen. Gemäss Prognose der Projektbeschreibung wird zwischen 2020 und 2027 die Förderung von jährlich 100 zusätzlichen Anlagen angestrebt. Mit einer erwarteten durchschnittlichen Leistung von 30 kW der geförderten Anlagen und einem Fördersatz von CHF 360 pro kW ohne Obergrenze ergibt dies einen jährlich ausbezahlten Betrag von rund CHF 1 Mio. Gemäss Vorabschätzung betragen die jährlichen Emissionsverminderungen der jedes Jahr hinzugefügten Anlagen ca. 1'150 t CO<sub>2</sub>eq (BAFU 2020a, EZS 2020).</li> </ul>
Förderprogramm auf Stadt- und Gemeindeebene	<p>Verschiedene Städte und Gemeinden bzw. deren Stadtwerke stellen zusätzliche Fördermassnahmen bereit, die einen Bezug zur Holzenergie haben können. Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Stadt Bern:</b> Das «Förderprogramm Nah- und Fernwärme» des Energieversorgungsunternehmens Energie Wasser Bern subventioniert den Anschluss an das städtische Fernwärmesystem, welches zu 36% mit Holzenergie gespeist wird. Die Finanzierung erfolgt über den städtischen Ökofonds, dessen Mittel aus der Gewinnabgabe an die Stadt Bern stammen. (ewb 2020).</li> <li>▪ <b>Stadt Winterthur:</b> Förderung von Cleantech-Pilotprojekten durch die Stadtwerke Winterthur, in einigen Fällen mit Bezug zur Energieholznutzung. Die Finanzierung erfolgt durch einen freiwilligen Zusatzbeitrag auf den Stromtarif. (Stadtwerk Winterthur 2021).</li> <li>▪ <b>Gemeinde Aigle:</b> Der «Fonds énergétique durable» bietet eine pauschale Subventionierung für neue Holzheizungen in Höhe von CHF 2'000–3'000 je nach Leistungsklasse. Die Finanzierung erfolgt durch einen Zusatzbeitrag auf den Stromtarif. (Commune d'Aigle 2017).</li> </ul>

Tabelle INFRAS und Verenum.

Zusätzlich zur finanziellen Förderung von Anlagen wurden in der Vergangenheit wiederholt umfangreiche Forschungsinitiativen und Netzwerke mit (teilweisem) Bezug zur Holzenergie unterstützt:

- Der Aktionsplan Holz des BAFU unterstützte in der letzten Phase verschiedene Projekte zur Holzenergie, so zum Beispiel HARVE (Holzasche Entsorgung, Recycling, Verwertung), Projekte zur Nutzung von Pflanzenkohle und Lebenszyklusanalysen von Holzbrennstoffen. Ein weiterer Fokus liegt auf der Kommunikation. Projekte im Rahmen des Aktionsplans Holz werden mit Subventionen in der Höhe von maximal 50 Prozent der Gesamtkosten unterstützt.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Vgl. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wald/fachinformationen/strategien-und-massnahmen-des-bundes/aktionsplan-holz.html>.

- Im Rahmen des «SCCER Biosweet» wurden Forschungs- und Innovationsprojekte unter anderem zum Ersatz von Gasbrennern mit Holzgasbrennern, zu Hochtemperatur-Holzbrennern für die industrielle Wärmeerzeugung und zur Entwicklung elektrostatischer Partikelabscheider für Holzfeuerungen durchgeführt (vgl. SCCER Biosweet 2020).
- Das mit CHF 18 Mio. dotierte und bis 2018 laufende Nationale Forschungsprogramm NFP 66 «Ressource Holz» umfasste unter anderem Projekte zur Umwandlung von Holz in Gas und Flüssigtreibstoffe. Es war bis 2018 aktiv.

## 3.2 Beurteilung der Förderung

### 3.2.1 Beurteilung der Förderung durch die Befragten

#### **Förderung der Wärmeerzeugung**

Die **Höhe der Förderung** für neue Holzenergieanlagen zur Wärmeerzeugung wird von der Mehrheit der Befragten als angemessen eingestuft. Abweichende Meinungen betreffen bestimmte Aspekte der Ausgestaltung und des Umfangs. Die Förderungen würden einen massgeblichen Beitrag zum kontinuierlichen Ausbau der Holzenergienutzung leisten. Von verschiedenen Befragten werden je nach Berührungspunkten entweder das Gebäudeprogramm der Kantone, das Programm Wärmeverbünde von Kliik oder das Programm Holzenergie von Energiezukunft Schweiz besonders positiv hervorgehoben. Die Förderlandschaft zeige eine starke kantonale Abhängigkeit. Beispielsweise wird die Lage im Tessin bezüglich der Förderungen von einem Befragten als besonders gut beurteilt.

Die Befragten äussern folgende Meinungen zur Höhe der Förderung und deren Wirkung:

- Gemäss einem Befragten wirken die Förderungen auch dann, wenn die Holzenergieanlagen trotz der Förderung nicht günstiger als die fossilen Alternativen sind. Besonders im Fall privater Hauseigentümer, die nicht nach strikter Kostenkalkulation planen würden, könne auch eine unzureichende Förderung ein ausschlaggebendes Argument für die Entscheidung für eine Holzheizung darstellen (symbolische Wirkung).
- Zwei Befragte weisen darauf hin, dass sich eine zu hohe Subventionierung der Investitionen negativ auf die langfristige Perspektive unwirtschaftlicher Holzenergieprojekte auswirken können. Dieser Fall könne zum Beispiel eintreten, wenn sich im Betrieb der Anlagen finanzielle Engpässe ergäben. Entsprechend seien unüberlegte Erhöhungen der Fördersätze nicht sinnvoll.
- Laut einem Befragten wäre eine höhere oder spezifischere Förderung nötig, um in Grenzkantonen wie beispielsweise dem Thurgau die Nutzung von inländischem Holz stärker auszubauen. Die Wettbewerbsfähigkeit der lokalen Ressourcen gegenüber dem Import von Energieholz sollte durch zusätzliche zielgerichtete finanzielle Anreize gestärkt werden.
- Gemäss einem Befragten sollte die Förderung in einem besseren Verhältnis zu den Zusatzkosten der gesetzlichen Auflagen stehen (v.a. LRV und Verschärfung der Anforderungen an die Ascheentsorgung). Auf diese Weise würde die Wettbewerbsfähigkeit der Holzenergie nicht durch zusätzliche gesetzliche Verschärfungen beeinträchtigt.

- Ein Befragter fordert eine stärkere Berücksichtigung der sonstigen Vorzüge der Holzenergie bei der Bestimmung der Förderhöhe, etwa um die Beiträge zur lokalen Wirtschaft sowie die Bedeutung für die Waldpflege abzugelten. Zudem solle die Holzenergie bei der Förderung stärker anderen erneuerbaren Energiequellen gleichgestellt werden.

Betreffend die **Ausgestaltung der Förderung** von neuen Holzenergieanlagen zur Wärmeerzeugung erachten alle Befragten, die sich dazu äusserten, einmalige Investitionsbeiträge (z.B. Gebäudeprogramm) im Vergleich zu jährlichen Beitragszahlungen (z.B. Kompensationsprojekte) als vorteilhafter. Insbesondere würden einmalige Beiträge eine bessere Planungssicherheit für InvestorInnen und InvestorInnen ermöglichen. Laut einem Befragten sind Subventionen immer mit Qualitätsanforderungen zu kombinieren (z.B. QM Holzheizwerke). Die dadurch entstehenden Zusatzkosten seien jedoch gerechtfertigt. Die Befragten äusserten folgende Hinweise zur Verbesserung der Ausgestaltung der Förderungen:

- Ein Befragter betont, dass die Förderinstrumente langfristig gesichert sein sollten, um eine bessere Planbarkeit seitens der Projektentwickelnden zu ermöglichen.
- Gemäss einem Befragten ist bei Anfangsinvestitionen das Zusammenspiel verschiedener Förderungen hilfreich, insbesondere Förderung für Investitionskosten und jährliche Beiträge im Betrieb. Ideal wäre eine Subvention mit gleicher Gesamtförderung aber einem stärkeren Fokus auf die anfänglichen Investitionen und verminderter Förderung im Betrieb.
- Gemäss einem Befragten ist die zeitnahe Zusage der Fördermittel im Entscheidungsprozess sehr wichtig. In einem Fall habe sich die Zusage so lange hinausgezögert, dass das Projekt am (durch die fehlende Förderung) zu hohen Wärmepreis gescheitert sei.
- Ein Befragter unterstreicht die Bedeutung der Weitergabe der Subventionen an die Endverbraucher, insbesondere an die Wärmeabnehmer in Fernwärmenetzen. Diese Weitergabe sei jedoch nicht immer gegeben. Beispielsweise würde ein entsprechender Vorschlag gegenwärtig im Parlament des Kantons Waadt diskutiert.
- Ein Befragter beurteilt es als ineffizient, dass vor allem monovalente Anlagen gefördert würden. Eine flexiblere Auslegung der Förderbedingungen, die fossile Spitzenlastkessel zuliesse, würde eine effizientere Verwendung der verfügbaren Fördermittel zulassen. Demgegenüber sind im «Programm Wärmeverbünde» der Stiftung KliK durchaus Projekte enthalten, die eine Biomasse-anlage mit einem fossilen Heizölkessel zur Spitzenlastabdeckung enthalten (BAFU 2020c).
- Die aktuelle Förderung der Holzenergie ist laut einem Befragten ausschliesslich auf die Realisierung bereits geplanter Projekte beschränkt. Um Projekte zu fördern, die bislang noch nicht in Betracht gezogen worden seien, wäre auch die Unterstützung von Kommunikations- und Planungsarbeiten erforderlich.
- Laut einem Befragten müsste der Einsatz von Fördermitteln zur Unterstützung bestimmter Technologien besser auf den Einsatzzweck abgestimmt werden. Der Einbau von Wärmepumpen in bestehenden Gebäuden mit geringer Energieeffizienz sei energetisch nicht zweckmässig. Hier sollte vor allem auf Holzheizungen gesetzt werden. Hingegen seien Wärmepumpen aufgrund der niedrigeren erforderlichen Temperaturniveaus für energieeffiziente Neubauten die bessere Wahl.

Die **fehlende kantonale Harmonisierung** der Förderung von neuen Holzenergieanlagen zur Wärmeerzeugung wird von den Befragten unterschiedlich beurteilt:

- Einige Befragte erachten die fehlende Harmonisierung als Hemmnis bzw. zumindest als problematisch. Beispielsweise müssten sich die (interkantonal tätigen) GebäudeplanerInnen mit einer Vielzahl verschiedener Fördersysteme vertraut machen. In einigen Fällen habe dies zur Nichtberücksichtigung der Förderung geführt. Neben den unterschiedlichen Fördersätzen müssten auch unterschiedliche technische Förderbedingungen berücksichtigt werden. Die Regeln würden häufig ändern, was die Problematik zusätzlich verstärke. Zudem kritisiert ein Befragter, dass die Förderung von Holzheizungen in einzelnen Kantonen auf bestimmte Gebäudesegmente beschränkt seien. Beispielsweise sei die Förderung in einem Kanton auf grosse Gebäude in einer Höhe von mindestens 800 Metern beschränkt. Hingegen werde in den Tallagen der Einsatz von Wärmepumpen bevorzugt.
- Ein grösserer Teil der Befragten beurteilt die kantonalen Unterschiede jedoch nicht als konkretes Hemmnis. In vielen Fällen hätten betroffene PlanerInnen akzeptable Lösungen gefunden, um mit der fehlenden Harmonisierung umzugehen. Ein Befragter weist insbesondere auf das inzwischen bestehende (Online-)Informationsangebot zu den Fördermöglichkeiten hin, das einen schnellen Überblick ermögliche. Gleichzeitig wird darauf hingewiesen, dass eine weitergehende Harmonisierung bzw. ein nationales Förderprogramm am Widerstand der Kantone scheitern dürfte.

Im Zusammenhang mit der Harmonisierung der Förderinstrumente heben mehrere Befragte das nationale Förderprogramm Holzenergie von Energie Zukunft Schweiz hervor, das eine einheitliche Förderung mit hohen Fördersätzen biete. Das Programm trage vor allem auch in Kantonen mit geringer Förderung zur Attraktivität der Holzenergie bei, insbesondere bei Anlagen ab einer bestimmten Grösse. Demgegenüber seien bei kleineren Holzenergieanlagen in vielen Fällen die Förderbeiträge der Kantone attraktiver. Ein Befragter bestätigt, dass das Förderprogramm Holzheizungen auf grosse Anlagen fokussiere, während bei den kantonalen Gebäudeprogrammen die Förderung kleinerer Anlagen im Vordergrund stehe. Beide Seiten würden grossen Wert auf die transparente Information von potenziellen Empfängern legen.

### **Förderung von Holz-WKK-Anlagen**

Bei der Förderung von Holz-WKK-Anlagen kritisieren mehrere Befragte, dass die Möglichkeit einer Einspeisevergütung (KEV) in naher Zukunft wegfallt. Die KEV ermögliche eine wirtschaftliche Realisierung von Holz-WKK-Anlagen und sei zur Deckung der Kosten der Stromproduktion unabdingbar. Ein Wegfall der KEV würde in vielen Fällen Projekte verunmöglichen und müsste beibehalten werden, falls der Ausbau der Stromerzeugung aus Holzenergie in Zukunft gewünscht sei. Investitionsbeiträge seien zur Förderung von Holz-WKK-Anlagen ungenügend. Demgegenüber weisen andere Befragte darauf hin, dass die zukünftig vorgesehenen Investitionsbeiträge (bis zu 60% der Investitionskosten gegenüber 20% heute) für mittlere und grosse Anlagen genügen sollten. Die hemmende Wirkung des Wegfalls der KEV ab 2022 wäre somit nur für kleine Anlagen relevant. Ein Befragter erachtet einmalige Investitionsbeiträge besser als die KEV, weil dadurch die Planungssicherheit für Investorinnen und Investoren besser sei.

## Diverses

Vereinzelt wird die (erhöhte) Unterstützung **weiterer Fördergegenstände** gefordert:

- Ein Befragter bemängelt die fehlende Unterstützung für den Bau von Fernwärmenetzen. Dies sei insbesondere beim Aufbau der Netze ein Hemmnis. Beim Ausbau bestehender Netze sei es einfacher, finanzielle Mittel zu beschaffen. Ein weiterer Experte betont, dass der Fernwärmean-schluss im Vergleich zu alternativen Heizungsanlagen unattraktiv werden könne, wenn die An-schlusskosten durch Energieversorgungsunternehmen vollständig auf die Kundinnen und Kunden abgewälzt würden. Ein weiterer Experte erwähnt, die Förderbeiträge für eine individuelle Pelletheizung seien in einem Kanton teilweise höher als die Beiträge für den Anschluss an ein mit Holz betriebenes Wärmenetz.
- Ein Befragter beklagt die fehlende Förderung des Ersatzes bestehender Holzenergieanlagen. Dies betreffe eine grosse Zahl von Anlagen. Vereinzelt komme es vor, dass auf eine andere Heiztechnologie (darunter auch fossile Energien) zurückgegriffen werde.
- Zwei Befragte fordern eine Verbesserung der finanziellen Rahmenbedingungen für die Pflanzenkohleherstellung. Diese könne einen wichtigen Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Sequestrierung etwa durch Ausbringung in der Landwirtschaft leisten. Entsprechende Projekte mit nennenswertem Umfang existieren in der Schweiz bereits (vgl. IWB 2020).
- Zwei Befragte bemängeln die Kürzung der finanziellen Mittel für den Branchenverband Holzenergie Schweiz und dessen «Netzwerk Holzenergie» durch das BFE. Die Förderung sei neu auf Projekte beschränkt. Zudem werde die Förderung auf 40 Prozent der Gesamtmittel (inklusive Eigen- und Drittmittel) beschränkt. Die Mittelreduktion stehe im Widerspruch zum Anliegen, der Holzenergie einen ausreichend hohen Stellenwert zu verschaffen.

### 3.2.2 Diskussion

Die Förderung ist im Zusammenhang mit den wirtschaftlichen Hemmnissen der Holzenergie zu beurteilen. Aufgrund vergleichsweise hoher Investitions- und Betriebskosten ist ein wirtschaftlicher Betrieb von Holzenergieanlagen und deren Konkurrenzfähigkeit gegenüber anderen Energieproduktionsanlagen nur mit einer finanziellen Förderung möglich (vgl. Kapitel 4.2).

Wir teilen die Einschätzung vieler Befragter, dass die finanzielle Förderung von neuen Holzenergieanlagen zur Wärmeerzeugung grundsätzlich ausreichend ist. Die Förderung leistet einen wesentlichen Beitrag zum kontinuierlichen Ausbau der Holzenergienutzung. Neben der Förderung gemäss dem Gebäudeprogramm der Kantone finden wir auch das Förderprogramm Holzenergie von Energie Zukunft Schweiz positiv, das eine gesamtschweizerisch einheitliche Förderung mit vergleichsweise hohen Fördersätzen erlaubt. Mit den Befragten erachten wir einmalige Investitionsbeiträge (im Vergleich zu jährlichen Beitragszahlungen) zur Förderung von neuen Holzenergieanlagen zur Wärmeerzeugung und die Verknüpfung mit Qualitätsanforderungen als zweckmässig. Bei der von einigen Befragten beklagten ungenügenden Harmonisierung der Förderung sehen wir keinen grossen Handlungsbedarf. Erstens teilen wir die Einschätzung, dass eine weitergehende Harmonisierung der kantonalen Förderprogramme am Widerstand der Kantone scheitern dürfte. Zweitens haben betroffene PlanerInnen gelernt, mit kantonalen Unterschieden umzugehen. Drittens leistet das Förderprogramm Holzenergie von Energie Zukunft Schweiz einen wesentlichen Beitrag zur Harmonisierung der Förderung.

Bei den Holz-WKK-Anlagen teilen wir die Einschätzung vieler Befragter, dass die aktuelle Förderung durch Investitionsbeiträge in der Höhe von 20 Prozent der Investitionskosten nicht genügen. Gestützt auf die Analyse von EBP (2020) dürften die vorgesehenen Investitionsbeiträge in der Höhe von 60 Prozent der Investitionskosten zur Realisierung von grossen Holzheizkraftwerken (bzw. grossen Dampfturbinenanlagen) – auch bei schlechten Rahmenbedingungen – genügen. Für kleine und mittelgrosse Anlagen braucht es gemäss EPB (2020) zudem vorteilhafte Bedingungen, beispielsweise höhere Wärmepreise, grössere absetzbare Wärmemengen und tiefere Holzpreise.

Die von einzelnen Befragten geforderte finanzielle Unterstützung weiterer Fördergegenstände beurteilen wir wie folgt:

Den Vorschlag eines Befragten, dass eine Förderung der Errichtung von Wärmenetzen hilfreich wäre, finden wir interessant. Unseres Erachtens ist sie jedoch nur zweckmässig, wenn der Anschluss von Endkundinnen und -kunden nicht gefördert wird.

Eine Förderung des Ersatzes bestehender Holzenergieanlagen erachten wir als nicht notwendig. Es ist zwar möglich, dass bei kleineren Anlagen in Einzelfällen auf ein Heizsystem mit fossilen Energien gewechselt wird. Zukünftig dürfte dies jedoch immer weniger der Fall sein.

Ein Ausbau der Förderungen für neue Anlagentypen wie zum Beispiel Pflanzkohleanlagen erachten wir als nicht notwendig, weil stattdessen im revidierten CO<sub>2</sub>-Gesetz eine Vergütung zur Kohlenstoffsequestrierung vorgesehen werden sollte.

Allenfalls könnten die finanziellen Mittel des BFE (bzw. von EnergieSchweiz) für Holzenergie Schweiz und dessen «Netzwerk Holzenergie», unter Berücksichtigung der von Holzenergie Schweiz geplanten Projekte und allfälligen zusätzlichen von der Branche zur Verfügung gestellten Mitteln, erhöht werden.

### 3.3 Wirtschaftliche Auswirkungen der Holzenergieförderung

Die Förderung der Holzenergie löst zusätzliche Investitionen in Holzenergieanlagen und mit Holzenergie gespeisene Nah- und Fernwärmenetze aus. Diese substituieren herkömmliche Heiz- und Stromerzeugungsanlagen. Damit sind für die Schweizer Volkswirtschaft relevante Wirkungen verbunden:

- Durch die Investitionen in Anlagen werden direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte in den umsetzenden Branchen (v.a. Installations- und Baugewerbe) ausgelöst.
- Im Betrieb ermöglichen die für die Wärmeversorgung eingesetzten Holzenergieanlagen die Substitution des Imports fossiler Energieträger durch heimische Energiequellen, was zu zusätzlichen positiven Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten insbesondere bei der inländischen Wald- und Holzwirtschaft und den damit verknüpften Branchen führt. Es fließen dadurch weniger finanzielle Mittel ins Ausland und werden volkswirtschaftlich produktiv im Inland ausgegeben.
- Der positive Beschäftigungseffekt verstärkt sich, weil die baunahen Branchen im Vergleich zu anderen Branchen überdurchschnittlich beschäftigungsintensiv sind.
- Die positiven Effekte sind stärker als die negativen Effekte aufgrund der Finanzierung der Massnahmen (Mittelentzug aus der übrigen Volkswirtschaft), so dass auch netto unter Berücksichtigung der Finanzierung eine positive Wertschöpfungs- und Beschäftigungswirkung resultiert.

Quantitative Schätzungen dieses Effekts liegen für die Förderung der Holzenergie im Rahmen des Gebäudeprogramms vor, welche hier zur Illustration dienen können (vgl. Jahresbericht Gebäudeprogramm 2019 und speziell Tabellensammlung 2019).<sup>17</sup>

**Tabelle 7: Wirkungen Gebäudeprogramm durch Auszahlungen 2019 (Abschätzung im Rahmen der Berichterstattung zum Gebäudeprogramm)**

Parameter	Wert
<b>Holzheizungen in Gebäuden</b>	
– Auszahlungen M02, M03 und M04 (Holzheizungen)	4.0 Mio. CHF
– Mehrinvestition ggü. Referenz HFM 2015	8.4 Mio. CHF
– Netto-Beschäftigungseffekt Total (Referenz: HFM 2015)	334 VZÄ
– Netto-Wertschöpfungseffekt Total (Referenz: HFM 2015)	17.4 Mio. CHF
<b>Wärmenetzprojekte</b>	
– Auszahlungen M18 (Wärmenetzprojekte)	5.1 Mio. CHF
– Mehrinvestition ggü. Referenz HFM 2015	17.0 Mio. CHF
– Netto-Beschäftigungseffekt Total (Referenz: HFM 2015)	139 VZÄ
– Netto-Wertschöpfungseffekt Total (Referenz: HFM 2015)	9.9 Mio. CHF
<b>Total</b>	
– Auszahlungen 2019	9.1 Mio. CHF
– Mehrinvestition ggü. Referenz HFM 2015	25.4 Mio. CHF
– Netto-Beschäftigungseffekt Total (Referenz: HFM 2015)	472 VZÄ
– Netto-Wertschöpfungseffekt Total (Referenz: HFM 2015)	27.3 Mio. CHF

Die Tabelle umfasst nur Auszahlungen und Wirkungen von Projekten, die ab 2017 verpflichtet wurden. Grund dafür ist eine Anpassung in der Berichterstattung zum Gebäudeprogramm und der Wechsel der Wirkungsmodelle auf Basis HFM 2009 zu HFM 2015. Die Auszahlungen und Wirkungen von Projekten, die vor 2017 verpflichtet wurden, belaufen sich nochmals auf rund CHF 3.0 Mio. für Holzheizungen in Gebäuden und auf CHF 1.6 Mio. für Holz-Wärmenetze.

Die Mehrinvestitionen werden gemäss der Methodik HFM 2015 ermittelt (vgl. Konferenz Kantonalen Energiefachstellen (EnFK) und Bundesamt für Energie (BFE) 2016).

Die Netto-Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte setzen sich zusammen aus den direkten Wirkungen durch die ausgelösten Investitionen und der Wirkung durch die Substitution von Energieimporten (Heizöl, Erdgas) durch den Energieträger Holz mit erheblich höherem Inlandanteil in der Wertschöpfungskette.

Tabelle INFRAS. Quelle: Das Gebäudeprogramm, Tabellensammlung 2019.

<sup>17</sup> <https://www.dasgebaeudeprogramm.ch/de/publikationen-und-fotos/berichte-und-statistiken/> (Zugriff: 18.2.2021).

Die im Jahr 2019 ausbezahlten Fördermittel für Holzheizungen in Gebäuden und Wärmenetzen von CHF 9.1 Mio. lösten Mehrinvestitionen im Umfang von rund CHF 25 Mio. aus und führten zu einem Netto-Beschäftigungseffekt in der Grössenordnung von 470 Vollzeitäquivalenten sowie einem Netto-Wertschöpfungseffekt von ca. CHF 27 Mio. (Gebäudeprogramm 2020, eigene Berechnungen).

Die weiteren Förderinstrumente (insbesondere KEV/Investitionsbeiträge zur Förderung von Holz-WKK-Anlagen und Kompensationspflicht für Importeure fossiler Treibstoffe) wirken strukturell analog und erzeugen (netto) zusätzliche Wertschöpfungs- und Beschäftigungswirkungen im Inland, welche nochmals deutlich höher liegen dürften.

## 4 Hemmnisse und Massnahmen

### 4.1 Wald- und Holzwirtschaft

#### 4.1.1 Ausgangslage

##### **Generelle Angaben zur Stückholz- und Hackschnitzelproduktion**

Die Waldbewirtschaftung zugunsten von Leistungen wie Schutz vor Naturgefahren, Lebensraum für Pflanzen und Tiere sowie Freizeit- und Erholungsraum erfolgt durch rund 700 Forstbetriebe (Bürgi et al. 2018). Rund 70 Prozent der Schweizer Waldfläche wird durch öffentlich-rechtliche Forstbetriebe bewirtschaftet. Bund und Kantone haben für die Sicherstellung der Waldfunktionen zu sorgen und haben ein grosses Interesse an einer effizienten und leistungsfähigen Waldbewirtschaftung.

Die Betriebsergebnisse der Schweizer Forstwirtschaft sind im Schnitt negativ. Dennoch wiesen 43 Prozent der im Rahmen des Forstwirtschaftlichen Testbetriebsnetzes (TBN) verfolgten Betriebe im Jahr 2016 einen Gewinn aus (Bürgi et al. 2018). Hauptgrund für die Verluste sind die Kosten der Waldbewirtschaftung zur Produktion von Rundholz (CHF 126 pro Festmeter (Fm)), die einem Erlös von CHF 110/Fm gegenüberstehen. Dieser Holzpreis ist das Ergebnis eines kontinuierlichen Preisverfalls während der vergangenen Jahrzehnte. Von 2016 bis 2020 ist der Preis für Rundholz um weitere 5 Prozent gefallen (BFS 2020).

Die Produktion von Energieholz in Form von Stückholz und Waldhackschnitzeln trugen im Jahr 2016 mit rund 11 Prozent zum Gesamterlös der TBN-Forstbetriebe bei (Bürgi et al. 2018).<sup>18</sup> Bezogen auf die Holzsortimente betrug der Anteil des Energieholzes 37 Prozent der Holzmenge und 28 Prozent der Erlöse.<sup>19</sup> Beim Laubholz sind die Energieholzsortimente mit mehr als einem Viertel an der Gesamtnutzung von besonderer Bedeutung. Zurückzuführen ist dies auf den im Vergleich zum Nadelholz geringeren Stammholzanteil beim Laubholz und die mangelnden Absatzmöglichkeiten von Laubstamm- und Laubindustrieholz. Die Preise für Energieholz blieben in den Jahren 2008 bis 2016 mit Schwankungen weitgehend stabil (Laubenergieholz: etwas unter CHF 60/Fm; Nadelenergieholz: etwas unter CHF 40/Fm). Zwischen 2016 und 2020 ist der Preis für Energieholz um 8 Prozent gestiegen (BFS 2020).

Die Hackschnitzelproduktion wirkt sich mit einem Erlös von durchschnittlich CHF 10/ha in den TBN-Betrieben positiv auf die Betriebsergebnisse aus. Begünstigt wird dies durch den hohen Automatisierungsgrad und die dadurch geringen variablen Kosten. Die Produktion von Stückholz ist hingegen verlustreich (Verlust von durchschnittlich CHF 10/ha in den TBN-Betrieben). Da es sich bei Energieholz jedoch in vielen Fällen um Nebenprodukte handelt (z.B. Baumkrone), lassen sich die Preise für diese spezifischen Erzeugnisse im Allgemeinen nicht konkret beziffern.

---

<sup>18</sup> 51% der Erlöse (inkl. Beiträge) fallen in der Waldbewirtschaftung an, 35% durch Dienstleistungen und 14% durch Sachgüter (v.a. Stückholz- und Hackschnitzelproduktion) an.

<sup>19</sup> Stückholz: Mengenanteil von 10.8%, Erlösanteil von 8.6%; Hackschnitzel: Mengenanteil von 26.4%, Erlösanteil von 19.1% (Bürgi et al. 2018).

## **Bedeutung der Energieholznutzung für die Wald- und Holzwirtschaft aus Sicht der Befragten**

Gemäss mehreren Befragten hat die Bedeutung des Energieholzes für die Waldwirtschaft gegenüber der Produktion von Rundholz stetig zugenommen. Der Anteil des Energieholzes an der insgesamt genutzten Holzmenge wird auf 40 bis 50 Prozent geschätzt. Verschiedene Befragte betonen, dass Energieholz in der Regel ein Koppelprodukt anderer Holzbewirtschaftungszwecke sei. Dies wurde auch von verschiedenen Mitgliedern der Begleitgruppe explizit betont. Erstens falle Energieholz als Nebenprodukt der Stammholznutzung an. Wenn die Stammholznutzung abnehme (z.B. aus preislichen Gründen), falle auch weniger Energieholz an. Erlöseseitig spiele das Nebenprodukt Energieholz eine untergeordnete Rolle. Für eine separate Bereitstellung des Energieholzes genüge der Energieholzpreis in der Regel nicht.<sup>20</sup> Zweitens sei das Energieholz ein Koppelprodukt der Waldbewirtschaftung zugunsten von Leistungen im öffentlichen Interesse (z.B. Schutz vor Naturgefahren, Lebensraum für Tiere und Pflanzen). Insbesondere werde die Holzbewirtschaftung in entlegenen Gebieten oft aufgrund eines öffentlichen Interesses vorgenommen (v.a. Schutzwaldfunktion).

Viele Befragte erwähnen explizit die ausserordentliche Bedeutung der Energieholznutzung für die wirtschaftliche Nutzung des Waldes. Auch für die Holzwirtschaft gewinne die Energieholznutzung an Bedeutung:

- Laut einem Befragten kann die Schutzfunktion der Schweizer Wälder nur durch regelmässige Pflege aufrechterhalten werden. Die kommerzielle Nutzung des dabei anfallenden Holzes leiste einen Beitrag an die Schutzwaldpflege.
- Gemäss verschiedenen Befragten sind die Einnahmen aus Energieholz für die Waldeigentümer und die Forstbetriebe ein zentraler Grundstein für den wirtschaftlichen Betrieb: Lieferverträge für Energieholz würden langfristig abgeschlossen. Die dadurch gut kalkulierbaren Einnahmen stünden einem sehr volatilen globalen Rundholzmarkt ohne Zollschutz gegenüber und würden damit einen wichtigen Kostendeckungsbeitrag darstellen. Am Beispiel des Kantons Zürich zeigt sich zudem, dass es die Absatzgarantie durch die Holzenergienutzung insbesondere kleinen Waldbesitzenden ermöglicht, in die Waldpflege zu investieren und somit die Vernachlässigung dieser Privatwälder zu verhindern (VZF 2018).
- Die Doppelnutzung zur Rundholz- und Energieholzgewinnung erlaubt laut mehreren Befragten eine vollständigere Verwertung der Forstressourcen. In vielen Fällen würden sich die Verarbeitung des Stammes zu Rundholz und die Nutzung der übrigen Holzmasse (Krone, Abschnitt, nicht verwertbares Holz, z.B. aufgrund von Borkenkäfern) zur Energieerzeugung ergänzen. Laut mehreren Befragten erfordert die Nutzung als Energieholz einen geringen Verarbeitungsaufwand. Zudem entfalle bei einer sicheren Abnahme des Energieholzes die aufwändige Sortierung zur Minimierung des Restholzes. Dies wirke sich ebenfalls positiv auf die Kosten der Waldbewirtschaftung aus. Die Vorteile des Energieholzes kämen somit trotz des im Vergleich zum Rundholz geringeren Erlöses zum Tragen.

---

<sup>20</sup> Die relativen Anteile von Energie- und Rundholz werden auch durch die regionalen Marktbedingungen beeinflusst: Laut einem Befragten gibt es Kantone, in denen die komplementäre Verwendung überwiege (d.h. zusätzlich zur primären Nutzung als Rundholz werde minderwertiges Holz – z.B. Krone, Borkenkäferbefall, etc. – als Energieholz genutzt). Demgegenüber gebe es auch Kantone, in denen das dezidierte Fällen zur Energieholzgewinnung gängiger sei, was auf den grösseren Absatzmarkt in diesen Kantonen zurückzuführen sei. Aufgrund der Einschätzung verschiedener anderer Befragter scheint jedoch die komplementäre Nutzung (d.h. Energieholzgewinnung als Koppelprodukt) der Regelfall zu sein.

- Mehrere Befragte betonen, dass beim Energieholz im Gegensatz zum Rundholz die lokale Verwertung im Vordergrund stehe. Die Wertschöpfung finde in der Regel ausschliesslich bei Waldbesitzenden und Heizwerken in der Schweiz statt. Grössere Energieunternehmen verfolgten ganzheitliche Ansätze und bezögen den Brennstoff für den Betrieb von Heizkraftwerken aus Wäldern eines relativ kleinen Umkreises. Demgegenüber würde ein Grossteil des Rundholzes zur Verarbeitung exportiert und in Form von Endprodukten wie Möbeln wieder eingeführt.
- Gemäss einem Befragten gewinnt die Energieholznutzung auch in der Holzwirtschaft an Bedeutung. Durch strengere Anforderungen an die Qualität des Rundholzes sowie den höheren Anteil des durch Borkenkäferbefall nicht anderweitig nutzbaren Holzes nehme die Produktion von Koppelprodukten in Form minderwertiger Holzreste zu. Stabile Absatzmärkte für Energieholz würden damit auch in der Holzwirtschaft Beiträge zur Wirtschaftlichkeit und der Konkurrenzfähigkeit gegenüber günstigem Importholz leisten.

Mehrere Befragte weisen darauf hin, dass ein grundsätzlicher Zielkonflikt zwischen der Waldwirtschaft und der Energiewirtschaft bestehe. Das ausgeprägte Überangebot an potenziellem Energieholz führe zu sehr niedrigen Preisen. Zum einen führe dies im Vergleich zu fossilen Energien zu konkurrenzfähigen Brennstoffpreisen. Zum anderen würden sich die tiefen Holzpreise negativ auf einen profitablen bzw. kostendeckenden Betrieb in der Forstwirtschaft auswirken. Gemäss einem Befragten werden aktuell lediglich die Kosten für das Schlagen gedeckt, nicht jedoch die Betriebs- und Instandhaltungskosten. Entsprechend seien viele Forstbetriebe auf die Quersubventionen durch gemeinnützige Leistungen angewiesen. Die geringen Erlöse würden laut einzelnen Befragten insbesondere dazu führen, dass private Waldbesitzende mit wenig Fläche nur geringe Anreize zur Bewirtschaftung ihres Waldes hätten. Bei öffentlich- rechtlichen Waldeigentümern sei dies weniger relevant: Im Vergleich zu den privaten Waldeigentümern schaue die öffentliche Hand weniger auf den Holzpreis und investiere auch bei tiefen Preisen in die Waldpflege (inkl. Schutzwald). Den Absatzschwierigkeiten der Forstwirtschaft wirken aktuelle Trends beim Ausbau der Holzenergienutzung entgegen. Mehrere Befragte weisen auf eine Optimierung der Prozesse hin, insbesondere in Hinblick einer Verbesserung der Logistik. Dies wird als Indiz dafür gewertet, dass künftige Zunahmen der Energieholznachfrage durch die Forstwirtschaft bedient werden könnten. Gemäss den Befragten bestehen diesbezüglich regionale bzw. kantonale Unterschiede. Laut einem befragten Experten ist dieser Trend beispielsweise im Tessin besonders deutlich ausgeprägt. So habe die Zunahme der Nachfrage durch den Eintritt zusätzlicher Marktteilnehmender und Prozessoptimierungen gar zu einer Kostensenkung geführt. Einer der Befragten betont, dass das noch nicht ausgeschöpfte Energieholzpotenzial im Vergleich zu heute genutzten Ressourcen teurer und nur bei höheren Preisen nutzbar wäre. Allerdings lägen hier auch innerhalb der Kantone deutliche regionale Unterschiede vor. Eine Ausweitung der Nutzung müsse auch unter diesen Bedingungen von der Nachfrageseite ausgehen.

#### 4.1.2 Hemmnisse aus Sicht der Befragten

Gemäss vielen Befragten würde die Angebotssituation im Schweizer Wald grundsätzlich einen starken Ausbau der Holzenergienutzung erlauben. Alle Befragten sind sich einig, dass dies von einer Zunahme der Nachfrage ausgehen müsse. Generell wird jedoch erstens betont, dass die Preise «stimmen» müssten. Zweitens wird auf die grosse Bedeutung anderer Nutzungszwecke hingewiesen: Wenn die Stammholznutzung und/oder die Waldbewirtschaftung zur Erhaltung der Waldfunktionen abnehme, reduziere sich auch das Nebenprodukt Energieholznutzung.

Die von den Befragten genannten sonstigen Hemmnisse beziehen sich auf ausgewählte Aspekte sowie die Notwendigkeit, die ausreichend hohe und von äusseren Einflüssen unabhängige Vergütung der Waldwirtschaft sicherzustellen:

- Mehrere Befragte nennen kleinteilige Eigentums- und Betriebsstrukturen des Schweizer Waldes als bedeutendes Hemmnis eines Ausbaus der Energieholznutzung. Die Anzahl der privaten Waldbesitzenden wird auf 245'000 beziffert<sup>21</sup>, mit einem grossen Anteil von Landwirten, aber auch von zunehmend «waldfernen» Personen, die sich kaum um ihren Wald kümmern. Aufgrund der tiefen Preise fehle den privaten Waldbesitzenden häufig der Anreiz, dem Wald das Holz zu entnehmen: Selbst wenn die Nutzung von Bäumen durch den Forstdienst empfohlen und bewilligt (z.B. Anzeichnung) würde, seien die Besitzenden nicht verpflichtet, diese der Verwertung zuzuführen. Eine Veränderung der Eigentumsstrukturen wird als schwierig erachtet. Ein Verkauf des Waldes werde häufig durch emotionale Gründe verhindert.
- Laut einem Befragten kann der Preisdruck auf die Energieholzbereitstellung in gewissen Situationen durch zusätzliche Faktoren erhöht werden. Beispielsweise könnte die Energieabgabe durch Gemeinden mit lokalen Ressourcen von Anfang an zu unverhältnismässig geringen Preisen und ohne Marge erfolgt sein. Eine nachträgliche Preiserhöhung sei schwierig. Zudem wird von einem potenziellen Preisdruck durch grosse Abnehmende berichtet. Aufgrund der lokalen Nutzung des Energieholzes und der lokal unterschiedlich grossen Holzenergieanlagen sei dieser Preisdruck jedoch regional unterschiedlich.
- Gemäss einzelnen Befragten stellen falsche Annahmen zur Herkunft des Holzes und das damit verbundene Imageproblem ein Hemmnis dar. So werde etwa unterstellt, dass das Holz über weite Strecken transportiert oder aus dem Ausland importiert würde. Dies sei in der Praxis jedoch selten der Fall. Zudem sei die fehlerhafte Annahme verbreitet, dass die Energieholzverwendung in Konkurrenz zu Konstruktionsholz stünde.
- Laut einem Befragten stellt die ungleichmässige regionale Verteilung des Energieholzes ein Hemmnis dar. Das insgesamt bedeutende Überangebot an Energieholz sei regional ungleich verteilt. Während das Potenzial in dicht besiedelten Gegenden eher ausgeschöpft sei, werde es in abgelegenen Gegenden weniger genutzt. Beispielsweise seien die Verfügbarkeit und die Kosten des noch nicht ausgeschöpften Potenzials im Kanton Waadt regional unterschiedlich.
- Einzelne Befragte betonen, die Beiträge der öffentlichen Hand für die Waldbewirtschaftung zur Erhaltung der Waldfunktionen seien auch für die Energieholznutzung wichtig. Würden diese Beiträge zurückgehen (bspw. bei einem Sparprogramm), würde weniger Holz genutzt, bzw. das zum gewohnten Preis verfügbare lokale Angebot würde unmittelbar eingeschränkt.

