



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

ERHEBUNG VERBRAUCHSSPLITTING BEI AUTOMATISCHEN HOLZFEUERUNGEN

Schlussbericht

Ausgearbeitet durch

A. Primas, M. Kistler, F. Kessler, Basler & Hofmann Ingenieure und Planer AG
Forchstrasse 395, CH-8032 Zürich, basler-hofmann@bhz.ch, www.bhz.ch

Impressum

Datum: August 2006

Im Auftrag des Bundesamt für Energie, Forschungsprogramm XY

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen

Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. +41 31 322 56 11, Fax +41 31 323 25 00

www.bfe.admin.ch

BFE-Projektleiter: Bereichsleiter, daniel.binggeli@bfe.admin.ch

Projektnummer: 101497

Bezugsort der Publikation: www.energieforschung.ch

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung.....	3
2. Ausgangslage	5
3. Zielsetzung und Vorgehen	5
4. Untersuchungsmethodik	6
4.1. Untersuchungsziel, Inhalt des Fragebogens	6
4.2. Stichprobe	6
4.3. Fragebogen.....	7
4.4. Stichprobenausfälle	7
4.4.1 Aufgrund ungültiger oder falscher Adressen	7
4.4.2 Aufgrund Verweigerung	7
4.4.3 Gründe für Stichprobenausfälle	7
4.5. Rücklauf	8
5. Resultate	9
5.1. Aufteilung des Verbrauchs nach Wirtschaftsgruppen	9
5.2. Spezifischer Wärmebedarf	10
5.3. Betrieb der Feuerung	11
5.3.1 Betrieb von Nahwärmenetzen	11
5.3.2 Ganzjahres- oder Winterbetrieb.....	12
5.3.3 Vollbetriebsstundenzahl.....	12
5.4. Spezifischer Holzverbrauch	13
5.5. Art des verwendeten Brennstoffes.....	14
5.6. Verwendete Holzart	15
5.7. Holzbezug	16
6. Grenzen der Ergebnisse (Repräsentanz)	17
6.1. Einflussfaktoren	17
6.2. Einfluss verschiedener Auswertungsarten	17
6.3. Vertrauensbereich für Hochrechnung auf Grundgesamtheit.....	19
7. Anhang	20
7.1. Resultattabellen	20
7.2. Umrechnungstabelle Energieinhalt.....	23
7.3. Verwendete Streuangsangabe	23
7.4. Fragebogen.....	24

Dank

Wir bedanken uns bei allen Projektbeteiligten für die gute Zusammenarbeit. Ein besonderer Dank geht an das Bundesamt für Energie, vertreten durch Herrn Daniel Binggeli, das dieses Projekt finanziert hat, sowie an Herrn Ladislav Dolecek für die Begleitung der Arbeiten.

Andreas Keel von Holzenergie Schweiz trug durch seine tatkräftige Unterstützung bei der Durchführung der Umfrage und bei der Übersetzung des Fragebogen ins Französische wesentlich zum guten Gelingen der Untersuchung bei. Dafür möchten wir ihm herzlich danken.

Die Arbeit wäre ohne die umfangreichen Informationen der befragten Anlagenbesitzer nicht möglich gewesen wofür wir uns ganz besonders bedanken möchten.

Alex Primas
Martin Kistler
Frank Kessler

1. Zusammenfassung

Ausgangslage

Die Aufteilung des Holzverbrauchs nach Wirtschaftsgruppen in der Holzenergiestatistik beinhaltete bisher grosse Unsicherheiten. Mit der Harmonisierung der Holzenergiestatistik (Vorarbeiten im Jahr 2004, erste Holzenergiestatistik nach dem neuen Modell für das Erhebungsjahr 2005) wird eine zuverlässige Aufteilung des Holzverbrauchs auf die Wirtschaftsgruppen wichtiger, da damit indirekt auch der Gesamtverbrauch an Energieholz tangiert wird.

Ziel

Um für die Erhebung 2005 der Holzenergiestatistik zuverlässige und robuste Zahlen zum Verbrauchssplitting der Wärmebezüger zu erhalten, wurde eine Umfrage bei den Betreibern von automatischen Holzfeuerungen durchgeführt.

Vorgehen

Aus der Grundgesamtheit von total knapp 5'200 Anlagen wurde eine nach Anlagenkategorien geschichtete Stichprobe von 1'200 Anlagen gezogen. Die Erhebung wurde schriftlich mit einem Fragebogen durchgeführt. Es wurde ein Rücklauf von 63% bzw. 766 auswertbaren Antworten erreicht. Insgesamt gibt der Rücklauf auch die Merkmale der Ausgangsstichprobe in guter Qualität wieder.

Neben den aktuellen Anlagengrunddaten, wurden vor allem Angaben zum Verbrauchssplitting der Wärmebezüger (Haushalt, Dienstleistung, Industrie) und zum eingesetzten Brennstoff erfragt.

Resultate

Von 58% der angefragten Anlagen (703 Antworten) waren Angaben zum Verbrauchssplitting verfügbar. In Abbildung 1.1 sind die Anteile bezogen auf den gesamten Holzbedarf innerhalb der jeweiligen Anlagenkategorie (=100%) dargestellt. Alle Verbräuche in Gebäuden mit mehreren Nutzungen wurden in dieser Darstellung entsprechend den Detailangaben im Fragebogen zugeordnet. Aufgrund des guten Rücklaufs liegt das 95%-Konfidenzintervall für die Hochrechnung der Angaben auf die Grundgesamtheit (alle Anlagen in der Schweiz) unter $\pm 10\%$. Zusätzlich ergeben sich (nicht quantifizierbare) Unsicherheiten aufgrund der unterschiedlichen Datenqualität der Antworten.

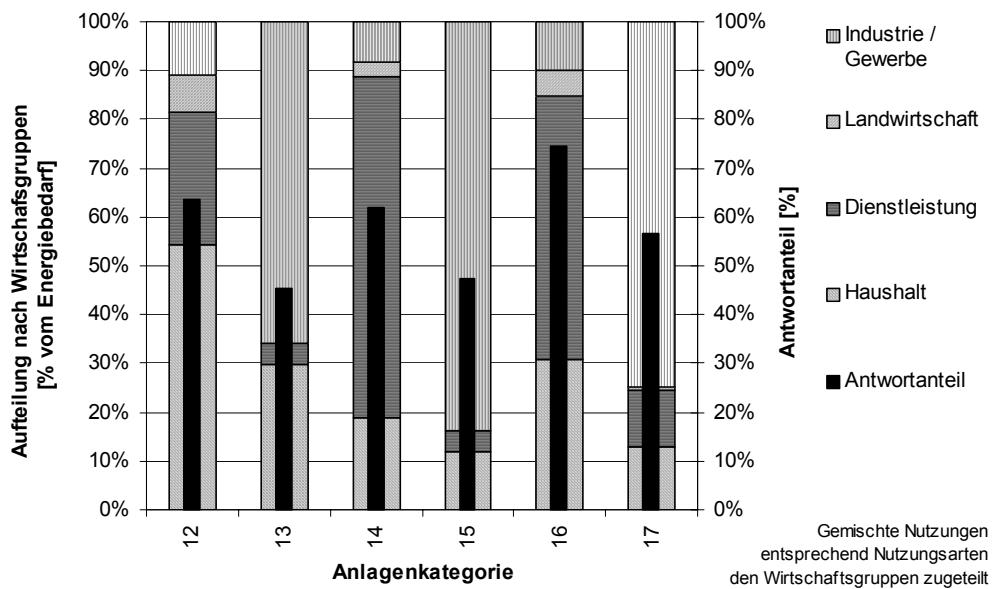


Abbildung 1.1 Aufteilung des Holzverbrauchs nach Wirtschaftsgruppen

Nahwärmenetze

69% der Anlagen (404 von 588 Antworten, bzw. 49% des Holzumsatzes) verfügen über ein Nahwärmennetz zur Verteilung der produzierten Wärme. Nahwärmennetze kommen vor allem bei grossen Anlagen und Anlagen ausserhalb von Holzverarbeitungsbetrieben vor.

Vollbetriebsstundenzahl, spezifischer Holzverbrauch

Anlagen kleiner 500 kW in Holzverarbeitungsbetrieben weisen im Mittel eine tiefere Vollbetriebsstundenzahl (ca. 1'500 h/a) und einen tieferen spezifischen Holzverbrauch (im Mittel 1.5 Sm³/kW) auf als die übrigen Anlagen (ca. 2'200 h/a; bzw. 2.3 Sm³/kW). Die Streuung ist jedoch in allen Anlagenkategorien gross. Die Bandbreite in der sich 50% Anlagen befinden liegt zwischen 1'200 und 2'800 Vollbetriebsstunden pro Jahr bzw. zwischen 1.3 und 2.7 Schüttkubikmeter pro Kilowatt Anlagenleistung und Jahr.

Holzart und Holzherkunft

Bei 49% der angefragten Anlagenbesitzern (565 Antworten) waren Angaben zur verwendeten Holzart verfügbar. Der Nadelholzanteil liegt bei Anlagen in Holzverarbeitungsbetrieben mit 70% deutlich höher bei Anlagen ausserhalb von Holzverarbeitungsbetrieben (50% Nadelholzanteil).

Anlagen ausserhalb von Holzverarbeitungsbetrieben beziehen ihr Holz hauptsächlich (zu knapp 50%) von Forstbetrieben, während innerhalb der Holzverarbeitungsbetriebe überwiegend (70%) eigenes Restholz verwendet wird. Der Bezug von Holzschnitzeln aus Privatwald oder direkt vom Bauern ist nur bei automatischen Holzfeuerungen ausserhalb Holzverarbeitungsbetrieben mit 50 - 300 kW Leistung (Kategorie 12) von Relevanz. In dieser Feuerungskategorie wird 27% des Gesamtverbrauchs aus Privatwald und 7% des Gesamtverbrauchs direkt vom Bauern bezogen.

2. Ausgangslage

In einem im Jahr 2004 durchgeföhrten Projekt zur Harmonisierung der Holzenergiestatistik mit den Energieperspektiven des Bundes¹, wurden die in der Holzenergiestatistik verwendeten Daten überprüft und angepasst. Dies betrifft vor allem den Anlagenbestand (bzw. die Anlagenlebensdauer), den Wirkungsgrad und den spezifischen Holzverbrauch. Zudem wurde die Aufteilung auf Haushalt, Industrie und Gewerbe, Dienstleistung sowie Land- und Forstwirtschaft basierend auf einer aktuellen Einschätzung des Anlagenbestandes neu festgelegt.

