



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE
Sektion Analysen und Perspektiven

Bericht vom 24. August 2024

Schweizerische Energiestatistik (ENSTAT)

Holzenergiestatistik

Methodenbericht



Quelle: unsplash Nancy Hughes



Datum: August 2024
Ort: Bern

Auftraggeberin:

Bundesamt für Energie BFE
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer/in:

EBP Schweiz AG
Mühlebachstrasse 11, CH-8032 Zürich
www.ebp.ch

Autoren:

Fabian Ruoss, EBP Schweiz AG, fabian.ruoss@ebp.ch
Christoph Hauser, EBP Schweiz AG, christoph.hauser@ebp.ch
Dr. Michel Müller, EBP Schweiz AG, michel.mueller@ebp.ch
Ramona Stoll, EBP Schweiz AG, ramona.stoll@ebp.ch

BFE-Projektbegleitung: Dr. Giulia Lechthaler-Felber, giulia.lechthaler@bfe.admin.ch

BFE-Vertragsnummer: SI/200393-01

Diese Teilstatistik ist Teil der Schweizerischen Energiestatistik (ENSTAT) des Bundesamts für Energie (BFE), öffentliche Statistik des Bundes im Energiebereich (gesetzliche Grundlage: Bundesstatistikgesetz (BStatG)).

Bundesamt für Energie BFE

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

Inhaltsverzeichnis

1	Abkürzungen	5
2	Ausgangslage	5
2.1	Zweck	5
2.2	Gesetzliche Grundlagen	5
2.3	Definitionen und Abgrenzungen	6
2.3.1	Brennstoff Holz	6
2.3.2	Anlagengruppen und -kategorien	7
2.3.3	Definition Nenn- und Feuerungswärmeleistung	8
2.3.4	Definition Holzumsatz / Bruttoenergieverbrauch	9
2.3.5	Definition Nutzenergie	9
2.3.6	Weiterverwendung von Daten der HESTAT	9
3	Methodische Grundlagen	10
3.1	Übersicht	10
3.2	Datengrundlagen Anlagenbestand	12
3.3	Berechnungsmodell Einzelraum- und Gebäudeheizungen (Kat. 1 – 11b)	13
3.3.1	Verwendete Datengrundlagen	13
3.3.2	Kohortenmodell: Anlagenbestand und installierte Leistung	13
3.3.3	Witterungsbereinigter Holzumsatz	14
3.3.4	Witterungsbereinigter Bruttoenergieverbrauch	15
3.3.5	Witterungsbereinigte Nutzenergie	17
3.3.6	Effektiver Holzumsatz, Bruttoenergieverbrauch und Nutzenergie	18
3.3.7	Auswertung nach Verbraucherguppen	19
3.4	Berechnungsmodell automatische Feuerungen (Kat. 12 – 17)	19
3.4.1	Verwendete Datengrundlagen	19
3.4.2	Anlagebestand, witterungsbereinigter Holzumsatz, Bruttoenergieverbrauch und Nutzenergie	19
3.4.3	Effektiver Holzumsatz, Bruttoenergieverbrauch und Nutzenergie	21
3.4.4	Auswertung nach Verbraucherguppen	21
3.4.5	Auswertung nach Kantonen	22
3.5	Erhebung Holz-Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen (Kat. 18)	22
3.5.1	Erhobene Datengrundlagen	22
3.5.2	Effektiver Holzumsatz, Bruttoenergieverbrauch und Nutzenergie	22

3.6	Anlagen für erneuerbare Abfälle (Kat. 19).....	23
3.6.1	Verwendete Datengrundlagen	23
3.6.2	Berechnungen und Aufteilung nach Verbrauchergruppe	24
3.7	Kehrichtverwertungsanlagen (Kat. 20)	24
3.7.1	Verwendete Datengrundlagen	24
3.7.2	Berechnungen Brennstoffumsatz, Bruttoenergieverbrauch, Nutzenergie und Aufteilung nach Verbrauchergruppe.....	24
3.8	Auswertung nach Holzsortiment.....	25
3.9	Abgleich des Holzenergieverbrauchs der privaten Haushalte mit Ex-post Analysen	26
	Literaturverzeichnis	28

1 Abkürzungen

Abkürzungen	Definition/Erklärung
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BFE	Bundesamt für Energie
BStatG	Bundesstatistikgesetz (SR 431.01)
CHF	ISO-Code für Schweizer Franken
EJ	Erhebungsjahr
GEST	Gesamtenergiestatistik
HES	Holzenergie Schweiz
HESTAT	Schweizerische Holzenergiestatistik
HVB	Holzverarbeitungsbetrieben
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
RJ	Referenzjahr
SFIH	Schweizerische Fabrikanten und Importeure von Holzfeuerungsanlagen und Geräten
SSF	Statistik der Spezialfeuerungen
StEE	Schweizerische Statistik der Erneuerbaren Energien
WKK	Wärme-Kraft-Kopplung (Anlage)

2 Ausgangslage

2.1 Zweck

Der vorliegende Methodenbericht beschreibt die methodischen Grundlagen für die Erstellung der Schweizerischen Holzenergiestatistik (HESTAT). Mit der HESTAT wird der Holzverbrauch für energetische Zwecke der in Betrieb stehenden Holzfeuerungsanlagen für verschiedene Anlagekategorien anhand unterschiedlicher Datengrundlagen ab dem Jahr 1990 erhoben, resp. bestimmt. Die HESTAT stellt konsistente Zeitreihen zur energetischen Nutzung von Holz zur Verfügung.

2.2 Gesetzliche Grundlagen

Die HESTAT ist Teil der Gesamtenergiestatistik (GEST) und somit eine öffentliche Statistik, welche auf der Grundlage des Bundesstatistikgesetzes (BStatG) und der zugehörigen Verordnungen erstellt wird. Gemäss Bundesstatistikgesetz (BStatG, [SR 431.01](#) vom 9. Oktober 1992) und Verordnung über die Durchführung von statistischen Erhebungen des Bundes (Statistikerhebungsverordnung, [SR 431.012.1](#) vom 30. Juni 1993) ist das Bundesamt für Energie (BFE) für die Gesamtenergiestatistik verantwortlich. Für die Erstellung der öffentlichen Energiestatistiken in der Schweiz ist die Sektion Analysen und Perspektiven des Bundesamts für Energie BFE zuständig.

2.3 Definitionen und Abgrenzungen

2.3.1 Brennstoff Holz

Für eine korrekte Produktion der HESTAT ist die Abgrenzung der Energieträger aus Holz notwendig, um Mehrfachzählungen zu vermeiden. Der Energieträger Holz wird demnach in folgende Kategorien unterteilt:

- Holzbrennstoffe
- übrige Brennstoffe aus Holz (behandeltes Altholz, etc.)
- erneuerbare Abfälle aus Holzprodukten (Papier, Karton, Papierschlämme).

In der Luftreinhalte-Verordnung (LRV, [SR 814.318.142.1](#) vom 16. Dezember 1985) wird die Abgrenzung zwischen Holzbrennstoffen und übrigen Brennstoffen aus Holz definiert (Tabelle 1). Grundsätzlich umfasst die HESTAT alle Verarbeitungsstufen von Holz und Holzprodukten, welche das Holz in seiner eigentlichen Struktur (faserige Struktur aus Lignin und Zellulose) nicht verändert haben. Produkte aus Holz, bei welchen die Holzstruktur zerstört wurde (z.B. Papier, Karton, Zellstoff, Ablaugen, Stäube, etc.) und nicht verholzte Pflanzen (z.B. Chinagrass) werden in der Statistik der erneuerbaren Energien sowie auch in der Statistik Spezialfeuerungen des BFE einbezogen.

Holzbrennstoffe	
Naturbelassenes stückiges Holz	einschliesslich anhaftender Rinde, insbesondere Scheitholz, Holzbriketts, Reisig und Zapfen sowie unbenutzte, durch ausschliesslich mechanische Bearbeitung entstandene Abschnitte aus Massivholz
Naturbelassenes nichtstückiges Holz	insbesondere Holzpellets, Hackschnitzel, Späne, Sägemehl, Schleifstaub und Rinde
Restholz	aus der Holzverarbeitenden Industrie und dem Holzverarbeitenden Gewerbe, soweit das Holz bemalt, beschichtet, verleimt oder in ähnlicher Weise behandelt ist; davon ausgenommen ist Holz, das druckimprägniert ist oder Beschichtungen aus halogenorganischen Verbindungen enthält
Unbehandeltes Altholz	in Form von: 1. Zaunpfählen, Bohnenstangen und weiteren Gegenständen aus Massivholz, die im Garten oder in der Landwirtschaft eingesetzt wurden, 2. Einwegpaletten aus Massivholz
Übrige Brennstoffe aus Holz	
Altholz	Altholz aus Gebäudeabbrüchen, Umbauten oder Renovationen, Restholz von Baustellen, alte Holzmöbel und Altholz aus Verpackungen, einschliesslich Paletten mit Ausnahme der Einwegpaletten nach Absatz 1 Buchstabe d Ziffer 2, sowie Gemische davon mit Holzbrennstoffen nach LRV Abs. 1
Übrige Stoffe	alle übrigen Stoffe aus Holz, wie: 1. Altholz oder Holzabfälle, die mit Holzschutzmitteln nach einem Druckverfahren imprägniert wurden oder Beschichtungen aus halogenorganischen oder bleihaltigen Verbindungen aufweisen, 2. mit Holzschutzmitteln wie Pentachlorphenol intensiv behandelte Holzabfälle oder Altholz, 3. Gemische von solchen Abfällen mit Holzbrennstoffen nach LRV Abs. 1 oder Altholz nach Buchstabe a

Tabelle 1: Holzbrennstoffe gemäss LRV Anhang 5 Abs. 3

Für die bessere Vergleichbarkeit der Anlagenkategorien werden alle Holzmengeangaben und Holzkennwerte auf Festkubikmeter Holz (m³) bezogen (Tabelle 2). Auch der Pelletsverbrauch bezieht sich auf Festkubikmeter Pelletsrohstoff (naturbelassenes nicht-stückiges Holz). Für die Umrechnung in Tonnen oder Kubikmeter Holzpellets sind die Zahlenwerte in MWh oder TJ zu verwenden (Umrechnungsfaktor: 0.018 TJ/Tonne Holzpellets).

