

Grundlagenarbeit zu einem Monito- ring Holzenergie in der Schweiz

Schlussbericht



Zürich, 23. November 2023

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Aktionsplan Holz

Impressum

Auftraggeberin

Bundesamt für Umwelt (BAFU)
Abteilung Wald
Monbijoustrasse 40
CH-3003 Bern

Auftragnehmer

Holzenergie Schweiz
Neugasse 10
8005 Zürich

Autoren

Andreas Keel, Holzenergie Schweiz
Albin Kühne, Holzenergie Schweiz
Richard Chrenko, Rytec AG

Projektbegleitung

Claire-Lise Suter Thalmann (BAFU)

Begleitgruppe

Daniel Binggeli, Bundesamt für Energie (BFE)
Sandra Burlet, Lignum Holzwirtschaft Schweiz
Paolo Camin, WaldSchweiz
Richard Chopard, Holzindustrie Schweiz
Michael Gautschi, Holzindustrie Schweiz
Sylviane Gosteli, Inspection cantonale des Forêts Vaud
Andreas Hurni, Verband Thermische Netze Schweiz
Alfred Kammerhofer, Bundesamt für Umwelt (BAFU)
Mélanie Oriet, Service cantonal forestier Jura
Thomas Lüthy, Schweizerischer Verband für Umwelttechnik (SVUT)
Stephan Tanner, Holzfeuerungen Schweiz

Hinweis

Dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung	6
Résumé	8
1. Einleitung	10
1.1 Ausgangslage	10
1.2 Zielsetzung und Fragen	10
1.3 Wichtigste Begriffe	11
2. Methodische Aspekte	13
2.1 Kaskadennutzung	13
2.2 Aktueller Verbrauch	15
2.2.1 Methodische Übersicht	15
2.2.2 Schweizerische Holzenergiestatistik	16
2.2.2.1 Beschreibung	16
2.2.2.2 Stärken	17
2.2.2.3 Schwächen	17
2.2.2.4 Vorgeschlagene Anpassungen	19
2.2.2.5 Übersicht gewählte Methodik	20
2.2.3 Schweizerische Forststatistik	21
2.2.3.1 Beschreibung	21
2.2.3.2 Stärken	21
2.2.3.3 Schwächen	21
2.2.3.4 Vorgeschlagene Anpassungen	21
2.2.4 Übrige Quellen	22
2.3 Potenziale	22
2.3.1 Quellenlage	22
2.3.2 Importe und Exporte	23
2.4 Zukünftiger Verbrauch	24
2.4.1 Projekte und Projektideen (grössere Anlagen)	24
2.4.1.1 Übersicht	24
2.4.1.2 Auswertung Mediendienst	24
2.4.1.3 «Netzwerk Holzenergie»	24
2.4.1.4 QM Holzheizwerke	24
2.4.1.5 Kantone	24
2.4.1.6 Übrige Quellen	25
2.4.2 Kleine und mittlere automatische Holzheizungen	25
2.4.3 Handbeschickte Holzheizungen	25
3. Aktuelle Situation Ende 2021	26
3.1 Verbrauch	26
3.1.1 Vorbemerkung	26
3.1.2 Angaben Holzenergiestatistik (angepasst)	26
3.1.3 Zuteilung zu Energieholzquellen und Energieholzsortimenten	26
3.2 Potenziale	29
3.3 Zukünftiger Verbrauch	30
3.4 Gesamtschau («Cockpit»)	32

4.	Zukünftige Einflussfaktoren	33
4.1	Klimatische Rahmenbedingungen	33
4.1.1	Übersicht	33
4.1.2	Energieversorgung	33
4.1.2.1	Auswirkungen	33
4.1.2.2	Beurteilung	34
4.1.3	Wald	34
4.1.3.1	Auswirkungen	34
4.1.3.2	Beurteilung	35
4.2	Wirtschaftliche Rahmenbedingungen	36
4.2.1	Übersicht	36
4.2.2	Holzpreise	36
4.2.2.1	Relevante Punkte	36
4.2.2.2	Beurteilung	37
4.2.3	Preise übrige Energien	37
4.2.3.1	Relevanz	37
4.2.3.2	Beurteilung	37
4.3	Energetische Rahmenbedingungen	38
4.3.1	Übersicht	38
4.3.2	Veränderte energetische Nutzungsformen	38
4.3.2.1	Veränderungen	38
4.3.2.2	Beurteilung	38
4.3.3	Effizienzsteigerung	39
4.3.3.1	Veränderungen	39
4.3.3.2	Beurteilung	39
4.3.4	Planerische Aspekte	39
4.3.4.1	Rahmenbedingungen	39
4.3.4.2	Beurteilung	39
4.3.5	Neue Biomassen	39
4.3.5.1	Charakteristiken	39
4.3.5.2	Beurteilung	39
4.4	Politische Rahmenbedingungen	40
4.4.1	Übersicht	40
4.4.2	Holzförderung	40
4.4.2.1	Beschreibung	40
4.4.2.2	Beurteilung	40
4.4.3	Funktionen des Waldes	40
4.4.3.1	Charakteristik	40
4.4.3.2	Beurteilung	40
4.4.4	Energieperspektiven 2050+	41
4.4.4.1	Beschreibung	41
4.4.4.2	Beurteilung	41

5.	Zukünftiges Monitoring	42
5.1	Zu erhebende Daten	42
5.1.1	Übersicht	402
5.1.2	Aktueller Verbrauch	42
5.1.3	Potenziale	42
5.1.4	Zukünftiger Verbrauch	43
5.2	Detaillierungsgrad	44
5.3	Zeitlicher Ablauf	44
5.4	Clearing-System (Option)	45
5.4.1	Definition und Zielsetzung	45
5.4.2	Importe und Exporte	45
5.4.3	«Spotmarkt Holzenergie»	45
5.4.4	Etablierung	45
5.4.4.1	Mögliche Akteure	45
5.4.4.2	Erforderliche Daten	45
5.4.4.3	Datenschutz	46
5.4.5	Varianten Kommunikation	46
5.4.5.1	Persönlich/telephonisch/E-Mail	46
5.4.5.2	Online über Website	46
5.4.6	Kosten	47
5.4.6.1	Grundoption	47
5.4.6.2	Variante Kommunikation Persönlich/telephonisch/E-Mail	47
5.4.6.3	Variante Kommunikation Online über Website	47
5.4.7	Fazit und Empfehlung	48
5.5	Kosten und Finanzierung	48
5.5.1	Kosten	48
5.5.2	Finanzierung	49
5.6	Interaktion mit anderen Verwertungspfaden	49
5.7	Optimale Allokation	50
5.8	Kritische Grösse	51
6.	Schlussbemerkungen	51
	Literatur- und Quellenverzeichnis	52
	Anhang	
	Anhang 1: Schweizerische Holzenergiestatistik, kantonale Auswertung	55
	Anhang 2: Schweizerische Holzenergiestatistik, Brennstoffumsatz/-input witterungsbereinigt, angepasst 2021 (Kat. 3, 5 und 19)	56
	Anhang 3: Detaillierte Verbrauchstabelle per Ende 2021	57
	Anhang 4: Projekte und Projektideen per Ende 2021	58
	Anhang 5: Importe und Exporte von Altholz und problematischen Holzabfällen 2012 - 2021	59
	Anhang 6: Schweizerische Forststatistik 2021	60
	Anhang 7: Kurzanleitung Tares	61
	Anhang 8: Schema Holzflüsse Schweiz 2021	62
	Anhang 9: Erläuterungen zu den Umrechnungsfaktoren	63

Zusammenfassung

Ausgangslage und Zielsetzung

Der vorliegende Bericht fasst einerseits den Stand per Ende 2021 bezüglich Verbrauch, Potenzialen und zukünftigem Verbrauch von Energieholz zusammen. Anderseits erfolgt eine Erörterung der Rahmenbedingungen und Faktoren, welche den Verbrauch und die Potenziale von Energieholz in Zukunft beeinflussen. Und schliesslich wird aufgezeigt, wie das laufende Monitoring der Holzenergienutzung unter Berücksichtigung der Kaskadennutzung in Zukunft erfolgen soll. Zu diesem Zweck erfolgt eine kritische Hinterfragung der relevanten Methoden und Datengrundlagen.

Methodische Aspekte

Wichtigste statistische Grundlagen sind die Schweizerische Holzenergiestatistik, die Schweizerische Forststatistik sowie übrige Studien und Grundlagen. Diese wurden miteinander plausibilisiert. Es hat sich gezeigt, dass die Schweizerische Holzenergiestatistik den Holzverbrauch gewisser Anlagenkategorien systematisch überschätzt. Deshalb werden im Bericht entsprechende Änderungsvorschläge gemacht.

Grundsätzlich erfolgt bei den Energieholzquellen eine Unterteilung in Waldholz, Landschaftsholz, Restholz (inklusive Pellets) und Altholz sowie in die Energieholzsortimente Stückholz, Schnitzel und Pellets.

Aktueller Verbrauch

Der aktuelle Energieholzverbrauch per 2021 beträgt unter Berücksichtigung der angepassten Datengrundlagen, aber ohne Berücksichtigung der Herkunft des Holzes (Importe) 5.3 Millionen m³ (Festmeter) beziehungsweise 14.4 Millionen MWh Endenergie.

Energieholzsortiment	Stückholz		Schnitzel		Pellets		Total	
	m ³ /Jahr	MWh/Jahr	m ³ /Jahr	MWh/Jahr	m ³ /Jahr	MWh/Jahr	m ³ /Jahr	MWh/Jahr
Waldholz	642'100	1'810'722	1'843'900	4'941'652	31'500	83'475	2'517'500	6'835'849
Landschaftsholz	93'600	263'952	203'000	544'040	0	0	296'600	807'992
Restholz	60'400	170'328	773'100	2'071'908	620'200	1'643'530	1'453'700	3'885'766
Altholz	32'300	91'086	1'030'400	2'761'472	0	0	1'062'700	2'852'558
Total	828'400	2'336'088	3'850'400	10'319'072	651'700	1'727'005	5'330'500	14'382'165

Aufteilung des aktuellen Verbrauchs (2021) auf die verschiedenen Energieholzquellen und -sortimente.

Potenziale

Das gesamte Energieholzpotenzial beträgt unter Berücksichtigung der Kaskadennutzung auf 6.75 Mio. m³ beziehungsweise 18.2 GWh Endenergie pro Jahr. Davon entfällt der grösste Teil auf Wald- und Landschaftsholz, während die einheimischen Potenziale von Rest- und Altholz mehr oder weniger ausgeschöpft sind.

Waldholz	Landschaftsholz	Restholz	Altholz	Total	
m ³ /Jahr	MWh/Jahr				
3'479'300	456'800	1'453'700	1'364'300	6'754'100	18'236'070

Brutto-Energieholzpotenziale nach Kategorien (ohne Berücksichtigung des aktuellen Verbrauchs). Beim Restholz wird angenommen, dass die aktuelle Nutzung dem Potenzial entspricht.

Zukünftiger Verbrauch

Eine Zusammenstellung von konkreten Projekten und Projektideen (Grossanlagen) zeigt, dass bei deren Realisierung eine zusätzliche Nachfrage von insgesamt 1.9 Mio. m³ beziehungsweise 5.1 Mio. MWh entstehen wird, wobei mehr als die Hälfte auf Waldholz entfällt.

Projekte	Projektideen	Total	
m ³ /Jahr	m ³ /Jahr	m ³ /Jahr	MWh/Jahr
987'165	906'570	1'893'735	5'113'085

Zukünftiger Energieholzverbrauch von grossen Projekten und Projektideen.

Die Gegenüberstellung des aktuellen Verbrauchs, der Potenziale sowie des zukünftigen Verbrauchs (grössere Projekte und «Projektideen») präsentiert sich folgendermassen:

Energieholzquelle	Aktueller Verbrauch m ³ /Jahr	Potenzial brutto m ³ /Jahr	Potenzial netto 1 m ³ /Jahr	Projekte m ³ /Jahr	Potenzial netto 2 m ³ /Jahr	«Projektideen» m ³ /Jahr	Potenzial netto 3 m ³ /Jahr
Walholz	2'517'500	3'479'300	961'800	548'600	413'200	477'670	- 64'470
Landschaftsholz	296'600	456'800	160'200				
Restholz	1'453'700	1'453'700	0				
Altholz	1'062'700	1'364'300	301'600				
Total	5'330'500	6'754'100	1'423'600	987'165	436'435	906'570	- 470'135

Gesamtschau («Cockpit») mit aktuellem Verbrauch (2021), Potenzialen, Projekten und «Projektideen» sowie der entsprechenden Entwicklung der Potenziale. Nicht berücksichtigt ist die Herkunft des Holzes (Importe). Beim Restholz (inklusive Pellets) wird angenommen, dass das Potenzial ausgeschöpft ist.

Zurzeit (2021) wird das Potenzial von 6'754'100 m³/Jahr zu insgesamt 79% ausgeschöpft, und es verbleibt noch ein Potenzial von 1'423'600 m³/Jahr (Potenzial netto 1). Werden alle zurzeit bekannten grösseren, konkreten Projekte realisiert, wird das Potenzial insgesamt zu 94% ausgeschöpft sein (Potenzial netto 2). Werden zusätzlich zu allen zurzeit bekannten Projekten auch noch alle heute bekannten «Projektideen» realisiert, ist der Verbrauch höher als das verfügbare Potenzial.

Zukünftige Einflussfaktoren

Der **Klimawandel** wird einerseits zu einer Reduktion des Energiebedarfs um geschätzte 10% führen. Auf der anderen Seite wird mehr Sturm- und Käferholz mit geringem Energieinhalt unregelmässig anfallen. Der Baumartenwechsel führt zu einem höherem Energieholzanteil, was jedoch durch die trockenheitsbedingten Wachstumseinbussen wieder mehr als kompensiert wird.

Einen grossen Einfluss auf die zukünftige Verfügbarkeit von Energieholz haben die **Energieholzpreise**, welche ihrerseits stark von den **Preisen anderer Energien** (Erdgas, Elektrizität) beeinflusst werden. Bereits heute sind die Schnitzelpreise teilweise höher als die entsprechenden Industrieholzpreise, jedoch noch tiefer als die entsprechenden Preise für Nutzholz (Stammholz).

Bei den **energetischen Rahmenbedingungen** stehen Massnahmen zur Steigerung der Effizienz von Holzenergieanlagen im Vordergrund. Das diesbezüglich Potenzial wird auf 10 bis 15% geschätzt, welches sich umso schneller realisieren lässt, je höher die Energieholzpreise sind. Bereits heute lässt sich bei der Planung von grösseren Holzheizungen eine vermehrte Einbindung anderer Energiequellen (Sonnenenergie, Abwärme, Wärmepumpen) feststellen, was ebenfalls eine Effizienzsteigerung darstellt. Neue Biomassen (Pferdemist, Müllereirückstände etc.) dürften in Zukunft keine wesentliche Rolle für die Energieversorgung spielen.

Bei den **politischen Rahmenbedingungen** ist eine Verlagerung von der quantitativen zur qualitativen Förderung anzustreben, welche auch die sinnvolle Allokation der Ressourcen anstrebt. Einen grossen Einfluss auf die Energieholzversorgung wird der zukünftigen Bedeutung der Nutzfunktion des Waldes zukommen.

Zukünftiges Monitoring

Im Rahmen des zukünftigen Monitorings wird eine laufende Erhebung der Kenngrössen aktueller Verbrauch, Potenziale und zukünftiger Verbrauch erfolgen. Die Resultate der Erhebungen werden breit kommuniziert. Die entsprechenden jährlichen Kosten belaufen sich auf Fr. 37'000.- für die Erhebungen und Fr. 134'000.- für die Kommunikation.

Optimale Allokation

Aufgrund verschiedener Kriterien erfolgt für die Schnitzel ein Vorschlag für eine optimale Allokation der Ressourcen. Dabei stehen kleine und mittlere Holzheizungen bis 10 MW im Vordergrund, da sie einen regionalen Charakter aufweisen und zu ihrer Versorgung keine langen Transportwege erforderlich sind.

Résumé

Situation de base et objectif

Le présent rapport résume d'une part la situation à la fin 2021 en ce qui concerne la consommation, les potentiels et la consommation future de bois-énergie. D'autre part, il présente les conditions-cadres et les facteurs qui influenceront à l'avenir la consommation et les potentiels. Enfin, il démontre le futur monitoring de l'utilisation du bois-énergie en tenant compte de l'utilisation en cascade. A cette fin, les méthodes et les bases de données pertinentes sont soumises à un examen critique.

Aspects méthodologiques

Les principales bases statistiques sont la Statistique suisse de l'énergie du bois, la Statistique forestière suisse ainsi que d'autres études et bases. La plausibilité de ces données a été vérifiée. Il s'est avéré que la Statistique suisse de l'énergie du bois surestime systématiquement la consommation de bois de certains types d'installations. C'est pourquoi le rapport propose des modifications dans ce sens.

En principe, les sources de bois-énergie bois de forêt, bois de paysage, résidus de bois (y compris les pellets) et bois usagé ainsi que les assortiments de bois-énergie bûches, plaquettes et pellets sont subdivisés.

Consommation actuelle

En tenant compte des données de base adaptées, mais sans tenir compte de l'origine du bois (importations), la consommation actuelle de bois-énergie en 2021 s'élève à 5.3 millions de m³ (mètres cubes pleins), soit 14.4 millions de MWh d'énergie finale.

Assortiment de bois-énergie	Bûches		Plaquettes		Pellets		Total	
	m ³ /an	MWh/an	m ³ /an	MWh/an	m ³ /an	MWh/an	m ³ /an	MWh/an
Bois de forêt	642'100	1'810'722	1'843'900	4'941'652	31'500	83'475	2'517'500	6'835'849
Bois de paysage	93'600	263'952	203'000	544'040	0	0	296'600	807'992
Résidus de bois	60'400	170'328	773'100	2'071'908	620'200	1'643'530	1'453'700	3'885'766
Bois usagé	32'300	91'086	1'030'400	2'761'472	0	0	1'062'700	2'852'558
Total	828'400	2'336'088	3'850'400	10'319'072	651'700	1'727'005	5'330'500	14'382'165

Répartition de la consommation actuelle (2021) entre les assortiments et les sources de bois-énergie.

Potentiels

Compte tenu de l'utilisation en cascade, le potentiel total de bois-énergie est estimé à 6.75 millions de m³, soit 18.2 MWh d'énergie finale par an. La majeure partie de ce potentiel provient du bois de forêt et du paysage, tandis que les potentiels indigènes des résidus de bois et de bois usagé sont plus ou moins épuisés.

Bois de forêt	Bois de paysage	Résidus de bois	Bois usagé	Total	
				m ³ /an	MWh/an
3'479'300	456'800	1'453'700	1'364'300	6'754'100	18'236'070

Potentiels bruts de bois-énergie par catégorie (sans tenir compte de la consommation actuelle). Pour les résidus de bois, on suppose que la consommation actuelle correspond au potentiel.

Future consommation

Une compilation des projets concrets et des «idées de projets» (grandes installations) montre que leur réalisation générerait une demande supplémentaire totale de 1.9 million de m³, soit 5.1 millions de MWh, dont plus de la moitié pour le bois de forêt.

Projets	Idées de projets	Total	
		m ³ /an	MWh/an
987'165	906'570	1'893'735	5'113'085

Future consommation des grands projets et «idées de projets».

La comparaison de la consommation actuelle, des potentiels ainsi que de la consommation future (grands projets et «idées de projets») se présente comme suit:

Source de bois-énergie	Consommation actuelle m ³ /an	Potentiel brut m ³ /an	Potentiel net 1 m ³ /an	Projets m ³ /an	Potentiel net 2 m ³ /an	«Idées de projets» m ³ /an	Potentiel net 3 m ³ /an
Bois de forêt	2'517'500	3'479'300	961'800	548'600	413'200	477'670	- 64'470
Bois de paysage	296'600	456'800	160'200				
Résidus de bois	1'453'700	1'453'700	0				
Bois usagé	1'062'700	1'364'300	301'600				
Total	5'330'500	6'754'100	1'423'600	987'165	436'435	906'570	- 470'135

Vue d'ensemble («Cockpit») avec la consommation actuelle (2021), les potentiels, les projets et «idées de projets» ainsi que l'évolution correspondante des potentiels restants (potentiels nets). L'origine du bois (importations) n'est pas prise en compte. Pour les résidus de bois (y compris les pellets), on suppose que le potentiel est épuisé.

Actuellement (2021), le potentiel de 6'754'100 m³/an est exploité à 79% au total et il reste un potentiel de 1'423'600 m³/an (potentiel net 1). Si tous les grands projets concrets actuellement connus sont réalisés, le potentiel sera épuisé à 94% (potentiel net 2). Si, en plus de tous les projets connus actuellement, toutes les «idées de projets» connues aujourd'hui sont réalisées, la consommation sera supérieure au potentiel disponible.

Facteurs d'influence futurs

D'une part, le **changement climatique** entraînera une réduction des besoins en énergie estimée à 10%. D'autre part, il y aura davantage de chablis et du «bois bostryché», produits de manière irrégulière. Le changement d'essence entraînera une augmentation de la part de bois-énergie, qui sera toutefois plus que compensée par les pertes de croissance dues à la sécheresse.

Les **prix du bois-énergie**, qui sont eux-mêmes fortement influencés par les **prix d'autres énergies** (gaz naturel, électricité), ont une grande influence sur la disponibilité future du bois-énergie. Aujourd'hui déjà, les prix des plaquettes sont en partie plus élevés que ceux du bois d'industrie, mais encore plus bas que les prix correspondants du bois d'œuvre (grumes).

En ce qui concerne les **conditions-cadres énergétiques**, les mesures visant à augmenter l'efficacité des installations de bois-énergie sont au premier plan. Le potentiel à cet égard est estimé entre 10 et 15%, ce qui peut être réalisé d'autant plus rapidement que les prix du bois-énergie sont élevés. Aujourd'hui déjà, lors de la planification de grandes installations de chauffage au bois, on constate une intégration accrue d'autres sources d'énergie (énergie solaire, chaleur résiduelle, pompes à chaleur), ce qui représente également une augmentation de l'efficacité. Les nouvelles biomasses (fumier de cheval, résidus de meunerie etc.) ne devraient pas jouer un rôle important dans l'approvisionnement en énergie à l'avenir.

En ce qui concerne les **conditions-cadres politiques**, il faut s'efforcer de passer d'une promotion quantitative à une promotion qualitative, qui vise également à une allocation judicieuse des ressources. L'importance future de la fonction d'exploitation de la forêt aura une grande influence sur l'approvisionnement en bois-énergie.

Future Monitoring

Dans le cadre du futur monitoring, un relevé permanent des paramètres de la consommation actuelle, des potentiels et de la consommation future sera effectué. Les résultats des enquêtes seront largement communiqués. Les coûts annuels correspondants s'élèvent à Fr. 37'000.- pour les relevés et à Fr. 134'000.- pour la communication.

Allocation optimale

Sur la base de différents critères, une proposition d'allocation optimale des ressources est faite pour les plaquettes. La priorité est donnée aux petits et moyens chauffages au bois jusqu'à 10 MW, car ils ont un caractère régional et ne nécessitent pas de longues distances de transport pour leur approvisionnement.

1. Einleitung

1.1 Ausgangslage

Auch wenn die Waldfläche in der Schweiz zwischen 1985 und 2018 um gut 5% zugenommen hat, ist das Energieholzpotenzial grundsätzlich als begrenzt zu betrachten [1]. Mit der Schweizerischen Holzenergiestatistik [2], der Schweizerischen Forststatistik [3] und dem Schweizerischen Landesforstinventar [4] verfügt unser Land über drei hervorragende statistische Instrumente zur laufenden statistischen Erfassung des Verbrauchs von Energieholz, der laufenden Produktion von Energieholz im Wald sowie des Potenzials von Holz aus dem Wald. Dank diesen Grundlagen war man sich der Begrenztheit des Energieholzpotenziales grundsätzlich immer bewusst gewesen.

Zwischen 1990 und 2020 hat der Verbrauch von Energieholz in der Schweiz pro Jahr im Durchschnitt um 2.7% zugenommen. Zwischen 2019 und 2021 betrug diese Zunahme 3.3% [2]. Diese Zahlen widerspiegeln die relativ starke Zunahme der Nachfrage nach Energieholz, welche mit der Pandemie 2020 begann und sich dann mit dem Beginn des Ukraine-Krieges weiter akzentuierte. Angesichts dieser Entwicklung ist der Zeitpunkt der Ausschöpfung des nachhaltig nutzbaren Energieholzpotenzials näher herangerückt.

Damit erhält das «Monitoring Holzenergie in der Schweiz» eine grössere Bedeutung als bisher. Denn es wird in Zukunft auch im Zusammenhang mit der Wirtschaftlichen Landesversorgung vermehrt darum gehen, Versorgungsengpässe frühzeitig zu antizipieren und zu vermeiden. Zu diesem Zweck ist es nötig, stets die aktuelle Nutzung, die verfügbaren Potenziale und den zukünftigen Verbrauch zu kennen.

1.2 Zielsetzung und Fragen

Das vorliegende Projekt liefert die Grundlagen für ein zukünftiges, laufendes Energieholz-Monitoringsystem, welches es mit möglichst geringem Aufwand und hoher Glaubwürdigkeit ermöglicht, die jeweils aktuelle Situation von Nachfrage und Angebot abzubilden und deren zukünftige Entwicklung vorwegzunehmen. Auch methodisch stellt der Bericht eine solide Grundlage dar, welche im Rahmen des zukünftigen, laufenden Monitorings angepasst und weiter verfeinert werden kann.

Zu diesem Zweck werden folgende Fragen beantwortet:

Methodische Aspekte	<ul style="list-style-type: none">• Erhebungsmethoden• Statistiken und Datenquellen• Umrechnungsfaktoren• Analyse der verschiedenen Erhebungsmethoden• Zusammenstellung der relevanten Statistiken und Datenquellen• Analyse der relevanten Statistiken, Datenquellen und Schnittstellen• Analyse der wichtigsten Umrechnungsfaktoren• Vorschläge für zukünftiges Monitoring
Aktuelle Situation (Ende 2021)	<ul style="list-style-type: none">• Verbrauch• Verfügbares Potenzial• Zukünftige Nachfrage <p>jeweils unterteilt in:</p> <ul style="list-style-type: none">• Anlagentypen (Cheminées, Schnitzel-, Pelletheizungen etc. gem. [2])• Energieholzquellen (Wald-, Landschafts-, Rest- und Altholz)• Energieholzsortimente (Stückholz, Pellets, Holzschnitzel)• Angaben in m³ und MWh Endenergie auf Kantonsebene heruntergebrochen,• Schätzung Import- und Exportanteile
Zukünftige Einflussfaktoren	<ul style="list-style-type: none">• Klimatische Rahmenbedingungen• Energetische Rahmenbedingungen• Politische Rahmenbedingungen• Wirtschaftliche Rahmenbedingungen <p>Jeweils Abschätzung von:</p> <ul style="list-style-type: none">• Einfluss auf Verbrauch und Potenziale• Einfluss auf Sortimentsverschiebungen bei der Holzernte («Kaskade»)• Einfluss auf Importe und Exporte• Einfluss und Entwicklung der Energieholzpreise
Monitoring	<ul style="list-style-type: none">• Zu erhebende Daten• Planung und Durchführung Erhebungen• Option Clearing-System• Interaktion andere Nutzungssortimente• Optimale Allokation <p>Vorschläge hinsichtlich:</p> <ul style="list-style-type: none">• Methodik• Organisation• Kosten

Tabelle 1: Zielsetzungen und Fragen.

Im Kapitel 2 finden sich ausführliche Angaben und Überlegungen zu methodischen Aspekten.