Untersuchungsbedarf und Nutzen

Die Aufteilung des Endverbrauchs nach Wirtschaftsgruppen beinhaltete grosse Unsicherheiten. Da damit indirekt auch der Gesamtverbrauch an Energieholz tangiert wird, und diese Aufteilung eine Grundlage für die weitere Verwendung der Verbrauchsdaten aus der Holzenergiestatistik ist, war eine Verbesserung der Datenlage angezeigt. Dazu wurden robustere Zahlen erhoben, welche auf Angaben der effektiv in Betrieb stehenden Anlagen basieren. Die Grundlagen für die Durchführung dieser Erhebung waren durch die vorhandenen Adressdaten aus der Datenbank der automatischen Feuerungen gegeben.

Die Erhebung führt einerseits zu robusteren Verbrauchszahlen für die Holzenergiestatistik, andererseits können mit der Untersuchung die festgestellten Differenzen² im Energieholzbedarf besser eingegrenzt werden.

3. Zielsetzung und Vorgehen

Zielsetzung

Um für die Erhebung 2005 der Holzenergiestatistik zuverlässige und robuste Zahlen zum Verbrauch bei den automatischen Holzfeuerungen zu erhalten wurden folgende Daten mit einer Erhebung bei den Feuerungsbetreiber erhoben:

- Verbrauchssplitting nach Wirtschaftsgruppen für aut. Feuerungen > 50 kW.
- Überprüfung des spezifischen Holzverbrauchs bei aut. Feuerungen > 50 kW.

Die Untersuchung beinhaltete die Datenerhebung bei 1'200 Feuerungsbetreiber. Die Resultate aus der Erhebung des Verbrauchssplittings wurden in die Datenbank der automatischen Feuerungen übernommen und erlauben dadurch verbesserte Aussagen zur Energieholzverwendung.

Vorgehen

Die Erhebung wurde schriftlich, mit einem Fragebogen durchgeführt. Die Feuerungsbetreiber wurden direkt über vorhandene Adressdaten angeschrieben. Neben den aktuellen Anlagengrunddaten (Abgleich mit den vorhandenen Daten in der Datenbank), wurde vor allem das Verbrauchssplitting der Wärmebezüger (Haushalt, Dienstleistung, Industrie) erfragt.

Ablauf der Erhebung

Die Erhebung der Daten zum Verbrauchssplitting beinhaltete folgende Schritte:

- Erstellung des Fragebogens und Auswahl der zu befragenden Feuerungsbetreiber (Stichprobenwahl je Leistungsklasse)
- Versenden der Fragebogen; Adressdaten aus der Datenbank der automatischen Feuerungen.
- Auswertung der eingegangenen Antworten (Ziel Rücklauf ca. 50%³). Eingabe der Daten in die Datenbank der automatischen Feuerungen
- Auswerten der Daten; Angaben zur Aussagekraft der Resultate

¹ Haushaltsmodell der Energieperspektiven des Bundes; P. Hofer, Prognos AG, Basel

² Differenz im Holzbedarf von ca. 1 Mio. m³ zwischen der harmonisierten Holzenergiestatistik und den Holzflussangaben von BUWAL (BUWAL Wald + Holz).

³ In anderen Untersuchungen mit schriftlichen Fragebogen (z.B. CEPE; Erneuerungsverhalten im Bereich Wohngebäude) konnte unter Einsatz eines Reminders ein Rücklauf von 50% erreicht werden.

Auswertung, Dokumentation

Die Resultate wurden für die Verwendung in der Holzenergiestatistik aufgearbeitet (Eingabe in Datenbank) sowie im vorliegenden Kurzbericht dargestellt und diskutiert.

4. Untersuchungsmethodik

4.1. UNTERSUCHUNGSZIEL, INHALT DES FRAGEBOGENS

Primäres Ziel der Erhebung war es Angaben über das Verbrauchssplitting nach Wirtschaftsgruppen für automatische Feuerungen > 50 kW zu erhalten. Dazu wurden im Fragebogen folgende Daten erfragt:

- Energiemenge, welche die Anlage in Gebäude der verschiedenen Wirtschaftsgruppen liefert (z.B. in MWh pro Jahr)
- Bei unbekanntem Energieanteil, wurde nach dem Leistungsanteil gefragt und daraus die Energiemenge über die Vollbetriebsstundenzahl berechnet
- Zur Plausibilitätsprüfung wurden zusätzlich Angaben zu den angeschlossenen Gebäuden erfragt (Anzahl Gebäude, Gebäudetyp, Gebäudegröße)

Zusätzlich wurden Basisdaten zur Anlage und zum verwendeten Brennstoff erhoben. Damit wurden die Angaben in der Datenbank überprüft bzw. wo nötig aktualisiert:

- Anlagengrunddaten (Leistung, Jahrgang, Silogrösse)
- Verwendetes Holzsortiment (Waldholz, Restholz, Pellets, Laub- / Nadelholz)
- Holzherkunft (Forstbetrieb, Privatwald, Holzverarbeitungsbetrieb, ...)

4.2. STICHPROBE

Die Zahl der zu versendenden Fragebögen ergab sich aus dem erwarteten Rücklauf und der geforderten Breite des Vertrauensbereichs (Ziel: 95%-Konfidenzintervall von $\pm 10\%$). Zudem darf eine minimale Anzahl Antworten nicht unterschritten werden, damit überhaupt noch eine Aussage für eine einzelne Kategorie möglich ist (≥ 30 Antworten).

Von der Grundgesamtheit von total knapp 5'200 Anlagen wurde eine Stichprobe von 1'200 Anlagen gezogen. Es wurde eine nach Anlagenkategorien (Kat. 12-17) geschichtete Stichprobe verwendet. Damit wurde sichergestellt, dass für jede Anlagenkategorie eine Aussage zum Verbrauchssplitting möglich ist. Die Auswahl der Anlagen erfolgte nach dem Zufallsprinzip für jede Anlagenkategorie separat. Bei den Anlagen mit einer Feuerungsleistung von 2 MW oder mehr wurden alle Anlagenbesitzer angeschrieben, da hier nur eine geringe Anzahl von Anlagen (5% bzw. 40 Anlagen) einen grossen Anteil der Verbrauchs (ca. 5%) ausmachen.

Tabelle 4.1 Verwendete Stichprobengrösse

Kat.	Anlagenkategorie, automatische Feuerungen	Anlagenzahl total **)	Stichprobe	Anteil
12	50 - 300 kW, ausserhalb Holzverarbeitungsbetrieben	2'096	200	10%
13	50 - 300 kW, innerhalb Holzverarbeitungsbetrieben	1'864	200	11%
14	300 - 500 kW, ausserhalb Holzverarbeitungsbetrieben	324	200	62%
15	300 - 500 kW, innerhalb Holzverarbeitungsbetrieben	313	200	64%
16	über 500 kW, ausserhalb Holzverarbeitungsbetrieben *)	299	200	67%
17	über 500 kW, innerhalb Holzverarbeitungsbetrieben *)	295	207 *)	70%
12-17	Total	5'191	1'207	23%

*) Bei Anlagen mit einer Feuerungsleistung von 2 MW oder mehr wurden alle Anlagenbesitzer angeschrieben (Erweiterung der Stichprobe bei Kategorie 17 notwendig)

**) Grundgesamtheit gemäss Datenbank der automatischen Holzfeuerungen, Stand April 2005

Es wurde davon ausgegangen, dass ein Rücklauf von minimal 30% der Ausgangsstichprobe erreicht wird. Das Ziel für den Fragebogen-Rücklauf wurde auf 50% gesteckt. Um dies zu erreichen wurde für diese Erhebung ein Vorgehen mit einem Reminder kurz vor Ablauf der Rücksendefrist gewählt. An 656 Anlagenbesitzer (65%) wurde ein Reminder gesendet. Damit konnte ein Rücklauf⁴ von 63% erreicht werden. Insgesamt standen 766 auswertbare Antworten zur Verfügung.

4.3. FRAGEBOGEN

Der Fragebogen musste für möglichst viele Anwendungen (große / kleine Anlagen) und unterschiedliche Datenlagen (mit / ohne Messausrüstung) eine Aussage ermöglichen. Dieser Schwierigkeit wurde durch die Möglichkeit von Angaben auf verschiedenen Ebenen (Wärmebedarf, Geschossfläche, Gebäudezahl) Rechnung getragen. Trotzdem durfte der Fragebogen nicht zu komplex und zu lang sein, um einen guten Rücklauf zu erreichen (siehe Fragebogen im Anhang in Kapitel 7.4).

Für die 135 angefragten Anlagenbesitzer (11%) in der Romandie⁵ wurde der Fragebogen auf Französisch übersetzt. Den 21 angefragten Anlagenbesitzer im Tessin wurde ein deutschsprachiger Fragebogen zugesendet.

4.4. STICHPROBENAUSFÄLLE

4.4.1 Aufgrund ungültiger oder falscher Adressen

Die Stichprobenausfälle aufgrund ungültiger oder falscher Adressen wurden durch eine Nachprüfung der Adressen so gering wie möglich gehalten. Wie die Aufstellung in Kapitel 4.4.3 zeigt, konnte oft nicht ermittelt werden ob, und unter welcher Firmenbezeichnung die Anlage noch betrieben wird (Firmenumzüge / -konkurse).

4.4.2 Aufgrund Verweigerung

Da die Befragung auf Freiwilligkeit beruht, war mit einer grösseren Zahl von Verweigerungen zu rechnen. Die angegebenen Gründe für eine Verweigerung (z.B. Zeitmangel) müssen dabei nicht unbedingt mit den effektiven Motiven, eine Befragung zu verweigern, übereinstimmen. Die Verweigerungsrate kann nicht berechnet werden, da nicht zuverlässig zwischen Falsch-Adressen, Nicht-Erreichbarkeit, Nicht-Befragbarkeit und Verweigerungen unterschieden werden kann.

Es konnte nur die sogenannte 'Rücklaufquote' berechnet werden (als Verhältnis zwischen versandten und ausgefüllt zurückgeschickten Fragebögen). Für die einzelnen (auswertbaren) Antworten wird dieser Wert in den Abbildungen jeweils als „Antwortanteil“ aufgeführt.

Eine genügende Rücklaufquote kann durch einen gut lesbaren, einfach und klar aufgebauten Fragebogen erreicht werden. Ein Reminder für Personen, die noch nicht geantwortet haben erhöht die Rücklaufquote zusätzlich.