Feuerung / Holzbrennstoff	Holzvolumen	Stückholz	Holzschnitzel	Pellets
	[Fest m ³]	[Ster]	Schüttkubik [Sm ³]	[Sm ³]
Stückholzfeuerung, Cheminée	1	1.4	-	-
Schnitzelfeuerung	1	-	2.8	-
Pelletsfeuerung	1	-	-	a) 0.8

Tabelle 2: Umrechnungsfaktoren für Holzmengen

2.3.2 Anlagengruppen und -kategorien

Die in der Schweiz installierten Feuerungen zur Nutzung von Holz und übrigen Brennstoffen aus Holz werden nach Typ und Leistungsbereich gruppiert und in 20 Kategorien und 5 Unterkategorien unterteilt (Tabelle 3). Um den Trend der Pelletsfeuerungen abbilden zu können, werden diese seit 2005 bei den automatischen Holzfeuerungen separat erfasst (Kat. 12b, 14b, 16b). Die mobilen Pelletsanlagen werden im Jahresbericht ausgewiesen, jedoch in den Modellen und Auswertungen nicht berücksichtigt.

Gruppe A, Einzelraumheizungen	Gruppe B, Gebäudeheizungen
Kat. 1: Offene Cheminées Kat. 2: Geschlossene Cheminées Kat. 3: Cheminéeöfen Kat. 4: Zimmeröfen Kat. 4b: Pelletsöfen Wohnbereich Kat. 5: Kachelöfen Kat. 6: Holzkochherde	Kat. 7: Zentralheizungsherde Kat. 8: Stückholzkessel < 50 kW Kat. 9: Stückholzkessel > 50 kW Kat. 10: Doppel-/Wechselbrandkessel Kat. 11a: Automat. Feuerungen <50 kW Kat. 11b: Pelletsfeuerungen < 50 kW
Gruppe C, automatische Feuerungen	Gruppe D, Spezialfeuerungen
Kat. 12a: 50-300 kW ausserhalb HVB, resp. Kat. 12b: (Pellets) Kat. 13: 50-300 kW innerhalb HVB Kat. 14a: 300-500 kW ausserhalb HVB, resp. Kat. 14b: (Pellets) Kat. 15: 300-500 kW innerhalb HVB Kat. 16a: > 500 kW ausserhalb HVB, resp. Kat. 16b: (Pellets) Kat. 17: > 500 kW innerhalb HVB Kat. 18: Holz-Wärmekraftkopplungsanlagen	Kat. 19: Anlagen für erneuerbare Abfälle Kat. 20: Kehrlichtverwertungsanlagen

Tabelle 3: Anlagengruppen und Kategorien; HVB = Holzverarbeitungsbetriebe; Pellets

Für alle Anlagekategorien werden aus den verschiedenen erhobenen oder externen Datengrundlagen die jährliche Statistikwerte seit 1990 berechnet und in separaten Datentabellen 1 bis 9.3 jährlich (jeweils Ende Juni) publiziert (Tabelle 4).

Nr.	Datentabelle	Einheit
1	Anzahl Anlagen	Stk.
2	Installierte Feuerungsleistung	kW
3.1	Holzumsatz, Volumen, effektiv	m ³
3.2	Holzumsatz, Masse, effektiv	t
3.3	Holzumsatz, Volumen, witterungsbereinigt	m ³
3.4	Holzumsatz, Masse, witterungsbereinigt	t
4.1	Bruttoenergieverbrauch Holz, effektiv	TJ / MWh
4.2	Bruttoenergieverbrauch Holz, witterungsbereinigt	MWh / TJ
5.1	Nutzenergie total, effektiv	TJ / MWh
5.2	Nutzenergie thermisch, effektiv	MWh / TJ
5.3	Nutzenergie total, witterungsbereinigt	MWh / TJ
5.4	Nutzenergie thermisch, witterungsbereinigt	MWh / TJ
5.5	Nutzenergie elektrisch (Produktion), witterungsbereinigt / effektiv	MWh / TJ
6.1	Bruttoenergieverbrauch im EJ, effektiv (nach Verbrauchergruppe)	TJ / MWh
6.2	Umwandlungsverluste u. Nutzenergie im EJ, effektiv (nach Verbrauchergruppe)	TJ / MWh
6.3	Bruttoenergieverbrauch u. Nutzenergie, effektiv (nach Verbrauchergruppe)	TJ / MWh
6.4	Bruttoenergieverbrauch u. Nutzenergie, witterungsbereinigt (nach Verbrauchergruppe)	TJ / MWh
7.1	Automatische Feuerungen, Anzahl und installierte Leistung (nach Kanton)	Stk. / kW
7.2	Automatische Feuerungen, Holzumsatz u. Bruttoenergieverbrauch, witterungsbereinigt (nach Kanton)	m ³ / MWh
8.1	Holzumsatz u. Bruttoenergieverbrauch, effektiv u. witterungsbereinigt (nach Sortiment)	m ³ / TJ
9.1	Witterungskorrekturfaktoren	
9.2	Leerwohnungsbestand	
9.3	Betriebsgrad	

Tabelle 4: Übersicht Datentabellen

2.3.3 Definition Nenn- und Feuerungswärmeleistung

In der HESTAT wird grundsätzlich die Nennleistung erfasst und ausgewiesen. Die Nennleistung entspricht der maximalen Leistung, die eine Feuerung abgeben kann. Bei Wärmekraftkopplungsanlagen kann die Nennleistung in Nennwärmeleistung und elektrische Nennleistung unterteilt werden. Bei allen Anlagen, welche keinen Strom produzieren, entspricht die Nennleistung der Nennwärmeleistung.

Die Nennleistung ist von der Feuerungswärmeleistung zu unterscheiden. Die Feuerungswärmeleistung bezeichnet die Wärmeleistung des Brennstoffs, die einer Feuerung maximal zugeführt werden kann. Sie kann errechnet werden, indem der Brennstoffverbrauch der Feuerung mit dem Heizwert (früher unterer Heizwert) des Brennstoffs multipliziert wird. Die Feuerungswärmeleistung ist naturgegeben grösser als die Nennleistung, weil jede Feuerung Leistungsverluste bei der Verbrennung aufweist. Die Luftreinhalteverordnung kategorisiert die Anlagen anhand der Feuerungswärmeleistung. Deshalb sind die Rohdaten der automatischen Feuerungen von den Kantonen (messpflichtige Anlagen der kantonalen Lufthygieneämter) meistens in Feuerungswärmeleistung erfasst. Die Rohdaten der Hersteller werden normalerweise in Nennleistung angegeben. Die zwei Leistungen können anhand des Faktors *Feuerungsleistung* = $1.15 \cdot \text{Nennleistung}$ (BAFU, 2018) umgerechnet werden.

2.3.4 Definition Holzumsatz / Bruttoenergieverbrauch

Der Holzumsatz bzw. der Bruttoenergieverbrauch entsprechen bei der Nutzung von Holz und Holzbrennstoffen dem Bedarf des Feuerungssystems bzw. dessen Energiegehalt. Die allfälligen Holzverluste bei der Herstellung von Holzbrennstoffen (z.B. Holzpellets) sind im Holzumsatz nicht enthalten.

Der Holzumsatz wird in Kubikmetern (m³) und Tonnen (t), der Bruttoenergieverbrauch im Terajoule (TJ) und Megawattstunden (MWh) ausgedrückt. Die zur Anwendung gelangenden Umrechnungsfaktoren sind in Tabelle 7 und Tabelle 9 aufgeführt.

2.3.5 Definition Nutzenergie

Die Nutzenergie wird definiert als Energie, welche nach der Umwandlung in Wärme und Strom direkt genutzt oder in entsprechende Verteilnetze abgegeben werden kann. Sie berücksichtigt über den Jahresnutzungsgrad die Verluste, die bei der Umwandlung der Bruttoenergie in Nutzenergie entstehen, nicht aber die Verteilverluste.

Die unterschiedliche Struktur der Energienutzung der 25 Anlagenkategorien bedingt die Festlegung der Messstellen für die Brutto- und Nutzenergie. Bei den Einzelraumheizungen (Kat. 1 bis 6) entspricht die thermische Nutzenergie der in den beheizten Raum abgegebenen Konvektionswärme, bei den Gebäudeheizungen (Kat. 7 bis 11b) der an das interne Wärmeverteilsystem abgegebenen Wärme. Die automatischen Holzfeuerungen grösserer Leistung (Kat. 12a bis 17) sind meist als Zentralen eines Nahwärmeverbund-Netzes konzipiert. Die thermische Nutzenergie entspricht der von der Heizungsanlage an das interne oder externe Verteilsystem abgegebenen Wärme. In Holz-Wärmekraftkopplungsanlagen (Kat. 18), Anlagen für erneuerbare Abfälle (Kat. 19) und Kehrlichtverwertungsanlagen (Kat. 20) wird thermische und elektrische Nutzenergie erzeugt. Diese entspricht einerseits der Stromproduktion¹ und andererseits der Wärmeabgabe in das Verteilsystem. Die Aufteilung der Anlagenverluste auf die Wärme- und Stromproduktion (massgebend für Kat. 18, 19 und 20) erfolgt proportional zur produzierten Wärme und dem produzierten Strom. Es erfolgt somit keine Gewichtung von Wärme und Strom aufgrund ihres unterschiedlichen Arbeitsvermögens (Exergie).