1.3 Wichtigste Begriffe

Die wichtigsten Begriffe lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Begriff	Definition
Waldholz	Naturbelassenes Energieholz, welches als Stückholz oder als Schnitzel direkt oder über ein Zwischenlager aus dem Wald in die Heizung gelangt (Holzbrennstoffe gemäss Anhang 5 Ziffer 31 Absatz 1 Buchstaben a und b LRV).
Landschaftsholz	Naturbelassenes Energieholz, das aus der Landschaft exklusive Wald stammt, auch Flurholz genannt: Holz aus Böschungen, Parkanlagen, Gärten etc. Eine Unterscheidung zum Waldholz ist deshalb nötig, weil das Landschaftsholz nicht in der Forststatistik erfasst wird (Holzbrennstoffe gemäss Anhang 5 Ziffer 31 Absatz 1 Buchstaben a und b LRV).
Restholz	Energieholz aus der holzverarbeitenden Industrie (Sägereien, Schreinereien, Zimmereien etc.), naturbelassen (Sägerei) und nicht naturbelassen (Schreinerei). (Holzbrennstoffe gemäss Anhang 5 Ziffer 31 Absatz 1 Buchstabe c LRV).
Altholz (inkl. problematische Holzabfälle)	Energieholz aus Gebäudeabbrüchen und -renovationen, alten Möbeln und Verpackungen, behandelt oder unbehandelt, naturbelassen oder nicht naturbelassen (Holzbrennstoffe gemäss Anhang 5 Ziffer 31 Absatz 1 Buchstabe d, Nicht-Holzbrennstoffe gemäss Anhang 5 Ziffer 31 Absatz 2 Buchstaben a und b LRV)
Schnitzel	Auch Hackschnitzel oder Holzschnitzel genannt. Gehacktes Energieholz (Waldholz, Landschaftsholz Restholz oder Altholz), welches sich in automatischen Holzschnitzelheizungen nutzen lässt
Holzartengruppen	Laubholz, Nadelholz
Stückholz	Aufbereitetes und aufgestertes Energieholz in Form von Spälten, Rugeln und Scheitern, welches in handbeschickten Stückholzheizungen genutzt wird
Pellets	Zylinderförmige Stäbchen aus gepresstem Sägemehl und Hobelspänen aus der 1. Holzverarbeitungsstufe (Sägereien), in jüngster Zeit auch aus Waldholz hergestellt
Anlagentyp	«Anlagenkategorien» Holzheizungen (total 25) gemäss [2]
Energieholzquelle	Waldholz, Landschaftsholz, Restholz (inkl. Rinde), Altholz
Energieholzsortiment	Stückholz, Schnitzel, Pellets
Sortimente	Nutzholz (Stammholz), Industrieholz, Energieholz
Nutzholz (Stammholz)	Sortimente, welche für die Weiterverarbeitung in holzverarbeitenden Betrieben (Sägereien, Zimmereien, Schreinereien) vorgesehen sind
Industrieholz	Sortimente, welche für die Weiterverarbeitung zu Spanplatten, Papier oder anderen Produkten aus Zellulose und Lignin vorgesehen sind (Chemieholz)
Energieholz	Sortimente, welche für die energetische Nutzung vorgesehen sind
Rundholz	Holz in runder Form (alle Sortimente)
Nutzung	Holzernte im Wald (gemäss LFI: Nutzung, gemäss Forststatistik: Nutzung)
Verbrauch	Energetische Nutzung von Energieholz
ha	Hektare, Fläche von 100 x 100 m
m ³	Festmeter, auch Raummeter oder Kubikmeter (Holzwürfel mit Kantenlänge 1 m ohne Zwischenräume)
Srm	Schüttraummeter. Volumen von gehackten Holzschnitzeln oder geschütteten Pellets. Umrechnungsfaktor Schnitzel: 1 Schüttraummeter (Srm) = 0.36 Festmeter (m ³), auch Sm ³
Ster	Volumen eines Kubikmeters geschichteter Holzscheite (Stückholz)
Endenergie	Energiemenge, welche unmittelbar ins Heizsystem eingegeben wird
Nutzenergie	Energiemenge, welche effektiv nutzbar ist. Die Differenz zwischen Endenergie und Nutzenergie sind die Umwandlungsverluste.

Tabelle 2: Wichtigste Definitionen.

Die wichtigsten Umrechnungsfaktoren sind in Tabelle 3 zusammengefasst [2], [5], [6].

Umrechnungsfaktoren	Energieholzsortimente und -quellen						
	Stückholz	Schnitzel Waldholz	Schnitzel Landschaftsholz	Pellets	Schnitzel Restholz	Schnitzel Rinde	Schnitzel Altholz
Srm/m³ Schüttraummeter pro m ³ Festmeter	-	2.80	2.80	0.80	2.80	2.80	2.80
Ster/m³ Ster pro m ³ Festmeter	1.40	-	-	-	-	-	-
t/m³ Tonnen pro m ³ feste Holzmasse m ³	0.72	0.85	0.85	0.68	0.68	1.07	0.64
t/Srm Tonnen pro Schüttraummeter		0.30	0.30		0.24	0.38	0.23
MWh/m³ Energieinhalt pro m ³ Festmeter	2.81	2.91	2.91	2.61	2.91	2.37	2.63
MWh/t Energieinhalt pro t	3.89	3.45	3.45	3.90	4.29	2.21	4.11

Tabelle 3: Wichtigste Definitionen.

Ausführliche Erläuterungen und Ergänzungen zu den Umrechnungsfaktoren finden sich im Anhang 9. Alle Angaben im vorliegenden Bericht beziehen sich auf Endenergie (Energiemenge beim Heizungseingang).



Bild 3: Restholz aus der holzverarbeitenden Industrie ist ein hochwertiger Energieträger (Bild Holzenergie Schweiz).

2. Methodische Aspekte

2.1 Kaskadennutzung

Ursprünglich stammt alles Energieholz aus dem Wald (Waldholz) oder aus der Landschaft (Landschafts- oder Flurholz). Grundsätzlich ist mit dem geernteten Holz immer eine möglichst hohe volkswirtschaftliche Wert schöpfung anzustreben, und vor allem aus Gründen des Klimaschutzes und der Kreislaufwirtschaft sollte das Holz möglichst lange stofflich genutzt und erst am Schluss in Energie umgewandelt werden. Nur qualitativ minderwertige Sortimente aus der Holzernte (zum Beispiel Produkte der Waldflege, Käfer- und Sturmholz) finden den Weg direkt vom Wald oder aus der Landschaft in die Heizung. Dieses Prinzip der Kaskadennutzung macht die statistische Erfassung des Verbrauchs und des Potenzials von Energieholz zu einer echten Herausforderung.

Bei der Weiterverarbeitung der qualitativ hochwertigen Bäume in der Holzindustrie fällt Restholz in Form von Schnitzeln, Sägemehl, Hobelspanen und Schleifstaub an. Sägemehl und Hobelspane sind ein gefragter Rohstoff für die Pelletproduktion. Am Ende der stofflichen Lebensdauer fallen Altholz und problematische Holzabfälle an. Diese gelten gemäß Luftreinhalte-Verordnung LRV (SR 814.318.142.1) als Abfall, lassen sich aber in speziellen Anlagen mit entsprechenden Abscheidesystemen ebenfalls energetisch verwerten. Deshalb hat auch die Energiewirtschaft ein vitales Interesse an einer kaskadenartigen Holznutzung.

Energieholz fällt also entlang der gesamten Holzverarbeitungskette und über die gesamte Lebensdauer der aus dem ursprünglichen Baum hergestellten stofflichen Holzprodukte an. Deshalb kann das aktuell im Wald geerntete Energieholz ebenso wenig dem aktuellen Energieholzverbrauch gleichgesetzt werden wie der Zuwachs des Waldes dem Energieholzpotenzial.

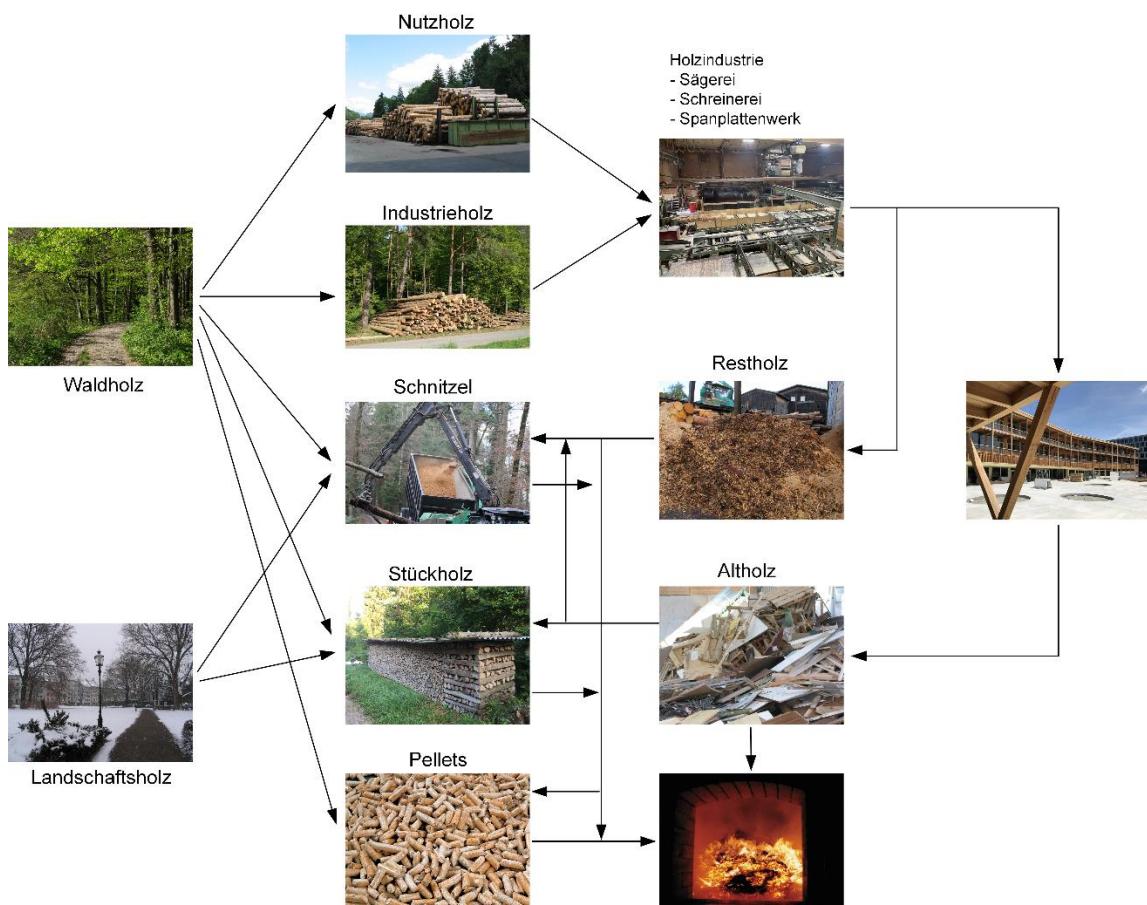


Bild 4: Energieholz in der Kaskadennutzung.

Die Kaskadennutzung lässt sich auch auf den einzelnen Baum beziehen, fallen doch auch hier «Sortimente» verschiedener Qualitäten an, welche dementsprechend als Nutzholz, Industrieholz oder Energieholz genutzt werden können.

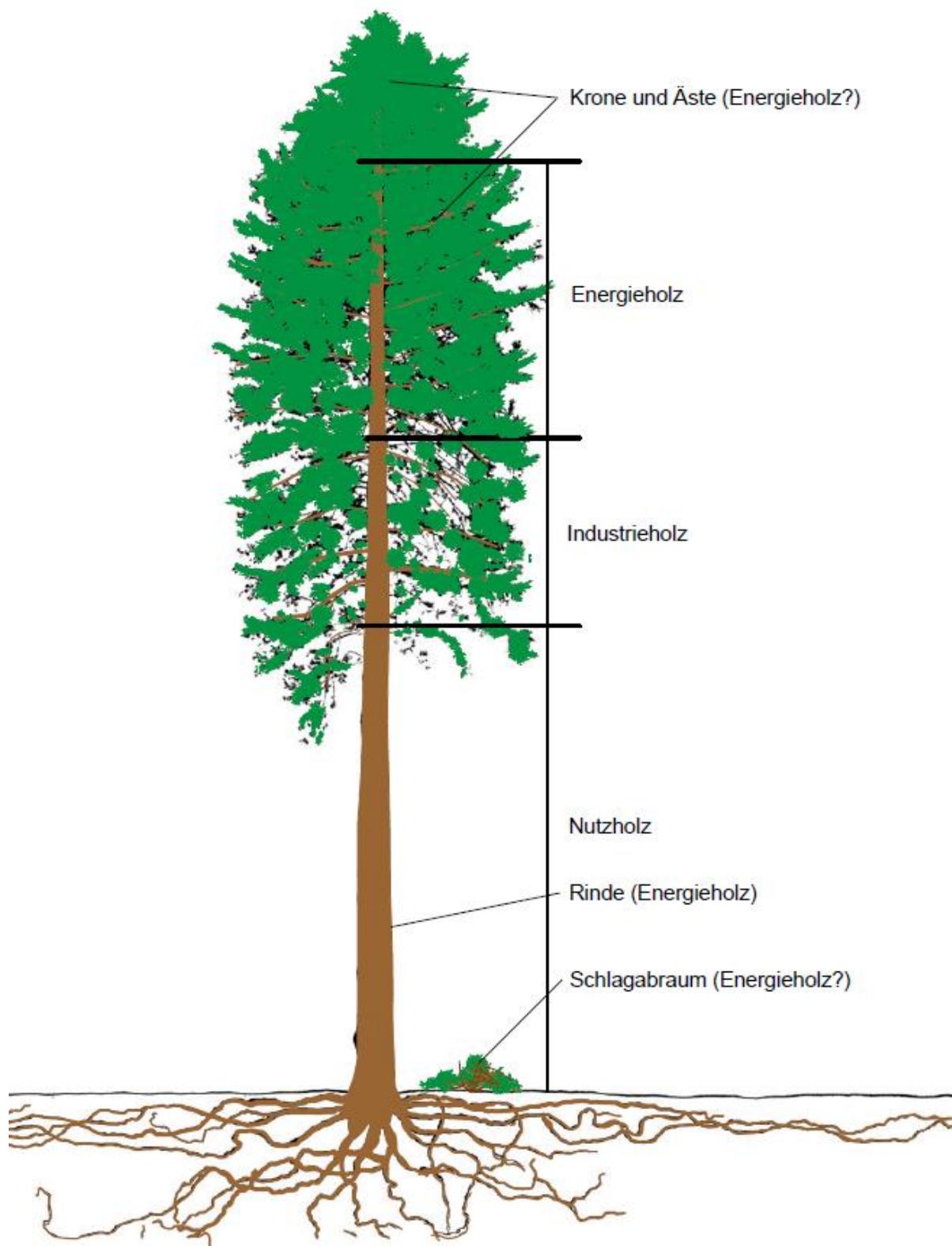


Bild 5: Verschiedene Holzsortimente am einzelnen Baum.

Aus der Kaskadennutzung ergeben sich folgende Besonderheiten:

Sortimentsverschiebungen

Sortimentsverschiebungen, zum Beispiel vom Industrieholz zum Energieholz, machen einen nicht unwesentlichen Teil des zusätzlich verfügbaren Potenzials aus. Sie hängen zum grössten Teil von den Marktpreisen und den Aufbereitungskosten der verschiedenen Sortimente ab.

Zeitliche Verzögerungen

Der Zeitraum bis zur Verfügbarkeit von Altholz kann sehr lange dauern, was die Planbarkeit schwierig macht.

Kopplung mit anderen Märkten

Die Menge des anfallenden Restholzes hängt von Märkten ab, welche mit dem Energieholzmarkt direkt nichts zu tun haben. Ein typisches Beispiel ist die Kopplung des Pelletmarkts an den Nutzholzmarkt.

Unterschiedliche Regionalität

Während der Markt für Waldholz (Schnitzel, Stückholz) nach wie vor einen regionalen Charakter aufweist, gilt dies ungleich weniger für den Pellet- und den Altholzmarkt.

Importe und Exporte

Da auch Energieholz ein frei handelbares Gut darstellt, ist eine Erfassung der Import- und Exportströme unerlässlich.

2.2 Aktueller Verbrauch

2.2.1 Methodische Übersicht

Die Erhebung des aktuellen Verbrauchs basiert auf den drei folgenden bestehenden beziehungsweise anzupassenden Statistiken und Verfahren und präsentiert sich schematisch wie folgt:

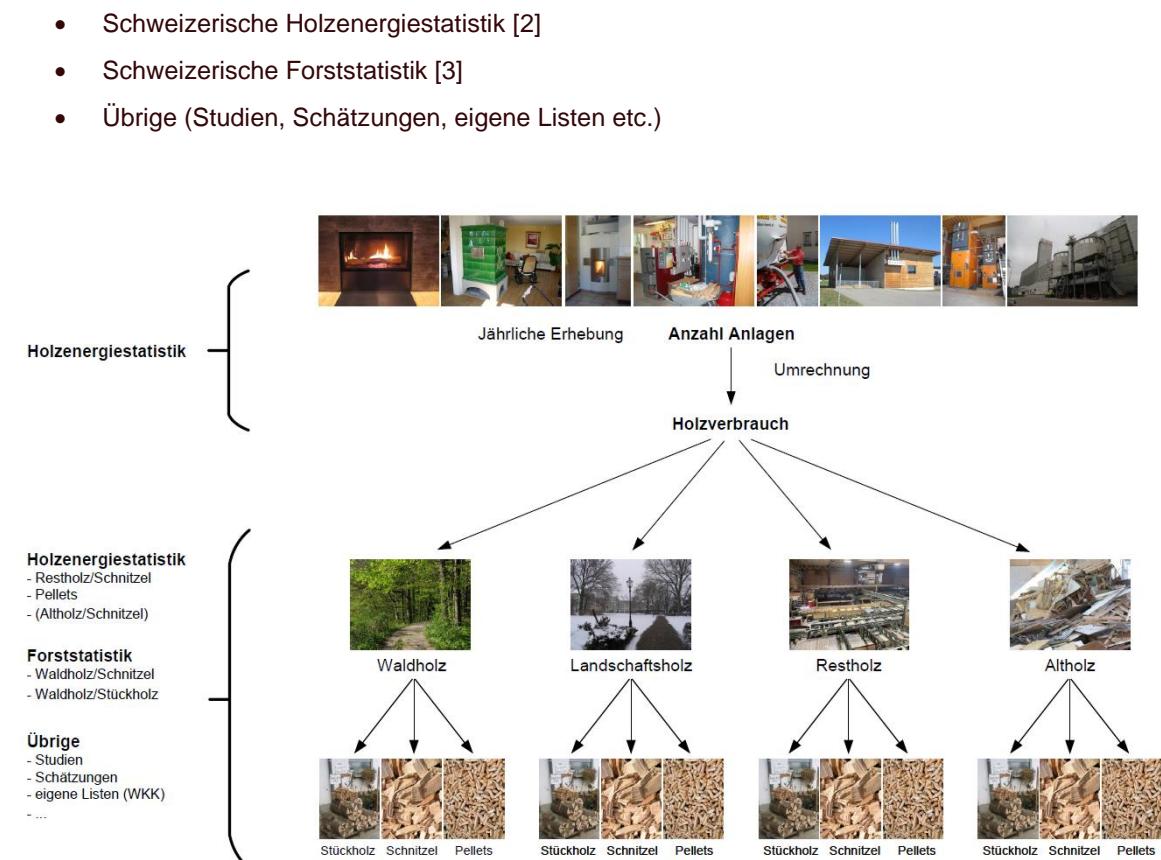


Bild 6: Erhebung des aktuellen Verbrauchs.

2.2.2 Schweizerische Holzenergiestatistik

2.2.2.1 Beschreibung

Die Schweizerische Holzenergiestatistik erfasst jährlich die Anzahl der Holzheizungen, welche Ende Jahr installiert und in Betrieb waren. Zu diesem Zweck wird der gesamte Anlagenpark – vom offenen Cheminée bis zur Kehrichtverbrennungsanlage, welche Holz verbrennt – in insgesamt 25 Anlagetypen («Anlagenkategorien») unterteilt. Die grösseren Anlagen (Kategorien 12 – 20) werden jeweils einzeln in einer Datenbank erfasst. Hauptquelle dieser messpflichtigen Anlagen sind kantonale Listen. Die Erfassung der kleinen Anlagentypen erfolgt über Absatzzahlen der Hersteller und Lieferanten. Aufgrund von Erfahrungswerten und durchgeführten Erhebungen erfolgt anschliessend eine Berechnung des Holzverbrauchs der Anlagen.

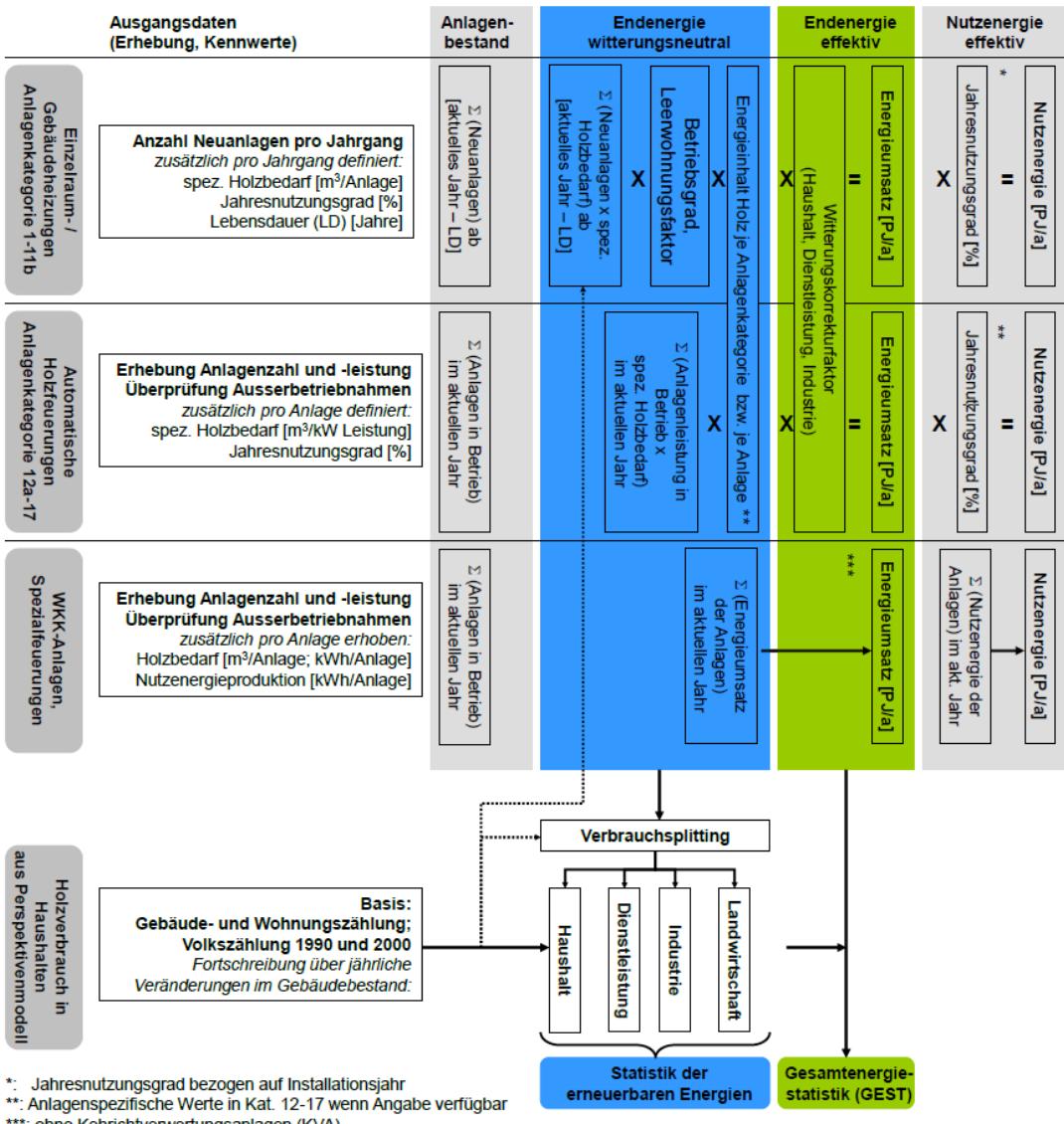


Bild 7: Methodik der Schweizerischen Holzenergiestatistik [2].

Die Schweizerische Holzenergiestatistik wird im vorliegenden Bericht mittels der Schweizerischen Forststatistik und anderen Quellen plausibilisiert.

2.2.2.2 Stärken

Die Stärken der Schweizerischen Holzenergiestatistik sind:

Teilweise Aufschlüsselung

Für gewisse Anlagetypen enthält sie eine Aufschlüsselung der Anlagenzahl und des Holzverbrauchs sowohl nach Kantonen als auch nach den Energieholzquellen Waldholz und Restholz (siehe Anhang 1).

Lange Zeitreihe verfügbar

Die Statistik wird seit 1990 im Grundsatz nach der gleichen Methodik fortgeschrieben.

Teilweise belastbare Grundlage

Die Grundlage für die verbrauchsintensiven automatischen Anlagentypen > 50 kW sind die Listen der kantonalen Luftreinhalteämter. Diese Listen sind als Grundlage ziemlich belastbar, auch ihre Aktualisierung teilweise mit zeitlicher Verzögerung erfolgt.

2.2.2.3 Schwächen

Die Schwächen der Schweizerischen Holzenergiestatistik sind:

Rückwirkende Anpassungen

Es werden praktisch bei jeder jährlichen Fortschreibung auch rückwirkende Anpassungen gemacht. So betrug der witterungsbereinigte Gesamtverbrauch («Brennstoffumsatz-/input, Volumen, witterungsbereit») aller Anlagenkategorien Ende 2020 gemäss Fortschreibung per Ende 2021 5'625'858 m³. Demgegenüber wies die Fortschreibung per Ende 2020 [7] für Ende 2020 einen entsprechenden Wert von 5'581'644 m³ auf, was immerhin einer Differenz von über 44'000 m³ entspricht.

Überschätzung Holzverbrauch Klein-Holzheizungen

Die Holzenergiestatistik überschätzt vermutlich nicht nur die Anzahl der Anlagen, sondern insbesondere auch den Betriebsgrad und den durchschnittlichen jährlichen Holzverbrauch pro Anlage. Einen diesbezüglichen **Hinweis** liefern die Resultate eines Workshops, welchen der Kaminfegermeister-Verband des Kantons Luzern am 18. Oktober 2019 zu diesem Thema durchführte [8].

Holzenergiestatistik [2]				Workshop Luzerner Kaminfegermeister-Verband [8]			
«Anlagenkategorie»	Spezifischer Holzverbrauch	Betriebsgrad	Anzahl Anlagen Ende 2021	Anteil Anlagen mehr als 10 x pro Jahr angefeuert	Ø Holzverbrauch pro Anlage	Bemerkungen	
				Stadt	Land		
	[m ³]	[%]		[%]	[%]	[m ³ /a]	
Offene Cheminées	1.0	50	12'035	10	25	0.6	Ø 10 – 25% mehr als 10 x
Cheminéeöfen	2.0	80	203'483	15	30	0.7	Cheminéeöfen häufiger benutzt als Cheminées
Zimmeröfen	2.0	75	5'657	80	80	0.4	Ein Grossteil der Zimmeröfen wird regelmässig benutzt, aber mit weniger Holz als in [2] angenommen
Kachelöfen	4.5	70	120'989	70	70	3.9	Holzverbrauch Anlagen mehr als 10 x pro Jahr stimmt mit [2] überein, aber Ster statt m ³
Zentralheizungsherde	10.0	100	3'898	50	50	2.1	

Tabelle 4: Vergleich Holzenergiestatistik mit den Resultaten des Workshops der Luzerner Kaminfegermeister. Alle Werte wurden in m³ umgerechnet (1 Ster = 0.7 m³). Die Holzenergiestatistik berücksichtigt auch noch den jeweiligen Leerwohnungsbestand.

Die Resultate des Workshops des Luzerner Kaminfegermeister-Verbandes sind sicherlich statistisch nicht repräsentativ für die ganze Schweiz, aber sie liefern immerhin einen Hinweis, dass die Annahmen von [2] überprüft werden sollten.

Dieser Vergleich zeigt, wie wichtig es ist, die Verbrauchszahlen der handbeschickten Anlagen mit den Zahlen von [3] zu plausibilisieren.

Insbesondere die beiden häufigsten «Anlagenkategorien» (Cheminéeöfen und Kachelöfen) verfälschen den Gesamtverbrauch bei einer Überschätzung des spezifischen Holzverbrauchs und des Betriebsgrades stark.

Zeitliche Verzögerung

Die Aktualisierung der Datenbank der automatischen Anlagen > 50 kW per Ende Jahr erfolgt jeweils zwischen Februar und April des Folgejahrs. Dabei hat sich gezeigt, dass die Listen der kantonalen Luftreinhalteämter, welche jeweils ab Februar für die Aktualisierung der Datenbank zugestellt werden, nicht immer auf dem aktuellsten Stand per 31. Dezember des Vorjahrs sind. Etliche Kantone vervollständigen ihre Listen jeweils erst mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung. Deshalb erscheint ein Teil der Anlagen erst in den folgenden Jahren auf den Listen. Dieser Mangel lässt sich aus organisatorischen Gründen nicht beheben.

Die Aktualisierung der Holzenergiestatistik per Ende Jahr liegt jeweils fruestens im Sommer des nachfolgenden Jahres vor. Wenn der Stichtag des Verbrauchs gemäss [2] am 31. Dezember ist, liegen die entsprechenden Verbrauchsdaten als Vorabzug fruestens Ende Juni des Folgejahrs und oftmals unvollständig vor und werden wegen der Kürze der Termine nicht mehr aktualisiert.

Deshalb ist es wichtig, dass alle Anlagen, welche nach dem 31. Dezember 2021 in Betrieb gegangen sind oder gehen, als Projekte erfasst sind (siehe Kapitel 2.4.1).