---

21 Vgl. auch Walker und Artho 2018.

- Gemäss einem Befragten könnte bei zunehmender Holznutzung aus Sicht des Bodenschutzes oder des Naturschutzes gefordert werden, dass ein Teil des Holzes (10–20%) im Wald verbleibe. Dies einerseits, damit die Nährstoffsituation nicht kritisch würde (keine Ganzbaumnutzungen). Andererseits soll der Totholzanteil (stehend und liegend) erhalten bleiben. Die Verbände könnten entsprechende Einwendungen zur forstlichen Planung machen.

Die aktuell tiefen Preise aufgrund des Überangebots an Energieholz werden von vielen Befragten nicht als wesentliches Hemmnis für den Ausbau der Holzenergienutzung erachtet. Sie betreffen vor allem die Waldwirtschaft, die die gegenwärtige Situation eher negativ beurteile. Die Waldwirtschaft sei jedoch in der Lage, den bestehenden Bedarf zu decken und auf eine zunehmende Nachfrage angemessen zu reagieren (z.B. durch die Optimierung der Logistik und der Prozesse sowie Kostensenkungen durch neue Marktakteure bei einer steigenden Nachfrage).

#### 4.1.3 Massnahmenvorschläge der Befragten

Zur verstärkten Ausschöpfung des Energieholzpotenzials schlagen die Befragten folgende Massnahmen vor:

- Gemäss den meisten Befragten könnte die Ausschöpfung des Energieholzpotenzials primär durch einen Ausbau der Holzenergie und eine damit verbundene Erhöhung der Nachfrage erreicht werden. Die Nachfragesteigerung würde insbesondere zu höheren Energieholzpreisen führen, was zu verstärkten Anreizen zur Ausschöpfung des Energieholzpotenzials führen würde. Mit Bezug zur Waldwirtschaft wird insbesondere der Zubau von Holzheizungen mit regionalem Einzugsgebiet als wichtig erachtet. Dies sei aus lokaler Sicht für die Waldbewirtschaftung, die Energieversorgung und die Wertschöpfung interessant. Zudem wird die Entwicklung von lokalem Know-how bezüglich der Holzenergienutzung vorgeschlagen. Durch die entsprechende Ausbildung der Förster und anderer Akteure der Waldbewirtschaftung könnten lokal Projekte umgesetzt werden. Dies hätte zudem den Vorteil, dass das Wissen um die lokale Ressourcenverfügbarkeit optimal in die Projektplanung mit einfließen könnte. Unabhängig von einer Nachfragesteigerung könnte gemäss einzelnen Befragten versucht werden, durch eine Stärkung des Bewusstseins seitens der Endkundinnen und -kunden für den Wert des Holzes als erneuerbarer und lokaler Rohstoff mit regionaler Wertschöpfung höhere Brennstoffpreise durchzusetzen.
- Eine zweite wichtige Stossrichtung ist gemäss mehreren Befragten die Erhöhung der Nachfrage nach inländischem Rundholz und die Weiterführung der finanziellen Beiträge der öffentlichen Hand für die Waldbewirtschaftung zur Erhaltung der Waldfunktionen. Als Nebenprodukt könnte dadurch auch die Energieholznutzung gestärkt werden. Dies wird auch von verschiedenen Mitgliedern der Begleitgruppe explizit hervorgehoben. Zudem schlagen einzelne Befragte eine finanzielle Förderung teurerer forstwirtschaftlicher Massnahmen vor (z.B. von Seilschlägen bzw. temporären Lastseilbahnen, die teurer sind als Erntemaschinen). Damit könne eine vollständigere Ausnutzung des Potenzials auch an schlecht zugänglichen Stellen ermöglicht werden.
- Eine Überwindung der kleinteiligen Eigentumsverhältnisse könnte gemäss mehreren Befragten die Effizienz der Forstbetriebe bei der Ausschöpfung des Energieholzpotenzials verbessern. Ein Aufbau zukunftsfähiger Strukturen zur Verbesserung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit der Forstbetriebe durch Skaleneffekte wird auch von Bürgi et al. 2018

empfohlen. Gemäss den Befragten werden bereits heute verschiedene Ansätze umgesetzt, um die Waldbewirtschaftung trotz der schwierigen Eigentumsverhältnisse zu ermöglichen. Laut einem Befragten fördert der Kanton Zürich beispielsweise eigentumsübergreifende Holzschläge. Zudem seien mit Hilfe einer finanziellen Unterstützung des Kantons zwei Kooperationen gegründet worden.

Die Waldbesitzenden hätten ihre Waldgebiete zusammengelegt und seien zu Teilhabern geworden. In einem anderen Beispiel im Kanton Zürich erfolgt die Lieferung der Schnitzel durch den Revierförster (VZF 2018). In diesen Fällen werden die Einnahmen aus dem Verkauf an die Heizwerke durch den Förster nach Abzug einer Vermittlungsgebühr an die Waldbesitzenden ausgezahlt.

- Aufgrund des schwankenden Angebotes verschiedener Energieholzsortimente schlagen einzelne Befragte den vermehrten Einsatz grosser Feuerungen vor. In diesen Feuerungen könnte eine breite Palette an Energieholzsortimenten flexibel genutzt werden.

#### 4.1.4 Diskussion

Gestützt auf die Einschätzungen der Befragten gehen wir davon aus, dass es in naher Zukunft für die Wald- und Holzwirtschaft möglich sein sollte, einen grösseren Anteil an Energieholz zu liefern. Der Produktion und der Vermarktung von Energieholz stehen keine wesentlichen Hemmnisse gegenüber:

- Die Waldbesitzenden und die Forstbetriebe haben ein grosses Interesse am Absatz von Energieholz. Die Produktion und die Vermarktung von Energieholz (insbesondere von Hackschnitzeln) leistet einen positiven Beitrag zum wirtschaftlichen Ergebnis der Betriebe. Damit kann auch ein finanzieller Beitrag zur Pflege des Waldes geleistet werden. Das Energieholz weist für die Forstbetriebe verschiedene Vorteile auf: Es ist vergleichsweise einfach zu verarbeiten, ermöglicht in Kombination mit der Rundholznutzung die vollständige Verwertung der Ressource Holz und ist mit langfristigen Lieferverträgen und entsprechenden Absatz- und Preisgarantien verbunden. Aufgrund der zunehmenden minderwertigen Holzreste der Rundholzproduktion durch höhere qualitative Anforderungen und einen höheren Anteil an Schadholz hat auch die Holzwirtschaft ein zunehmendes Interesse an der Vermarktung von Energieholz.
- Der Wald- und Holzwirtschaft sollte es trotz aktuell tiefer Energieholzpreise kurz- und mittelfristig möglich sein, eine höhere Nachfrage nach Energieholz zu decken. Hinweise der Befragten deuten darauf hin, dass die Wald- und Holzwirtschaft bei einer höheren Nachfrage nach Energieholz die Prozesse (v.a. Logistik) weiter verbessern wird und neue Marktteilnehmende zu erwarten sind. Wir teilen die Einschätzung vieler Befragter, dass die tiefen Energieholzpreise in naher Zukunft kein wesentliches Hemmnis für die Deckung einer zusätzlichen Nachfrage darstellen. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass Energieholz in der Regel als Nebenprodukt der Stammholzproduktion und im öffentlichen Interesse liegender Waldeleistungen (z.B. Schutzwaldfunktion, Biodiversität) ist. Zudem ist ein sehr grosser Anteil des Waldes in öffentlich-rechtlichem Besitz. Im Vergleich zu den privaten Waldbesitzenden investiert die öffentliche Hand auch bei tiefen Holzpreisen in die Pflege des Waldes.
- Wichtige Voraussetzungen für die Energieholzproduktion als Koppelprodukt sind die Entwicklung der Nachfrage nach inländischem Rundholz und die Rahmenbedingungen betreffend die finanziellen Beiträge der öffentlichen Hand für die Waldbewirtschaftung und die Gewährleistung der Waldfunktionen. Die Nachfrage nach inländischem Rundholz ist in den letzten Jahren mit Schwankungen mehr oder weniger gleichgeblieben. Die finanziellen

Beiträge für die Waldbewirtschaftung betragen 19 Prozent der Gesamterlöse der Forstbetriebe (Bürgi et al. 2018). Aufgrund der grossen Bedeutung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung und aktueller politischer Vorstösse<sup>22</sup> gehen wir davon aus, dass die finanziellen Beiträge der öffentlichen Hand in Zukunft mindestens gleichbleibend sein werden. Es ist davon auszugehen, dass eine Erhöhung der Nachfrage nach inländischem Rundholz und eine zusätzliche Förderung der Waldbewirtschaftung die Verfügbarkeit von Energieholz verbessert.

Soll das Energieholzpotenzial mittel- und längerfristig möglichst vollständig ausgeschöpft werden, stellt sich die Frage, ob die Marktmechanismen genügen, eine deutlich erhöhte Nachfrage zu decken:

- Wir teilen die Ansicht vieler Befragter, dass eine deutlich verstärkte Produktion von Energieholz vor allem durch eine entsprechende Nachfragesteigerung und die damit einhergehende Preiserhöhung erreicht werden sollte. Zudem dürfte die Erhöhung der Nachfrage zu weiteren Prozessverbesserungen und Eintritten von neuen Marktteilnehmenden führen. Richtig scheint uns auch, dass der Ausbau der Energieholznutzung vor allem durch regionale grosse Holzenergieanlagen erfolgen sollte, in denen eine breite Palette an Holzsortimenten verwertet werden kann. Offen ist jedoch, ob sich die Holzenergiepreise aufgrund der zusätzlichen Nachfrage soweit erhöhen und die Prozesse (v.a. Logistik) soweit verbessert werden können, dass das Energieholzpotenzial auch in schwer zugänglichen Gebieten ausgeschöpft wird. Dies müsste durch eine detailliertere Potenzialanalyse geklärt werden.
- Mit verschiedenen Befragten und Mitgliedern der Begleitgruppe sind wir auch einig, dass die Energieholzproduktion durch eine Erhöhung der inländischen Nachfrage nach Stammholz und eine allfällige zusätzliche Förderung von Waldeleistungen im öffentlichen Interesse gefördert werden könnte. Da Energieholz in der Regel ein Koppelprodukt ist, kommt dieser indirekten Stossrichtung zur Erhöhung der Energieholzproduktion eine besondere Bedeutung zu. Gestützt auf die Ergebnisse der Befragung könnte die Ausschöpfung des Energieholzpotenzials durch folgende Massnahmen ergänzt werden: Erstens könnten die Kantone weitere Anstrengungen zum Aufbau zukunftsfähiger Strukturen unternehmen, sofern dies nicht bereits über die Marktkräfte aufgrund der zusätzlichen Nachfrage erfolgt. Soweit erforderlich könnten die Kantone eigentumsübergreifende Holzschläge und Kooperationsbetriebe fördern. Zudem könnten die Waldeigentümer die Waldbewirtschaftung teilweise oder vollständig im Drittauftrag vergeben (vgl. auch Bürgi et al. 2018). Zweitens könnten Bund und Kantone zur Ausschöpfung des Energieholzpotenzials in schwer zugänglichen Lagen bei Bedarf durch eine finanzielle Unterstützung teurere forstwirtschaftliche Massnahmen fördern. Unseres Erachtens ist eine solche Förderung allenfalls angezeigt, wenn der Bedarf an Energieholz durch den Markt langfristig nicht gedeckt werden kann.

---

<sup>22</sup> In den letzten Jahren wurden verschiedene Motionen eingereicht, die auf die Sicherstellung der Waldbewirtschaftung abzielen: Die Motion 19.4177 von Claude Héche vom 25. September 2019 verlangt nach einer Strategie für die Anpassung des Waldes an den Klimawandel. Die Motion wurde vom Bundesrat und vom Parlament angenommen. Die Motion 20.3745 von Daniel Fässler vom 18. Juni 2020 verlangt nach der gezielten Förderung und finanziellen Unterstützung von Massnahmen, «die es den Waldeigentümern ermöglichen, einen gesunden, stabilen und klimafitten Wald zu erhalten». Die Motion wurde vom Ständerat angenommen.

## 4.2 Wirtschaftlichkeit und Finanzierung der Holzenergieanlagen

### 4.2.1 Ausgangslage

Damit der Einsatz der Holzenergie wirtschaftlich konkurrenzfähig ist, müssen mehrere Bedingungen erfüllt sein. Dabei ist zu beachten, dass Energieholz im Vergleich zu Flüssigbrennstoffen eine deutlich geringere Energiedichte pro Volumen aufweist, weshalb die technischen Einrichtungen und das Gebäudevolumen grösser und aufwändiger sind. Entsprechend weisen Holzenergieanlagen höhere Investitions- und Betriebskosten auf als Anlagen für fossile Brennstoffe. Damit ein konkurrenzfähiger Betrieb möglich ist, müssen deshalb

- die Investitionen subventioniert werden und/oder
- die Brennstoffpreise deutlich niedriger als für fossile Brennstoffe sein und/oder
- die Verkaufspreise für Wärme und/oder Strom deutlich höher sein.

Als Anhaltspunkt kann heute bei einem Preis von rund 6.5 Rp./kWh für Heizöl von einem Preis für Waldhackschnitzel (WHS) von rund 4 bis 5 Rp./kWh<sup>23</sup> franko Anlage ausgegangen werden. Bei einem Jahresnutzungsgrad inklusive Wärmeverteilung von 0.5 bis 0.8 resultieren Brennstoffkosten von 5 bis 10 Rp. pro kWh Nutzwärme. Die Kapital- und Unterhaltskosten für die Erzeugung und Verteilung von Wärme mit rund 2'000 Vollbetriebsstunden pro Jahr – zum Beispiel für Gebäude – sind in gleicher Grössenordnung oder oft noch etwas höher, sodass oft Wärmekosten um 15 Rp./kWh resultieren. Diese Kosten sind in ähnlicher Grössenordnung wie für Heizungen mit fossilen Brennstoffen oder Wärmepumpen, in vielen Fällen jedoch höher und für bestehende Heizungen kaum Anreiz für einen Wechsel.

WKK-Anlagen weisen noch deutlich höhere Investitionskosten auf als Wärmeerzeugungsanlagen. Um die daraus resultierenden Kapitalkosten zu decken, werden die Anlagen nach Möglichkeit mit einer hohen Auslastung von mindestens 6'000 Vollbetriebsstunden pro Jahr betrieben. Um ähnliche Wärmekosten wie mit einer Heizanlage zu erzielen, wären Stromeinspeisevergütungen von meist über 20 Rp./kWh notwendig. Wenn der Strom zu heutigen Spotmarktpreisen in der Grössenordnung von 5 Rp./kWh vergütet wird, ist ein kostendeckender Betrieb nur möglich, wenn zusätzlich Subventionen zur Verfügung stehen und/oder höhere Wärmepreise vergütet werden und/oder dank negativen Brennstoffkosten für Altholz ein zusätzlicher Erlös erzielt wird.

---

23 Nach Empfehlungen von Wald Schweiz (WaldSchweiz 2018) 5–7 Rp./kWh bei Abrechnung nach Wärmemenge. Preise für Waldhackschnitzel waren über die letzten 10 Jahre sehr stabil (Preisspanne für Grünschnitzel frisch immer zw. 4 und 5 Rp./kWh, Holzenergie Schweiz 2020)

#### 4.2.2 Hemmnisse aus Sicht der Befragten

Gemäss mehreren Befragten sind bei Holzenergieprojekten die Wirtschaftlichkeit und die Finanzierung generell zwei der grössten Hemmnisse. Nach Angaben zweier Befragter stellt die Finanzierung speziell bei der Realisierung von Grossprojekten mit Wärmeverbänden eine grosse Hürde dar und ist auch mit Risiken für die Trägerschaften und Investierende verbunden. Gemäss einem Befragten sind solche Risiken bzw. negativen Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit vor allem auf das teilweise zu optimistisch angenommene Wärmeabsatzpotenzial und einen Anlagenbetrieb mit schlechter Auslastung zurückzuführen. Dementsprechend gaben auch mehrere Befragte an, dass ohne Förderungen die Finanzierung und ein wirtschaftlicher Betrieb bei Holzenergieprojekten nicht möglich sei. Ein Hemmnis ist gemäss einem Befragten aber, dass Geldgeber für die Finanzierung teilweise fest mit den Fördergeldern kalkulierten, die Vergabe der Fördergelder jedoch meistens an strenge Vorgaben gebunden sei, die manchmal nicht erfüllt werden könnten. Im schlimmsten Fall müssten die Fördergelder zurückbezahlt und neues Kapital beschafft werden. Die Wirtschaftlichkeit und die Finanzierung sind laut zwei Befragten aber auch für die Endkundinnen und -kunden – z.B. Verwaltungen mit Renditeliegenschaften aber auch Einfamilienhausbesitzer – bei der Wahl des Heizsystems oder der Entscheidung für den Anschluss an ein Wärmenetz ausschlaggebend.

Die Finanzierung und die Wirtschaftlichkeit werden von vielen Aspekten beeinflusst, die sich teilweise auch je nach Anlagentyp oder Art des Projekts unterscheiden und gemäss den Befragten zu weiteren Hemmnissen führen:

- Bei der Finanzierung gaben mehrere Befragte an, dass die hohen Investitionskosten und die Suche nach Eigenkapital bzw. InvestorInnen ein Hemmnis seien. Gemäss zwei Befragten gilt dies aber hauptsächlich für lokale Initiatoren (Gemeinden/Unternehmer, Waldbesitzer). Gegenteilig dazu gaben einige Befragte an, dass dies kein Problem sei. Zwei Befragte führten als Begründung an, dass seit den Negativzinsen und dem Tiefzinsumfeld bei ausreichender Rendite die Finanzierung und InvestorInnensuche einfacher seien.
- Zur Finanzierung und zur Wirtschaftlichkeit von Projekten mit Wärmenetzen gab es zahlreiche Einzelmeinungen. Gemäss einem Befragten ist die Wirtschaftlichkeit von Holzsplitheizungen mit Wärmenetzen nur ab einer gewissen Grösse interessant. Zwei Befragte ergänzten, dass Wärmenetze eine gewisse Anschlussdichte benötigten. Ein Befragter führte aus, dass von InvestorInnen für solche Projekte im Vergleich zu anderen Branchen sehr hohe Zinsen verlangt würden, obwohl ein Wärmeverbund ein relativ sicheres und langfristiges «Business» sei. Gemäss einem weiteren Befragten ist die Finanzierung von Fernwärmeprojekten schwierig, weil es sich um sehr langfristige Investitionen handle und es zudem keine Errichtungssubventionen für Fernwärme gebe. Wenn der Wärmeverbund einmal in Betrieb sei, werde es einfacher, eine Finanzierung zu finden. Ein Befragter gab an, dass bei weniger professionell geführten Wärmeverbänden teilweise die finanziellen Möglichkeiten für Sanierungen oder Erweiterungen fehlten, da nicht alle Kosten richtig kalkuliert und Wärmepreise nicht oder zu spät angepasst worden seien.
- Für WKK-Anlagen ist es gemäss mehreren Befragten ein grosses Hemmnis, dass die Einmalvergütung nicht ausreichend für einen wirtschaftlichen Betrieb sei. Ein weiterer Befragter gab zudem an, dass es ein grosses «Handicap» sei, dass die Anlagen im Gegensatz zum Ausland wärmegeführt betrieben werden müssten, was sich negativ auf die Rentabilität auswirke und auch die Unterschiede der Rahmenbedingungen in der Schweiz gegenüber dem Ausland zeige.

- Zu Prozesswärme in der Industrie machten zwei Befragte Aussagen. Gemäss einem ist in der Industrie die Wirtschaftlichkeit, vor allen anderen Aspekten, das Hauptkriterium. Der andere Befragte führte zudem aus, dass es vor allem bei grösseren international tätigen Firmen oft den Widerspruch zwischen kurzen Investitionszyklen und der Schnellebigkeit des internationalen Marktes mit den langen Lebensdauern und Investitionen in Holzfeuerungsanlagen gebe, was solche Projekte oft verhindere. Wenn die Investition sich nicht nach kurzer Zeit (z.B. in 5 Jahren) lohne und längerfristige Planungen an einem Standort generell ungewiss seien, werde keine Holzfeuerung gebaut.
- Einen grossen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit von Holzenergieanlagen haben auch die Energieholzpreise. Dazu gaben mehrere Befragte an, dass es einen Zielkonflikt gebe zwischen Feuerungsbetreibenden, die einen günstigen Brennstoff wollten und der Forstwirtschaft, die oft zu wenig Profit generieren könne. Gemäss zahlreichen Befragten ist der Preis für Energieholz für die Anlagenbetreibende im Moment gut bzw. sogar tief und zusätzlich auch stabil. Ein Befragter äusserte sich vor allem zu Altholz und führte aus, dass Entsorgungskosten für Altholz im Ausland oftmals trotz der Transportkosten tiefer seien. Daher fliesse viel Altholz ins Ausland ab, je nach Preisen mehr oder weniger, was sich auf die zur Annahme von Altholz erzielenden Preise in der Schweiz auswirke. Bei den im Moment tiefen Preisen, die für Strom und Wärme erzielt werden könnten, gebe es zudem wenig Spielraum, den Preis für die Altholzentorgung zu senken.
- Gemäss einem Befragten werden zudem immer mehr monovalente Anlagen erstellt. Die letzten 20 Prozent des Deckungsgrades ebenfalls nicht-fossil zu realisieren, sei jedoch oft mit erheblichen Mehrkosten verbunden. Viele Bauherrn wollten dies zwar und teilweise werde es auch als Förderbedingung vorgeschrieben, aber dadurch beanspruche ein solches Projekt auch mehr Fördergelder.

Gemäss zwei Befragten wirken sich teilweise auch gesetzliche Auflagen negativ auf die Wirtschaftlichkeit und die Anfangsinvestitionen aus. Für Anlagen im mittleren und grossen Leistungsbereich seien die Kosten wegen Auflagen und Vorschriften nicht so entscheidend, für kleine könnten sie aber zu einem relevanten Hemmnis werden. Ein Befragter berichtet zudem aus eigenen Erfahrungen, dass bei grossen Projekten bereits im Bewilligungsprozess durch Beschwerden, verschiedene Auflagen und die lange Verfahrensdauer erhebliche Kosten anfielen (vgl. Kapitel 4.5). Zu den verschiedenen gesetzlichen Auflagen äusserten sich die Befragten wie folgt:<sup>24</sup>

- Gemäss mehreren Befragten wirken sich teilweise auch die Anforderungen der LRV und kantonale Verschärfungen auf die Wirtschaftlichkeit und die Investitionskosten aus. Die LRV wird aber grösstenteils nicht infrage gestellt, und auch nicht alle Befragten sehen die Mehrkosten als Hemmnis. Laut einem Befragten haben die Kosten aufgrund der Auflagen für Anlagen im mittleren und grossen Leistungsbereich keine grossen Auswirkungen, für kleinere Anlagen seien diese jedoch teilweise sehr relevant, wie zum Beispiel die Messpflicht für Feuerungen bis 70 kW. Gemäss zwei Befragten sind Verschärfungen der NOX-Grenzwerte und damit notwendige teure Entstickungsanlagen, aber auch das Nachrüsten von Staubabscheidern bei Sanierungen von kleinen und mittleren Feuerungen teilweise ein wirtschaftliches Hemmnis. Ein weiterer Befragter gab an, dass kantonale Verschärfungen und die Auflagen im Vollzug in der Praxis aus Gründen der Wirtschaftlichkeit teilweise kaum umsetzbar seien.

---

<sup>24</sup> Vgl. auch Kapitel 4.3 für die Luftreinhalte-Verordnung (LRV), Kapitel 4.4 für die Durchleitungsgebühren, Kapitel 4.6 für die Entsorgung von Holzasche und Kapitel 4.8 für die weiteren Themen.

- Mehrere Befragte gaben an, dass auch die Ascheentsorgung Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit habe. Gemäss zwei Befragten sind diese Mehrkosten zwar bedeutend, verhindern aber keine Holzenergieprojekte. Dazu führen zwei Befragte aus, dass es wichtig sei, in der Wirtschaftlichkeitsrechnung korrekte und nicht zu tiefe Zahlen für die Ascheentsorgung einzusetzen.
- Zu Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit ausgehend von der Pflicht zur Eichung von Wärme-zählern führten einige Befragte aus, dass diese zu höheren Kosten führt und vor allem für kleinere Wärmeverbände relevant sei.
- Ebenso als weniger wichtig bzw. ohne grosse Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit werden von mehreren Befragten die Anforderungen an Wartungsarbeiten beurteilt. Gemäss zwei Befragten müssen die Kosten jedoch mit korrekten und nicht zu tiefen Annahmen in der Wirtschaftlichkeitsrechnung berücksichtigt werden.
- Gemäss drei Befragten kann auch die Standortwahl negative Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit und die Investitionskosten haben, insbesondere wenn Anlagen wegen lokaler Widerstände in der Peripherie (z.B. ausserhalb des Dorfes) errichtet werden müssten. Dadurch würden die Kosten wegen längeren Leitungen und eventuell anfallenden Durchleitungsgebühren steigen. Ein Befragter führte dazu aus, dass Einschränkungen zur Durchleitung von Fernleitungen generell ein sehr relevantes Hemmnis seien, nicht nur ausschliesslich im Landwirtschaftsgebiet. Teilweise forderten Gemeinden hohe Durchleitungsgebühren, obwohl dies z.B. für Gasleitungen nicht verlangt werde. Zur Raumplanung äusserte ein weiterer Befragter, dass die Verlegung der Leitungen über Landwirtschaftszonen grundsätzlich nicht möglich sei. Dies führe zu einer bedeutenden Verminderung der Wirtschaftlichkeit, sodass in aktuellen konkreten Beispielen Projekte verhindert worden seien. Die Alternativen einer Verlegung über Strassen sowie die Durchleitung über verschiedene Grundstücke würden die Kosten um ein Vielfaches steigern.

#### 4.2.3 Massnahmenvorschläge der Befragten

Als generelle Massnahme zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit würden viele Befragte eine höhere CO<sub>2</sub>-Abgabe begrüssen. Eine höhere CO<sub>2</sub>-Abgabe wird als wirksamer Beitrag und – bei genügender Höhe – allenfalls als Alternative zur Förderung im Hinblick auf eine stärkere Verbreitung der Holzenergienutzung erachtet. Sie würde technologieneutral die Verbreitung der jeweils kostengünstigsten Lösungen unterstützen. Zudem könnten die hohen Mitnahmeeffekte der Förderinstrumente (z.B. des Gebäudeprogramms) vermieden und Anreize für Energieeffizienzsteigerungen geschaffen werden. Gemäss Einschätzung eines Befragten wäre der voraussichtliche Satz von CHF 210/t CO<sub>2</sub> gemäss totalrevidiertem CO<sub>2</sub>-Gesetz jedoch nicht ausreichend, um der Holzenergie zum Durchbruch zu verhelfen.

Zu hohen Investitionskosten und schwieriger Suche nach InvestorInnen bzw. Eigenkapital gaben drei Befragte an, dass das Risiko durch Bürgschaften und zinslose Darlehen minimiert werde und helfe, die Finanzierung sicherzustellen. Gemäss einem Befragten wären Public-Private-Partnerships, bei welchen Unternehmen, Bank und Staat je einen Drittel finanzierten, sehr interessant. Drei Befragte finden, dass alternative Finanzierungsquellen gesucht werden sollten, zum Beispiel Pensionskassen, was auch das Vertrauen bei Kundinnen und Kunden stärken würde, oder Genossenschaftsscheine. Ein Mitglied der Begleitgruppe regt an zu prüfen, ob der forstliche Investitionskredit gemäss Waldgesetz im Zusammenhang mit der Holzenergienutzung verwendet werden könne, beispielsweise für zinslose Darlehen.

Gemäss einem Befragten sollte auch die öffentliche Hand (Gemeinden, Kantone, Bund) vermehrt in Holzenergieprojekte investieren, statt Negativzinsen für Guthaben in Kauf zu nehmen. Ein weiterer Befragter weist darauf hin, dass eine bessere Aufklärung von InvestorInnen notwendig sei, in der dargelegt werde, dass gut kalkulierte Holzenergieprojekte ein eher kleines Risiko darstellten und langfristige Sicherheit gewährleisten. Gemäss einem Befragten können eventuell bei neuen Holzenergieprojekten mit Wärmenetz auch Beteiligungen von Gesellschaften gesucht werden, die bereits Wärmeverbände betreiben. Hohen Investitionskosten und der schwierigen Suche nach Eigenkapital können gemäss einem Befragten entsprechende Förderungen entgegenwirken. So könne zum Beispiel für die Finanzierung einer Anlage mit 500 kW durch das Förderprogramm Holzenergie von Energie Zukunft Schweiz über CHF 200'000 bezogen werden, was sich in der Grössenordnung der Kosten für den Heizkessel bewege.

Um die Wirtschaftlichkeit und die Finanzierung von Holzenergieprojekten sicherzustellen, sind gemäss mehreren Befragten finanzielle Förderungen notwendig. Einige gaben dazu an, dass die bestehenden Förderungen grundsätzlich ausreichend seien. Bei der Förderung von WKK-Anlagen wäre jedoch gemäss mehreren Befragten eine Neuauflage der KEV oder ein ähnliches Förderprogramm mit kontinuierlicher Förderung notwendig. Die aktuelle Förderung über Einmalbeiträge genüge nicht, um die Wirtschaftlichkeit von WKK-Anlagen sicherzustellen. Zudem schlagen einzelnen Befragte neue Fördermöglichkeiten vor, beispielsweise die Förderung von Pflanzenkohleanlagen und kombinierten Systemen, also den Einsatz von Wärmepumpen in Kombination mit Holzfeuerungen und weiteren Komponenten, wie zum Beispiel Abgaskondensation.<sup>25</sup>

Als Massnahme zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Wärmeverbänden führte ein Befragter aus, dass sich eine gute Planung und gutes Marketing positiv auf die Wirtschaftlichkeit auswirkten, weil es einfacher sei, Wärmeabnehmer zu finden. Gemäss einem weiteren Befragten wäre es zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit gut, wenn die Anschlusspflicht, die teilweise besteht, umsetzbar wäre. Diese Anschlusspflicht sei aber auch vor Gericht nicht immer durchsetzbar. Ausserdem könnte sich in ländlichen Gegenden die Verknüpfung von Wärmeverbänden mit Biogas positiv auf die Wirtschaftlichkeit auswirken. Dies fördere zwar nicht direkt den Holzabsatz, aber mit besserer Wirtschaftlichkeit würden eventuell mehr Holzenergieprojekte realisiert. Als weitere Massnahme wäre eine Professionalisierung der Betreiber von Wärmeverbänden hilfreich. Gemäss einem Befragten sollten Wärmenetze mit Holzheizungen in Gebieten mit den richtigen Voraussetzungen eine gewisse Priorität bekommen. Ein Befragter brachte auch Förderungen für die Errichtung von Wärmenetzen ins Spiel.

Als positiven Effekt von Auflagen der LRV wurde von einem Befragten die Einführung von meist guten Qualitätsstandards bei neuen Holzfeuerungen und die Sensibilisierung hinsichtlich des emissionsarmen Betriebs auch im Rahmen der Abgaskontrolle angegeben. Das bringe dem Käufer von Holzfeuerungen auch einen Investitionsschutz. Zudem werde das Risiko von Klagen minimiert und die Wirtschaftlichkeit der Anlage erhöht. Gemäss einem Befragten würde das Durchführen der Abnahmemessungen direkt durch die Kessellieferanten relevante Kosten einsparen. Ausserdem sei dies in einigen wenigen Kantonen bereits erlaubt. Durch das Ausdehnen der Messintervalle bei entsprechendem Nachweis, dass die Anlage gut läuft (z.B. regelmässige Wartung oder andere Parameter), könnten ebenfalls Kosten gespart werden, die vor allem bei kleineren Anlagen zum Teil erheblich ins Gewicht fallen würden (vgl. auch

---

<sup>25</sup> Die weiteren Vorschläge der Befragten zur Verbesserung der finanziellen Förderung sind in Kapitel 3.2 aufgeführt.

Kapitel 4.3). Ausserdem könnte die Ausdehnung von Sanierungsfristen verhindern, dass teilweise Anlagen, die noch nicht gänzlich am Ende ihrer Lebensdauer angelangt sind, ersetzt werden, was ebenfalls Kosten sparen würde.

Beim Thema Durchleitungsrecht wäre gemäss einem Befragten äusserst hilfreich, wenn generell keine Gebühren für erneuerbare Energieträger erhoben werden dürften (vgl. auch Kapitel 4.4).

Gemäss einem Befragten wird oftmals zu viel auf einen möglichst günstigen Brennstoff fokussiert und höhere Wartungskosten in Kauf genommen. Mit einem etwas teureren aber qualitativ besseren Brennstoff könnten Anlagen effizienter und wartungsfreier betrieben werden, was sich teilweise positiv auf die Wirtschaftlichkeit auswirke.

#### 4.2.4 Diskussion

Wir teilen die Einschätzung mehrerer Befragter, dass bei Holzenergieprojekten die Wirtschaftlichkeit und die Finanzierung generell eines der grössten Hemmnisse sind. Ebenfalls stimmen wir damit überein, dass Risiken bzw. negative Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit oftmals auf das teilweise zu optimistisch angenommene Wärmeabsatzpotenzial und einen Anlagenbetrieb mit geringer Auslastung zurückzuführen sind. Mit mehreren Befragten sind wir ebenfalls der Ansicht, dass die hohen Investitionskosten und das Auftreiben von Eigenkapital bzw. InvestorInnen bei Holzenergieprojekten mit und ohne Wärmenetz eine Herausforderung sein können. Wir teilen jedoch die Einschätzung, dass sich die Situation in den letzten Jahren, auch aufgrund der Förderungen, verbessert hat und Projekte, die grundsätzlich wirtschaftlich wären, nur in Einzelfällen aufgrund des nicht aufzutreibenden Kapitals verhindert werden.

Beim Thema Wärmenetze stimmen wir mit den Befragten überein, dass die Finanzierung aufgrund der höheren und langfristigen Investitionen im Vergleich zu Anlagen ohne Wärmenetz schwieriger ist und dass es zahlreiche weitere Faktoren gibt, die die Wirtschaftlichkeit beeinflussen und erfüllt sein müssen (z.B. ausreichende Anschlussdichte). Ausserdem gibt es für die Errichtung von Wärmenetzen weniger Fördermöglichkeiten als für Feuerungsanlagen.

Wir teilen die Einschätzung der Befragten, dass es im momentanen Umfeld mit niedrigen Stromeinspeisevergütungen mit Einmalvergütung von 20 Prozent der Investitionskosten schwierig ist, WKK-Anlagen wirtschaftlich zu betreiben. Aktuell werden die Fördermassnahmen zur Ablösung des Einspeisevergütungssystems (KEV) ab 2023 diskutiert. Der Bundesrat hat vorgeschlagen, die Investitionsbeiträge bis 2035 zu verlängern und auf maximal 60 Prozent zu erhöhen. (vgl. Kapitel 3.2). Dem Vorschlag des Bundesrates stehen zwei gleichlautende Motionen<sup>26</sup> entgegen, die als Ersatz oder Teilersatz der bestehenden Förderung die Entwicklung von Finanzierungsinstrumenten und Schaffung von Rahmenbedingungen fordern, um den Weiterbetrieb der bestehenden Biomasseanlagen (inkl. Holz) zu gewährleisten und einen raschen Zubau effektiv und effizient zu unterstützen. Einmalige Investitionsbeiträge werden aufgrund einer ungenügenden Wirksamkeit explizit als ungeeignet erachtet. Wir interpretieren die Motionen so, dass der Bundesrat beauftragt wird, neue Fördermassnahmen zu entwickeln, die über einmalige Investitionsbeiträge hinausgehen oder sie ersetzen (z.B. Ergänzung der vorgeschlagenen Investitionsbeiträge, Neuauflage einer kostenorientierten Einspeisevergütung, andere Finanzierungsinstrumente). Wir sind der Auffassung, dass zur Sicherstellung einer hohen Ressourceneffizienz zur Förderung von WKK-Anlagen an Mindestanforderungen

---

26 Motion 20.3485 von Ständerat Daniel Fässler (vom Parlament angenommen) und Motion 20.3495 von Jürg Grossen (vgl. auch Kapitel 3.1, Tabelle 6).

an den Gesamtnutzungsgrad festgehalten werden soll. Zudem ist zu berücksichtigen, dass von mit Holz und insbesondere auch von mit Altholz betriebenen WKK-Anlagen gegenüber WKK-Anlagen in KVA benachteiligt sind, weil die Anforderungen an die Anlageneffizienz zur Berechtigung von Fördergeldern für Holzheizkraftwerke wesentlich höher sind als für KVA.<sup>27</sup> Unseres Erachtens stellt sich die Frage, ob diese Benachteiligung von Holz-WKK-Anlagen gerechtfertigt ist oder ob zur Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials eine Angleichung erfolgen müsste.

Bezüglich Prozesswärme aus Holz stimmen wir mit den Befragten überein, dass in der Industrie die Wirtschaftlichkeit ein noch wichtigeres Hemmnis als bei anderen Energieholzanswendungen ist, weil die Investitionszyklen im Vergleich zu Investitionen in Holzenergieanlagen und in Gebäuden viel kürzer sind. Wir möchten hier ergänzen, dass die Wirtschaftlichkeit der Holzenergie in der Industrie im Vergleich zu Anwendungen in Gebäuden schwieriger zu erreichen ist, weil industrielle Grossverbraucher fossile Energie und Elektrizität viel kostengünstiger beziehen können als kleine und mittlere Verbraucher. Zudem erhalten Unternehmen, die in das Emissionshandelssystem eingebunden sind oder eine Verminderungsverpflichtung abgeschlossen haben, die CO<sub>2</sub>-Abgabe rückerstattet, was die fossile Energie weiter vergünstigt.

Gemäss zahlreichen Befragten ist der Preis für Energieholz für die Anlagenbetreibenden im Moment gut bzw. sogar tief und zusätzlich auch stabil. Wir teilen diese Einschätzung und sind der Auffassung, dass die aktuellen Preise kein Hemmnis für einen wirtschaftlichen Betrieb von Holzenergieanlagen darstellen (vgl. auch Kapitel 2.1). Wir stimmen zudem mit einem Befragten überein, dass der Export von Altholz ins Ausland sich auch auf die Preise in der Schweiz auswirkt und die Wirtschaftlichkeit von solchen Anlagen negativ beeinflussen kann und als Hemmnis einer Nutzung des Altholzpoteuzials in der Schweiz entgegenwirkt.