2.3.6 Weiterverwendung von Daten der HESTAT

Die Auswertungen der HESTAT fliessen in zwei zusammenfassende Statistiken unterschiedlicher Struktur ein (Abbildung 1):

- Die Statistik der erneuerbaren Energien benötigt witterungsbereinigte und effektive Angaben zu Bruttoenergieverbrauch und Nutzenergie aus der HESTAT. Die Statistik der erneuerbaren Energien fasst die Angaben aus der HESTAT mit den übrigen Erhebungen zu den erneuerbaren Energien und zum Umwandlungssektor zusammen und legt den Endenergieverbrauch fest.
- In die Gesamtenergiestatistik fliessen die Effektivwerte des Holzverbrauchs (Bruttoenergieverbrauch Holz der Anlagenkat. 1-19, ohne KVA) aus der HESTAT ein. Für die Gesamtenergiestatistik wird auch der nach Wirtschaftsgruppen aufgeteilte Verbrauch aus der HESTAT benötigt.

¹ Definition gemäss HKSV [SR 730.010.1](#) Art. 4: Bruttoproduktion = Produktion direkt am Stromerzeuger; Nettoproduktion = Differenz zwischen der Bruttoproduktion und dem Verbrauch der Energieanlage (Hilfsspeisung)

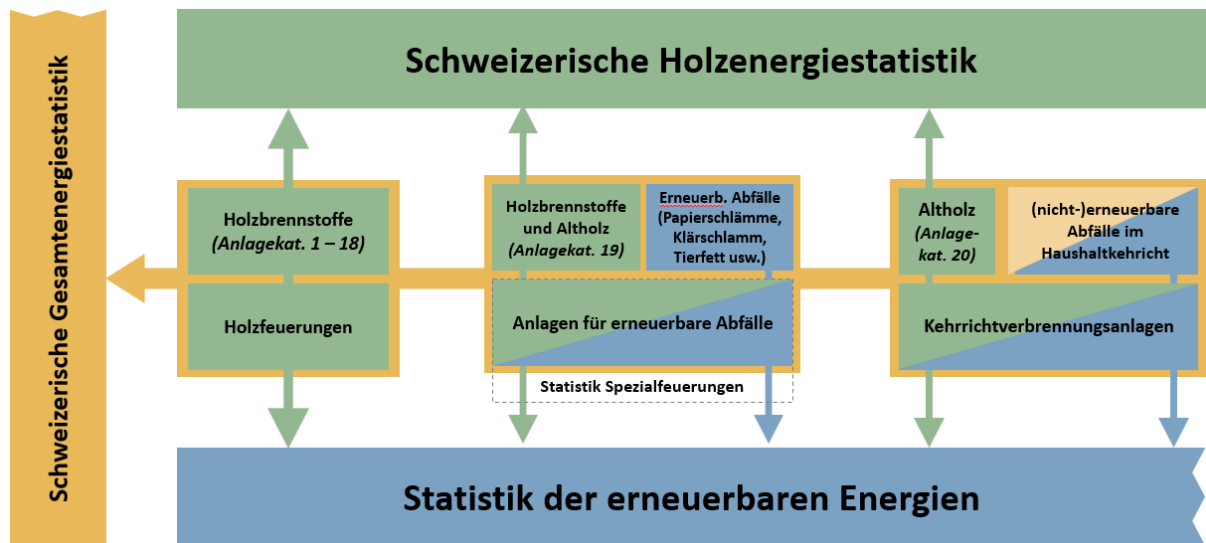


Abbildung 1: Weiterverwendung der Daten der HESTAT

3 Methodische Grundlagen

3.1 Übersicht

Die Methode und die Datengrundlagen unterscheiden sich nach Anlagenkategorien. Die Ermittlung von Holzumsatz und Energieverbrauch erfolgt je Anlagekategorie. Anlagen- und jahresspezifische Daten werden dabei berücksichtigt. Der Anlagenbestand eines Erhebungsjahres wird mit Stichtag 31. Dezember festgelegt und berücksichtigt alle installierten und betriebenen Anlagen. Durch technische Fortschritte entwickeln sich die anlagenspezifischen Daten (z.B. Lebensdauer und Holzumsatz) neuer Anlagen kontinuierlich und werden deshalb regelmässig geprüft und aktualisiert (Abbildung 2). Die Datengrundlagen und die angewendete Berechnungsmethoden sind in den folgenden Kapiteln im Detail beschrieben. Diese werden periodisch geprüft und wenn nötig angepasst.

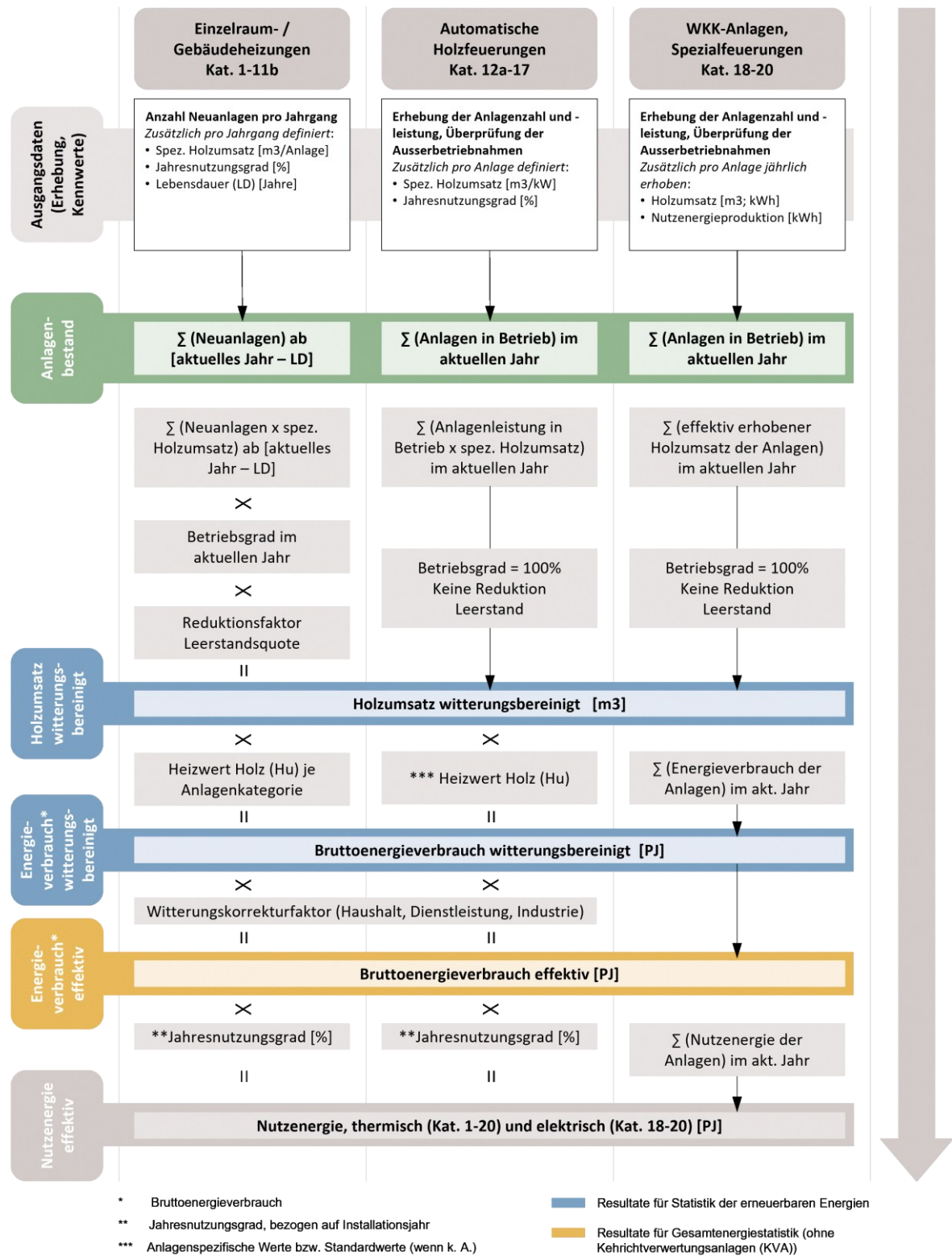


Abbildung 2: Erhebungs- und Berechnungsmodell

3.2 Datengrundlagen Anlagenbestand

Der jährliche Anlagenbestand pro Kategorie wird aus nachstehenden Quellen hergeleitet (Tabelle 5):

1. Absatzerhebung Holzheizkessel, Verband für Holzfeuerungen und Filteranlagen, Olten, Bewertung Erfassungsgrad gutachtlich
2. Markteinschätzung individuell gesetzter Holz-Feuerstätten im Wohnbereich, Verband für Wohnraumfeuerungen, Plattenbeläge und Abgassysteme (feusuisse), Widen, Bewertung Erfassungsgrad gutachtlich
3. Erhebung abgesetzter Klein- u. Einzelraumfeuerungen bei Baumärkten (nach Grössenklasse), im Rahmen der HESTAT
4. Datenbank automatische Holzfeuerungen, aktualisiert anhand Referenzlisten installierter Anlagen (Hersteller), Übersichtslisten messpflichtiger Holzfeuerungen (kantonale Lufthygieneämter) und Medienberichterstattungen, Holzenergie Schweiz i. A. BFE
5. Anlagenweise Erhebung der Holz-Wärmeleistungskopplungsanlagen im Rahmen der *Schweizerische Holzenergiestatistik*. Erhebung koordiniert mit der Erhebung in Rahmen der *Schweizerische Statistik der Wärmeleistungskopplungsanlagen*, eicher+pauli, Liestal i. A. des BFE
6. *Statistik Spezialfeuerungen*, Ryttec AG, Münsingen i. A. BFE²
7. *Einheitliche Heizwert- und Energiekennzahlenberechnung der Schweizer KVA nach europäischem Standardverfahren*, Ryttec AG, Münsingen i.A. von BAFU, BFE und VBSA
8. Holzendenergieverbrauch des Sektors Haushalte (witterungsbereinigt und klimakorrigiert), provisorische Ergebnisse aus der Ex-Post Analyse, Prognos AG i. A. BFE