4.4.3 Gründe für Stichprobenausfälle

Einige Informationen über die Stichprobenausfälle ergaben sich aus den retournierten (nicht ausgefüllten) Fragebögen. Folgende Gründe für diese Ausfälle (103 Fragebögen bzw. knapp 9% der Ausgangsstichprobe) wurden ermittelt:

- Auskunft verweigert (3 Stk.)
- Persönlich retourniert, Probleme mit der Adresse (16 Stk.)
- Retourniert, Empfänger konnte nicht ermittelt werden (23 Stk.)
- Retourniert, Firma erloschen (30 Stk.)
- Retourniert, weggezogen (20 Stk.)
- Retourniert, gestorben (6 Stk.)
- Retourniert, Annahme verweigert (2 Stk.)
- Geantwortet; Anlage jedoch noch nicht, oder erst im Lauf des Jahres 2005 in Betrieb gegangen, d.h. kein vollständiges Betriebsjahr (3 Stk.)

⁴ Nur auswertbare Antworten (ohne Rücklauf aus Stichprobenausfällen)

⁵ Anteil vergleichbar wie in der Grundgesamtheit gemäss der Datenbank, Stand April 2005

Telefonische Rückfragen ergaben, dass Zeitmangel bzw. der Aufwand für die Erhebung der Daten ein wichtiger Punkt für das „nicht Antworten“ waren. Zum anderen wurde verschiedentlich angemerkt, dass Angaben zum Energiebedarf bereits geliefert wurden (Erhebung über den Energieverbrauch, Helbling / BFE) und der Befragte daher nicht gewillt war, weitere Fragebogen auszufüllen.

4.5. RÜCKLAUF

Die 766 auswertbaren Antworten (63% Rücklauf) verteilten sich wie folgt auf die verschiedenen Anlagenkategorien:

Tabelle 4.2 Aufteilung des Rücklaufs nach Anlagenkategorien

Kat.	Anlagenkategorie, automatische Feuerungen	Stichprobe	Rücklauf	Anteil
12	50 - 300 kW, ausserhalb Holzverarbeitungsbetrieben	200	136	68%
13	50 - 300 kW, innerhalb Holzverarbeitungsbetrieben	200	107	54%
14	300 - 500 kW, ausserhalb Holzverarbeitungsbetrieben	200	134	67%
15	300 - 500 kW, innerhalb Holzverarbeitungsbetrieben	200	108	54%
16	über 500 kW, ausserhalb Holzverarbeitungsbetrieben	200	154	77%
17	über 500 kW, innerhalb Holzverarbeitungsbetrieben	207	127	61%
12-17	Total	1'207	766	63%

Insgesamt konnte in allen Anlagenkategorien ein guter bis sehr guter Rücklauf erreicht werden (überall > 50%). Es zeigte sich, dass der Rücklauf aus den Anlagenkategorien ausserhalb Holzverarbeitungsbetrieben mit 67-77% deutlich höher lag als bei den Anlagen innerhalb Holzverarbeitungsbetrieben (54-61%). Dieser Unterschied ist vor allem auf den Zeitaufwand für das Ausfüllen des Fragebogens zurückzuführen. Durch die komplexeren Verhältnisse in den Holzverarbeitungsbetrieben (Verwertete Menge an Restholz ist oft nicht genau bekannt, keine Wärmemessungen) ist der Zeitaufwand für die Beantwortung der Fragen dort oft höher. Zudem dürfte in diesen Betrieben (im Gegensatz zu öffentlichen Anlagen wie z.B. in Schulen) die Bereitschaft geringer sein, den Zeitaufwand für das Ausfüllen des Fragebogens zu erbringen.

87% der Anlagen in der Stichprobe lagen in der Deutschschweiz, 11% der Anlagen in der Romandie und 2% der Anlagen im Tessin. Der Rücklauf aus der Deutschschweiz und der Romandie war mit 63-64% vergleichbar. Der Rücklauf der Anlagenbesitzer aus dem Tessin war aufgrund des Verzichtes auf einen italienischen Fragebogen mit 43% deutlich tiefer.

Tabelle 4.3 Aufteilung des Rücklaufs nach Regionen

Region	Stichprobe	Rücklauf	Anteil
Anlagen in der Deutschschweiz	1'051	672	64%
Anlagen in der Romandie	135	85	63%
Anlagen im Tessin	21	9	43%
Total	1'207	766	63%

Insgesamt waren keine grösseren Abweichungen des Rücklaufs in Bezug auf die Merkmale der Ausgangsstichprobe festzustellen.

5. Resultate

5.1. AUFTEILUNG DES VERBRAUCHS NACH WIRTSCHAFTSGRUPPEN

Abbildung 5.1 zeigt die Auswertung der Frage zum Verbrauchssplitting nach Wirtschaftsgruppen für die verschiedenen Anlagenkategorien. Die Auswertung erfolgte mit allen Rückantworten, welche diese Frage beantwortet hatten (703 Fragebögen bzw. 58% der Stichprobe). Der in Abbildung 5.1 gezeigte Anteil wurde aus der Summe des Holzbedarfs⁶ aller Anlagen⁷ einer Kategorie berechnet. Damit wurden die Angaben der einzelnen Anlagen entsprechend dem Holzbedarf der Anlage gewichtet. Der Summenwert (100%) entspricht jeweils dem gesamten Holzbedarf innerhalb der Anlagenkategorie.

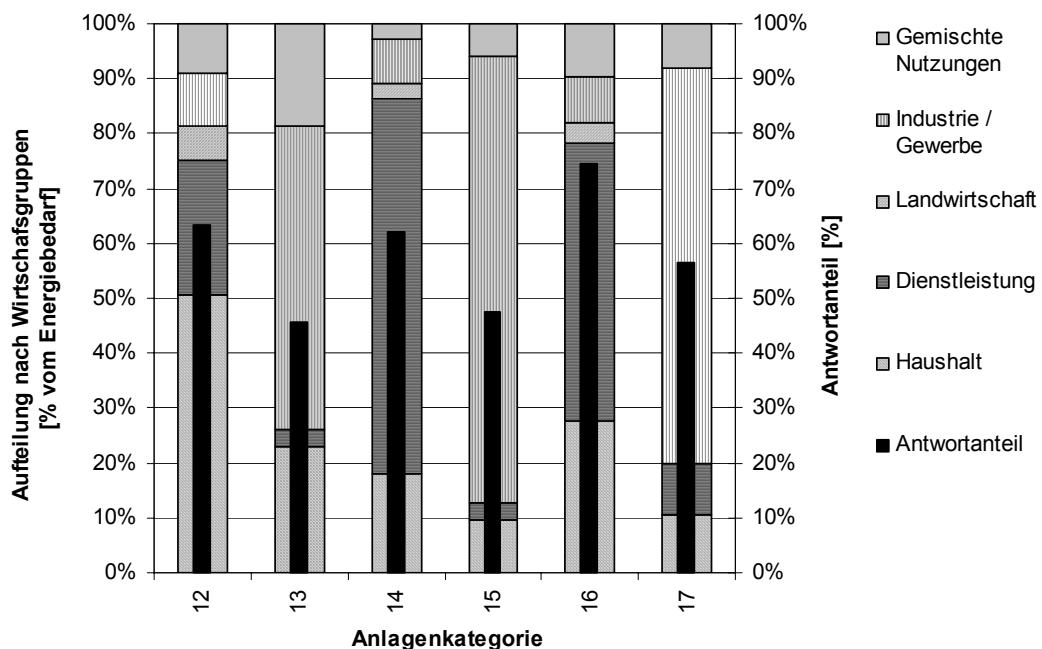


Abbildung 5.1 Aufteilung des Holzverbrauchs nach Wirtschaftsgruppen

Der Verbrauchsanteil mit gemischten Nutzungen liegt in den meisten Anlagenkategorien bei knapp 10% des Gesamtverbrauchs. Deutlich höher ist dieser Anteil mit knapp 19% bei Anlagen innerhalb Holzverarbeitungsbetrieben mit 50 – 300 kW Leistung (Kategorie 13). Dies dürfte vor allem auf gemeinsame Nutzungen eines Holzverarbeitungsbetriebes mit zugehörigem Wohnhaus zurückzuführen sein.

In Abbildung 5.2 wurden die Verbrauchsanteile mit gemischter Nutzung entsprechend den angegebenen Nutzungsarten aufgeteilt. Da bei dieser Auswertung nur die Art der Nutzung erfragt wurde, jedoch nicht deren Anteile (z.B. in %), zeigt diese Graphik nur eine ungefähre Verteilung der Nutzungsarten. Für die Aufteilung bei zwei Nutzungen wurde eine Verteilung zu je 50% angenommen, bei drei verschiedenen Nutzungen zu je 33%. Bei 4-12% der Antworten mit einem Verbrauch in gemischten Nutzungen waren keine Angaben zur Nutzungsart vorhanden.

⁶ Angaben in Schütt-m³, umgerechnet in kWh. Bei fehlenden Angaben zum Holzbedarf wurde der Holzbedarf aus dem Wärmeoutput oder der Betriebsstundenzahl und der Leistung ermittelt.

⁷ Alle Anlagen für welche die Aufteilung nach Wirtschaftsgruppen verfügbar war (total 703 Anlagen)

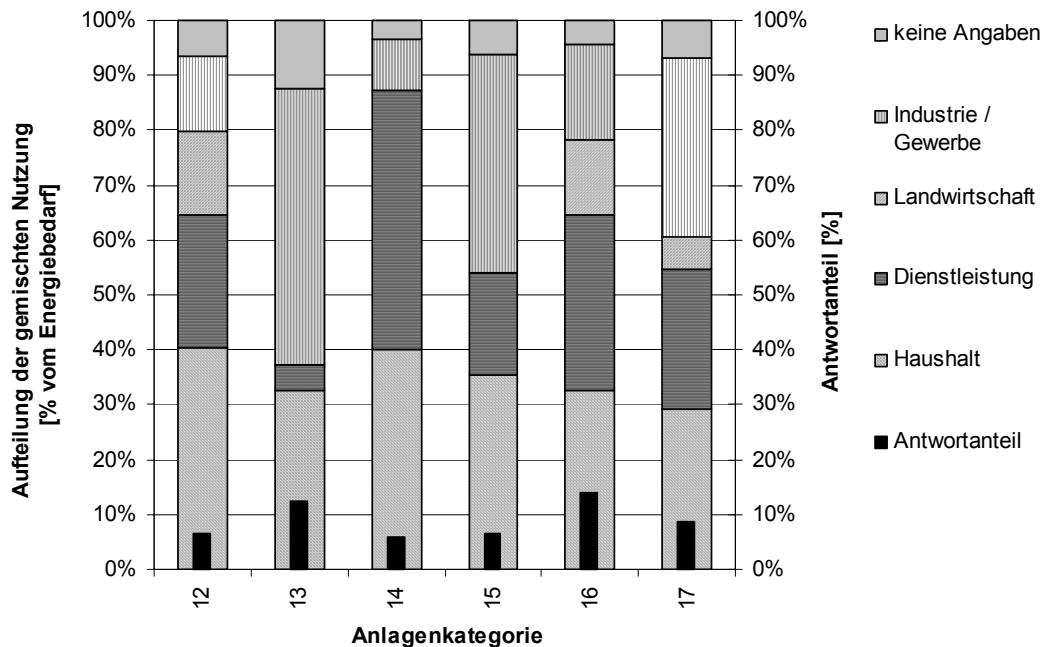


Abbildung 5.2 Aufteilung des Holzverbrauchs bei Verbrauchern mit gemischter Nutzung

In Tabelle 5.1 zeigt den Verbrauch nach Wirtschaftsgruppen pro Anlagenkategorie. Dieser ergibt sich aus den Angaben in Abbildung 5.1 und Abbildung 5.2. Dabei wurde für die Verbräuche mit gemischter Nutzung ohne Angabe zur Nutzungsart eine identische Verteilung wie beim zuordenbaren Verbrauch mit gemischter Nutzung (wie in Abbildung 5.2) angenommen.