Wir sehen die mit den Anforderungen der LRV verbundenen Kosten als verhältnismässig an und nicht als Hemmnis. Wir teilen aber die Einschätzung einiger Befragter, dass sich die Kosten für verschiedene Anlagekategorien unterschiedlich auswirken. Bei kleinen und mittleren Anlagen wird die Realisierung von Holzenergieprojekten durch kantonal und regional uneinheitliche Anforderungen und Umsetzung von Massnahmen erschwert. Bei grösseren Anlagen können dagegen verschärfte Grenzwerte in Massnahmegebieten, insbesondere für NO<sub>x</sub>, die Wirtschaftlichkeit beeinflussen.<sup>28</sup>

Die Kosten für die Ascheentsorgung haben unbestrittenermassen einen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit, aber wir teilen die Einschätzung von zwei Befragten, dass die damit verbundenen Kosten keine Holzenergieprojekte verhindern.<sup>29</sup>

Betreffend Standorten für Holzenergieanlagen und Wärmenetzen stimmen wir mit den Befragten überein, dass die Erlangung von Durchleitungsrechten und die dafür anfallenden Gebühren die Wirtschaftlichkeit teilweise erheblich beeinflussen und Projekte verhindern können. Wir unterstützen deshalb die

---

27 Die Energieförderungsverordnung (EnFV) bestimmt die Mindestanforderungen zur Förderung (Erhalt von Investitionsbeiträgen bzw. Subventionen) für verschiedene Anlagentypen. Für Holzheizkraftwerke (HHKW) gilt für den Mindestnutzungsgrad:  $(1 \times \text{Nutzwärme} + 1.75 \times \text{Elektrizität}) \geq 70\%$ . Für Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA) gilt: Energetische Nettoeffizienz (ENE):  $\geq 65\%$ , wobei für ENE nach Rytec 2021 gilt:  $\text{ENE} = 1.1 \times \text{Nutzwärme} + 2.6 \times \text{Elektrizität}$ . Wenn diese Anforderung auf Nutzwärme = 1 vereinheitlicht wird, ergibt sich damit ein Mindestnutzungsgrad für KVA von  $1 \times \text{Nutzwärme} + 2.364 \times \text{Elektrizität} \geq 59\%$ . Für die Verbrennung von Altholz in einem HHKW ergeben sich dadurch je nach Anlagenbetrieb um etwa Faktor 1.2 bis 1.5 strengere Anforderungen zur Förderung als für eine KVA.

28 Weitere Ausführungen zu den mit der LRV verbundenen Kosten finden sich in Kapitel 4.3.

29 Weitere Ausführungen zu den mit der Ascheentsorgung verbundenen Kosten finden sich in Kapitel 4.6.

Forderung eines Befragten, dass auf erneuerbare Energieträger keine Durchleitungsgebühren erhoben werden sollten. Daneben wurden zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen von den Befragten keine übereinstimmenden Massnahmen genannt. Wir teilen jedoch die Aussagen eines Befragten, dass Wärmenetze mit Holzheizungen in geeigneten Gebieten in Energieplanungen eine erhöhte Priorität erhalten sollten.

Als generelle Massnahme zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Holzenergie erachten wir übereinstimmend mit zahlreichen Befragten eine Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Abgabe auf fossilen Brennstoffen als zweckmässig. Entsprechend wäre es sehr wichtig, dass die im totalrevidierten CO<sub>2</sub>-Gesetz vorgesehene Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Abgabe (auf maximal CHF 210/t CO<sub>2</sub>) in Kraft treten würde.

Im Hinblick auf die vom Bund angestrebten Ziele wäre es zudem wichtig, dass die Stromerzeugung und die Prozesswärme aus Holz zielgerichtet unterstützt und wegen des höheren Nutzwerts der Elektrizität gegenüber Gebäudewärme bevorzugt werden. Betreffend Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Holz-WKK-Anlagen ist der Bundesrat vom Parlament beauftragt, eine effektive und effiziente Nachfolgelösung des Einspeisevergütungssystems zu erarbeiten. Gemäss unserer Interpretation der entsprechenden Motionen sollten die Fördermassnahmen über die vom Bundesrat vorgeschlagene Erhöhung der Investitionsbeiträge hinausgehen oder sie ersetzen. Wir teilen die Einschätzung verschiedener Befragter, dass eine Neuauflage einer kostenorientierten Einspeisevergütung wirksam wäre. Gleichzeitig sind wir mit dem Bundesrat der Auffassung, dass die Fördereffizienz durch andere Förderinstrumente (z.B. Investitionsbeiträge) im Vergleich zu einem Einspeisevergütungssystem verbessert werden könnte. Um Prozesswärme aus Holz konkurrenzfähiger zu machen, sollte geprüft werden, wie die Anreize bei Unternehmen, die eine Rückerstattung der CO<sub>2</sub>-Abgabe erhalten, verbessert werden könnten. Beispielweise könnten bei den Verminderungsverpflichtungen strengere Zielsetzungen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen definiert werden. Dies würde auch die Konkurrenzfähigkeit der erneuerbaren Energien (u.a. Holzenergie) verbessern.

Wir teilen die Einschätzungen mehrerer Befragter, dass neue Finanzierungsquellen wie Pensionskassen, Genossenschaftsscheine, Bürgschaften und zinslose Darlehen eine wirkungsvolle Massnahme zur Finanzierung von Holzenergieprojekten sein können, die durch eine bessere Aufklärung von InvestorInnen unterstützt werden sollten.

Die meisten Massnahmen, die von einigen Befragten angeführt wurden, um durch Auflagen der LRV verursachte Kosten zu mindern, sind unseres Erachtens nach wenig relevant und teilweise auch nur schwer umzusetzen (vgl. auch Kapitel 4.3).

## 4.3 Luftreinhaltung

### 4.3.1 Ausgangslage

#### **Akzeptanz der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) durch die Befragten**

Der positive Einfluss der Luftreinhalte-Verordnung auf die Entwicklung der Holzenergienutzung (vgl. Kapitel 2.1) wird von vielen Befragten bestätigt. Strengere Vorschriften hätten in der Vergangenheit dazu geführt, dass Holzfeuerungen sauberer geworden seien und sich deren Akzeptanz verbessert habe. Dies habe zu einer starken Zunahme von Holzheizungen in den 1990er-Jahren geführt. Die erzielten Fortschritte bei den Emissionsstandards moderner Anlagen und der Luftreinhaltung von Holzenergieanlagen in der öffentlichen Wahrnehmung müssten verteidigt werden. Dies würde durch die Beibehaltung der LRV sichergestellt. Laut zwei Befragten müsse die Akzeptanz der Holzenergieanlagen aus lufthygienischer Sicht auch aufrechterhalten werden, um zukünftig die Förderung der Holzenergie zu ermöglichen und die Verhinderung von Anlagen durch Anwohnerbeschwerden zu vermeiden. Die Fortschritte bei den Emissionsverminderungen durch den Vollzug der LRV hätten zu einer deutlichen Abnahme der Klagen durch Anwohner geführt.

Gemäss einigen Befragten steht die Holzenergiebranche geschlossen hinter dem Grundgedanken der LRV und hinter den meisten gegenwärtigen Anforderungen. Die vorgegebenen Grenzwerte werden von allen Befragten begrüsst. Klare Regelungen bezüglich Emissionen gelten im Hinblick auf das Image der Holzenergie als essenziell. Im Urteil verschiedener Befragter sind die Anforderungen der LRV in einem vernünftigen Rahmen und können im Allgemeinen gut umgesetzt werden. Zudem hätten die Unternehmen ein Interesse daran, «saubere» Anlagen herzustellen und zu vertreiben. Gegenüber der Öffentlichkeit definiere die LRV klar, welche Auswirkungen von einer neuen Anlage zu erwarten seien. Ein Befragter betont, dass die Regelungen in Zusammenarbeit mit der Branche entwickelt worden seien. Grundsätzlich orientierten sich die Regelungen am gegenwärtigen Stand der Technik. Kritikpunkte seitens der Holzenergiebranche betreffen vor allem die uneinheitliche und teilweise verschärfte Umsetzung der LRV durch die Kantone.

Aus Sicht eines Befragten ist das Thema der LRV abgeschlossen. Die sanierungsbedürftigen Anlagen seien saniert. Neuanlagen seien grundsätzlich LRV-konform. Gemäss einer gegenläufigen Meinung hat die LRV mit ihren Verschärfungen eine dynamische Entwicklung angestossen, deren vollständige Umsetzung noch einige Jahre dauern werde. Nach Ansicht mehrerer Befragter sind die Regelungen hauptsächlich für kleinere Anlagen relevant. Bei grösseren Anlagen könnten die Anforderungen der LRV in der Regel eingehalten werden. EntwicklerInnen und BetreiberInnen grosser Anlagen begrüsst die erfolgten Verschärfungen der Regelungen, weil die verminderten Emissionen kleinerer Anlagen dem Image der Holzenergie insgesamt zugutekämen.

#### **Relevante Regelungen der LRV**

Grundsätzlich sind Emissionen im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist (Art. 11 USG). Entsprechend wird die LRV angepasst, sobald der technische Fortschritt eine Verringerung der Emissionen erlaubt. Dies stellt sicher, dass der Stand der Technik zur Emissionsvermeidung zum Einsatz kommt und der Schadstoffausstoss fortschreitend verringert werden kann (BAFU 2018).

Nachfolgend werden Anforderungen der LRV aufgeführt, auf die sich die von den Befragten genannten Hemmnisse für die Holzenergienutzung beziehen (vgl. Tabelle 8).

**Tabelle 8: Anforderungen der LRV, auf die sich mögliche Hemmnisse der Holzenergienutzung beziehen**

Themen	Anforderungen
Speicherpflicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Die revidierte LRV definiert die Notwendigkeit einer Ausstattung von Heizkesseln mit Wärmespeichern (vgl. Anhang 3 Ziffer 523 LRV). Die Speichergrösse ist in Abhängigkeit der Leistung definiert: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sie muss bei handbeschickten Heizkesseln bis 500 kW Nennwärmeleistung 12 Liter pro Liter Brennstofffüllraum betragen (vor der Revision verlangte die LRV einen Wärmespeicher, der mindestens die Hälfte der bei Nennwärmeleistung pro Charge abgegebenen Wärmeenergie aufnehmen kann, sofern die Emissionsgrenzwerte nach Ziffer 522 bei 30 Prozent Nennwärmeleistung nicht eingehalten werden können).</li> <li>▪ Automatische Holzfeuerungen bis 500 kW müssen mit einem Speichervolumen von mindestens 25 Litern pro kW Nennwärmeleistung ausgerüstet werden.</li> <li>▪ Die Behörde kann die Mindestgrössen für Speicher reduzieren, wenn dies aus technischen oder betrieblichen Gründen angezeigt ist.</li> <li>▪ Falls der Wärmebedarf durch das flexible Zusammenspiel mehrerer Einzelfeuerungen gedeckt wird, besteht die Möglichkeit von Ausnahmen von der Speicherpflicht.</li> </ul> </li> </ul>
Verfügbarkeit von Staubabscheidern	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Die Verfügbarkeit von Staubabscheidesystemen bei Anlagen über 70 kW Feuerungswärmeleistung muss in der Regel mindestens 90 Prozent betragen (Anhang 3, Ziffer 525 LRV).</li> </ul>
Feuerungskontrolle	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mit der Revision der LRV wurde eine periodische Überwachung der Emissionen von mit naturbelassenem Holz betriebenen Feuerungen unter 70 kW eingeführt (Art. 13 LRV). Die Messperiode beträgt bei Anlagen bis 70 kW 4 Jahre, bei Anlagen über 70 kW 2 Jahre.</li> <li>▪ Bereits vor der Revision der LRV waren diese Kontrollen für Öl- und Gasheizungen obligatorisch. Sie dienen der Identifizierung von Anlagen, die die Grenzwerte überschreiten und einreguliert oder saniert werden müssen (BAFU 2018). Vor der LRV-Revision wurden mit naturbelassenem Holz betriebene Feuerungen bis 70 kW von der Messpflicht ausgenommen.</li> </ul>
Kaminempfehlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Die LRV erwähnt die Notwendigkeit der Ableitung von Emissionen zur Vermeidung von Immissionen (Art. 6 LRV). Die BAFU-Vollzugshilfe «Mindesthöhe von Kaminen über Dach» konkretisiert diese Anforderungen und definiert die Gestaltung der Kamine von Holzfeuerungen für verschiedene Anlagengrössen.</li> </ul>

Tabelle INFRAS und Verenum.

Die LRV verlangt von den zuständigen Behörden die Erstellung von Massnahmenplänen, «sofern trotz vorsorglicher Emissionsbegrenzungen übermässige Immissionen [durch mehrere stationäre Anlagen] verursacht werden» (Art. 31 LRV). Auf kantonaler Ebene werden die Vorgaben der LRV somit in einigen Fällen verschärft. Die Unterschiede zwischen den Kantonen sind gross. Dies ist durch die unterschiedlichen lokalen Gegebenheiten (Bevölkerungsdichte, Wirtschaftsaktivitäten etc.) bedingt. Insgesamt wurde von 25 Kantonen ein lufthygienischer Massnahmenplan erstellt (BAFU Massnahmenpläne 2017). Im Annex A2 werden einzelne Beispiele von kantonalen Regelungen zu Holzheizungen (Massnahmenpläne und Vollzugsverordnungen) aufgeführt.

### 4.3.2 Hemmnisse aus Sicht der Befragten

Nachfolgend werden die von den Befragten genannten Hemmnisse der Luftreinhaltung für den Ausbau der Holzenergienutzung nach Themen beschrieben.

#### **Imageproblem aufgrund des Feinstaubes**

Trotz der Fortschritte der Anlagen betreffend Luftreinhaltung und der entsprechenden Verbesserung des Images der Holzenergie werden die Feinstaubemissionen von vielen Befragten weiterhin als Hemmnis für die weitere Entwicklung der Holzenergie genannt. Laut einem Befragten wird das aktuelle Image der Holzenergie dem gegenwärtigen Stand der Technik jedoch nicht gerecht. Verschiedene Befragte weisen darauf hin, dass Holzenergieanlagen aller Grössenklassen in den vergangenen Jahren grosse Fortschritte im Hinblick auf Feinstaubemissionen gemacht hätten, nicht zuletzt aufgrund der strikten Vorgaben der LRV. Dies schliesse insbesondere auch kleinere Anlagen mit ein. Die zunehmende Automatisierung der Anlagen habe die Datenverfügbarkeit zum Betrieb verbessert und ermöglicht, im Falle von Klagen auf objektive Beurteilungsgrundlagen zurückzugreifen.

Mehrere Befragte sehen das Hauptproblem bei den Feinstaubemissionen bei kleinen, technisch minderwertigen und/oder schlecht gewarteten Anlagen. Der Betrieb dieser Anlagen führe dazu, dass die Holzenergie als Ganzes in Verruf gerate. Bereits einzelne Anlagen könnten eine verheerende Wirkung entfalten. Zudem seien die Emissionen von Einzelraumfeuerungen relevant, die in besonderem Masse zum öffentlichen Bild der Holzenergie beitragen. Das auf diese Weise entstandene schlechte Image von Holzfeuerungen wirke sich auch für grosse automatische Feuerungen hemmend aus.

Mehrere Befragte nehmen bei der Entwicklung des Images der Holzenergie eine Stagnation wahr. Demgegenüber stellt ein anderer Befragter eine starke Abnahme von Klagen im Zusammenhang mit der Luftreinhaltung fest. Diese seien früher deutlich häufiger vorgekommen, als sich Anwohnende grösserer Anlagen besorgt nach den Gesundheitsauswirkungen erkundigt oder ihre Sorge bezüglich einer Wertminderung ihrer Liegenschaft ausgedrückt hätten. Generell hinke das Image der technischen Entwicklung hinterher.

Ein Befragter betont, dass die Bedeutung des Imageproblems aufgrund der Feinstaubemissionen direkt von der Lage der Anlagen und von der Siedlungsdichte in deren Umfeld abhängt. Zudem bestünden zwischen den Kantonen Unterschiede im Image der Holzenergie. So sei die Akzeptanz der Holzenergie in grossen Wald- und Landwirtschaftskantonen gegenüber den anderen Kantonen besser. Dies gehe auch mit einer stärkeren kantonalen Förderung der Holzenergie einher.

#### **Mögliche Verschärfung der LRV als Risikofaktor**

Laut einem Befragten wird die Möglichkeit einer zukünftigen Verschärfung der LRV in manchen Fällen von potenziellen Investierenden und Gebäudebesitzenden als bedeutender Risikofaktor wahrgenommen. Dieses Risiko könne den Ausschlag in der Entscheidung gegen eine Holzheizung geben, auch wenn die Kosten gleich jenen der fossilen Alternativen seien.

Mehrere Befragte nennen eine allfällige Verschärfung der LRV im Rahmen der kantonalen Massnahmenpläne als Hemmnis. Auf diese Weise könnten weitergehende Anpassungen gefordert werden, die in der LRV an sich nicht vorgesehen seien. Als Beispiele für mögliche Verschärfungen werden die Messpflicht von Holzfeuerungen bis 70 kW alle 2 Jahre, die Speicherpflicht für Pelletheizungen < 70 kW sowie

unterschiedliche Grenzwerte (z.B. für Stickoxide) in Massnahmengebieten genannt. Laut einem Befragten ist die Anpassung der LRV-Vorgaben in dicht besiedelten Gebieten jedoch gerechtfertigt.

### **LRV als Kostenfaktor**

Viele genannte Kritikpunkte an der LRV wirken nach Ansicht verschiedener Befragter nicht direkt als Hemmnis, sondern verschlechtern als zusätzlicher Kostenfaktor die Wirtschaftlichkeit der Anlagen. Beispielsweise betragen die Gestehungskosten eines zusätzlichen Staubabscheiders 1.0–1.5 Rp./kWh für Investitionen und Stromverbrauch. Inwieweit diese Kosten zu einer Verhinderung der Anlagen führen, lasse sich jedoch nicht generell beurteilen.

### **Fehlende kantonale Harmonisierung**

Viele Befragte nannten die fehlende kantonale Harmonisierung der LRV-Regelungen als Hemmnis, dessen Beseitigung begrüsst würde. Allerdings führe die fehlende kantonale Harmonisierung nicht zur Verhinderung von Anlagen, sondern lediglich zu Verzögerungen, zusätzlichen Kosten sowie einer Verschlechterung der Planungssicherheit und des Planungsprozesses. Ein Befragter kritisierte, dass kantonale Verschärfungen häufig ohne Rücksprache mit der Branche und damit ohne Rücksicht auf die technische Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit vorgenommen würden.

EntwicklerInnen grosser Anlagen sind laut eigenen Aussagen jedoch in der Lage, in Zusammenarbeit mit den Behörden geeignete fallspezifische Lösungen zu finden. Laut einem Befragten können die Probleme der fehlenden Harmonisierung durch die Entwicklung entsprechend hochwertiger Anlagen vermieden werden. Ein Befragter hebt hervor, dass die PlanerInnen von Holzenergieanlagen mit der Vielfalt kantonal unterschiedlicher Vorschriften umgehen könnten und können müssten. Eine Harmonisierung hätte jedoch positive Effekte und würde die Zeit- und Kosteneffizienz der Entwicklung erhöhen.

Ein Befragter weist darauf hin, dass die Erarbeitung einer Harmonisierung des Vollzugs eine laufende Aufgabe des Cercl'Air sei. Sie habe zur Veröffentlichung verschiedener Vollzugshilfen der Emissionsüberwachung stationärer Anlagen geführt, beispielsweise von Holzfeuerungen über 70 kW (Cercl'Air 2020). Diese beschreibe, wie die LRV umgesetzt werden soll und definiere die entsprechenden Standards und Ansätze. Sie sei durch die Kantone vernehmlassst worden und stelle somit eine gute Basis für die Harmonisierung dar.

Zusätzlich zur kantonalen Verschärfung der Anforderungen wird auch die regional fehlende Umsetzung von Vorschriften kritisiert: So bestehe weiterhin Unklarheit bezüglich der Umsetzung und der Durchführung der Emissionsmessungen kleiner Anlagen in der Westschweiz, obwohl diese seit 1. Juni 2019 obligatorisch seien.

### **Fehlende Ausschöpfung des kantonalen Handlungsspielraums**

Laut einem Befragten erlaubt die LRV den Kantonen weitreichenden Spielraum in der Auslegung. Beispielsweise müsse die Staubabscheiderverfügbarkeit lediglich «in der Regel» 90% betragen, weil dieser Wert durch kleinere Anlagen oftmals nicht zu erreichen sei. In der Praxis würde die mögliche Flexibilität nicht in ausreichendem Masse genutzt und auf kantonaler Ebene grundsätzlich die Einhaltung einer Verfügbarkeit von 90% verlangt. Die fehlende Flexibilität betreffe auch andere technische Anforderungen wie etwa die Kaminhöhe und die Speichergrösse. Um die Ausschöpfung des kantonalen Hand-

lungsspielraums zu gewährleisten, müsse die Holzenergiebranche unter grossem Aufwand mit einzelnen Kantonen verhandeln und sich lokalen Gegebenheiten anpassen, was unverhältnismässig aufwändig sei.

Auch wenn die fehlende Ausschöpfung des kantonalen Handlungsspielraums nach Ansicht von mehreren Befragten keine Holzenergieprojekte verhindere, werde die Realisierung komplizierter und teurer. Die Kommunikation mit den Vollzugsbehörden sei teilweise schwierig und einseitig.

Demgegenüber berichten mehrere Vertretende der Holzenergiebranche, dass in der Praxis im Einvernehmen mit den kantonalen Ämtern in der Regel bilateral zufriedenstellende Lösungen gefunden würden. Aus diesem Grund könne die fehlende Ausschöpfung des Handlungsspielraums nicht als Hemmnis gewertet werden. Dies hänge jedoch stark von den jeweiligen Kantonen ab. Ein Befragter betont, dass auch die Vollzugshilfe des Cerc'l'Air mögliche Handlungsspielräume für die Umsetzung der LRV auf kantonalen Ebene aufzeige. Bemühungen, Handlungsspielräume aufzuzeigen und zur Harmonisierung beizutragen, seien somit bereits im Gange.

### **Dauer der Fristen**

Die Dauer von Fristen wird in Bezug auf Sanierungen und im Hinblick auf Übergangsfristen bei Verschärfungen der LRV als Hemmnis thematisiert. Zudem lägen auch hier grosse kantonale Unterschiede vor. Die Sanierungsfristen werden vereinzelt als teilweise zu kurz erachtet. Laut einzelnen Befragten erfordern Anpassungen der LRV längere Übergangsfristen. Dabei müsse insbesondere der Stand der Technik stärker berücksichtigt werden.

### **Diverse Anforderungen**

Die Befragten nennen eine Reihe technischer Vorgaben als potenzielle Hemmnisse der Umsetzung von Holzenergieprojekten. Diese betreffen den verpflichtenden Einbau von Speichern bestimmter Grösse, die Verfügbarkeit von Elektroabscheidern, die Messpflicht für Anlagen bis 70 kW, die Umsetzung der Kaminempfehlungen des BAFU sowie die Staubgrenzwerte für mit naturbelassenem Holz befeuerte Anlagen bis 70 kW.

Diese technischen Vorgaben betreffen gemäss den Befragten hauptsächlich bestehende Anlagen geringerer Grösse, d.h. mit einer Feuerungswärmeleistung unter 500 kW. Bei Sanierungen des Anlagenbestands könnten sich Probleme im Hinblick auf die Nachrüstbarkeit ergeben, z.B. aufgrund von Platzmangel oder zu kurzen Fristen. Hingegen würden neue Anlagen von vorneherein so geplant, dass die technischen Anforderungen eingehalten werden könnten. Zudem würden strengere Anforderungen durch eine Imageverbesserung die Umsetzung von Holzenergieprojekten begünstigen.

Laut einem Befragten sind die erwähnten Anforderungen zur Gewährleistung einer effizienten, wirtschaftlichen und emissionsarmen Nutzung der Holzenergie unabdingbar. Zudem würde den Anlagenbetreibern durch die Definition klarer technischer Vorgaben ein Investitionsschutz geboten. Beispielsweise sei die Speicherpflicht bei Anlagen mit mehr als 1'000 Starts pro Jahr notwendig.

## Speicherpflicht für automatische Holzheizungen bis 500 kW

Für automatische Anlagen bis 500 kW ist die Installation eines Wärmespeichers von 25 l/kW vorgeschrieben. Heizkessel mit Pelletfeuerung bis 70 kW Leistung sind ausgenommen. Zudem räumt die LRV den Behörden die Möglichkeit ein, kleinere Speicher festzulegen (vgl. Tabelle 8).

Die Forderung unnötig grosser Speicher wird von verschiedenen Befragten als Hemmnis genannt. Dies sei insbesondere bei Sanierungen bestehender Anlagen relevant, weil häufig nicht genügend Platz für den nachträglichen Einbau vorhanden sei. In manchen Fällen sei ein externer Zusatzbau notwendig, der mit erheblichen Kosten verbunden sein könne. Dies könne die Betreibenden bestehender Anlagen dazu anregen, auf ein anderes Heizsystem umzustellen. Aus diesen Gründen wird die Speicherpflicht abgelehnt.

Mehrere Befragte heben jedoch hervor, dass die Speicherpflicht bei neuen Anlagen nicht als Hemmnis wirke. In diesen Fällen würden die Anforderungen in der Regel ohnehin übererfüllt. Die positiven Auswirkungen eines Speichers auf den Betrieb lohnten sich langfristig.

Ein Befragter weist darauf hin, dass die Speicherpflicht je nach Kanton nicht zwangsläufig strikt umgesetzt werde. Beispielsweise würden in einem Kanton die Anzahl der Starts sowie die Feuerbetriebsdauer in der Baubewilligung vorgegeben. Auf diese Weise könnten im Vergleich zur LRV auch kleinere Speicher erlaubt oder grössere Speicher vorgegeben werden. Grundsätzlich sei es auch möglich, angemessen dimensionierte bivalente oder Mehrkessel-Systeme umzusetzen, um einen emissionsoptimalen Betrieb zu erreichen. Zudem würden die Vollzugshilfen des Cerc'l'Air in diesem Zusammenhang konkrete Handlungsspielräume aufzeigen und zur Harmonisierung beitragen (Cerc'l'Air 2020). Zum Beispiel sei festgehalten, wie die Behörde insbesondere bei Einhaltung der erlaubten Anzahl Starts, bei Einhaltung der minimalen Feuerbetriebsdauer und bei Einhaltung der vorgegebenen Staubabscheiderverfügbarkeit einen kleineren Speicher auf Gesuch zulassen könne.

## Staubabscheiderverfügbarkeit

Laut LRV muss die Verfügbarkeit von Staubabscheidesystemen von Anlagen über 70 kW in der Regel mindestens 90 Prozent betragen (vgl. Tabelle 8). Die vorgeschriebene Verfügbarkeit wird von einzelnen Befragten insbesondere in Verbindung mit der fehlenden Ausschöpfung des kantonalen Handlungsspielraums und der Speicherpflicht als Hemmnis genannt. So komme es vor, dass auch bei sehr niedrigen Emissionswerten eine Staubabscheiderverfügbarkeit knapp unter dem Grenzwert zu einer Beanstandung durch das kantonale Amt führe.<sup>30</sup> Der Vollzug sei je nach Kanton unterschiedlich. Beispielsweise seien die Behörden in einem Kanton an Kompromissen interessiert, während die Bestimmungen in Luzern ausnahmslos durchgesetzt würden.

Ein Befragter weist darauf hin, dass eine geringe Staubabscheiderverfügbarkeit auch von einem Betrieb mit Teillast herrühren könne. Der Betrieb bei z.B. 40 Prozent Leistung in der Übergangszeit führe dazu, dass der Abscheider in den Stand-by-Modus gehe und nicht verfügbar sei. Auf diese Weise könnte die vorgeschriebene Verfügbarkeit nicht erreicht werden, trotz teilweise geringerer Schadstoffbelastung. In

---

<sup>30</sup> Periodisch Emissionsmessungen beurteilen nur den stationären Betrieb bei Voll- und Teilleistung während Zeitspannen von max. mehreren Stunden. Ausserdem ist davon auszugehen, dass in der Regel das Staubabscheidesystem während einer amtlichen Messung in Betrieb ist. Die Staubabscheiderverfügbarkeit wird im Gegensatz dazu als Mittelwert über lange Perioden, in der Regel ein Jahr, ausgewiesen.

diesem Zusammenhang wird bemängelt, dass die effektiven Schadstoffemissionen generell nicht oder nur zum Nachteil der Holzenergie angewandt würden. Aus den genannten Gründen wird ein tieferer Wert für die Verfügbarkeit gefordert (beispielsweise 75 Prozent). Die Staubabscheiderverfügbarkeit wird nur von einem Befragten als Hemmnis thematisiert. Mehrere Befragte betonen, dass diese technische Vorgabe bei grösseren Anlagen nicht relevant sei.

### Messpflicht für Anlagen bis 70 kW

Die vierjährige Messpflicht kleinerer Anlagen (vgl. Tabelle 8) wird von mehreren Branchenvertretenden als bedeutender Kostenfaktor und damit als relevantes Hemmnis genannt. Die Messung einer Anlage koste die Betroffenen CHF 300–400. In Einzelfällen könne dies ausschlaggebend für die Entscheidung sein, keine Holzheizung zu installieren. Ein Befragter betont, dass es bei kleinen Anlagen nur wenige Faktoren gebe, die zu einer Verschlechterung der Emissionen führen könnten. Nach einer sachgemässen Installation einer hochwertigen Anlage sei insbesondere die Güte des Brennstoffs für die Emissionen ausschlaggebend.

Verschiedene Befragte, die der Holzenergiebranche nahestehen, betonen die positiven Auswirkungen der Messpflicht im Sinne einer Imageverbesserung der Holzenergie. Bei kleinen Anlagen seien die Messungen besonders notwendig, um einem unsachgemässen Betrieb vorzubeugen. In diesem Sinne wird auch die fehlende Umsetzung der Messungen in manchen Kantonen bemängelt. Ein Befragter betont, dass die Messungen der Holzfeuerungen auch in Anbetracht der bereits vorher bestehenden Messpflicht für Öl- und Gasfeuerungen angebracht seien. Die Messkosten seien im Hinblick auf den Nutzen für die Luftreinhaltung gerechtfertigt.

Mehrere Befragte berichten zudem, dass die Messpflicht in der Praxis flexibel gehandhabt werde. Beispielsweise müssten in einem Kanton nur jene Anlagen gemessen werden, die älter als 10 Jahre seien und noch nicht automatisch betrieben würden. In einem anderen Kanton würden flexiblere Messpraktiken für Anlagen zwischen 70 und 500 kW angewandt, wobei sich das Messintervall nach der Güte der Anlage richte.

Ein Befragter betont, dass eine flächendeckende Auswertung der Messungen notwendig sei. Dies würde es erlauben, den gegenwärtigen Stand des Anlagenparks zu bestimmen und datengestützt zu beurteilen, wie die Anforderungen an die Messpflicht gelockert werden könnten.

### Kaminempfehlungen des BAFU

Die Kaminempfehlungen des BAFU werden nur von einem Befragten als Hemmnis genannt. In konkreten Fällen habe die Anforderung, dass der Kamin den First überragen müsse, zur Prüfung anderer Systeme wie Wärmepumpen geführt. Die Notwendigkeit, bei Umstellung auf Holzenergie einen neuen Kamin zu bauen, sei in manchen Fällen abschreckend. Auch werde der kantonale Handlungsspielraum unzureichend genutzt.

Im Gegensatz dazu betont ein Befragter die Notwendigkeit der korrekten Umsetzung der Kaminempfehlung. Gerade bei grösseren Anlagen habe die Platzierung und die Höhe des Kamins grosse Auswirkungen darauf, wie die Anlage wahrgenommen werde und somit auf das Image der Holzenergie an sich.

### 4.3.3 Massnahmenvorschläge der Befragten

Zur Reduktion der Hemmnisse im Zusammenhang mit der Luftreinhaltung schlagen die Befragten folgende Massnahmen vor:

#### **Wahl geeigneter Anlagen**

Mehrere Befragte betonen, die Wahl einer adäquaten Technologie sei sehr wichtig, um die Hemmnisse mit Bezug zur LRV zu vermeiden. Beispielsweise würden Pelletfeuerungen dank der hohen Wirkungsgrade und der niedrigen Emissionen die Einhaltung von Grenzwerten erleichtern. Beim Ersatz bestehender Anlagen könne dadurch auch das teilweise durch die Speicherpflicht auftretende Platzproblem umgangen werden. Dieser Ansatz könnte auch auf die Kombination verschiedener Technologien ausgedehnt werden. Beispielsweise könnten durch eine intelligente Kombination von Wärmepumpen und Holzkesseln je nach optimalem Einsatzzweck viele der im Zusammenhang mit der LRV erwähnten Probleme vermieden werden.

Im Kanton Zürich wird laut einem Befragten ein Schwerpunkt auf die Entwicklung des Anlagenparks in Richtung grosser, effizienter und emissionsarmer Wärmeerzeuger gelegt. Insbesondere in dicht besiedelten Gegenden seien emissionsarme Grossanlagen zahlreichen Einzelfeuerungen vorzuziehen. Entsprechend gelte es bei Sanierung kleinerer Holzenergieanlagen zu prüfen, ob ein Anschluss an ein Fernwärmenetz sinnvoll wäre. Auf diese Weise könne die Brennstoffnutzung auf grössere Anlagen verlagert werden.

#### **Kommunikation**

Das teilweise unberechtigte Imageproblem aufgrund von Feinstaubemissionen stellt ein zentrales Hemmnis für die Entwicklung der Holzenergie dar. Es ist eng mit der technologischen Entwicklung und den lufthygienischen Massnahmen der LRV verknüpft. Der Hauptansatzpunkt zur Überwindung beruht laut Aussagen der Befragten in einer Verbesserung der Kommunikation. Zum einen sollte im Rahmen einer Imagekampagne generell über die verschiedenen Vorzüge der Holzenergie informiert werden. Neben dem Aufklärungsbedarf betreffend den Stand der Technik zur Luftreinhaltung sollte auch die Bedeutung der Holzenergie für die Energie- und Klimapolitik sowie die positiven Bezüge zur Wald- und Forstwirtschaft hervorgehoben werden. Zum anderen sollte bei einem konkreten Holzenergieprojekt die interessierte und die betroffene Bevölkerung frühzeitig über den aktuellen Stand der Technik bezüglich der Feinstaubbelastung aufgeklärt werden.<sup>31</sup>

#### **Harmonisierung kantonaler Bestimmungen**

In Hinblick auf die fehlende Harmonisierung kantonaler Bestimmungen wird von mehreren Befragten eine einheitliche Regelung gefordert. Beispielsweise könnte die LRV durch einheitliche Zusatzbestimmungen für kantonale Massnahmenpläne betreffend relevante Gebiete ergänzt werden. Zusätzlich schlägt ein Befragter eine europaweite Anpassung der Regelungen vor, insbesondere zur Vereinheitlichung des Vertriebs standardisierter Holzfeuerungen.<sup>32</sup>

---

31 Weitere Überlegungen zur Verbesserung des Images der Holzenergie durch Kommunikationsmassnahmen finden sich im Kapitel zum Beschwerderecht (Kapitel 4.5).

32 Nach Angaben des BAFU gelten für das Inverkehrbringen serienmässig hergestellter Einzelraumfeuerungen ab 2022 die europäischen Vorschriften (für Holzheizkessel bereits seit 2020).

Ein Befragter betont die Notwendigkeit strengerer Massnahmen in dichtbesiedelten Gegenden aus luft-hygienischen Gründen. Die Harmonisierung des Vollzuges durch die Kantone sei laufende Aufgabe des Cerc'l'Air. Die bereits veröffentlichten Vollzugshilfen würden die Umsetzung der LRV beschreiben und entsprechende Standards und Ansätze definieren (Cerc'l'Air 2020). Der Veröffentlichung dieser Vollzugshilfe sei die detaillierte Vernehmlassung durch die Kantone vorausgegangen, sodass sie eine gute Ausgangslage für die weitere Harmonisierung darstellen würden.

### **Flexiblere Ausschöpfung des Handlungsspielraums im Vollzug durch die Kantone**

Viele Befragte fordern, dass die Kantone ihren Handlungsspielraum im Vollzug flexibler nutzen. Dies betrifft insbesondere die Regelungen der Sanierungsfristen, der Speichergrösse und der Staubabscheiderverfügbarkeit sowie den Vollzug der kantonalen Massnahmenpläne:

- Mehrere Befragte fordern eine grössere Flexibilität bei der Gestaltung der Sanierungsfristen. Die Fristen sollten verlängert oder zumindest beibehalten werden. Insbesondere sollte auch das Alter der Anlagen berücksichtigt werden. Im Falle gut funktionierender, relativ neuer Anlagen solle die Sanierungsfrist ausgedehnt werden, um einen Ersatz der Anlage zu vermeiden. Dasselbe gelte für Übergangsfristen im Falle neuer Regelungen, die ausreichend Zeit für Forschung und Entwicklung lassen müssten.
- Mehrere Befragte fordern, dass die Kantone ihren Handlungsspielraum beim Vollzug von technischen Vorgaben der LRV im Sinne von flexiblen Lösungen stärker ausschöpfen. Generell wird der Fokus auf technische Vorgaben anstelle der ausschliesslichen Vorgabe von Grenzwerten bemängelt. Damit bestehe die Gefahr, dass das Ziel der Luftreinhaltung aus dem Fokus verschwinde und unnötige Kosten verursacht würden. Zudem sei nicht immer sichergestellt, dass bestimmte technische Vorgaben beispielsweise zur Speichergrösse und zur Staubabscheiderverfügbarkeit) zu den gewünschten Emissionsreduktionen führten. Betreffend den kantonalen Handlungsspielraum wird beispielsweise darauf hingewiesen, dass die Speicherpflicht angepasst werden könne, sofern der adäquate Betrieb der Anlage in anderer Form sichergestellt sei. So könnte bei Einhaltung der erlaubten Anzahl der Anlagenstarts, der minimalen Feuerbetriebsdauer sowie der Einhaltung der Staubabscheiderverfügbarkeit ein kleinerer Speicher zugelassen werden. Eine konsequente Umsetzung dieser Option in allen Kantonen könnte eine möglicherweise effektive Massnahme sein.
- Obwohl die Befragten die Notwendigkeit tieferer Grenzwerte in den Massnahmengengebieten in der Regel nicht anzweifeln, solle gerade hier der Spielraum durch flexiblere Lösungen stärker ausgeschöpft werden, etwa bei der Messung von nur geringfügig zu hohen Emissionen.

Ein Befragter geht einen Schritt weiter und fordert eine Abschwächung gewisser technischer Vorgaben (z.B. ein tieferer Wert für die Staubabscheiderverfügbarkeit von z.B. 75 Prozent) und die Abschaffung gewisser kantonalen Zusatzregelungen. Beispielsweise habe die Holzenergiebranche in einem Kanton einen politischen Vorstoss einreichen lassen, der verlangt habe, die Speicherpflicht für Pelletheizungen unter 70 kW aufzuheben.

### **Flexiblere Auslegung der Messpflicht für kleinere Anlagen**

Die Messpflicht für kleinere Anlagen wird teilweise als bedeutender Kostenfaktor und damit als Hemmnis zur Umsetzung von Holzenergieprojekten genannt. Laut verschiedenen Befragten wäre die flexiblere Auslegung der Anforderungen denkbar und würde in einzelnen Fällen auf Kantonsebene bereits durchgeführt:

- Ein Befragter schlägt vor, dass die Messungen nach 2–3 Jahren ausgewertet würden. Sofern nur ein kleiner Teil der gemessenen Anlagen die Grenzwerte überschreite, solle die Messpflicht für alle Anlagen gelockert werden.
- Verschiedene Befragte weisen darauf hin, dass durch die zunehmende Automatisierung der Anlagen und die entsprechenden Möglichkeiten zur Datenerfassung die Messungen zukünftig reduziert oder gar vermieden werden könnten. Betreibende kleiner und mittlerer Anlagen sollten motiviert, unterstützt und gefördert werden, den Anlagenbetrieb auf Grundlage dieser Daten stärker und kontinuierlich zu überwachen. Bei grossen Anlagen würde dies ohnehin bereits umgesetzt.
- Eine weitere Möglichkeit sei die vermehrte Kontrolle der Asche, die ebenfalls Rückschlüsse auf allfällige Fehler im Betrieb zuliesse. Laut einem Experten ist die Zuständigkeit bei der Durchführung nicht abschliessend geklärt, weil diese Kontrolle sowohl durch die Feuerungskontrolle als auch durch einen Kaminfeger durchgeführt werden könnte.
- Im Kanton Zürich bestehe bei Anlagen zwischen 70 und 500 kW die Möglichkeit, die Anzahl der Starts sowie die Staubabscheiderverfügbarkeit periodisch zu kontrollieren. Sofern sich diese Werte im akzeptablen Rahmen bewegten, müsse die nachfolgende Abgaskontrolle erst nach 4 statt nach 2 Jahren, wie in dieser Anlagenklasse gemäss kantonalem Massnahmenplan vorgeschrieben, durchgeführt werden. Hingegen würde bei Anlagen mit schlechterer Ausstattung und/oder Betrieb (z.B. weniger zur Verfügung stehende Daten und/oder fehlende Abgasreinigung wie Staubabscheider) das Messintervall auf ein Jahr verkürzt. Dies stelle eine flexible Lösung dar.