	Kat.	Anlagenkategorien	1.)	2.)	3.)	4.)	5.)	6.)	7.)	8.)
A	1	Offene Chemineés		X	X					(X)
	2	Geschlossene Chemineés		X	X					(X)
	3	Chemineéöfen		X	X					(X)
	4a	Zimmeröfen (Wohnbereich)		X	X					(X)
	4b	Pelletsöfen		X	X					(X)
	5	Kachelöfen		X	X					(X)
	6	Holzkochherde		X	X					(X)
B	7	Zentralheizungsherde		X						(X)
	8	Stückholzkessel < 50 kW	X							(X)
	9	Stückholzkessel > 50 kW	X							(X)
	10	Doppel-/Wechselbrand	X							(X)
	11a	Automatische Feuerungen < 50 kW	X							(X)
	11b	Pelletsfeuerungen < 50 kW	X							(X)
C	12-17	Automatische Feuerungen	(X)			X				(X)
	18	Wärmeleistungskopplungsanlagen				(X)	X			
D	19	Anlagen für erneuerbare Abfälle				(X)		X		
	20	Kehrichtverwertungsanlagen							X	

Tabelle 5: Übersicht der Datenquellen für den Anlagenbestand; X = Hauptquelle, (X) = Referenzquelle

² Bis Erhebungsjahr 2023: *Statistik Spezielle energetische Holznutzungen: Feuerungen und Motoren für erneuerbare Abfälle*, Ingenieurbüro Willi Vock, Chur, i.A. des BFE

3.3 Berechnungsmodell Einzelraum- und Gebäudeheizungen (Kat. 1 – 11b)

Für die Anlagen der Kat. 1-11b (Kleinfeuerungen) erfolgt keine individuelle Erfassung der einzelnen Anlagen. Die Bestimmung der Anlagenbestände erfolgt über ein Kohortenmodell. Je Kategorie bilden die Neuanlagen jedes Inbetriebnahmejahres eine Kohorte. Darauf basierend wird der Holzumsatz und die Nutzwärmeproduktion berechnet. Die Einzelraum- und Gebäudeheizungen in den Kohorten können nicht geografisch lokalisiert werden. Somit ist eine kantonsweise Auswertung im Gegensatz zu den individuell erfassten automatischen Feuerungen (Kat. 12 – 17) nicht möglich.

3.3.1 Verwendete Datengrundlagen

Für die Modellierung der Anlagenbestände vor 1981 wird auf Daten der Wohnbaustatistik (seit 1910) zurückgegriffen. Dabei beruhen die Anlagenbestände der Kat. 4a (Zimmeröfen), 5 (Kachelöfen) und 6 (Holzkochherde) auf einem Modell, welches bereits 1910 einen Anlagenbestand ausweist (Holzenergie Schweiz, 1996).

Seit 1981 dient die Absatzstatistik der Verband für Holzfeuerungen und Filteranlagen (früher: Vereinigung SFIH - Schweizerischer Fabrikanten und Importeure von Holzfeuerungsanlagen) als Grundlage für die neu in Betrieb genommenen Anlagen. Seit 2014 wird für die Einzelraumfeuerungen (Kat. 1-6) eine separate Markterhebung vom Verband feusuisse (Verband für Wohnraumfeuerungen, Plattenbeläge und Abgassysteme) bei den Herstellern genutzt und mittels geschätztem Erfassungsgrad hochgerechnet. Zudem werden für die Kat. 1-6 die grossen Baumärkte nach den verkauften Anlagen befragt.

3.3.2 Kohortenmodell: Anlagenbestand und installierte Leistung

Die Abschätzungen der jährlich neu abgesetzten und installierten Anlagen pro Anlagekategorie erfolgt anhand der im Kapitel 3.3.1 erwähnten Datengrundlagen. Aus dem Anlagenbestand des Vorjahres wird über die mittlere Lebensdauer je Kategorie der aktuelle Anlagen-Altbestand bestimmt. Für die Berechnung der Anzahl Ausserbetriebnahmen wird angenommen, dass die Anlagen nach Ablauf der festgelegten Lebensdauer ausser Betrieb genommen werden. Die Lebensdauer hängt von der Anlagenkategorie und dem Inbetriebnahmejahr ab und kann jährlich angepasst werden, um technische Entwicklungen zu berücksichtigen (z.B. höhere Lebensdauer alter Stückholzkessel infolge massiverer Bauweise). Die Annahmen zur Lebensdauer (siehe Tabelle 6) werden periodisch überprüft und anhand belegter Quellen oder eigenen Annahmen angepasst.

Für Kat. 5 (Kachelöfen) wird angenommen, dass nur 40% der Kachelöfen mit Erneuerungsbedarf (30 Jahre alt) effektiv erneuert werden. Die übrigen Anlagen (60% der Anlagen mit Erneuerungsbedarf) werden im Anlagenbestand nicht mehr berücksichtigt (Ausserbetriebnahmen).

Für die Berechnung des aktuellen Anlagenbestandes wird die neue Kohorte mit den Anzahl Neuanlagen pro Kategorie zum aktuellen Altbestand hinzugefügt. Aus den Werten des Anlagenbestands wird mit einer festgelegten mittleren Nennleistung pro Anlage die insgesamt installierte Nennleistung pro Kategorie berechnet (Tabelle 6).

3.3.3 Witterungsbereinigter Holzumsatz

Der witterungsbereinigte Holzumsatz ergibt sich als Produkt aus Anlagenbestand, Betriebsgrad, Reduktionsfaktor für Leerwohnungsbestand und spezifischem Holzumsatz (Tabelle 6):

$$U_t = \left(\sum_{i=t-LD+1}^t N_{neu,i} \cdot HV_{spez,i} \right) \cdot B_t \cdot R_t$$

U_t = witterungsbereinigter Holzumsatz in m³ für Referenzjahr t

LD = Lebensdauer der Anlage in Jahren (abhängig von der Kategorie und dem Inbetriebnahmejahr)

$N_{neu,i}$ = Neuanlagen gemäss Absatzstatistik im Jahr i

$HV_{spez,i}$ = spezifischer Holzumsatz in m³ pro Anlage für Jahr i

B_t = Betriebsgrad für das Referenzjahr t (Abhängig von der Kategorie)

R_t = Reduktionsfaktor für Berücksichtigung des Leerwohnungsbestandes für Referenzjahr t

Für die Kat. 5 (Kachelöfen) wird statt der Anzahl der Neuanlagen die Summe aus den Neuanlagen und der Anzahl der erneuerten Anlagen verwendet.

Betriebsgrad

Der Betriebsgrad ist das Mass für installierte und betriebene Feuerungen und als Durchschnittswert je Anlagenkategorie und Jahr in Prozent festgelegt. In einzelnen Kategorien sind Feuerungen installiert, die aufgrund des Benutzerverhaltens oder anderer Rahmenbedingungen nur eingeschränkt oder gar nicht betrieben werden. Dies ist häufig bei kleinen Einzelraumheizungen (Kat. 1 bis 4), Kachelöfen (Kat. 5, Gebäudeheizung durch anderes Heizsystem) und Holzkochherden (Kat. 6, Kombination mit Elektroherd) der Fall. Durch leerstehende Industrie- und Gewerberäume werden auch grosse Stückholzfeuerungen (Kat. 9) nur teilweise betrieben. Zudem werden Wechselbrandkessel (Kat. 10) nicht vollständig mit Holz, sondern auch mit einem anderen Brennstoff (z.B. Heizöl) betrieben. Bei allen übrigen Anlagenkategorien wird ein Betriebsgrad von 100% eingesetzt. Die verwendeten Betriebsgrade sind in den jährlich publizierten [Datentabellen](#) dokumentiert.

Spezifischer Holzumsatz

Der spezifische Holzumsatz (m³/Jahr) ist der mittlere Holzumsatz eines Jahres, um eine bestimmte Holzfeuerung über das ganze Jahr im Normalbetrieb zu betreiben, unter Annahme einer durchschnittlichen Betriebsstundenzahl. Der spezifische Holzumsatz ist abhängig von der Anlagenkategorie und (theoretisch) vom Inbetriebnahmejahr der Anlagen. Der spezifische Holzumsatz wird über die Zeit als konstant angenommen. Um die Vergleichbarkeit zwischen den Anlagenkategorien zu gewährleisten, werden die Volumenangaben und die zugehörigen Holzkennwerte in der HESTAT immer auf Festkubikmeter Holz bezogen. Über die spezifische Dichte der Holzbrennstoffe je Anlagenkategorie kann der Holzumsatz in Tonnen berechnet werden.

Der spezifische Holzumsatz der Feuerungen wurde im Rahmen der Modellanpassungen (siehe Schweizerische Holzenergiestatistik 2005) aktualisiert. Die Angaben beruhen auf Erhebungen (spezifischer Holzverbrauch von Stückholzheizungen, BFS 1996; spezifische Verbrauchswerte von automatischen Holzfeuerungen, Holzenergie Schweiz 1997; Erhebung Verbrauchssplitting bei automatischen Holzfeuerungen, Basler & Hofmann AG 2006 und 2009), aktuellen Literaturangaben (Bauer, 2003; Hartmann et al., 2003; Merten et al., 2004) und Expertenbefragungen.

Leerwohnungsbestand

Bei Feuerungen, welche hauptsächlich zur Beheizung von Wohngebäuden eingesetzt werden (Kat. 1 – 11b), wird der Leerwohnungsbestand über den Reduktionsfaktor ($R = 100\%$ - Leerwohnungsbestand im Referenzjahr) berücksichtigt. Der Reduktionsfaktor Leerstände wird aus dem Leerwohnungsbestand gemäss BFS abgeleitet und jährlich aktualisiert (vgl. Datentabelle 9.2). Für Kat. 9 werden keine Wohnungsleerstände berücksichtigt (kein Reduktionsfaktor).