Tabelle 5.1 Aufteilung des Verbrauchs nach Wirtschaftsgruppen

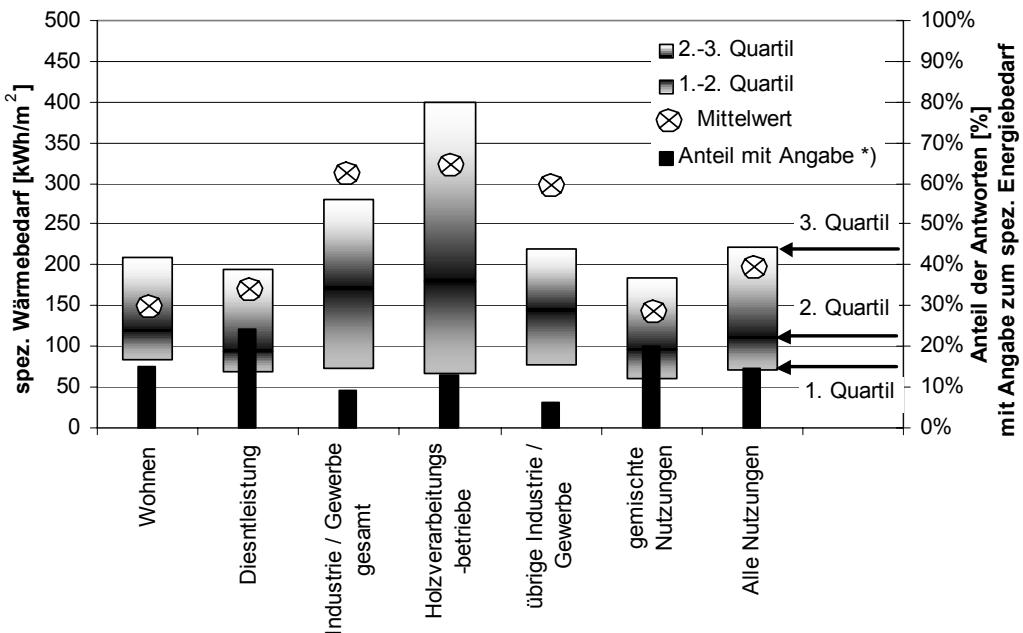
Kat.	Anlagenkategorie, automatische Feuerungen	HH	DL	LW	I+G
12	50 - 300 kW, ausserhalb Holzverarbeitungsbetrieben	54.4%	27.1%	7.5%	10.9%
13	50 - 300 kW, innerhalb Holzverarbeitungsbetrieben	29.9%	4.3%	0.0%	65.8%
14	300 - 500 kW, ausserhalb Holzverarbeitungsbetrieben	19.0%	69.6%	3.1%	8.3%
15	300 - 500 kW, innerhalb Holzverarbeitungsbetrieben	11.9%	4.4%	0.0%	83.8%
16	über 500 kW, ausserhalb Holzverarbeitungsbetrieben	30.8%	53.8%	5.3%	10.1%
17	über 500 kW, innerhalb Holzverarbeitungsbetrieben	13.0%	11.7%	0.5%	74.8%

HH = Haushalt, DL = Dienstleistung, LW = Land- und Forstwirtschaft, I+G = Industrie und Gewerbe

5.2. SPEZIFISCHER WÄRMEBEDARF

Sofern Angaben zur beheizten Fläche und zum Wärmebedarf vorhanden waren, konnte der spezifische Wärmebedarf in kWh/m² ermittelt werden. Bei 15% der Antworten mit Angaben zur Aufteilung nach Wirtschaftsgruppen konnte der spezifische Wärmebedarf berechnet werden. Die ermittelten Angaben streuen sehr stark. Um die Darstellung nicht durch Ausreisser zu verfälschen wurde in Abbildung 5.3 der Median (2. Quartil) sowie der Quartilsabstand (3. Quartil minus 1. Quartil) als Streuungsmass eingetragen. Das zusätzlich eingezeichnete arithmetische Mittel zeigt, dass die Verteilung der Werte oft stark asymmetrisch ist. (insbesondere bei der Nutzung „Industrie und Gewerbe“).

Abbildung 5.3 zeigt, dass bei 50% der Antworten der spezifische Wärmebedarf von Gebäuden im Wohn- und Dienstleistungsbereich zwischen 70 und 200 kWh/m² liegt. Deutlich höher liegt der spezifische Wärmebedarf in Holzverarbeitungsbetrieben (50% der Werte zwischen 70 und 400 kWh/m²). Hier ist der Einfluss der in diesen Betrieben oft vorhandenen Holztrocknungsanlagen deutlich sichtbar.



*) Anteil der Antworten mit Angaben zum Energiebedarf pro Verbrauchergruppe und Angaben zur Gebäudefläche in Bezug auf alle Antworten mit Angaben zum Energiebedarf pro Verbrauchergruppe (= 100%)

Abbildung 5.3 spezifischer Wärmebedarf nach Wirtschaftsgruppen

5.3. BETRIEB DER FEUERUNG

5.3.1 Betrieb von Nahwärmenetzen

Insgesamt 588 Anlagenbesitzer bzw. 49% der Stichprobe beantworteten diese Frage. 404 Anlagen (69% der Anlagen bzw. 49% des Holzumsatzes) verfügen über ein Nahwärmenetz zur Verteilung der produzierten Wärme. In Abbildung 5.4 sind die Anteile am Energieumsatz in Anlagen mit bzw. ohne Nahwärmenetz für die verschiedenen Anlagenkategorien aufgetragen. Es zeigt sich, dass Nahwärmenetze vor allem bei grossen Anlagen und Anlagen ausserhalb von Holzverarbeitungsbetrieben zur Anwendung kommen.

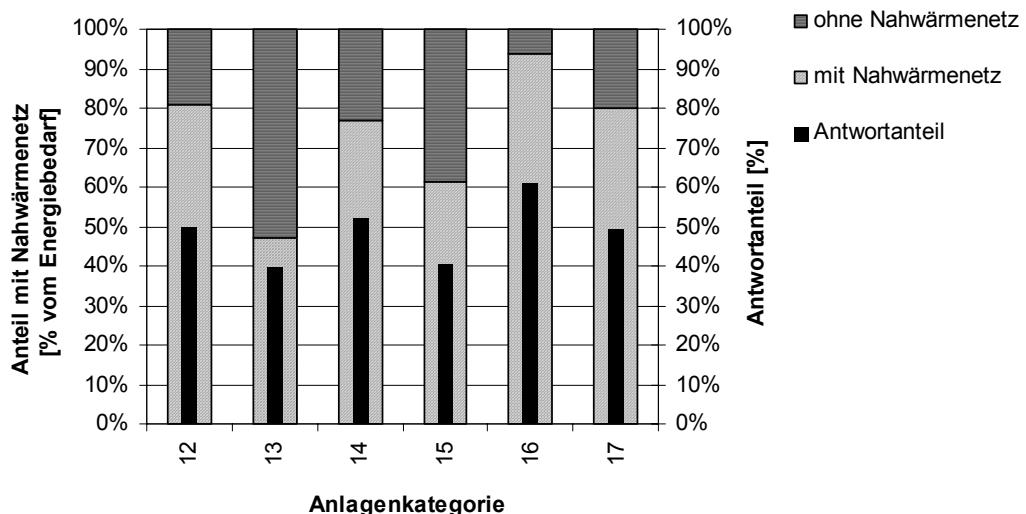


Abbildung 5.4 Energieumsatz mit oder ohne Nahwärmenetz nach Anlagenkategorien

5.3.2 Ganzjahres- oder Winterbetrieb

Insgesamt 675 Anlagenbesitzer bzw. 56% der Stichprobe beantworteten diese Frage. 264 Anlagen (39% der Anlagen) sind nur im Winter in Betrieb. In Abbildung 5.5 sind die Anteile der Anlagen mit Ganzjahres- bzw. nur Winterbetrieb für die verschiedenen Anlagenkategorien aufgetragen.