Überschätzung Verbrauch Altholz und problematische Holzabfälle

Die Mengen an Altholz und problematischen Holzabfällen sind relativ schwierig zu erfassen. Das zeigt ein Vergleich der 3 wichtigsten diesbezüglichen Erhebungen:

- Schweizerische Holzenergiestatistik beziehungsweise deren «Teilstatistik Spezielle energetische Holznutzungen: Feuerungen und Motoren für erneuerbare Abfälle» [9].
- BAFU, Abteilung Abfall und Rohstoffe [10], [11]
- Kennzahlen cemsuisse [12]

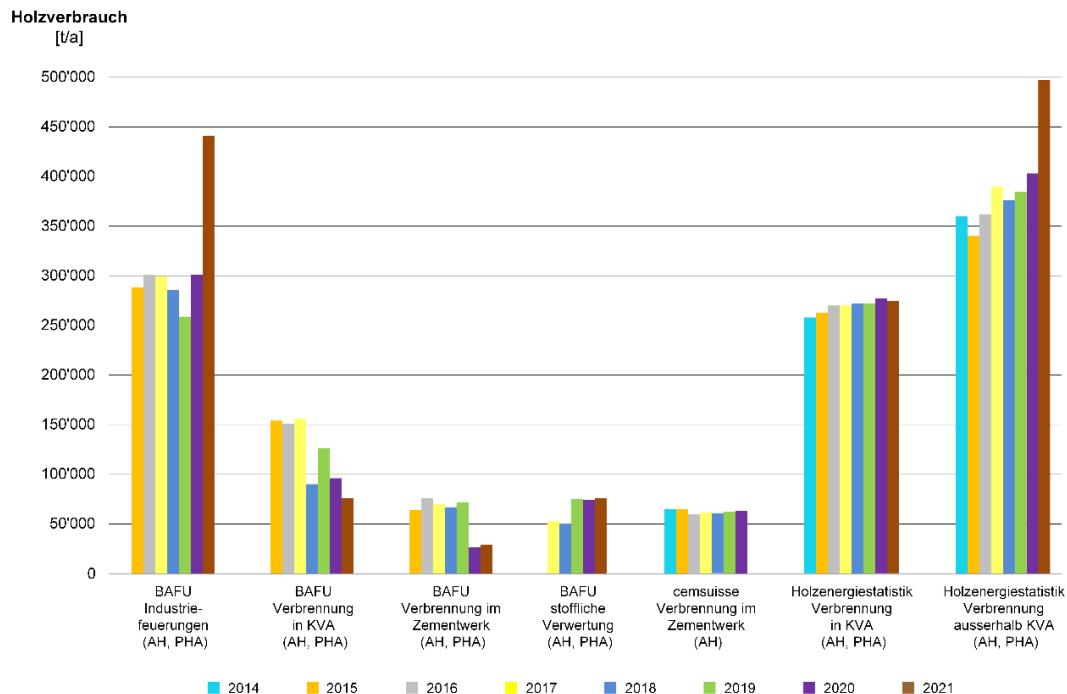


Bild 8: Vergleich Erhebungen Altholz (AH) und problematische Holzabfälle (PHA). Die Angaben der Säulen ganz rechts «Holzenergiestatistik Verbrennung ausserhalb KVA (AH, PHA)» stammen aus Tabelle R der Holzenergiestatistik [2] und wurden mit den Umrechnungsfaktoren von [2] in Tonnen umgerechnet.

Die vom BAFU erfassten Mengen «Verbrennung im Zementwerk» stimmten bis 2019 mit den von cemsuisse veröffentlichten Zahlen gut überein. Ab 2020 brechen die BAFU-Mengen dann um mehr als die Hälfte ein. Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass in den BAFU-Zahlen nur kontrollpflichtiges Altholz enthalten ist.

Bei «Verbrennung in KVA» liegen die vom BAFU und in der Holzenergiestatistik erfassten Mengen weit auseinander. Diese grosse Differenz sollte überprüft werden.

Der Unterschied zwischen den BAFU-Zahlen «Industriefeuerung, Gesamt» und der Holzenergiestatistik «Verbrennung ausserhalb KVA, Altholz» ist dadurch erklärbar, dass [9] insgesamt nur 78 grössere Wärme- und 16 Wärmekraftkopplungsanlagen berücksichtigt, was nicht der Realität entspricht. Zudem wird die LRV-Kategorie «naturbelassenes Altholz» nicht erfasst, und zur Kategorie 19 von [2] gehören auch Waldholz, Restholz und Rinde (vgl. Tabelle 6).

Die Gründe für den Unterschied beim Altholz, welches in Zementwerken genutzt wird, werden zurzeit vom BAFU und vom BFE untersucht.

Insgesamt liegen die gesamten, zwischen 2015 und 2021 vom BAFU erfassten Mengen durchschnittlich etwa 130'000 t pro Jahr tiefer als diejenigen der Holzenergiestatistik. Diese grossen Differenzen sollten statistisch überprüft werden.

2.2.2.4 Vorgeschlagene Anpassungen

Aufgrund der obigen Ausführungen schlagen wir für das Monitoring folgende Anpassungen der Schweizerischen Holzenergiestatistik vor:

- «Anlagenkategorie 3» Cheminéeöfen: Reduktion der Verbrauchsmenge auf 40%
- «Anlagenkategorie 5» Kachelöfen: Reduktion der Verbrauchsmenge auf 80%
- «Anlagenkategorie 20» Holz in KVA: Reduktion der Verbrauchsmenge von 435'486 m³ auf 174'194 m³ (auf 40% von [2])
- Generelle Plausibilisierung aller Daten mit anderen Quellen (z.B. Forststatistik)
- Korrekturfaktor «Urbanität» für spezifischen Holzverbrauch Stückholz pro Person

In diesen vorgeschlagenen Anpassungen ist auch die vermutliche Überschätzung des Verbrauchs in den übrigen Anlagenkategorien gemäss Tabelle 4 berücksichtigt. Diese Anpassungen sind im Rahmen des zukünftigen Monitorings jährlich zu überprüfen.



Bild 9: Der spezifische Holzverbrauch von Kachelöfen und Cheminéeöfen wird nach unten korrigiert (Bild Holzenergie Schweiz).

2.2.2.5 Übersicht gewählte Methodik

Tabelle 5 fasst die Methodik für die Erfassung des aktuellen Verbrauchs für jeden einzelnen Anlagentyp zusammen.

Anlagentyp «Anlagenkategorie» [2]	Methodik
1 Offene Cheminées 2 Geschlossene Cheminées 4a Zimmeröfen 6 Holzkochherde 7 Zentralheizungsherde 8 Stückholzkessel < 50 kW 9 Stückholzkessel > 50 kW 10 Doppel-/Wechselbrandkessel	<ul style="list-style-type: none"> • Energieholzsortiment Stückholz • Zuteilung Kanton: CH-Zahlen proportional zur Bevölkerung • Korrekturfaktor für «Urbanität» und zur Plausibilisierung mit Forststatistik • Zuteilung Energieholzquellen gutachtlich, Plausibilisierung mit Gesamtverbrauch
3 Cheminéeöfen	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion der Verbrauchswerte von [2] auf 40% • Energieholzsortiment Stückholz • Zuteilung Kanton: CH-Zahlen proportional zur Bevölkerung • Korrekturfaktor für «Urbanität» und zur Plausibilisierung mit Forststatistik • Zuteilung Energieholzquellen gutachtlich, Plausibilisierung mit Gesamtverbrauch
5 Kachelöfen	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion der Verbrauchswerte von [2] auf 80% • Energieholzsortiment Stückholz • Zuteilung Kanton: CH-Zahlen proportional zur Bevölkerung • Korrekturfaktor für «Urbanität» und zur Plausibilisierung mit Forststatistik • Zuteilung Energieholzquellen gutachtlich, Plausibilisierung mit Gesamtverbrauch
11a Schnitzelheizungen < 50 kW	<ul style="list-style-type: none"> • Energieholzsortiment Schnitzel • Zuteilung Kanton: CH-Zahlen proportional zur Bevölkerung • Korrekturfaktor für «Urbanität» und zur Plausibilisierung mit Forststatistik • Zuteilung Energieholzquellen gutachtlich, Plausibilisierung mit Gesamtverbrauch
4 b Pelletöfen 11b Pelletheizungen < 50 kW	<ul style="list-style-type: none"> • Energieholzsortiment Pellets • Zuteilung Kanton: CH-Zahlen proportional zur Bevölkerung • Zuteilung Energieholzquellen gutachtlich, Plausibilisierung mit Gesamtverbrauch
12a Schnitzelheizungen 50 – 300 kW, ausserhalb HVB 14a Schnitzelheizungen 300 – 500 kW, ausserhalb HVB 16a Schnitzelheizungen > 500 kW, ausserhalb HVB	<ul style="list-style-type: none"> • Energieholzsortiment/-quellen Schnitzel Waldholz/Landschaftsholz/Altholz • Verbrauch: Übernahme aus [2] (siehe Anhang 1) • Zuteilung Energieholzquellen gutachtlich, Plausibilisierung mit Gesamtverbrauch
12b Pelletheizungen 50 – 300 kW 14b Pelletheizungen 300 – 500 kW 16b Pelletheizungen > 500 kW	<ul style="list-style-type: none"> • Energieholzsortiment/-quellen Pellets Restholz/Waldholz • Verbrauch: Übernahme aus [2] (siehe Anhang 1) • Zuteilung Energieholzquellen gutachtlich, Plausibilisierung mit Gesamtverbrauch
13 Schnitzelheizungen 50 – 300 kW, innerhalb HVB 15 Schnitzelheizungen 300 – 500 kW, innerhalb HVB 17 Schnitzelheizungen > 500 kW, innerhalb HVB	<ul style="list-style-type: none"> • Energieholzsortiment Schnitzel Restholz • Verbrauch: Übernahme aus [2] (siehe Anhang 1)
18 Holz-Wärmekraftkopplungsanlagen	<ul style="list-style-type: none"> • Menge, Energieholzquellen und Energieholzsortimente individuell (eigene Liste und Daten HeS)
19 Anlagen für erneuerbare Abfälle	<ul style="list-style-type: none"> • Mengen und Zuteilung Kanton: CH-Zahlen proportional zur Bevölkerung • individuell
20 Holz in KVA	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion der Werte von [2] auf 40% • Mengen und Zuteilung Kanton: proportional zur verbrannten Abfallmenge • Individuell (Kantone ohne KVA)

Tabelle 5: Zusammenfassung der Methodik zur Erfassung des aktuellen Holzverbrauchs.

Für die Anlagenkategorie 19 «Anlagen für erneuerbare Abfälle» setzt sich der Holzverbrauch 2021 folgendermassen zusammen [9]:

Energieholzquelle/-sortiment	Verbrauch 2021	
	[t]	[m ³]
Altholz	468'368	731'825
Restholz	24'211	35'604
Rinde	64'345	71'494
Schnitzel Waldholz, Sägemehl, Staub	208'715	219'700
Total	765'639	1'058'828

Tabelle 6: Zusammensetzung Holzverbrauch «Anlagenkategorie» 19 von [2].

2.2.3 Schweizerische Forststatistik

2.2.3.1 Beschreibung

Die Schweizerische Forststatistik [3] erfasst jährlich die im Wald geernteten Holzmengen, aufgeschlüsselt nach öffentlichem und privatem Wald, nach Sortiment (Stammholz, Industrieholz, Energieholz, übrige Sortimente) und nach Energieholzsortiment (Stückholz, Schnitzel).

2.2.3.2 Stärken

Plausibilisierung der Holzenergiestatistik

Dort, wo die Holzenergiestatistik keine kantonalen Angaben macht (handbeschickte Heizungen), lassen sich dank der Forststatistik einigermassen genaue kantonale Zuteilungen machen, indem davon ausgegangen wird, dass die aus der Holzenergiestatistik berechneten Daten beim Stückholz die Angaben der Forststatistik nicht um mehr als 10% übersteigen sollten.

Lange Zeitreihe verfügbar

Die Statistik wird seit 1887 erhoben.

2.2.3.3 Schwächen

Die wichtigsten Schwächen der Forststatistik sind:

Teilweise Unvollständigkeit

Je nach kantonalen forstlichen Vorschriften und konkreter Erhebung sind die Zahlen nicht immer vollständig. Insbesondere der Eigenverbrauch im Privatwald wird nicht überall vollständig erfasst [13], [14], [15]. Das Bundesamt für Umwelt BAFU und das Bundesamt für Statistik BFS arbeiten bereits an der diesbezüglichen Verbesserung der Datenlage.

Zeitliche Vorzögerungen

Beim Stückholz, wo wegen der notwendigen Holztrocknung zwischen dem Zeitpunkt der Holzernte und der energetischen Nutzung meistens zwei oder mehr Jahre vergehen, kann die Plausibilisierung der Angaben der Holzenergiestatistik immer nur grössenordnungsmässig erfolgen.

2.2.3.4 Vorgenommene Anpassungen

Gesamtschweizerisch betrug 2021 der Anteil Stückholz am gesamten Energieholz 37.2%, der Anteil der Schnitzel 62.8%. Dieses Verhältnis ist praktisch in allen Kantonen grössenordnungsmässig so vorzufinden. Lediglich in den Kantonen Waadt und Tessin sind die Zahlen gerade umgekehrt, obwohl die Holzenergiestatistik basierend auf den kantonalen Listen der automatischen Heizungen einen deutlich höheren Schnitzelverbrauch ausweisen. Für den Kanton Waadt gibt es Hinweise auf eine Verwechslung zwischen Stückholz und Schnitzel in der Forststatistik [13]. Deshalb wird folgende Korrektur angebracht:

- Für die Kantone Waadt und Tessin werden Schnitzel und Stückholz vertauscht.

2.2.4 Übrige Quellen

Die WSL-Studie aus dem Jahr 2017 [16], deren Verbrauchszahlen teilweise auf noch älteren Werten basieren, kann für die Abschätzung des aktuellen Verbrauchs aller Energieholzquellen nur sehr beschränkt beigezogen werden.

Die in den letzten Jahren neu erstellten kantonalen Studien (siehe Kapitel 2.3) weisen zwar aktuellere Angaben zum Verbrauch auf, welche jedoch meistens auch auf der Grundlage von [2] beruhen.

Bezüglich Landschaftsholz liefert nebst [16] der Bericht «Energieholzverbrauch und -potenziale ausserhalb des Waldes» des Bundesamts für Umwelt BAFU und des Bundesamts für Energie BFE (Ernst Basler + Partner AG/Interface) aus dem Jahr 2009 [17] einige, wenn auch nicht mehr sehr aktuellen Angaben.

2.3 Potenziale

2.3.1 Quellenlage

Im Rahmen des vorliegenden und des zukünftigen, laufenden Monitorings ist es nicht vorgesehen, extra für das Monitoring eigene Potenzialstudien zu erarbeiten. In den letzten Monaten wurden jedoch verschiedene kantonale Potenzialstudien von Holzenergie Schweiz und anderen Firmen erarbeitet beziehungsweise sind im Moment in Arbeit, welche selbstverständlich ins Monitoring einfließen werden. Dort, wo keine kantonalen Berichte vorliegen, werden die Werte von [16] oder andere Quellen verwendet. Eine Schwierigkeit von [16] liegt einerseits darin, dass insbesondere beim Waldholz sehr viele verschiedene Szenarien zur Auswahl stehen. Andererseits beziehen sich alle Angaben auf Primärenergie, und die Angaben zum Umrechnungsfaktor von Primär- zu Endenergie sind nicht klar [18].

Im Überblick präsentiert sich die Datenlage folgendermassen:

Kanton	Datenlage
Aargau	Wald-, Restholz Auslegeordnung Projekt «Landwirtschaft – Klimaschutz und Klimaanpassung mit Pflanzenkohle», 24.2.2022. Waldholz Szenario «Optimierte Nutzung» [19]. Landschafts-, Altholz [16], [20].
Appenzell-A.	Alle Energieholzquellen: Potenzialstudie AI + AR, Geopartner AG, 2012 [14].
Appenzell-I.	Alle Energieholzquellen: Potenzialstudie AI + AR, Geopartner AG, 2012 [14].
Basel-Landschaft	Keine kantonale Studie, Angaben aus [16], [20].
Basel-Stadt	Keine kantonale Studie, Angaben aus [16], [20].
Bern	Waldholz Potenzialstudie Waldholz, WSL, 2023 [21]. Landschafts-, Rest-, Altholz [16], [20].
Freiburg	Wald- und Landschaftsholz Potentiel bois-énergie Fribourg, 2022 [22]. Restholz [16], Altholz [20].
Genève	Keine kantonale Studie, alle Angaben aus [16], [20].
Glarus	Wald-, Landschaftsholz Energieholzkonzept Kanton Glarus 2022 [23]. Restholz [16], Altholz [20].
Graubünden	Alle Energieholzquellen: Energieholzpotenzial Graubünden, Geopartner AG, 2012 [24].
Jura	Keine kantonale Studie, Angaben aus [16], [20].
Luzern	Keine kantonale Studie, Angaben aus [16], [20].
Neuchâtel	Keine kantonale Studie, Angaben aus [16], [20].
Nidwalden	Waldholz Mündliche Mitteilung Beat Ettlin, 24. November 2022 [25]. Landschafts-, Rest-, Altholz [16], [20].
Obwalden	Keine kantonale Studie, Angaben aus [16], [20].
Schaffhausen	Alle Energieholzquellen: Energieholzkonzept Kanton Schaffhausen, Aktualisierung 2022. Entwurf, 1. Mai 2023 [26].
Schwyz	Keine kantonale Studie, Angaben aus [16], [20].
Solothurn	Wald-, Landschafts-, Restholz Holzenergiiekonzept 2020 [257]. Altholz [20]
St. Gallen	Keine kantonale Studie, Angaben aus [16], [20].
Ticino	Waldholz: Mündliche Mitteilung Roland David, 15.9.2022 [28]. Landschafts-, Rest- Altholz [16], [20].
Thurgau	Alle Energieholzquellen: Energieholzkonzept Kanton Thurgau, 16. Juni 2023 [29].
Uri	Keine kantonale Studie, Angaben aus [16], [20].
Vaud	Wald-, Landschafts-, Altholz: Mündliche Mitteilung François Schaller, 26.4.2023 [30]. Restholz [16]
Wallis	Keine kantonale Studie, Angaben aus [16], [20].
Zug	Wald- und Landschaftsholz: Holzenergiopotenzial im Kanton Zug, 2023 [15]. Rest-, Altholz [16], [20].
Zürich	Wald-, Landschaftsholz: Potenzial Energieholz Zürich, Geopartner AG, 2023 [31]. Rest-, Altholz [16], [20].

Tabelle 7: Datenmaterial für die Potenziale.

[16] weist für das Waldholz verschiedene Potenziale und Szenarien aus. Diese wurden mit den Werten vorhandener kantonaler Studien verglichen. Dabei zeigte sich, dass folgendes Szenario die beste Übereinstimmung mit den kantonalen Studien aufweist und deshalb für Kantone ohne eigene Studien berücksichtigt wird:

**«Ökologisch-ökonomisches Potenzial, moderater Vorratsabbau,
V2 energieholzfreundlich, 2017 – 2056, mit Subventionen im Schutzwald»**

2.3.2 Importe und Exporte

Energieholz ist ein frei handelbares und effektiv auch rege gehandeltes Produkt. Deshalb sind gerade bei der Abschätzung der Potenziale die Importe und Exporte von Bedeutung. Da bei grösseren Holzenergieanlagen, welche mit Waldholz betrieben werden, nach wie vor oft der regionale Aspekt im Vordergrund steht, interessieren hier sogar Importe und Exporte aus beziehungsweise in andere Kantone. Im Rahmen verschiedener kantonaler Potenzialstudien wurde versucht, diese interkantonalen Waldholzflüsse mittels Umfragen zu erfassen. Während bei den Exporten recht gute **Momentaufnahmen** resultierten, war dies bei den Exporten in andere Kantone schon nicht mehr der Fall [29].

Von grösserer Bedeutung sind Importe und Exporte über die Landesgrenze hinaus. Hier liefert die «Zollstatistik» des Bundesamts für Zoll und Grenzschutz BAZG wertvolle Grundlagen [32]. So wird bereits heute im Rahmen des Monitorings der Abteilung Holzenergie der Wirtschaftlichen Landesversorgung WL regelmässig der aktuelle Stand der Pelletimporte angefragt. Eine entsprechende Kurzanleitung findet sich im Anhang 7.

Tabelle 8 zeigt die Importe und Exporte 2021 für folgende Brenn- und Rohstoffe:

- Stückholz (Waldholz)
- Schnitzel (Waldholz)
- Pellets (Rest- und Waldholz)
- Sägespäne

2021	Importe [m ³ /Jahr]	Exporte [m ³ /Jahr]	Saldo Importe [m ³ /Jahr]
Stückholz (Waldholz)			
Nadelholz (Tarifnummer 4401.11)	5'394	2'488	+ 2'906
Laubholz (Tarifnummer 4401.12)	16'511	6'266	+ 10'245
Stückholz (Waldholz) total	21'905	8'754	+ 13'151
Schnitzel (Waldholz)			
Nadelholz (Tarifnummer 4401.21)	167'938	4'891	+ 163'047
Laubholz (Tarifnummer 4401.22)	63'131	9'986	+ 53'145
Schnitzel (Waldholz) total	231'069	14'877	+ 216'192
Pellets (Restholz, Waldholz) (Tarifnummer 4401.31)	116'823	48	+ 116'775
Sägespäne (lose) (Tarifnummer 4401.40)	248'992	219'280	+ 29'712

Tabelle 8: Auslandimporte und -exporte verschiedener Brenn- und Rohstoffe [32], [33], [34].

2.4 Zukünftiger Verbrauch

2.4.1 Projekte und Projektideen (grössere Anlagen)

2.4.1.1 Übersicht

Projekte sind einerseits Vorhaben, deren Baubeginn oder Inbetriebnahme seit dem Stichtag vom 31. Dezember 2021 bereits in erfolgt sind. Andererseits sind es Anlagen, deren Realisierung zurzeit zwar noch nicht erfolgt ist, aber mit Sicherheit erfolgen wird.

Bei **Projektideen** handelt es sich hingegen um Vorhaben und «Ideen», deren Realisierung (noch) nicht definitiv feststeht.

Für den vorliegenden Bericht wurde der zukünftige Verbrauch von grösseren Anlagen über folgende Quellen erhoben:

- Auswertung Mediendienst
- «Netzwerk Holzenergie»
- QM Holzheizwerke
- Kantone
- Übrige Quellen

Diese Methodik hat sich als zielführend und effizient erwiesen und soll deshalb in der gleichen Art auch für das laufende Monitoring Verwendung finden. Weitere Angaben finden sich im Kapitel 5.

2.4.1.2 Auswertung Mediendienst

Der Mediendienst Argus wertet täglich Medienmitteilungen zum erweiterten Themenkreis «Holzenergie» aus und hat sich auch als wertvoller Lieferant von Informationen bezüglich neuer, grösserer Anlagen erwiesen. Die Auswertung erfolgt laufend.

2.4.1.3 «Netzwerk Holzenergie»

Das «Netzwerk Holzenergie» umfasst über 1'100 Branchenvertreter, welche für das Thema Versorgung/Monitoring relevant sind (Planer, Brennstofflieferanten, Anlagenlieferanten, Contractoren, übrige). Von diesen Personen, Organisationen und Firmen sind E-Mailadressen verfügbar. Dieses Netzwerk wurde bereits für den vorliegenden Bericht angefragt und am 20. Oktober 2022 (Zürich) und am 30. November 2022 (Yverdon-les-bains) zu Veranstaltungen eingeladen. Solche Veranstaltungen sind im Rahmen des zukünftigen, laufenden Monitorings ebenso vorgesehen wie zweimonatliche Anfragen per E-Mail.

2.4.1.4 QM Holzheizwerke

Für die meisten der geplanten oder angedachten Grossprojekt wird wegen der möglichen Förderbeiträge in einer relativ frühen Projektphase eine Begleitung mit QM Holzheizwerke etabliert. Aus diesem Grund sind, wie bisher, mindestens 2 entsprechende Updates mit Jürgen Good, Leiter Geschäftsstelle QM Holzheizwerke, vorgesehen.

2.4.1.5 Kantone

Im Rahmen der Durchführung des vorliegenden Projektes entstanden mit vielen Kantonen bilaterale Austausche und Gelegenheiten zur Zusammenarbeit. Möglich wurden diese insbesondere durch die Teilnahme mit Referaten zum Thema an der Sitzung des Vorstandes der Konferenz Kantonaler Energiefachstellen ENFK vom 15. Dezember 2022 und an der Plenumssitzung der Konferenz Kantonaler Energiefachstellen ENFK vom 21. April 2023. Zudem konnten Zusammenarbeitsverträge mit den Energiefachstellen der Kantone Glarus, Neuchâtel, Valais und Schaffhausen hinsichtlich der Erarbeitung von aktuellen Potenzialstudien abgeschlossen werden. Diese Zusammenarbeit ist weiterzuführen und in Form von mindestens viermal jährlichen Abfragen zu Projekten und Projektideen zu institutionalisieren. Sinnvoll wäre mindestens eine jährliche Erfassung bei den Kantonen.

2.4.1.6 Übrige Quellen

Wie bisher sollen auch in Zukunft alle übrigen Quellen zur Erfassung von grösseren Projekten und Projektideen systematisch angezapft werden. So ergibt beispielsweise eine Internetrecherche eine gute Übersicht über geplante Vorhaben der grossen Contractoren. Schliesslich ermöglichen es auch die zahlreichen Kontakte mit Branchenvertretern im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit, der Aus- und Weiterbildungen sowie des Informations- und Beratungsdienstes von Holzenergie Schweiz, Informationen zu geplanten Anlagen «mitzunehmen».

2.4.2 Kleine und mittlere automatische Holzheizungen

Für die Erhebung des zukünftigen Verbrauchs von kleinen und mittleren Holzheizungen wird regelmässig auf die Angaben der Branchenverbände zurückgegriffen:

- Pelletheizungen: Anfragen proPellets.ch, sechsmal pro Jahr
- Schnitzelheizungen: Auswertung Absatzstatistiken Holzfeuerungen Schweiz, viermal pro Jahr

2.4.3 Handbeschickte Holzheizungen

Für die Erhebung des zukünftigen Verbrauchs der handbeschickten Holzheizungen sind vorgesehen:

- Umfragen «Netzwerk Brennholz», sechsmal pro Jahr
- Anfrage Branchenverband feusuisse, viermal pro Jahr



Bild 10: Beim Monitoring des zukünftigen Verbrauchs liegt der Fokus insbesondere auf Grossanlagen > 10 MW Leistung. Im Bild das Holzheizkraftwerk Sisslerfeld in Sisseln AG mit einer Feuerungsleistung von 3 x 35 MW (Bild Holzenergie Schweiz).

3. Aktuelle Situation Ende 2021

3.1 Verbrauch

3.1.1 Vorbemerkung

Die Herleitung des aktuellen Verbrauchs erfolgt im Wesentlichen auf der Basis von [2] und ermöglicht dadurch auch bereits in gewissem Grad Zuteilungen zu den einzelnen Quellen und Sortimenten von Energieholz. Wo dies nicht beziehungsweise nicht genau möglich ist, erfolgt eine gutachtliche Zuteilung mit Plausibilisierung mittels [3] oder – wie beim Landschaftsholz – mit anderen Studien [16, 17].

Wo nicht anders angegeben, beziehen sich alle Angaben auf das Stichtdatum des 31. Dezembers 2021.

3.1.2 Angaben Holzenergiestatistik (angepasst)

Tabelle 9 zeigt den aktuellen Stand des Energieholzverbrauchs mit den Anpassungen gemäss Kapitel 2.2.2.4.

«Anlagenkategorien»	Jahr	Anzahl Anlagen	Energieholzverbrauch	
			m ³ /Jahr	MWh/Jahr
Stückholzheizungen	1990	689'184	2'416'030	6'813'205
	2021	480'766	841'214	2'372'223
Schnitzelheizungen	1990	3'286	424'276	1'137'060
	2021	11'806	1'947'646	5'219'691
Pelletheizungen	1990	0	0	0
	2021	29'824	656'430	1'739'540
WKK-Anlagen	1990	0	0	0
	2021	29	681'093	1'825'573
Anlagen erneuerbare Abfälle	1990	22	175'006	451'515
	2021	78	1'020'851	2'633'796
Holz in KVA	1990	26	235'505	619'378
	2021	29	174'194	458'130
Total	1990	692'518	3'250'817	9'021'158
	2021	522'532	5'321'428	14'248'953

Tabelle 9: Angepasste Verbrauchszahlen der Holzenergiestatistik [2]. Bei den Schnitzelheizungen wurde ein mittlerer Umrechnungsfaktor von 1 m³ = 2.68 MWh angenommen (vgl. Tabelle 3). Die Umrechnungsfaktoren der übrigen «Anlagenkategorien» entsprechen denjenigen von [2].

3.1.3 Zuteilung zu Energieholzquellen und Energieholzsortimenten

Tabelle 10 zeigt den aktuellen, gesamtschweizerischen Verbrauch von Energieholz, verteilt auf die einzelnen Energieholzquellen und Energieholzsortimenten per Ende 2021 und nach Plausibilisierung gemäss Anhang 4. Nicht berücksichtigt ist die Herkunft des Energieholzes.