Kat.	Anlagenkategorien	Nennleistung	spez. Holzumsatz		Lebensdauer
		kW	m ³ /Jahr	m ³ /kW	Jahre
1	Offene Cheminées	0	1	-	20
2	Geschlossene Cheminées	10	1	0.10	20
3	Cheminéeöfen	10	2	0.20	20
4a	Zimmeröfen	10	2	0.20	25
4b	Pelletsöfen (Wohnbereich)	5	3	0.60	15
5	Kachelöfen	15	4.5	0.30	30
6	Holzkochherde	8	4	0.50	25
7	Zentralheizungsherde	20	10	0.50	25
8	Stückholzkessel < 50 kW	30	12	0.40	25
9	Stückholzkessel > 50 kW	100	20	0.20	25
10	Doppel-/Wechselbrandkessel	70	12	0.17	20
11a	Automatische Feuerungen < 50 kW	30	25	0.83	15
11b	Pelletsfeuerungen < 50 kW	20	20	1.00	15

Tabelle 6 Anlagenkennwerte für Einzelraum- und Gebäudeheizungen

3.3.4 Witterungsbereinigter Bruttoenergieverbrauch

Der Bruttoenergieverbrauch wird über den anlagenabhängigen **spezifischen Heizwert** (in MWh/m³ bzw. MWh/t) bestimmt.

$$BV_t = \left(\sum_{i=t-LD+1}^t N_{neu,i} \cdot HV_{spez,i} \cdot Hu_i \right) \cdot B_t \cdot R_t$$

BV_t = witterungsbereinigter Bruttoenergieverbrauch in MWh für Referenzjahr t

LD = Lebensdauer der Anlage in Jahren (abhängig von der Kategorie und dem Inbetriebnahmejahr)

$N_{neu,i}$ = Neuanlagen gemäss Absatzstatistik im Jahr i

$HV_{spez,i}$ = spezifischer Holzumsatz in m³ pro Anlage für Jahr i

Hu_i = spezifischer Heizwert des Holzbrennstoffes in MWh pro m³ im Jahr i ³

B_t = Betriebsgrad für das Referenzjahr t (Abhängig von der Kategorie)

R_t = Reduktionsfaktor für Berücksichtigung des Leerwohnungsbestandes für Referenzjahr t

³ Der spezifische Heizwert wird über alle Berechnungsjahre konstant gehalten

Heizwert

Der Heizwert (unterer Heizwert H_i) ist die bei einer Verbrennung maximal nutzbare thermische Energie, bei der es nicht zu einer Kondensation des im Abgas enthaltenen Wasserdampfes kommt, bezogen auf die Menge des eingesetzten Brennstoffs. Beim Brennwert (H_s) wird auch die durch Kondensation der Abgase gewonnene Energie berücksichtigt. Der spezifische Heizwert von Holz wird durch die Holzart, den Feuchtigkeitsgehalt und den Rindenanteil bestimmt. Die Angaben zum Anteil Nadel- bzw. Laubholz basieren auf Erhebungen (Erhebung Verbrauchssplitting bei automatischen Holzfeuerungen, Basler & Hofmann AG 2006 und 2009). Die Heizwerte wurden aus verschiedenen Literaturquellen (u.a. Bauer, 2003) entnommen. Durch die unterschiedliche Zusammensetzung der Brennstoffsortimente wird je Anlagenkategorie ein spezifischer Heizwert in MWh/m³, resp. MWh/t festgelegt. Es wird angenommen, dass diese über die Zeit konstant bleiben.

Den verwendeten spezifischen Heizwerten der Kategorien 1-11b sind in der Tabelle 7 angegeben. Für Pelletöfen (Kat. 4b) und Pelletfeuerungen (Kat. 11b) wird der spezifische Heizwert und die Dichte des Pelletrohstoffs (= Restholz aus Holzverarbeitungsbetrieben) berücksichtigt und nicht die Kenndaten der gepressten Holzpellets, damit die ausgewiesene Holzmenge in Festmeter (m³) vergleichbar bleiben. Mit der Übernahme der Brennstoffkategorien aus der Luftreinhalteverordnung fällt der Pelletsrohstoff unter naturbelassenes nicht-stückiges Holz.

Kat.	Anlagenkategorien	Brennstoff*)	Dichte [t/m ³]	spez. Heizwert [MWh/m ³]	spez. Heizwert [MWh/t]	Wassergehalt [w in %]	Holzfeuchte [u in %]	Laubholzanteil [%]
1	Offene Cheminéés	S	0.71	2.89	4.06	20%	25%	60%
2	Geschlossene Chemineés	S	0.71	2.89	4.06	20%	25%	60%
3	Cheminéeöfen	S	0.71	2.89	4.06	20%	25%	60%
4a	Zimmeröfen	S	0.73	2.79	3.80	25%	33%	50%
4b	Pelletsöfen (Wohnbereich)	P	0.68	2.61	3.84	25%	33%	30%
5	Kachelöfen	S	0.73	2.79	3.80	25%	33%	50%
6	Holzkochherde	S	0.73	2.79	3.80	25%	33%	50%
7	Zentralheizungsherde	S	0.73	2.79	3.80	25%	33%	50%
8	Stückholzkessel < 50 kW	S	0.73	2.79	3.80	25%	33%	50%
9	Stückholzkessel > 50kW	S	0.73	2.79	3.80	25%	33%	50%
10	Doppel-/Wechselbrandkessel	S	0.73	2.79	3.80	25%	33%	50%
11a	Autom. Feuerungen < 50 kW	N	0.85	2.74	3.24	35%	54%	50%
11b	Pelletsfeuerungen < 50 kW	P	0.68	2.61	3.84	25%	33%	30%

*) S = naturbelassenes Stückholz; P = Pellets; N = naturbelassenes nichtstückiges Holz. Für Holzpellets wird der Heizwert und die Dichte des Pelletsrohstoffes verwendet und nicht die Kenndaten der fertig gepressten Holzpellets.

Tabelle 7: Verwendete Holzkennwerte je Anlagenkategorie für die Kategorien 1-11b

3.3.5 Witterungsbereinigte Nutzenergie

Die witterungsbereinigte Nutzenergie ergibt sich aus der Multiplikation des Anlagenbestands mit dem Holzverbrauch, dem Heizwert und dem Jahresnutzungsgrad für alle in Betrieb stehenden Anlagen, abhängig vom Inbetriebnahmejahr sowie dem jahresabhängigen Betriebsgrad und den Leerständen:

$$EN_t = \left(\sum_{i=t-LD+1}^t N_{neu,i} \cdot HV_{spez,i} \cdot Hu_i \cdot \eta_i \right) \cdot B_t \cdot R_t$$

EN_t = witterungsbereinigte Nutzenergieproduktion in MWh für Referenzjahr t

LD = Lebensdauer der Anlage in Jahren (abhängig von der Kategorie und dem Inbetriebnahmejahr)

$N_{neu,i}$ = Neuanlagen gemäss Absatzstatistik im Jahr i

$HV_{spez,i}$ = spezifischer Holzumsatz in m^3 pro Anlage für Jahr i

η_i = Jahresnutzungsgrad der Neuanlagen im Jahr i in %

Hu_i = spezifischer Heizwert des Holzbrennstoffes in MWh pro m^3 im Jahr i

B_t = Betriebsgrad für das Referenzjahr t (Abhängig von der Kategorie)

R_t = Reduktionsfaktor für Berücksichtigung des Leerwohnungsbestandes für Referenzjahr t

Für die Kat. 5 (Kachelöfen) wird statt der Anzahl der Neuanlagen die Summe aus den Neuanlagen und der Anzahl der erneuerten Anlagen verwendet.

Jahresnutzungsgrad

Der Jahresnutzungsgrad beinhaltet die Verluste, welche bei der Umwandlung von Bruttoenergie (Holz) in Nutzenergie (Wärme) entstehen, nicht aber die Verteilverluste innerhalb des Gebäudes. Nutzbare Wärmeverluste bei Feuerungen im Wohnbereich werden im Jahresnutzungsgrad nicht reduziert. Der Jahresnutzungsgrad der Anlagen verbessert sich aufgrund der technologischen Entwicklung laufend, weshalb der Jahresnutzungsgrad jeweils auf das Inbetriebnahmejahr der Anlage bezogen wird. Der mittlere Jahresnutzungsgrad der Anlagen einer Anlagenkategorie wird dadurch, neben der technologischen Entwicklung, durch die Absatzentwicklung und die Lebensdauer der Anlagen bestimmt. Die Annahmen beruhen auf Erhebungen (Anlagenorientierte Erhebungen, Holzenergie Schweiz 1996) Literaturangaben (Bauer C., 2003; Hartmann et al, 2003; Merten et al., 2004) und Expertenbefragungen

Die für die Kleinanlagen verwendete Jahresnutzungsgrade sind in Tabelle 8 aufgeführt:

Kat.	Anlagenkategorien	1980	1990	2000	2005	seit 2010
1	Offene Cheminées	0%	0%	0%	0%	0%
2	Geschlossene Cheminées	40%	40%	40%	40%	40%
3	Cheminéeöfen	50%	50%	50%	50%	50%
4a	Zimmeröfen	60%	70%	75%	75%	75%
4b	Pelletsöfen (Wohnbereich)	-	80%	80%	80%	80%
5	Kachelöfen	65%	70%	75%	75%	75%
6	Holzkochherde	50%	55%	60%	60%	60%
7	Zentralheizungsherde	70%	70%	75%	75%	75%
8	Stückholzkessel < 50 kW	60%	60%	70%	70%	70%
9	Stückholzkessel > 50 kW	60%	60%	70%	70%	70%
10	Doppel-/Wechselbrandkessel	40%	40%	45%	45%	45%
11a	Automatische Feuerungen < 50 kW	60%	60%	70%	70%	70%
11b	Pelletsfeuerungen < 50 kW	-	80%	80%	80%	80%

Tabelle 8: Jahresnutzungsgrad Einzelraum- und Gebäudeheizungen; Zwischenjahre werden interpoliert

3.3.6 Effektiver Holzumsatz, Bruttoenergieverbrauch und Nutzenergie

Um den effektiven Brennstoffumsatz, Bruttoenergieverbrauch und Nutzenergie zu bestimmen, werden die witterungsbereinigten Zahlen mit Witterungskorrekturfaktoren korrigiert (vgl. Datentabelle 9.1). Die effektiven Grössen werden anhand der sektoralen Anteile auf Stufe der Sektoren berechnet:

$$U_{eff,t} = U_t \cdot \left(\sum_s WF_{s,t} \cdot Anteil_s \right)$$

$$EV_{eff,t} = EV_t \cdot \left(\sum_s WF_{s,t} \cdot Anteil_s \right)$$

$$EN_{eff,t} = EN_t \cdot \left(\sum_s WF_{s,t} \cdot Anteil_s \right)$$

$U_{eff,t}$ = effektiver Holzumsatz in m^3 für Referenzjahr t

U_t = witterungsbereinigter Holzumsatz in MWh für Referenzjahr t

$EV_{eff,t}$ = effektiver Bruttoenergieverbrauch in MWh für Referenzjahr t

EV_t = witterungsbereinigter Bruttoenergieverbrauch in MWh für Referenzjahr t

$EN_{eff,t}$ = effektive Nutzenergie in MWh für Referenzjahr t

EN_t = witterungsbereinigte Nutzenergie in MWh für Referenzjahr t

$WF_{s,t}$ = Witterungskorrekturfaktor für Sektor s und Referenzjahr t

$Anteil_s$ = Anteil Verbrauchergruppe s (s = Haushalte, Dienstleistung etc.)