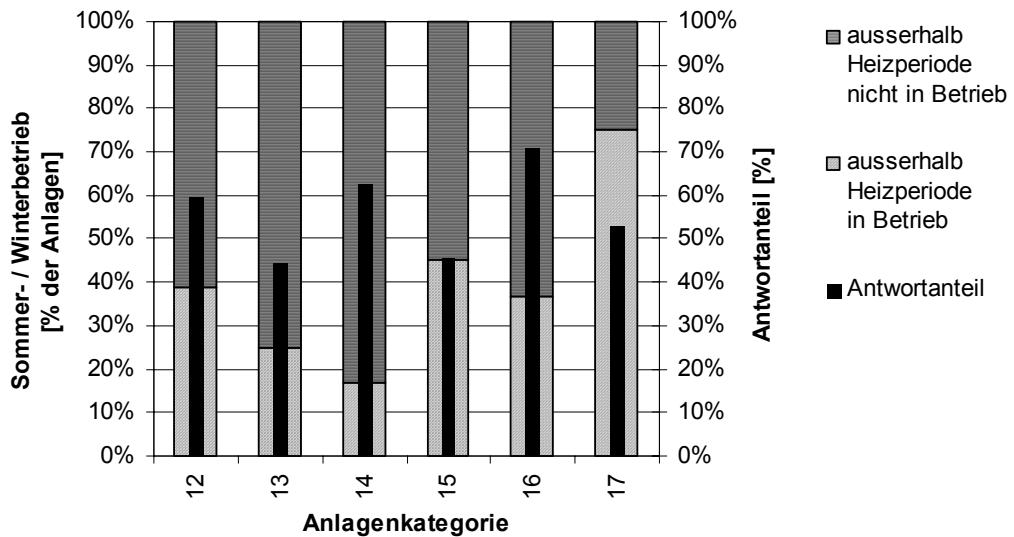


Abbildung 5.5 Anlagenanteil mit Ganzjahres- oder nur Winterbetrieb nach Anlagenkategorien

5.3.3 Vollbetriebsstundenzahl

Insgesamt 703 Anlagenbesitzer bzw. 58% der Stichprobe machten eine Angabe zur jährlichen Betriebsstundenzahl der Anlage, oder die Anzahl Vollbetriebsstunden konnte aus den Leistungs- und Energiedaten berechnet werden. Für die Umrechnung der Anlagenbetriebsstunden zu den in Abbildung 5.6 dargestellten Vollbetriebsstunden wurde für Anlagen mit Ganzjahresbetrieb eine mittlere Auslastung von 50% und für Anlagen nur mit Winterbetrieb eine mittlere Auslastung von 60% zugrundegelegt.

Abbildung 5.6 zeigt, dass die Anlagen in Holzverarbeitungsbetrieben, welche kleiner 500 kW sind, im Mittel eine tiefere Vollbetriebsstundenzahl aufweisen als die übrigen Anlagen. Die Streuung ist jedoch in allen Anlagenkategorien gross. Die Bandbreite, in der sich 50% Anlagen befinden, liegt zwischen 1'200 und 2'800 Vollbetriebsstunden pro Jahr.

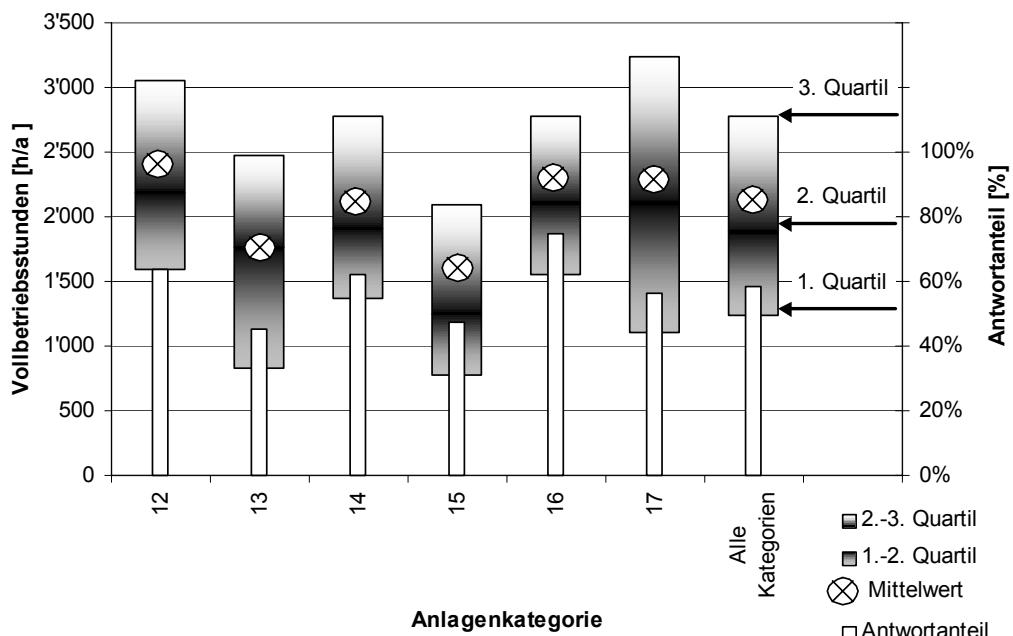


Abbildung 5.6 Vollbetriebsstunden der Anlagen nach Anlagenkategorien

5.4. SPEZIFISCHER HOLZVERBRAUCH

Ein ähnliches Bild wie bei den Vollbetriebsstunden zeigt sich beim spezifischen Holzverbrauch. Insgesamt standen für 593 Anlagen (bzw. 45% der Stichprobe) Angaben zum Brennstoffbedarf der Anlage zur Verfügung.

Abbildung 5.6 zeigt den spezifischen Holzverbrauch in Schüttkubikmeter pro Kilowatt Anlagenleistung und Jahr für die verschiedenen Anlagenkategorien. Anlagen kleiner 500 kW in Holzverarbeitungsbetrieben zeigen einen tieferen spezifischen Holzverbrauch (im Mittel 1.5 Sm³/kW) als die übrigen Anlagen (ca. 2.3 Sm³/kW). Auch hier ist die Streuung der Angaben gross (insbesondere in Kategorie 17). Die Bandbreite, in der sich 50% der Anlagen befinden, liegt zwischen 1.3 und 2.7 Schüttkubikmeter pro Kilowatt Anlagenleistung.

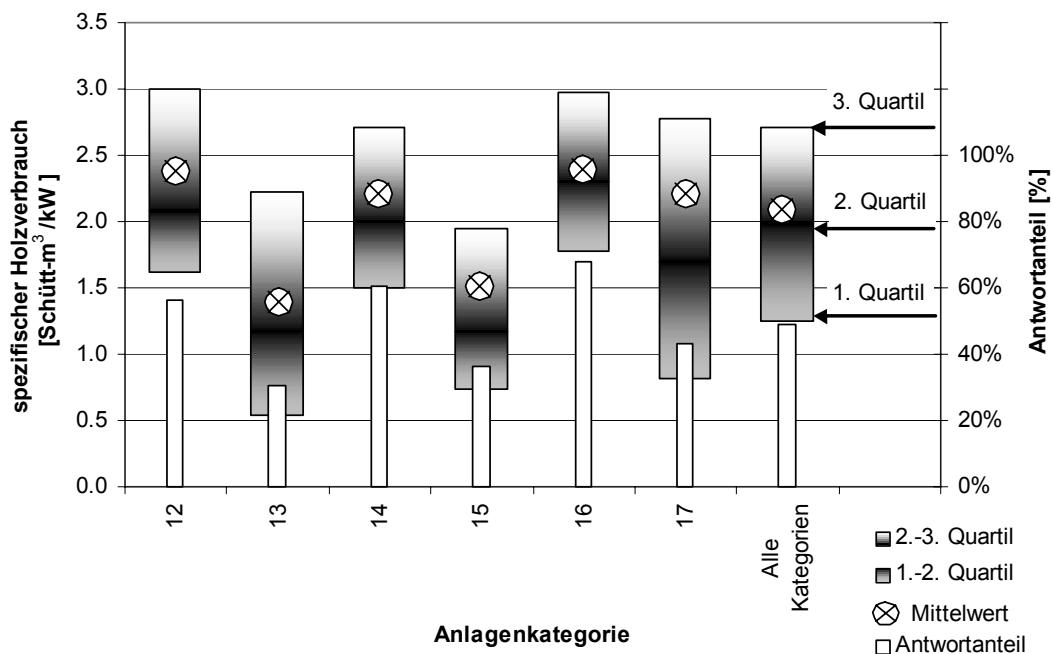


Abbildung 5.7 spezifischer Holzverbrauch der Anlage nach Anlagenkategorien

5.5. ART DES VERWENDETEN BRENNSTOFFES

In 235 von 685 Anlagen (34% der Anlagenbesitzer, welche auf die Frage antworteten) werden neben Waldholz, Restholz, Altholz und Holzpellets weitere Brennstoffe verwendet. In den meisten Anlagen wird Heizöl oder Erdgas in einem Spitzenkessel verfeuert. Der Anteil anderer Brennstoffe macht knapp 10% des Gesamtverbrauchs aus. Die Aufteilung dieses Energiebedarfs auf die verschiedenen Brennstoffe ist in Abbildung 5.8 und Abbildung 5.9 dargestellt.