Energieholzsortiment Energieholzquelle	Stückholz m ³ /Jahr	Stückholz MWh/Jahr	Schnitzel m ³ /Jahr	Schnitzel MWh/Jahr	Pellets m ³ /Jahr	Pellets MWh/Jahr	Total	
							m ³ /Jahr	MWh/Jahr
Waldholz	642'100	1'810'722	1'843'900	4'941'652	31'500	83'475	2'517'500	6'835'849
Landschaftsholz	93'600	263'952	203'000	544'040	0	0	296'600	807'992
Restholz	60'400	170'328	773'100	2'071'908	620'200	1'643'530	1'453'700	3'885'766
Altholz	32'300	91'086	1'030'400	2'761'472	0	0	1'062'700	2'852'558
Total	828'400	2'336'088	3'850'400	10'319'072	651'700	1'727'005	5'330'500	14'382'165

Tabelle 10: Aufteilung des aktuellen Verbrauchs auf die verschiedenen Energieholzquellen und -sortimente. (Umrechnungsfaktoren analog Tabelle 9).

Für das zukünftige Monitoring wird von den Angaben gemäss Tabelle 10 ausgegangen.

Aufgeteilt auf die einzelnen Kantone und Energieholzquelle präsentiert sich die Situation folgendermassen:

Kanton	Waldholz	Restholz	Landschafts-holz	Altholz	TOTAL
	m ³ /Jahr				
Aargau	228'200	127'300	52'000	105'700	513'200
Appenzell-Ausserrhoden	27'800	9'300	5'200	4'900	47'200
Appenzell-Innerrhoden	1'900	3'700	300	100	6'000
Basel-Landschaft	77'700	43'200	8'200	12'600	141'700
Basel-Stadt	103'700	18'200	300	21'000	142'300
Bern	404'700	221'800	48'900	251'700	927'100
Freiburg	116'200	68'400	19'500	41'700	245'800
Genève	25'700	32'500	3'400	14'000	75'600
Glarus	13'900	5'200	1'900	1'500	22'500
Graubünden	202'100	43'300	14'600	7'600	267'600
Jura	55'000	12'500	5'400	5'000	77'900
Luzern	113'600	92'700	10'000	84'400	300'700
Neuchâtel	56'000	27'900	6'800	18'400	109'100
Nidwalden	14'500	9'000	1'400	400	25'300
Obwalden	33'900	12'500	3'600	500	50'500
Schaffhausen	38'600	11'100	3'300	600	53'500
Schwyz	52'900	118'000	4'100	130'845	304'935
Solothurn	81'800	35'500	7'600	14'500	139'400
St. Gallen	134'600	102'500	18'000	51'800	306'900
Tessin	65'400	25'600	5'800	14'900	111'700
Thurgau	91'100	55'500	13'300	5'500	165'400
Uri	19'500	3'400	1'700	300	24'900
Vaud	144'800	110'900	10'700	83'600	350'000
Wallis	80'600	68'200	12'100	47'100	208'000
Zug	33'500	15'200	3'500	2'700	54'900
Zürich	299'800	180'300	35'100	154'000	669'200
TOTAL	2'517'500	1'453'700	296'600	1'062'700	5'330'500

Tabelle 11: Aufteilung des aktuellen Verbrauchs auf die einzelnen Kantone und die verschiedenen Energieholzquellen.

In dieser detaillierten Aufschlüsselung ist es nicht möglich, die Herkunft des Energieholzes (Importe) zu berücksichtigen, da aus der Zollstatistik die Zieldestination des importierten Energieholzes nicht ersichtlich ist.

Für die Energieholzquelle Waldholz ist die Datenlage für eine kantonale Zuteilung relativ gut. Für die übrigen Energieholzquellen hingegen ist sie oft nur über die Bevölkerungszahl möglich und entsprechend unsicher. Dies ist jedoch kein grosser Mangel, da gerade der Restholzmarkt (Pellets) und der Altholzmarkt interkantonal und international funktionieren.

Die Art der Plausibilisierung der Daten lässt sich folgendermassen zusammenfassen:

Waldholz	
Stückholz	<ul style="list-style-type: none"> Annahme Monitoring: 642'100 m³ Forststatistik 2021: 573'427 m³ Importsaldo 13'151 m³ (Tabelle 8) Angaben Forststatistik in Silven Unvollständigkeit Werte Forststatistik: Zuschlag ca. 10% [13], [14], [15] Anteile andere Energieholzquellen (Landschaftsholz, Restholz, Altholz) gutachtlich festgelegt und plausibilisiert mit [3]
Schnitzel	<ul style="list-style-type: none"> Annahme: 1'843'900 m³ Forststatistik: 1'406'801 m³ Wegen Unvollständigkeit Werte ca. 5% höher als in [3] Angaben Forststatistik in Silven Importsaldo 216'192 m³ (Tabelle 8) Anteile andere Energieholzquellen aus [2] (Restholz) beziehungsweise gutachtlich festgelegt und plausibilisiert mit [3]
Pellets	<ul style="list-style-type: none"> 651'700 m³ beziehungsweise Energieholzsortiment/-quelle Pellets Restholz/Waldholz Zuteilung Energieholzquellen gutachtlich, Plausibilisierung mit Gesamtverbrauch Pellets und [3]
Landschaftsholz	
Stückholz/Schnitzel	<ul style="list-style-type: none"> Annahme: 549'944 m³ Energetische Nutzung 2017 [16]: 245'000 m³ Nachhaltiges Potenzial [16]: 503'000 m³/a
Restholz	
Stückholz/Schnitzel/Pellets	<ul style="list-style-type: none"> Annahme: 1'453'700 m³ Energetische Nutzung 2017, ohne Pellets [16]: 1'025'000 m³ Potenzial gemäss [35]: 832'351 m³ Herleitung Verbrauch über Anlagen [2] recht genau, weil vollständig Potenzial mehr oder weniger ausgeschöpft Restholzverbrauch gemäss [2]: 1'459'764 m³ <ul style="list-style-type: none"> Anlagen Holzindustrie (Kat. 13, 15, 17): 491'270 m³ Pelletheizungen (Kat 4b, 11b, 12b, 14b, 16b): 656'430 m³ Restholz in Kat. 18 und 19: 255'174 m³ Restholz als Stückholz: 56'890 m³ «Blackbox»: Importmenge Rohstoff für Pelletproduktion in der Schweiz Pellets gesamt: 651'700 m³ beziehungsweise 656'430 m³
Altholz	
Stückholz/Schnitzel	<ul style="list-style-type: none"> Annahme: 1'063'900 m³ Energetische Nutzung 2017 gemäss [16]: 966'000 m³ Energetische Nutzung 2021 gemäss [10], [11]: 820'950 m³ Nachhaltiges Potenzial [16]: 1'225'500 m³ Wie vollständig wird gemeldet? Unbehandeltes Altholz 29'576 m³ Anteil Altholz in kleinen und mittleren Anlagen 48'878 m³

Tabelle 12: Plausibilisierung der Zuteilungen zu den Energieholzquellen und -sortimenten.

Eine detaillierte Aufgliederung mit Berücksichtigung der Energieholzsortimente und -quellen findet sich in Anhang 3.

3.2 Potenziale

Tabelle 13 fasst alle Potenziale zusammen. Es handelt sich dabei um Bruttonpotenziale ohne Berücksichtigung der bereits verbrauchten Energieholzmengen.

Kanton	Waldholz		Landschaftsholz		Restholz		Altholz		Total
	m ³ /Jahr	Quelle							
Aargau	248'000	[19]	36'300	[16]	12'800	[19]	58'200	[20]	355'300
Appenzell-A.	30'700	[14]	10'300	[14]	10'600	[14]	4'800	[14]	56'400
Appenzell-I.	17'000	[14]	6'800	[14]	11'100	[14]	3'200	[14]	38'100
Basel-Landschaft	102'000	[16]	13'900	[16]	22'000	[16]	37'200	[20]	175'100
Basel-Stadt	1'000	[16]	2'100	[16]	1'000	[16]	1'000	[20]	5'100
Bern	800'000	[21]	65'200	[16]	171'000	[16]	295'900	[20]	1'332'100
Fribourg	151'800	[22]	8'000	[22]	45'000	[16]	30'600	[20]	235'400
Genève	13'000	[16]	12'800	[16]	3'000	[16]	40'400	[20]	69'200
Glarus	25'700	[23]	2'000	[23]	8'000	[16]	11'500	[20]	47'200
Graubünden	301'200	[24]	27'400	[24]	22'800	[24]	43'800	[24]	395'200
Jura	140'000	[16]	9'600	[16]	33'000	[16]	2'600	[16]	185'200
Luzern	159'000	[16]	22'400	[16]	39'000	[16]	136'700	[16]	357'100
Neuchâtel	111'000	[16]	10'700	[16]	27'000	[16]	18'500	[16]	167'200
Nidwalden	20'000	[25]	1'100	[16]	6'000	[16]	7'800	[16]	34'900
Obwalden	60'000	[16]	2'100	[16]	16'000	[16]	12'000	[16]	90'100
Schaffhausen	34'400	[26]	5'000	[26]	13'200	[26]	600	[26]	53'200
Schwyz	99'000	[16]	8'500	[16]	25'000	[16]	17'600	[16]	150'100
Solothurn	140'000	[27]	16'000	[27]	28'000	[27]	36'000	[20]	220'000
St. Gallen	222'000	[16]	29'900	[16]	55'000	[16]	176'300	[16]	483'200
Ticino	78'000	[28]	31'000	[16]	17'000	[16]	26'500	[16]	152'500
Thurgau	110'000	[29]	23'000	[29]	23'900	[29]	16'000	[29]	172'900
Uri	29'000	[16]	3'200	[16]	7'000	[16]	100	[16]	39'300
Vaud	178'000	[30]	22'200	[30]	98'000	[16]	76'000	[30]	374'200
Valais	79'000	[16]	56'600	[16]	23'000	[16]	98'800	[16]	257'400
Zug	29'500	[15]	700	[15]	7'000	[16]	0	[16]	37'200
Zürich	300'000	[31]	30'000	[31]	62'000	[31]	212'200	[31]	604'200
TOTAL	3'479'300		456'800		787'400		1'364'300		6'087'800

Tabelle 13: Übersicht über die kantonalen Bruttonpotenziale der verschiedenen Energieholzquellen (ohne Berücksichtigung des aktuellen Energieholzverbrauchs). Bei den Restholzpotenzialen sind die Pellets nicht berücksichtigt.

Der Wert für das Restholzpotenzial ist tiefer als bisher oftmals dargestellt. Der Grund dafür ist ein methodischer, da die verbrauchten Pellets teilweise dem Potenzial zugeschlagen werden, um die Ausweisung eines negativen Potenzials zu vermeiden. Das ausgewiesene Potenzial wird durch [35] mit 832'351 m³ recht gut plausibilisiert (siehe Tabelle 12).

Das Potenzial von 6'087'000 m³ entspricht umgerechnet 16'434 GWh beziehungsweise 59.2 PJ.

Unter der Annahme, dass das Restholzpotenzial dem aktuellen Restholzverbrauch (inklusive Pellets) entspricht, ergibt sich ein Potenzial von 6'754'100 m³ beziehungsweise 18'236 GWh beziehungsweise 65.6 PJ.

3.3 Zukünftiger Verbrauch

Tabelle 14 zeigt den aktuellen Stand der Projekte und Projektideen (alle Energieholzquellen).

Kanton	Projekte	Projektideen	Total
	m ³ /Jahr	m ³ /Jahr	m ³ /Jahr
Aargau	144'400	30'000	174'400
Appenzell-Ausserrhoden	0	0	0
Appenzell-Innerrhoden	0	0	0
Basel-Landschaft	102'000	10'700	80'330
Basel-Stadt	140'000	0	140'000
Bern	51'090	164'500	215'590
Freiburg	84'430	57'300	141'730
Genève	5'000	0	5'000
Glarus	14'650	14'300	28'950
Graubünden	21'200	15'000	36'200
Jura	28'400	1'300	29'700
Luzern	43'400	93'400	136'800
Neuchâtel	2'900	12'000	14'900
Nidwalden	2'000	800	2'800
Obwalden	7'500	0	7'500
Schaffhausen	14'030	16'100	30'130
Schwyz	22'000	140'900	162'900
Solothurn	2'630	700	3'330
St. Gallen	10'900	53'770	64'670
Ticino	38'300	3'000	41'300
Thurgau	55'675	11'850	67'525
Uri	3'000	2'200	5'200
Vaud	71'250	24'500	95'750
Wallis	52'350	51'000	103'350
Zug	11'030	0	11'030
Zürich	91'500	203'250	294'750
TOTAL	987'165	906'570	1'893'735

Tabelle 14: Projekte und Projektideen, alle Energieholzquellen, Schnitzel und Pellets.

Die Liste des zukünftigen Verbrauchs der grossen Projekte und Projektideen wird im Rahmen des laufenden Monitorings ebenso weitergeführt wie die Erfassung des zukünftigen Verbrauchs der kleinen und mittleren automatischen Holzheizungen sowie der handbeschickten Holzheizungen.

Eine vorläufige Auswertung der Schweizerischen Holzenergiestatistik per Ende 2022 [36] zeigt folgende Entwicklung zwischen 2021 und 2022:

Anlagentypen	Verbrauch 2021	Verbrauch 2022	Veränderung
	alle Energieholzquellen	alle Energieholzquellen	alle Energieholzquellen
	m ³ /Jahr	m ³ /Jahr	%
Handbeschickte Holzheizungen	828'400	809'015	- 2.34
Automatische Schnitzelheizungen	3'850'400	3'825'757	- 0.64
Automatische Pelletheizungen	651'700	697'449	+ 7.02
Total	5'330'500	5'332'221	+ 0.03

Tabelle 15: Voraussichtlicher Verbrauch per Ende 2022 [36].

Gemäss Branchenverband proPellets.ch soll die Schweizer Inlandproduktion von Pellets bis 2027 um jährlich 37'500 t ansteigen, wovon die Hälfte aus Waldholz hergestellt werden soll. Das ergibt einen zusätzlichen Bedarf von insgesamt 174'500 m³ beziehungsweise 43'500 m³ Waldholz pro Jahr [37].

Nicht in diesen Zahlen enthalten sind die bekannten Projekte und Projektideen von Pelletheizungen (vgl. Kapitel 2.4.1). Vereinfachend wird angenommen, dass die gesamte zusätzlich produzierte Pelletmenge auch verbraucht wird, dass also kein Export stattfindet.

Eine Betrachtung auf kantonaler Ebene macht beim Waldholz am meisten Sinn. Tabelle 16 fasst deshalb für das Waldholz jeweils für jeden Kanton den aktuellen Verbrauch, das Potenzial, die Projekte und Projektideen sowie die im Wald geerntete Holzmenge gemäss [3] zusammen.

Kanton	Verbrauch 2021	Potenzial	Projekte	Projektideen	Projekte/Projektideen total	Holzernte 2021
	m ³ /Jahr	m ³ /Jahr				
AG	228'200	248'000	56'750	0	56'750	198'460
AR	27'800	30'700	0	0	0	14'040
AI	1'900	17'000	0	0	0	2'727
BL	77'700	102'000	12'230	8'200	20'430	81'097
BS	103'700	1'000	0	0	0	2'166
BE	404'700	800'000	41'300	88'000	129'300	313'514
FR	116'200	151'800	36'380	52'000	88'380	124'262
GE	25'700	13'000	0	0	0	5'522
GL	13'900	25'700	14'650	14'300	28'950	12'493
GR	202'100	301'200	19'200	14'500	33'700	124'638
JU	55'000	140'000	14'400	1'300	15'700	45'127
LU	113'600	159'000	42'500	26'400	68'900	64'844
NE	56'000	111'000	2'900	6'000	8'900	42'921
NW	14'500	20'000	2'000	800	2'800	15'620
OW	33'900	60'000	7'500	0	7'500	31'467
SH	38'600	34'400	13'830	14'300	28'130	35'533
SZ	52'900	99'000	12'000	45'900	57'900	44'724
SO	81'800	140'000	2'200	700	2'900	94'935
SG	134'600	222'000	9'400	6'770	16'170	112'673
TI	65'400	78'000	38'000	3'000	41'000	80'526
TG	91'100	110'000	54'510	7'850	62'360	66'520
UR	19'500	29'000	3'000	2'200	5'200	14'051
VD	144'800	178'000	40'400	18'500	58'900	144'030
VS	80'600	79'000	29'650	13'000	42'650	53'002
ZG	33'500	29'500	10'700	0	10'700	26'236
ZH	299'800	300'000	85'100	153'350	238'450	229'100
TOTAL	2'517'500	3'479'400	548'600	477'670	1'026'270	1'980'228

Tabelle 16: Projekte und Projektideen, nur Waldholz. Vergleich mit Verbrauch 2021 und Holzernte 2021.

3.4 Gesamtschau («Cockpit»)

Die Gegenüberstellung des aktuellen Verbrauchs, der Potenziale sowie des zukünftigen Verbrauchs (grössere Projekte und «Projektideen») präsentiert sich folgendermassen:

Energieholzquelle	Aktueller Verbrauch m ³ /Jahr	Potenzial brutto m ³ /Jahr	Potenzial netto 1 m ³ /Jahr	Projekte m ³ /Jahr	Potenzial netto 2 m ³ /Jahr	«Projektideen» m ³ /Jahr	Potenzial netto 3 m ³ /Jahr
Walholz	2'517'500	3'479'300	961'800	548'600	413'200	477'670	- 64'470
Landschaftsholz	296'600	456'800	160'200				
Restholz	1'453'700	1'453'700	0	438'565	23'235	428'900	- 405'665
Altholz	1'062'700	1'364'300	301'600				
Total	5'330'500	6'754'100	1'423'600	987'165	436'435	906'570	- 470'135

Tabelle 17: Gesamtschau («Cockpit») mit aktuellem Verbrauch (2021), Potenzialen, Projekten und «Projektideen» sowie der entsprechenden Entwicklung der Potenziale. Nicht berücksichtigt ist die Herkunft des Holzes (Importe). Beim Restholz (inklusive Pellets) wird angenommen, dass das Potenzial ausgeschöpft ist.

Zu Tabelle 17 sind folgende Erklärungen und Bemerkungen zu machen:

- Potenzial brutto: Potenziale gemäss Tabelle 13
- Potenzial netto 1: Differenz zwischen Potenzial gemäss Tabelle 13 und aktuellem Verbrauch. Zurzeit wird das Potenzial insgesamt zu 79% ausgeschöpft
- Potenzial netto 2: Differenz zwischen Potenzial gemäss Tabelle 13 einerseits und aktuellem Verbrauch und zukünftigem Verbrauch aller Projekte gemäss Tabellen 14 und 16. Werden alle heute bekannten grösseren Projekte realisiert, wird das Potenzial insgesamt zu 94% ausgeschöpft sein.
- Potenzial netto 3: Differenz zwischen Potenzial gemäss Tabelle 13 einerseits und aktuellem Verbrauch und zukünftigem Verbrauch aller Projekte und «Projektideen» gemäss Tabellen 14 und 16. Werden zusätzlich zu allen heute bekannten Projekten auch noch alle heute bekannten «Projektideen» realisiert, ist der Verbrauch höher als das verfügbare Potenzial.



Bild 11: Anlieferung von Pellets (Bild Holzenergie Schweiz).

4. Zukünftige Einflussfaktoren

4.1 Klimatische Rahmenbedingungen

4.1.1 Übersicht

In der Schweiz hat die bodennahe Lufttemperatur in den letzten zehn Jahren gegenüber dem vorindustriellen Durchschnitt um 2.5°C zugenommen. Die Auswirkungen sind jedes Jahr intensiver und spürbarer. Sie äussern sich nebst den erhöhten Temperaturen in häufigeren und intensiveren Hitzewellen, in häufigeren und intensiveren Starkregen, einem starken Rückgang der Gletscher und einem Anstieg der Nullgrad- und der Permafrostgrenzen, was wiederum zu starken Felsstürzen und Bergrutschten wie zuletzt in Brienz GR und im Schweizer Bristal. Zudem sinkt die Zahl der Frost- und Schneetage, und die Vegetationsperiode nimmt zu.

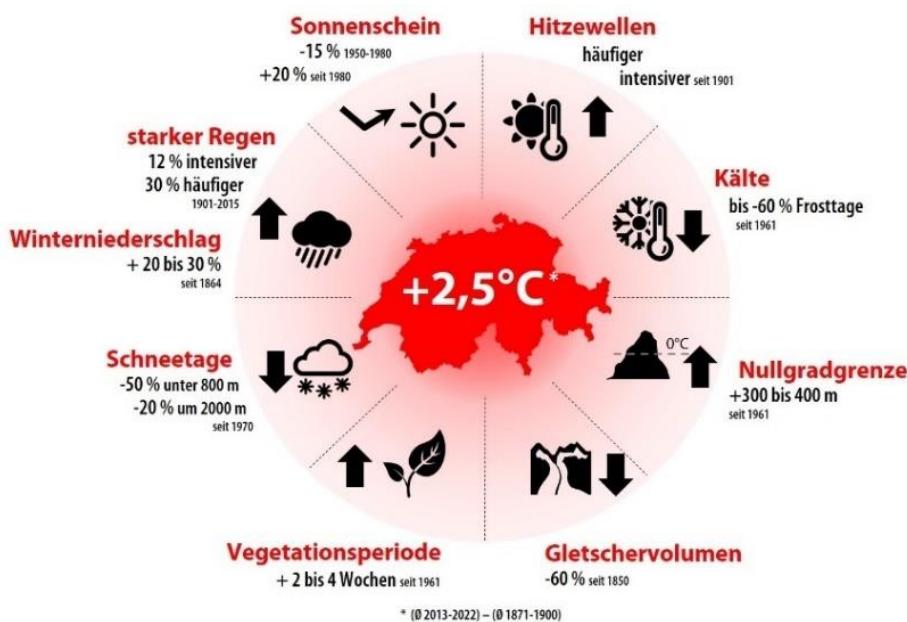


Bild 12: Auswirkungen und Ausmass der Klimaveränderung [38].

Dies wirkt sich auch auf verschiedene Bereiche aus, deren wichtigste nachstehend auf ihre Versorgungsrelevanz überprüft werden:

- Energieversorgung
- Wald

4.1.2 Energieversorgung

4.1.2.1 Auswirkungen

Bezüglich genereller Veränderung der Energieversorgung ist von folgenden Auswirkungen auszugehen [39]:

- Der Heizwärmebedarf wird um 7 bis 20% abnehmen.
- Im Gegenzug wird der Kühlbedarf etwa im gleichen Rahmen ansteigen.
- Beide Effekte kompensieren sich also etwa, wobei die Abnahme des Heizbedarfs zu einer Abnahme des CO₂-Ausstosses führt, während die Zunahme des Kühlbedarfs, je nach Form der Stromerzeugung, weniger zusätzliches CO₂ ausstossen dürfte.
- Es wird eine Verschiebung der Elektrizitätsnachfrage vom Winter in den Sommer geben, was grundsätzlich positiv ist.

- Verglichen mit dem Verkehr sind allerdings beide Effekte gering. Die Schätzungen liegen zwischen 0.9 und 3.7% CO₂-Einsparungen. Gerade in jüngster Vergangenheit hat es aber auch Sommer gegeben (2021), wo im Juli geheizt werden musste.
- Die starke Zunahme der IT erfordert zusätzliche Kühlsysteme und stellt Abwärme zur Verfügung stellen, welche jedoch vor allem im Sommer anfällt.
- Das Verkehrsaufkommen und damit der Bedarf und Verbrauch von Treibstoff nimmt aufgrund verstärkter «Stadtflucht» im Sommer zu. Allerdings sind diese Auswirkungen im Vergleich zu den übrigen Treibern (Raumplanung, Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung) gering.
- Produktionsseitig wird die Wasserkraft um 0.9 bis 1.9% höhere Erträge aufweisen, wobei aufgrund des veränderten saisonalen Angebots im Winter eine Produktionszunahme von 10%, im Sommer dagegen ein Rückgang um 4 bis 6% erwartet wird.
- Angesichts des raschen Rückgangs der Gletscher wird sich die Situation aber spätestens ab 2050 drastisch verschärfen.
- Die Zunahme von Schadensereignissen und Murgängen führt zu mehr Geschiebefrachten und damit zu erhöhten Anforderungen an die Infrastrukturanlagen.
- Die Photovoltaik soll bis 2050 rund 20% unseres Strombedarfs produzieren. Die Erhöhung der Durchschnittstemperatur um 1°C reduziert den Wirkungsgrad von Photovoltaikanlagen um geringe 0.5%. Wichtiger dürften die zunehmenden Schäden durch immer grössere Hagelkörner sein.
- Die Produktion von Windenergie wird grösseren saisonalen Schwankungen unterworfen sein und vermehrte Schwachwindphasen (< 3 m/s) erfahren. Die Häufung von Extremereignissen wird robustere Windräder erforderlich machen.
- Der Klimawandel wird die Anzahl «Klimaflüchtlinge» stark ansteigen lassen. Was das für Konsequenzen auf die Energieversorgung hat, ist unklar.

4.1.2.2 Beurteilung

Eine zusammenfassende Bewertung dieser einzelnen Auswirkungen lässt den Schluss zu, dass sich der Energiebedarf in Zukunft um rund 10% reduzieren wird, was auch den Bedarf nach Energieholz im gleichen Ausmass verringern wird. Konkretere Zahlen oder entsprechende Auswertungen der jüngsten Vergangenheit liegen indes nicht vor.

4.1.3 Wald

4.1.3.1 Auswirkungen

Für den Wald hat der Klimawandel folgende Auswirkungen [39], [40]:

- Während der immer trockener werdenden Vegetationszeit wird immer weniger Wasser zur Verfügung stehen. Je nach Szenario stehen bis zu 20% weniger Niederschläge zur Verfügung. Das beeinträchtigt die Wachstumsleistung der Bäume.
- Eine Temperaturdifferenz von etwa 3°C entspricht einem Höhenunterschied von rund 500 m. Dadurch steigt die Waldgrenze an und die Baumarten verändern sich.
- Dadurch nimmt die Waldfläche in der Schweiz seit Jahren jeden Tag um die Fläche von 10 Fussballfeldern zu, und auch das Potenzial steigt an. Das passiert aber oben an der Waldgrenze in den Alpen und Südalpen, wo die Holzernte erschwert ist.
- Baumarten, welche keine Trockenheit ertragen, werden vor allem im Mittelland zusehends Mühe haben. Zu diesen «Verlierern» zählen insbesondere die wichtigen Baumarten Fichte, Weisstanne, Buche und Bergahorn.
- Baumarten, welche weniger Mühe mit der Trockenheit haben, werden sich vermehrt ausbreiten. Zu diesen Gewinnern zählen die Eichen, die Sommer- und Winterlinde, der Feld- und Spitzahorn und die Waldföhre sowie die eingeführten Baumarten Douglasie, Nussbaum und Edelkastanie.

- Der zukünftige Wald wird generell aus weniger Nadelholz und mehr Laubholz bestehen und eine grössere Baumartenvielfalt aufweisen.
- Laubholz weist einen höheren Energieinhalt auf als Nadelholz. Zudem ist der Anteil Energieholz pro Baum bei Laubbäumen viel grösser als bei Nadelbäumen (siehe Bild 13). Allerdings wachsen Laubbäume langsamer als Nadelbäume.
- In tieferen Lagen nimmt die Verfügbarkeit des Holzes wegen der Trockenheit ab, in höheren Lagen nimmt sie zu. Bis vor wenigen Jahren war man der Ansicht, dass die Verfügbarkeit insgesamt steigen wird. Heute wird die Situation angesichts der rasch voranschreitenden Trockenheitsschäden der Buche kritischer beurteilt [41].
- Die Zwischenergebnisse des 5. Landesforstinventars LFI (Erhebungsjahre 2018 – 2022) zeigen die Folgen der trockenen und warmen Jahre ab 2018. So ist die jährlich nachwachsende Holzmenge heute insgesamt tiefer als 2018. In allen Regionen stieg die Anzahl der toten und geschädigten Bäume stark an. Besonders gefährdet sind Fichte, Buche und Esche. Gesamtschweizerisch wachsen wegen fehlender Verjüngung in einem Viertel der Wälder weniger Bäume nach als früher [42]
- Mittel- bis langfristig zeigen die meisten kantonalen Modellrechnungen einen Rückgang des Nutzungs potenzial um rund 15% [31].
- Es wird in Zukunft mehr Käfer- und Sturmholz anfallen. Diese Angebotsspitzen erhöhen jeweils kurzfristig das verfügbare Potenzial.
- Generell wird die Verfügbarkeit von Energieholz unregelmässiger.
- Waldbrände sind zwar jeweils eindrückliche Ereignisse. Statistisch lässt sich jedoch bisher kein Zusammenhang zwischen ihrer Häufigkeit und dem Klimawandel geschweige denn ein Einfluss der Waldbrände auf das verfügbare Potenzial feststellen, obschon ihr Risiko in Zukunft steigen wird. [43]



Bild 13: Morphologie von Nadelbäumen (Fichte, links) und Laubbäumen (Buche, rechts). Bei der Fichte liegt der Energieholzanteil pro Baum bei etwa 20%, der Rest ist Nutzholz. Bei der Buche liegt der Energieholzanteil pro Baum bei rund 50%. Zudem ist der Energieinhalt von Laubholz pro m^3 um 40% höher als derjenige von Nadelholz [40].