Witterungskorrektur

Der Wärmebedarf bzw. der Holzverbrauch für Heizzwecke ist stark von der Witterung beeinflusst. Die Heizgradtage beschreiben den Witterungseinfluss auf das Heizverhalten und werden für die gesamte Schweiz berechnet, indem Messwerte von 40 meteorologischen Stationen mit der jeweils in ihrer Region lebenden Bevölkerung gewichtet werden.

Bei den Anlagenkategorien 1 bis 17 werden in einem ersten Schritt witterungsbereinigte Werte berechnet. Die effektiven Werte werden in einem zweiten Schritt anhand eines jahresspezifischen Witterungskorrekturfaktors bestimmt. Es wird angenommen, dass der Betrieb der Anlagenkategorien 18, 19 und 20 nicht massgeblich durch die Witterung beeinflusst wird, weshalb für diese Kategorien keine Witterungskorrektur erfolgt und die witterungsbereinigten Werte den effektiven Werten entsprechen.

Da der Energieverbrauch für Heizzwecke in den Sektoren Haushalte, Industrie und Dienstleistungen unterschiedlich ist, hat die Witterung unterschiedliche Einflüsse auf den Holzumsatz. Dabei sind unterschiedliche Korrekturfaktoren für die verschiedenen Sektoren massgebend, welche aus den für die Holzenergienutzung angenommenen Nutzungsanteilen berechnet werden. Die sektorenspezifischen Witterungskorrekturfaktoren werden von der Prognos AG im Rahmen der Arbeiten für das Heizöl-Panel und die Ex-post Analysen pro Verbrauchergruppe festgelegt. Die Witterungskorrekturfaktoren pro Anlagenkategorie werden aufgrund des in der jeweiligen Anlagenkategorie vorhandenen Verbrauchssplittings neu festgelegt.

3.3.7 Auswertung nach Verbrauchergruppen

Der Bruttoenergieverbrauch und die Nutzenergie werden nach konstanten Anteilen für die Verbrauchergruppen Haushalte, Land/Forstwirtschaft, Industrie/Gewerbe und Dienstleistungen ausgewertet⁴.

3.4 Berechnungsmodell automatische Feuerungen (Kat. 12 – 17)

3.4.1 Verwendete Datengrundlagen

Die Resultate der Kat. 12-17 basieren auf der Datenbank «Automatische Holzfeuerungen», welche über die Jahre im Rahmen der Erstellung der HESTAT aufgebaut und gepflegt wurde. Die Datenbank wird vom Verband Holzenergie Schweiz (HES) im Auftrag des BFE anhand kantonaler Listen messpflichtiger Holzfeuerungen, der SFIH-Markteinschätzung, von Herstellerlisten installierter Anlagen und Medienberichterstattungen jährlich mit neuen Anlagen aktualisiert. Die Datenbank enthält Angaben zu allen automatischen Holzfeuerungsanlagen > 50 kW in der Schweiz, wie beispielsweise Informationen zu den In- und Ausserbetriebnahmejahr, installierte Leistung, spezifischer Heizwert und eingesetzte Brennstoffsortiment. Es werden allerdings keine jahresspezifischen Daten pro Anlage erfasst.

Anlagen, die gemäss kantonaler Feuerungskontrolle noch in Betrieb sind, werden periodisch plausibilisiert, d.h. die Informationen werden bei Auffälligkeiten direkt bei den Anlagenbetreibern überprüft. Um den Überprüfungsaufwand insb. für kleinere Anlagen in Grenzen zu halten, ist für die automatischen Feuerungen eine maximale Lebensdauer von 50 Jahren hinterlegt.

Durch die jährliche stichprobenartige Prüfung und Aktualisierung der Datenbank entstehen regelmässige Anpassungen bei anlagespezifischen Angaben (z.B. durch verspätete Kenntnis einer Ausserbetriebnahme einer Anlage). Dies führt zu rückwirkenden Revisionen der Ergebnisse der Vorjahre, welche in jedem neuen Zyklus der HESTAT für maximal 5 Vorjahre übernommen werden.

3.4.2 Anlagebestand, witterungsbereinigter Holzumsatz, Bruttoenergieverbrauch und Nutzenergie

Der Anlagenbestand und die installierte Leistung für die Kategorien 12a bis 17 werden aus der jährlich aktualisierten Datenbank «Automatische Holzfeuerungen» übernommen.

Der witterungsbereinigte Holzumsatz, der Bruttoenergieverbrauch und die Nutzenergie werden anhand des eingesetzten Brennstoffsortiments, der Holzdichte und des spez. Holzumsatzes gemäss den im Kapitel 3.3 aufgeführten Berechnungen bestimmt. Sofern vorhanden werden für den Holzumsatz die anlagespezifischen Werte, welche in der Datenbank enthalten sind, verwendet. Bei fehlenden anlagespezifischen Angaben werden standardisierte Holzkennwerte der jeweiligen Anlagenkategorie verwendet (Tabelle 9).

⁴ Die Verbrauchergruppen Elektrizität und Fernwärme sind für Analgenkat. 1-11b irrelevant.

Kat.	Anlagenkategorien	Dichte	Spez. Heizwert		Verbrauch
		[t/m ³]	[MWh/m ³]	[MWh/t]	[Sm ³ /kW]
12a	Automatische Feuerungen 50 – 300 kW ausserhalb Holzverarbeitungsarbeiten	0.85	2.74	3.24	2.25
12b	Pelletsfeuerungen 50 – 300 kW	0.68	2.65	3.90	2.32
13	Automatische Feuerungen 50 – 300 kW innerhalb Holzverarbeitungsarbeiten	0.68	2.61	3.84	1.61
14a	Automatische Feuerungen 300 - 500 kW ausserhalb Holzverarbeitungsarbeiten	0.85	2.74	3.24	2.15
14b	Pelletsfeuerungen 300 – 500 kW	0.68	2.65	3.90	2.22
15	Automatische Feuerungen 300 - 500 kW innerhalb Holzverarbeitungsarbeiten	0.68	2.61	3.84	1.61
16a	Automatische Feuerungen > 500 kW ausserhalb Holzverarbeitungsarbeiten	0.85	2.74	3.24	2.25
16b	Pelletsfeuerungen > 500 kW	0.68	2.65	3.90	2.32
17	Automatische Feuerungen > 500 kW innerhalb Holzverarbeitungsarbeiten	0.68	2.61	3.84	2.25

Tabelle 9: Holzkennwerte und spezifischer Holzumsatz, Standardwerte der Kat. 12 – 17

Die Annahmen zum spez. Holzverbrauch für automatische Holzfeuerungen beruhen auf Erhebungen (BFS, 1996); (Holzenergie Schweiz, 1997); (Basler & Hofmann AG, 2006 und 2009), aktuellen Literaturangaben (Bauer C., 2003); Hartmann et al, 2003; Merten et al., 2004) und Expertenbefragungen.

Der Betriebsgrad ist in den jährlich publizierten Datentabellen ersichtlich (vgl. Datentabelle 9.3). Für die automatischen Feuerungen (Kategorien 12-17) werden keine Wohnungsleerstände berücksichtigt.

Die Jahresnutzungsgrade werden pro Kategorie und Inbetriebnahmejahr eingesetzt (Tabelle 10).

Kat.	Anlagenkategorien	1980	1990	2000	2005	seit 2010
12a	Automatische Feuerungen 50 – 300 kW ausserhalb Holzverarbeitungsarbeiten	65%	75%	80%	83%	85%
12b	Pelletsfeuerungen 50 – 300 kW	-	-	80%	83%	85%
13	Automatische Feuerungen 50 – 300 kW innerhalb Holzverarbeitungsarbeiten	65%	70%	75%	78%	80%
14a	Automatische Feuerungen 300 - 500 kW ausserhalb Holzverarbeitungsarbeiten	65%	75%	80%	83%	85%
14b	Pelletsfeuerungen 300 – 500 kW	-	-	80%	83%	85%
15	Automatische Feuerungen 300 - 500 kW innerhalb Holzverarbeitungsarbeiten	65%	70%	75%	78%	80%
16a	Automatische Feuerungen > 500 kW ausserhalb Holzverarbeitungsarbeiten	65%	75%	80%	83%	85%
16b	Pelletsfeuerungen > 500 kW	-	-	80%	83%	85%
17	Automatische Feuerungen > 500 kW innerhalb Holzverarbeitungsarbeiten	60%	70%	75%	78%	80%

Tabelle 10: Jahresnutzungsgrad automatische Feuerungen (Kat. 12-17)

3.4.3 Effektiver Holzumsatz, Bruttoenergieverbrauch und Nutzenergie

Die effektiven Werte und die sektoralen Anteile werden gemäss der im Kapitel 3.3.6 aufgeführten Witterungskorrektur bestimmt. Da der Anteil des Energieverbrauchs für Heizzwecke je nach Sektor unterschiedlich ist, werden für die Sektoren Haushalte, Industrie und Gewerbe, Dienstleistungen sowie Landwirtschaft spezifische Korrekturfaktoren berechnet. Die effektiven Grössen werden anhand der in Kap. 3.4.4 dargestellten sektoralen Anteile berechnet.