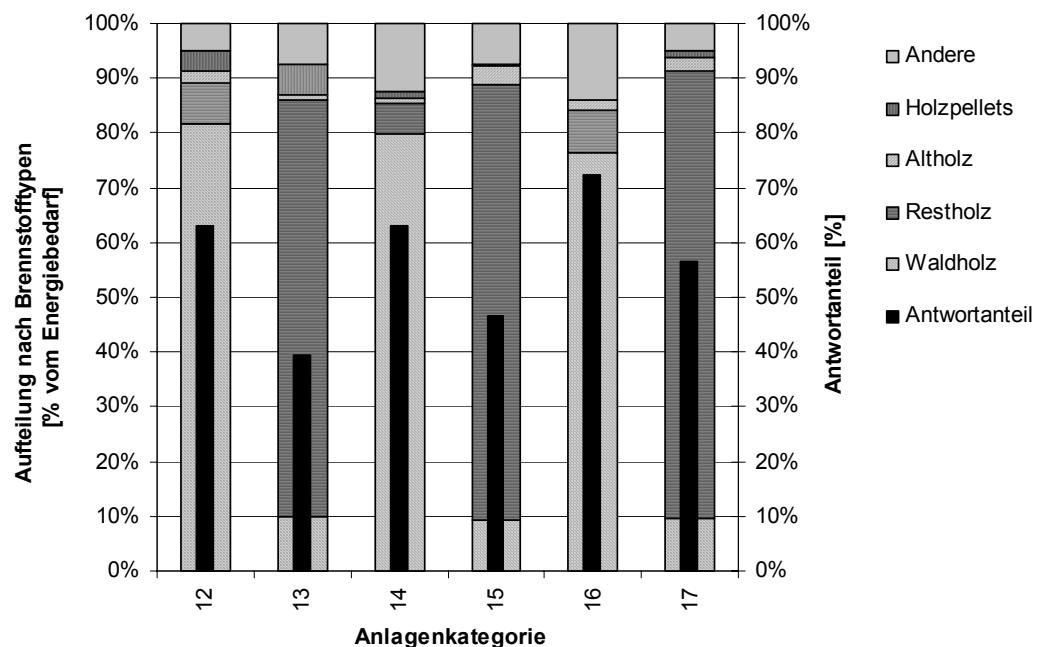


Abbildung 5.8 Art des verwendeten Brennstoffes nach Anlagenkategorien

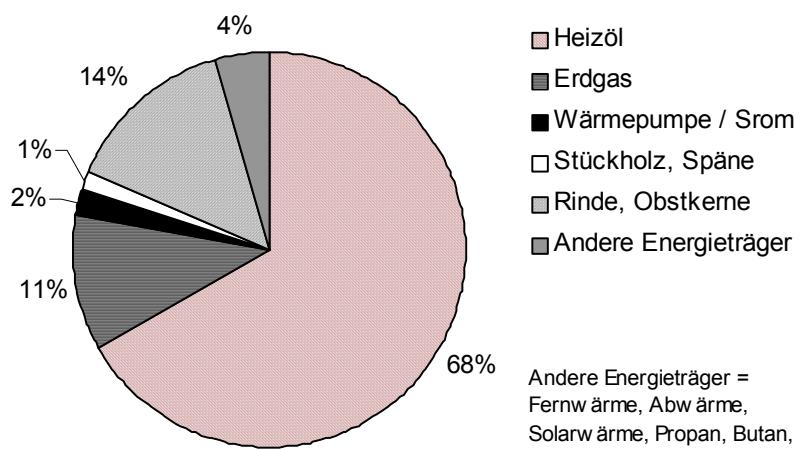


Abbildung 5.9 Aufteilung des Verbrauchs anderer Brennstoffe

5.6. VERWENDETE HOLZART

Insgesamt 565 Anlagenbesitzer bzw. 49% der Stichprobe beantworteten diese Frage. 41% des Holzumsatzes wird durch Laubholz abgedeckt. Wie Abbildung 5.10 zeigt ist der Nadelholzanteil mit ca. 70% bei Anlagen innerhalb von Holzverarbeitungsbetrieben (Anlagenkategorien 13, 15, 17) deutlich höher als bei den übrigen Anlagen (knapp 50% Nadelholzanteil).

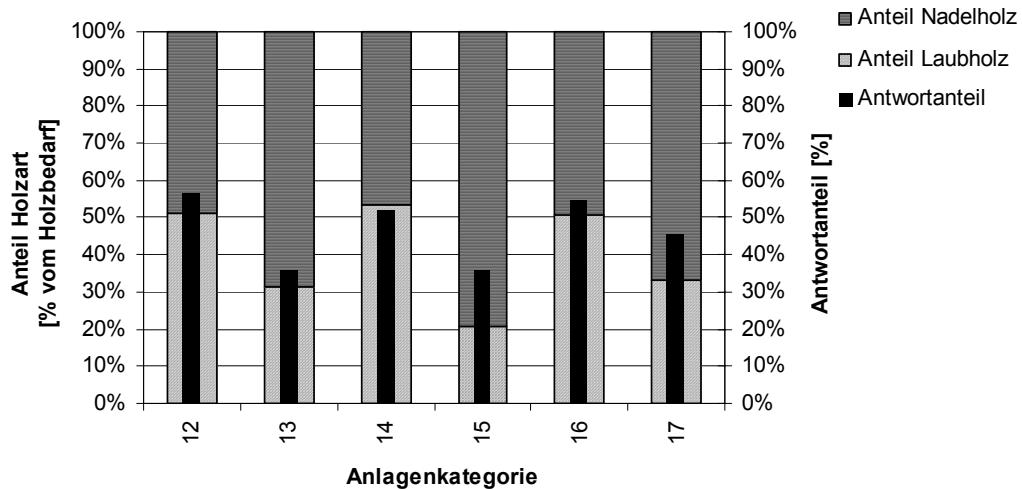


Abbildung 5.10 Verwendete Holzart nach Anlagenkategorien

Aus den Angaben zum Anteil Nadel- oder Laubholz im verwendeten Brennstoff wurde der mittlere Anteil Nadel- oder Laubholz im verwendeten Waldholz (329 auswertbare Antworten) und Restholz (199 Antworten) bestimmt. Beim Waldholz liegt der mittlere Nadelholzanteil bei etwa 50%. Beim Restholz liegt der Nadelholzanteil dagegen bei etwa 70% (siehe Abbildung 5.11). Diese Werte decken sich mit den Angaben im Jahrbuch „Wald und Holz“ (BUWAL, 2004)⁸. Dass Waldholz grössere Variabilität aufweist als Restholz, zeigt sich zudem in der grösseren Bandbreite des spezifischen Heizwertes (in kWh/m³). Dieser ist neben der Holzart auch durch die Holzfeuchte beeinflusst. Waren keine Angaben zur Umrechnung von Schütt-m³ in Kilowattstunden vom Anlagenbesitzer verfügbar, so wurde die Umrechnung gemäss der Umrechnungstabelle im Anhang (Tabelle 7.14) vorgenommen.

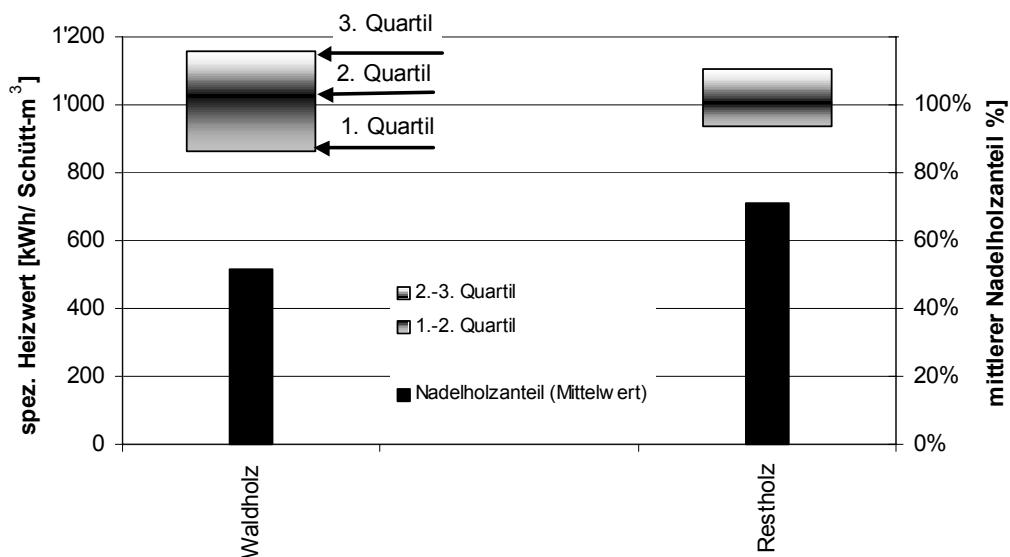


Abbildung 5.11 Nadelholzanteil und Bandbreite des spez. Heizwertes für Wald- und Restholz

⁸ Darin wird für Brennholz (= Waldholz) ein Nadelholzanteil von 40-50%, für Industrieholz (= Restholz) ein Nadelholzanteil von knapp 70% und für Stammholz (ebenfalls Teil des Restholzes) ein Nadelholzanteil von etwa 90% ausgewiesen (Werte der Jahre 2000 bis 2003)

5.7. HOLZBEZUG

Insgesamt 680 Anlagenbesitzer bzw. 56% der Stichprobe beantworteten die Frage, woher sie das Holz für Ihre Anlage beziehen. Wie Abbildung 5.12 zeigt, beziehen die Anlagen ausserhalb von Holzverarbeitungsbetrieben ihr Holz überwiegend aus den Forstbetrieben, während innerhalb der Holzverarbeitungsbetriebe hauptsächlich eigenes Restholz verwendet wird. Der Bezug von Holzschnitzeln aus Privatwald oder direkt vom Bauern ist nur bei automatischen Holzfeuerungen ausserhalb von Holzverarbeitungsbetrieben mit 50 - 300 kW Leistung (Kategorie 12) von Relevanz. In dieser Feuerungskategorie wird 27% des Gesamtverbrauchs aus Privatwald und 7% des Gesamtverbrauchs direkt vom Bauern bezogen. Im weiteren fällt auf, dass vor allem bei grossen Anlagen oft Holz aus mehreren Quellen verwendet wird.

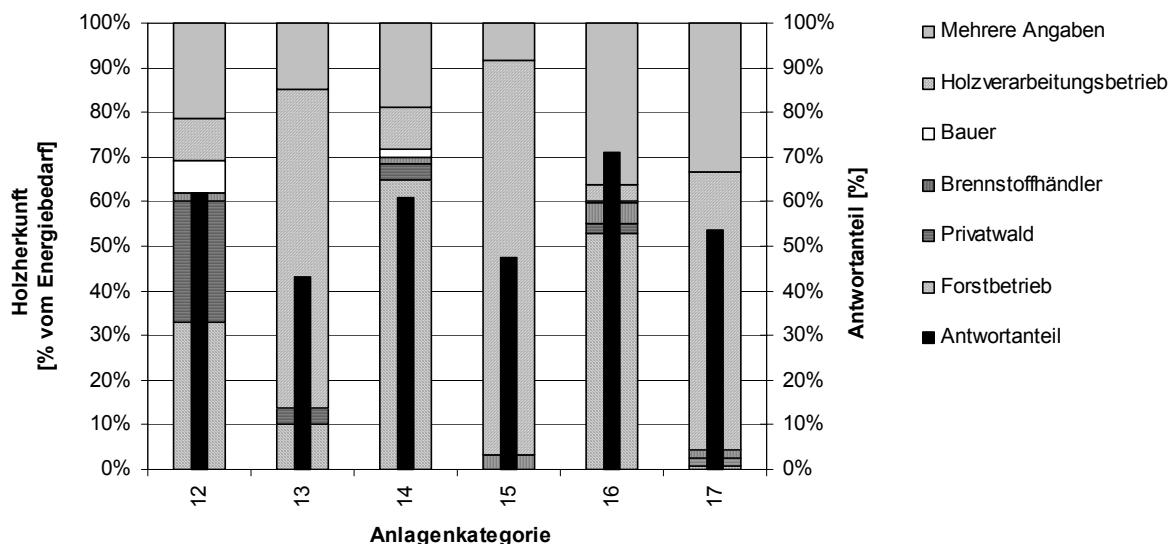


Abbildung 5.12 Holzherkunft nach Anlagenkategorien

Die in Abbildung 5.12 dargestellten Resultate der einzelnen Feuerungskategorien wurden proportional zum Bestand auf den Gesamtbestand (Für das Jahr 2005) hochgerechnet. Abbildung 5.13 zeigt die Aufteilung der Holzherkunft für den Gesamtbestand der automatischen Feuerungen < 50 kW. Es zeigt sich, dass zum grössten Teil Restholz aus Holzverarbeitungsbetrieben (38%) sowie Waldholz (25%) in den automatischen Feuerungen verbrannt wird. Die weiteren Bezugsquellen (aus Privatwald, vom Bauern, vom Brennstoffhändler) sind eher von untergeordneter Bedeutung (insgesamt etwa 10% des Energiebedarfs).