4.1.3.2 Beurteilung

Der Klimawandel wird höchstens kurzfristig zu einem höheren Potenzial führen (Zwangsnutzungen). Längerfristig dürfte sich das Potenzial nachhaltig nicht vergrössern.

4.2 Wirtschaftliche Rahmenbedingungen

4.2.1 Übersicht

Die wichtigsten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen mit zu überprüfender Relevanz bezüglich der Versorgung sind:

- Holzpreise
- Preise übrige Energien

4.2.2 Holzpreise

4.2.2.1 Relevante Punkte

Bei den Holzpreisen sind folgende Punkte versorgungsrelevant:

- Zwischen März 2022 und März 2023 hat der Preisindex Schnitzel von Holzenergie Schweiz um rund 9% zugenommen [44]. Bei neuen Verträgen sind die Differenzen zu den bisher üblichen Preisen teilweise bei gegen 20%. Angesichts der befürchteten Mangellage im Winter 2022/2023 stiegen 2022 auch die Preise von Pellets und Stückholz massiv an. Für die Energieholzversorgung sind hohe Holzpreise grundsätzlich positiv, da sie die Versorgung sicherstellen und insbesondere beim Waldholz eine Voraussetzung dafür sind, dass die steigende Nachfrage nach Energieholz durch eine steigende Holzernte aufgefangen werden kann.
- Das ist 2022 gelungen, wurde doch gegenüber 2021 4% mehr Holz im Schweizer Wald geerntet. Beim Energieholz betrug die Zunahme 7%, beim Nutzholz (Stammholz) 4%. Das Industrieholz ist um 12% zurückgegangen und hat heute einen Anteil von weniger als 10% an der Holzernte.
- Berücksichtigt man den Umstand, dass 2022 im Wald insgesamt 11% mehr Laubholz als 2021 geerntet wurde, welches bereits früher zum überwiegenden Teil in die energetische Verwertung floss, lässt sich sagen, dass keine Sortimentsverschiebung vom Nutzholz (Stammholz) zum Energieholz stattgefunden hat. Hingegen fand eine solche vom Industrieholz zum Energieholz statt.
- Volkswirtschaftlich ist die höhere Wertschöpfung der stofflichen Verwendung unbestritten. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht, welche auch die Produktionskosten berücksichtigt, welche beim Energieholz deutlich geringer sind als bei den anderen Sortimenten, ergibt sich eine andere Situation. Hier zählen im konkreten Fall einzig die erzielbaren Erlöse bei der stofflichen beziehungsweise der energetischen Nutzung.
- Der aktuelle Schnitzelpreis von ca. Fr. 48.-/Srm (normales Sortiment aus Waldholz) entspricht umgerechnet einem Rundholzpreis von Fr. 75.60/m³. Dies liegt noch unterhalb des Preises für Nutzholz und Industrie-Nadelholz, jedoch oberhalb des Preises für Industrie-Laubholz.
- Bei einem Schnitzelpreis von Fr. 57.-/Srm herrscht Preisparität mit dem Nutzholz. Im Frühjahr 2023 hat sich im Rahmen einer Marktumfrage von Holzenergie Schweiz gezeigt, dass es öffentliche Bauherren gibt, welche bereit sind, für die Dekarbonisierung ihrer Fernwärme Schnitzelpreise von bis zu Fr. 90.-/Srm zu bezahlen [46]. Dies entspricht umgerechnet einem Rundholzpreis von rund Fr. 193.-/m³ und ist fast doppelt so hoch wie der aktuelle Nutzholzpreis.
- Bei derart hohen Schnitzelpreisen dürften auch die allermeisten der bestehenden Holzenergie- und Wärmeverbundanlagen Probleme mit der Versorgung bekommen, da es ihnen aus vertraglichen Gründen nicht möglich ist, den Wärmepreis im gleichen Mass zu erhöhen.

Bild 14 zeigt den aktuellen Preisvergleich zwischen Energieholz (Schnitzel) einerseits und Nutzholz und Industrieholz andererseits.

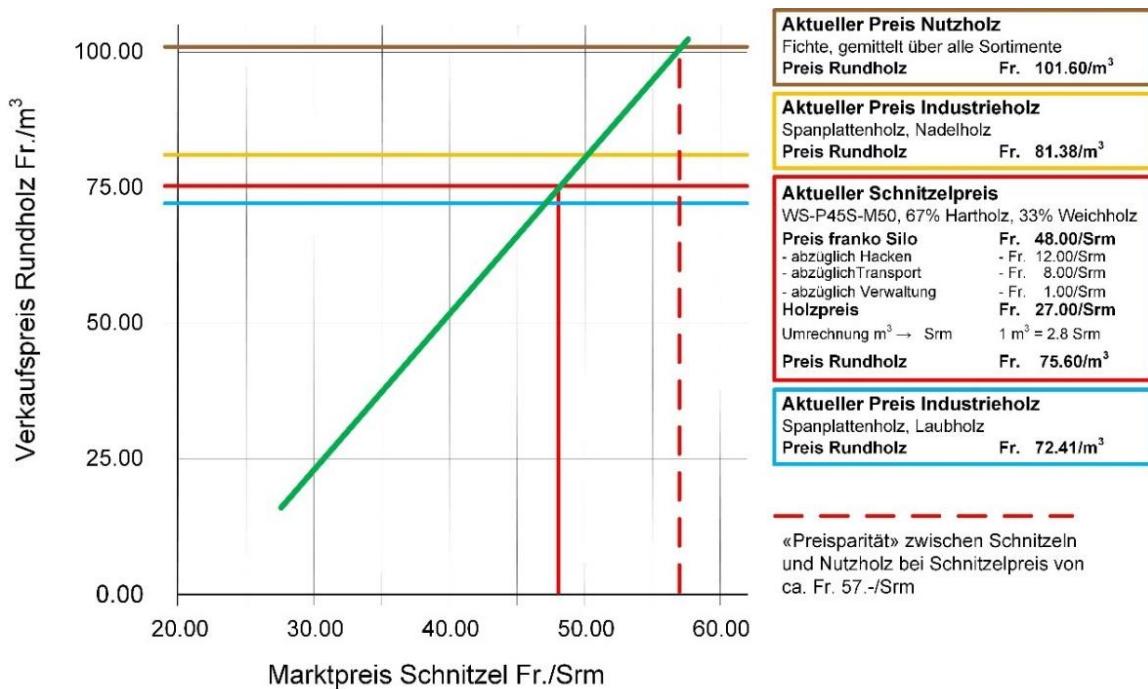


Bild 14: Aktueller Preisvergleich der verschiedenen Holzsortimente.

4.2.2.2 Beurteilung

Die Holzpreise (alle Sortimente) sind von grosser Relevanz für die Versorgung. Sie sind deshalb im Rahmen des zukünftigen Monitorings laufend zu erfassen und in ihrer Wechselbeziehung analog Bild 14 darzustellen. Bezuglich Sortimentsverschiebungen ist davon auszugehen, dass der Anteil des Industrieholzes in den nächsten Jahren auf Kosten des Energieholzes weiter zurückgehen wird. Dies insbesondere wegen des geringeren Aufbereitungsaufwandes von letzterem (Schnitzel).

4.2.3 Preise übrige Energien

4.2.3.1 Relevanz

Zu den Preisen der übrigen Energien lassen sich folgende Bemerkungen machen:

- Die Preise der übrigen, versorgungsrelevanten Energien, insbesondere Elektrizität und Erdgas, beeinflussen die Energieholzversorgung indirekt über die Wärmegestehungskosten. Bei einer automatischen Schnitzelheizung machen die Brennstoffkosten erfahrungsgemäss etwa 30% der Gesamtkosten (Vollkosten, bestehend aus Kapital- und Brennstoffkosten sowie allgemeinen Betriebskosten) aus.
- Bei hohen Preisen der übrigen Energien steigt die Konkurrenzfähigkeit der Holzheizungen und damit die Nachfrage nach Energieholz.

4.2.3.2 Beurteilung

Die Erfahrungen des Jahres 2022 haben klar gezeigt, dass die Preise und die Versorgungssituation der übrigen Energien wichtige Treiber für die Entwicklung der Energieholzversorgung darstellen. Deshalb sind sie im Rahmen des zukünftigen Monitorings zu berücksichtigen.

4.3 Energetische Rahmenbedingungen

4.3.1 Übersicht

Die wichtigsten energetischen Rahmenbedingungen, deren Einfluss auf die Versorgung abzuklären ist, sind:

- Veränderte energetische Nutzungsformen
- Effizienzsteigerung
- Planerische Rahmenbedingungen
- Neue Biomassen

4.3.2 Veränderte energetische Nutzungsformen

4.3.2.1 Veränderungen

Zu den veränderten energetischen Nutzungsformen lässt sich folgendes sagen:

- Eine bessere Dämmung der Gebäudehüllen ermöglicht eine Verlagerung von Hochtemperatur- zu Tieftemperatur-Anwendungen. Dadurch steigt einerseits die Effizienz der Wärmepumpe, andererseits der Verbrauch der Holzheizung. Beides führt insgesamt zu einer Reduktion des Holzverbrauchs
- Das Postulat, Energieholz in erster Linie für die Erzeugung von Prozesswärme anstatt Raumwärme einzusetzen, ist nicht neu, lies sich aber in den letzten Jahrzehnten aus wirtschaftlichen Gründen in der Praxis nur sehr sporadisch umsetzen. Dies könnte sich in Zukunft bei einem nachhaltigen Anstieg des generellen Energiepreisniveaus ändern.
- Auch die Erzeugung von Wärme **und** Strom in Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen anstatt nur Wärme ist bisher insbesondere wegen des grossen Betriebsaufwandes nicht richtig vom Fleck gekommen. Mit dem neuen Fördersystem gemäss Energieförderungsverordnung (EnFV, SR 730.03), welches das alte System der kostendeckenden Einspeisevergütung abgelöst hat, ist ein wirtschaftlicher Betrieb deutlich schwieriger geworden.
- Bestehende Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen haben zurzeit ein grosses Problem, weil die stark angestiegenen Holzpreise nicht im neuen Fördersystem berücksichtigt sind [48].
- Im Moment verzeichnet die Pflanzenkohle einen grossen Boom. Gemäss eigenen Schätzungen liegt die aktuell in der Schweiz produziert Menge an Pflanzenkohle bei maximal 7'000 t pro Jahr. Dies entspricht einem Holzverbrauch von etwa 40'000 m³ pro Jahr.
- Die Produktion von Treibstoffen aus Holz ist zurzeit kein Thema. Hingegen gibt es verschiedene grössere Projekte (Dagmersellen, Glovelier), bei welchen der Einsatz von Holz für die Wasserstoffproduktion vorgesehen ist.

4.3.2.2 Beurteilung

Die Pflanzenproduktion ist zurzeit mengenmässig noch nicht versorgungsrelevant. Hingegen gibt es einige neue Projekte und Projektideen. Diese sind im Rahmen des zukünftigen Monitorings bei der laufenden Erfassung des zukünftigen Verbrauchs ebenso zu erfassen wie neue Vorhaben zur Produktion von Wasserstoff.

4.3.3 Effizienzsteigerung

4.3.3.1 Veränderungen

Die wichtigsten Massnahmen zur Effizienzsteigerung, welche bereits heute immer mehr zur Anwendung gelangen, sind [49], [50]:

- Bessere und regelmässige Einregulierung der Holzheizungen durch die Hersteller und Lieferanten
- Optimierung der Rücklauftemperaturen bei Wärmenetzen
- Wärmerückgewinnung aus dem Abgas (Abgaskondensation)
- Ausrüstung der Rücklauf-Hochhaltung bei Holzkesseln mit Wärmepumpen
- Vermehrter Einsatz von Schnitzeln mit tieferem Wassergehalt. Diese lassen einfach herstellen, indem die Rundholzpolter vor dem Hacken einige Wochen im Wald gelagert gelagert und allenfalls mit Vliesen abgedeckt werden.
- Optimierung der Haustechnik bei kleineren Zentralheizungen (EFH, MFH)

4.3.3.2 Beurteilung

Das Potenzial durch Effizienzsteigerung ist beträchtlich. Es ist davon auszugehen, dass diese Massnahmen zu einer Reduktion des Holzverbrauchs von 10 bis 15% führen könnten.

4.3.4 Planerische Aspekte

4.3.4.1 Rahmenbedingungen

Planerisch sind folgende Rahmenbedingungen zu erwähnen:

- Bei Wärmenetzen wird häufiger auf den Sommerbetrieb mit Holz verzichtet. Zu diesem Zweck sind bereits auf der Planungsstufe Vorkehrungen zu treffen. Dazu gehört die Sektorkopplung mit anderen Energiequellen wie zum Beispiel Sonnenenergie, Abwärme oder Seewasser.
- Das bisherige Paradigma, wonach Holz in erster Linie als Bandlastenergie eingesetzt wird, erfährt bereits heute eine Veränderung hin zur Deckung der Spitzenlast [6].

4.3.4.2 Beurteilung

Das Potenzial durch veränderte planerische Rahmenbedingungen ist ebenfalls beträchtlich. Es kann bis 20% betragen, lässt sich allerdings erst über einen längeren Zeitraum hinweg effektiv realisieren (neue Anlagen).

4.3.5 Neue Biomassen

4.3.5.1 Charakteristiken

Die Versorgungsrelevanz von neuen Biomassen ist charakterisiert durch [51]:

- Das nutzbare Potenzial der Neuen Biomassen liegt bei rund 9'291 GWh. Davon entfällt rund die Hälfte auf Hofdünger und Wiesland.
- Bei der energetischen Nutzung von Pferdemist-Einstreu, Müllereiabfällen und Abfällen aus der Kaffeeproduktion durch Verbrennung verfügt man bereits über gewisse Erfahrungen. Diese zeigen, dass die Verbrennung insbesondere materialtechnisch anspruchsvoll ist. Das Potenzial dieser Neuen Biomassen beträgt 1'485 GWh (Endenergie).
- Für die effektive energetische Nutzung dieser Neuen Biomassen besteht noch eine Vielzahl von Hindernissen. Insbesondere bezüglich Luftreinhaltung besteht eine grosse Skepsis seitens der kantonalen Vollzugsbehörden [52].

4.3.5.2 Beurteilung

Der Beitrag der Neuen Biomassen an die zukünftige Energieversorgung wird marginal bleiben.

4.4 Politische Rahmenbedingungen

4.4.1 Übersicht

Die wichtigsten politischen Rahmenbedingungen mit vermutetem Einfluss auf die Energieholzversorgung sind:

- Holzförderung generell (stofflich und energetisch)
- Funktion des Waldes
- Klimasenkenprojekte
- Energieperspektiven 2025+

4.4.2 Holzförderung

4.4.2.1 Beschreibung

Die Auswirkungen von Fördermassnahmen für Holz sind folgendermassen zu charakterisieren:

- Dass die Förderung von Holzheizungen die Nachfrage nach Energieholz beschleunigt, wurde spätestens ab 2021 offenkundig.
- In den letzten 30 Jahren mussten verschiedene Förderprogramme nach teilweise kurzer Dauer infolge aufgebrauchter Finanzmittel wieder gestoppt werden (zum Beispiel Förderprogramm Lothar 2000 – 2002). Das führt zu einem ungesunden «Stop-and-go-Effekt», welche für die Energieholzversorgung ungünstig ist.
- Bei hohen Preisen der anderen Energien dürfte der Mitnahmeeffekt der Beiträge der energiepolitischen Förderprogramme hoch gewesen sein.

4.4.2.2 Beurteilung

Das Ziel von Fördermassnahmen und -beiträgen sollte in Zukunft nicht mehr nur eine rein quantitative, sondern vermehrt auch eine qualitative Förderung mit Steuerungseffekt hin zu optimaler, politisch und volkswirtschaftlich gewünschter Holzverwendung sein, wie das einzelne Kantone bereits vorbereiten [30].

4.4.3 Funktionen des Waldes

4.4.3.1 Charakteristik

Die aktuelle Diskussion um die Funktionen des Waldes ist von grossen Unterschieden geprägt:

- Für die Energiepolitik (kantonal, national) steht die Nutzfunktion klar im Vordergrund, da die Holzenergie ein wichtiger Pfeiler zur Erreichung der energiepolitischen Zielsetzungen darstellt.
- Demgegenüber besteht seitens der Naturschutzverbände und auch eines beachtlichen Teils der Bevölkerung ein grosser Druck, den Wald vermehrt sich selbst zu überlassen und nicht mehr, oder höchstens noch als CO₂-Speicher zu nutzen [53].
- Die Forstdienste stehen irgendwo zwischen diesen beiden Polen, und setzen sich meistens für die Aufrechterhaltung der Kaskadennutzung ein [29].

4.4.3.2 Beurteilung

Die kontrovers beurteilt Waldfunktionen im Rahmen des zukünftigen Monitorings bei den Potenzialen zu berücksichtigen.

4.4.4 Energieperspektiven 2050+

4.4.4.1 Beschreibung

Die Energieperspektiven 2050+ des Bundesamts für Energie sehen vor, das nachhaltige Energienholzpotenzial möglichst langfristig auszuschöpfen. Im Vordergrund steht dabei die Erzeugung von Prozesswärme im mittleren Temperaturbereich, während Raumwärme und Wärme-Kraft-Kopplung nicht prioritär sind. Das Potenzial wird auf insgesamt 63 PJ beziehungsweise 17'500 MWh Endenergie geschätzt [54]:

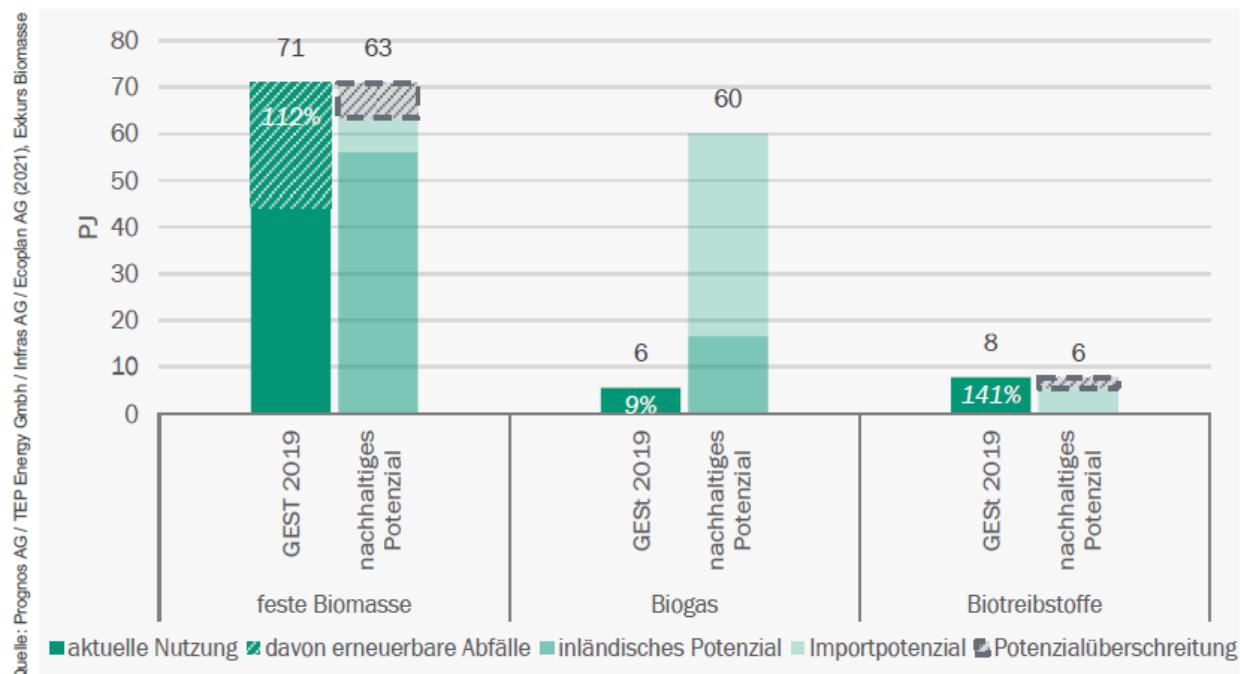


Bild 15: Aktuelle Nutzung und Potenzial von Energienholz gemäss Energieperspektive 2050+ [54].

4.4.4.2 Beurteilung

Gemäss angepasster Holzenergiestatistik liegt der aktuelle Energienholzverbrauch bei 14'400 MWh (siehe Tabelle 10, Seite 26). Damit ist das Potenzial gemäss Energieperspektive 2050+ bereits zu 82% ausgeschöpft.

5. Zukünftiges Monitoring

5.1 Zu erhebende Daten

5.1.1 Übersicht

Grundsätzlich werden wie bei der Herleitung der aktuellen Situation (Kapitel 3) folgende Daten erhoben:

- Aktueller Verbrauch
- Potenziale
- Zukünftiger Verbrauch

5.1.2 Aktueller Verbrauch

In Zukunft wird der jeweils aktuelle Verbrauch gemäss der in Kapitel 2.2 dargelegten Methodik erhoben. Dazu gehören auch die vorgeschlagenen Anpassungen gemäss Kapitel 2.2.2.4. Das zukünftige Monitoring Holzenergie muss jedoch unbedingt auf der Basis von offiziellen Datengrundlagen und Statistiken beruhen. Deshalb ist es wünschenswert, wenn die in diesem Bericht vorgeschlagenen Anpassungen der Schweizerischen Holzenergiestatistik [2] vom Bundesamt für Energie BFE geprüft und allenfalls vorgenommen werden.

Auch die Plausibilisierung sollte auch in Zukunft vorgenommen werden, damit die Zuteilung des verbrauchten Energieholzes zu den einzelnen Kategorien möglichst genau erfolgen kann.

Aufgrund der in Kapitel 2.2.2.3 erörterten Differenzen beim Altholz, wird auch im Rahmen des zukünftigen Monitorings ein plausibilisierender Abgleich der Zahlen von [2] mit den Angaben von [10], [11] und [12] erforderlich sein.

In Tabelle 5 auf Seite 20 ist die Methodik für die Erfassung des aktuellen Verbrauchs zusammengefasst.

5.1.3 Potenziale

Etwa die Hälfte der Kantone verfügen über mehr oder weniger aktuelle Potenzialstudien, welche für die Herleitung der aktuellen Situation (Kapitel 2) berücksichtigt wurden. Diese Studien sind weder bezüglich Methodik noch Struktur noch der Form ihrer Resultate «standardisiert». Eine weitergehende Homogenisierung ist praktisch nicht möglich, da Methodik und Struktur der kantonalen Studien oftmals durch bereits früher erarbeitet Berichte vorgegeben sind.

Für das zukünftige Monitoring werden bestehende und neue Studien weiterhin die wichtigste Quelle darstellen (siehe auch Tabelle 7, Seite 22). Eine Aufgabe des Monitorings werden deshalb entsprechende Anfragen bei den Kantonen und im «Netzwerk Holzenergie» sein.

Auch die Importe- und Exporte sind im Rahmen des zukünftigen Monitorings laufend zu erfassen (siehe auch Tabelle 8 und Anhänge 5 und 7).

Bezüglich **Waldholz** liegt der grosse Wert der kantonalen Studien darin, dass deren Zahlen bereits eine politische Bereinigung zwischen der Energie- und der Waldbehörde erfahren haben und enthalten. Denn die Festsetzung des definitiven Waldenergieholz-Potenzials ist immer auch ein politischer Entscheid, weil die Wald- und die Energieseite unterschiedlich an das Thema herangehen und verschiedene Zielsetzungen haben.

5.1.4 Zukünftiger Verbrauch

Die Herleitung des zukünftigen Verbrauchs im Rahmen des zukünftigen Monitorings erfolgt ebenfalls analog zu Kapitel 2.4 und lässt sich folgendermassen zusammenfassen:

- **Projekte und Projektideen**
 - Auswertung Mediendienst, laufend
 - Mailing «Netzwerk Holzenergie», 6 x pro Jahr
 - Anfragen QM Holzheizwerke, 2 x pro Jahr
 - Anfragen Kantone, 4 x pro Jahr
 - Abklärungen Ersatz von Anlagen, laufend
 - Internetrecherche, laufend
 - «aufschnappen», laufend
- **Kleine und mittlere automatische Heizungen, inkl. Ausbau bestehender Anlagen**
 - Anfragen proPellets.ch, 6 x pro Jahr
 - Anfragen Holzfeuerungen Schweiz, 6 x pro Jahr
 - Auswertung Absatzstatistiken, 4 x pro Jahr
 - Internetrecherche
 - Auswertung Mediendienst
- **Handbeschickte Stückholzheizungen**
 - Umfragen «Netzwerk Brennholz», laufend
 - Hochrechnung Statistiken, laufend

Wichtig ist, dass bei allen Anfragen zu Grossanlagen immer auch der aktuelle Stand der bisher erfassten Projekte und Projektideen abgefragt wird, damit keine mittlerweile «gestorbenen» Projekte und Projektideen weiter mitgeführt werden. Ebenso wichtig ist die Abklärung, ob mit dem Projekt oder der Projektidee bestehende Holzenergieanlagen ersetzt werden.

«Netzwerk Holzenergie»

Das «Netzwerk Holzenergie» umfasst rund 1'134 E-Mailadressen von versorgungsrelevanten Behörden, Firmen und Personen aus der Holzenergiebranche. Dazu gehören Behörden, Brennstoffproduzenten und -lieferanten, Partnerverbände, regionale Holzenergieorganisationen, Planer und Ingenieure, professionelle Bauherrschaften (Kontraktoren), Lieferanten von Anlagenkomponenten (Heizkessel, Fernleitungen, Unterstationen etc.) und Holzvermarkter.

«Netzwerk Brennholz»

2022 hat sich innerhalb der Abteilung Holzenergie der Wirtschaftlichen Landesversorgung WL gezeigt, dass beim Stückholz («Brennholz») kaum belastbare Angaben zu Versorgung, Markt und Marktentwicklung verfügbar sind, da diese sehr heterogene Branche nicht organisiert ist. Deshalb wird zurzeit unter der Federführung von Holzenergie Schweiz ein «Netzwerk Brennholz» aufgebaut. Dieses zählt zurzeit rund 70 Adressen.

Handbeschickte Holzfeuerungen

Für die Erfassung des zukünftigen Holzbedarfs der handbeschickten Holzfeuerungen sind folgende Methoden vorgesehen:

- Regelmässige Umfrage im neuen «Netzwerk Brennholz» (zurzeit im Aufbau)
- Hochrechnung aufgrund der Absatzstatistiken von Holzfeuerungen Schweiz und der Holzenergiestatistik

5.2 Detaillierungsgrad

Grundsätzlich gilt für alle zu erhebenden Daten der Grundsatz «so detailliert wie möglich». Allerdings ist dabei stets das Verhältnis zwischen dem entstehenden Mehraufwand und dem resultierenden Mehrnutzen zu beachten, zumal grundsätzlich von knappen Mitteln auszugehen ist, welche für das laufende Monitoring zur Verfügung stehen werden.

Im Zusammenhang mit der Erarbeitung der aktuellen Situation (Kapitel 2) hat sich gezeigt, dass der bisherige kantonale Fokus zum Beispiel im Hinblick auf energiepolitische Entscheide bezüglich der Förderung von Holzheizungen, welche kantonal gefällt werden, zwar grundsätzlich Sinn macht. Da jedoch bereits heute die Versorgung oft interkantonal oder gar international erfolgt, und dies in Zukunft noch weiter zunehmen wird, macht ein rein kantonaler oder gar kommunaler Fokus immer weniger Sinn. Für die vorliegenden Zwecke genügt es zu wissen, dass einige kantonale Potenzialstudien zumindest beim Waldholz die Daten bis auf Gemeindeebene heruntergebrochen haben. Bei den anderen Kategorien sind die Märkte und Stoffflüsse entweder interkantonal beziehungsweise international (Restholz, Altholz) oder gar nicht genau bekannt (Landschaftsholz).

Ein allzu starker Detaillierungsgrad ist auch deshalb wenig sinnvoll, weil bereits heute ein grosser «Hebel» für den Verbrauch und die Potenziale bei den Sortimentsverschiebungen liegt, welche wiederum vom jeweiligen Preisgefüge aller Holzsortimente (Nutzholz, Industrieholz, Energieholz) abhängig ist und sich in einem stetigen Wandel befindet (siehe Bild 14, Seite 37). Zudem wird nach wie vor viel Energieholz über Unternehmer vermarktet, sodass der Waldbesitzer gar nicht weiß, wohin sein Energieholz letztlich geht.