Für die automatischen Pelletsfeuerungen (Kat. 11b, 12b, 14b und 16b) wird der spezifische Heizwert und die Dichte des Pelletsrohstoffes berücksichtigt und nicht die Kenndaten der gepressten Holzpellets.

Holzart	Dichte	spez. Heizwert		Wassergehalt	Laubholzanteil
	[t/m ³]	[MWh/m ³]	[kWh/Sm ³]		
Waldholz unspezifisch	0.85	2.74	979	35%	50%
Waldholz Laubholz	1.00	3.13	1'119	35%	100%
Waldholz Nadelholz	0.69	2.32	830	35%	0%
Feldgehölze	0.90	1.92	684	30-60%	k.A.
Rinde	1.07	2.37	847	30-60%	k.A.
Restholz	0.68	2.61	933	25%	30%
Altholz	0.64	2.63	939	10%	k.A.
Holzpellets *)	k.A. *)	k.A. *)	3'250	max. 10%	k.A.
Rohstoff für Holzpellets **)	0.68	2.65	948	ca. 25%	ca. 30%
keine Angabe zur Holzart ***)	0.82	2.66	950	ca. 35%	ca. 40%

*) Angabe der Dichte und des Heizwertes für gepresste Pellets.

**) In HESTAT wird Holzumsatz für Pellets in Festmeter angegeben, welcher sich auf Pelletsrohstoff (naturbelassenes nichtstückiges Holz) bezieht.

***) Basis: 50% Waldholz unspezifisch, 50% Restholz

Tabelle 11: Holzkennwerte für Holzsortimente der Kat. 12 – 17

3.4.4 Auswertung nach Verbrauchergruppen

Der Bruttoenergieverbrauch und die Nutzenergie (jeweils witterungsbereinigt und effektiv) werden nach den Verbrauchgruppen Haushalte, Land-/Forstwirtschaft, Industrie/Gewerbe und Dienstleistungen, ausgewertet. Basierend auf einer Umfrage bei 1'200 Feuerungsbesitzern der Kat. 12-17 wurde die Zuordnung der Wärmeproduktion auf die Wirtschaftssektoren (Haushalt, Dienstleistung, Industrie) festgelegt (Basler&Hoffmann und Holzenergie Schweiz, 2006). In einer weiteren Umfrage wurden diese Parameter für Feuerungsanlagen mit installierter Nennleistung > 1 MW erhoben (Basler&Hoffmann und Holzenergie Schweiz, 2009) und bestimmt (Tabelle 12).

Anlagekat.	Haushalte	Land- / Forstwirtschaft	Industrie / Gewerbe	Dienstleis- tungen
12a	51.6%	4.6%	8.5%	35.3%
12b	68.4%	0.0%	10.2%	21.3%
13	31.4%	0.0%	64.6%	4.0%
14a	14.8%	1.3%	8.6%	75.2%
14b	35.4%	0.0%	18.5%	46.0%
15	14.5%	0.0%	81.7%	3.7%
16a	31.5%	4.6%	16.1%	47.8%
16b	34.0%	0.0%	10.8%	55.2%
17	20.1%	0.0%	64.8%	15.1%

Tabelle 12: Übersicht der Anteile der Verbrauchergruppe Automatische Holzfeuerungsanlagen

3.4.5 Auswertung nach Kantonen

Für die automatischen Holzfeuerungen werden der Anlagenbestand, die installierte Nennleistung, der witterungsbereinigte Bruttoenergieverbrauch und der Holzumsatz für die einzelnen Kantone ausgewertet. Der Anlagenbestand und die installierte Nennleistung werden für Kategorien mit weniger als vier Anlagen je Kanton für die Publikation anonymisiert.

3.5 Erhebung Holz-Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen (Kat. 18)

3.5.1 Erhobene Datengrundlagen

Die Daten zu den Holz-Wärmekraftkopplungsanlagen werden für jede einzelne Anlage jährlich erhoben. Neue in Betrieb befindlichen Anlagen werden jährlich in die Erhebung aufgenommen. Holzkraftwerke, welche (zumindest teilweise) mit Altholz betrieben werden, sind in der Kat. 19 erfasst und werden im Rahmen der *Statistik Spezialfeuerungen* erhoben (Kap. 3.6).

Von jeder Holz-WKK-Anlage werden jährlich verschiedene Grössen zum Energieinput (Holzumsatz) nach Holzsortiment, Wärme- und Stromproduktion und Abgabe an Wirtschaftsgruppen erhoben. Verfügt eine Anlage über mehrere Kessel, werden die Daten für jeden Kessel (inkl. weitere Energieinputs) separat erhoben.

Die Erhebung erfolgt koordiniert mit der Teilstatistik *Thermische Stromproduktion inkl. Wärme-Kraft-Kopplung (WKK) in der Schweiz* (eicher+pauli Liestal AG, jährlich aktualisiert).

3.5.2 Effektiver Holzumsatz, Bruttoenergieverbrauch und Nutzenergie

Pro Anlage wird der Holzumsatz, die Wärme- und Stromproduktion aus Holz, sowie auch weitere relevante Grössen gemäss anlagenspezifischen Spezifikationen bestimmt. Wenn keine Angaben zu den Kennwerten Dichte und spez. Heizwert für die verschiedenen Brennstoffsortimente aus der Erhebung vorliegen, werden Standardwerte eingesetzt. Diese Kennwerte werden grundsätzlich als konstant an-

genommen, jedoch regelmässig überprüft und bei Bedarf aktualisiert. Für die Umrechnung von Festmeter Holz auf Schüttkubikmeter Sm^3 wird der Umrechnungsfaktor $2.8 \text{ Sm}^3/\text{m}^3$ verwendet. Für diese Anlagekategorie wird ein Betriebsgrad von 100% angenommen.

Ausgehend von den erhobenen Daten wird für jede Anlage n der Bruttoenergieverbrauch berechnet:

$$\text{Bruttoenergieverbrauch}_n [\text{MWh}] = \left(\sum_i \frac{\text{Holzumsatz}_i [\text{Sm}^3]}{\text{Schüttdichte} [\text{Sm}^3/\text{m}^3]} \cdot D_i [\text{t}/\text{m}^3] \cdot Hu_i [\text{MWh}/\text{t}] \right)$$

D_i = spezifischer Dichte pro Brennstoffart i für das Jahr

Hu_i = spezifischer Heizwert pro Brennstoffart i für das Jahr.

Die Nutzenergie (thermisch und elektrisch) steht aus den erhobenen Daten zur Stromproduktion und Wärmeproduktion zur Verfügung und benötigt keine weiteren Berechnungen.

Der Bruttoenergieverbrauch und die Nutzenergie werden ebenfalls nach den Verbrauchgruppen Haushalte, Land/Forstwirtschaft, Industrie/Gewerbe, Dienstleistungen, Elektrizität und Fernwärme gemäss den jährlich erhobenen anlagespezifischen Informationen ausgewertet.

Aus der Erhebung liegen effektive Werte vor. Der Betrieb der Anlagen in Kat. 18 ist nicht vom Wetter beeinflusst da diese in der Regel stromgesteuert betrieben werden. Die witterungsbereinigten Werte entsprechen somit den effektiven Werten. Die Ergebnisse der Kategorie 18 werden aus Datenschutzgründen nicht kantonsweise ausgewertet.

3.6 Anlagen für erneuerbare Abfälle (Kat. 19)

3.6.1 Verwendete Datengrundlagen

Die Kategorie 19 erfasst Anlagen für erneuerbare Abfälle mit energetischer Holznutzung (Altholz, Restholz, etc.). Die Ergebnisse liegen aus der Erhebung im Rahmen der Statistik Spezialfeuerungen (Rytec AG, jährlich aktualisiert) vor.

Die im Rahmen dieser Statistik erhobenen Daten zu der energetischen Nutzung von «Altholz, Restholz, Rinde und Waldhackschnitzeln, Sägemehl, Staub u.a.» fliessen in der Kat. 19 der HESTAT ein. Die energetische Nutzung der weiteren erneuerbaren Abfälle, bei denen die Holzstruktur zerstört wurde (wie z.B. Papier, Karton, Zellstoff, etc.), wird in der HESTAT nicht berücksichtigt.

Folgende jährliche Statistikwerte fliessen in die HESTAT ein:

- Anzahl Anlagen
- Installierte Nennleistung, total und elektrisch (MW)
- Holzumsatz [t] pro Holzbrennstofftyp
- Bruttoenergieverbrauch (MWh) pro Holzbrennstofftyp
- Nutzenergie, thermisch (MWh) pro Holzbrennstofftyp
- Nutzenergie, elektrisch (MWh) pro Holzbrennstofftyp

3.6.2 Berechnungen und Aufteilung nach Verbrauchergruppe

Für die Berechnung vom Holzumsatz in m³ der Kat. 19 wird eine Holzdichte von 0.75 t/m³ angenommen (regelmässig überprüft, aus Holzzusammensetzung berechnet mit aktuell 75% Nadelholz und 25% Feuchtegehalt). Die weiteren Energiewerte der Kat. 19 werden direkt aus den Ergebnissen der Erhebung der Spezialfeuerungen übernommen. Etwaige Revisionen der Vorjahre in der Statistik Spezialfeuerungen werden bei der jährlichen Erstellung der HETSAT berücksichtigt.

Aus der Erhebung der Spezialfeuerungen liegen effektive Werte vor. Der Betrieb der Anlagen in Kat. 19 ist nicht wesentlich vom Wetter beeinflusst, die witterungsbereinigten Werte entsprechen somit den effektiven Werten.

Der Bruttoenergieverbrauch und die Nutzenergie werden ebenfalls nach den Verbrauchgruppen Haushalte, Land/Forstwirtschaft, Industrie/Gewerbe, Dienstleistungen, Elektrizität und Fernwärme ausgewertet. Die Zuteilung erfolgt pro Anlage anhand anlagespezifischer Werte, welche im Rahmen der *Statistik Spezialfeuerungen* erhoben werden. Der Fernwärme-Anteil am Bruttoenergieverbrauch und der Nutzenergie basiert auf Informationen aus der Fernwärme-Erhebung, welche im Rahmen der Gesamtenergiestatistik erfolgt.