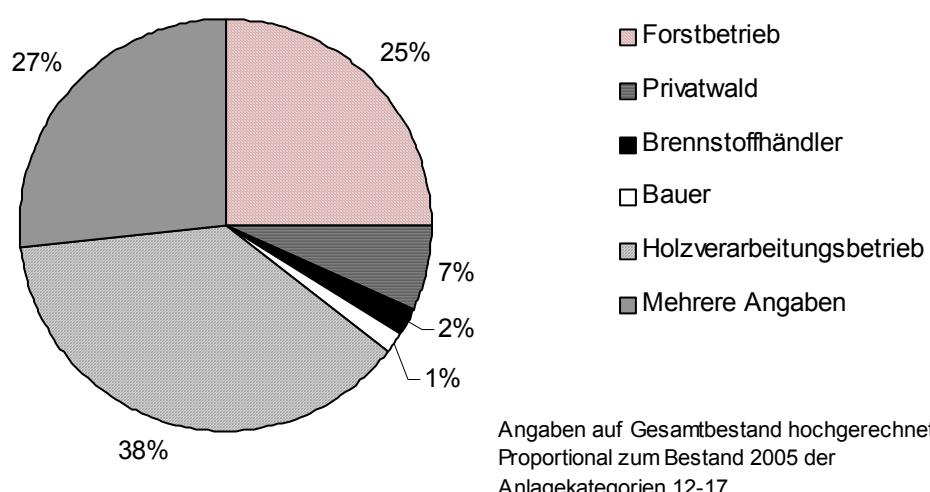


Abbildung 5.13 Aufteilung der Holzherkunft für Gesamtbestand (Kategorien 12-17)

6. Grenzen der Ergebnisse (Repräsentanz)

6.1. EINFLUSSFAKTOREN

Wie bei jeder Erhebung ist auch hier die Qualität der Aussage von verschiedenen Faktoren abhängig, auf welche nachfolgend kurz eingegangen wird:

- *Auswahl der Stichprobe:* Es wurde bewusst mit einer nach Anlagenkategorien geschichteten Stichprobe gearbeitet. Dadurch war eine genügende Anzahl auswertbarer Antworten sichergestellt, um Aussagen für die verschiedenen Anlagenkategorien machen zu können. Durch die Zufallsauswahl wurde zudem sichergestellt, dass eine Hochrechnung auf die Grundgesamtheit möglich ist.
- *Rücklauf:* Ein guter Rücklauf ist wichtig für eine zuverlässige Aussage. Mit Hilfe des Reminders sowie der Hilfestellung bei Fragen (insgesamt über 50 telefonische Rückfragen) konnte ein hoher Rücklauf (63% auswertbare Antworten) erreicht werden. Es zeigte sich auch, dass der Rücklauf auch über die Sprachregionen (Deutschschweiz / Romandie) gleich verteilt wie die Stichprobe und die Grundgesamtheit war.
- *Klarheit des Fragebogens:* Der Fragebogen musste einerseits möglichst einfach sein trotzdem aber sehr unterschiedliche Anlagetypen und Datenverfügbarkeiten abdecken. Aus den Rückmeldungen zeigte sich, dass bei einzelnen Antworten die Fragen falsch interpretiert wurden (z.B. durchschnittliche Geschossfläche pro Gebäude). Dies zeigte sich dann auch in der Auswertung der entsprechenden Fragen (z.B. grosse Streuung der spezifischen Wärmebedarfe).
- *Qualität der Angaben:* Mit der Qualität der Angaben wird die Güte der Aussage stark beeinflusst. Hier zeigten sich grosse Unterschiede. Während zu einigen Anlagen detaillierte Daten zur Verfügung gestellt wurden, waren für andere Anlagen nur unzureichende Angaben vorhanden. Fehlende Angaben wurden, wo möglich, rechnerisch ermittelt (z.B. Umrechnung von Schütt-m³ in kWh), oder auf Plausibilität geprüft (z.B. Vollbetriebsstunden, Summenkontrolle). Damit konnte der Einbezug von fehlerhaften Angaben stark verringert werden. Trotzdem ergibt sich eine relativ grosse Bandbreite, in welcher die Werte zwar noch im Rahmen des Zulässigen liegen, aber doch stark vom Erwartungswert abweichen. Speziell wurde dies bei den spezifischen Wärmebedarfe (in kWh/m²) festgestellt. Hier werden grössere Unsicherheiten durch ungenaue, unvollständige oder nur grob geschätzte Flächenangaben vermutet.

6.2. EINFLUSS VERSCHIEDENER AUSWERTUNGSARTE

Die Umfrage wurde mit dem Ziel durchgeführt, Angaben zum Wärmeendverbrauch (nach Wirtschaftsgruppen) für die verschiedenen Anlagenkategorien zu erhalten. Für diese Fragestellung konnte eine ausreichende Anzahl Antworten ausgewertet werden. Da im Fragebogen, je nach Datenverfügbarkeit, verschiedenen Angaben gemacht werden konnten, kann der Einfluss der Antwortqualität und damit der Repräsentativität der Daten untersucht werden. Dies geschah indem im einen Fall alle verfügbaren Angaben einbezogen wurden und im anderen Fall nur diejenigen Angaben, welche auf eine hohe Datenqualität schliessen lassen. Die Auswertung in Abbildung 6.1 beinhaltet folgende zwei Auswertungsarten:

- Einbezug aller Daten: Bei fehlenden Energieangaben wurden die Anteile aus folgenden Angaben errechnet (abnehmende Datenqualität): Gebäudefläche (Annahme identischer spezifischer Wärmebedarfe pro m²), nur Angaben zur Gebäudezahl (Annahme identischer Wärmebedarfe pro Gebäude). In diesem Fall konnten 703 Antworten (58%) in die Auswertung einbezogen werden
- Nur Einbezug von Daten mit Angaben zum Energiebedarf pro Wirtschaftskategorie. Diese Daten haben die höchste Genauigkeit. Allerdings können in diesem Fall nur 254 Antworten (21%) in die Auswertung einbezogen werden

Aus Abbildung 6.1 zeigt sich relativ klar, dass die Abweichung zwischen den beiden Auswertungsarten umso grösser ist, je geringer der Rücklauf bei der Auswertung der Antworten nur mit Energieangaben ist. Vor allem in der Feuerungskategorie 13 stehen hier nur 4 Antworten für die Auswertung zur Verfügung⁹, was kein brauchbares Resultat liefert. Bei den grossen Feuerungsanlagen wo häufiger Energiedaten zur Verfügung standen, ist die Abweichung zwischen den beiden Auswertungsarten entsprechend gering. Der Vorteil, welcher durch den Einbezug aller auswertbaren Antworten entsteht (grösserer Antwortanteil), ist deutlich grösser als der Nachteil durch die Fehler, welche durch die getroffenen Annahmen entstehen.

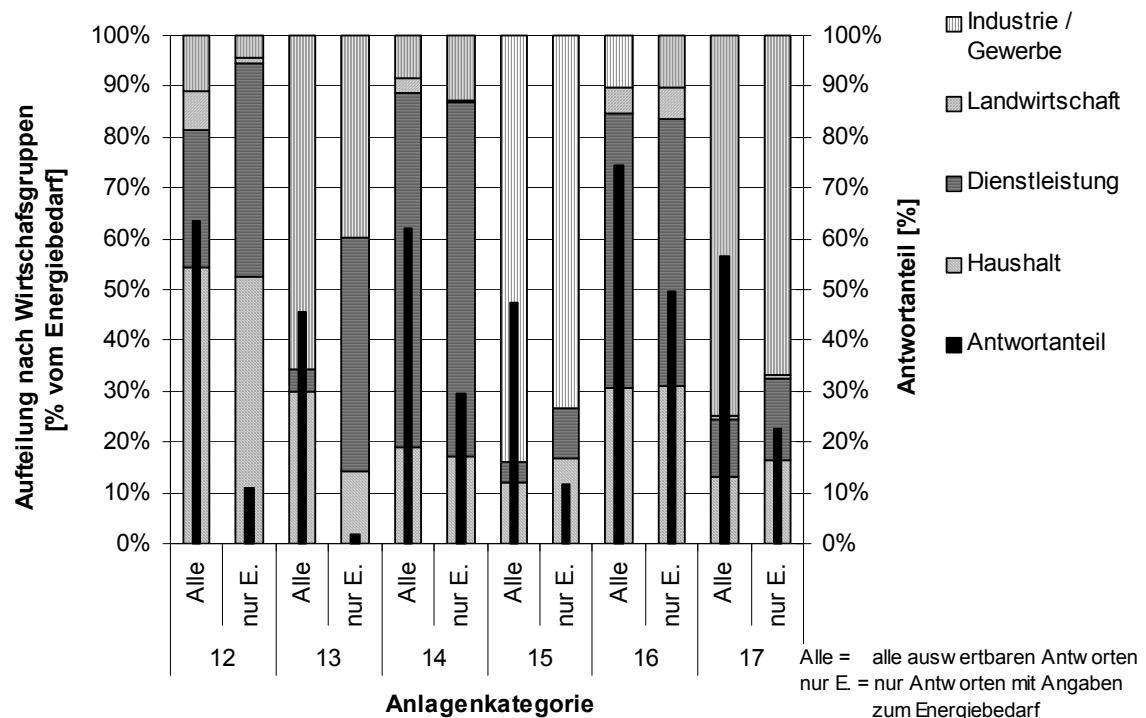


Abbildung 6.1 Aufteilung nach Wirtschaftsgruppen, Vergleich verschiedener Auswertungsarten

⁹ Bei der Auswertung aller Antwortqualitäten standen in dieser Kategorie 91 Antworten zur Verfügung.

6.3. VERTRAUENSBEREICH FÜR HOCHRECHNUNG AUF GRUNDGESAMTHEIT

Für die Hochrechnung der Angaben auf die Grundgesamtheit (alle automatischen Feuerungen > 50 kW in der Schweiz) wurde beim Einbezug aller Antworten (wie in Kapitel 5.1 dargestellt) ein 95%-Konfidenzintervall von maximal $\pm 10\%$ erreicht. Abbildung 6.2 zeigt den Haushaltsanteil an der Wärmeproduktion für die verschiedenen Feuerungskategorien mit dem entsprechenden 95%-Konfidenzintervall¹⁰ als Fehlerbalken dargestellt. Die Angaben in dieser Graphik beruhen auf den Einbezug aller Antworten (insgesamt 703 auswertbare Antworten über alle Anlagenkategorien). Würden nur die Antworten mit Energieangaben einbezogen, so läge das 95%-Konfidenzintervall bei $\pm 10\%$ bis $\pm 15\%$. Für die Anlagenkategorien 12, 13 und 15 könnte zudem wegen der ungenügender Anzahl Antworten keine Aussage gemacht werden.