### **Möglichst Verzicht auf zukünftige Verschärfungen der LRV**

Mögliche zukünftige Verschärfungen der LRV werden aus verschiedenen Blickwinkeln thematisiert:

- Gemäss mehreren Befragten soll auf zukünftige Verschärfungen der LRV verzichtet werden. Die aktuellen Regelungen sollten für einige Zeit unverändert bleiben. Ein Befragter betont, dass weitere Verschärfungen die Heizenergie deutlich verteuern würden. Dies betreffe die LRV, kantonale Massnahmen und/oder die allfällige Umsetzung der NOx-Bestimmungen der EU-Richtlinie zur «Begrenzung der Emissionen bestimmter Schadstoffe aus mittelgrossen Feuerungsanlagen». In der Einschätzung eines Befragten ist die LRV auf absehbare Zeit abgeschlossen. Es müssten keine weiteren Anforderungen und Verschärfungen erwartet werden. Der Fokus liege auf dem Vollzug.
- Verschiedene Befragte fordern, dass allfällige zukünftige Verschärfungen der LRV nur in enger und frühzeitiger Rücksprache mit der Holzenergiebranche erfolgen dürften. Eine stärkere Einbindung der Branche würde es erlauben, den Stand der Technik besser zu berücksichtigen und für alle Seiten akzeptable Lösungen zu finden.

- Insbesondere befragte Planer und Betreibende grosser Anlagen bemängeln, dass bei der Planung und dem Betrieb kleinerer Anlagen (z.B. Schulgebäuden) immer noch die gleichen Fehler wie vor Jahrzehnten gemacht würden, beispielsweise Fehler bei der Dimensionierung der Anlagen und der Brennstofflagerung (ungenügende Lüftung, zu feuchte Hackschnitzel). Die sich daraus ergebenden Probleme beim Ausbrand und bezüglich Emissionen trügen zum schlechten Image der Holzenergie bei. Entsprechend werden klare und strenge Vorgaben und Kontrollen für kleinere Anlagen inkl. allfälliger Verschärfungen begrüsst. Als mögliche zusätzliche Auflage wird beispielsweise die Probennahme von Hackschnitzeln genannt. Grundsätzlich müsse sichergestellt werden, dass kleinere Feuerungen die Grenzwerte nicht nur am Prüfstand einhielten.

#### 4.3.4 Diskussion

- Wir teilen die Einschätzung der Befragten, dass eine weitgehende Reduktion der Luftschadstoffemissionen von Holzenergieanlagen für den Ausbau der Holzenergie ausserordentlich wichtig ist. Aus lufthygienischer Sicht qualitativ gute Anlagen sowie deren einwandfreier Betrieb sind wichtige Voraussetzungen für ein gutes Image und die Akzeptanz der Holzenergie bei Investierenden, den Bau beauftragenden Personen und Gebäudebesitzenden sowie in der Bevölkerung. Wir teilen auch die Ansicht verschiedener Befragter, dass die Reduktion der Luftschadstoffemissionen insbesondere bei Stückholzfeuerungen (Einzelraumfeuerungen und Gebäudeheizungen) von kleineren Holzenergieanlagen wichtig ist. Erstens verursachen diese Anlagen einen bedeutenden Teil der Emissionen. Zweitens beeinflussen sie über deren Image in der Bevölkerung auch die Einstellung gegenüber grösseren Anlagen (mit Wärmeverbänden) und damit deren Akzeptanz.
- Die Befragten sind sich einig, dass die in den letzten Jahren erzielten Verbesserungen bei den Luftschadstoffemissionen von Holzenergieanlagen vor allem auf die LRV zurückzuführen sind. Die Vorschriften hätten die Qualität und den Betrieb der Anlagen verbessert, deren Emissionen reduziert und – über eine Verbesserung des Images – die Akzeptanz der Holzenergie erhöht. Dies habe wesentlich zu der in den letzten Jahren kontinuierlich erfolgten Zunahme der Holzenergie beigetragen. Anzuführen ist, dass die in der LRV definierten Grenzwerte auch in der Holzenergiebranche weitestgehend unbestritten sind.
- Die von den Befragten genannten Hemmnisse betreffen vor allem Anlagen bis 500 kW, insbesondere bereits bestehende Anlagen. Für Anlagen über 500 kW und neue Anlagen bis 500 kW stellt die Einhaltung der Anforderungen der LRV gemäss einhelliger Ansicht der Befragten in der Regel keine Schwierigkeit dar. Damit sind die genannten Hemmnisse für die zur verstärkten Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials primär erforderlichen neuen automatischen Holzenergieanlagen für Fernwärme, Prozesswärme und WKK wenig relevant. Am bedeutendsten scheint uns das nach wie vor bestehende Imageproblem der Holzenergie im Zusammenhang mit den Feinstaubemissionen zu sein. Erstens besteht weiterer Aufklärungsbedarf betreffend den technologischen Fortschritt und die Feinstaubemissionen grosser automatischer Holzfeuerungen. Zweitens sollten die Emissionen kleinerer Anlagen (insbesondere von Stückholzfeuerungen) reduziert werden, um zu vermeiden, dass deren teilweise schlechtes Image auch die Akzeptanz von grösseren Anlagen in Abstimmungen und/oder über Beschwerden infrage stellt. Entsprechend unterstützen wir die Vorschläge der Befragten zur Verbesserung der Kommunikation (Imagekampagnen und projektspezifische Aufklärungsarbeit).

- Bei den kleineren Anlagen (bis 500 kW) führen die technischen Vorschriften der LRV gemäss den Befragten teilweise zu Mehrkosten und zu einer Verschlechterung der Wirtschaftlichkeit. Die Befragten berichten von Fällen, in denen diese Mehrkosten die Anlage verhindert habe. In welchem Ausmass Anlagen aus diesem Grund nicht realisiert wurden, ist jedoch nicht bekannt. Die Mehrkosten von technischen Vorschriften sind jedoch anhand folgender Überlegungen zu relativieren:
- Erstens tragen die technischen Vorschriften zu einer bedeutenden Reduktion der Schadstoffemissionen und der damit verbundenen Folgekosten bei. Neben den bereits erzielten Erfolgen bestätigt eine Untersuchung (INFRAS 2017), dass von den in der letzten LRV-Revision ergriffenen Massnahmen weitere teilweise bedeutende Emissionsreduktionen zu erwarten sind. Eine besonders grosse Wirkung wird von der periodischen Messpflicht für Anlagen bis 70 kW (Annahme: Messungen alle 2 Jahre) und den damit verbundenen Betriebsoptimierungen und Sanierungen erwartet. Angesichts dieses Nutzens scheinen uns die Kosten je Messung von CHF 300–400 alle 4 Jahre (gemäss LRV) tragbar. Zudem gehen wir nicht davon aus, dass diese Kosten die Wirtschaftlichkeit und die Konkurrenzfähigkeit der Anlagen bis 70 kW massgeblich verschlechtern. Die Vorgaben zur Speichergrosse und zur Verfügbarkeit von Staubabscheidesystemen reduzieren die Starts bei Holzfeuerungen und damit die Dauer emissionsintensiver Betriebsphasen. In Bezug auf die Effizienz (Vergleich von Kosten und Nutzen) schneiden die periodischen Messungen und die Staubabscheiderverfügbarkeit besonders gut ab. Wie erwähnt tragen die (technischen) Verbesserungen bei kleineren Anlagen auch zur Verbesserung des Images der Holzenergie bei. Dies ist auch für die Realisierung von neuen grösseren Anlagen wichtig.
- Zweitens weisen die Befragten darauf hin, dass die Einhaltung der LRV-Vorschriften durch die Wahl der Holzenergieanlagen und deren Betrieb (inkl. Brennstoff) massgebend beeinflusst werden kann. Die Gebäudebesitzenden und die PlanerInnen können mit der Wahl effizienter und emissionsarmer Technologien (z.B. Pelletheizungen), qualitativ guter Feuerungen und Brennstoffe sowie allenfalls den Anschluss an einen Holzwärmeverbund allfällige durch technische Vorschriften verursachte Hemmnisse weitgehend reduzieren.

Aus den oben genannten Gründen würden wir in Übereinstimmung mit den meisten Befragten an den technischen Vorschriften der LRV festhalten. Der von verschiedenen Befragten vorgeschlagenen Flexibilisierung der Auslegung der Messpflicht für kleinere Anlagen stehen wir skeptisch gegenüber. Erstens finden wir eine regelmässige Messung der Anlagen bis 70 kW aus lufthygienischen Gründen wichtig und vertretbar. Zweitens bestehen bei diesen Anlagen kaum Möglichkeiten zur Beurteilung des Betriebs anhand einer automatischen Anlagenüberwachung mit Datenaufzeichnung und einer entsprechenden Flexibilisierung des Vollzugs. Diese Möglichkeiten der automatischen Datenauswertung dürften vor allem für Anlagen über 70 kW bestehen. Die Messpflicht für Anlagen zwischen 70 kW und 500 kW stellt unseres Erachtens jedoch kein relevantes Hemmnis dar. Diese Einschätzung wird auch durch die Befragten gestützt, die sich bei der Messpflicht als mögliches Hemmnis vor allem auf Anlagen bis 70 kW beziehen.

Die weiteren von den Befragten genannten Hemmnisse beurteilen wir wie folgt:

- Wir teilen die Einschätzung von mehreren Befragten, dass sich die unterschiedlichen kantonalen Bestimmungen auf verschiedene Betroffene (Hersteller/Lieferanten, PlanerInnen, Investierende etc.) hemmend auswirken können und – unter Beibehaltung eines föderalen Vollzugs der LRV – möglichst harmonisiert werden sollten. Da entsprechende Arbeiten im Rahmen des Cercl’Air laufen und bereits verschiedene Empfehlungen (bzw. Vollzugshilfen)

erarbeitet wurden, sehen wir zurzeit keinen weiteren Handlungsbedarf. Zu berücksichtigen ist auch, dass die Umsetzung der neuen LRV-Bestimmungen und die Etablierung einer entsprechenden Vollzugspraxis eine gewisse Zeit erfordert.

- Wir finden es richtig, dass die Kantone ihren Handlungsspielraum im Vollzug der LRV (z.B. bei der Speicherpflicht und der Staubabscheiderverfügbarkeit) im Sinne eines flexiblen Vollzugs sowie tragbarer Kosten für die Gebäudebesitzenden im Einzelfall angemessen ausschöpfen. Da die entsprechenden Hemmnisse vor allem kleinere (bis 500 kW) bestehende Holzenergieanlagen betreffen, erachten wir eine noch stärkere Ausschöpfung des kantonalen Handlungsspielraums zur Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials als wenig relevant.
- Ein genereller Verzicht auf zukünftige Verschärfungen der LRV «während einiger Zeit» – sei es in der LRV, den kantonalen Massnahmenplänen oder aufgrund von internationalen Regelungen – würde unseres Erachtens kaum den Absichten des Gesetzgebers entsprechen. Zudem dürfte in nächster Zeit die Verbesserung des Vollzugs der LRV, nicht jedoch deren Verschärfung im Vordergrund stehen. Wir teilen jedoch die Forderung, dass bei allfälligen Verschärfungen die betroffenen Akteure (insbesondere die Holzenergiebranche) möglichst frühzeitig und angemessen miteinbezogen werden sollten.

## 4.4 Raumplanungsrecht

Nachfolgende Ausführungen beziehen sich vor allem auf die Realisierung von Holzenergieanlagen in Landwirtschaftszonen. Sollen Holzenergieanlagen in einer Bauzone errichtet werden, kommt das «reguläre» Baubewilligungsverfahren zum Zuge (BFE 2013). Die Hemmnisse im Zusammenhang mit dem regulären Bewilligungsverfahren bzw. dem Beschwerderecht folgt in Kapitel 4.5). Ergänzend werden die Hemmnisse im Zusammenhang mit Durchleitungsrechten und die Förderung von Wärmeverbänden durch eine vermehrte Gebietsausscheidung für Fernwärmegebiete in kantonalen Richtplänen und kommunalen Energieplanungen diskutiert.

### 4.4.1 Ausgangslage

Gemäss dem Raumplanungsrecht bestimmen die Kantone über Richt- und Nutzungspläne über die zulässige Nutzung des Bodens. Dabei unterscheiden sie insbesondere zwischen Bau-, Landwirtschafts- und Schutzzonen (vgl. Art. 14 RPG). Für die Errichtung oder die Änderungen von Bauten und Anlagen wird eine behördliche Bewilligung benötigt. Landwirtschaftszonen, wie sie in Art. 16 RPG definiert werden, sind von Überbauungen freizuhalten.

Gemäss Art. 16a Abs. 1bis RPG ist die zonenkonforme Bewilligung von Anlagen zur Energiegewinnung aus Biomasse ausnahmsweise möglich, wenn die Biomasse einen engen Bezug zur Landwirtschaft und zum Standortbetrieb aufweist. Die zulässigen Bauten und Anlagen zur Energiegewinnung aus Biomasse sind in Art. 34a RPV definiert und müssen die gesetzlichen Voraussetzungen gemäss Art. 16a Abs 1bis RPG einhalten. Neben Holz-WKK-Anlagen (inkl. Leitungen, geregelt in Art. 34a Abs. 1 RPV) sind gemäss Art. 34a Abs. 2 RPV auch Holzenergieanlagen zur Wärmeproduktion sowie deren Verteilung zulässig, sofern insbesondere die notwendigen Installationen in bestehenden, landwirtschaftlich nicht mehr benötigten Bauten innerhalb des Hofbereichs des Standortbetriebs untergebracht sind. Die Brennstoffe müssen von Landwirtschaftsbetrieben innerhalb eines bestimmten Umkreises stammen.

Zudem muss sich die Holzenergieanlage dem Landwirtschaftsbetrieb unterordnen und einen Beitrag leisten, dass die erneuerbaren Energien effizient genutzt werden (Art. 34 Abs. 2 und 3 RPV).<sup>33</sup>

Die Durchleitung von Wärme- und/oder Strom aus Holzenergieanlagen (z.B. einer Anlage in einer Bauzone zu Wärmeabnehmern in einem Siedlungsgebiet) fällt nicht unter Art. 16a RPG (bzw. Art. 34a RPV). Massgeblich dafür ist Art. 24 RPG (Ausnahmen für Bauten und Anlagen ausserhalb der Bauzonen). Gemäss dieser Bestimmung können Bewilligungen erteilt werden, Bauten und Anlagen zu errichten oder ihren Zweck zu ändern, wenn der Zweck der Bauten und Anlagen einen Standort ausserhalb der Bauzonen erfordert und keine überwiegenden Interessen entgegenstehen.<sup>34</sup> Dabei werden gemäss bundesgerichtlicher Rechtsprechung stark einschränkend Anforderungen gestellt. Die Interessensabwägung umfasst auch eine Optimierungspflicht. Gemäss Angaben der Befragten sehen die Bewilligungsbehörden ausserhalb der Bauzonen – über die Grenzen von Art. 16a RPV und Art. 34 a RPV hinaus – für Leitungen für aus Holz produzierter Wärme in der Regel keine genügend triftigen Gründe. Wo die energieeffizienteste Art der Wärmeverteilung (in Bauzonen erzeugt und zur Nutzung in Bauzonen bestimmt) punktuell Nichtbaugebiete queren müsste, kann helfen, wenn diese Linienführung im Rahmen der Nutzungsplanung so vorgesehen wird. Für eine Nutzungsplanänderung muss in der Regel ein Antrag an die Gemeinde gestellt werden. Der Beschluss über die Nutzungsplanänderung – im Rahmen der Vorgaben des Bundesrechts und des Kantons – wird meist von der Gemeindeversammlung oder dem Gemeindeparlament gefasst (BFE 2013). Nach Angaben eines Mitglieds der Begleitgruppe besteht auf kantonaler Ebene zudem die Möglichkeit der Schaffung von Sonderzonen nach Art. 18 RPG. Hierfür sei allerdings der Nachweis erforderlich, dass und warum eine Heizzentrale nicht in einer Bauzone möglich sei.

Zusätzlich zu den raumplanerischen Bestimmungen betreffend den Bau von Holzenergieanlagen in Landwirtschaftszonen werden auch die Durchleitungsrechte sowie die damit verbundenen Gebühren und Entschädigungen als Hemmnisse genannt. Gemäss Art 691 ZGB ist jeder private Grundeigentümer verpflichtet, die Durchleitung von Röhren und Leitungen zur Versorgung und Entsorgung gegen volle Entschädigung zu gestatten. Die Verlegung von Leitungen auf öffentlichem Grund ist auf kantonaler und kommunaler Ebene geregelt (überwiegend in den jeweiligen Strassengesetzen). Je nach Kanton sind für die Verlegung von Wärmeleitungen Konzessionen oder Bewilligungen mit entsprechenden Gebühren erforderlich (PLANAR und Eco-sens 2016). Die Rolle der Durchleitungsrechte hängt insbesondere von der Art der Trassenführung ab: Bei einer Haus-zu-Haus-Trassenführung kommt es zur Verlegung von Rohren auf Privatgrundstücken, um weitere Abnehmer zu erreichen. Dies ist bei Standard-Trassenführung (separater Anschluss der Verbraucher an die Hauptleitung in der Strasse) offenbar nur in Ausnahmefällen der Fall (QM Fernwärme 2018).

---

33 Gemäss Rechtsprechung des Bundesgerichts (vgl. BGE 1C\_321/2019) kann für eine zonenkonform geplante Anlage (in konkretem Fall eine Biogasanlage) eine Planungspflicht erforderlich sein, wenn sie Auswirkungen entfaltet, die nur in einem Planungsverfahren – nicht jedoch in einem Baubewilligungsverfahren – angemessen erfasst werden kann. Sinngemäss dürfte dieser Entscheid auch bei grossen zonenkonform geplanten Holzenergieanlagen mit Pflicht zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) zum Tragen kommen.

34 Bauten und Anlagen, für die eine UVP vorgeschrieben ist, unterliegen i.d.R. gemäss Rechtsprechung des Bundesgerichts der Planungspflicht und können demzufolge nicht nach Art. 24 RPG bewilligt werden (vgl. BFE 2013).

#### 4.4.2 Hemmnisse aus Sicht der Befragten

Gemäss einigen Befragten stellt das Raumplanungsrecht mit Bezug zu den Regelungen betreffend Anlagen und Leitungen in Landwirtschaftszonen ein wichtiges Hemmnis für die Entwicklung von Fernwärmeprojekten dar. Die Problematik ergebe sich vor allem aus der Nichtbewilligung der Verlegung von Rohren auf landwirtschaftlichen Flächen. Dies könne etwa relevant sein, wenn zwei Siedlungsgebiete im ländlichen Umfeld durch dieselbe Holzenergieanlage versorgt werden sollen bzw. die Anlage räumlich getrennt von den Wärmeabnehmern ist. Während in vielen Fällen die Verlegung in Kantonsstrassen bzw. die Durchleitung über verschiedene Grundstücke technisch machbare Alternativen darstellten, wären die Kosten in diesem Fall um ein Vielfaches höher. Ein Befragter vermutet, dass das Raumplanungsrecht kaum je einer besonders effizienten Lösung entgegenstehen werde. Schwierigkeiten bereite, wenn Anlagenteile aus Kostengründen ausserhalb der Bauzonen erstellt werden sollen oder wenn Widerstände innerhalb der Bauzonen durch ein Ausweichen ins Nichtbauggebiet umgangen werden sollen. Sollten mehrere Ortschaften an ein einziges Fernwärmenetz angeschlossen werden, sollte das «Layout» des Netzes und die rechtlichen Rahmenbedingungen sorgfältig geplant werden. Falls für Anlagen, die auf ihre Lebensdauer energetisch optimiert geplant würden, Nichtbauggebiet durchquert werden müsse, dürfte das Raumplanungsrecht dies kaum je verhindern. Die Relevanz des Hemmnisses einer Nichtbewilligung einer Durchleitung von Wärme über Landwirtschaftsgebiet hängt gemäss den Angaben mehrerer Befragter und Rückmeldungen von Mitgliedern der Begleitgruppe auch massgebend von der Vollzugspraxis der Kantone ab. Während einzelne Kantone eine vergleichsweise restriktive Bewilligungspraxis verfolgten, was zur Verhinderung konkreter Holzenergieprojekte geführt habe, würden in anderen Kantonen viele Ausnahmegewilligungen erteilt.

Zusätzlich zu Verlegung von Rohren würden die gesetzlichen Anforderungen bei der zonenkonformen Errichtung von Holzenergieanlagen in Landwirtschaftsgebieten hemmend wirken. Laut einem Befragten scheiterten Projekte in der Vergangenheit beispielsweise an der Auflage, dass 50 Prozent des Holzbedarfs aus dem eigenen Wald gedeckt werden müssten. Zudem wird auch die Anforderung, dass sich die ganze Anlage dem Landwirtschaftsbetrieb unterordnen muss, als Hemmnis genannt (vgl. Ökostrom 2020). Ein Mitglied der Begleitgruppe bestätigt, dass in der Landwirtschaftszone – mit Ausnahme eines kleinen Spielraums für Landwirtschaftsbetriebe – keine Heizzentralen gebaut würden. Gemäss einem Befragten könnte eine Lockerung der Anforderungen an Holzenergieanlagen (v.a. Übernahme eines bestehenden Gebäudes und Verfeuerung von Holz aus der Region) zu einigen zusätzlichen Anlagen führen.

Gemäss der Mehrheit der Befragten wirken sich die raumplanerischen Hemmnisse in der Planungsphase aus und könnten bereits im frühen Planungsverlauf Projekte verhindern. Von den raumplanerischen Regelungen betreffend Landwirtschaftsgebiete seien vor allem kleinere Wärmeverbünde betroffen, wie sie oft im ländlichen Umfeld zu finden seien. Zudem würden Entscheidungen mit Bezug zum Raumplanungsrecht oft auf Gemeindeebene getroffen und seien teilweise intransparent. Gemäss einem Befragten hat das Scheitern von Projekten aus raumplanerischen Gründen auch eine abschreckende Wirkung, sodass keine weiteren Projekte in der Region folgen würden. Demgegenüber ist ein Befragter eher der Meinung, dass bei der Standortsuche falsche Prioritäten gesetzt würden. Anstatt – zusammen mit dem Gemeinwesen – Standorte vorzugsweise bei zentral gelegenen öffentlichen Bauten und Anlagen zu suchen und von dort aus das Baugebiet mit möglichst kompakten Leitungen zu versorgen, werde nach Gründen gesucht, um die Heizzentrale im Nichtbauggebiet erstellen zu können.

Gemäss den Befragten hängt die Relevanz der raumplanerischen Hemmnisse von verschiedenen Faktoren ab.

Gemäss verschiedenen Befragten stellt zudem das Durchleitungsrecht einen kostentreibenden Faktor dar. In manchen Fällen erhöhen Gemeinden hohe Durchleitungsgebühren, die etwa bei Gasleitungen nicht anfallen würden. Eine Gleichstellung bzw. eine grundsätzliche Abschaffung dieser Gebühren könnten dieses Hemmnis beseitigen. Auf Privatgrundstücken würde das Durchleitungsrecht laut einem Befragten häufig im Anschlussvertrag geregelt. Diesbezügliche Probleme ergäben sich somit eher bei Grundstücken, deren Besitzende keine Kundinnen oder Kunden seien. Zudem sei die Belegung des Bodens auf Privatgrundstücken häufig nicht hinreichend dokumentiert. Entsprechend könnten bei bestehenden Leitungen, die erst im Verlauf der Arbeiten zutage träten, bedeutende Mehrkosten entstehen. Aus diesem Grund würden Privatgrundstücke häufig umgangen, ebenfalls unter Inkaufnahme von Mehrkosten.

Betreffend das Potenzial an zusätzlicher Holzenergienutzung durch einen Abbau raumplanerischer Hemmnisse gehen die Einschätzungen auseinander. Laut einem Befragten betreffen das Durchleitungsrecht und die Erstellung von Anlagen in Landwirtschaftszonen mit Lieferung der Energie in Siedlungsgebiete lediglich Nischen mit nicht sehr grossem Potenzial. Laut einer Gegenmeinung könnte hingegen eine Vereinfachung des Baus von Leitungen aus Landwirtschaftsgebieten in Siedlungsgebiete eine bedeutende Wirkung haben. Insbesondere könnten Landwirtschaftsbetriebe, die ohnehin Holzenergieanlagen zur Eigennutzung bauen würden, mit geringem Mehraufwand einen grösseren Kessel installieren und weiter entfernte Abnehmende versorgen. Gemäss Ökostrom Schweiz (2020) ist das ungenutzte Energiepotenzial in der Landwirtschaft sehr gross. Rund 25 Prozent des Waldes sei im Besitz der Landwirtschaft. Zudem würde von vielen Gemeinden gewünscht, dass Biogas- und Holzenergieanlagen auf Landwirtschaftsbetrieben, die sich in der Nähe von Bauzonen befänden, gebaut würden. Verschiedene Befragte weisen darauf hin, dass der Ausbau der Holzenergienutzung in Landwirtschaftsgebieten auch in weiterer Hinsicht positiv ist, selbst wenn die Wärme über längere Leitungen in urbane Gebiete transportiert wird. So werden auf diese Weise die Standortsuche vereinfacht, das Beschwerderisiko wegen Lastverkehr reduziert, Massnahmenggebiete mit strengerer Auslegung der LRV vermieden und je nach direkter Umgebung eine bessere Ressourcenverfügbarkeit der Brennstoffe gewährleistet. Zudem wird betont, dass für Landwirtschaftsbetriebe eine verstärkte direkte Nutzung von Holzenergie auf ihrem Grund sinnvoll wäre, weil sie oftmals bereits über einen Grossteil der Infrastruktur für die Brennholzlogistik verfügen würden. Dem wird von Seiten der Raumplanung entgegengehalten, dass dies nicht genügen könne, um Anlagen mit höheren Leitungsverlusten auch noch mit Privilegien beim Bauen ausserhalb der Bauzonen zu fördern. Die Heizanlagen gehörten in die Nähe des Verbrauchschwerpunkts, regelmässig in Bauzonen, von wo aus eine höhere Energieeffizienz gegeben sei.

#### 4.4.3 Massnahmenvorschläge der Befragten

Die Befragten nennen folgende Massnahmen zur Reduktion der Hemmnisse aufgrund des Raumplanungsrechts:

- **Anpassung der Vorschriften im Raumplanungsrecht:** Mehrere Befragte erachten eine Anpassung der Vorschriften im Raumplanungsrecht als wirksamste Möglichkeit zur Unterstützung der Entwicklung von Wärmeverbänden im ländlichen Raum. Wichtig sei insbesondere eine Vereinfachung des Baus von Leitungen durch Landwirtschaftsgebiete in Siedlungsgebiete. Neben einer zusätzlichen Ausschöpfung des Potenzials der

Holzenergienutzung wird geltend gemacht, dass Fernwärmeleitungen nicht zu optischen oder funktionalen Einschränkungen in den Landwirtschaftszonen führten. Gemäss einem Mitglied der Begleitgruppe könnte geprüft werden, ob die Anforderungen an die zonenkonforme Bewilligung von Holzenergieanlagen gemäss Art. 16a RPG reduziert und die Bewilligung von Leitungen durch Landwirtschaftsgebiet vereinfacht werden könnte.

- **Massnahmen der Nutzungsplanung:** Gemäss einem Befragten wird in einem Kanton in Zusammenarbeit mit den kantonalen Behörden generell versucht, Hemmnisse mit Bezug zur Raumplanung durch Massnahmen der Nutzungsplanung zu lösen. Eine flexible Ausschöpfung dieser Möglichkeit zusammen mit der Umsetzung der Mehrwertabgabe<sup>35</sup> wird von einem weiteren der Befragten auch für andere Kantone gefordert.
- **Vereinfachung der Durchleitung:** Ein Befragter schlägt die generelle Abschaffung von Durchleitungsgebühren für Infrastruktur zur Verteilung von Wärme aus erneuerbaren Quellen vor. Für die Verlegung von Gasleitungen würden auch keine Gebühren erhoben. Dies betreffe sowohl Landwirtschaftsgebiete als auch dichtbesiedelte Gegenden. Ein weiterer Experte argumentiert, dass Wärmenetze als Verteilinfrastruktur mit hohem Nutzen für die Allgemeinheit, beispielsweise den Anlagen zur Wasserversorgung und -aufbereitung, gleichgestellt sein sollten. Durch diesen höheren Status könnten viele Hemmnisse beseitigt werden.
- **Energieplanung und Anschlusspflicht:** Mehrere Befragte betonen, dass kantonale Richtpläne und kommunale Energieplanungen die möglichen Optionen der räumlichen Auslegung von Wärmeverbänden definieren und damit diesbezüglich Klarheit schaffen könnten. Aktuell würden in zu wenigen Fällen Gebietsausscheidungen für die Fernwärmeversorgung erstellt. Die Energieplanung der Gemeinden sei in der kommunalen Nutzungsplanung zu berücksichtigen. Ein Befragter betont, dass die prioritäre Umsetzung von Wärmeverteilnetzen besonders dann zentral sei, wenn in Gebieten mit hoher Wärmeverbrauchsichte keine zukünftige Absenkung des Wärmebedarfs zu erwarten sei. Zudem schlagen verschiedene Befragte die vermehrte Einführung einer Anschlusspflicht im Rahmen der Energieplanung vor. Laut einem Befragten ist die rechtliche Umsetzbarkeit einer bestehenden Anschlusspflicht jedoch nicht immer gegeben. Dies müsse ebenfalls verbessert werden.

#### 4.4.4 Diskussion

Die Ergebnisse der Befragung deuten darauf hin, dass die Holzenergienutzung durch Landwirtschaftsbetriebe durch den Abbau von raumplanerischen Hemmnissen weiter ausgebaut werden könnte. Insbesondere könnten Landwirtschaftsbetriebe, die bereits über Holzenergieanlagen verfügen oder Anlagen zur Eigennutzung errichten wollen, ihre Anlagen mit vergleichsweise geringem Mehraufwand ausbauen, um weitere Abnehmende zu versorgen. Dadurch könnte das Potenzial an kleineren Wärmeverbänden in Nähe von Siedlungsgebieten besser ausgeschöpft werden. Aufgrund der Befragung gehen wir davon aus, dass das entsprechende Potenzial insbesondere in landwirtschaftlich ausgerichteten Kantonen eine gewisse Bedeutung aufweist. Zum einen wurden mehrere Fälle berichtet, in denen wegen raumplanerischer Hemmnisse auf geplante Holzenergieprojekte in Landwirtschaftszonen verzichtet wurde. Zum anderen könnte es bei einem Abbau raumplanerischer Hemmnisse für einige Landwirtschaftsbetriebe interessant sein, bestehende Holzenergieanlagen auszubauen oder grössere Anlagen

---

<sup>35</sup> Wenn Landwirtschaftsflächen bei Umzonungen zu Bauland an Wert gewinnen, muss als Ausgleich eine bis zu 20% hohe Abgabe entrichtet werden (vgl. <https://www.are.admin.ch/mehrwertabgabe>).

zu planen. Umstritten ist jedoch, wie effizient dies wäre und wie gross das Potenzial eines Ausbaus der Holzenergienutzung in Landwirtschaftsgebieten ist. Während einzelne Befragte nur in Einzelfällen ein Potenzial für einen zweckmässigen und effizienten Ausbau sehen, schätzen andere Befragte das Potenzial als grösser ein.

Die Befragung zeigt, dass ein wesentliches raumplanerisches Hemmnis zum Ausbau der Holzenergienutzung in Landwirtschaftszonen durch Wärmeverbände die gesetzlichen Anforderungen zum zonenkonformen Bau bzw. zur Erweiterung von Energieholzanlagen auf Landwirtschaftsgebiet sind, insbesondere, dass mindestens die Hälfte des Holzes vom Standortbetrieb oder von Landwirtschaftsbetrieben innerhalb von in der Regel 15 km stammen müssen (vgl. Art. 34a RPV). Ein weiteres Hemmnis sind fehlende Bewilligungen zum Bau von Leitungen durch Landwirtschaftsgebiet, wenn dies nicht einen klaren Effizienzvorteil bringt. Die Durchleitung zu einem Siedlungsgebiet über Landwirtschaftsgebiet ist nur in Ausnahmefällen nach Art. 24 RPG möglich. Dabei werden stark einschränkende Anforderungen gestellt. Diese Regelungen betreffen insbesondere auch die Durchleitung von einer Anlage in der Bauzone über Landwirtschaftsgebiet zu Abnehmenden in einer Bauzone. Fehlt die Bewilligung der Durchleitung über Landwirtschaftsgebiet, müssen die Leitungen entlang von (Kantons-)Strassen gebaut werden, was Holzenergieprojekte wegen teilweise erheblicher Mehrkosten verhindern kann. Die Befragung zeigt jedoch, dass die Praxis zur Gewährung von Ausnahmbewilligungen für Leitungen in der Landwirtschaftszone kantonal unterschiedlich ist. Während in einigen Kantonen Ausnahmbewilligungen restriktiv gehandhabt werden, scheinen andere Kantone vergleichsweise viele Ausnahmbewilligungen zu erteilen. Zweitens können raumplanerische Hemmnisse durch eine gute Planung des Standortes und des Netzes im Sinne einer energieeffizienten Lösung sowie der rechtlichen Rahmenbedingungen umgangen oder reduziert werden. Um die raumplanerischen Hemmnisse zu umgehen, könnten die Projektplanenden in Zusammenarbeit mit den kantonalen und kommunalen Behörden mit erster Priorität einen geeigneten Standort innerhalb der Bauzonen suchen. Falls Teilstücke eines Wärmeverbundnetzes am effizientesten über Nichtbaugebiete führen, könnten Massnahmen der Nutzungsplanung geprüft werden. Betreffend den Ausbau der Holzenergienutzung mit Wärmenetzen in Landwirtschaftsgebieten und den Bedarf an Durchleitungen durch Landwirtschaftszonen in Siedlungsgebiete sollte in einem ersten Schritt unter Berücksichtigung von energie- und klimapolitischen sowie raumplanerischen Überlegungen geklärt werden, wie gross das entsprechende Potenzial ist. Falls sich derartige Anlagen als besonders zweckmässig erweisen und das realisierbare Potenzial nicht nur Einzelfälle betrifft, sondern energie- und klimapolitisch relevant ist, unterstützen wir die Forderung verschiedener Befragter, eine Anpassung der raumplanerischen Vorschriften zu prüfen. Erstens könnte eine Lockerung der Anforderungen an die zonenkonforme Bewilligung des Baus und der Erweiterung von Holzenergieanlagen gemäss Art. 16a RPG und Art. 34a geprüft werden (insbesondere der Anforderungen an die Herkunft des Energieholzes, die Nutzung bestehender Bauten und der Unterordnung der Anlage unter den Landwirtschaftsbetrieb). Zweitens könnte geprüft werden, ob im Rahmen der Ausnahmeregelung gemäss Art. 24 RPG eine Durchleitung unter gewissen Voraussetzungen rechtlich ermöglicht oder die Ausnahmeregelung weniger strikt gehandhabt werden kann.

Ein weiteres Hemmnis für den Ausbau von Wärmeverbänden sind die von den Gemeinden erhobenen Durchleitungsgebühren bei Verteilnetzen. Zu prüfen ist, ob diese Gebühren analog zu den Gasnetzen abgeschafft oder zumindest reduziert werden können. Zudem teilen wir die Einschätzung verschiedener Befragter, dass die vermehrte Gebietsausscheidung für die Fernwärmeversorgung über kantonale Richtpläne und kommunale Energieplanungen (inkl. bedingte Anschlusspflicht von Gebäuden an das Leitungsnetz<sup>36</sup>) den Bau und/oder die Erweiterung von Holzenergieanlagen mit Wärmenetzen unterstützen könnte. Diesbezüglich sind die Kantone und die Gemeinden gefordert. Zu hoffen ist, dass die im totalrevidierten CO<sub>2</sub>-Gesetz vorgesehene finanzielle Förderung der Erarbeitung von regionalen und kommunalen Energieplanungen in Kraft tritt und zu entsprechenden Wirkungen führt. Eine vermehrte Erarbeitung von Energierichtplänen böte auch Synergien mit Bezug zur Standortfindung von grossen Anlagen (siehe Abschnitt 4.8).

## 4.5 Beschwerderecht

### 4.5.1 Ausgangslage

Das Beschwerderecht gegen die Planung, den Bau oder die Änderung von Holzenergieanlagen kann im Rahmen der entsprechenden Bewilligungsverfahren wahrgenommen werden. Gemäss RPG legen die Kantone die Zuständigkeiten und Verfahren betreffend Bauten und Anlagen fest. Zudem müssen sie für alle Verfahren zur Errichtung, Änderung oder Zweckänderung von Bauten und Anlagen Fristen und deren Wirkungen festlegen (vgl. Art. 25a RPG). Die Baubewilligungsverfahren werden auf kantonaler Ebene in den kantonalen Bau- und Planungsgesetzen (BPG) definiert. Über die Baubewilligungen innerhalb von Bauzonen entscheiden meist die Gemeinden (vgl. BFE 2013). Beim Beschwerderecht ist zu unterscheiden zwischen dem sog. Verbandsbeschwerderecht und dem Beschwerderecht von direkt betroffenen Personen:

- Das Umweltschutzgesetzes (USG) ermöglicht beschwerdeberechtigten Organisationen, gegen «Verfügungen der kantonalen Behörden oder der Bundesbehörden über die Planung, Errichtung oder Änderung von Anlagen, für die eine Umweltverträglichkeitsprüfung nach Artikel 10a erforderlich ist» vorzugehen (vgl. Art 55 USG). Dies ist vor allem in jenen Fällen relevant, in denen die mutmasslichen schädlichen Auswirkungen der Anlagen keine Anwohnende, sondern Ökosysteme betreffen. Gemäss Bundesrat<sup>37</sup> nutzen Umweltorganisationen ihr Beschwerderecht bei Energieprojekten mit Mass. Sie könnten keine Projekte verhindern, sondern nur prüfen, ob ein Vorhaben das Umweltrecht einhält. In den Fällen, in denen das Beschwerderecht eingesetzt worden sei, habe es oft zu einer Verbesserung des Vorhabens geführt.

---

36 Vgl. Musterenergievorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE n 2014), Modul 10, Art. 10.4, Abs. 7 (EnDK 2018).

37 Vgl. Antwort des Bundesrats auf die von Nationalrat Hans Rutschmann am 12.4.2011 eingereichte Motion (11.3338) zur Aufhebung des Verbandsbeschwerderechts bei Energieprojekten (<https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefte?AffairId=20113338>).

- Laut verschiedenen Befragten sind in der Praxis jene Beschwerden relevanter, die durch Anwohnende eingereicht werden, die durch den Bau von Holzenergieanlagen Einbussen im Hinblick auf die Luftqualität oder Verkehrszunahme durch Brennstofflieferungen befürchten. In konkreten Fällen wurde der Bau von Holzheizanlagen durch derartige Beschwerden um mehrere Jahre verzögert und schliesslich nach intensivem Austausch der ProjektplanerInnen mit den Beschwerdeführern zurückgezogen (vgl. IB-Murten 2015). Derartige Beschwerden werden erstinstanzlich auf kantonaler Ebene behandelt und richten sich gegen konkrete Beschlüsse wie Baubewilligungen. Beispielsweise legt das Planungs- und Baugesetz des Kantons Zürich in §338a fest, dass «[...] zum Rekurs und zur Beschwerde [...] berechtigt [ist], wer durch die angefochtene Anordnung berührt ist und ein schutzwürdiges Interesse an ihrer Aufhebung oder Änderung hat».