Aufgrund des gegebenen Detaillierungsgrads der verschiedenen Datenerhebungen sowie der Notwendigkeit eines angemessenen Auswertungsaufwands werden die Resultate des Holzenergie-Monitorings gemäss Anhang 4 dargestellt.

5.3 Zeitlicher Ablauf

Die Veröffentlichungsdaten der relevanten statistischen Grundlagen sind in Bild 16 dargestellt. Der Vorabzug der Holzenergiestatistik ist jeweils Ende Juni/Anfang Juli verfügbar. Der definitive Bericht wird im August publiziert, wobei die Chance, dass noch Änderungen gegenüber dem Vorabzug erfolgen, «gleich Null» ist [55]. Die Forststatistik wird jeweils im Juli veröffentlicht, die Abfallstatistik im November. Die Absatzstatistiken der Heizungslieferanten stehen vierteljährlich zur Verfügung. Die Aktualisierung der übrigen Daten (Potenziale, Projekte, Projektideen) erfolgt laufend.

Somit ergeben sich sinnvollerweise eine Hauptveröffentlichung der Resultate des Monitorings etwa Anfang Oktober und Zwischenberichte jeweils im Dezember/Januar, im April und im Juli.

Monitoring Holzenergie Wichtige Daten	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
Veröffentlichung Holzenergiestatistik						●						
Veröffentlichung Forststatistik							●					
Veröffentlichung Abfallstatistik							●				●	
Veröffentlichung Absatzstatistiken	●			●			●			●		
Erfassung Studien, Projekte, Projektideen								laufend				
Hauptbericht Monitoring										◆		
Zwischenberichte Monitoring				◆			◆					◆

Bild 16: Zeitplan laufendes Monitoring.

5.4 Clearing-System (Option)

5.4.1 Definition und Zielsetzung

Ein Clearing-System (oder Clearing-Stelle) ist grundsätzlich eine Einrichtung zur aussergerichtlichen Schlichtung von Differenzen verschiedener Parteien. Auf das Monitoring Holzenergie bezogen könnte ein Clearing-System dazu beitragen, mögliche Allokationskonflikte zu vermeiden, indem sie bei neu geplanten Grossanlagen für eine vorgängige Abklärung der Brennstoffversorgung verantwortlich zeichnet. Als Beispiel dient hier die Clearingstelle des Verbands der Schweizerischen Gasindustrie VSG für die Erfassung aller in der Schweiz produzierten erneuerbarer Gase [56].

Eine Clearing-Stelle ist eine Plattform, wo sich Angebot und Nachfrage treffen. Die Notwendigkeit einer solchen Plattform beruht darin, dass der Energieholzmarkt weitgehend unreglementiert und wenig transparent ist. Transaktionen erfolgten bis vor kurzem teilweise per Handschlag und oft ohne längerfristige Verträge. Zudem sind die internationalen Holzflüsse nur wenig bekannt und in stetem Wechsel. Das Clearing-System dient somit der Sicherstellung der aktuellen und zukünftigen Verfügbarkeit von Energieholz.

5.4.2 Importe und Exporte

Import- und Exportmengen der verschiedenen Holzsortimente werden im Rahmen des Monitorings Holzenergie erfasst und ausgewertet. Ein Clearing-System könnte hier allenfalls noch vertiefter Auskunft darüber geben, ob ein verbleibendes Potenzial exportiert werden könnte, oder ob Importe notwendig wären, um den Bedarf einer künftigen Anlage zu decken.

5.4.3 «Spotmarkt Holzenergie»

Ein weiteres, allerdings sehr ambitioniertes und deshalb eher mittelfristiges Ziel könnte die Etablierung eines «Spotmarkts Holzenergie» sein, wo Akteure im Sinne eines stark erweiterten Online-Clearing-Systems miteinander verbindliche Energieholz-Lieferverträge abschliessen können. Dazu müssten jedoch grundlegende Fragen der Vertraulichkeit, der Datensicherheit und der Haftung einer solchen Online-Börse identifiziert und geklärt werden. Die Idee des «Spotmarktes Holzenergie» wurde bereits vor 30 Jahren diskutiert und auch umzusetzen versucht. Angesichts des damals noch sehr ausgeprägten Nachfragemarktes mit einem riesigen Angebotsüberhang liess sie sich aber nicht realisieren.

5.4.4 Etablierung

5.4.4.1 Möglicher Akteure

Das Monitoring Holzenergie erfasst auch laufend das verbleibende Potenzial. Die Clearing-Stelle nimmt lediglich konkrete Anfragen für eine gewisse Menge an Holzbrennstoff entgegen, vergleicht sie mit dem verbleibenden Potenzial und liefert dem Fragesteller eine Einschätzung der künftigen Verfügbarkeit. Es geht zumindest in einer ersten Phase nicht darum, konkrete Angebote von Forstunternehmern oder Holzhändlern einzuholen.

Ein «Spotmarkt Holzenergie» würde ein ganz anderes Bedürfnis erfüllen, nämlich eine Markttöffnung. Da ein Markt umso effizienter funktioniert, je grösser die Anzahl der Anbieter und Nachfrager ist, müssten möglichst viele Akteure für die Teilnahme am «Spotmarkt Holzenergie» motiviert werden können. Der künftige Aufbau und Betrieb einer solchen Plattform wäre allerdings ein kommerzielles Unterfangen grösseren Ausmasses. Ein grosses Hindernis bei der Realisierung dürfte auch sein, dass beim Waldholz und bei 245'000 Waldbesitzern die Vermarktung des Brennstoffs nach wie vor oft über traditionelle Wege erfolgt.

5.4.4.2 Erforderliche Daten

Zur Erreichung der Ziele des Clearing-Systems müssen es die von Teilnehmern erfassten Daten erlauben, die Verfügbarkeit der gewünschten Energieholzmengen zu eruieren. Planer und Anlagenbetreiber etwa müssten also zumindest die Angaben gemäss Kapitel 5.1 liefern. Eine weitere Voraussetzung für eine Teilnahme wären Kontaktinformationen wie Telefonnummer und E-Mail-Adresse.

Als Gegenleistung dürfen die Teilnehmer eine fundierte Stellungnahme zur Verfügbarkeit der gewünschten Holzmengen erwarten. Diese kann etwa in Form eines Standardblatts mit den Anfragedetails und einer kurzen Stellungnahme der Clearing-Stelle erfolgen und folgende Punkte beinhalten:

- Unternehmen, inklusive Kontaktperson, Telefonnummer und E-Mail-Adresse
- Anlagenstandort
- Anlagentyp (Raumwärme, Prozesswärme, Wärme-Kraft-Kopplung etc.)
- Voraussichtliche Energieholzquellen und -sortimente
- Brennstoffbedarf
- Zeitintervall des Bedarfs
- Kurz-Stellungnahme zur Verfügbarkeit

5.4.4.3 Datenschutz

Das Monitoring Holzenergie beruht weitgehend auf öffentlich zugänglichen Daten. Sollten jedoch detailliertere Angaben wie zum Beispiel Ressourcenflüsse zwischen genau definierten Lieferanten und Abnehmern bearbeitet werden, sind Fragen des Datenschutzes zu klären. Für den sinnvollen Betrieb eines Clearing-Systems müssen Anlagendaten erfasst, bearbeitet und in den Resultaten dargestellt werden können. Viele Anforderungen des Datenschutzes müssten vom Clearing-System durch Daten-Aggregation auf Kantonsebene (das heisst genauer Anlagenstandort innerhalb eines Kantons nicht erkennbar) oder durch sonstige Anonymisierungen erfüllt werden. Es ist jedoch nicht im Interesse des Systems, anonyme Anfragen zu beantworten ohne Möglichkeit der Übernahme der entsprechenden Daten in die eigene Datensammlung.

5.4.5 Varianten Kommunikation

5.4.5.1 Persönlich/telephonisch/E-Mail

Bei dieser Variante erfolgt die Interaktion mit dem Clearing-System nicht online. Der Teilnehmer meldet sich telephonisch oder per E-Mail, und seine Personalien und Anlageninformationen werden erfasst. Zur Vermeidung von Doppelspurigkeiten und Falschangaben, werden diese Angaben manuell geprüft, und die Datenbank wird so rasch wie möglich aktualisiert. Anschliessend erhält er eine schriftliche Antwort auf seine Frage. Bis zu einer allfälligen Online-Version oder einem Widerruf werden ihm Monitoring-Berichte elektronisch zugestellt.

5.4.5.2 Online über Website

Hier erfolgt die Interaktion mit dem Clearing-System ausschliesslich online über eine Website. Der Teilnehmer deponiert seine Personalien und Anlageninformationen selbst auf der Webseite. Auch hier finden eine Überprüfung der Angaben und eine Aktualisierung der Datenbank statt. Anschliessend erhält der Teilnehmer eine E-Mail-Antwort, wonach er sich die aktualisierte Situation auf der Webseite ansehen kann. Er ist selbst dafür verantwortlich, die Webseite zu navigieren, um die Verfügbarkeit des gewünschten Holzbrennstoffs für seine Anlage zu klären.

5.4.6 Kosten

5.4.6.1 Grundoption

Tabelle 18 zeigt die Kosten für die Grundoption «Clearing-System» ohne Umsetzungsvarianten an. Für die Variante «offline» fallen keine einmaligen Kosten an. Die laufenden Kosten betragen Fr. 5'200.- pro Jahr. Für die Variante «Website» fallen einmalige Kosten von Fr. 8'500.- und jährliche Kosten von Fr. 4'680.- an.

	Aufwand	Kosten	
		laufend	einmalig
Variante «offline»	h/Jahr	Fr./Jahr	Fr./Jahr
	40	5'200.-	
Total Variante «offline»	40	5'200.-	
Variante «Website»	h/Jahr	Fr./Jahr	Fr./Jahr
		0.-	8'500.-
Erweiterung bestehende Website			
Hauptbericht Monitoring September	12	1'560.-	
Zwischenbericht Monitoring Dezember	8	1'040.-	
Zwischenbericht Monitoring April	8	1'040.-	
Zwischenbericht Monitoring Juli	8	1'040.-	
Total Variante «Website»	36	4'680.-	8'500.-

Tabelle 18: Einmalige und jährliche Kosten Clearing-System, Grundoption.
Alle Angaben exkl. MWSt.

5.4.6.2 Variante Kommunikation Persönlich/telephonisch/E-Mail

Die einmaligen Kosten für das Clearingsystem mit der Variante «Kommunikation Persönlich/telephonisch/E-Mail» belaufen sich auf Fr. 10'000.-. Die jährlichen Kosten betragen Fr. 10'400.- pro Jahr.

	Aufwand	Kosten	
		laufend	einmalig
Kommunikation «Persönlich/telephonisch/E-Mail»	h/Jahr	Fr./Jahr	Fr./Jahr
			10'000.-
Design und Realisierung 1. Kurzbericht			
Hauptbericht Monitoring September	32	4'160.-	0.-
Zwischenbericht Monitoring Dezember	16	2'080.-	0.-
Zwischenbericht Monitoring April	16	2'080.-	0.-
Zwischenbericht Monitoring Juli	16	2'008.-	0.-
Total Variante «Website»	80	10'400.-	10'000.-

Tabelle 19: Einmalige und jährliche Kosten Clearing-System mit Variante Kommunikation «Persönlich/telephonisch/E-Mail». Alle Angaben exkl. MWSt.

5.4.6.3 Variante Kommunikation Online über Website

Die einmaligen Kosten für das Clearingsystem mit der Variante «Kommunikation Online über Website» belaufen sich auf Fr. 92'000.-. Die jährlichen Kosten betragen Fr. 16'260.- pro Jahr.

	Aufwand	Kosten	
		laufend	einmalig
Kommunikation «Online über Website»	h/Jahr	Fr./Jahr	Fr./Jahr
			92'000.-
Aufbau Website			
Betrieb Website	60	9'500.-	0.-
Hauptbericht Monitoring September	16	2'080.-	0.-
Zwischenbericht Monitoring Dezember	12	1'560.-	0.-
Zwischenbericht Monitoring April	12	1'560.-	0.-
Zwischenbericht Monitoring Juli	12	1'560.-	0.-
Total Variante «Website»	80	16'260.-	92'000.-

Tabelle 20: Einmalige und jährliche Kosten Clearing-System mit Variante Kommunikation «Online über Website». Alle Angaben exkl. MWSt.

5.4.7 Fazit und Empfehlung

Im Rahmen des vorliegenden Projektes stand von Anfang an die Kommunikation stark im Vordergrund, welche über den ordentlichen Informations- und Beratungsdienst und die verbandspolitischen Kanäle von Holzenergie Schweiz abgewickelt wurden. Dabei hat sich gezeigt, dass Datenerhebung, Datenaufbereitung und Kommunikation sehr gut funktionieren. Zudem haben waren überraschend grosse Synergieeffekte festzustellen, da Anfragen von Nachfragern nach Energieholz meistens gleichzeitig auch die Möglichkeit boten, relevante Informationen zum allgemeinen Marktgeschehen, zur zukünftigen Nachfrage und zu weiteren Aspekten zu erhalten.

Die Zusatzkosten der Option «Clearing-System» sind, unabhängig von der gewählten Kommunikationsvariante, im Verhältnis zum eher bescheidenen Zusatznutzung sehr hoch, und eine adäquate Finanzierung innerhalb nützlicher Frist dürfte kaum möglich sein.

Aus diesem Grund empfehlen wir, die Option «Clearing-System» nicht weiterzuverfolgen.

5.5 Kosten und Finanzierung

5.5.1 Kosten

Ein Monitoring Holzenergie ohne gleichzeitige, intensive Kommunikationsmassnahmen macht wenig Sinn, zumal sich beide Bereiche gegenseitig bedingen und befeuern. Die Kosten für die **Datenerhebung** belaufen sich auf Fr. 36'920.- pro Jahr und setzen sich folgendermassen zusammen:

Monitoring Datenerhebung		
Verbrauch	h/Jahr	Fr./Jahr
Auswertung Holzenergiestatistik	36	4'680.-
Plausibilisierung und Verfeinerung	12	1'560.-
Total Verbrauch	48	6'240.-
Zukünftiger Verbrauch		
Projekte und Projektideen		
Auswertung Mediendienst	28	3'640.-
Mailing «Netzwerk Holzenergie»	16	2'080.-
Anfragen QM Holzheizwerke	6	780.-
Anfragen Kantone	8	1'040.-
Abklärungen Ersatz	16	2'080.-
Internetrecherche	24	3'120.-
«Aufschnappen»	4	520.-
Kleine/mittlere automatische Holzheizungen		
Anfragen Branchenverbände	14	1'820.-
Auswertung Absatzstatistiken	20	2'600.-
Erweiterung/Ausbau Bestand		
Anfragen HFCH	10	1'300.-
Anfragen Kesselhersteller	12	1'560.-
Auswertung Argus	24	3'120.-
Internetrecherche	10	1'300.-
Handbeschickte Holzheizungen		
Umfragen «Netzwerk Brennholz»	16	2'080.-
Hochrechnungen Statistiken	12	1'560.-
Total zukünftiger Verbrauch	220	28'600.-
Potenziale		
Aktualisierung Potenziale	16	2'080.-
Total Potenziale	16	2'080.-
Total Monitoring Datenerhebung	284	36'920.-

Tabelle 21: Jährliche Kosten zukünftiges Monitoring Datenerhebung.
Alle Angaben exkl. MWSt.

Die Kosten für die **Kommunikation** belaufen sich auf Fr. 133'770.- pro Jahr.

Monitoring Kommunikation			Beschreibung
1. Datenaufbereitung und Versand	h/Jahr	Fr./Jahr	
Datenaufbereitung Newsletter			<ul style="list-style-type: none"> monatliche Aufbereitung der Daten Gestaltung eines einfachen Newsletters französische und italienische Übersetzung
Monatlicher E-Mail-Versand			<ul style="list-style-type: none"> monatlicher Versand «Netzwerk Holzenergie» dreisprachig
Zweimonatlicher Presseversand			<ul style="list-style-type: none"> Versand an Tages- und Fachpresse (120) zweisprachig
Total Datenaufbereitung und Versand	325	42'250.-	
2. Veranstaltungen			
Total Veranstaltungen, Vorträge	272	35'360.-	<ul style="list-style-type: none"> 18 Veranstaltungen oder Vorträge pro Jahr eigene oder mit Netzwerkpartnern 2 «Versorgungsgipfel» 2024 und 2026
3. Website Social Media und Website			
Aktualisierung Website			<ul style="list-style-type: none"> laufende, monatliche Aktualisierung der Website dreisprachig
Bewirtschaftung Social Media			<ul style="list-style-type: none"> laufende, monatliche Aktualisierung Social Media LinkedIn und Facebook, deutsch und französisch
Total Website Social Media und Website	192	24'960.-	
4. Kurzfilme			
Total Kurzfilme	60	7'800.-	<ul style="list-style-type: none"> Erstellung von 3 Kurzfilmen pro Jahr zum Thema dreisprachig
5. Laufende Beratung			
Total Laufende Beratung	180	23'400.-	<ul style="list-style-type: none"> laufende Beratungen zum Thema
Total Monitoring Kommunikation	1'029	133'770.-	

Tabelle 22: Jährliche Kosten zukünftiges Monitoring Kommunikation. Alle Angaben exkl. MWSt.

5.5.2 Finanzierung

Sowohl für die Finanzierung der Datenerhebung als auch der Kommunikation wurden beim BAFU bereits Gesuche eingereicht.

5.6 Interaktion mit anderen Verwertungspfaden

Wie in Kapitel 2.1 gezeigt wurde, ist aus Gründen der Klimarelevanz und der volkswirtschaftlichen Wertschöpfung die Kaskadennutzung grundsätzlich zu bevorzugen. Im Rahmen des Monitorings schlagen wir deshalb einen laufenden Preisvergleich zwischen Energieholz (Schnitzel) einerseits und Nutzholz und Industrieholz andererseits gemäss dem Beispiel in Kapitel 4.2.2.1 vor.

Inwiefern das Kaskadenprinzip in einem gegebenen Jahr tatsächlich befolgt wird, kann auch ein Stoffflussdiagramm der verschiedenen Holzsortimente aufzeigen. Für die Schweiz liefert das Jahrbuch Wald und Forst eine graphische Übersicht der verschiedenen Holzflüsse (siehe Anhang 8). Ein weiterer Indikator bezüglich des Kaskadenprinzips ist die Forststatistik [3].

Aus Sicht der Holzenergie gibt es zwei Haupt-Interaktionen mit anderen Holzsortimenten. Die erste ist die rein wirtschaftliche Konkurrenz zwischen der holzverarbeitenden Industrie und dem Energieholz.

Die zweite Interaktion ist die Abhängigkeit der Pelletproduktion vom Restholz der holzverarbeitenden Industrie. Steigt der Pelletbedarf bei gleichbleibendem Holzeinschnitt, fehlt das notwendige Restholz für die Herstellung von Pellets.

Für diese beiden Interaktionen sind stabile Trends, wie zum Beispiel der Anstieg der Energieholzmengen während des letzten Jahrzehnts oder die stetige Abnahme der Anzahl Schweizer Sägereien, eigentlich kein grosseres Problem. Erst bei schnellen Schwankungen wie z.B. politisch motivierten Importverbots oder der schlecht voraussehbaren Holzbau-Konjunktur kann oft nicht schnell genug reagiert werden, um den Holzbedarf ohne Lieferengpässe und entsprechende Preisschocks zu decken.

5.7 Optimale Allokation

Holzenergie Schweiz hat im Strategiepapier vom Herbst 2022 aufgrund von insgesamt 7 Kriterien einen Vorschlag zur optimalen Allokation des verbleibenden Energieholzpotenzials zu den einzelnen Anlagentypen und Leistungsgrössen gemacht. Während das Stückholz zwangsläufig auf den niedrigen Leistungsbereich beschränkt ist, wird der optimale Einsatzbereich der Pellets im Leistungsbereich bis 1'000 kW gesehen.

Für die Schnitzel präsentiert sich das Ergebnis folgendermassen:



Bild 17: Optimale Allokation für Schnitzel [57].

5.8 Kritische Grösse

Das zukünftige Monitoring erfasst laufend den aktuellen Verbrauch, die Potenziale sowie den zukünftigen Verbrauch, insbesondere die grösseren Projekte und «Projektideen». Damit weder die Kaskadennutzung noch die Versorgung der bestehenden Holzenergieanlagen beeinträchtigt werden, ist die Höhe des zukünftigen Verbrauchs massgebend. Sind Projekte und «Projektideen» zusammen höher als das noch verbleibende Potenzial ist, sind die Bauherren über die relevanten Zahlen und Potenziale zu informieren. Dies ist heute der Fall. Die entsprechenden Informationen werden den betroffenen Bauherren bereits seit über einem Jahr vermittelt.

Sind die Projekte allein höher als das noch verbleibende Potenzial, was heute noch nicht der Fall ist, sind die Information und Kommunikation zu verstärken. Am 15. Juni 2023 reichte der Thurgauer Ständerat Jakob Stark eine Interpellation ein. Darin nahm er Bezug auf die starke Zunahme der Nachfrage nach Energieholz und fragte den Bundesrat unter anderem an, mit welchen Massnahmen er gedenke, das Kaskadenprinzip und die Versorgung der bestehenden Holzenergieanlagen sicherzustellen [58]. In seiner Antwort verzichtet der Bundesrat darauf, einschneidende Massnahmen wie Besteuerung oder Verbote bestimmter Verwendungszwecke des Holzes vorzuschlagen. Vielmehr setzt er den Fokus auf vermehrte Massnahmen in den Bereichen Monitoring und Kommunikation. Das Monitoring Holzenergie hat dadurch auch von politischer Seite zusätzlich an Aktualität und die im Rahmen des vorliegenden Berichts erarbeiteten Grundlagen an Bedeutung gewonnen.

6. Schlussbemerkungen

Die Grundlagen für die Wahl der optimalen Verwertungspfade sind einerseits die «Biomassestrategie Schweiz», welche 2009 gemeinsam von den Bundesämtern für Energie BFE, Landwirtschaft BLW, Raumentwicklung ARE und Umwelt BAFU erarbeitet und veröffentlicht wurde, und welche Ziele auf dem Weg zu einem verantwortungsvollen Umgang mit Biomasse definiert [59]. Andererseits definiert die «Ressourcenpolitik Holz 2030» des Bundesamts für Umwelt BAFU die wichtigsten Ziele, welche die Ressource Holz zu erfüllen hat [60].

Im Bericht wurde auch gezeigt, dass der Begriff «Potenzial» keine feste Grösse ist, sondern von zahlreichen Faktoren beeinflusst wird. In diesem Zusammenhang geht beim Waldholz bisweilen etwas vergessen, dass verschiedene Nutzungsszenarien Potenziale ausweisen, welche die aktuelle Holznutzung im Wald deutlich übertreffen. Diese grossen Unterschiede lassen sich sehr gut mit dem «Zwiebelschalenmodell» erklären [61]. Gleichzeitig zeigen auch praktische Beispiele und Erfahrungen, dass sich bei den entsprechenden Rahmenbedingungen zusätzliche Energieholzmengen in grösserem Ausmass als angenommen mobilisieren lassen, ohne das Kaskaden- oder das Nachhaltigkeitsprinzip zu ritzen. Und diese Rahmenbedingungen beschränken sich nicht nur auf den Preis [62].

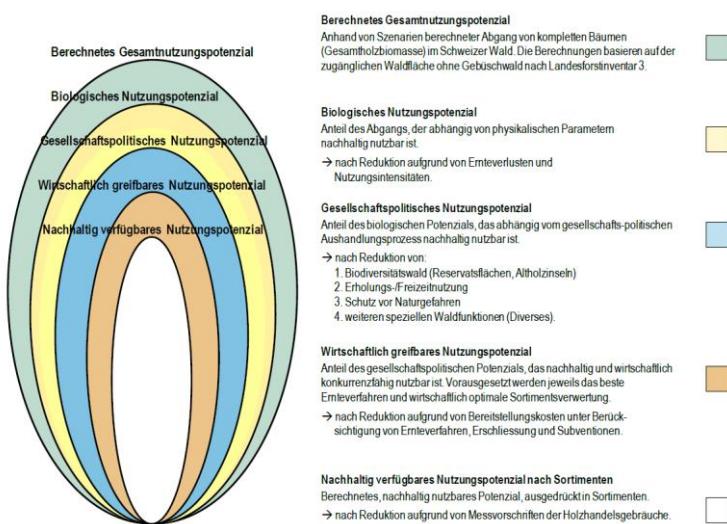


Bild 18: «Zwiebelschalenmodell» zur Berechnung des nachhaltig nutzbaren Holzpotenzials im Schweizer Wald [61].

Literatur und Quellenverzeichnis

- [1] BFS, 2021: Wald. Bestockte Flächen (Wald und Gehölze) nach Höhenstufe (Meter über Meer), 1985-2018. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/bodennutzungbedeckung/bestockte-flaechen/waldflaeche.html>
- [2] Altherr, M. et al.: Schweizerische Holzenergiestatistik 2021. Basler & Hofmann AG, Holzenergie Schweiz, Bundesamt für Energie, Bern. 2022.
- [3] Bundesamt für Statistik BFS: Schweizerische Forststatistik 2021. Heruntergeladen 28. Februar 2023.
- [4] Schweizerisches Landesforstinventar. <https://www.lfi.ch/resultate/anleitung.php>. Heruntergeladen 15. Juni 2023.
- [5] BAFU (Hrsg.) 2022: Jahrbuch Wald und Holz 2022. Bundesamt für Umwelt. Bern. Umwelt-Zustand Nr. 2225 Bern.
- [6] ARGE QM Holzheizwerke: Planungshandbuch QM Holzheizwerke. Straubing. 2022.
- [7] Stettler, Y. et al. Schweizerische Holzenergiestatistik 2020. Basler & Hofmann AG, Holzenergie Schweiz, Bundesamt für Energie, Bern. 2021.
- [8] Luzerner Kaminfegermeister-Verband: Workshop. Hochdorf. 21. Oktober 2019.
- [9] Vock, W.: Teilstatistik Spezielle energetische Holznutzungen: Feuerungen und Motoren für erneuerbare Abfälle. Erhebungsjahr 2021. Ingenieurbüro Willi Vock, Bundesamt für Energie, Bern. 2022.
- [10] Schafer, A., Bundesamt für Umwelt BAFU. achim.schafer@bafu.admin.ch. 8. Juni 2023.
- [11] BAFU, Abteilung Abfall und Rohstoffe: Zusammenstellung Abfälle. November 2022.
- [12] Cemsuisse: Kennzahlen 2021. Mitgeteilt Richard Chrenko, Rytec AG, Münsingen. richard.chrenko@rytec.ch. 9. Juni 2023.
- [13] Golay, R., Energie-bois Suisse. Mündliche Mitteilung. 30. Januar 2023.
- [14] GEO Partner AG, Oberforstamt AR, Oberforstamt AI, Wirtschaftsförderung AR, Wirtschaftsförderung AI: Studie Energieholzpotenzial AR + AI. Modul 1. Zürich. 5. September 2012.
- [15] Guaraci Forest Consulting AG/Amt für Wald und Wild Zug: Holzenergiopotenzial im Kanton Zug, 20. Juli 2023.
- [16] Thees, O., et al. Biomassepotenziale für die energetische Nutzung. Ergebnisse des Schweizerischen Energiekompetenzzentrums SCCER BIOSWEET. WSL-Bericht. Birmensdorf. 2017.
- [17] Ernst Basler + Partner AG, Interface: Energieholzverbrauch und -potenziale ausserhalb des Waldes. Bundesamt für Umwelt BAFU/Bundesamt für Energie BFE. Schlussbericht. 30. Oktober 2009.
- [18] Primärenergie Studie WSL. Mitgeteilt von Oliver Thees, WSL, Birmensdorf. oliver.thees@wsl.ch. 23. Dezember 2023.
- [19] ESP-Klima. Auslegeordnung Projekt «Landwirtschaft – Klimaschutz und Klimaanpassung mit Pflanzenkohle. Departement Finanzen und Ressourcen Kanton Aargau. 24. Februar 2022.
- [20] Erni, M., et al. Altholzpotenziale in der Schweiz für die energetische Nutzung. Ergebnisse einer Vollerhebung. WSL-Bericht, Heft 52. Birmensdorf. 2017.
- [21] Thees, O. et al. Künftige Waldenergieholzpotenziale im Kanton Bern. WSL/AWN Bern. 15. Mai 2023.
- [22] Bureau Nouvelle Forêt sàrl, Energie-bois Suisse. Canton de Fribourg: Potentiel bois-énergie – canton de Fribourg. Fribourg. 2022.
- [23] Holzenergie Schweiz. Amt für Wald und Naturgefahren Kanton Glarus: Energieholzkonzept Kanton Glarus. Aktualisierung 2021. Zürich. 24. Mai 2023.
- [24] GEO Partner AG, Amt für Wald und Naturgefahren des Kantons Graubünden: Energieholzpotenzial Kanton GR. Schlussbericht. Zürich. 9. April 2015.
- [25] Ettlin, B., Amt für Wald und Energie Nidwalden. Mündliche Mitteilung. Ennetmoos. 24. November 2022.
- [26] Holzenergie Schweiz. Energiefachstelle des Kantons Schaffhausen. Kantonsforstamt Schaffhausen: Energieholzkonzept Kanton Schaffhausen. Aktualisierung 2022 (Entwurf). Zürich. 1. Mai 2023.