Die Kategorie 19 wird nicht kantonsweise ausgewertet.

3.7 Kehrichtverwertungsanlagen (Kat. 20)

3.7.1 Verwendete Datengrundlagen

Die Kategorie 20 erfasst den Holzverbrauch und die damit verbundene Energieproduktion der Kehrichtverwertungsanlagen. Die Rytec AG führt im Auftrag des BAFU, des BFE und des Verbands der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen (VBSA) die jährliche Datenerhebung *Einheitliche Heizwert- und Energiekennzahlenberechnung der Schweizer KVA nach europäischem Standardverfahren* durch. Aus dieser Statistik stehen folgende Informationen zur Verfügung:

- Anzahl Anlagen mit Energienutzung
- Verbrannte Abfallmenge [t]
- Energieerzeugung mit Abfällen [MWh] (Energieinput in Kessel)
- Energieerzeugung mit Hilfskessel [MWh] (Fremdenergiebedarf total)
- Wärmeproduktion, Verkauf [MWh] (Wärmeabgabe exkl. Eigenbedarf)
- Wärmeproduktion, Eigenbedarf [MWh] (Wärmeeigenbedarf)
- Stromproduktion, Verkauf [MWh] (Stromabgabe, exkl. Eigenbedarf)
- Stromproduktion, Eigenbedarf [MWh] (Stromeigenbedarf)

3.7.2 Berechnungen Brennstoffumsatz, Bruttoenergieverbrauch, Nutzenergie und Aufteilung nach Verbrauchergruppe

Die folgenden Annahmen sind für die Erstellung der Statistiken der Kat. 20 nötig und werden auf Basis belastbarer Quellen periodisch überprüft:

- Anteil brennbares Holz an gesamter Abfallmenge in KVA: Der Holzumsatz dieser

Anlagekategorie wird über einen mittleren Holzanteil von 6.9%⁵ ermittelt

- Holzdichte [in t/m³]. Aktueller Wert: 0.64 t/m³
- Spez. Heizwert [in MWh/t]. Aktueller Wert: 4.12 MWh/t

Mit den genannten Daten und Annahmen werden die Resultate für die gesamte Kategorie berechnet:

Brennstoffumsatz [t] = Abfallmenge [t] * Holzanteil [%]

Brennstoffumsatz [m³] = Abfallmenge [t] * Holzanteil [%] * Holzdichte [t/m³]

Bruttoenergieverbrauch [MWh] = Abfallmenge [t] * Holzanteil [%] * spez. Heizwert [MWh/t]

Jahresnutzungsgrad = Gesamte Energieerzeugung [MWh] / genutzte Energieproduktion [MWh]

Umwandlungsverluste = 1 – Jahresnutzungsgrad

Nutzenergie, total [MWh] = Bruttoenergieverbrauch[MWh] * Jahresnutzungsgrad

Anteil Stromproduktion = Stromproduktion,gesamt [MWh] / genutzte Energieproduktion [MWh]

Anteil Fernwärmeproduktion = 1 – Anteil Stromproduktion

Nutzenergie, elektrisch [MWh] = Nutzenergie, total [MWh] * Anteil Stromproduktion

Der Betrieb einer KVA ist nicht vom Wetter beeinflusst, die witterungsbereinigten Werte entsprechen somit den effektiven Werten. Die Ergebnisse der Kategorie 20 werden zudem nicht nach Kantonen ausgewertet.

Der Bruttoenergieverbrauch und die Nutzenergie werden anhand der jährlich berechneten Anteile von Strom- und (Fern-)Wärmeproduktion auf die Sektoren Elektrizität und Fernwärme aufgeteilt. Die weiteren Verbrauchergruppen sind für diese Anlagekategorie irrelevant.

3.8 Auswertung nach Holzsortiment

Der Holzumsatz und der Bruttoenergieverbrauch (effektive Jahreswerte) werden nach den folgenden Holzsortimenten ausgewertet:

- Naturbelassenes Stückholz
- Naturbelassenes nicht-stückiges Holz
- Holzpellets
- Restholz aus Holzverarbeitungsbetrieben (HVB)
- Altholz

Die Auswertung und Aufteilung von Holzumsatz und Bruttoenergieverbrauch ist kategorienspezifisch (siehe Tabelle 13). Die Anteile für die Kategorien 1-11 basieren auf verfügbaren externen Quellen, Literatur und Fachwissen. Für die Bestimmung der Anteile der Kategorien 12-17 werden zudem Informa-

⁵ Der Anteil wurde anhand verschiedener Grundlagen (BAFU, 2006), (BAFU, 2012), (BAFU, 2008) geschätzt.

tionen aus der Datenbank der automatischen Feuerungen verwendet. Der Holzumsatz und der Bruttoenergieverbrauch der Kategorien 18 und 19 werden gemäss den jährlich erhobenen Daten auf die verschiedenen Holzarten aufgeteilt.

Bei den Holzpellets werden die Daten in Kubikmeter für den Pelletsrohstoff dargestellt und nicht der fertig gepressten und getrockneten Holzpellets (Dargestellter Wert = Festmeter Restholz, mit Wassergehalt von ca. 25%).

Anlagekat.	Naturbelassenes Stückholz	Naturbelassenes n.-stückiges Holz	Holzpellets	Restholz aus HVB	Altholz
1-7 (exkl. 4b)	100%	-	-	-	-
8	97%	-	-	3%	-
9	60%	-	-	40%	-
10	92%	-	-	8%	-
11a	-	71%	-	29%	-
12a	-	94%	-	6%	-
13	-	2%	-	98%	-
14a	-	96%	1%	3%	-
15	-	4%	-	94%	2%
16a	-	93%	1%	6%	-
17	-	8%	3%	89%	-
4b, 11b, 12b, 14b, 16b	-	-	100%	-	-
18	gemäss anlagespezifischen Angaben aus jährlicher WKK-Erhebung				
19	gemäss anlagespezifischen Angaben aus Erhebung Statistik Spezialfeuerung				
20	-	-	-	-	100%

Tabelle 13: Übersicht Anteile Holzsortiment

3.9 Abgleich des Holzenergieverbrauchs der privaten Haushalte mit Ex-post Analysen

Der Holzenergieverbrauch der privaten Haushalte wird jeweils mit den Ergebnissen der Ex-post Analysen (Prognos AG, im Auftrag des BFE) abgeglichen, welche den Energieverbrauch für Holzheizungen der Haushalte (Raumwärme und Warmwasser) modellmässig abbilden. Dies erfolgt konsistent mit dem Gesamtenergieverbrauch und unter Berücksichtigung der übrigen Energieträger. Bei den Ex-post Analysen wird jedoch im Gegensatz zur HESTAT nicht zwischen unterschiedlichen Anlagenkategorien unterschieden. Da die Unsicherheiten des Holzverbrauchs in Haushalten bei den Ex-post Analysen als geringer eingeschätzt werden als die bottom-up Bestimmung aufgrund der erfassten Holzheizungsanlagen gemäss HESTAT, erfolgt ein jährlicher Abgleich der Ergebnisse der HESTAT mit jenen der Ex-post Analysen.

Ergeben sich für den Holzenergieverbrauch der Haushalte grössere Differenzen zwischen den Ergebnissen der HESTAT und der jährliche Ex-post Analysen⁶, werden die Parameter der HESTAT im Rahmen der plausiblen Bandbreiten optimiert, um den Holzenergieverbrauch für die Heizung der Haushalte gemäss den Ex-post Analyse besser abzubilden.

⁶ [Energieverbrauch nach Verwendungszwecken](#)

Literaturverzeichnis

- BAFU, 2006. *Abfallfraktionsanalyse von Industrie- und Gewerbeabfall (I+G-Abfall) in der KVA Thurgau*, Bern: BAFU.
- BAFU, 2008. *Abfallwirtschaftsbericht*, Bern: BAFU.
- BAFU, 2012. *Abfallstatistiken*, Bern: BAFU.
- BAFU, 2018. *Messempfehlungen Feuerungen, Emissionsmessung bei Feuerungen für Öl, Gas und Holz*, Bern: BAFU.
- Basler & Hofmann AG, 2006 und 2009. *Erhebung Verbrauchssplitting bei automatischen Holzfeuerungen*, Bern: BFE.
- Basler&Hoffmann AG, 2020. *Schweizerische Holzenergiestatistik*, Bern: BFE.
- Bauer C., 2003. *Sachbilanzen von Energiesystemen: Grundlagen für ökologischen Vergleich von Energiesystemen und Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz*, Villigen: Paul Scherrer Institut.
- BFS, 1996. *Spezifischer Holzverbrauch von Stückholzheizungen*, Bern: BFS.
- EBP Schweiz AG, 2023. *Schweizerische Holzenergiestatistik- Jahresbericht zur Erhebung für das Jahr 2023*, Bern: BFE.
- eicher+pauli Liestal AG, jährlich aktualisiert. *Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung in der Schweiz*. Bern: BFE.
- Holzenergie Schweiz, 1996. *Bericht der schweizerischen Holzenergiestatistik, Ersterhebung der installierten Holzfeuerungen*, Bern: BFE.
- Holzenergie Schweiz, 1997. *spezifische Verbrauchswerte von automatischen Holzfeuerungen*, Bern: BFE.
- Prognos AG, 2017. *Energieverbrauch der Privaten Haushalte 1990 – 2035*“, Bern: BFE.
- Prognos AG, 2022. *Ex-Post-Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 bis 2021*, Bern: BFE.
- Rytec AG, jährlich aktualisiert. *Einheitliche Heizwert- und Energiekennzahlenberechnung der Schweizer KVA nach europäischem Standardverfahren*, Bern: BAFU/BFE/VBSA.
- Rytec AG, jährlich aktualisiert. *Statistik Spezialfeuerungen*, Bern: BFE.