Eine Abschaffung oder Einschränkung des Beschwerderechts dürfte aus staatspolitischen Gründen nicht zur Diskussion stehen. Eine Abschaffung des Verbandsbeschwerderechts wurde vom Schweizer Stimmvolk 2008 klar verworfen. Die von Nationalrat Hans Rutschmann im Jahr 2011 eingereichte Motion (11.3338) zur Aufhebung des Verbandsbeschwerderechts bei Energieprojekten<sup>38</sup> wurde zuerst in eine Motion zur Beschleunigung der Verfahren entsprechender Einsprachen und Beschwerden (inkl. Prüfung der Einführung von Behandlungsfristen) geändert, anschliessend mit Blick auf die Erarbeitung des ersten Massnahmenpakets zur Umsetzung der Energiestrategie 2050 abgeschrieben.

Eine Einschränkung des Beschwerderechts von konkret betroffenen Personen im Rahmen des Baubewilligungsverfahren dürfte aus demokratie- und staatspolitischen Gründen ebenfalls kaum zur Diskussion stehen. Die Beschleunigung des Bewilligungsverfahrens einschliesslich der Bearbeitung von Beschwerden stand in der Vergangenheit jedoch wiederholt auf der politischen Agenda:

- Eine im Jahr 2010 eingereichte Motion<sup>39</sup> für eine Koordinationsgesetzgebung zur Beschleunigung der Bewilligungsverfahren bei Anlagen für erneuerbare Energien wurde vom Bundesrat abgelehnt und von den Räten abgeschrieben. Der Bundesrat räumte ein, dass der Weg hin zur Baubewilligung für einige Technologien kosten- und zeitintensiv sei. Jedoch bestehe der Zweck der Bewilligungsverfahren darin, «neben den energiepolitischen Anliegen auch jene der Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen und der geordneten Besiedlung des Landes [zu berücksichtigen] [...]». Die Möglichkeit der Einflussnahme auf die kantonale Baubewilligungspraxis durch den Bund sei durch Artikel 25a des Raumplanungsgesetzes ausgeschöpft. Dieser regle die Koordination mehrerer Behörden falls «[...] die Errichtung oder die Änderung einer Baute oder Anlage Verfügungen mehrerer Behörden [erfordert]».
- Der Bundesrat gab aufgrund einer im Jahr 2009 eingereichten Motion<sup>40</sup> eine Untersuchung der hauptsächlichen Verzögerungsgründe von Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen in Auftrag. Im entsprechenden Bericht (vgl. BFE 2013) werden Einsprachen und Beschwerden als eine der Hauptursache der Verzögerungen identifiziert. Zudem werden die Bedeutung der Schaffung «möglichst einheitlicher, einfacher, nachvollziehbarer und klarer Regeln» in den Vordergrund gestellt «sowie die Koordination und die Konzentration der Bewilligungsverfahren durch die Kantone». Weiter würde «die

---

38 Vgl. <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefft?AffairId=20113338>.

39 Motion 10.3344, eingereicht am 19.4.2010 von Nationalrat Sep Cathomas (<https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefft?AffairId=20103344>).

40 Motion 09.3726, eingereicht am 16.6.2009 von der Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie (<https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefft?AffairId=20093726>).

Bestimmung einer einzigen Ansprechstelle (Leitbehörde) für das gesamte Verfahren» gewünscht.

- Im Rahmen des ersten Massnahmenpakets zur Umsetzung der Energiestrategie 2050 schlug der Bundesrat verschiedene Massnahmen zur Beschleunigung der Bewilligungsverfahren vor (vgl. Bundesrat 2013). Als Folge davon sind die Kantone neu verpflichtet, für den Bau, die Erweiterung und die Erneuerung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien rasche Bewilligungsverfahren vorzusehen (Art. 14, Abs. 1 EnG). Für Gutachten von Kommissionen und Fachstellen des Natur- und Heimatschutzes wurde eine Frist von drei Monaten festgelegt (Art. 14, Abs. 3 EnG).

#### 4.5.2 Hemmnisse aus Sicht der Befragten

Aus Sicht eines Grossteils der Befragten stellt das Beschwerderecht ein relevantes Hemmnis für die Entwicklung der Holzenergie dar. So seien nachweislich verschiedene konkrete Grossprojekte am Widerstand der Bevölkerung gescheitert (z.B. die ursprünglich geplanten Heizwerke in Kaiseraugst und Bischofszell). Auch bei Projekten, die letztlich realisiert wurden, sei es durch Beschwerden zu jahrelangen Verzögerungen, hohen Zusatzkosten und einer damit zusammenhängenden Unsicherheit für Investierende und PlanerInnen gekommen. Beispielsweise berichtet ein Befragter von wiederholten Verzögerungen von insgesamt über 7 Jahren und erheblichen Zusatzkosten bis zum Abschluss des Bewilligungsverfahrens.

Gemäss verschiedenen Befragten sind Beschwerden zur Verhinderung von Holzenergieprojekten insbesondere in dicht besiedelten Gegenden bzw. in Dorf- und Stadtkernen relevant. Die Kernpunkte der Beschwerden seien vor allem der zunehmende Lastwagenverkehr durch die Brennstoffanlieferung sowie häufig ungerechtfertigte Vorbehalte mit Bezug zur Feinstaubbelastung. Allerdings seien insbesondere bei komplexen Fernwärmeprojekten potenzielle Beschwerdegründe sehr vielfältig und könnten sowohl von Einzelpersonen als auch von einer Vielzahl von Interessensgruppen vorgebracht werden. Laut mehreren Befragten seien die Beschwerdegründe teilweise nicht nachvollziehbar. Die Einwände der Bevölkerung zu kleineren Anlagen betrafen primär die befürchteten Auswirkungen auf die Luftqualität in der Nachbarschaft.

Mehrere Befragte berichten, dass das Beschwerderecht keinen negativen Einfluss auf ihre vergangenen Projekte gehabt habe. Sie betonen, dass das Beschwerderecht bei einer professionellen öffentlichen Kommunikation keine hemmende Wirkung habe. Insbesondere die EntwicklerInnen von Holzenergieprojekten seien in der Pflicht, durch verbesserte Kommunikation mit der betroffenen Bevölkerung möglichen Beschwerden zuvorzukommen. Auf diese Weise könnten Beschwerden weitgehend vermieden werden.

#### 4.5.3 Massnahmenvorschläge der Befragten

Zur Beschleunigung der Bewilligungsverfahren schlagen die Befragten folgende Massnahmen vor:

- **Bessere Kommunikation durch Projektentwickelnde:** Mehrere Befragte betonen die Notwendigkeit einer frühzeitigen Kommunikation mit der betroffenen Bevölkerung, um Beschwerden zu verhindern. Diese sollte sich nicht nur an potenzielle Wärmebeziehende, sondern auch Anwohnende und andere Einspruchsberechtigte richten. Besonders wichtig sei die Aufklärung zum aktuellen Stand der Technik bezüglich der Feinstaubbelastung. Eine frühzeitige Kommunikation könne auch zu Synergien mit der Akquisition neuer Kundinnen und Kunden führen. Gemäss einem Befragten hat die umfassende Aufklärung weiter

Bevölkerungsteile zu einer starken Nachfrage nach Fernwärmeanschlüssen bei einem zukünftigen Ausbau des Fernwärmenetzes geführt.

- **Verbesserung des Images der Holzenergie:** Zusätzlich zur projektspezifischen Öffentlichkeitsarbeit wird auch eine nationale Aufklärungskampagne als wirksames Mittel im Hinblick auf eine grössere Akzeptanz der Holzenergie genannt. Wichtig sei insbesondere eine ganzheitliche Darstellung der Vorzüge der Holzenergie, inklusive der Bedeutung als regionaler Energieträger und der positiven Bezüge zur Wald- und Forstwirtschaft. Zudem wird der Aufklärungsbedarf bei der Bevölkerung betreffend den Stand der Technik zur Luftreinhaltung weiterhin als hoch eingestuft. Bei einer entsprechenden Aufklärung könne eine Abnahme der Beschwerden erwartet werden. Ein Befragter erachtet eine entsprechende Kampagne zudem als notwendigen Gegenpol zu analogen Kampagnen der Gasindustrie.
- **Der Ausschluss kritischer Standorte bei der Planung:** Zusätzlich zur Feinstaubthematik beziehen sich Beschwerden häufig auf den zunehmenden Lastwagenverkehr zur Brennstoffanlieferung. Gemäss einem Befragten können durch die Wahl geeigneter Standorte für grössere Heizwerke entsprechende Beschwerden reduziert werden.
- **Verbesserung der Prozesse im Bewilligungsverfahren:** Gemäss mehreren Befragten sollten vor allem die Prozesse im Bewilligungsverfahren optimiert werden. Durch klarere Vorgaben und Fristen im Bewilligungsverfahren und in der Bearbeitung der Beschwerden könnte der Verlauf des Projektes selbst bei Einwänden der Bevölkerung verbessert werden, ohne dass eine Anpassung des gegenwärtigen Beschwerderechts erforderlich wäre.
- **Stärkere Einbindung des Bundes:** Ein Befragter schlägt vor, dass eine Bezeichnung geeigneter Holzenergievorhaben als «Projekte von nationalem Interesse» als Qualitätssiegel wirken und auf allen Ebenen die Umsetzung erleichtern könnte. Ein Befragter schlägt einen «runden Tisch» vor, bei dem auf Ebene des Bundes relevante Beteiligte ein Grundverständnis für die Herausforderungen bei der Umsetzung von Holzenergieprojekten entwickeln. Dies könnte analog der bereits stattgefundenen Gespräche im Bereich der Wasserkraft organisiert werden (UVEK 2020). Gemäss einem weiteren Befragten könnte der Bund eine Betreuung von Projekten durch mandatierte Fachleute anbieten. Diese Projektbetreuende könnten die Projektrealisierung durch eine Unterstützung im Bewilligungsverfahren (z.B. Austausch mit den Behörden im Rahmen des Bewilligungsprozesses), in der Öffentlichkeitsarbeit und bei Förderanträgen beschleunigen. Auf diese Weise würde auch der Informationsfluss in Richtung des Bundes gestärkt und ein projektübergreifender Lernprozess ermöglicht.
- **Einschränkung des Beschwerderechts:** Verschiedene Befragte nennen eine Einschränkung des Beschwerderechts (bzw. eine Anpassung der entsprechenden gesetzlichen Vorschriften) als mögliche Option zur Beschleunigung des Bewilligungsverfahrens. Gleichzeitig weisen sie darauf hin, dass sich die Umsetzung schwierig gestalten würde. Demgegenüber erachten die meisten Befragten eine Aufweichung des Beschwerderechts als nicht notwendig und/oder durchführbar. Das Beschwerderecht sei in seiner heutigen Form als wichtiger Bestandteil des demokratischen Prozesses akzeptiert.

#### 4.5.4 Diskussion

Bei der Realisierung grösserer Holzenergieanlagen können Beschwerden ein relevantes Hemmnis darstellen. Sie können Projekte in erheblichem Mass verzögern und verteuern und letztlich deren Realisierung verhindern. Die Ergebnisse der Befragung zeigen jedoch auch, dass Beschwerden durch eine gute Planung sowie eine frühzeitige und kontinuierliche Kommunikation mit den Betroffenen vermieden werden können:

- Grössere Holzenergieprojekte sollten an möglichst geeigneten Standorten geplant werden. Neben der Feinstaubproblematik ist dabei vor allem auch eine allfällige Beeinträchtigung der Bevölkerung durch den Schwerlasttransport von Energieholz zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang sind auch die Bezüge zu raumplanerischen Einschränkungen für die Holzenergienutzung in Landwirtschaftsgebieten (vgl. Kapitel 4.4) zu berücksichtigen. Würde die Umsetzbarkeit von Holzenergieprojekten in Landwirtschaftszonen mit geringer Besiedlungsdichte verbessert, könnten Einwände durch Anwohner vermindert werden.
- Die betroffene Bevölkerung sollte frühzeitig und kontinuierlich über die geplante Energieholzanlage und deren Auswirkungen informiert werden. Neben der Darstellung der Vorteile der Holzenergie als regionaler und klimafreundlicher Energieträger sollten die Betroffenen insbesondere über den Stand der Technik betreffend die Luftreinhaltung aufgeklärt werden. Zudem zeigen die Erfahrungen, dass auch im Fall konkreter Beschwerden die Realisierung eines Projekts durch einen konstruktiven Austausch mit den Betroffenen unterstützt werden kann. Eine frühzeitige Information der Betroffenen kann sich auch positiv auf die Nachfrage nach Fernwärmeanschlüssen auswirken.
- Wir teilen die Einschätzung, dass eine Imagekampagne die Akzeptanz der Holzenergie verbessern und die Realisierung von Holzenergieanlagen fördern könnte, u.a. durch eine Reduktion der Beschwerden zu konkreten Holzenergieprojekten. Die Kampagne könnte gemeinsam vom Bund, den Kantonen und der Holzenergiebranche durchgeführt werden. Sie könnte auf Kantone fokussieren, die der Holzenergie eine besonders grosse Bedeutung beimessen und/oder in denen in naher Zukunft grössere Holzenergieprojekte geplant sind.

Eine zweite Stossrichtung zur Reduktion der mit dem Beschwerderecht zusammenhängenden Hemmnisse sind einfachere und raschere Bewilligungsverfahren. Der Handlungsbedarf zur Beschleunigung der Bewilligungsverfahren für die erneuerbaren Energien generell wurde bereits im Zusammenhang mit dem ersten Massnahmenpaket zur Energiestrategie erkannt und im Energiegesetz soweit möglich berücksichtigt. Insbesondere haben die Kantone für den Bau, die Erweiterung und die Erneuerung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien rasche Bewilligungsverfahren vorzusehen (Art. 14, Abs. 1 EnG). Gemäss den Einschätzungen der Befragten besteht bei der Prozessoptimierung im Bewilligungsverfahren durch klarere Vorgaben und Fristen Verbesserungspotenzial. Optimierte Prozesse auf kantonaler (und kommunaler Ebene) – ohne Einschränkungen des Beschwerderechts – könnten zu rascheren Bewilligungsverfahren führen und zur Reduktion der Hemmnisse beitragen. Die Kantone (und die Gemeinden) sollten die entsprechenden Prozesse überprüfen und Optimierungen umsetzen.

Den Vorschlag einzelner Befragter, dass der Bund grössere Holzenergieprojekte von übergeordneter Bedeutung expliziter und stärker unterstützen soll, finden wir interessant. Durch eine klare Positionierung – möglichst in Abstimmung mit den entsprechenden Kantonen – könnte den entsprechenden Projekten von glaubwürdiger Seite ein stärkeres Gewicht beigemessen werden. Dies steht auch im Einklang

mit der Forderung vieler Befragter, dass sich der Bund (Verwaltung und Politik) expliziter und engagierter für die Holzenergie einsetzen sollte. Der Bund könnte die Holzenergieprojekte von übergeordneter Bedeutung vor allem kommunikativ unterstützen. Bei Bedarf könnte er zudem bei grossen Holzenergieprojekten einen gemeinsamen Prozess initiieren und moderieren, um wichtige Beteiligte einzubinden (z.B. in Form von «Roundtables»).

Eine Einschränkung des Beschwerderechts steht unseres Erachtens kaum zur Diskussion:

- Politische Vorstösse zur Abschaffung des Verbandsbeschwerderechts wurden jeweils klar abgelehnt. Der Bundesrat wies insbesondere darauf hin, dass die Umweltorganisationen ihr Beschwerderecht mit Mass nutzen, die Beschwerden in der Regel nicht abgewiesen würden und oft zu einer Verbesserung der Projekte führten.<sup>41</sup>
- Eine Einschränkung des Beschwerderechts von Personen, die direkt von den Holzenergieprojekten betroffen sind und schutzwürdige Interessen haben, erachten wir übereinstimmend mit den meisten Befragten als nicht erforderlich, aus rechtlichen Überlegungen als problematisch und – mit Bezug auf entsprechende politische Vorstösse – als politisch kaum umsetzbar. Insbesondere muss eine Einschränkung des Beschwerderechts aus unserer Sicht nicht diskutiert werden, solange andere und rechtlich weniger einschränkende Optimierungsmöglichkeiten bestehen.

## 4.6 Entsorgung von Holzasche

### 4.6.1 Ausgangslage

#### **Regelung der Ascheentsorgung**

Gemäss BAFU (vgl. Steffen 2020) fallen jährlich rund 75'000 Tonnen Holzasche an. Die Holzasche entsteht bei der energetischen Nutzung von naturbelassenem Holz, Restholz und Altholz. Wird die Holzasche nicht umweltgerecht entsorgt, kann dies negative Auswirkungen auf die Ökosysteme und die Menschen haben. Die verschiedenen Holzaschentypen (Rost- und Bett-asche sowie Filterasche) unterscheiden sich stark in ihrer Zusammensetzung betreffend mineralische Bestandteile und Chemie. Entsprechend wirken sie sich unterschiedlich auf die Umwelt aus, was bei den Entsorgungsmöglichkeiten zu berücksichtigen ist (Steffen 2020).

Die Entsorgung der Holzasche ist in der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA) geregelt (vgl. auch Steffen 2020, UVEK 2020, BAFU 2020f):

- Rost- und Bettaschen sowie Filteraschen und -stäube aus der thermischen Nutzung von Holzbrennstoffen dürfen auf den Deponien der Typen D (Verbrennungsrückstände) und E (Abfälle mit organischen Bestandteilen) abgelagert werden. Voraussetzung ist, dass sie vorher mit Schlacke aus Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) vermischt werden.

---

<sup>41</sup> Siehe einleitenden Text zu diesem Kapitel.

- Filteraschen und -stäube aus der Altholzverbrennung dürfen bis zum 31. Dezember 2025 ohne Rückgewinnung von Metallen auf Deponien des Typs C abgelagert werden, sofern die vorhandenen Behandlungskapazitäten für die Rückgewinnung ausgelastet sind. Ab 1. Januar 2026 müssen diese schwermetallhaltigen Aschen vorgängig behandelt werden (Metallrückgewinnungspflicht), damit sie auf den Deponien des Typs C entsorgt werden können.<sup>42</sup>
- Das BAFU gibt an, dass die Ablagerung auf Deponien des Typs B grundsätzlich möglich ist, jedoch nur nach einer vollständigen Analyse des Abfalls. Diese gilt im Falle von Holzaschen als praktisch nicht durchführbar. Die Ausbringung der Holzaschen im Wald ist verboten.

Gemäss dem BAFU, einem Vertreter eines Kantons und einem Vertreter der Entsorgungsbranche sind die neuen Regelungen notwendig geworden, weil sich die Holzenergieanlagen und das Aschevolumen stark vergrössert haben und sich ein stärkeres Bewusstsein für die problematischen Aspekte der Holzenergie (in diesem Fall Schwermetallrückstände in der Asche) gebildet hat. Bei der Beurteilung der Holzenergie müsse das Abfallthema zwingend berücksichtigt werden. Dies betreffe auch naturbelassenes Holz, in dessen Asche Schadstoffe und Schwermetalle in konzentrierter Form vorlägen. Mit den strengeren Entsorgungsaufgaben werde auch das Problem der unbekannteren Brennstoffzusammensetzung gelöst. Ursprünglich sei die Entsorgung der Asche aus naturbelassenem Holz auf Deponien des Typs B ohne Analyse des Abfalls möglich gewesen. Dies sei durch die Beimischung von belasteten Brennstoffen teilweise problematisch gewesen. Zudem habe der unprofessionelle Betrieb von Anlagen zur Entsorgung von unverbrannten Rückständen geführt, für die dieser Deponietyp ebenfalls nicht geeignet sei.

Gemäss verschiedenen Befragten ist die Aufgabenverteilung bei der Ascheentsorgung auf unterschiedliche Weise organisiert. Die Kantone seien verpflichtet, eine Deponieplanung zu erstellen, einschliesslich der Typen D und E. Die Entsorgung werde teils durch die Anlagenbetreibenden, durch die BrennstofflieferantInnen, durch externe Dienstleistende oder direkt durch die Deponien vorgenommen. Generell werden grosse Hoffnungen in technische Entwicklungen gesetzt. Diese sollten es erlauben, die Asche im Sinne der Kreislaufwirtschaft als Rohstoff zu einzusetzen (z.B. Zementbeimischung, Düngung etc.).

### **Beurteilung des aktuellen Stands der Ascheentsorgung durch die Befragten**

Der aktuelle Stand der Regelung der Ascheentsorgung wird unterschiedlich beurteilt:

- Das BAFU, ein Vertreter eines Kantons und ein Vertreter der Entsorgungsbranche erachten die Entsorgung der Holzasche als weitgehend gelöst. Die geltenden Regelungen der VVEA vom 1. November 2018 seien in Zusammenarbeit mit der Holzenergiebranche und den Kantonen erarbeitet worden. Die Holzenergiebranche habe sich mit den neuen Regelungen zufrieden gezeigt. Abgesehen von einigen Anlagenbetreibenden habe es keine Beschwerden und keinen verstärkten Austausch mit der Holzenergiebranche gegeben (einschliesslich des allfälligen Kapazitätsmangels). Auf nationaler Ebene gebe es genügend Deponiekapazitäten, wenn auch die Deponiebetreibenden nicht immer bereit seien, die Holzasche anzunehmen. Vereinzelt könnte es lokale Engpässe geben, weil die Deponien regional ungleich verteilt seien.

---

<sup>42</sup> Aufgrund von Verzögerungen im Aufbau der für die Metallrückgewinnung erforderlichen Anlagen entschied der Bundesrat am 11. Dezember 2020, die Inkraftsetzung der Metallrückgewinnungspflicht vom 1. November 2023 auf den 1. Januar 2026 zu verschieben (vgl. UVEK 2020 und BAFU 2020f).

Diese Engpässe werden jedoch aufgrund der überschaubaren Aschemengen als unproblematisch erachtet. Die Mehrkosten der Holzenergie durch die Einschränkungen bei der Wahl der Deponiekategorien seien nicht signifikant. Begrüsst wird, dass die neuen Regelungen zu einem verstärkten Bewusstsein für die Abfallproblematik der Holzasche geführt haben. Der Abbau von Chrom(VI)-oxid stelle für die Entsorgungsbranche auch kein Problem mehr dar. Es gebe verschiedene Deponien, die die Chromatreduktion vornehmen können. Ausnahmeregelungen in der VVEA für die Holzenergiebranche im Vergleich zu anderen Wirtschaftszweigen mit kritischen Abfällen seien nicht erforderlich.

- Gemäss vielen Befragten (v.a. auch Vertretenden der Holzenergiebranche) hat sich die Regelung der Holzaschenentsorgung durch die Revision der VVEA verbessert. Die heutige Situation sei zumindest als Übergangslösung akzeptabel. In der Regel würden pragmatische Lösungen gefunden. Gemäss mehreren Befragten ist die Abfallproblematik mit der aktuellen VVEA jedoch noch nicht gelöst. Bemängelt werden vor allem die fehlende Planungssicherheit und die Unsicherheiten im Anschluss an die Änderung der Regelungen. Zudem wird betont, dass es bei den Entsorgungsmöglichkeiten grosse kantonale Unterschiede gebe. Viele Befragte beurteilen die Entsorgung als grossen und unvorhergesehenen Kostenfaktor. Vereinzelt wird jedoch betont, dass bei den Wirtschaftlichkeitsrechnungen zu Anlagen teilweise unangemessen tiefe Annahmen zu den Entsorgungskosten getroffen werden. Mehrere Befragte betonen, dass keine Holzenergieprojekte bekannt seien, bei denen das Problem der Ascheentsorgung zu einer Verhinderung von Anlagen geführt hätte. Gegenteilige Meinungen wurden nicht geäussert.

Gemäss verschiedenen Befragten ist die Entsorgung der Filterasche aus der Altholzverbrennung nach wie vor ungelöst. Das BAFU schätzt das Volumen dieses Abfallstoffes auf rund 4'000 Tonnen pro Jahr:

- Gemäss zwei Befragten wird die Asche heute fast ausschliesslich exportiert und im Ausland in Untertage-Deponien entsorgt. Aufgrund strengerer Vorschriften im Ausland wird damit gerechnet, dass diese Möglichkeit zukünftig wegfallt.
- Mehrere Befragte bestätigen den Mangel an Kapazitäten zu der ursprünglich ab dem 1. November 2023 erforderlichen Aufbereitung der Filterasche. Diese Frist wurde jedoch auf den 1. Januar 2026 verlängert. Gemäss BAFU (2020f) werden die Kapazitäten zur Behandlung der Filterasche durch die beiden neuen Anlagen in den KVA Basel und Monthey sowie die Kapazitätserweiterung in der KVA Zuchwil bis 2025 erweitert.

Gemäss BAFU (vgl. Steffen 2020) wurden in den letzten Jahren viele Forschungsprojekte durchgeführt, um eine umweltverträgliche Entsorgung, d.h. Ablagerung aber auch mögliche Verwertungswege zu prüfen. Dazu wurden auch erste Abklärungen mit Zementwerken gemacht. Es zeigt sich, dass Bettasche unter gewissen Voraussetzungen für die Verwertung in Zementwerken geeignet ist. Für eine grosstechnische Umsetzung seien jedoch noch einige Herausforderungen seitens der Holzenergiebranche zu bewältigen. Weiter kann die Holzasche bereits heute für die Herstellung von Erdbeton eingesetzt werden. Dabei sind jedoch hohe Qualitätsanforderungen einzuhalten (vgl. Tobler und Jutz 2018). Gemäss BAFU (vgl. Steffen 2020) ist dies aber nur ein kleiner Markt.

#### 4.6.2 Hemmnisse aus Sicht der Befragten

Gemäss vielen Befragten wirken sich die zunehmenden Anforderungen an die Entsorgung der Holz- asche hauptsächlich als zusätzliche Kostenfaktoren für die Holzenergie aus. Die Anforderungen beeinflussten die Planung neuer und die Kosten bestehender Holzenergieanlagen. Zusätzliche Kosten ergeben sich vor allem durch Deponiegebühren, die Nachrüstung von Anlagen zur Aschetrennung und zukünftig die Aufbereitung der Asche. Nach Einschätzung eines Befragten hätten sich die Kosten für die Ascheentsorgung in manchen Anlagen in den letzten Jahren beinahe verdreifacht. Mehrere Befragte betonen jedoch, dass bei den Gebühren zwischen verschiedenen Deponien und Kantonen grosse Unterschiede bestünden. Die aktuellen Rahmenbedingungen der Ascheentsorgung werden von keinem Befragten als Hemmnis im Sinne einer Verhinderung von Holzenergieanlagen beurteilt.

Die Bedeutung der Ascheentsorgung als Hemmnis hängt gemäss den Befragten von der Grösse der Holzenergieanlagen ab und davon, ob es sich um eine bestehende oder neue Anlage handelt:

- Gemäss verschiedenen Befragten kann vor allem die Entsorgung einer grösseren Menge an Asche auf Deponien eine Herausforderung darstellen, insbesondere bei regional ungenügenden Kapazitäten oder der Weigerung der Deponien, die Asche anzunehmen (siehe unten). Demgegenüber betont ein Befragter, dass die Entsorgung der Asche von kleinen Anlagen auf Sammelstellen der Gemeinden nach wie vor problemlos sei.
- Hinsichtlich der Frage, ob hauptsächlich neue oder bestehende Anlagen von allfälligen Schwierigkeiten bei der Ascheentsorgung betroffen sind, herrscht Uneinigkeit: Aufgrund der Entsorgungsrisiken und der erhöhten Kosten beim Planungsprozess stellt die Ascheentsorgung gemäss einem Befragten vor allem für neue Anlagen ein relevantes Hemmnis dar. Ein anderer Befragter betont, dass sich insbesondere die in der VVEA geforderte Trennung der Aschekategorien bei bestehenden Anlagen als Hemmnis auswirken könne, falls sich die technische Umsetzung schwierig gestalte (z.B. durch Platzmangel) oder zu hohen Kosten führe.

Die Befragten nennen im Zusammenhang mit der Ascheentsorgung folgende konkreten Hemmnisse:

- **Nichtannahme von Holzasche:** Wie erwähnt, sind die Deponien nicht zur Annahme von Holzasche verpflichtet. In der Praxis führt dies laut verschiedenen Befragten in manchen Fällen zur Nichtannahme, z.B. durch Deponien im Kanton Bern. Dies führe aufgrund längerer Transportwege zu höheren Kosten. Für die Nichtannahme der Asche werden von den Befragten verschiedene Gründe genannt: Historisch seien schlechte Erfahrungen mit der Reinheit der angelieferten Asche gemacht worden, beispielsweise aufgrund der fehlenden Trennung zwischen Filter- und Bettasche. Bezüglich der Handhabung sei Holzasche ein ausgesprochen schwieriges Material, das zur Staubentwicklung beim Abladen neige und in grossen Mengen die Stabilität der Deponie gefährde. Zudem bestünden Unsicherheiten bezüglich der zukünftigen Grenzwerte, die im Extremfall eine Sanierung der Deponie erforderlich machen könnten. Zudem würden geltende Vorschriften von Deponien unterschiedlich ausgelegt, z.B. bezüglich des Schwermetallgehalts. Auch führe die 30-jährige Nachsorgepflicht gemäss Abfallverordnung dazu, dass Deponien langfristig haftbar gemacht werden könnten, falls Schwermetalle in Sickerwasser gelangten. Schliesslich werden auch die zu geringen Mengen der angelieferten Holzasche als Grund für die Nichtannahme genannt.
- **Regional unterschiedliche Deponiekapazitäten:** Während die Verfügbarkeit von Deponien auf nationaler Ebene grundsätzlich als ausreichend eingestuft wird, weisen viele Befragte auf die regional unterschiedliche Verteilung der Deponien hin. Dies könne zu lokalen Engpässen

und längeren Transportwegen führen. Beispielsweise wird das Entsorgungsangebot in den Kantonen Tessin, Jura und Bern als ausreichend eingeschätzt, während im Kanton Neuenburg keine geeignete Deponie bestehe. Aus diesem Grund müsse die Asche in andere Kantone exportiert werden. Zudem führten Kapazitätsengpässe auch zur Nichtannahme durch bestimmte Deponien. Laut einem Befragten wird die Asche aus gewissen Anlagen in grenznahen Kantonen zurzeit hauptsächlich ins nahe Ausland transportiert. Dies sei insbesondere für die Flugasche der Fall, für die es schweizweit keine ausreichenden Entsorgungsmöglichkeiten gäbe.

- **Fehlende Kapazitäten zur Aufbereitung der Filterasche aus Altholz:** Verschiedene Befragte befürchten bei der ursprünglich ab 2023 geltenden Aufbereitungspflicht von Filterasche aus Altholz Kapazitätsengpässe. Derzeit bestünden keine entsprechenden Aufbereitungsanlagen in der Schweiz bzw. herrsche bezüglich der technischen Umsetzung noch keine Klarheit. Ein Befragter geht davon aus, dass die künftigen Aufbereitungskapazitäten regional unterschiedlich verteilt sein werden. Allenfalls könnte der Transport von Holzasche aus abgelegenen Regionen (wie beispielsweise dem Tessin) zu inakzeptablen Mehrkosten führen.

#### 4.6.3 Massnahmenvorschläge der Befragten

Zur Verbesserung der Ascheentsorgung schlagen die Befragten vor allem Massnahmen auf technischer, organisatorischer und planerischer sowie regulatorischer Ebene vor.

##### Technische Ansätze

- **Kontrolle von Brennstoffzusammensetzung und Ausbrand:** Die Zusammensetzung der Brennstoffe und deren Ausbrand beeinflussen gemäss verschiedenen Befragten die Qualität der Holzasche in grossem Mass. Eine gezielte Auswahl und Kontrolle der Brennstoffe sowie eine verstärkte Kontrolle des Ausbrandes könnten die Qualität der Asche erhöhen, die Ablagerung auf Deponien vereinfachen und langfristig die Anforderungen an die Entsorgung verringern. Insbesondere im Falle von Holzschnitzeln aus kommerziellen Quellen sei die Zusammensetzung der Asche in vielen Fällen nicht transparent. Ein stärkerer Fokus auf naturbelassene Brennstoffe aus lokalen Quellen könnte die Schwermetallbelastung durch Altholzbeimischungen entschärfen und zur Vereinfachung der Entsorgung beitragen.
- **Verbesserung des Betriebs der Holzenergieanlagen:** Ein unvollständiger Ausbrand verringert die Deponiefähigkeit der Asche. Gemäss einem Befragten wäre die Verringerung der organischen Anteile des Ausbrands auf unter 2 Prozent ein hinreichender erster Schritt zur Verbesserung der Deponiefähigkeit. Insbesondere gelte es, extreme Fälle mit unverbrannten Anteilen von bis zu 8 Prozent zu vermeiden. Allerdings habe sich die Situation in den letzten Jahren verbessert. Ein vermehrter Fokus auf grosse Anlagen könne die Professionalität des Betriebs gewährleisten und hätte zudem Vorteile in Hinblick auf die Luftreinhaltung.
- **Technische Verbesserung der Deponiefähigkeit der Asche:** Die Nichtannahme durch die Deponien kann laut einem Experten potenziell durch entsprechende Vorbehandlung des Materials verbessert werden. Dies schliesse den Ausbau der Kapazitäten zur Chromatreduktion mit ein. Zwar sei die Chromatbehandlung bereits in mehreren Anlagen möglich, jedoch bestehe noch Ausbaupotenzial. Ein Ausbau könnte aufgrund der Einfachheit des Prozesses auch kurzfristig umgesetzt werden. Dies würde besser an wenigen zentralen

Anlaufpunkten vorgenommen, statt alle Deponien mit entsprechenden Anlagen auszustatten. Zusätzlich würde die Verfestigung der Asche die Entsorgung auch auf jenen Deponien ermöglichen, die lose Asche ablehnen. Als Beispiel wird die Verfestigungsanlage der Deponie Teuftal in Bigenthal genannt, auf der gleichzeitig die Chromatreduktion vorgenommen werden könne.

- **Vermehrte Altholzverbrennung in spezialisierten Anlagen:** Gemäss BAFU wird die Asche aus Altholz zu 75 Prozent in drei grossen Altholzverbrennungsanlagen erzeugt. Der Rest fällt in kleineren Anlagen an. Die Aufbereitungspflicht könnte dazu führen, dass die Altholzverbrennung in kleineren Anlagen an Attraktivität einbüsst und grösstenteils aufgegeben würde. Das Altholz würde vermehrt in spezialisierten grossen Anlagen verbrannt. Dies würde die Logistik für die Ascheaufbereitung vereinfachen. Gemäss einem Vertreter der Holzenergiebranche wäre es sinnvoll, die Filterasche aus der Altholzverbrennung in einer einzigen oder in wenigen zentralen Anlagen aufzubereiten. Allerdings bedürfe es dazu noch weiterer Forschungsanstrengungen und für die Umsetzung entsprechende Subventionen.
- **Zementbeimischung und anderweitige Nutzung:** Dieser Ansatz wird von einigen Befragten als mögliche Lösung angesehen. Hierbei würde die Rost- und Bettasche – egal welcher Herkunft – in Zementwerken als Zusatzstoff verwendet. Die dazu verwendete Asche müsste jedoch hohen Qualitätsanforderungen genügen (vollständiger Ausbrand, keine Fremdstoffe) und in grossen Mengen kontinuierlich zur Verfügung stehen. Die kontinuierliche Verfügbarkeit und die Logistik der Bereitstellung von vielen kleinen Anlagen könnte in der Praxis gemäss BAFU (vgl. Steffen 2020) durch den Zusammenschluss mehrerer Aschelieferanten («Pooling») bewerkstelligt werden. Die starke Optimierung des Anlagenbetriebs im Vergleich zu heute gängigen Praktiken wäre somit eine wichtige Voraussetzung. Die Zementindustrie zeigt gemäss BAFU ein ausgeprägtes Interesse an diesem Ansatz und habe bereits Investitionen in entsprechende Projekte getätigt. Bereits heute sei die Verwendung von Holzasche als Zuschlagsstoff in Erdbeton möglich. Der entsprechende Markt sei jedoch relativ klein (Steffen, 2020). Ein Befragter weist darauf hin, dass die Chlor(VI)-oxid-Reduktion durch die Vermischung der Asche mit Kompost bewerkstelligt werden könnte. Zusätzliche Kosten für die Aufbereitung könnten in diesem Fall durch den Wert als Dünger kompensiert werden. Gleichzeitig wird jedoch die Notwendigkeit grösserer Forschungsanstrengungen zur Beurteilung dieses Ansatzes eingeräumt. Die Filterasche aus der Altholzverbrennung könne über die Verbrennung in KVA verwertet werden. Den KVA fehle allerdings der Anreiz, auf diese Weise zur Ascheentsorgung beizutragen. Zudem hätten Versuche gezeigt, dass dieser Ansatz zu hohen Kosten führe.

## Organisation und Planung

- **Aktive Rolle der Holzenergiebranche:** Das BAFU sieht insbesondere die Holzenergiebranche in der Pflicht, langfristige Verträge mit den Deponien abzuschliessen und gute Preise auszuhandeln. Ein Problem beim Abschluss der Verträge sei die fehlende Kontinuität der Aschelieferungen. Bei Ablehnung der Ascheannahme durch die Deponie müsse auf geeignete andere Deponien ausgewichen werden. Gemäss einem Befragten erlaube es die Übergangsregelung bis 2023 bezüglich der Entsorgung von Filterasche aus Altholz, die Umstellung aktiv anzugehen. Die Zeit sollte genutzt werden, um Anpassungen in organisatorischen Abläufen vorzunehmen, Prozesse zu optimieren und Möglichkeiten zur korrekten Entsorgung zu identifizieren.
- **Ascheentsorgung durch Dienstleister:** Gemäss mehreren Befragten könnte die Ascheentsorgung durch die Vergabe an (externe) Dienstleister verbessert werden. Beispielsweise habe sich die Entsorgung durch den Brennstofflieferanten bei bestehenden Anlagen als einfachste Lösung herausgestellt.

- **Verbesserung der überregionalen Planung:** Laut einem Vertreter der Entsorgungsbranche sollte die überregionale Planung der Deponien verbessert werden, um bessere Möglichkeiten zur Ascheentsorgung zu gewährleisten. Ein Vertreter der Energiebranche fordert eine aktivere Rolle der Kantone bei der Lösung des Entsorgungsproblems: Der Transport der Asche über Kantonsgrenzen hinweg zu wenigen zentralen Anlaufstellen stosse auf Unverständnis. Laut einem Vertreter eines Kantons werden in der Praxis problematische Einzelfälle durch die Bereitstellung entsprechender Informationen gelöst. Auf diese Weise könnten allfällige lokale Engpässe gelöst werden. Eine wesentliche Rolle spiele dabei das Internetportal abfall.ch.

### Vorschriften und Regelungen

- **Verstärkte Unterstützung der Deponiebetreibenden:** Einzelne Befragte schlagen vor, die Anreize und die Unterstützung für Deponiebetreibende zu verbessern, um die Annahme von Holzasche zu ermöglichen und zu vereinfachen. Die Unterstützung könnte zum Beispiel beim staubfreien Abladen von Holzasche ansetzen.
- **Verpflichtung der Deponiebetreibenden zur Aschenannahme:** Alternativ könnten die Kantone laut einzelnen Befragten verpflichtet werden, für ausreichende Kapazitäten der Deponien zur Holzascheentsorgung zu sorgen.
- **Entsorgung auf Deponien des Typs B:** Zwei Befragte fordern eine Rückkehr zur Entsorgung der Asche von Waldholz auf Deponien des Typs B wie sie früher möglich gewesen sei. Es wird allerdings eingeräumt, dass eine fachliche Beurteilung der Auswirkungen dieser Massnahme nicht möglich sei.