- [27] Kaufmann + Bader GmbH. Amt für Wald, Jagd und Fischerei des Kantons Solothurn. Energiefachstelle des Kantons Solothurn: Holzeneriekonzept 2020. Solothurn. 13. September 2021.
- [28] David, R., Sezione forestale Ticino. Mündliche Mitteilung. Passo San Gottardo. 15. September 2022.
- [29] Holzenergie Schweiz. Departement für Inneres und Volkswirtschaft, Energie Kanton Thurgau: Nutzung Energieholz. Aktueller Stand 2021. Zürich. 16. Juni 2023.
- [30] Schaller, François. Direction générale de l'environnement du canton de Vaud. Mündliche Mitteilung. Yverdon-les-bains. 26. April 2022.
- [31] GEO Partner AG, Kanton Zürich, AWEL, Fachstelle Energie. Stadt Zürich, Energiebeauftragte: Potenzial Energieholz Kanton & Stadt Zürich. Bericht. Zürich. 21. Februar 2023.
- [32] Tarifnummern Holz und deren Unterteilungen beim Zoll. Mitgeteilt Roland Gerber, Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung BWL. roland.gerber@bwl.admin.ch. 13. Juli 2023.
- [33] Importe und Exporte Zollstatistik. <https://wwwgate.ezv.admin.ch/swissimpex/>. Heruntergeladen 12. Dezember 2022.
- [34] Verwendungszweck Importe Schnitzel. Mitgeteilt Roland Gerber, Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung BWL. Mündliche Mitteilung. 13. Juli 2023.
- [35] GEO Partner AG. Gautschi, M.: Berechnung Restholzpotenzial nach Allgemeiner Systematik der Wirtschaft NOGA. 14. Juni 2016.
- [36] Ruoss, F. et al., EPB AG: Schweizerische Holzenergiestatistik 2022. Vorabzug. Ernst Basler + Partner AG, Holzenergie Schweiz, Bundesamt für Energie, Bern. 2023.
- [37] Rytec AG, proPellets.ch: Versorgungssicherheit von Holzpellets in der Schweiz. Aussicht und Massnahmen (bis 2027). Münsingen. 4. November 2022.
- [38] Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz: Klimawandel. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/klima/klimawandel.html>. Heruntergeladen 18. Juni 2023.
- [39] Keel, A.: Klimaschutz. Vorlesung «Luftreinhaltung und Umweltschutz». Baugewerbliche Berufsschule Zürich. 30. Juni 2023.
- [40] Kaufmann G., Kaufmann Bader, Wald und Umwelt. Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald. Referat Herbst-Mitgliederversammlung SFIH/FSIB. Laupersdorf. 20. September 2020.
- [41] Rigling A. Wald im Klimawandel. Referat Walddage und Dorffest. Schleitheim. 14. August 2022.
- [42] Landesforstinventar LFI/WSL: Zwischenergebnisse des 5. Landesforstinventars LFi. Medienmitteilung. Birmensdorf. 30. Mai 2023.
- [43] Statista: Statistiken zur Wald- und Forstwirtschaft in der Schweiz. <https://de.statista.com/themen/3499/wald-und-forstwirtschaft-in-der-schweiz/#topicOverview>. Heruntergeladen 19. Juni 2023.
- [44] Holzenergie Schweiz: Preisindex Schnitzel. https://www.holzenergie.ch/_Ressources/Persistent/5266b4d04b259499a3031f09e71559f09e71599-f84008c30a/23_07_Persistent_Schnitzel.pdf. Heruntergeladen 20. Juni 2023.
- [45] Bundesamt für Statistik BFS: Schweizer Holzernte steigt um 4% im Jahr 2022. Medienmitteilung. Neuchâtel. 19. Juli 2023.
- [46] Holzenergie Schweiz: Marktabklärung Verfügbarkeit Energieholz. 20. März 2023.
- [47] Holzenergie Schweiz: Preisvergleich Schnitzel Rundholz. 19. Juli 2023.
- [48] Telco Fachgruppe SVUT/AEE Suisse. 12. Juli 2023.
- [49] Schrag, M., Heim AG Heizsysteme. Mündliche Mitteilung. St. Gallen. 13. Juni 2023.
- [50] Heitzmann, M., Heitzmann AG. Mündliche Mitteilung. Bern. 14. Juni 2023.
- [51] Keel, A.: Neue Biomasse-Brennstoffe. Eine Bestandesaufnahme. Energie & Holz GmbH, Bundesamt für Energie, Bern. 30. Januar 2016.
- [52] Holzenergie Schweiz. QS Support Holzfeuerungen: Runder Tisch QS Support. Zürich. 9. November 2022.
- [53] Arbeitsgemeinschaft für den Wald AfW: Runder Feldtisch «Holzhunger vor dem Hintergrund des Klimawandels». Biel. 7. Februar 2023.

- [54] Lechthaler, G., Bundesamt für Energie BFE. Energieperspektiven 2050+. Potenzial und Nutzung von Biomasse. Referat 17. Holzenergie-Symposium ETH Zürich (Thomas Nussbaumer). Zürich. 16. September 2022.
- [55] Änderungen Vorabzug Holzenergiestatistik. Mitgeteilt von Giulia Lechthaler, Bundesamt für Energie BFE. giulia.lechthaler@bfe.admin.ch. 3. Juli 2023.
- [56] Verband der Schweizerischen Gasindustrie VSG: Erneuerbare Gase. Clearingstelle. <https://gazenergie.ch/de/energiezukunft/erneuerbare-gase/clearingstelle/>. Heruntergeladen 7. Juni 2023.
- [57] Holzenergie Schweiz: Energieholz-Versorgung. Grundlagen und Strategie. Zürich. 21. September 2022.
- [58] Curia vista. Ständerat Jakob Stark. IP 23.3839: Kaskadennutzung von Holz. Eingereicht 15. Juni 2023.
- [59] Bundesamt für Energie BFE, Bundesamt für Landwirtschaft BLW, Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Bundesamt für Umwelt BAFU: Strategie für die Produktion, Verarbeitung und Nutzung von Biomasse in der Schweiz. Bern. 23. März 2009. <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-26306.html>. Heruntergeladen 18. September 2023.
- [60] Bundesamt für Umwelt BAFU et al. (Hrsg.) 2021: Ressourcenpolitik Holz 2030. Strategie, Ziele und Aktionsplan Holz 2021 – 2026. Umwelt-Info Nr. 2103: 76 Seiten.
- [61] Hofer, P. et al. Holznutzungspotenziale im Schweizer Wald. Auswertung von Nutzungsszenarien und Wachstumsentwicklung. Bundesamt für Umwelt BAFU. Umwelt-Wissen Nr. 1116. Bern. 2011.
- [62] Bühler, M. Mobilisierung von Energieholz aus dem Zürcher Privatwald. Herleitung des Nutzungs-potenzials an Energieholz sowie eines konzeptionellen Lösungsansatzes zur Mobilisierung von Rohholz und damit gekoppelt von Energieholz. Diplomarbeit Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft SHL Zollikofen. 21. September 2007.

Anhang 1: Schweizerische Holzenergiestatistik, kantonale Auswertung

Kantone	Kat. 12a		Kat. 12b		Kat. 13		Kat. 14a		Kat. 14b		Kat. 15		Kat. 16a		Kat. 16b		Kat. 17		Summe	Anteil
	[m ³]	[MWh]	[m ³]	[MWh]	[m ³]	[MWh]	[m ³]	[MWh]	[m ³]	[MWh]	[m ³]	[MWh]	[m ³]	[MWh]	[m ³]	[MWh]	[m ³]	[MWh]	[%]	
Aargau	24'297	66'604	20'341	53'993	11'248	29'384	23'560	64'582	4'313	11'450	5'395	14'093	63'812	211'826	1'358	1'664	20'594	55'998	174'919	509'594 8.1%
Appenzell-Ausserhoden	3'919	10'742	381	1'012	2'404	6'279	2'373	6'504	0	0	408	1'067	9'040	33'849	0	0	2'411	6'298	20'936	65'751 1.0%
Appenzell-Innerrhoden	579	1'586	133	352	466	1'217	0	0	0	0	460	1'202	0	0	0	0	2'009	5'248	3'646	9'604 0.2%
Basel-Land	16'509	45'254	12'782	33'927	4'025	10'515	8'738	23'953	2'428	6'444	1'695	4'428	34'949	99'179	0	0	5'545	14'487	86'670	238'187 3.8%
Basel-Stadt	386	1'057	3'451	9'161	161	421	461	1'263	278	737	411	1'074	1'487	4'075	447	1'188	0	0	7'081	18'975 0.3%
Bern	89'938	246'930	35'787	94'993	28'212	73'701	36'980	102'263	6'698	17'779	9'074	23'704	121'891	380'101	9'948	26'406	32'431	114'974	370'959	1'080'851 17.1%
Fribourg	15'126	41'464	7'357	19'528	5'986	15'639	9'560	26'205	729	1'936	3'594	13'603	52'720	157'825	456	1'210	28'679	123'728	124'208	401'139 6.3%
Genève	2'509	6'879	3'532	9'377	545	1'424	2'250	6'167	3'131	8'311	739	1'932	14'087	39'718	3'489	9'262	1'286	3'359	31'569	86'427 1.4%
Glarus	2'264	6'205	1'098	2'914	1'024	2'674	230	631	0	0	466	1'217	5'469	15'857	0	0	402	1'050	10'952	30'547 0.5%
Graubünden	14'060	38'542	7'601	20'177	9'567	24'994	6'490	17'747	1'067	2'833	2'469	6'450	21'602	61'640	0	0	9'051	23'646	71'910	196'029 3.1%
Jura	5'002	13'710	1'790	4'751	406	1'061	2'731	7'485	595	1'578	383	1'000	11'813	32'303	0	0	5'111	20'643	27'829	82'531 1.3%
Lucern	34'135	93'570	13'952	37'034	14'095	53'939	10'160	27'849	2'407	6'388	5'269	13'764	42'541	122'909	2'327	6'176	29'242	78'259	154'126	439'889 7.0%
Neuchâtel	8'734	23'941	6'348	16'851	1'835	4'795	4'883	13'385	317	842	575	1'502	28'497	81'677	4'226	11'217	10'004	25'284	65'420	179'495 2.8%
Nidwalden	2'099	5'754	1'274	3'381	1'415	3'695	1'659	4'546	317	842	713	1'863	6'308	17'292	0	0	2'813	7'347	16'597	44'720 0.7%
Obwalden	2'346	6'432	906	2'404	1'731	4'523	1'497	4'104	0	0	615	1'607	28'326	83'497	0	0	7'032	14'357	42'454	116'925 1.8%
Schaffhausen	7'866	21'563	1'740	4'620	2'209	5'770	4'982	13'656	285	758	777	2'030	10'173	28'610	0	0	2'451	6'403	30'484	83'409 1.3%
Schwyz	7'886	21'617	2'238	5'940	5'887	15'378	3'924	10'756	0	0	1989	5'196	11'210	30'068	456	1'210	14'953	36'730	48'542	126'895 2.0%
Solothurn	14'142	39'077	5'638	14'964	4'709	12'302	11'731	34'925	3'647	9'681	2'266	5'920	16'008	62'303	2'022	5'366	2'408	6'292	63'470	190'830 3.0%
St. Gallen	21'292	58'366	4'991	13'247	18'082	47'533	9'711	26'944	714	1'894	6'299	21'288	30'021	82'292	746	1'979	21'415	55'040	113'269	308'584 4.9%
Thurgau	27'248	74'692	5'236	13'900	10'009	28'159	9'931	29'402	902	2'396	5'016	14'575	24'519	68'637	1'036	2'749	16'971	36'635	100'869	271'145 4.3%
Ticino	4'758	13'042	1'481	7'603	2'528	6'603	3'640	9'977	714	1'894	1'992	5'203	31'091	89'484	0	0	1'254	3'275	47'456	137'082 2.2%
Uri	389	1'066	278	737	1'079	2'819	887	2'431	0	0	173	451	15'228	69'399	0	0	0	18'033	76'903	1.2%
Valais	9'598	26'309	17'271	45'845	9'795	25'590	5'632	15'439	2'379	6'316	5'974	15'607	32'004	92'595	9'737	25'845	10'514	27'467	102'904	281'012 4.4%
Vaud	23'601	64'696	25'097	66'617	7'887	20'603	12'877	35'298	6'559	17'409	2'970	7'760	50'578	138'643	2'685	7'126	4'396	11'483	136'649	369'636 5.8%
Zug	9'073	24'870	2'705	7'181	2'763	7'217	3'739	10'251	476	1'263	1'024	2'674	13'701	43'333	414	1'100	2'403	6'278	36'298	104'166 1.6%
Zürich	50'835	142'149	32'071	85'128	14'781	38'614	30'578	84'897	8'967	23'803	7'430	20'601	108'511	350'710	6'292	16'701	26'873	112'673	286'338	875'275 13.8%
Schweiztotal	398'591	1'096'118	215'479	575'637	162'847	444'848	209'202	580'663	46'923	124'552	68'175	189'809	786'485	2'397'822	45'637	119'198	260'248	796'953	2'193'585	6325'600 100.0%

Witterungsbereinigter Holzumsatzes in Festmeter Holz [m³] und des witterungsbereinigten Endenergiebedarfs [MWh]

- Legende Anlagenkategorien:
- 12a: Automatische Feuerungen 50 - 300 kW ausserhalb Holzverarbeitungsbetrieben;
 - 13: Automatische Feuerungen 50 - 300 kW innerhalb Holzverarbeitungsbetrieben
 - 14a: Automatische Feuerungen 300 - 500 kW ausserhalb Holzverarbeitungsbetrieben;
 - 15: Automatische Feuerungen 300 - 500 kW innerhalb Holzverarbeitungsbetrieben
 - 16a: Automatische Feuerungen > 500 kW ausserhalb Holzverarbeitungsbetrieben;
 - 17: Automatische Feuerungen > 500 kW innerhalb Holzverarbeitungsbetrieben
 - 12b: Pelletsfeuerungen 50 - 300 kW
 - 14b: Pelletsfeuerungen 300 - 500 kW
 - 16b: Pelletsfeuerungen > 500 kW

Tabelle A1: Schweizerische Holzenergiestatistik, kantonale Auswertung [2].

Anhang 2: Schweizerische Holzenergiestatistik, Brennstoffumsatz/-input Volumen, witterungs-bereinigt, angepasst 2021 (Kat. 3, 5 und 19)

Kat.	Anlagenkategorien	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2021 angepasst		
1	Offene Cheminées	22'694	26'014	20'405	19'749	19'375	18'623	17'848	17'245	17'215	17'271	16'500	14'514	11'325	9'736	8'531	7'741	7'214	6'896	6'914	6'927	6'938	6'821	6'772	5'925	5'925		
2	Geschlossene Cheminées	25'877	52'468	79'976	82'802	85'409	87'532	89'350	91'019	96'203	100'835	105'920	111'110	111'087	108'961	107'192	106'191	103'997	100'198	95'020	89'850	84'651	80'370	76'300	72'921	72'921		
3	Cheminéedöfen	114'623	170'276	224'372	220'119	230'013	242'091	252'756	266'444	287'395	306'434	325'758	344'435	355'733	356'781	358'681	363'524	362'699	361'840	360'616	356'372	349'274	339'355	332'481	320'559	128'224		
4a	Zimmeröfen	190'521	155'218	109'839	89'948	78'575	71'166	64'467	57'964	51'705	44'898	36'970	30'558	24'221	21'590	19'382	17'039	14'653	12'593	10'803	8'744	8'530	8'401	7'819	7'798	7'798		
4b	Pelletsöfen (Wohnbereich)	0	0	761	1'280	2'208	2'964	3'907	5'042	7'217	9'128	11'210	13'255	15'313	16'809	18'304	19'546	20'655	21'596	22'245	23'026	22'687	22'779	22'157	22'157			
5	Kachelöfen	420'773	329'999	278'032	278'456	278'054	276'443	273'166	269'000	273'386	276'065	282'121	291'784	302'625	307'451	314'852	323'221	331'708	338'067	340'595	341'822	343'420	344'453	346'044	348'442	278'754		
6	Holzkochofen	403'539	284'024	174'520	168'196	161'761	155'304	147'587	141'646	127'734	115'077	103'649	93'660	81'389	73'171	71'068	67'209	62'843	59'547	54'597	50'606	47'287	44'616	42'053	40'310	40'310		
7	Zentralheizungserde	483'237	417'705	338'786	323'378	307'021	290'839	274'152	257'406	237'228	211'384	191'395	172'771	142'409	115'930	93'711	72'804	56'098	52'791	49'591	46'707	44'518	42'246	40'518	38'385	38'385		
8	Stückholzkessel < 50 kW	541'995	540'161	526'374	528'088	524'964	515'514	506'465	495'660	486'369	475'636	468'737	458'972	427'844	387'794	360'929	336'219	303'775	294'129	282'714	273'371	266'174	262'023	251'296	236'692	236'692		
9	Stückholzkessel > 50kW	9'072	17'400	26'220	29'196	31'260	32'772	34'416	35'856	36'996	37'908	39'192	39'804	40'344	40'451	40'379	39'563	38'459	36'767	35'087	34'187	33'539	32'567	30'803	28'175	28'175		
10	Doppel-/Wechselbrandkessel	203'699	178'207	105'543	85'526	71'614	61'410	53'266	47'588	42'867	38'898	35'120	30'278	25'997	22'563	19'921	17'503	15'131	13'278	11'708	9'496	7'683	6'422	5'166	4'030	4'030		
11a	Automatische Feuerungen < 50 kW	25'211	44'103	60'485	64'351	68'838	72'360	75'941	79'944	82'656	87'815	91'791	97'747	94'299	92'343	92'646	91'124	88'914	85'049	81'355	78'370	74'192	69'134	62'098	62'098			
11b	Pelletsfeuerungen < 50 kW	0	0	6'502	15'095	25'746	37'991	54'044	85'089	128'998	149'285	173'144	194'137	214'108	225'180	241'346	257'976	272'521	282'978	292'267	301'952	313'912	324'696	324'696	326'234			
12a	Automatische Feuerungen 50 - 300 kW ausserhalb Holzverarbeitungsbetrieben	48'522	86'986	127'500	141'820	153'849	163'231	174'138	187'614	209'832	224'699	238'346	249'433	263'322	276'089	293'051	308'840	323'557	339'239	350'051	365'573	376'085	383'534	391'797	398'591	398'591		
12b	Pelletsfeuerungen 50 - 300 kW	0	0	397	1'514	2'098	2'968	5'255	11'723	20'908	32'609	40'872	50'310	59'726	70'452	80'594	91'620	107'525	125'717	140'989	160'961	177'209	189'260	202'916	215'479	215'479		
13	Automatische Feuerungen 50 - 300 kW innerhalb Holzverarbeitungsbetrieben	98'377	127'507	137'913	140'324	141'357	142'348	141'929	143'537	145'417	147'074	148'348	149'755	150'329	150'811	151'449	152'164	154'307	156'064	156'825	160'841	161'245	161'242	162'497	162'847	162'847		
14a	Automatische Feuerungen 300 - 500 kW ausserhalb Holzverarbeitungsbetrieben	25'087	52'405	77'820	80'400	85'326	88'750	93'840	99'244	108'305	117'769	127'060	135'804	141'947	152'048	160'640	166'757	173'145	180'535	188'423	194'267	199'173	203'290	208'001	209'202	209'202		
14b	Pelletsfeuerungen 300 - 500 kW	0	0	0	0	0	634	634	1'966	4'751	7'732	12'616	17'170	19'549	23'735	26'994	27'232	30'483	32'544	37'033	40'062	42'604	43'318	44'310	46'923	46'923		
15	Automatische Feuerungen 300 - 500 kW innerhalb Holzverarbeitungsbetrieben	43'511	59'771	64'506	64'878	65'127	65'470	64'454	64'497	64'765	65'537	66'709	66'783	67'223	68'932	68'201	68'793	68'863	67'267	67'182	67'418	67'591	68'384	68'175	68'175			
16a	Automatische Feuerungen > 500 kW ausserhalb Holzverarbeitungsbetrieben	35'751	103'347	179'173	182'749	194'899	208'190	219'231	226'097	252'525	280'917	314'850	346'141	375'935	418'169	460'212	499'306	547'004	585'122	624'285	664'531	682'695	716'148	773'656	786'485	786'485		
16b	Pelletsfeuerungen > 500 kW	0	0	0	0	0	0	986	986	5'460	9'429	17'181	18'822	19'359	27'971	29'098	30'755	36'555	37'649	40'681	41'551	42'529	44'642	45'637	45'637			
17	Automatische Feuerungen > 500 kW innerhalb Holzverarbeitungsbetrieben	147'817	218'085	246'168	255'554	259'523	254'885	255'106	255'950	258'373	264'617	258'871	259'450	268'192	267'990	264'989	264'780	267'039	260'901	256'393	253'631	251'232	256'737	256'831	260'248	260'248		
18	Holz-Wärmeleistungskopplungsanlagen	0	350	18'892	17'331	14'188	12'030	12'588	12'886	25'871	119'608	278'084	383'989	309'923	449'416	472'579	553'599	543'805	574'386	640'963	652'111	655'695	700'932	799'964	746'150	733'023	764'631	102'0851
19	Anlagen für erneuerbare Abfälle	175'006	204'567	205'390	216'360	258'136	289'864	313'502	324'754	342'259	402'379	419'444	472'579	553'599	614'562	607'105	432'921	456'737	560'126	534'586	659'765	710'793	681'093	681'093	681'093			
20	Kehrichtverwertungsanlagen	235'505	235'539	296'238	309'850	320'815	319'621	337'132	349'253	386'112	376'347	379'259	376'707	386'765	383'338	394'610	410'360	412'784	420'615	433'684	433'794	437'110	439'023	440'350	435'486	174'194		
A	Einzelraumheizungen (Kat. 1 - 6)	117'028	1'018'000	887'906	860'549	855'396	854'123	849'080	848'359	860'854	869'707	882'128	893'315	901'693	894'499	898'010	904'472	903'769	900'737	890'790	876'876	863'126	846'703	834'249	818'112	556'089		
B	Gebäudeheizungen (Kat. 7 - 11)	1'263'214	1'197'576	1'063'910	1'045'634	1'029'443	1'010'866	995'248	997'540	1'012'402	995'767	995'403	987'753	948'450	886'217	848'629	816'711	777'107	768'857	756'416	747'068	744'196	742'145	721'807	695'614	695'614		
C	Automatische Feuerungen (Kat. 12 - 18)	399'065	648'451	852'369	884'569	916'366	938'506	968'161	1'004'501	1'096'205	1'269'991	1'502'936	1'677'656	1'675'506	1'905'614	2'105'805	2'224'809	2'315'582	2'217'959	2'321'599	2'508'963	2'534'949	2'725'906	2'864'820	2'874'678	2'874'678		
D	Spezialfeuerungen (Kat. 19 - 20)	410'510	440'106	501'628	526'210	578'951	609'485	652'433	674'007	728'371	778'726	799'003	849'285	940'365	927'143	968'996	1'051'323	1'064'895	1'076'310	1'204'616	1'233'758	1'183'261	1'172'046	1'204'982	1456'337	1'195'045		
Total	Alle Anlagenkategorien (Kat. 1 - 20)	3'250'817	3'304'134	3'305'813	3'316'961	3'380'156	3'413'000	3'464'923	3'524'407	3'697'832	3'914'192	4'179'469	4'414'010	4'466'013	4'613'473	4'821'440	4'997'315	5'061'352	4'963'862	5'173'421	5'366'665	5'325'532	5'486'800	5'625'858	5'844'740	5'321'426		
Total	Anlagenkategorien 1-19 (ohne Kat. 20)	3'015'312	3'068'595	3'009'575	3'007'112	3'059'341	3'093'379	3'127'791	3'175'153	3'311'720	3'537'845	3'800'210	4'037'303	4'079'248	4'230'135	4'426'830	4'586'955	4'648'569	4'543'248	4'739'737	4'932'871	4'888'422	5'047'777	5'185'508	5'409'254	5'147'232		

Tabelle A2: Schweizerische Holzenergiestatistik, Brennstoffumsatz/-input Volumen, witterungsbereinigt, angepasst 2021 (Kat. 3, 5 und 19) [2].

Anhang 3: Detaillierte Verbrauchstabelle per Ende 2021

Kanton	Waldholz			Landschaftsholz			Restholz			Altholz			Waldholz	L'Holz	Restholz	Altholz	Stückholz	Schnitzel	Pellets	TOTAL
	Stückholz	Schnitzel	Pellets	Stückholz	Schnitzel	Stückholz	Schnitzel	Pellets	Stückholz	Schnitzel	total	total								
	[m ³ /Jahr]																			
Aargau	40'100	185'400	2'700	5'200	46'800	4'200	70'300	52'800	2'600	103'100	228'200	52'000	127'300	105'700	52'100	405'600	55'500	513'200		
Appenzell-A.	5'800	21'900	100	700	4'500	600	6'200	2'500	100	4'800	27'800	5'200	9'300	4'900	7'200	37'400	2'600	47'200		
Appenzell-I.	1'300	600	0	200	100	100	2'900	700	100	0	1'900	300	3'700	100	1'700	3'600	700	6'000		
Basel-Land.	17'600	58'800	1'300	2'200	6'000	1'700	16'000	25'500	200	12'400	77'700	8'200	43'200	12'600	21'700	93'200	26'800	141'700		
Basel-Stadt	1'600	102'100	0	100	200	100	6'100	12'000	0	20'100	103'700	300	18'200	21'000	1'800	128'500	12'000	142'300		
Bern	127'000	273'000	4'700	16'500	32'300	13'200	119'100	89'500	8'200	243'500	404'700	48'900	221'800	251'700	164'900	668'000	94'200	927'100		
Freiburg	26'600	88'500	1'100	7'900	11'600	3'200	44'600	20'600	2'000	39'700	116'200	19'500	68'400	41'700	39'700	184'400	21'700	245'800		
Genève	3'800	20'400	1'500	600	2'800	100	3'500	28'900	200	13'800	25'700	3'400	32'500	14'000	4'700	40'500	30'400	75'600		
Glarus	6'300	7'500	100	1'300	600	700	1'900	2'600	200	1'300	13'900	1'900	5'200	1'500	8'500	11'300	2'700	22'500		
Graubünden	56'700	144'600	800	11'200	3'400	6'000	21'400	15'900	700	6'900	202'100	14'600	43'300	7'600	74'600	176'300	16'700	267'600		
Jura	16'800	37'900	300	2'500	2'900	600	6'800	5'100	600	4'400	55'000	5'400	12'500	5'000	20'500	52'000	5'400	77'900		
Luzern	24'000	88'000	1'600	3'100	6'900	2'500	59'700	30'500	1'600	82'800	113'600	10'000	92'700	84'400	31'200	237'400	32'100	300'700		
Neuchâtel	13'500	41'600	900	2'600	4'200	500	9'400	18'000	500	17'900	56'000	6'800	27'900	18'400	17'100	73'100	18'900	109'100		
Nidwalden	4'400	9'900	200	400	1'000	200	5'600	3'200	300	100	14'500	1'400	9'000	400	5'300	16'600	3'400	25'300		
Obwalden	4'200	29'600	100	400	3'200	100	10'100	2'300	200	300	33'900	3'600	12'500	500	4'900	43'200	2'400	50'500		
Schaffhausen	16'100	22'200	300	1'500	1'800	600	5'400	5'100	600	0	38'600	3'300	11'100	600	18'800	29'400	5'400	53'600		
Schwyz	17'500	34'900	500	2'300	1'800	1'800	107'400	8'800	1'100	117'100	52'900	4'100	118'000	118'200	22'700	261'200	9'300	293'200		
Solothurn	41'000	39'700	1'100	4'200	3'400	4'200	9'900	21'400	2'600	11'900	81'800	7'600	35'500	14'500	52'000	64'900	22'500	139'400		
St. Gallen	54'100	79'100	1'400	8'700	9'300	5'800	70'900	25'800	3'600	48'200	134'600	18'000	102'500	51'800	72'200	207'500	27'200	306'900		
Ticino	25'800	38'800	800	2'600	3'200	2'600	7'600	15'400	1'600	13'300	65'400	5'800	25'600	14'900	32'600	62'900	16'200	111'700		
Thurgau	19'600	70'600	900	4'000	9'300	2'100	35'700	17'700	800	4'700	91'100	13'300	55'500	5'500	26'500	120'300	18'600	165'400		
Uri	3'800	15'600	100	400	1'300	100	1'600	1'700	100	200	19'500	1'700	3'400	300	4'400	18'700	1'800	24'900		
Vaud	37'000	104'400	3'400	3'700	7'000	3'700	43'400	63'800	1'400	82'200	144'800	10'700	110'900	83'600	45'800	237'000	67'200	350'000		
Wallis	27'500	51'400	1'700	3'300	8'800	1'000	35'200	32'000	1'000	46'000	80'600	12'100	68'200	47'100	32'800	141'500	33'700	208'000		
Zug	7'600	25'500	400	1'400	2'100	300	6'600	8'300	300	2'400	33'500	3'500	15'200	2'700	9'600	36'600	8'700	54'900		
Zürich	42'400	251'900	5'500	6'600	28'500	4'400	65'800	110'100	1'700	152'300	299'800	35'100	180'300	154'000	55'100	498'500	115'600	669'200		
TOTAL	642'100	1'843'900	31'500	93'600	203'000	60'400	773'100	620'200	32'300	1'030'400	2'517'500	296'600	1'453'700	1'062'700	828'400	3'850'400	651'700	5'330'500		

Tabelle A3: Detaillierte Verbrauchstabelle per Ende 2021.