### 4.6.4 Diskussion

In den letzten Jahren ist bei Behörden und der Holzenergiebranche das Bewusstsein gestiegen, dass die Holzasche mit Schadstoffen und Schwermetallen belastet ist und umweltgerecht entsorgt werden muss. Entsprechend erachten wir die in der VVEA enthaltenen Regelungen, die unter Einbezug der Kantone und der Holzenergiebranche erarbeitet wurden, als zweckmässig. Gemäss den Einschätzungen der Befragten erhöhen die zusätzlichen Anforderungen an die Ascheentsorgung zwar die Kosten der Ascheentsorgung. Sie dürften jedoch keine neuen Holzenergieanlagen verhindert oder zur Aufgabe bestehender Anlagen geführt haben. Zudem bestätigen die Ergebnisse der Befragung, dass schweizweit genügend Deponiekapazitäten zur Entsorgung der Holzasche bestehen. Aus diesen Gründen teilen wir die Ansicht verschiedener Befragter, dass die Problematik der Ascheentsorgung weitgehend gelöst ist und keine schwerwiegenden Hemmnisse zum Ausbau der Holzenergie bestehen. Aus Umweltschutzgründen und zur Sicherstellung eines möglichst guten Images der Holzenergie erachten wir Forderungen zur Abschwächung oder zur Aufhebung der mit der Revision der VVEA 2018 eingeführten Regelungen als nicht zweckmässig.

Die Verschiebung der Metallrückgewinnungspflicht aus Filterasche aus der Altholzverbrennung auf den 1. Januar 2026 ermöglicht es, die entsprechenden Kapazitäten auszubauen. Wir unterstützen die Forschungsanstrengungen betreffend umweltgerechte Entsorgung sowie planerische und organisatorische Überlegungen zur Optimierung der Verbrennung von Altholz und zur Aufbereitung der Filterasche. Insbesondere teilen wir die Einschätzung, dass Altholz aufgrund der geforderten Ascheaufbereitung künftig vor allem in grösseren spezialisierten Anlagen eingesetzt werden wird.

Obwohl bei der Ascheentsorgung keine grundlegenden Hemmnisse bestehen dürften, sollten die vielfältigen Möglichkeiten zur Optimierung der Entsorgung und zur Reduktion der entsprechenden Kosten genutzt werden. In der Pflicht sind vor allem die Betreibenden von Holzenergieanlagen, die Brennstofflieferanten, die Deponiebetreibenden und die Kantone:

- Je höher die **Qualität der Holzasche** (inkl. Transparenz zu deren Zusammensetzung) ist, desto einfacher ist deren Ablagerung in Deponien oder eine anderweitige Verwertung (z.B. in der Zementindustrie). Entsprechend sollten die Anlagenbetreibenden auf eine hohe Qualität der Asche hinarbeiten, insbesondere durch die gezielte Auswahl der Brennstoffe und einen optimalen Betrieb der Anlagen im Hinblick auf einen möglichst vollständigen Ausbrand. Bei Bedarf könnten Holzenergie Schweiz und die Kantone die Anlagenbetreibenden mit entsprechenden Informations-, Beratungs- und Schulungsangeboten unterstützen. Zudem könnte die Deponiefähigkeit der Asche durch eine Vorbehandlung zu deren Verfestigung (inkl. Chromatreduktion) verbessert werden. Zu prüfen wäre, ob ein System mit wenigen zentralen Anlagen zur Vorbehandlung der Asche im Vergleich zum heutigen Ansatz mit vielen dezentralen Deponien (inkl. Vorbehandlung der Asche) vorteilhafter wäre.
- Die regional unterschiedlichen **Deponiekapazitäten** können zu lokalen Engpässen und zum Transport in weiter entfernt liegende Deponien mit entsprechenden Kostenfolgen führen. Die Verweigerung der Ascheannahme durch Deponien (z.B. im Kanton Bern) führt ebenfalls zu längeren Transportwegen und zusätzlichen Kosten, wobei die Möglichkeit zur Annahme jedoch durch eine hohe Qualität der Asche und eine entsprechende Vorbehandlung verbessert werden. Wir teilen die Einschätzung vieler Befragter, dass die Ascheentsorgung auf Deponien (inkl. Kosten) vor allem durch planerische und organisatorische Massnahmen sowie die Bereitstellung von geeigneten Informationen optimiert werden kann. Insbesondere sollten die Anlagenbetreibenden für sie optimale Entsorgungslösungen prüfen (Wahl von attraktiven Deponien, Aushandlung langfristiger Verträge zu guten Preisen, organisatorische Optimierungen inkl. allfällige Auslagerung an Dienstleistungsunternehmen). Die Kantone und die entsprechenden Verbände (Holzenergie Schweiz und Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen VBSA) könnten die Anlagenbetreibenden und die Deponiebetreibenden bei Bedarf mit zusätzlichen Informations-, Beratungs- sowie Aus- und Weiterbildungsangeboten unterstützen. Zudem könnten sie nach Möglichkeit die überregionale Deponieplanung optimieren. Bei der Deponieplanung gilt es, zwischen einem zentralen Ansatz (erhöht die Spezialisierungsmöglichkeiten, Aufbereitung der Asche) und einem dezentralen Ansatz (verringert die Transportwege) zu optimieren.
- Die Bestrebungen zur **Verwertung der Holzasche** im Sinne der Kreislaufwirtschaft finden wir mit vielen Befragten sehr interessant. Die Anstrengungen seitens der Forschung, der Behörden, der Holzenergiebranche und der verwertenden Industrie zur Lösung der bestehenden Herausforderungen sollten weitergeführt werden. Vielversprechend scheint insbesondere die Verwendung der Holzasche in der Zementindustrie, auch aufgrund des grossen Interesses von Zementwerken. Neben hohen Anforderungen an die Qualität der Asche bestehen auch logistische Herausforderungen. Es ist somit ungewiss, ob eine kostengünstige Verwertung in grossem Umfang möglich wäre. Gestützt auf die Befragung erachten wir die Verwertung der Asche für Erdbeton (kleiner Markt) und als Dünger (sehr umstritten) als weniger attraktiv.

## 4.7 Export von Altholz

### 4.7.1 Ausgangslage

Für das in der Schweiz verfügbare Energieholzpotenzial ist auch die Menge des im Inland verbleibenden Altholzes<sup>43</sup> und dessen Verwertung relevant. Ein bedeutender Teil des in der Schweiz anfallenden Altholzes wird aufgrund der aktuellen Marktverhältnisse ins Ausland exportiert, gemäss Aussagen von Befragten primär getrieben durch höhere Stromtarife und Einspeisevergütungen im Ausland sowie tiefere Entsorgungskosten für Altholz im Ausland. Aktuell werden rund 280'000 Tonnen Altholz pro Jahr exportiert, was rund 5.0 PJ pro Jahr oder rund 10 Prozent der heutigen Energieholznutzung entspricht (vgl. Kapitel 2.2). Damit stelle das exportierte Altholz ein relevantes Potenzial an zusätzlich nutzbarer CO<sub>2</sub>-neutraler Energie dar.

In letzter Zeit hat die inländische Kapazität zur energetischen Verwertung von Altholz zugenommen. So wurde durch die Inbetriebnahme des HKW Aarberg die Möglichkeit der Nutzung von 70'000 t Altholz geschaffen (HKW Aarberg 2019). Dies entspricht 25 Prozent des aktuellen Exportvolumens. Bereits heute werden grosse Mengen an Altholz in Zementwerken verfeuert. Das entsprechende Volumen beträgt zurzeit etwa 0.86 PJ/a oder 7.5 Prozent der zur Zementklinkerproduktion eingesetzten Brennstoffe (cemsuisse, 2021). Dieser Anteil ist im Vergleich zum gesamten Schweizer Altholzpotezial bedeutsam.

In der Vergangenheit gab es gemäss BAFU wiederholt politische Vorstösse zur Einführung eines Exportverbots für Altholz (z.B. über eine Änderung der Technischen Verordnung über Abfälle TVA). Gemäss einem Befragten ist ein Exportverbot von Altholz in der Vergangenheit jedoch durch die Kantone und die Holzenergiebranche abgelehnt worden.

---

<sup>43</sup> Altholz beschreibt das nach einer stofflichen Nutzung von Holz anfallende Material. Es kann unterteilt werden in Altholz, das in Anlagen nach LRV Ziff. 72 energetisch genutzt werden kann, sowie problematische Holzabfällen, die als Siedlungsabfall oder Sondermüll zu behandeln sind. Im vorliegenden Bericht wird für das Energieholzpotenzial ausschliesslich Altholz nach LRV Anhang 5 Ziffer 31 Absatz 2 Buchstabe a bewertet.

#### 4.7.2 Beurteilung einer Exportbeschränkung von Altholz durch die Befragten

Die Befragten sind sich grösstenteils einig, dass eine vermehrte inländische Nutzung von heute exportiertem Altholz aus energetischen und ökologischen Überlegungen grundsätzlich zweckmässig wäre. Betreffend eine allfällige Exportbeschränkung von Altholz sind sie jedoch geteilter Meinung:

- Ein Teil der Befragten befürwortet eine Exportbeschränkung von Altholz und ist überzeugt, dass eine Beschränkung einen insgesamt positiven Nutzen aufweisen würde. Insbesondere könnten die Nutzung inländischer Energieressourcen verbessert, durch Substitution fossiler Energieträger inländische CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert und der für den Export erforderliche Transport des Altholzes vermieden werden. Gemäss Schätzungen könnten mit dem aktuell exportierten Altholz zwei zusätzliche KVA oder grosse Holzkraftwerke betrieben werden, die mit einem Fernwärmenetz je eine durchschnittliche Grosse Stadt versorgen könnten. Zudem könne das Altholz bei einer Verwertung in Holz-WKK-Anlagen zur Deckung der Winterstromlücke beitragen. Zudem beurteilen einzelne Befragte die Umweltauflagen zur Verbrennung von Altholz im Ausland im Vergleich zur Schweiz als weniger streng. Dem hält das BAFU entgegen, dass die Verwertung des Altholzes im Ausland ebenfalls mit strengen Auflagen bezüglich Effizienz, Luftreinhaltung und Ascheentsorgung verknüpft sei. Als weiteres Argument für ein Exportverbot wird die fehlende Planungssicherheit bezüglich der Verfügbarkeit des Altholzes in der Schweiz genannt, weil der internationale Handel schwankenden Altholzpreisen unterliege. Beispielsweise könnte eine zunehmende Förderung der Altholznutzung im Ausland die Exporte aus der Schweiz abrupt ansteigen lassen.
- Demgegenüber ist ein anderer Teil der Experten der Auffassung, dass der Althollexport marktgesteuert bleiben soll. Es sei von Vorteil, dass das Exportvolumen von Altholz auf Marktentwicklungen reagieren könne. So herrsche auch in jenen Ländern, in die das Altholz zurzeit exportiert werde, ein Überangebot an Abraum- und Sturmholz. Diese Ressourcen würden europaweit Altholz verdrängen, sowohl in der energetischen Nutzung als auch zur Produktion von Spanplatten. Solange die Schweiz die Möglichkeit des Altholzeports habe, sei dies eine wertvolle Alternative zur inländischen Nutzung. Ein Befragter betont generell, dass eine Exportbeschränkung zur Verbesserung der Ressourcenverfügbarkeit wegen des grossen Holzangebots in der Schweiz nicht notwendig und nur bei einer drastischen Zunahme der inländischen Holzenergienutzung allenfalls ein Thema sei. Gemäss verschiedenen Befragten hat sich das Marktumfeld in den letzten Jahren deutlich geändert. Zurzeit gehe der Trend klar in Richtung einer marktgesteuerten Verringerung des Exportvolumens. Damit sei eine Exportbeschränkung von Altholz überflüssig. In Zukunft könnte sich das Marktumfeld gar in Richtung eines Imports von Altholz verändern. Insbesondere würde eine Erhöhung der Nachfrage durch die Förderung einer Entwicklung von Anlagen zur energetischen Altholzverwertung zu einer besseren inländischen Nutzung führen. Dieser Trend sei bereits am Beispiel des HKW Aarberg ersichtlich. Selbst wenn eine Exportbeschränkung von Altholz als wünschenswert erachtet würde, wird sie von verschiedenen Befragten abgelehnt, weil die inländischen Verwertungskapazitäten nicht ausreichend seien. Dies sei jedoch eine Grundvoraussetzung für eine Exporteinschränkung. Eine Verwertung in KVA wird als nicht zweckmässig erachtet. Obwohl die KVA genügend Restkapazität hätten, wäre die Verbrennung des Altholzes in diesen Anlagen unverhältnismässig teuer. Zudem wird darauf hingewiesen, dass die Aufbereitungspflicht der Filterasche die Kapazitäten zur Altholzverwertung reduzieren könnte. Gegenwärtig würden in vielen grossen Holzenergieanlagen dem Brennstoffmix ein Teil Altholz (10–20 Prozent) hinzugefügt. Strengere Anforderungen bezüglich der Ascheentsorgung könnten die Verwendung von Altholz in diesen Anlagen zukünftig verhindern (vgl. auch Kapitel 4.6). Darüber hinaus wird argumentiert, dass die aus dem Altholz erzeugten rückimportierten Produkte (z.B. Spanplatten) in der Schweiz emissionsintensive Baumaterialien ersetzen und somit ebenfalls einen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgase leisten würden.

#### 4.7.3 Massnahmenvorschläge der Befragten

Gemäss der Mehrheit der Befragten, die sich zu Massnahmenvorschlägen äusserten, sollte die vermehrte inländische Nutzung von heute exportiertem Altholz durch eine Erhöhung der entsprechenden Nachfrage erfolgen. Exportbeschränkungen werden von den Befragten entweder generell abgelehnt (siehe oben) oder politisch als sehr schwer durchsetzbar erachtet. Dabei wird insbesondere auch auf die Ablehnung entsprechender politischer Vorstösse verwiesen. Zudem müssten die Folgen von allfälligen Exportbeschränkungen gut durchdacht und angemessen berücksichtigt werden. Die Erhebung einer CO<sub>2</sub>-Abgabe auf die Ausfuhr von Altholz ist ebenfalls umstritten. Insbesondere wird die Wirksamkeit dieser Massnahme infrage gestellt.

Gemäss den Befragten bestünden verschiedene Möglichkeiten, die inländische Nachfrage zur Altholzverwertung zu erhöhen:

- Erstens könnten gezielt neue Anlagen zur Altholzverbrennung errichtet werden. Dabei kämen vor allem grosse Anlagen (ab 5 MW) infrage, wie beispielsweise das HKW Aarberg. Bei grossen Anlagen ergäben sich insbesondere Skaleneffekte beim Einsatz effizienter Abgasreinigungssysteme und der Ascheentsorgung.
- Zweitens bestünden bei den KVA Restkapazitäten, die eine kurzfristige Erhöhung der energetischen Altholznutzung ermöglichen würden.

#### 4.7.4 Diskussion

Wir teilen die Ansicht der meisten Befragten, dass eine vermehrte Verwertung des heute exportierten Altholzes in der Schweiz aus energetischen und ökologischen Gründen zweckmässig wäre. Insbesondere könnte durch eine stärkere Nutzung des nicht unbedeutenden Anteils an exportiertem Altholz (rund 10 Prozent des heute genutzten Energieholzes) ein zusätzlicher Beitrag zur Substitution von fossilen Energieträgern geleistet werden. Zudem wäre der Einsatz einer zusätzlichen Menge an Altholz in WKK-Anlagen aus Sicht der benötigten Elektrizität (v.a. im Winter) interessant.

Haupthemmnis einer stärkeren Nutzung von Altholz in der Schweiz sind die im Vergleich zum Ausland weniger attraktiven Rahmenbedingungen (v.a. Strompreise inkl. Einspeisevergütungen, höhere Entsorgungskosten). Der Export von Altholz ins Ausland dürfte sich über die Preise auch auf die Wirtschaftlichkeit von Anlagen zur Altholzverwertung in der Schweiz auswirken und die Nutzung des Altholzpoteziels in der Schweiz hemmen (vgl. Kapitel 4.2). Gemäss Aussagen der Befragten geht der Markttrend jedoch in Richtung einer Verringerung der Exporte und einer zunehmenden Verwertung von Altholz in der Schweiz. Dabei wird insbesondere auf die vermehrte Altholznutzung in neuen Holz-WKK-Anlagen verwiesen (z.B. HKW Aarberg). Als denkbar gilt auch eine Entwicklung mit künftigen Importen von Altholz

Wie viele der Befragten sind wir der Ansicht, dass eine marktgesteuerte Altholznutzung zweckmässig ist und die vermehrte Altholznutzung in der Schweiz vor allem über eine Erhöhung der Nachfrage nach Altholz erfolgen sollte. Insbesondere ermöglicht dies, auf Marktentwicklungen flexibel und angemessen reagieren zu können. Zur vermehrten Altholznutzung in der Schweiz sollten in erster Linie neue und auf die Altholzverwertung spezialisierte Holz-WKK-Anlagen errichtet werden. Unter Berücksichtigung der Marktentwicklung (v.a. der Strom- und Wärmepreise) ist zu prüfen, ob die bestehenden Rahmenbedingungen (u.a. Fördermassnahmen) attraktiver gemacht werden sollten. Zudem könnte die bereits heute praktizierte Altholzverbrennung in Zementwerken weiter ausgebaut werden, insbesondere in Anbetracht

der zunehmenden Verwendung alternativer Brennstoffe in den Klinkeröfen (vgl. cemsuisse 2020). Da das heute durch die Zementindustrie verbrannte Altholz bereits einen nicht vernachlässigbaren Anteil des gesamten Altholzpoteziels der Schweiz ausmacht, könnte ein Ausbau wesentliche Beiträge zu einer vollständigeren inländischen Nutzung leisten.

Exportbeschränkungen von Altholz würden wir nur in Betracht ziehen, wenn die Nachfrage nach Energieholz in überaus hohem Masse steigen würde, die Potenziale an naturbelassenem Energieholz ausgeschöpft wären und die Rahmenbedingungen zur vermehrten Altholznutzung in der Schweiz (inkl. Förderung von Holzenergieanlagen) nicht ausreichend attraktiv wären. Im Vergleich zu einer marktgesteuerten Altholznutzung haben Exportbeschränkungen verschiedene gewichtige Nachteile: Erstens kann nicht flexibel auf Marktentwicklungen reagiert werden. Zweitens müssten die zur Verwertung des Altholzes erforderlichen Kapazitäten in der Schweiz zwingend zur Verfügung gestellt werden, auch wenn es ökonomisch unattraktiv ist (z.B. Verwertung in KVA).

## 4.8 Weitere Themen

### 4.8.1 Stellenwert der Holzenergie bei zuständigen Behörden

#### **Hemmnisse und Massnahmenvorschläge aus Sicht der Befragten**

Mehrere Befragte beklagen den aus ihrer Sicht zu geringen Stellenwert der Holzenergie bei den zuständigen Behörden auf Ebene Bund, Kantone und Gemeinden:

- Auf Bundesebene fehle eine klare Strategie zur Holzenergie, nach der sich alle Ämter richteten. Gegenwärtig führten Zielkonflikte (z.B. CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber LRV und Ascheentsorgung) zu unterschiedlichen Positionen der verschiedenen Ämter (v.a. BFE und BAFU) gegenüber der Holzenergienutzung. Infolgedessen würde Holzenergie von einzelnen Ämtern forciert, von anderen hingegen mit Vorschriften belastet. Eine Vereinheitlichung der Strategie sei wünschenswert. Ein Befragter geht davon aus, dass viele Hemmnisse durch einen höheren Stellenwert der Holzenergie bei den Bundesämtern gelöst werden könnten. Ein anderer Befragter gibt hingegen zu bedenken, dass die Abwägung verschiedener Interessen im Einzelfall unumgänglich sei. Die Bedeutung der erneuerbaren Energien sei bereits im Energiegesetz festgeschrieben. Des Weiteren bemängelt ein Befragter die geringe Bedeutung der Holzenergie in den Energieszenarien des BFE (vgl. Prognos et al. 2020). Dies würde ein falsches Signal an die Branche und die Behörden senden.
- Auf Ebene der kantonalen Behörden ist laut verschiedenen Befragten das Bewusstsein zum Stand der Technik der Holzenergie im Hinblick auf Feinstaubemissionen nicht hinreichend ausgeprägt (siehe auch Kapitel 4.3). Bei verschiedenen Kantonen werde insbesondere eine starke Präferenz für Wärmepumpen in Form von Empfehlungen festgestellt. Dies könne zu einem erhöhten Risikoempfinden seitens potenzieller Anlagenbetreibender führen, insbesondere wenn die Betreiberinnen und Betreiber befürchteten, im späteren Projektverlauf bei der Bewilligung auf Hürden zu stossen. In anderen Kantonen werden insbesondere in grossen Wald- und Landwirtschaftskantonen sei das Bewusstsein für die Vorzüge der Holzenergie grundsätzlich besser.

- Auf Gemeindeebene wird von einzelnen Befragten eine zu geringe Flexibilität und fehlende Unterstützung für Holzenergieprojekte beklagt. Ein Befragter berichtete beispielhaft von einem Fernwärmeprojekt, bei dem in einem Neubaugebiet trotz vorheriger Planung nicht genügend Platz für die Rohrleitungen eingeplant worden sei. Die Entscheidung sei zugunsten der Erschliessung mit Gasleitungen getroffen worden.

Aus Sicht verschiedener Befragter sollte der Bund eine klare Strategie erarbeiten, die der Holzenergie einen grösseren Stellenwert beimisst. Diese Strategie sollte breit kommuniziert und auf allen staatlichen Ebenen umgesetzt werden. Die weiteren von den Befragten genannten Massnahmen decken sich zu einem grossen Teil mit bereits zu anderen Themen (v.a. Luftreinhaltung und Beschwerderecht) genannten Kommunikationsmassnahmen. Besonders hervorzuheben sind

- die Stärkung des Images der Holzenergie, für die sich die relevanten Ämter stärker engagieren könnten, beispielsweise im Rahmen entsprechender Imagekampagnen. Zuvor müssten bei den Ämtern Aufklärungsarbeit zur Bedeutung der Holzenergie für die Waldpolitik, die Energie- und Klimapolitik sowie die regionale Wertschöpfung geleistet werden. Zudem müsse das Wissen um den gegenwärtigen Stand der Technik von Holzenergieanlagen verbessert werden.
- eine stärkere Gewichtung von Holzenergieprojekten durch Kennzeichnung als Projekte «von nationalem Interesse» und die Projektbetreuung durch mandatierte Fachleute. Dies könne die Umsetzung konkreter Projekte auf verschiedenen Ebenen vereinfachen oder ermöglichen (siehe Kapitel 4.5).

## **Diskussion**

Auf Bundesebene wird der Stellenwert der Holzenergie in verschiedenen Strategiepapieren dokumentiert (vgl. auch Kapitel 1.1).<sup>44</sup> Die von den Befragten geäusserte Kritik ist jedoch ernst zu nehmen: Erstens wird die Strategie von Bund und Kantonen zur Holzenergie als uneinheitlich wahrgenommen. Zweitens werde der Holzenergie in der Praxis ein zu geringer Stellenwert beigemessen. Entsprechend sei die Unterstützung der Behörden nicht ausreichend. Drittens fehle es teilweise an Wissen seitens der Behörden, insbesondere betreffend technische Aspekte und der Bedeutung der Holzenergie für die Waldpolitik, die Energie- und Klimapolitik sowie die regionale Wertschöpfung.

Wir empfehlen dem BFE und dem BAFU, die gemeinsame Strategie zur Holzenergie gegenüber den kantonalen und kommunalen Behörden, den Fachleuten und betroffenen Unternehmen sowie der Öffentlichkeit aktiver und klarer zu kommunizieren. Zudem sollten die kantonalen und die kommunalen Behörden motiviert werden, die Strategie einheitlicher umzusetzen und der Holzenergie in der Praxis den erforderlichen Stellenwert beizumessen. Eine stärkere, klarere und einheitlichere Kommunikation des Stellenwerts der Holzenergie durch Bund, Kantone und Gemeinden – allenfalls im Rahmen von Imagekampagnen – könnte die Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials unterstützen.

---

<sup>44</sup> Insbesondere in der Biomassestrategie Schweiz (BFE et al. 2009), der Energiestrategie 2050 (vgl. Bundesrat 2013 und BFE 2014), der Ressourcenpolitik Holz (BAFU et al. 2017) und in der langfristigen Klimastrategie der Schweiz (Bundesrat 2021), die auf den Energieperspektiven 2050+ des BFE (Prognos et al. 2020) basiert.

## 4.8.2 Standortsuche

### Hemmnisse und Massnahmenvorschläge aus Sicht der Befragten

Aufgrund der hohen Siedlungsdichte ist das Angebot an Baufläche in der Schweiz naturgemäss beschränkt. Die Standortsuche für Holzenergieanlagen wird von den meisten Befragten als bedeutende Herausforderung – generell jedoch nicht als Hemmnis – genannt. Schwierigkeiten bei der Standortsuche seien eng mit der Akzeptanz von Holzenergieanlagen verknüpft. Beispielsweise sei die Standortsuche bei Feuerungen mit Hackschnitzeln weniger schwierig als etwa bei Altholz.

Verschiedene Befragte betonen, dass die Realisierung grösserer Holzenergieanlagen in dicht besiedelten Gegenden schwierig sei. Dies würde durch verschiedene Faktoren mit gegensätzlicher Wirkung beeinflusst: An Standorten mit hoher Nachfragedichte sei die Logistik erschwert, die Zahl der Beschwerden nehme zu und das Platzangebot sei aufgrund der Bebauung von vorneherein eingeschränkt. Gleichzeitig steige jedoch die Wirtschaftlichkeit mit zunehmender Nachfragedichte. Skaleneffekte würden die hemmende Wirkung des eingeschränkten Raumangebotes lindern. Beispielsweise sei eine längere Hauptverbindung zum Verteilnetz wirtschaftlich, sodass ein grösserer Umkreis für den Standort der Heizzentrale in Betracht gezogen werden könne. Zudem könnten aufwändigere Lösungen beim Bau der Heizzentrale umgesetzt werden, wie etwa Überbauungen oder unterirdische Anlagen. Ein Befragter hält dem jedoch entgegen, dass die Kostensteigerungen bei der Errichtung von Anlagen in der Peripherie durchaus zur Verhinderung der Umsetzung führen könnten.

Mehrere Befragte betonen, dass die Standortfindung durch eine Verbesserung des Images und damit der Akzeptanz der Holzenergie erleichtert würde. Zudem werden folgende Vorschläge zur Erleichterung der Standortsuche genannt:

- Eine bessere Datenverfügbarkeit (z.B. der räumlichen Verteilung des Holzangebots und der Wärmenachfrage im kantonalen GIS-System) könnte die Planung von Netzen und Heizwerkstandorten unterstützen.
- Durch einen stärkeren Fokus auf den Ausbau bestehender Anlagen und Netze (bzw. die Verbindung bestehender Fernwärmenetze) könnte die Leistung der Anlagen unter Vermeidung der Standortproblematik erhöht werden. Dies könne auch bei der Sanierung bestehender Anlagen und Netze umgesetzt werden.
- Ein Befragter aus dem Planungsumfeld weist darauf hin, dass sich durch kreative Lösungen bei der Standortfindung im dicht bebauten Umfeld – wie etwa unterirdische Anlagen oder Überbauungen – Probleme der Standortsuche vermeiden liessen.
- Zwei Befragte fordern eine Verbesserung der Raumplanung bzw. eine häufigere Erstellung von Energierichtplänen.
- Zwei Befragte weisen darauf hin, dass eine Verlagerung grosser Anlagen in Industriegebiete die Auswirkungen des Lastwagenverkehrs verringere und damit die Risiken von Beschwerden reduziere.
- Nach Ansicht eines Befragten wäre eine Aufwertung der Infrastruktur zur Erzeugung und Verteilung von Wärme aus erneuerbaren Quellen hilfreich, sodass diese anderen Anlagen – wie etwa jener zur Wasserversorgung – gleichgestellt wäre. Dies könnte die Standortsuche über Vereinfachungen im Bewilligungsverfahren erleichtern.

## **Diskussion**

Die Standortsuche ist bei grossen Holzenergieanlagen mit Wärmenetzen eine Herausforderung, insbesondere wegen des beschränkten Raumangebots in Siedlungsgebieten und allfälligen Beschwerden aufgrund vermuteter Beeinträchtigungen durch Lastwagentransporte und Emissionen der Anlagen. Wir teilen die Ansicht der Befragten, dass die Standortsuche durch eine Verbesserung des Images und der Akzeptanz der Holzenergie vereinfacht würde. Insbesondere gälte es, das generelle Image der Holzenergie als regionaler und klimafreundliche Energieträger zu verbessern und über die technischen Fortschritte im Bereich der Lufthygiene aufzuklären (vgl. auch Kapitel 4.3). Die weiteren von den Befragten genannten Vorschläge zur Vereinfachung der Standortsuche finden wir ebenfalls berechtigt, insbesondere

- die vermehrte Umsetzung von Energierichtplänen mit entsprechenden Gebietsausscheidungen für die Fernwärmeversorgung (vgl. auch Kapitel 4.4),
- eine stärkere Fokussierung auf den Ausbau bestehender Fernwärmenetze (inkl. zusätzlichen Heizzentralen),
- die vermehrte Realisierung von grösseren Anlagen in Industriegebieten und kreative Lösungen im dicht bebauten Gebiet (z.B. unterirdische Anlagen).

Zudem könnte ein Ausbau der Holzenergienutzung in Landwirtschaftsgebieten nahe von Siedlungsgebieten ebenfalls zur Verringerung der mit der Standortsuche verbundenen Herausforderungen beitragen (vgl. Kapitel 4.4).

### **4.8.3 Pflicht zur Eichung von Wärmezählern**

#### **Hemmnisse und Massnahmenvorschläge aus Sicht der Befragten**

Die Verordnung des EJPD über Messmittel für thermische Energie schreibt bei Wärmezählern eine Nacheichung durch ermächtigte Eichstellen alle 5 Jahre vor (Art. 9). Diese Vorschrift führt in der Praxis laut mehreren Befragten häufig zum Austausch der Wärmezähler nach 5 Jahren, obwohl die technische Lebensdauer der Zähler 20 Jahre betrage. Dies sei insbesondere bei schwierig zu eichenden Ultraschallwärmezählern der Fall. Die Kosten für den Ersatz eines Wärmezählers werden auf CHF 1'000 bis 1'500 geschätzt. Die Eichung selbst könne mit Kosten von einigen hundert Franken pro Wärmezähler ebenfalls einen wichtigen Kostenfaktor für kleinere Wärmeverbände mit vielen kleinen Abnehmenden darstellen. Da diese Kosten an die Kundinnen und Kunden weitergegeben würden, führe dies zu einer geringeren Konkurrenzfähigkeit im Vergleich zu dezentralen fossilen Heizsystemen. Die Relevanz dieses Kostenfaktors nehme für grössere Wärmeverbände ab, weil ab einer Zahl von 150 Wärmezählern die Eichperiode durch die Umsetzung von Überwachungsverfahren auf 10 Jahre verlängert werden kann (vgl. Art 9 und Anhang 2 der Verordnung).

Gemäss der Mehrzahl der Befragten mit Berührungspunkten zu diesem Thema ist die Eichpflicht ein Kostenfaktor für Holzenergieanlagen mit Wärmeverbänden. Die Eichpflicht sei vor allem für kleinere Wärmeverbände ein relevanter Kostenfaktor. Auf Kritik stösst insbesondere der aufgrund der Eichpflicht häufig durchgeführte frühzeitige Ersatz der Wärmezähler. Jene Befragte, die die häufige Eichpflicht als bedeutenden Kostenfaktor sehen, fordern eine Verlängerung des Eichintervalls auf 10 Jahre oder länger. Laut einem Befragten wird eine Verlängerung auf 10 Jahre gegenwärtig überprüft.

Folgende Vorschläge und bereits bestehende Praktiken zur Ausdehnung der Eichfrist werden genannt:

- Grössere Wärmeverbände haben bereits heute die Möglichkeit, durch die laufende Überwachung im Betrieb die Frist auf 10 Jahre zu verlängern. Laut einem Befragten erfolgt dies durch die tägliche Messung des Wärmeverbrauchs aller Bezüger. Dies ermögliche es, unter Berücksichtigung von Heizgradtagen und anderer Faktoren die Wärmemessung zu plausibilisieren. Gefordert wird, die Eichperiode unter Anwendung dieser Messungen und Analysen zu verlängern, beispielsweise auf 15 Jahre.
- Einzelne Befragte weisen darauf hin, dass die Wärmebeziehenden ihre Rechnungen im Jahresvergleich anhand der Zählerstände plausibilisierten. Die Betreibenden hätten ebenfalls ein Interesse an einer korrekten Verrechnung. In den meisten Anschlussverträgen sei festgehalten, dass die Kundinnen und Kunden das Recht hätten, eine Überprüfung der Zähler zu verlangen. In Anbetracht dieses gegenseitigen Interesses an einer korrekten Messung der Wärmemenge wäre laut zwei Befragten eine Verlängerung des Eichintervalls angemessen.
- Laut einem Befragten wurde das Pooling mehrerer kleiner Wärmeverbände zur Erhöhung der Anzahl Wärmezähler und somit der Ermöglichung einer Fristverlängerung durch geeignete Überwachungsverfahren in der Vergangenheit vorgeschlagen. Diese Vorschläge wurden von den Behörden jedoch jeweils abgelehnt.

Zwei Befragte betonen jedoch auch, dass der Schutz der KundInnen vor ungenauen Zählern wichtig sei. Bei einer Verlängerung der Eichfrist auf 10 Jahre müsste insbesondere sichergestellt werden, dass die Messgenauigkeit über diesen Zeitraum stabil sei.

## **Diskussion**

Die Eichpflicht mit der Frist zur Nacheichung der Wärmezähler alle 5 Jahre kann insbesondere bei kleinen Wärmeverbänden mit vielen Abnehmenden mit geringem Wärmebedarf zu einem bedeutenden Kostenfaktor werden. Dadurch kann sich die Konkurrenzfähigkeit dieser Wärmeverbände gegenüber anderen Heizsystemen verschlechtern. Für grössere Wärmeverbände (ab 150 Wärmezählern) dürfte die Eichpflicht ein weit geringeres Hemmnis darstellen.

Insgesamt dürfte die Eichpflicht mit den heutigen Fristen dem Ausbau der Holzenergienutzung nicht im Wege stehen. Gleichwohl schlagen wir übereinstimmend mit vielen Befragten vor, aufgrund der vergleichsweise hohen Kosten und des häufig unnötigen Austauschs der Zähler, eine Anpassung der Eichfristen zu prüfen. Dadurch könnte insbesondere die Konkurrenzfähigkeit von kleinen Wärmeverbänden verbessert werden. Entsprechend unterstützen wir eine Prüfung der Verlängerung der Eichpflicht auf 10 Jahre, allenfalls kombiniert mit Überwachungsverfahren.

### **4.8.4 Anforderungen an Wartungsarbeiten**

#### **Hemmnisse und Massnahmenvorschläge aus Sicht der Befragten**

Die Befragten bestätigen, dass Holzenergieanlagen vergleichsweise wartungsintensiv sind. Eine regelmässige und gute Wartung liege im Interesse der Anlagenbetreibenden. Die gesetzlichen Anforderungen an die Wartungsarbeiten werden von den meisten Befragten nicht hinterfragt. Der Wartungsaufwand müsse jedoch korrekt kalkuliert werden, was etwa in Machbarkeitsstudien der Herstellenden von Heizkessel teilweise nicht der Fall sei. Die Produzierenden hochwertiger Anlagen könnten direkt von verringertem Wartungsaufwand profitieren. Zudem habe sich die Anlagenqualität in den letzten Jahren

ständig weiterentwickelt, sodass auch die Wartungskosten gesunken seien. Zudem weist ein Befragter darauf hin, dass qualitativ gute Brennstoffe ebenfalls zu einem verringerten Wartungsaufwand und einer höheren Anlageneffizienz führten. Als mögliche Verbesserungsmassnahmen werden die Aufklärung und die Weiterbildung von PlanerInnen genannt. Ein Befragter aus der Westschweiz bemängelt insbesondere fehlende Ausbildungsangebote und -materialien in französischer und italienischer Sprache.

Seitens der Holzenergiebranche werden die Anforderungen an die Wartungsarbeiten jedoch vereinzelt als Hemmnis genannt. Dies betreffe insbesondere die Anforderungen an die Arbeiten an elektronischen Komponenten bei Wartungsarbeiten und Störungsbehebung. Die teure Ausbildung, die aufwändige Ausrüstung und die Rapportierung seien unverhältnismässig. Entsprechend wird eine Anpassung der Vorschriften gefordert.

## **Diskussion**

Die Befragung zeigt, dass die Wartung von Holzenergieanlagen wichtig ist und die entsprechenden Anforderungen grösstenteils akzeptiert werden. Der Wartungsaufwand hat sich durch die kontinuierliche Weiterentwicklung der Anlagenqualität reduziert. Durch den Einsatz hochwertiger Holzenergieanlagen und qualitativ guter Brennstoffe kann die Wartung weiter verringert werden. Im Hinblick auf einen guten Betrieb der Anlagen erachten wir eine Anpassung der Anforderungen an die Wartungsarbeiten als nicht notwendig. Insbesondere dürften die Anforderungen an die Wartung zu einem effizienten Betrieb der Anlagen und damit zur Reduktion der Schadstoffemissionen, Optimierung der Qualität der Holzasche und Verbesserung des Images von Holzheizungen beitragen. Die Hinweise zur Verbesserung der Information und der Weiterbildung von PlanerInnen sollten aufgenommen werden. Insbesondere sollte überprüft und sichergestellt werden, dass Ausbildungsangebote und -materialien auch auf Französisch und Italienisch zur Verfügung gestellt werden.

### **4.8.5 QM Holzheizwerke**

#### **Hemmnisse und Massnahmenvorschläge aus Sicht der Befragten**

Das QM Holzheizwerke<sup>45</sup> ist ein Qualitäts-Management-System für Holzheizwerke zur Produktion und Verteilung von Raumwärme, Wärme für Warmwasser und Prozesswärme. Neben dem «QMstandard» für grössere Anlagen (>500 kW) wurde für kleinere monovalente Anlagen (<500 kW) das «QMmini» eingeführt. Die Verfahren werden von allen Kantonen zur Qualitätssicherung empfohlen und von einigen Kantonen für subventionierte Projekte zwingend vorgeschrieben.<sup>46</sup> In der kantonalen Umsetzung kommen je nach Kanton und Anlagenkategorie die vereinfachten QM-Versionen zum Einsatz (Kanton Zürich 2020). Zudem wird die Umsetzung einer Qualitätsbegleitung durch QM Holzheizwerke in einigen Fällen zusätzlich gefördert (Kanton St. Gallen 2017).

Die Befragten berichten mehrheitlich, dass die Durchführung einer Qualitätsbegleitung durch QM Holzheizwerke bis auf wenige Ausnahmen unproblematisch sei und positive Auswirkungen habe. Die Qualitätsbegleitung durch QM Holzheizwerke trage zur Realisierung qualitativ hochwertigerer Anlagen bei. Die Umsetzung dieses Qualitätssicherungsinstruments könne auch für die Öffentlichkeitsarbeit genutzt

---

45 Vgl. [www.qmholzheizwerke.ch](http://www.qmholzheizwerke.ch).

46 Gemäss dem harmonisierten Fördermodell der Kantone (HFM 2015) ist die «vollständige, termingerechte Anwendung» des QM für automatische Holzfeuerungen über 70 kW Feuerungswärmeleistung eine Grundbedingung für die Förderung im Rahmen des Gebäudeprogramms.

werden. Als allfälliges Hemmnis sei das QM eher für kleinere Anlagen relevant. Grosse Holzheizwerke profitierten von der Erfahrung der PlanerInnen sowie von Skaleneffekten. Ein Befragter schätzt die Notwendigkeit des QM Holzheizwerke besonders im ländlichen Raum als hoch ein. In diesem Fall diene es der Vermeidung von Lösungen, die aus einer pragmatischen Herangehensweise entstanden und nicht dem Stand der Technik entsprächen.

Die Kosten des QM Holzheizwerke werden von den Befragten wie folgt thematisiert:

- Ein Befragter berichtet von einem Fall, in dem die QM-Kosten 40 Prozent der Fördersumme betragen hätten. Der betreffende Kanton habe jedoch entschieden, die Förderung auch ohne QM zu gewähren.
- Ein Befragter schlägt eine spezifische Förderung zur Kompensation der Kosten des QM vor. Demgegenüber werden die Kosten des QMmini eher als akzeptabel erachtet.
- Ein Befragter bemängelt die Kosten der zusätzlichen QM-Zertifizierung, nachdem die Planung ohnehin nach den Vorgaben von QM Holzheizwerke erfolgt sei. Ein Lösungsansatz zur Vermeidung dieses Falls sei die direkte Zertifizierung der PlanerInnen.

Die Anforderungen von QM Holzheizwerke werden vereinzelt als streng erachtet. Andere Befragte finden die Anforderungen angemessen. Gemäss einem Befragten werden die QM-Anforderungen von Behörden und den Geldgebern teilweise sehr strikt ausgelegt, indem einzelne nicht erfüllte oder teilweise erfüllte Punkte bemängelt würden. Eine hemmende Wirkung von QM aufgrund der übermässig strikten Auslegung solle verhindert werden. Ein Vertreter der Holzenergiebranche ist ebenfalls der Ansicht, dass das QM Holzheizwerke weniger starr vollzogen werden sollte. Das QM sei in seiner gegenwärtigen Form ein zweckmässiges Instrument. Es werde jedoch in der Regel nicht freiwillig, sondern nur im Zusammenhang mit Förderbeiträgen angewandt. Die Höhe der Förderbeiträge müsse in einem angemessenen Verhältnis zu den Mehrkosten des QM stehen.

## **Diskussion**

Die Sicherstellung einer hohen Qualität ist aus Gründen der Effizienz, der Minimierung der Schadstoffe und zur Förderung des Images der Holzenergieanlagen sehr wichtig. Aus der Befragung schliessen wir, dass QM Holzheizwerke von der Branche grundsätzlich gut akzeptiert und begrüsst wird. QM Holzheizwerke ist insbesondere auch ein zentrales Instrument zur Sicherstellung der Qualität von finanziell geförderten Anlagen.

Bei der Beurteilung der Kosten einer Qualitätsbegleitung durch QM Holzheizwerke ist wie folgt zu differenzieren:

- Bei grösseren Holzenergieanlagen dürften die Kosten der QM-Begleitung wenig ins Gewicht fallen. Zudem werden die finanziellen Mehrkosten durch die finanzielle Förderung kompensiert. Die Vorteile des QM hinsichtlich Qualität und Förderbeiträgen dürften den zusätzlichen Aufwand deutlich überwiegen. Zudem ermöglicht das QM Kosteneinsparungen, indem Überdimensionierung oder anderen Fehlplanungen vermieden werden. In diesen Fällen betragen die Einsparungen ein Mehrfaches der Kosten für die Qualitätssicherung.
- Bei kleineren Holzenergieanlagen kann der mit dem QM Holzheizwerke verbundene Aufwand (QMmini kostet CHF 1'500) – trotz Förderung – zu einer zusätzlichen finanziellen Belastung führen. Im Sinne einer guten Qualität der Anlagen scheint uns das grundsätzlich gerechtfertigt zu sein. Gleichwohl sollten die Kantone prüfen, ob der mit dem QM verbundene Aufwand in einem angemessenen Verhältnis zur Verbesserung der Qualität steht. Allenfalls könnten in Einzelfällen pragmatische Lösungen gewählt werden (z.B. weniger strikter Vollzug).
- Zur verstärkten Anwendung des QM Holzheizwerke ohne finanzielle Förderung könnten die Kantone die Umsetzung des QM bei gewissen Anlagenkategorien generell fördern.

#### 4.8.6 Mineralölsteuer und LSVA

##### **Hemmnisse und Massnahmenvorschläge aus Sicht der Befragten**

Die leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (LSVA) wird auf allen Motorfahrzeugen mit einem Gesamtgewicht ab 3,5 Tonnen zum Gütertransport erhoben (EZV 2019). Sie ist für den Transport auf allen Strassen zu entrichten (inkl. Waldstrassen) und ist um ein Vielfaches höher als Strassengebühren in benachbarten Ländern. Aus diesem Grund wird argumentiert, dass die LSVA das Schweizer Energieholz gegenüber dem Import ausländischer Ressourcen unverhältnismässig beeinträchtigt. Zudem kommen (Energie-)Holztransporte in der Schweiz – im Gegensatz zu Betrieben der Land- und Forstwirtschaft – nicht in den Genuss einer Rückerstattung der Treibstoffsteuer. Eine Steuererleichterung für den Holztransport wurde wiederholt vorgeschlagen bzw. diskutiert (vgl. GEO Partner 2017).

Die Befragten sehen die Besteuerung des Transports von Holzbrennstoff generell nicht als relevantes Hemmnis. Mehrere Befragte erachten die LSVA aufgrund der kurzen zurückgelegten Entfernungen der Holzenergie Transporte als nicht bedeutend. Der Einfluss der Transportabgaben auf die Brennstoffpreise sei gering. Unter typischen Bedingungen trage die LSVA lediglich CHF 1/m<sup>3</sup> zum Brennstoffpreis bei. Eine Verminderung der Transportkosten würde den Transport von Energieholz über weitere Strecken begünstigen, was dem Ziel der lokalen Nutzung der Holzenergie widerspräche. Ein Befragter lehnt die Besserstellung der Holztransporte im Sinne der Gleichbehandlung aller Transporte explizit ab. Ein weiterer Befragter weist zudem darauf hin, dass zur Beurteilung der Transportabgaben im Forst- und Holzenergiesektor auch die Subventionen an diese Branchen berücksichtigt werden müssten. Ein weiterer Befragter streicht heraus, dass die Notwendigkeit der Internalisierung der externen Kosten auch bei Holztransporten gegeben sei. Es wird darauf hingewiesen, dass es Beispiele von Unternehmen gebe, die zum Zwecke des Holztransports in Bahnanschlüsse investierten.

Verschiedene Befragte, die keine Notwendigkeit zur Abschaffung der LSVA und der Mineralölsteuer für Energieholztransporte sehen, würden deren Vermeidung als ein willkommenes politisches Signal und eine hilfreiche finanzielle Entlastung der Holzenergienutzung begrüßen. Ein Befragter bemängelt an der Ausgestaltung der LSVA, dass diese sowohl für die Hin- als auch die Rückfahrt erhoben würde, obwohl bei Holztransporten – im Gegensatz zu anderen Gütern – die Fahrt in den Wald grundsätzlich leer erfolge.

Zwei Befragte weisen in diesem Zusammenhang auf das Schwerlastlimit hin, das im Zusammenhang mit Holztransporten im Vergleich zu den Abgaben ein gewichtigeres Hemmnis darstelle. Ihrer Ansicht nach könnten durch eine Anhebung auf beispielsweise 44 Tonnen Kosten vermieden und der Schwerlastverkehr reduziert werden.

##### **Diskussion**

Die Befragung zeigt, dass die Transportabgaben (insbesondere LSVA) überwiegend als nicht bedeutender Kostenfaktor und damit nicht als relevantes Hemmnis erachtet werden. Gegen einen Verzicht auf diese Abgaben spricht auch die Gleichbehandlung mit dem Transport anderer Güter und das Bestreben, Transporte über weite Strecken, die der lokalen Nutzung der Holzenergie Ressourcen zuwiderlaufen würden, zu unterbinden. Zudem werden Holztransporte der Land- und Forstwirtschaft bereits von der Mineralölsteuer entlastet. Bei grösseren Holzenergieanlagen sollten die Transporte zukünftig vermehrt auf der Schiene erfolgen. Die Möglichkeiten zur Verlagerung von Holztransporten auf die Schiene (inkl. bestehender Beispiele) wurden bereits untersucht (vgl. GEO Partner 2017).

## 5 Gesamtbeurteilung und Folgerungen

### 5.1 Stand und Zukunft der Holzenergie

#### 5.1.1 Wie hat sich die Holzenergienutzung entwickelt?

Die Holzenergienutzung hat seit dem Jahr 2000 kontinuierlich zugenommen. Durch den verstärkten Ausbau automatischer Holzfeuerungen ist die Holzenergienutzung von rund 3 Mio. m<sup>3</sup> (bzw. 30 PJ oder 8.3 TWh) auf mehr als 4.8 Mio. m<sup>3</sup> (bzw. 48 PJ oder 13.3 TWh) im Jahr 2019 angestiegen (inkl. Altholzfeuerungen aber ohne Altholz in KVA). Dies entspricht gut 5.8 Prozent des schweizerischen Gesamtenergieverbrauchs. Nebst der Wärmeerzeugung mit Wald- und Restholz erfolgte ab 2000 auch ein Zubau an WKK-Anlagen, ein vermehrter Einsatz von Altholz und die Nutzung von Holzpellets.

Rund ein Drittel des Energieholzes wird in Einzelraumfeuerungen und Gebäudeheizungen genutzt, grösstenteils in Form von Stückholz. Dank Verbesserungen der Feuerungstechnik und dem Einsatz von Wärmespeichern bei Stückholzkesseln ist die Verbrennung in heutigen Kleinfeuerungen bei sachgerechtem Betrieb emissionsarm. Unsachgemäss betriebene Anlagen können jedoch zu lokalen Beeinträchtigungen der Umgebungsluft führen. Rund zwei Drittel der Energieholznutzung erfolgt in automatischen Anlagen ab 50 kW. Diese Anlagen weisen einen hohen technischen Standard auf. Sie erzielen hohe Wirkungsgrade und tiefe Emissionen an gasförmigen Schadstoffen sowie dank Einsatz effizienter Staubabscheider auch an Feinstaub. Hauptanwendungen der automatischen Anlagen sind die Erzeugung von Wärme für Gebäude und Fernwärme sowie Prozesswärme in der Holzindustrie.

Die Verbesserungen der Feuerungen und des Anlagenbetriebs sowie der Einsatz von Feinstaubabscheidern ist massgeblich auf die mit der Luftreinhalte-Verordnung eingeführten und schrittweise verschärften Emissionsgrenzwerte zurückzuführen. Dank diesen Massnahmen konnten die Feinstaubemissionen aus Holzfeuerungen von über 6'000 Tonnen im Jahr 1990 auf einen Drittel reduziert werden, obwohl die Energieholznutzung um 50 Prozent zunahm. Die Feinstaubemissionen aus Stückholzfeuerungen sind – bezogen auf die produzierte Energie – im Vergleich zu automatischen Feuerungen etwa einen Faktor drei höher.

#### 5.1.2 Wie hoch ist das Energieholzpotenzial?

Die Abschätzungen des Energieholzpotenzials weisen je nach Szenarien eine grosse Bandbreite auf. Die zusätzlichen Potenziale des Wald- und Flurholzes sowie des Rest- und Altholzes werden je nach Annahmen sehr unterschiedlich eingeschätzt. Während der Bund von einem zusätzlichen Energieholzpotenzial von 15 Prozent ausgeht, schätzt die WSL das zusätzliche Potenzial auf bis zu 89 Prozent. Gestützt auf das mittlere Szenario der WSL (Zusatzpotenzial von 41 Prozent bzw. 2.17 Mio. m<sup>3</sup>/a), das vom Bund geschätzte zusätzliche Potenzial an Wald- und Flurholz (37 Prozent) sowie die Einschätzungen der Befragten gehen wir von einem zusätzlichen Energieholzpotenzial von mindestens 40 Prozent der heutigen Nutzung aus (ca. 2.0 Mio. m<sup>3</sup>/a bzw. 20 PJ/a oder 5.6 TWh). Das mit Abstand grösste Zusatzpotenzial liegt beim Waldholz. Zu berücksichtigen ist zudem, dass jährlich rund 280'000 Tonnen Altholz ins Ausland exportiert werden. Dies entspricht rund 5.0 PJ (bzw. 1.4 TWh) pro Jahr oder 10 Prozent der heutigen Energieholznutzung.

Wir empfehlen dem Bund, die Abschätzung des Energieholzpotenzials unter Einbezug der Wissenschaft und der Branchenakteure zu vertiefen und zu konsolidieren. Insbesondere bestehen aufgrund unterschiedlicher Erhebungsmethoden keine Instrumente zur Abschätzung des Potenzials und des Monitorings der einzelnen Energieholzsortimente. Ein konsolidiertes Monitoring wäre zielführend.

### 5.1.3 Welche Erwartungen bestehen an die zukünftige Holzenergienutzung?

- Wir teilen die Ansicht vieler Befragter, dass die Holzenergie aus energie- und klima- sowie aus luftreinhaltepolitischen Überlegungen zukünftig vor allem in grösseren automatischen Feuerungen (mit Wärmeverbänden) eingesetzt werden sollte. Betreffend die strategischen Prioritäten des zukünftigen Einsatzes der Holzenergie teilen wir die Auffassung des Bundes (bzw. des BFE) im Zusammenhang mit der Energiestrategie 2050:
- Im Hinblick auf eine möglichst hohe Effizienz und eine maximale Substitution fossiler Energieträger sollte die Holzenergie vor allem zur Erzeugung von Prozesswärme, gefolgt von der Stromerzeugung in WKK-Anlagen, eingesetzt werden.
- Da die Potenziale zur Erzeugung von Prozesswärme und zur Stromerzeugung begrenzt sind, sollte die Holzenergie zudem vor allem als erneuerbare Energiequellen bei Fernwärmenetzen bzw. thermischen Netzen, die mit Abwärme und erneuerbaren Energien versorgt werden, genutzt werden.

## 5.2 Finanzielle Förderung

### 5.2.1 Wie wird die Holzenergienutzung finanziell gefördert?

Die Nutzung der Holzenergie wird vor allem durch folgende Instrumente und Programme gefördert:

- Gebäudeprogramm von Bund und Kantonen: Förderung von Holzheizsystemen bis 500 kW (2019: CHF 4.0 Mio.) und Wärmenetzen mit Holzfeuerung (2019: CHF 5.0 Mio.) im Rahmen kantonaler Förderprogramme
- KEV (bis 2022)/Investitionsbeiträge: Förderung von Holz-WKK-Anlagen (2018: Förderung von 22 Holzenergieanlagen mit insgesamt CHF 52 Mio.)
- Kompensationspflicht für die Importeure fossiler Treibstoffe: Förderung von CO<sub>2</sub>-mindernden Inlandprojekten (einzelne Projekte und Programme; 2018: ausbezahlte Beiträge von CHF 11.5 Mio.)
- Förderprogramm Holzheizungen von Energie Zukunft Schweiz: Förderung von Holzheizungen aller Brennstoffe (Pellet, Stückholz, Holzschnitzel) und Grössenklassen, sofern sie eine bestehende fossile Heizungsanlage ersetzen, mit voraussichtlich insgesamt rund CHF 1 Mio. pro Jahr zwischen 2020 und 2027.

### 5.2.2 Wie wird die finanzielle Förderung beurteilt?

Gestützt auf die Einschätzung vieler Befragter beurteilen wir die finanzielle Förderung von neuen Holzenergieanlagen zur Wärmeerzeugung grundsätzlich als ausreichend. Die Förderung leistet einen wesentlichen Beitrag zum kontinuierlichen Ausbau der Holzenergienutzung. Neben der Förderung durch das Gebäudeprogramm der Kantone finden wir auch das Förderprogramm Holzenergie von Energie Zukunft Schweiz positiv, das eine gesamtschweizerisch einheitliche Förderung mit vergleichsweise hohen Fördersätzen erlaubt.

Bei den Holz-WKK-Anlagen teilen wir die Ansicht vieler Befragter, dass die aktuelle Förderung durch Investitionsbeiträge in der Höhe von 20 Prozent zur Ausschöpfung des entsprechenden Potenzials nicht genügt. Aktuell werden die Fördermassnahmen zur Ablösung des Einspeisevergütungssystems (KEV) ab 2023 diskutiert. Der Bundesrat hat vorgeschlagen, die Investitionsbeiträge bis 2035 zu verlängern und auf maximal 60 Prozent zu erhöhen. Diese erhöhten Investitionsbeiträge würden die heutige Situation deutlich verbessern. Diese Beiträge dürften zur Förderung grosser Anlagen genügen. Bei vorteilhaften wirtschaftlichen Bedingungen (z.B. betreffend Wärmepreise, absetzbare Wärmemengen und Holzpreise) könnten damit vermutlich auch mittelgrosse Anlagen gefördert werden. Dem Vorschlag des Bundesrates stehen zwei gleichlautende Motionen<sup>47</sup> entgegen, die als Ersatz oder Teilersatz der bestehenden Förderung die Entwicklung von Finanzierungsinstrumenten und Schaffung von Rahmenbedingungen fordern, um den Weiterbetrieb der bestehenden Biomasseanlagen (inkl. Holz) zu gewährleisten und einen raschen Zubau effektiv und effizient zu unterstützen. Einmalige Investitionsbeiträge werden aufgrund einer ungenügenden Wirksamkeit explizit als ungeeignet erachtet. Wir interpretieren die Motionen so, dass der Bundesrat beauftragt wird, neue Fördermassnahmen zu entwickeln, die über einmalige Investitionsbeiträge hinausgehen oder sie ersetzen (z.B. Ergänzung der vorgeschlagenen Investitionsbeiträge, Neuauflage einer kostenorientierten Einspeisevergütung, andere Finanzierungsinstrumente).

### 5.2.3 Welche wirtschaftlichen Auswirkungen haben die heutigen Fördermassnahmen?

Mit der Förderung der Holzenergie sind positive Auswirkungen auf die inländische Wirtschaft verbunden:

- Die Investitionen in Holzenergieanlagen und mit Holzenergie versorgte Wärmeverbände lösen direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte in den umsetzenden Branchen (v.a. Installations- und Baugewerbe) aus.
- Im Betrieb ermöglichen die geförderten Holzenergieanlagen eine Substitution des Imports fossiler Energieträger durch einheimische Energiequellen, was zu zusätzlichen positiven Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten im Inland (insbesondere bei der Wald- und Forstwirtschaft und mit ihr verknüpften Branchen) führt.
- Der positive Beschäftigungseffekt verstärkt sich, weil die baunahen Branchen im Vergleich zu anderen Branchen überdurchschnittlich beschäftigungsintensiv sind.
- Die positiven Effekte sind stärker als die negativen Effekte aufgrund der Finanzierung der Massnahmen (Mittelentzug aus der übrigen Volkswirtschaft), sodass auch der Nettoeffekt der Investitionen in die Nutzung der Holzenergie im Inland positiv ausfällt.

---

47 Motion 20.3485 von Ständerat Daniel Fässler (vom Parlament angenommen) und Motion 20.3495 von Jürg Grossen.

Quantitative Schätzungen dieser Wirkungen liegen für die Förderung der Holzenergie im Rahmen des Gebäudeprogramms vor: Die im Jahr 2019 ausbezahlten Fördermittel für Holzheizungen in Gebäuden und Wärmenetzen von CHF 9.1 Mio. lösten Mehrinvestitionen im Umfang von rund CHF 25 Mio. aus und führten zu einem Netto-Beschäftigungseffekt in der Grössenordnung von 470 Vollzeitäquivalenten sowie einem Netto-Wertschöpfungseffekt von ca. CHF 27 Mio. (Gebäudeprogramm 2020, eigene Berechnungen).

Die weiteren Förderinstrumente (insbesondere KEV/Investitionsbeiträge zur Förderung von Holz-WKK-Anlagen und Kompensationspflicht für Importeure fossiler Treibstoffe) wirken strukturell analog und erzeugen (netto) zusätzliche Wertschöpfungs- und Beschäftigungswirkungen im Inland, welche nochmals deutlich höher liegen dürften.

### 5.3 Hemmnisse

#### **Welche Hemmnisse bestehen im Hinblick auf eine stärkere Holzenergienutzung? Wie relevant sind diese Hemmnisse im Hinblick auf die Ausschöpfung des Energieholzpotenzials?**

Im Hinblick auf die zusätzliche Holzenergienutzung bzw. die Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials sind die Hemmnisse vor allem dann relevant, wenn sie neue automatische Holzenergieanlagen für Fernwärme, Prozesswärme und/oder WKK betreffen. Demgegenüber sind häusliche Anwendungen wie Einzelraumfeuerungen und Zentralheizungen weniger wichtig.

Für neue automatische Holzenergieanlagen für Fernwärme, Prozesswärme und/oder WKK sind vor allem folgende Hemmnisse relevant:

- Die **Wirtschaftlichkeit** und die **Finanzierung** stellen eines der grössten Hemmnisse für die Realisierung grösserer Holzenergieanlagen dar. Die Wirtschaftlichkeit ist vor allem bei WKK-Anlagen – auch unter der Berücksichtigung der aktuell bestehenden Förderung (Einmalvergütung von 20% der Investitionskosten) – ein zentrales Hemmnis. Der Bundesrat ist beauftragt, Finanzierungsinstrumente zu erarbeiten und Rahmenbedingungen zu gewährleisten, die einen raschen Zubau von Holz-WKK-Anlagen effektiv und effizient unterstützen. Zudem stellt sich die Frage, ob die Benachteiligung von mit Holz und insbesondere auch von Altholz betriebenen WKK-Anlagen (aufgrund höherer Anforderungen an die Anlageneffizienz zur Berechtigung von Fördermitteln) gegenüber WKK-Anlagen in KVA gerechtfertigt ist oder ob zur Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials eine Angleichung erfolgen müsste. Bei der Prozesswärme in der Industrie stellt die Wirtschaftlichkeit aufgrund vergleichsweise kurzer Investitionszyklen, tiefer Energiepreise und der Rückerstattung der CO<sub>2</sub>-Abgabe bei Unternehmen, die in das Emissionshandelssystem eingebunden sind oder eine Verminderungsverpflichtung abgeschlossen haben, ebenfalls eine gewichtige Herausforderung dar. Demgegenüber ist die Wirtschaftlichkeit bei Holzenergieanlagen mit Wärmenetzen – unter Berücksichtigung der bestehenden Förderprogramme – deutlich besser. Die entsprechende Förderung wird insgesamt als ausreichend beurteilt. Ohne Förderung wäre jedoch ein wirtschaftlicher Betrieb von Wärmeverbänden kaum möglich. Zu ergänzen ist, dass eine schlechte Wirtschaftlichkeit der Anlagen mit Wärmeverbänden oft auf das teilweise zu optimistisch angenommene Wärmeabsatzpotenzial und eine geringe Auslastung der Anlagen zurückzuführen ist. Aufgrund der hohen Investitionskosten kann die Finanzierung von grossen Holzenergieanlagen mit und ohne Wärmenetze eine Herausforderung darstellen. Die Situation

hat sich jedoch in den letzten Jahren verbessert, auch aufgrund der Förderung. Grundsätzlich wirtschaftliche Holzenergieprojekte dürften nur in Einzelfällen aufgrund von Schwierigkeiten der Kapitalbeschaffung verhindert worden sein.

- Die lufthygienischen Anforderungen stellen kein bedeutendes Hemmnis für die verstärkte Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials dar. Erstens sind aus lufthygienischer Sicht qualitativ gute Anlagen und deren einwandfreier Betrieb wichtige Voraussetzung für ein gutes Image und die Akzeptanz der Holzenergie. Zweitens stellt die Einhaltung der Anforderungen der LRV für Anlagen über 500 kW und neue Anlagen bis 500 kW in der Regel keine Schwierigkeit dar und ist mit verhältnismässigen Kosten verbunden. Bei grösseren Anlagen ist vor allem das nach wie vor bestehende Imageproblem der Holzenergie im Zusammenhang mit den Feinstaubemissionen ein relevantes Hemmnis. Trotz der in den letzten Jahren erzielten Fortschritte beim Image der Holzenergie besteht weiterhin Aufklärungsbedarf betreffend die vergleichsweise geringen Feinstaubemissionen von grossen automatischen Holzfeuerungen. Zudem sollten die Emissionen kleinerer Anlagen (v.a. von Stückholzfeuerungen) weiter reduziert werden. Dadurch könnte vermieden werden, dass deren teilweise schlechtes Image auch die Akzeptanz von grösseren Anlagen (z.B. bei Abstimmungen und/oder über Beschwerden) infrage stellt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Akzeptanz von grossen Anlagen auch wesentlich vom Standort und der Siedlungsdichte in dessen Umfeld abhängt.
- **Raumplanerische Vorschriften** können ein relevantes Hemmnis für den Ausbau der Holzenergienutzung mit Wärmeverbänden in Landwirtschaftsgebieten darstellen. Bei einem Abbau der Hemmnisse könnte es für Landwirtschaftsbetriebe interessant sein, bestehende Holzenergieanlagen auszubauen oder grössere Anlagen zu planen. Dadurch könnte das Potenzial an kleinen Wärmeverbänden in Nähe von Siedlungsgebieten besser ausgeschöpft werden. Es ist jedoch unklar, wie gross dieses Potenzial wäre, insbesondere unter Berücksichtigung von Effizienzüberlegungen. Ein wesentliches raumplanerisches Hemmnis zum Ausbau der Holzenergienutzung sind die gesetzlichen Anforderungen zum zonenkonformen Bau bzw. zur Erweiterung von Energieholzanlagen auf Landwirtschaftsgebiet. Ein weiteres Hemmnis besteht darin, dass der Bau von Leitungen durch Landwirtschaftsgebiet nur in Ausnahmefällen möglich ist. Die Regelung betrifft auch die Durchleitung von einer Anlage in der Bauzone über Landwirtschaftsgebiet zu Abnehmenden in einer Bauzone. Fehlt die Bewilligung der Durchleitung über Landwirtschaftsgebiet, müssen die Leitungen entlang von (Kantons-)Strassen gebaut werden, was Holzenergieprojekte wegen teilweise erheblicher Mehrkosten verhindern kann. Die Praxis zur Gewährung von Ausnahmbewilligungen für Leitungen in der Landwirtschaftszone ist jedoch kantonal unterschiedlich. Zu berücksichtigen ist auch, dass raumplanerische Hemmnisse durch eine gute Planung des Standortes und des Netzes im Sinne einer energieeffizienten Lösung sowie der rechtlichen Rahmenbedingungen umgangen oder reduziert werden können. Weitere Hemmnisse sind spezifische Anforderungen zum zonenkonformen Bau bzw. zur Erweiterung von Energieholzanlagen und die von Gemeinden erhobenen Durchleitungsgebühren bei Verteilnetzen.
- Bei der Realisierung grösserer Holzenergieanlagen können **Beschwerden** von betroffenen Personen ein relevantes Hemmnis darstellen. Sie können Projekte in erheblichem Mass verzögern und verteuern und letztlich deren Realisierung verhindern. Die Praxis zeigt jedoch, dass Beschwerden durch eine gute Planung (v.a. Standortwahl) sowie eine frühzeitige und kontinuierliche Kommunikation mit den Betroffenen vermieden werden können. Ebenfalls wichtig ist eine Beschleunigung der Bewilligungsverfahren durch optimierte Prozesse auf kantonaler (und kommunaler) Ebene.

- Bei der **Entsorgung der Holzasche** dürften keine grundlegenden Hemmnisse bestehen. Die Kosten für die Ascheentsorgung beeinflussen die Wirtschaftlichkeit, dürften jedoch keine
- Holzenergieanlagen verhindern. Die Möglichkeiten zur Optimierung der Entsorgung und zur Reduktion der damit verbundenen Kosten sollten möglichst genutzt werden. Wichtig wären insbesondere die Verbesserung der Qualität der Holzasche, die Optimierung der Ascheentsorgung auf Deponien durch planerische und organisatorische Massnahmen sowie geeignete Informationen und weitere Bestrebungen zur Verwertung der Holzasche im Sinne der Kreislaufwirtschaft. Die Verschiebung der Metallrückgewinnungspflicht aus Filterasche aus der Altholzverbrennung auf den 1. Januar 2026 ermöglicht es, die entsprechenden Kapazitäten auszubauen. Zudem können die Forschungsanstrengungen betreffend umweltgerechte Entsorgung und planerische sowie organisatorische Überlegungen zur Optimierung der Verbrennung von Altholz und zur Aufbereitung der Filterasche weitergeführt werden.
- Eine stärkere Nutzung des heute ins Ausland **exportierten Altholzes** (rund 10 Prozent des heute genutzten Energieholzes) wäre aus energetischen und ökologischen Gründen zweckmässig. Neben einer zusätzlichen Substitution von fossilen Energieträgern (über Wärmeverbünde) wäre der vermehrte Einsatz von Altholz in WKK-Anlagen zur Stromproduktion interessant. Haupthemmnis einer stärkeren Nutzung von Altholz in der Schweiz sind die im Vergleich zum Ausland weniger attraktiven Rahmenbedingungen (v.a. Strompreise inkl. Einspeisevergütungen und höhere Entsorgungskosten). Der Export von Altholz ins Ausland dürfte sich auch über den Preis bzw. die Annahmgebühr auf die Wirtschaftlichkeit von Anlagen zur Altholzverwertung in der Schweiz auswirken und der Nutzung des Altholzpoteuzials entgegenwirken.

Der Abbau folgender weiterer Hemmnisse könnte den Zubau von automatischen Holzenergieanlagen für Fernwärme, Prozesswärme und WKK ebenfalls positiv beeinflussen:

- Wir teilen die Einschätzung, dass die Behörden auf Ebene Bund, Kantone und Gemeinden der Holzenergie einen noch grösseren Stellenwert beimessen und diesen aktiver kommunizieren könnten. Eine stärkere, klarere und einheitlichere Kommunikation des Stellenwerts der Holzenergie – in Imagekampagnen oder bei geplanten Holzenergieprojekten – könnte die Ausschöpfung der Holzenergie unterstützen.
- Die Standortsuche stellt bei grösseren Holzenergieanlagen mit Wärmenetzen eine Herausforderung dar, insbesondere wegen des beschränkten Raumangebots in Siedlungsgebieten und allfälligen Beschwerden. Die Standortsuche kann durch eine gute Planung, vermehrte Energierichtpläne mit Gebietsausscheidungen für die Fernwärme sowie eine Verbesserung des Images und der Akzeptanz der Holzenergie verbessert werden.
- Die Pflicht zur Eichung von Wärmezählern alle 5 Jahre kann insbesondere bei kleinen Wärmeverbänden mit vielen Abnehmenden mit geringem Wärmebedarf zu einem bedeutenden Kostenfaktor werden und die Konkurrenzfähigkeit gegenüber anderen Heizsystemen verschlechtern. Für grössere Wärmeverbände (ab 150 Wärmezählern) dürfte die Eichpflicht ein weit geringeres Hemmnis darstellen.

Die weiteren von der Holzenergiebranche genannten Hemmnisse beurteilen wir wie folgt:

- Der Wald- und Holzwirtschaft sollte es in naher Zukunft möglich sein, einen grösseren Anteil an Energieholz zu liefern. Der Produktion und der Vermarktung von Energieholz stehen aus unserer Sicht keine wesentlichen Hemmnisse gegenüber. Insbesondere sollte es der Wald- und Holzwirtschaft trotz aktuell tiefer Energieholzpreise kurz- und mittelfristig möglich sein, eine höhere Nachfrage nach Energieholz zu decken. Zu berücksichtigen ist, dass das Energieholz in der Regel ein Koppelprodukt der Rundholzproduktion und im öffentlichen Interesse liegender Waldleistungen (z.B. Schutzwaldfunktion, Biodiversität) ist. Die entsprechenden Rahmenbedingungen waren in den letzten Jahren mehr oder weniger stabil. Soll das Energieholzpotenzial mittel- und längerfristig möglichst vollständig ausgeschöpft werden, stellt sich die Frage, ob die Marktmechanismen dafür genügen. Offen ist insbesondere, ob sich die Holzenergiepreise aufgrund der zusätzlichen Nachfrage soweit erhöhen und die Prozesse (v.a. Logistik) soweit verbessert werden können, dass das Energieholzpotenzial auch in schwer zugänglichen Gebieten ausgeschöpft wird. Zudem ist davon auszugehen, dass eine Erhöhung der Nachfrage nach inländischem Rundholz und eine zusätzliche Förderung der Waldbewirtschaftung die Verfügbarkeit von Energieholz verbessern würden.
- Die Vorschriften der LRV können bei kleineren Anlagen (bis 500 kW) ein Hemmnis darstellen, indem sie teilweise zu Mehrkosten führen und die Wirtschaftlichkeit verschlechtern. Von Bedeutung sind vor allem die periodische Messpflicht für Anlagen bis 70 kW, die Vorgaben zur Speichergrösse und zur Verfügbarkeit von Staubabscheidesystemen. Diese Vorschriften tragen jedoch zu einer bedeutenden Reduktion der Schadstoffemissionen und zu einer Verbesserung des Images bei und können durch die Wahl der Qualität der Anlage und deren Betrieb beeinflusst werden. Die mit diesen Vorschriften möglicherweise verbundenen Hemmnisse beurteilen wir für die Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials als wenig relevant. Sie betreffen entweder vor allem Anlagen bis 70 kW (Messpflicht) oder bestehende Anlagen bis 500 kW (Vorgaben zur Speichergrösse und zur Verfügbarkeit von Staubabscheidesysteme). Weiter können sich die unterschiedlichen kantonalen Bestimmungen zur LRV für kleinere Anlagen auf die Betroffenen (HerstellerInnen, LieferantInnen, Planende, InvestorInnen) hemmend auswirken und sollten – unter Beibehaltung eines föderalen Vollzugs – möglichst harmonisiert werden. Aufgrund der entsprechenden Arbeiten im Rahmen des Cercl'Air und den bereits vorliegenden Empfehlungen (bzw. Vollzugshilfen) sehen wir zurzeit keinen weiteren Handlungsbedarf. Eine stärkere Ausschöpfung des kantonalen Handlungsspielraums im Einzelfall (betrifft v.a. Sanierungen kleinerer Anlagen) erachten wir zur Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials als kaum relevant
- Folgende in Einzelfällen genannte Hemmnisse erachten wir für die zusätzliche Holzenergienutzung ebenfalls als wenig relevant:
  - Die Anforderungen an die Wartungsarbeiten erachten wir im Hinblick auf einen guten Betrieb der Anlagen als angemessen. Die entsprechenden Kosten scheinen uns gerechtfertigt und in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit der Anlagen als wenig relevant.
  - Das QM Holzheizwerke erachten wir zur Sicherstellung einer hohen Qualität der Anlagen – insbesondere auch der finanziell geförderten Anlagen – als sehr wichtig. Bei grösseren Holzenergieanlagen dürften die Kosten der QM-Begleitung wenig ins Gewicht fallen. Bei kleineren Anlagen scheint uns die finanzielle Belastung (QMmini kostet CHF 1'500) – insbesondere unter Berücksichtigung der Förderung – als gerechtfertigt.

- Transportabgaben (LSVA und Mineralölsteuer) stellen einen nicht bedeutenden Kostenfaktor dar und sind kein relevantes Hemmnis. Gegen einen Verzicht auf diese Abgaben spricht auch die Gleichbehandlung mit dem Transport anderer Güter und das Bestreben, Transporte über weite Strecken, die der lokalen Nutzung der Holzenergieressourcen zuwiderlaufen würden, zu unterbinden.

## 5.4 Massnahmen

### **Mit welchen Massnahmen könnten die Hemmnisse der Holzenergienutzung beseitigt werden? Wie sind sie zu beurteilen?**

Die Rahmenbedingungen der zur Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials im Vordergrund stehenden grösseren Holzenergieanlagen erachten wir für Heizanwendungen als grundsätzlich gut, für Holz-WKK-Anlagen und Prozesswärme in der Industrie aber als unzureichend. Voraussichtlich werden sich die Rahmenbedingungen weiter verbessern, was den Ausbau der Holzenergienutzung beschleunigen könnte. Im Zusammenhang mit der Ablösung des bestehenden Einspeisevergütungssystems (KEV) ist der Bundesrat beauftragt, wirksame und effiziente Massnahmen zur finanziellen Förderung zur Verbesserung von Holz-WKK-Anlagen zu erarbeiten. Mit dem totalrevidierten CO<sub>2</sub>-Gesetz könnte sich die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf maximal CHF 210/t CO<sub>2</sub> erhöhen (heute max. CHF 120/t CO<sub>2</sub>). Über den im CO<sub>2</sub>-Gesetz vorgesehenen Klimafonds würden voraussichtlich die Globalbeiträge an die kantonalen Gebäudeprogramme erhöht und zusätzliche Mittel zur Förderung der Fernwärme, der Energieplanung und erneuerbarer Heizsysteme eingesetzt.

Ausgehend von der Hemmnisanalyse kann die Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials vor allem durch folgende Massnahmen beschleunigt werden, die primär auf automatische Holzenergieanlagen für Fernwärme, Prozessenergie und Holz-WKK-Anlagen abzielen:

- **Verbesserung der finanziellen Anreize und Erschliessung neuer Finanzierungsquellen:** Betreffend die vom Bund angestrebte Erhöhung der Stromproduktion aus WKK-Anlagen mit Holz ist der Bundesrat bereits beauftragt, wirksame und effiziente Fördermassnahmen zu erarbeiten. Zudem sollte geprüft werden, ob bei der Benachteiligung von mit Holz und insbesondere auch von Altholz betriebenen WKK-Anlagen gegenüber WKK-Anlagen in KVA eine Angleichung erfolgen müsste. Um Prozesswärme aus Holz konkurrenzfähig zu machen, sollte geprüft werden, wie die Anreize bei Unternehmen, die eine Rückerstattung der CO<sub>2</sub>-Abgabe erhalten, verbessert werden könnten. Beispielweise könnten bei den Verminderungsverpflichtungen strengere Zielsetzungen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen definiert werden. Um die Finanzierung von grösseren Holzenergieprojekten zu erleichtern, könnten neue Finanzierungsquellen wie Pensionskassen, Genossenschaftsscheine, Bürgschaften oder zinslose Darlehen erschlossen bzw. angeboten werden. Eine bessere Aufklärung von potenziellen Geldgebern über die wirtschaftlichen (gut kalkulierte Holzenergieprojekte sind mit geringen Risiken und langfristigen Sicherheiten verbunden) und die ökologischen Vorteile der Holzenergie könnte die Erschliessung neuer Finanzquellen unterstützen.

- **Informationsoffensive:** Eine verbesserte Information über die Holzenergie ist aus unserer Sicht eine Schlüsselmassnahme, die zur Reduktion verschiedener bedeutender Hemmnisse zur Realisierung von grösseren Anlagen beitragen kann: Auf übergeordneter Ebene trägt ein besserer Wissenstand der Behörden, Fachleute, Unternehmen, Investierenden und der Bevölkerung zu einer weiteren Verbesserung des Images und der Akzeptanz der Holzenergie bei. Bei konkreten Holzenergieprojekten vereinfacht ein besseres Image die Standortsuche und reduziert – zusammen mit der Information von Betroffenen zu den geplanten Projekten – die Anzahl Beschwerden. Neben der Holzenergiebranche sollten insbesondere die Behörden auf Ebene Bund, Kantone und Gemeinden eine aktivere und stärkere Rolle in der Informationsarbeit einnehmen. Insbesondere sollten sie der Holzenergie einen noch grösseren Stellenwert beimessen, aufeinander abgestimmte Strategien erarbeiten und diese in der Praxis aktiver kommunizieren und kohärent umsetzen. Die Informationsoffensive könnte folgende Elemente umfassen:
  - Stärkere, klarere und einheitliche Kommunikation des Stellenwerts der Holzenergie und der Strategie zur Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials durch Bund, Kantone und Gemeinden.
  - Gemeinsam von der Holzenergiebranche und den Behörden getragene Imagekampagne, die über die Vorzüge der Holzenergie als regionaler und klimafreundlicher Energieträger informiert und über den Stand der Technik betreffend Luftreinhaltung aufklärt.
  - Frühzeitige und kontinuierliche Information der betroffenen Bevölkerung über konkret geplante Energieholzprojekte und deren Auswirkungen.
- **Abbau von raumplanerischen Hemmnissen:** Unter Berücksichtigung von energie- und klimapolitischen sowie raumplanerischen Überlegungen sollte in einem ersten Schritt geklärt werden, wie gross das Potenzial eines Ausbaus der Holzenergienutzung mit Wärmenetzen in Landwirtschaftsgebieten und des Bedarfs von Durchleitung durch Landwirtschaftszonen ist. Falls das realisierbare und zweckmässige Potenzial nicht nur Einzelfälle betrifft, sondern energie- und klimapolitisch relevant ist, sollte eine Anpassung der raumplanerischen Vorschriften zur Ermöglichung des Baus von Leitungen durch Landwirtschaftszonen in Siedlungsgebiete geprüft werden. Erstens könnte eine Lockerung der Anforderungen an die zonenkonforme Bewilligung des Baus und der Erweiterung von Holzenergieanlagen geprüft werden (insbesondere der Anforderungen an die Herkunft des Energieholzes, die Nutzung bestehender Bauten und der Unterordnung der Anlage unter den Landwirtschaftsbetrieb). Zweitens könnte geprüft werden, ob im Rahmen der Ausnahmeregelung gemäss Art. 24 RPG eine Durchleitung unter gewissen Voraussetzungen rechtlich ermöglicht oder die Ausnahmeregelung weniger strikt gehandhabt werden kann. Im Zusammenhang mit Durchleitungsrechten unterstützen wir auch die Forderung, dass auf Verteilnetze für erneuerbare Energie keine Durchleitungsgebühren erhoben oder die Gebühren zumindest deutlich gesenkt werden sollten. Zudem könnte die vermehrte Gebietsausscheidung für die Fernwärmeversorgung in kantonalen Richtplänen und kommunalen Energieplanungen den Bau und/oder die Erweiterung von Holzenergieanlagen mit Wärmenetzen unterstützen und die Standortsuche vereinfachen.
- **Beschleunigung der Bewilligungsverfahren:** Der Handlungsbedarf zur Beschleunigung der Bewilligungsverfahren für die erneuerbaren Energien generell ist seit längerem erkannt. Mit dem revidierten Energiegesetz sind die Kantone verpflichtet, für den Bau, die Erweiterung und die Erneuerung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien rasche Bewilligungsverfahren vorzusehen. Gemäss der Hemmnisanalyse besteht bei der

Optimierung der Prozesse im Bewilligungsverfahren durch klare Vorgaben und Fristen Verbesserungspotenzial. Die Kantone (und Gemeinden) sollten die entsprechenden Prozesse überprüfen und Optimierungen umsetzen. Eine Einschränkung des Beschwerderechts steht unseres Erachtens jedoch kaum zur Diskussion. Insbesondere erachten wir eine Einschränkung des Beschwerderechts von Personen, die direkt von den Holzenergieprojekten betroffen sind und schutzwürdige Interessen haben, als nicht erforderlich, aus rechtlichen Überlegungen als problematisch und als politisch kaum umsetzbar.