Anhang 4: Projekte und Projektideen per Ende 2021

Kt.	Projekte						Projektideen						Projekte und Projektideen					
	Leistung	Waldholz	L'holz	Restholz	Altholz	Total Projekte	Leistung	Waldholz	L'holz	Restholz	Altholz	Total Projektideen	Leistung	Waldholz	L'holz	Restholz	Altholz	TOTAL
		[kW]	[m ³ /Jahr]	[m ³ /Jahr]	[m ³ /Jahr]	[m ³ /Jahr]		[kW]	[m ³ /Jahr]	[m ³ /Jahr]	[m ³ /Jahr]	[m ³ /Jahr]		[kW]	[m ³ /Jahr]	[m ³ /Jahr]	[m ³ /Jahr]	[m ³ /Jahr]
AG	71'120	56'750	3'000	150	84'500	144'400	15'000	0	0	0	30'000	30'000	86'120	56'750	3'000	150	114'500	174'400
AR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BL	44'170	12'230	1'000	1'400	55'000	69'630	9'500	8'200	2'500	0	0	10'700	53'670	20'430	3'500	1'400	55'000	80'330
BS	25'000	0	0	140'000	0	140'000	0	0	0	0	0	0	25'000	0	0	140'000	0	140'000
BE	44'810	41'300	2'190	100	7'500	51'090	87'700	88'000	0	0	76'500	164'500	132'510	129'300	2'190	100	84'000	215'590
FR	75'500	36'380	2'750	4'500	40'800	84'430	35'800	52'000	5'300	0	0	57'300	111'300	88'380	8'050	4'500	40'800	141'730
GE	5'000	0	0	5'000	0	5'000	0	0	0	0	0	0	5'000	0	0	5'000	0	5'000
GL	7'650	14'650	0	0	14'650	3'200	14'300	0	0	0	0	14'300	10'850	28'950	0	0	0	28'950
GR	6'700	19'200	2'000	0	0	21'200	16'400	14'500	0	500	0	15'000	23'100	33'700	2'000	500	0	36'200
JU	8'500	14'400	0	14'000	0	28'400	1'500	1'300	0	0	0	1'300	10'000	15'700	0	14'000	0	29'700
LU	33'600	42'500	800	0	0	43'300	12'420	26'400	0	0	67'000	93'400	36'020	68'900	800	0	67'000	136'700
NE	2'600	2'900	0	0	0	2'900	10'000	6'000	0	0	6'000	12'000	12'600	8'900	0	0	6'000	14'900
NW	2'000	2'000	0	0	0	2'000	800	800	0	0	0	800	2'800	2'800	0	0	0	2'800
OW	8'600	7'500	0	0	0	7'500	0	0	0	0	0	0	8'600	7'500	0	0	0	7'500
SH	15'200	13'830	200	0	0	14'030	3'680	14'300	0	1'800	0	16'100	18'880	28'130	200	1'800	0	30'130
SZ	12'400	12'000	0	0	10'000	22'000	49'000	45'900	10'000	35'000	50'000	140'900	61'400	57'900	10'000	35'000	60'000	162'900
SO	3'000	2'200	0	430	0	2'630	800	700	0	0	0	700	3'800	2'900	0	430	0	3'330
SG	11'590	9'400	500	1'000	0	10'900	25'490	6'770	1'000	6'000	40'000	53'770	37'080	16'170	1'500	7'000	40'000	64'670
TI	15'220	38'000	0	300	0	38'300	3'000	3'000	0	0	0	3'000	19'220	41'000	0	300	0	41'300
TG	16'430	54'510	1'060	105	0	55'675	3'700	7'850	0	0	4'000	11'850	20'130	62'360	1'060	105	4'000	67'525
UR	890	3'000	0	0	0	3'000	1'600	2'200	0	0	0	2'200	2'490	5'200	0	0	0	5'200
VD	53'800	40'400	1'850	0	29'000	71'250	19'600	18'500	0	0	6'000	24'500	73'400	58'900	1'850	0	35'000	95'750
VS	40'750	29'650	0	7'700	15'000	52'350	38'600	13'000	0	13'000	25'000	51'000	79'350	42'650	0	13'000	40'000	103'350
ZG	13'150	10'700	0	330	0	11'030	0	0	0	0	0	0	13'150	10'700	0	330	0	11'030
ZH	57'950	85'100	2'100	3'300	1'000	91'500	109'850	153'950	300	0	49'000	203'250	167'800	239'050	2'400	3'300	50'000	294'750
TOT.	575'630	548'600	17'450	178'315	242'800	987'165	447'640	477'670	19'100	56'300	353'500	906'570	1'023'270	1'026'270	36'550	234'615	596'300	1'893'735

Tabelle A4: Projekte und Projektideen per Ende 2021.

Anhang 5: Importe und Exporte von Altholz und problematischen Holzabfällen 2012 - 2021

Verfahren	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Inlandverbrauch (inkl. Import)										
Altholz	[t]									
Industriefeuerung	224'000	257'300	241'200	286'173	303'209	301'400	277'100	264'000	304'900	437'800
Verbrennung in KVA	110'600	106'800	102'700	159'128	156'296	121'000	59'400	95'100	63'800	48'400
Verbrennung in Zementwerk	43'400	50'900	67'600	66'721	76'774	63'100	60'900	65'300	26'100	29'000
Stoffliche Verwertung	0	0	0	0	0	53'900	51'000	77'300	76'000	78'500
Total Altholz	378'000	415'000	411'500	512'022	535'279	539'400	448'400	501'700	470'800	593'700
Problematische Holzabfälle	[t]									
Industriefeuerung						105	3'790	3'200	2'100	3'500
Verbrennung in KVA						41'885	27'673	33'000	32'300	28'400
Verbrennung in Zementwerk						173	439	400	300	200
Total Problematische Holzabfälle						42'163	31'902	36'600	34'700	32'100
Total Inlandverbrauch	378'000	415'000	411'500	512'022	535'279	581'563	480'302	538'300	505'500	625'800
Export										
Altholz	[t]									
Spanplattenherstellung	300'800	252'000	286'000	256'368	252'626	203'300	287'000	293'600	275'500	233'800
Industriefeuerung	205'100	200'000	173'600	164'851	134'031	75'900	82'500	38'400	20'200	18'000
Verbrennung in KVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Altholz	505'900	452'000	459'600	421'319	386'657	279'200	369'500	332'000	295'700	251'800
Problematische Holzabfälle	[t]									
Spanplattenherstellung						0	0	0	0	0
Industriefeuerung						0	0	0	0	0
Verbrennung in KVA						13'291	48'907	21'500	20'100	20'800
Total Problematische Holzabfälle						13'291	48'907	21'500	20'100	20'800
Total Export	505'900	452'000	459'600	421'319	386'657	292'491	418'407	353'500	315'800	272'600
Import										
Altholz	[t]									
Verbrennung in KVA	100	200	0	0	219	200	0	0	700	0
Verbrennung in Zementwerk	2'600	4'300	9'900	9'304	1'574	1'000	600	300	0	600
Altholzfeuerung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400
Spanplattenherstellung	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0
Total Altholz	2'700	4'500	9'900	9'304	1'793	1'200	600	300	900	1'000
Total Import	2'700	4'500	9'900	9'304	1'793	1'200	600	300	900	1'000
Export nach Ländern										
Altholz und Problematische Holzabfälle	[t]									
Italien	247'700	193'000	218'700	180'085	166'376	103'800	150'500	143'100	108'100	103'100
Deutschland	202'200	194'000	176'500	173'274	146'653	117'085	172'845	101'700	109'200	96'800
Österreich	25'000	21'000	29'000	32'691	24'378	29'500	36'900	31'700	30'600	28'200
Frankreich	31'000	30'000	20'400	23'850	29'586	32'700	41'900	65'200	48'400	28'300
Tschechische Republik	0	0	0	0	0	5'600	0	6'800	7'500	3'500
Belgien	0	0	0	0	0	528	1'162	400	200	0
Schweden	0	14'000	15'000	11'419	19'665	3'278	15'100	0	0	0
Slowakei	0	0	0	0	0	0	0	4'600	11'800	12'000
Kroatien	0	0	0	0	0	0	0	0	0	700
Import nach Ländern										
Altholz	[t]									
Deutschland	2'600	4'300	9'900	9'142	1'574	1'000	600	300	500	600
Frankreich	200	200	0	162	219	200	0	0	400	400

Tabelle A5: Inlandverbrauch, Importe und Exporte von Altholz und problematischen Holzabfällen zwischen 2012 und 2021 [10], [11].

Anhang 6: Schweizerische Forststatistik 2021

Kanton	Stammholz	Industrieholz	Energieholz			Übrige	Total
			Stückholz	Schnitzel	Total		
	m ³	m ³	m ³	m ³ /a	m ³		m ³
AG	156'125	55'800	40'513	157'947	198'460	1'315	411'700
AR	30'616	889	4'385	9'655	14'040	0	45'545
AI	5'852	12'505	284	2'443	2'727	275	21'359
BL	35'103	14'898	17'280	63'817	81'097	0	131'098
BS	1'314	487	46	2'120	2'166	0	3'967
BE	525'290	126'523	116'687	196'827	313'514	3'000	968'553
FR	131'146	8'780	25'064	99'198	124'262	1'935	266'123
GE	93	0	32	5'490	5'522	50	5'665
GL	24'219	5'029	6'069	6'424	12'493	535	42'276
GR	211'503	6'781	55'328	69'310	124'638	1'089	344'011
JU	94'823	49'634	19'066	26'061	45'127	0	189'584
LU	149'966	62'860	16'012	48'832	64'844	748	278'418
NE	106'958	12'980	13'454	29'467	42'921	256	163'115
NW	5'974	334	3'648	11'972	15'620	203	22'131
OW	28'804	7'157	4'762	26'705	31'467	365	67'793
SH	55'458	17'761	14'182	21'351	35'533	10	108'762
SZ	71'995	8'588	15'530	29'194	44'724	1'191	126'498
SO	70'624	40'730	37'991	56'944	94'935	30	206'319
SG	144'354	17'395	50'629	62'044	112'673	422	274'844
TI	17'040	733	76'149	4'377	80'526	0	98'299
TG	78'017	11'798	23'350	43'170	66'520	222	156'557
UR	9'547	44	6'614	7'437	14'051	0	23'642
VD	210'803	25'047	118'232	25'798	144'030	2'557	382'437
VS	54'429	16'799	25'428	27'574	53'002	2'181	126'411
ZG	26'627	2'684	3'933	22'303	26'236	0	55'547
ZH	203'230	43'840	42'965	186'135	229'100	1'285	477'455
TOTAL	2'449'910	550'076	737'633	1'242'595	1'980'228	17'669	4'997'883

Tabelle A6: Schweizerische Forststatistik 2021 [3].

Anhang 7: Kurzanleitung Tares

Schweizerischer Zolltarif – Tares - Kurzanleitung

Sie finden im elektronischen [Zolltarif – Tares](#) die Tarifnummern, die Zollansätze und Hinweise auf andere Abgaben (MWST, Lenkungsabgaben, Tabaksteuer, Biersteuer, Mineralölsteuer, usw.) sowie Informationen zu Verboten, Beschränkungen oder Bewilligungspflichten.

www.tares.ch

1. Einstieg

- In Einstiegsmaske EINTRETEN anklicken

2. Kopfdaten sowie Tarifsuche

- Verkehrsrichtung auswählen (Einfuhr aus, Ausfuhr nach) und
- Herkunftsland oder Bestimmungsland aus Liste auswählen (z. B. Ungarn) und
- Suche mit Tarifnummer: Tarifnummer (TN) eingeben; mögliche Formate: zwei-, vier-, sechs- oder achtstellige Zahl. Z. B. 49 (Waren des Buchhandels ...) oder 4911 (andere Drucke ...) oder 4911.10 (Werbedrucke ...) oder 4911.1010 (touristische Werbedrucksachen); ENTER/RETURN oder auf «Suchen» klicken.

Die zutreffende achtstellige Tarifnummer kann auch wie folgt ermittelt werden:

- Konsultation des [Tarifnummern-Verzeichnisses](#)
- oder Eingabe der internationalen sechsstelligen TN. In der Regel umfasst diese die ersten sechs Ziffern der bei der Ausfuhr aus dem Herkunftsland angewendeten Tarifnummer. Diese ist meist aus den internationalen Frachtpapieren, einer Rechnung oder einem Ausfuhrbeleg des Herkunftslandes ersichtlich.
Achtung: In Einzelfällen bestehen unterschiedliche Tarifeinreihungen bzw. -auffassungen; die bei der Ausfuhr aus dem Herkunftsland angewendete Tarifnummer ist für das Bundesamt für Zoll und Grenzsicherheit nur ein Hinweis!
- oder Eingabe des Suchbegriffs, z. B. «Drucke» oder «Werbung» in das Feld «Suche mit Text» der Suchmaske, anschliessend auf das zutreffende rote Wort klicken.

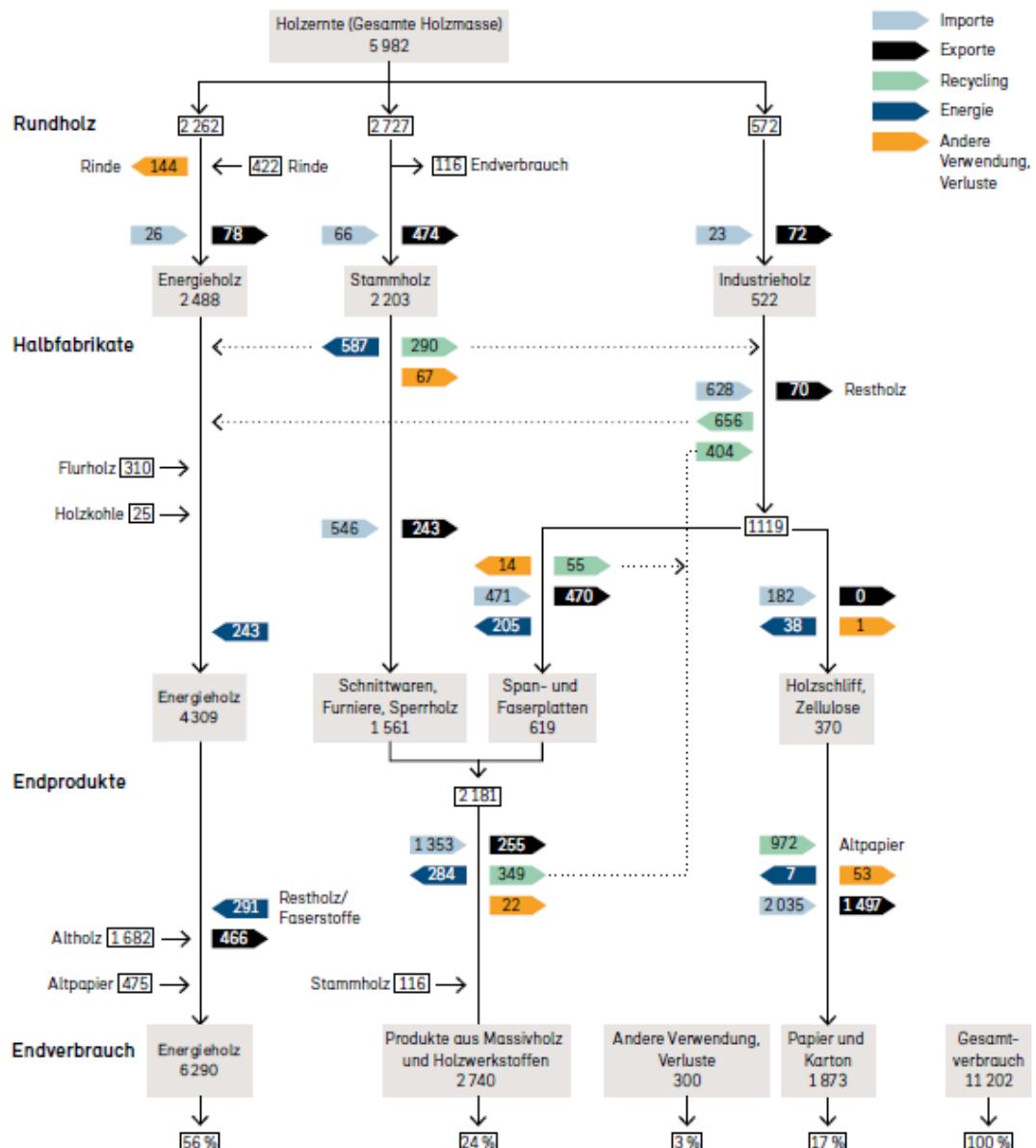
3. Nach Anzeige der Registerkarte «Suchresultat»:

- auf die dunkelgraue Registerkarte «Ganzes Kapitel» rechts oben klicken
- zutreffende achtstellige Tarifnummer suchen
- wenn neben der zutreffenden achtstelligen Tarifnummer ein Lupensymbol steht: Auf das Lupensymbol (🔍) klicken
- wenn neben der zutreffenden achtstelligen Tarifnummer kein Lupensymbol steht: Auf die zutreffende Tarifnummer klicken: Im unteren Rahmen auf das Lupensymbol des zutreffenden Schlüssels klicken
→ die Details zur jeweiligen Tarifnummer bzw. zum jeweiligen Schlüssel, inkl. Zollansätze, Mehrwertsteuer und besondere Hinweise, werden in der Registerkarte «Anzeige Details» angezeigt.
- für den Ansatzvergleich verschiedener Länder auf das Geldsymbol (ℳ) bei der achtstelligen Tarifnummer klicken.

Zusätzliche Hinweise und ob die gefundene Tarifnummer stimmt, können Sie den Entscheidern über Warentarifierungen oder den Erläuterungen zum Zolltarif entnehmen:

Dazu klicken Sie in der «Anzeige Details» der Tarifnummer rechts oben auf [Entscheide](#) bzw. [Erläuterungen](#).

Anhang 8 Schema Holzflüsse Schweiz 2021



Berechnungen ohne Lager.
Kleinere Abweichungen sind auf Rundungen zurückzuführen.

Quelle: Berechnungen und Schätzungen BAFU, Abt. Wald

Bild A8: Holzflüsse Schweiz 2021 [5].

Anhang 9 Erläuterungen zu den Umrechnungsfaktoren

Die Umrechnungsfaktoren wurden folgendermassen hergeleitet:

Schüttraummeter pro Festmeter [Srm/m³]

Schnitzel Waldholz, Schnitzel Flurholz, Schnitzel Restholz, Schnitzel Altholz

Durchschnittswert gemäss Planungshandbuch QM Holzheizwerke [6], Seite 34.

Pellets

Gemäss Jahrbuch Wald und Holz 2022 [5], Seite 80.

Ster/m³

Stückholz, alle Energiequellen

Gemäss Jahrbuch Wald und Holz 2022 [5], Seite 80.

Tonnen pro Festmeter [t/m³]

Stückholz, alle Energiequellen

Gemäss Holzenergiestatistik 2022 [4], Seite 80. Auswertung Holzenergiestatistik Kategorien 1, 2, 3, 4a, 5, 6, 7, 8, 9, 10, Tabelle C (Brennstoffumsatz/-input, Volumen, witterungsbereinigt), und Tabelle D (Brennstoffumsatz/-input, Masse, witterungsbereinigt). Wassergehalt je nach Anlagenkategorie 20 bis 25%, Laubholzanteil je nach Anlagenkategorie 50 bis 60% [4].

Schnitzel Wald- und Flurholz

Gemäss Holzenergiestatistik 2022 [4], Seite 42, und Auswertung Holzenergiestatistik Kategorien 11a, 12a, 14a, 16a, Tabelle C (Brennstoffumsatz/-input, Volumen, witterungsbereinigt), und Tabelle D (Brennstoffumsatz/-input, Masse, witterungsbereinigt). Wassergehalt je nach Anlagenkategorie 30 bis 60%, Laubholzanteil je nach Anlagenkategorie 50 bis 100% [4].

Pellets

Gemäss Holzenergiestatistik 2022 [4], Seite 44; und Jahrbuch Wald und Holz 2022 [5], Seite 80.

Wassergehalt max. 10%.

Schnitzel Restholz

Gemäss Holzenergiestatistik 2022 [4], Seite 44, und Auswertung Holzenergiestatistik Kategorien 13, 15 und 17, Tabelle C (Brennstoffumsatz/-input, Volumen, witterungsbereinigt), und Tabelle D (Brennstoffumsatz/-input, Masse, witterungsbereinigt). Wassergehalt 25%, Laubholzanteil 30% [4].

Schnitzel Rinde

Gemäss Holzenergiestatistik 2022 [4], Seite 44. Wassergehalt 30 bis 60%.

Schnitzel Altholz

Gemäss Holzenergiestatistik 2022 [4], Seite 44. Wassergehalt 10%.

Energieinhalt pro Festmeter [MWh/m³]

Stückholz, alle Energiequellen

Gemäss Holzenergiestatistik 2022 [4], Seite 80. Auswertung Holzenergiestatistik Kategorien 1, 2, 3, 4a, 5, 6, 7, 8, 9, 10, Tabelle C (Brennstoffumsatz/-input, Volumen, witterungsbereinigt), und Tabelle E (Endenergie, witterungsbereinigt). Wassergehalt je nach Anlagenkategorie 20 bis 25%, Laubholzanteil je nach Anlagenkategorie 50 bis 60% [4].

Schnitzel Wald- und Landschaftsholz

Gemäss Holzenergiestatistik 2022 [4], Seite 44, und Auswertung Holzenergiestatistik Kategorien 11a, 12a, 14a, 16a, Tabelle C (Brennstoffumsatz/-input, Volumen, witterungsbereinigt), und Tabelle E (Endenergie, witterungsbereinigt). Wassergehalt je nach Anlagenkategorie 30 bis 60%, Laubholzanteil je nach Anlagenkategorie 50 bis 100% [4].

Pellets

Gemäss Holzenergiestatistik 2022 [4], Seite 44; und Jahrbuch Wald und Holz 2022 [5], Seite 80.

Wassergehalt max. 10%.

Schnitzel Restholz

Gemäss Holzenergiestatistik 2022 [4], Seite 44; und Auswertung Holzenergiestatistik Kategorien 13, 15 und 17, Tabelle C (Brennstoffumsatz/-input, Volumen, witterungsbereinigt), und Tabelle E (Endenergie, witterungsbereinigt). Wassergehalt 25%, Laubholzanteil 30% [4].

Schnitzel Rinde

Gemäss Holzenergiestatistik 2022 [4], Seite 44. Wassergehalt 30 bis 60%.

Schnitzel Altholz

Gemäss Holzenergiestatistik 2022 [4], Seite 44. Wassergehalt 10%.

Energieinhalt pro Tonne [MWh/t]

Stückholz, alle Energiequellen

Gemäss Holzenergiestatistik 2022 [4], Seite 80. Auswertung Holzenergiestatistik Kategorien 1, 2, 3, 4a, 5, 6, 7, 8, 9, 10, Tabelle D (Brennstoffumsatz/-input, Masse, witterungsbereinigt), und Tabelle E (Endenergie, witterungsbereinigt). Wassergehalt je nach Anlagenkategorie 20 bis 25%, Laubholzanteil je nach Anlagenkategorie 50 bis 60% [4].

Schnitzel Wald- und Landschaftsholz

Gemäss Holzenergiestatistik 2022 [4], Seite 44, und Auswertung Holzenergiestatistik Kategorien 11a, 12a, 14a, 16a, Tabelle D (Brennstoffumsatz/-input, Masse, witterungsbereinigt), und Tabelle E (Endenergie, witterungsbereinigt). Wassergehalt je nach Anlagenkategorie 30 bis 60%, Laubholzanteil je nach Anlagenkategorie 50 bis 100% [4].

Pellets

Gemäss Holzenergiestatistik 2022 [4], Seite 44. Wassergehalt max. 10%.

Schnitzel Restholz

Gemäss Auswertung Holzenergiestatistik Kategorien 13, 15 und 17, Tabelle D (Brennstoffumsatz/-input, Masse, witterungsbereinigt), und Tabelle E (Endenergie, witterungsbereinigt). Wassergehalt 25%, Laubholzanteil 30% [4].

Schnitzel Rinde

Gemäss Holzenergiestatistik 2022 [4], Seite 44. Wassergehalt 30 bis 60%, Berechnung $1 \text{ m}^3 = 1.07 \text{ t}$, $1 \text{ m}^3 = 2.37 \text{ MWh} \rightarrow 1 \text{ t} = 2.37/1.07 = 2.21 \text{ MWh}$

Schnitzel Altholz

Gemäss Holzenergiestatistik 2022 [4], Seite 44. Wassergehalt 10%. Berechnung $1 \text{ m}^3 = 0.64 \text{ t}$, $1 \text{ m}^3 = 2.63 \text{ MWh} \rightarrow 1 \text{ t} = 2.63/0.64 = 4.11 \text{ MWh}$

Tonnen pro Schüttraummeter [t/Srm]

Schnitzel, alle Energiequellen

Berechnet mit Umrechnungsfaktor $1 \text{ m}^3 = 2.8 \text{ Srm}$.

Wassergehalt M [m.-%]		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Baumart/Dichte (waldfrisch)	Mass- einheit	Energieinhalt in Abhängigkeit des Wassergehalts M												
Fichte 379 kg/m ³	kWh/kg	5.20	4.91	4.61	4.32	4.02	3.73	3.44	3.14	2.85	2.55	2.26	1.97	1.67
	kWh/m ³	1'971	1'957	1'942	1'925	1'906	1'885	1'860	1'832	1'799	1'760	1'713	1'656	1'584
	kWh/Ster	1'380	1'370	1'360	1'348	1'334	1'319	1'302	1'282	1'259	1'232	1'199	1'159	1'109
	kWh/Srm	788	783	777	770	763	754	744	733	720	704	685	662	634
Föhre 431 kg/m ³	kWh/kg	5.20	4.91	4.61	4.32	4.02	3.73	3.44	3.14	2.85	2.55	2.26	1.97	1.67
	kWh/m ³	2'241	2'226	2'209	2'189	2'168	2'144	2'116	2'083	2'046	2'001	1'948	1'883	1'802
	kWh/Ster	1'569	1'558	1'546	1'533	1'518	1'500	1'481	1'458	1'432	1'401	1'364	1'318	1'261
	kWh/Srm	896	890	883	876	867	857	846	833	818	801	779	753	721
Buche 558 kg/m ³	kWh/kg	5.00	4.72	4.43	4.15	3.86	3.58	3.30	3.01	2.73	2.44	2.16	1.88	1.59
	kWh/m ³	2'790	2'770	2'748	2'723	2'695	2'664	2'627	2'586	2'537	2'480	2'411	2'326	2'221
	kWh/Ster	1'923	1'939	1'923	1'906	1'887	1'864	1'839	1'810	1'776	1'736	1'687	1'628	1'555
	kWh/Srm	1'116	1'108	1'099	1'089	1'078	1'065	1'051	1'034	1'015	992	964	930	888
Eiche 571 kg/m ³	kWh/kg	5.00	4.72	4.43	4.15	3.86	3.58	3.30	3.01	2.73	2.44	2.16	1.88	1.59
	kWh/m ³	2'855	2'835	2'812	2'786	2'758	2'726	2'689	2'646	2'596	2'537	2'467	2'380	2'273
	kWh/Ster	1'999	1'984	1'968	1'951	1'931	1'908	1'882	1'852	1'817	1'776	1'727	1'666	1'591
	kWh/Srm	1'142	1'134	1'125	1'115	1'103	1'090	1'075	1'058	1'038	1'015	987	952	909
Pappel 353 kg/m ³	kWh/kg					4.43	4.15	3.86	3.58	3.30	3.01	2.73	2.44	2.16
	kWh/m ³					1'738	1'723	1'705	1'685	1'662	1'636	1'605	1'569	1'525
	kWh/Ster					1'217	1'206	1'193	1'179	1'163	1'145	1'123	1'098	1'067
	kWh/Srm					695	689	682	674	665	654	642	627	610

Tabelle A9: Energieinhalt von Holz in Abhängigkeit des Wassergehalts M für verschiedene Baumarten und Masseinheiten. Annahme für Energieinhalt in kWh/kg (wasserfreie Bezugsbasis: 5.2 für Weichholz und 5.0 für Hartholz [6].