- **Optimierung der Entsorgung der Holzasche:** Die verschiedenen Möglichkeiten zur Optimierung der heutigen Ascheentsorgung und zur Reduktion der entsprechenden Kosten sollten genutzt werden:
  - Erstens sollten die Anlagenbetreibenden auf eine hohe Qualität der Asche hinarbeiten, insbesondere durch die gezielte Auswahl der Brennstoffe und einen optimalen Betrieb der Anlagen. Eine hohe Qualität der Asche erleichtert deren Ablagerung in Deponien oder eine anderweitige Verwertung (z.B. in der Zementindustrie). Bei Bedarf könnten die Anlagenbetreibenden durch Informations-, Beratungs- und Schulungsangebote unterstützt werden.
  - Zweitens sollte die Ascheentsorgung auf Deponien (inkl. Kosten) optimiert werden, vor allem durch planerische und organisatorische Massnahmen sowie die Bereitstellung entsprechender Informationen. Zudem könnten die Kantone nach Möglichkeit die überregionale Deponieplanung optimieren.
  - Drittens sollten die Bestrebungen zur Verwertung der Holzasche im Sinne der Kreislaufwirtschaft weitergeführt werden. Vielversprechend scheint insbesondere die Verwendung der Holzasche in der Zementindustrie.

Zudem könnte geprüft werden, ob die Eichpflicht für Wärmezähler auf 10 Jahre verlängert werden könnte, allenfalls kombiniert mit geeigneten Überwachungsverfahren. Damit könnten die aus der Eichpflicht für kleine Wärmeverbände mit vielen Abnehmenden entstehenden Kosten reduziert und deren Wettbewerbsfähigkeit verbessert werden. Im Vergleich zu den bereits genannten Massnahmen erachten wir eine Verlängerung der Eichpflicht jedoch als weniger prioritär.

Soll das Energieholzpotenzial mittel- und längerfristig möglichst vollständig ausgeschöpft werden, ist zu prüfen, ob die Marktmechanismen (v.a. Holzenergiepreise und Optimierung der Prozesse) genügen, das Potenzial in schwer zugänglichen Gebieten und das Potenzial an exportiertem Altholz auszuschöpfen:

- Im Hinblick auf eine möglichst vollständige Ausschöpfung des Waldholzes könnte die Energieholzproduktion erstens durch eine Erhöhung der inländischen Nachfrage nach Stammholz und eine allfällige zusätzliche Förderung von Waldleistungen im öffentlichen Interesse gefördert werden. Da Energieholz in der Regel ein Koppelprodukt ist, kommt dieser indirekten Stossrichtung zur Erhöhung der Energieholzproduktion eine besondere Bedeutung zu. Zweitens könnten die Kantone weitere Anstrengungen zum Aufbau zukunftsfähiger Strukturen unternehmen und bei Bedarf eigentumsübergreifende Holzschläge und Kooperationsbetriebe fördern. Waldeigentümer könnten die Waldbewirtschaftung vermehrt teilweise oder vollständig im Drittauftrag vergeben. Zudem könnten der Bund und die Kantone bei Bedarf eine finanzielle Unterstützung der Ausschöpfung des Energieholzpotenzials in schwer zugänglichen Lagen prüfen, beispielsweise durch finanzielle Beiträge an teurere forstwirtschaftliche Massnahmen.

- Eine vermehrte Nutzung von exportiertem Altholz in der Schweiz sollte unseres Erachtens ebenfalls marktgetrieben erfolgen. Dies erlaubt, auf Marktentwicklungen flexibel und angemessen reagieren zu können. Zur vermehrten Altholzverwertung in der Schweiz sollten in erster Linie neue und auf die Altholzverwertung spezialisierte Holz-WKK-Anlagen errichtet werden. Unter Berücksichtigung der Marktentwicklung (v.a. der Strom- und Wärmepreise) ist zu prüfen, ob die bestehenden Rahmenbedingungen (u.a. Fördermassnahmen) attraktiver gestaltet werden sollten. Zudem könnte die bereits heute praktizierte Altholzverbrennung in Zementwerken weiter ausgebaut werden. Exportbeschränkungen von Altholz würden wir nur in Betracht ziehen, wenn die Nachfrage nach Energieholz in überaus hohem Masse steigen würde, die Potenziale an naturbelassenem Energieholz ausgeschöpft wären und die Rahmenbedingungen zur vermehrten Altholznutzung in der Schweiz nicht ausreichend attraktiv wären.

## 5.5 Folgerungen und Empfehlungen

### 5.5.1 Folgerungen

Betreffend Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials leiten wir aus den durchgeführten Analysen fünf Folgerungen ab:

- Die Holzenergienutzung hat in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen. Durch den verstärkten Ausbau automatischer Holzfeuerungen ist sie von rund 3 Mio. m<sup>3</sup> (bzw. 30 PJ oder 8.3 TWh) im Jahr 2000 auf mehr als 4.8 Mio. m<sup>3</sup> (bzw. 48 PJ oder 13.3 TWh) im Jahr 2019 angestiegen. Die Feinstaubemissionen aus Holzfeuerungen konnten deutlich reduziert werden, insbesondere aufgrund der Massnahmen zur Luftreinhaltung.
- Aufgrund vorliegender Abschätzungen gehen wir von einem zusätzlichen Energieholzpotenzial von mindestens 40 Prozent (ca. 2.0 Mio. m<sup>3</sup>/a bzw. 20 PJ/a oder 5.6 TWh) aus. Zudem wäre eine vermehrte Verwertung des exportierten Altholzes (jährlich rund 280'000 Tonnen Altholz bzw. rund 5.0 PJ oder 1.4 TWh) in der Schweiz aus energetischen und ökologischen Gründen zweckmässig.
- Der Wald- und Holzwirtschaft sollte es trotz aktuell tiefer Energieholzpreise kurz- und mittelfristig möglich sein, eine höhere Nachfrage nach Energieholz zu decken. Soll das Energieholzpotenzial mittel- und längerfristig möglichst vollständig ausgeschöpft werden, ist zu prüfen, ob Rahmenbedingungen verbessert werden müssten.
- Die Rahmenbedingungen der zur Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials im Vordergrund stehenden neuen automatischen Holzenergieanlagen für Fernwärme, Prozesswärme und/oder WKK erachten wir für Heizanwendungen als grundsätzlich gut, für Holz-WKK-Anlagen und Prozesswärme in der Industrie aber als unzureichend. Mit den zu erarbeitenden Fördermassnahmen von Holz-WKK-Anlagen ab 2023 und dem allfälligen Inkrafttreten des totalrevidierten CO<sub>2</sub>-Gesetzes würden sich die Rahmenbedingungen für die Holzenergie weiter verbessern.
- Im Hinblick auf eine beschleunigte und möglichst vollständige Ausschöpfung des Holzenergiepotenzials sollten vor allem die Hemmnisse betreffend Wirtschaftlichkeit und Finanzierung, Image der Holzenergie, Raumplanungsrecht, Bewilligungsverfahren und Ascheentsorgung beseitigt oder zumindest reduziert werden.

## 5.5.2 Empfehlungen

Gestützt auf die Analyse der Hemmnisse und der Massnahmen werden nachfolgend Empfehlungen formuliert. Dabei unterscheiden wir zwischen Empfehlungen zur Umsetzung und zur Prüfung von Massnahmen sowie allenfalls mittel- oder längerfristig anzugehende Analysen (vgl. Tabelle 9):

**Tabelle 9: Empfehlungen**

Themen	Empfehlungen
<b>Umsetzung von Massnahmen</b>	
Information	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bund, Kantone und Gemeinden sollten in Zusammenarbeit mit der Holzenergiebranche die Information über die Vorzüge der Holzenergie aus energie-, klima- und regionalpolitischer Sicht sowie die Fortschritte der Holzenergie betreffend Luftreinhaltung intensivieren. Wichtig wären eine aktivere und klarere Kommunikation des Stellenwerts der Holzenergie, eine Imagekampagne und eine verbesserte Information der Bevölkerung bei konkret geplanten Energieholzprojekten.</li> </ul>
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zur Verbesserung der Finanzierung von Holzenergieanlagen sollten Trägerschaften bei Bedarf neue Finanzierungsquellen wie Pensionskassen und Genossenschaftsscheine erschliessen.</li> </ul>
Energieplanung und Durchleitungsgebühren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Die Kantone und Gemeinden sollten über die Richtplanung und die Energieplanung vermehrt Gebietsausscheidungen für die Fernwärme vornehmen.</li> <li>▪ Gemeinden sollten auf Durchleitungsgebühren auf Verteilnetzen für erneuerbare Energien verzichten oder sie möglichst reduzieren.</li> </ul>
Bewilligungsverfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zur Beschleunigung der Bewilligungsverfahren sollten die Kantone (und die Gemeinden) die Prozesse überprüfen und optimieren, beispielsweise durch klare Vorgaben und Fristen.</li> </ul>
Entsorgung von Holzasche	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Die Anlagenbetreibenden, die Deponien und die Kantone sollten die Ascheentsorgung weiter optimieren, insbesondere betreffend Qualität der Asche, Ascheentsorgung auf Deponien (durch planerische und organisatorische Massnahmen) und Weiterführen der Bestrebungen zur Verwertung der Holzasche im Sinne der Kreislaufwirtschaft (v.a. in Zementwerken).</li> </ul>
<b>Prüfung von Massnahmen</b>	
Energieholzpotenzial	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der Bund sollte die Abschätzung des Energieholzpotenzials unter Einbezug der Wissenschaft und der Branchenakteure vertiefen und konsolidieren. Neben Instrumenten zur Abschätzung des Potenzials sollte ein konsolidiertes Monitoring der einzelnen Energieholzsortimente eingeführt werden.</li> </ul>
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bund und Kantone sowie Banken sollten die Gewährung von Bürgschaften und/oder zinslosen Darlehen für Holzenergieprojekte prüfen.</li> </ul>
Finanzielle Anreize	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Soll das Potenzial an Prozesswärme mit Holz stärker ausgeschöpft werden, sollte geprüft werden, wie die Anreize bei Unternehmen, die aufgrund einer Verminderungsverpflichtung die CO<sub>2</sub>-Abgabe rückerstattet erhalten, verbessert werden könnten (beispielweise durch strengere Zielsetzungen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen).</li> </ul>

Themen	Empfehlungen
Raumplanungsrecht	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unter Berücksichtigung von energie- und klimapolitischen sowie raumplanerischen Überlegungen sollte der Bund das Potenzial eines Ausbaus der Holzenergienutzung mit Wärmenetzen in Landwirtschaftsgebieten und des Bedarfs von Durchleitung durch Landwirtschaftszonen untersuchen.</li> <li>▪ Falls das realisierbare und zweckmässige Potenzial relevant ist, sollte eine Anpassung der raumplanerischen Vorschriften zur Ermöglichung des Baus von Leitungen durch Landwirtschaftszonen in Siedlungsgebiete geprüft werden: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erstens könnte eine Lockerung der Anforderungen an die zonenkonforme Bewilligung des Baus und der Erweiterung von Holzenergieanlagen gemäss Art. 16a RPG und Art. 34a geprüft werden (insbesondere der Anforderungen an die Herkunft des Energieholzes, die Nutzung bestehender Bauten und der Unterordnung der Anlage unter den Landwirtschaftsbetrieb).</li> <li>▪ Zweitens könnte geprüft werden, ob im Rahmen der Ausnahmeregelung gemäss Art 24 RPG eine Durchleitung unter gewissen Voraussetzungen rechtlich ermöglicht oder die Ausnahmeregelung weniger strikt gehandhabt werden kann.</li> </ul> </li> </ul>
Eichpflicht für Wärmehähler	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der Bund sollte eine Verlängerung der Eichpflicht von Wärmehählern auf 10 Jahre prüfen, allenfalls kombiniert mit geeigneten Überwachungsverfahren.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mittel- und längerfristig anzugehende Analysen</li> </ul>	
Energieholzpotenzial	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Soll das Energieholzpotenzial (inkl. exportiertes Altholz) mittel- und längerfristig vollständig ausgeschöpft werden, sollte der Bund unter Einbezug der Kantone prüfen, ob die Marktmechanismen dazu genügen. Falls nicht sollte eine Verbesserung der Rahmenbedingungen geprüft werden, beispielsweise zur Erhöhung der inländischen Nachfrage nach Rundholz, eine zusätzliche Förderung von Waldleistungen im öffentlichen Interesse (z.B. Schutzwaldfunktion, Biodiversität), eine finanzielle Unterstützung der Ausschöpfung des Energieholzpotenzials in schwer zugänglichen Lagen oder Massnahmen zur Förderung von Holz-WKK-Anlagen, die auf die Altholzverwertung spezialisiert sind.</li> </ul>

Tabelle INFRAS und Verenum.

## 6 Anhang

### 6.1 Befragte Personen

**Tabelle 10: Befragte Personen**

Akteure	Befragte Personen	Bemerkungen
<b>Explorative Interviews</b>		
Bundesämter	Daniel Binggeli, Bundesamt für Energie	
	Alfred Kammerhofer und Claire-Lise Suter, Bundesamt für Umwelt	Fokus Wald- und Holzwirtschaft
	Beat Müller, Bundesamt für Umwelt	Fokus Luftreinhaltung
	Reto Burkard, Bundesamt für Umwelt	Fokus Klimapolitik
	Kaarina Schenk, Bundesamt für Umwelt	Fokus Ascheentsorgung
Verband	Andreas Keel, Holzenergie Schweiz	
<b>Interviews mit weiteren Akteuren</b>		
Vertretende Wald- und Holzwirtschaft	Didier Wuarchoz, La Forestière	Fokus Wald- und Holzwirtschaft
	Paul Aecherli, Aecherli Holz und Mitglied Holzindustrie Schweiz	Fokus Wald- und Holzwirtschaft
Vertretende Holzenergiebranche	Michael Tobler, IG Holzenergie Nordwestschweiz	
	Claudio Caccia, Energia legno Svizzera	Fokus italienischsprachige Schweiz
	Urs Rhyner, Energie Ausserschwyz AG und Schweizerischer Verband für Umwelttechnik (SVUT) Fachgruppe Holzenergie	
	Jürg Fehlmann, Liebi LNC AG	
	Yves Jeanmonod, Heitzmann SA (Vertrieb Westschweiz)	
	Philipp Lüscher, Schmid AG energy solutions	
	Manuel Godinat, Thermobois SA und Thermoréseau-Porrentruy SA	
	Bruno Jordi, IWB	
Planer	Michael Cueni, Triplex Energieplaner AG	
	Samuel Gründler, E+H Ingenieurbüro für Energie + Haustechnik	
Kantone	Rainer Jahnke, Kanton Thurgau (Abteilung Energie)	
	Angelo Papis, Kanton Zürich (Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft AWEL)	Fokus Lufthygiene
	Konrad Nötzli, Kanton Zürich (Amt für Landschaft und Natur ALN, Abteilung Wald)	Fokus Wald- und Holzwirtschaft
	Oliver Steiner, Kanton Bern (Amt für Wasser und Abfall AWE)	Fokus Ascheentsorgung

Verschiedene	Christoph de Quervain, Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)	Fokus Raumplanungsrecht
	Robin Quartier, Verband Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen (VBSA)	Fokus Ascheentsorgung
	Nico Pfäffli, Energie Zukunft Schweiz	Fokus Förderung Holzenergie

Tabelle INFRAS und Verenum.

## 6.2 Luftreinhaltung: Beispiele kantonaler Regelungen zu Holzheizungen

**Tabelle 11: Luftreinhaltung: Beispiele kantonaler Regelungen zu Holzheizungen**

Kantone	Regelungen betreffend Holzheizungen
Genf	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der Massnahmenplan des Kantons Genf (2018) beinhaltet eine kombinierte Massnahme (N° 8) mit Bezug zur Holzenergie. Diese fordert eine rasche Umsetzung der Sanierung bestehender Holzheizungen sowie die Erfassung des Anlagenbestandes. Zudem werden eine strengere Auslegung der LRV und die Sensibilisierung der Betreibenden angestrebt. Die finanzielle Förderung kleiner Holzheizungen soll aufgehoben und auf jene Anlagen beschränkt werden, die an ein Fernwärmenetz angeschlossen sind.</li> <li>▪ Die Massnahme N° 9 hebt den Ausbau der Fernwärme zusätzlich als übergeordnetes Ziel hervor.</li> </ul>
Wallis	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der «kantonale Massnahmenplan zur Luftreinhaltung» des Kantons Wallis (Kanton Wallis 2014) definiert insbesondere für bestehende Holzheizanlagen im Vergleich zur LRV striktere Sanierungsfristen von 5 Jahren (Massnahme 5.5.3). Die fristgerechte Sanierung der bestehenden Anlagen wird gefördert (Massnahme 5.5.4).</li> <li>▪ Eine weitere Massnahme legt die Umsetzung vermehrter unangekündigter Kontrollen von Holzheizungen sowie anderer emittierender Anlagen im Industrie- und Handwerkssektor fest (Massnahme 5.3.1).</li> </ul>
Waadt	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der Kanton Waadt zeichnet sich durch umfassende Strategien und Massnahmen mit Bezug zur Holzenergie aus: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Es besteht ein Massnahmenplan für die Region Lausanne-Morges (Kanton Waadt 2018). Die Massnahme EN-5 zielt auf eine optimierte Verwendung von Holz in kleinen Feuerungsanlagen ab. Demzufolge dient der Einsatz von Subventionen für Holzfeuerungen hauptsächlich der Vermeidung von Emissionen. Ein Fokus soll auf die Kombination von Solarkollektoren und Holzenergieanlagen gelegt werden.</li> <li>▪ Weiterführende Regelungen mit Bezug zur Holzenergienutzung sind in den Richtlinien zur Holzenergienutzung festgelegt (Kanton Waadt 2020). Diese stellen beispielsweise in Bezug auf die Grenzwerte der Feinstaubemissionen eine Verschärfung der LRV dar: Die Gesamtfeststoffemissionen von Anlagen über 250 kW sind auf 20 mg/m<sup>3</sup> beschränkt. Die NO<sub>x</sub>-Emissionen von Anlagen zwischen 70 kW und 1 MW sind auf 250 mg/m<sup>3</sup> beschränkt, jene grösserer Anlagen auf 200 mg/m<sup>3</sup>. Laut Abschnitt 3.4 der Richtlinien sind die Kaminempfehlungen des BAFU umzusetzen.</li> </ul> </li> </ul>

**Kantone      Regelungen betreffend Holzheizungen**

Tessin	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Die Massnahme IS 1 des Massnahmenplans «Piano di risanamento dell'aria» von 2017 (Kanton Tessin 2017) bezieht sich explizit auf Anhang 5, Ziffer 31 der LRV (Definition der Begriffe der Holzbrennstoffe) und schränkt diese ein: Unbehandeltes Altholz gilt demzufolge nicht als Holzbrennstoff. Auf diese Weise soll die Trennung der Brennstoffströme vereinfacht und das unbeabsichtigte Verbrennen von behandeltem Holz verhindert werden.</li> <li>▪ Andere Massnahmen beziehen sich auf die Verbesserung der Datenerhebung zum Bestand von Holzfeuerungen (IS 5), die Umsetzung einer Aufklärungskampagne zum korrekten Betrieb kleiner Holzfeuerungen in Zusammenarbeit mit Holzenergie Schweiz mit dem Ziel einer 11-prozentigen Abnahme der Feinstaubemissionen in der Kategorie PM10 (IS 3) und eine Aufklärungskampagne zur korrekten Dimensionierung von Anlagen über 70 kW.</li> <li>▪ Einige Massnahmen älterer Versionen des Massnahmenplans wurden in die Tessiner Durchführungsverordnung der LRV aufgenommen, so etwa die Festlegung der Mindestwirkungsgrade kleiner Holzfeuerungen (ROIAt 2015).</li> </ul>
Zürich	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der Massnahmenplan des Kantons Zürich enthält mehrere Verschärfungen, die über die Anforderungen der LRV hinausgehen. Die Massnahmen F1a und F1b definieren Emissionsvorschriften für Holzfeuerungsanlagen bis und ab 70 kW. Die Massnahme F7 definiert strengere Grenzwerte und die Kontrollperiodizität für Altholzfeuerungen. Die Massnahme Fn1 hat die Vermeidung des Betriebs in Teillastbetriebszuständen und der dadurch verursachten Emissionszunahmen durch verminderte Wirkung der Staubascheider zum Ziel. Bei überdimensionierten Bestandsanlagen kann dies auf verschiedene Arten gelöst werden, einschliesslich Speichereinbau, zusätzliche fossile Spitzenlastfeuerungen und Wechsel hin zu höherwertigen Holzbrennstoffen. Die Sanierungsfrist beträgt in der Regel 4 Jahre. Die Massnahme Fn2 verschärft den CO-Grenzwert gegenüber der LRV für verschiedene Anlagen bis 70 kW Feuerungswärmeleistung. Der niedrigste Grenzwert betrifft mit 1'000 mg/m<sup>3</sup> Heizkessel mit automatischer Beschickung.</li> <li>▪ Der Massnahmenplan des Kantons wird im Rahmen des Vollzugs der Luftreinhaltefachstellen des Kantons (AWEL) und in den Massnahmenplänen der Städte Zürich (Stadt Zürich 2020) und Winterthur (Stadt Winterthur 2016) umgesetzt. In der Stadt Zürich werden beispielsweise Sanierungsfristen für Holzfeuerungen bis 70 kW in Abhängigkeit des Masses der Überschreitung der Emissionsgrenzwerte festgelegt, und betragen 2 Jahre, sofern die Grenzwerte um mehr als das Dreifache überschritten werden.</li> </ul>

Tabelle INFRAS und Verenum.

## Literaturverzeichnis

**Bundesamt für Energie (BFE) 2013:** Verzögerungen von Projekten zur Stromproduktion aus erneuerbaren Energien, August 2013.

**Bundesamt für Energie (BFE) 2014:** Strategie des Bundes zur Holzenergie im Rahmen der Energiestrategie 2050, 24. April 2014.

**Bundesamt für Energie (BFE) 2017:** Einspeisevergütung (KEV) für Kleinwasserkraft-, Windenergie-, Geothermie- und Biomasseanlagen, Faktenblatt für Projektanten.

**Bundesamt für Energie (BFE) 2018:** Faktenblatt Investitionsbeiträge für Biomasseanlagen.

Bundesamt für Energie (BFE), Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Bundesamt für Umwelt (BAFU) 2009: Strategie für die Produktion, Verarbeitung und Nutzung von Biomasse in der Schweiz (Biomassestrategie Schweiz), Stand 23. März 2009, Bern.

**Bundesamt für Energie (BFE) 2020:** Schweizerische Holzenergiestatistik. Erhebung für das Jahr 2019. Basler & Hofmann im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE), Bern.

**Bundesamt für Energie (BFE) 2019:** Liste aller KEV-Bezüger im Jahr 2018.

**Bundesamt für Umwelt (BAFU) 2017:** Kantonale Massnahmenpläne zur Luftreinhaltung, <https://web.archive.org/web/20201126041452/https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/recht/luft--gesetze-und-verordnungen/kantonale-massnahmenplaene-zur-luftreinhaltung.html>

**Bundesamt für Umwelt (BAFU) 2018:** Erläuternder Bericht zur Änderung der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) im Bereich der Feuerungsanlagen, Maschinen und Geräte, weiterer stationärer Anlagen und der Immissionsgrenzwerte und zur Änderung der Energieeffizienzverordnung (EnEV) im Bereich der Feuerungsanlagen. Verordnungspaket Umwelt Frühling 2018 – 2. Teil, 11. April 2018, Bern.

**Bundesamt für Umwelt (BAFU) 2020a:** CO<sub>2</sub>-Kompensation Projekte im Inland – Registrierte Projekte, 0228 Förderprogramm Holzheizungen Schweiz, Projektbeschreibung, 8.06.2020.

**Bundesamt für Umwelt (BAFU) 2020b:** Totalrevision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes für die Zeit nach 2020, Präsentation, 20.10.2020.

**Bundesamt für Umwelt (BAFU) 2020c:** CO<sub>2</sub>-Kompensation Projekte im Inland – Registrierte Projekte, 0166 Programm Nahwärmeverbunde: Teil 5 Wärmeerzeugung mit einer Biomassefeuerung, Monitoringbericht, 26.09.2019.

**Bundesamt für Umwelt (BAFU) 2020d:** Jahrbuch Wald und Holz 2020, Bern.

**Bundesamt für Umwelt (BAFU) 2020e:** Registrierte CO<sub>2</sub>-Kompensationsprojekte im Inland, Kategorie 3.2: Wärmeerzeugung durch Verbrennung von Biomasse mit und ohne Fernwärme, <https://web.archive.org/web/20210226144546/https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte/3-2-waermeerzeugung-durch-verbrennung-von-biomasse-mit-und-ohne-.html>.

**Bundesamt für Umwelt (BAFU) 2020f:** Erläuternder Bericht zur Änderung der Abfallverordnung, 20.11.2020, Bern.

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bundesamt für Energie (BFE) und Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO) (Hrsg.) 2017: Ressourcenpolitik Holz. Strategie, Ziel und Aktionsplan Holz, Bern.

**Bundesamt für Statistik (BFS) 2021:** Produzentenpreisindex Rohholz, <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/tabellen.assetdetail.15424309.html>.

**Bundesrat 2021:** Langfristige Klimastrategie der Schweiz, Bern.

**Büchel, D., 2020:** Energiestrategie 2050. 16. Holzenergie-Symposium, ETH Zürich 11.09.2020, 25–29, [http://www.holzenergie-symposium.ch/16.HES/Beitraege/03%20Buechel\\_BFE.pdf](http://www.holzenergie-symposium.ch/16.HES/Beitraege/03%20Buechel_BFE.pdf).

**Bürgi P., Thomas M., Pauli B., Auer N., 2018:** Forstwirtschaftliches Testbetriebsnetz der Schweiz: Ergebnisse der Jahre 2014–2016, Bundesamt für Statistik (BFS), Neuchâtel.

**cemsuisse, 2021,** Verband der Schweizerischen Cementindustrie, Kennzahlen 2020.

**Cercl’Air 2020:** Cercl’Air-Empfehlung Nr. 31p, Vollzugsblätter Emissionsüberwachung, Holzfeuerungen über 70 kW.

**Commune d’Aigle 2017 :** Directives et conditions pour l’utilisation du Fonds énergétique durable, Verordnung vom 20.3.2017.

**EBP 2020:** Investitionsbeiträge für Biomasseanlagen, im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE), Zollikon.

**Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) 2020:** Rückgewinnung von Metallen aus Asche: Bundesrat verlängert Frist für KVA, Medienmitteilung vom 11.12.2020, Bern.

**Eidgenössische Zollverwaltung (EZV) 2021:** LSVA – Allgemeines/Tarife. <https://www.ezv.admin.ch/ezv/de/home/information-firmen/transport--reisedokument--strassenabgaben/schwerverkehrsabgaben--lsva-und-psva-/lsva---allgemeines---tarife.html>, abgerufen am 11. Februar 2021

**Energie Wasser Bern (ewb) 2020:** Förderprogramm Nah- und Fernwärme, <https://web.archive.org/web/20210120092359/https://www.ewb.ch/nachhaltigkeit/foerderprogramme-von-energie-wasser-bern/fernwaerme>.

**Energie Zukunft Schweiz (EZO) 2020:** Energie Zukunft Schweiz, Förderung Holzheizungen, <https://web.archive.org/web/20210211131955/https://energiezukunftschweiz.ch/de/themen/foerderprogramm-holzheizungen/>

**Erni, M., Thees, O., Lemm, R. 2017:** Altholzpotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung, WSL Berichte Heft 52, 2017, ISSN 2296-3456.

**État de Vaud 2021 :** Subventions en matière d’énergies renouvelables et d’économie d’énergie, <https://web.archive.org/web/20201027024529/https://www.vd.ch/themes/environnement/energie/autres-subventions-energie/#c1199223>

**Gebäudeprogramm 2020:** Jahresbericht Tabellensammlung 2019, [https://web.archive.org/web/20210120075824/https://www.dasgebaeudeprogramm.ch/media/filer\\_public/f9/86/f9865c5d-fcb8-48a3-9141-738c68739b73/tabellensammlung\\_2019\\_de.xlsx](https://web.archive.org/web/20210120075824/https://www.dasgebaeudeprogramm.ch/media/filer_public/f9/86/f9865c5d-fcb8-48a3-9141-738c68739b73/tabellensammlung_2019_de.xlsx)

**GEO Partner 2017:** Transporte in der Schweizer Wald- und Holzwirtschaft: Situationsanalyse und Optimierungsmöglichkeiten, im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU).

**Good J, Zotter P. 2019:** Grundlagen und Empfehlungen zur Dimensionierung von Wärmespeichern bei Holzheizkesseln, Verenum im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU), Zürich. **HKW Aarberg 2019:** Homepage, <https://web.archive.org/web/20210106143642/https://www.hkw-aarberg.ch/>.

**Holzenergie Schweiz, 2020:** Energieholz Richtpreise, <https://www.holzenergie.ch/ueber-holzenergie/energieholz-richtpreise.html>.

**IB-Murten 2015:** Industrielle Betriebe Murten (IB-Murten), Geschäftsbericht 2014.

**INFRAS 2017:** Volkswirtschaftliche Beurteilung (VOBU) der LRV-Revision im Bereich der Feuerungsanlagen und weiter stationärer Anlagen, im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU), Zürich.

**Jakob, M. et al 2020:** Erneuerbare- und CO<sub>2</sub>-freie Wärmeversorgung Schweiz, TEP Energy GmbH und ECOPLAN, Zürich und Bern, [https://waermeinitiative.ch/download/251/p1102\\_DekarbonisierungWarmesektor-Schlussbericht AEE WIS Ecoplan TEP 200606 sent.pdf](https://waermeinitiative.ch/download/251/p1102_DekarbonisierungWarmesektor-Schlussbericht AEE WIS Ecoplan TEP 200606 sent.pdf).

**Kanton Bern 2020:** Wirtschafts-, Energie- und Umweltdirektion, Förderprogramm Energie – Anlagen, [https://web.archive.org/web/20210211132204/https://www.vol.be.ch/vol/de/index/energie/energie/foerderprogramm\\_energie/anlagen.html](https://web.archive.org/web/20210211132204/https://www.vol.be.ch/vol/de/index/energie/energie/foerderprogramm_energie/anlagen.html).

**Kanton Genf 2018:** Plan de mesures OPair 2018-2023, <https://web.archive.org/web/20210211132216/https://www.ge.ch/document/air-plan-mesures-opair-2018-2023-precedents-assainissement-qualite-air>.

**Kanton St. Gallen 2017:** Broschüre «Energieförderung im Kanton St.Gallen».

**Kanton Tessin 2017:** Piano di risanamento dell'aria, Dezember 2017.

**Kanton Waadt 2018:** Plan des mesures OPair de l'agglomération Lausanne-Morges 2018.

**Kanton Waadt 2020:** Directive cantonale : Implémentation de chauffage au bois, 1. Juli 2020.

**Kanton Wallis 2014:** Anhang des kantonalen Massnahmenplans zur Luftreinhaltung vom 8. April 2009, Stand 18. Juni 2014.

**Kanton Zürich 2016:** Massnahmenplan Luftreinhaltung, Teilrevision 2016, Grundlagenbericht.

**Kanton Zürich 2020:** Baudirektion, Flyer Förderprogramm Energie, gültig ab 01.07.2020.

**Keel, A. 2019:** Potenziale Energieholz, Holzenergie Schweiz, Zürich 11. November 2019

**KliK 2021:** Programm Wärmeverbünde der Stiftung Klimaschutz und CO<sub>2</sub>-Kompensation KliK, <https://web.archive.org/web/20201109081238/https://www.waermeverbuende.klik.ch/home>.

**KliK 2020:** Stiftung KliK, Kurzbericht 2019.

**Konferenz Kantonaler Energiefachstellen (EnFK) und Bundesamt für Energie (BFE) 2016:** Harmonisiertes Fördermodell der Kantone (2015), revidierte Fassung vom September 2016.

**Konferenz Kantonaler Energiedirektoren (EnDK) (Hrsg.) 2018:** Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE). Ausgabe 2014, deutsche Version (Nachführung 2018 – aufgrund geänderter Normen), Bern.

**myclimate 2021:** Stiftung myclimate, Förderprogramm für umweltfreundliche Pelletheizungen, <https://web.archive.org/web/20210211132745/https://www.myclimate.org/de/informieren/klimaschutzprojekte/detail-klimaschutzprojekte/schweiz-biomasse-7822/>.

**Nussbaumer, T. 2013:** Entwicklungstrends der Holzenergie und ihre Rolle in der Energiestrategie 2050. Schweiz Z Forstwes, 12 2013, 389–397

**Nussbaumer, T.; Hälg, L. 2015:** Emissionsfaktoren von Holzfeuerungen – Aktualisierung und Ergänzung 2014, Bundesamt für Umwelt, 22.1.2015, 51 Seiten, ISBN 3-908705-26-6

**Ökostrom Schweiz 2020:** Raumplanerische Hürden für landwirtschaftliche Biomasseanlagen in der LW-Zone abbauen, internes Papier.

**PLANAR und Ecosens 2016:** Rechte und Pflichten bei der Wärmeversorgung im Verbund, Modul B: Rechtliche Abklärungen, Fallbeispiele, Regelungsinhalte, Mustertexte.

**Prognos, INFRAS, TEP Energy und Ecoplan 2020:** Energieperspektiven 2050+. Kurzbericht, im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE), Basel, Zürich und Bern.

**QM Fernwärme 2018:** Planungshandbuch Fernwärme, Version 1.2 vom 26. September 2018, ISBN 3-908705-30-4.

**Quartier, R. 2018:** Energetische Verwertung von Altholz in der Schweiz, Forum Biogene Abfälle, 29.11.2018, Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen (VBSA), <https://web.archive.org/web/20210211133345/https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/veranstaltungen/forum-biogene-abfaelle-29-11-2018.html>.

**ROIAt 2015:** Regolamento di applicazione dell'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (Durchführungsverordnung der LRV im Kanton Tessin, 834.350), 6. Mai 2015.

**SCCER Biosweet 2020:** Biomasse zu Wärme und Elektrizität, <https://web.archive.org/web/20201001151932/https://www.sccer-biosweet.ch/de/waerme-elektrizitaet/>.

**Rytec 2021:** Einheitliche Heizwert- und Energiekennzahlenberechnung der Schweizer KVA nach europäischem Standardverfahren. Resultate 2020, im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE), des Bundesamts für Umwelt (BAFU) und des Verbands Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen (VBSA),

**Schweizerische Eidgenossenschaft 2020:** Revision des Energiegesetzes (Fördermassnahmen ab 2023). Erläuternder Bericht zur Vernehmlassungsvorlage. April 2020, Bern.

**Sres, A. 2014:** Weissbuch Fernwärme – VFS Strategie, Schlussbericht Phase 2, VFS, Bern, [https://www.fernwaerme-schweiz.ch/fernwaerme-deutsch-wAssets/docs/Dienstleistungen/Leitfaden-Fernaerme-Fernkaelte/Leitfaden\\_Fernwaerme\\_Fernkaelte\\_191102.pdf](https://www.fernwaerme-schweiz.ch/fernwaerme-deutsch-wAssets/docs/Dienstleistungen/Leitfaden-Fernaerme-Fernkaelte/Leitfaden_Fernwaerme_Fernkaelte_191102.pdf).

**Stadt Zürich 2020:** Massnahmenplan Luftreinhaltung (Revision 2019).

**Stadt Winterthur 2016:** Massnahmenplan Luftreinhaltung 2010 der Stadt Winterthur, Aktualisierte Version unter Berücksichtigung des revidierten Massnahmenplan Luftreinhaltung 2016 des Kantons Zürich, 1. Mai 2016.

**Stadtwerk Winterthur 2021:** Klimafonds, <https://web.archive.org/web/20210211133337/> <https://stadtwerk.winterthur.ch/privatkundschaft/nachhaltigkeit/klimafonds>.

**Steffen P. 2020:** Holzenergie und Klima. Relevanz und Trends 2020 bis 2050, in: Nussbaumer T. (Hrsg.) 2020: 16. Holzenergie-Symposium: Holzenergie für Wirtschaft und Klima und Innovationen zu Wärme, Strom und Pflanzenkohle. Tagung vom 11. September 2020 (Online-Durchführung), Verenum, Zürich.

**Thees, O. et al. 2017:** Biomassenpotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung, WSL, Birmensdorf, WSL Berichte Heft 57, 2017, ISSN 2296-3456.

**Tobler M., Jutz M. 2018:** Entsorgung von Holzaschen in der Schweiz. Leitfaden zum Stand der Technik für die Deponierung und Verwertung von Holzaschen, Hrsg.: Holzenergie Schweiz und Schweizerischer Verband für Umwelttechnik (SVUT).

**Generalsekretariat des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) 2020:** Runder Tisch zur Wasserkraft, <https://web.archive.org/web/20210203130204/https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-80102.html>

**Verband Zürcher Forstpersonal VZF (Hrsg.) 2018:** Zürcher Wald 2/18 (April 2018).

**WaldSchweiz, 2018: Schweizer Brenn- und Energieholzmarkt,** [https://www.waldschweiz.ch/fileadmin/user\\_upload/user\\_upload/Forstwirtschaft/Holzpreise/1812\\_Brennholz\\_Pelletpreise.pdf](https://www.waldschweiz.ch/fileadmin/user_upload/user_upload/Forstwirtschaft/Holzpreise/1812_Brennholz_Pelletpreise.pdf).

**Walker D., Artho J. 2018:** Die Eigentümerinnen und Eigentümer des Schweizer Waldes. Untersuchung des Verhältnisses privater und öffentlicher Eigentümerinnen und Eigentümer zu ihrem Wald, Interface Politikstudien und Sozialforschungsstelle der Universität Zürich im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Bern.

**Zotter P., Nussbaumer T. 2021:** Aktualisierung Emissionsmodell Holzfeuerungen. Schlussbericht zuhanden Bundesamt für Umwelt (BAFU). In Vorbereitung mit Erscheinungsdatum 2021.