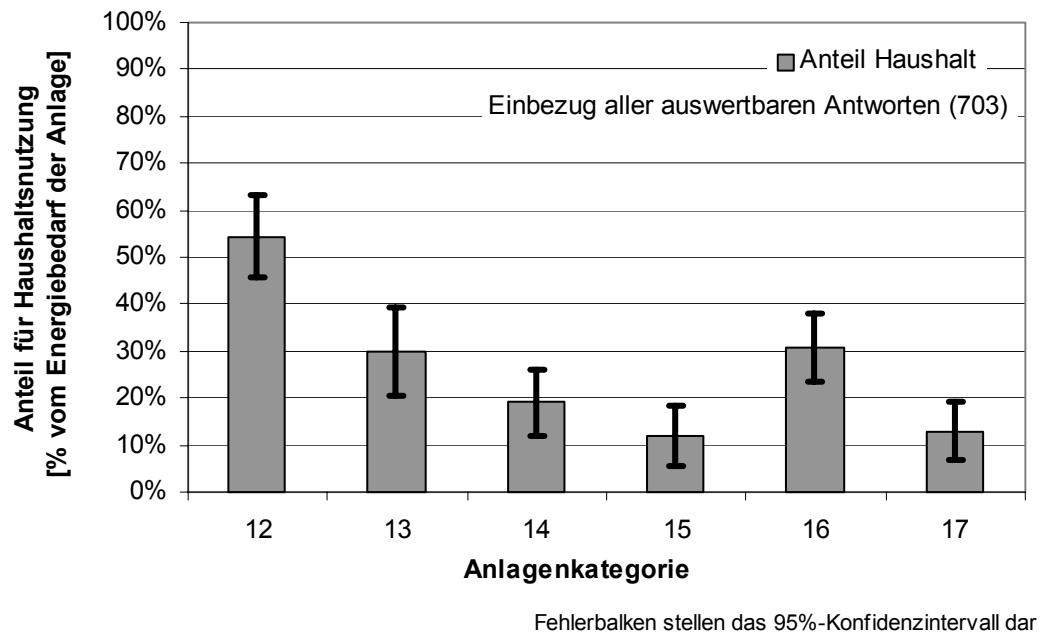


Abbildung 6.2 Anteil Haushaltsverbrauch, 95%-Konfidenzintervall für Hochrechnung

¹⁰

Unter Annahme einer Normalverteilung und für ein Vertrauensniveau von 95%

7. Anhang

7.1. RESULTATTABELLEN

Nachfolgend sind die Daten der im Bericht aufgeführten Graphiken tabellarisch dargestellt.

Tabelle 7.1 Aufteilung des Holzverbrauchs nach Wirtschaftsgruppen

Kategorie	Haushalt	Dienstleistung	Landwirtschaft	Industrie / Gewerbe	Gemischte Nutzungen	Anzahl Antworten
12	50.5%	24.8%	6.1%	9.6%	8.9%	127
13	22.9%	3.3%	0.0%	55.0%	18.8%	91
14	17.9%	68.3%	3.1%	8.1%	2.7%	124
15	9.6%	3.2%	0.0%	81.3%	5.9%	95
16	27.6%	50.6%	3.9%	8.4%	9.6%	149
17	10.4%	9.5%	0.0%	72.0%	8.0%	117

Anteile in % des Energiebedarfs (Holzumsatz)

Tabelle 7.2 Aufteilung des Holzverbrauchs bei Verbrauchern mit gemischter Nutzung

Kategorie	Haushalt	Dienstleistung	Landwirtschaft	Industrie / Gewerbe	keine Angaben	Anzahl Antworten
12	40.4%	24.3%	15.1%	13.6%	6.6%	13
13	32.7%	4.7%	0.0%	50.2%	12.4%	25
14	40.0%	47.2%	0.0%	9.3%	3.6%	12
15	35.3%	18.7%	0.0%	39.8%	6.2%	13
16	32.6%	32.1%	13.7%	17.2%	4.4%	28
17	29.3%	25.5%	5.7%	32.8%	6.8%	18

Anteile in % des Energiebedarfs (Holzumsatz)

Aufteilung bei zwei Nutzungen: Holzumsatz zu je 50%, bei drei Nutzungen zu je 33% festgelegt.

Tabelle 7.3 spezifischer Wärmebedarf in kWh/m² Geschossfläche nach Wirtschaftsgruppen

Wirtschaftsgruppe	Wohnen	Dienstleistung	Industrie / Gewerbe gesamt	Holzverarbeitungsbetriebe	übrige Industrie / Gewerbe	gemischte Nutzungen	Alle Nutzungen
3. Quartil	209	194	280	400	220	183	222
2. Quartil (Median)	119	93	172	180	145	96	111
1. Quartil	83	68	73	67	78	61	72
Mittelwert	152	167	313	326	295	138	195
Anzahl auswertbarer Antworten *)	64	73	52	31	21	22	213
Anzahl Antworten total pro Wirtschaftsgruppe **)	427	302	565	240	325	109	1'440

*) Antworten mit Angaben zum Energiebedarf pro Verbrauchergruppe sowie Angaben zur Gebäudefläche

**) Alle Antworten mit Angaben zum Energiebedarf pro Verbrauchergruppe (Mehrfachnennungen möglich)

Tabelle 7.4 Energieumsatz mit oder ohne Nahwärmenetz nach Anlagenkategorien

Kategorie	mit Nahwärmenetz	ohne Nahwärmenetz	Anzahl Antworten
12	81.1%	18.9%	100
13	47.3%	52.7%	79
14	76.8%	23.2%	104
15	61.3%	38.7%	81
16	93.7%	6.3%	122
17	80.0%	20.0%	102

Anteile in % des Energiebedarfs (Holzumsatz)

Tabelle 7.5 Anlagenanteil mit Ganzjahres- oder nur Winterbetrieb nach Anlagenkategorien

Kategorie	Auch ausserhalb Heizperiode in Betrieb	Betrieb nur in Heizperiode	Anzahl Antworten
12	38.7%	61.3%	119
13	24.7%	75.3%	89
14	16.8%	83.2%	125
15	45.1%	54.9%	91
16	36.6%	63.4%	142
17	75.2%	24.8%	109
Anteile in % der Anzahl Anlagen in der jeweiligen Feuerungskategorie			

Tabelle 7.6 Vollbetriebsstunden der Anlagen nach Anlagenkategorien (in h/Jahr)

Kategorie	12	13	14	15	16	17	Alle Kat.
3. Quartil	3'050	2'480	2'779	2'088	2'772	3'232	2'780
2. Quartil (Median)	2'187	1'760	1'909	1'251	2'105	2'110	1'887
1. Quartil	1'586	830	1'371	782	1'549	1'111	1'238
Mittelwert	2'375	1'704	2'089	1'556	2'230	2'257	2'077
Anzahl Antworten	127	91	124	95	149	117	703

Tabelle 7.7 spezifischer Holzverbrauch der Anlage nach Anlagen

Kategorie	12	13	14	15	16	17	Alle Kat.
3. Quartil	3.0	2.2	2.7	1.9	3.0	2.8	2.7
2. Quartil (Median)	2.1	1.2	2.0	1.2	2.3	1.7	2.0
1. Quartil	1.6	0.5	1.5	0.7	1.8	0.8	1.3
Mittelwert	2.4	1.4	2.2	1.5	2.4	2.2	2.1
Anzahl Antworten	113	61	121	73	136	89	593

Tabelle 7.8 Art des verwendeten Brennstoffes nach Anlagenkategorien

Kategorie	Waldholz	Restholz	Altholz	Holzpellets	Andere Brennstoffe	Anzahl Antworten
12	81.6%	7.5%	2.1%	3.9%	4.9%	126
13	9.8%	76.3%	0.9%	5.5%	7.5%	79
14	79.9%	5.5%	0.8%	1.3%	12.5%	126
15	9.2%	79.6%	3.5%	0.2%	7.5%	93
16	76.5%	7.5%	1.8%	0.3%	13.8%	145
17	9.5%	81.7%	2.5%	1.4%	4.9%	117
Anteile in % des Energiebedarfs (Holzumsatz)						

Tabelle 7.9 Aufteilung des Verbrauchs anderer Brennstoffe

Energieträger	Energieanteil andere Brennstoffe	Anlagenzahl andere Brennstoffe
Heizöl	66.5%	191
Rinde	12.7%	5
Erdgas	11.1%	29
Fernwärme	2.8%	4
Wärmepumpe	2.2%	3
Obstkerne	1.6%	1
andere Gase	1.4%	2
Stückholz	1.1%	9
Späne	0.3%	1
Abwärme	0.2%	1
Oel, Gas	0.1%	1
Solar	0.1%	1
Elektrizität	0.0%	1
Summe andere Brennstoffe	100.0%	249

Tabelle 7.10 Verwendete Holzart nach Anlagenkategorien

Kategorie	Anteil Laubholz	Anteil Nadelholz	Anzahl Antworten
12	51.2%	48.8%	113
13	31.4%	68.6%	72
14	53.4%	46.6%	104
15	20.6%	79.4%	72
16	50.7%	49.3%	110
17	33.3%	66.7%	94
Anteile in % des Energiebedarfs (Holzumsatz)			

Tabelle 7.11 Nadelholzanteil und Bandbreite des spez. Heizwertes für Wald- und Restholz

Wert	Heizwert in kWh/m ³				Nadelholzanteil (Mittelwert)	Anzahl Antworten
	3. Quartil	2. Quartil (Median)	1. Quartil	Mittelwert		
Waldholz	1'159	1'028	864	993	52%	329
Restholz	1'106	1'005	938	1'015	71%	199

Tabelle 7.12 Hauptbezugsquelle für Holz nach Anlagenkategorien, Anzahl Nennungen

Kategorie	Forstbetrieb	Privatwald	Brennstoff-händler	Bauer	Holzverarbei-tungsbetrieb	Mehrere Angaben	Anzahl Antworten
12	27	47	3	11	12	24	124
13	7	3	0	1	60	15	86
14	81	4	2	2	12	21	122
15	0	0	2	0	83	10	95
16	87	4	5	1	8	37	142
17	2	1	4	0	78	26	111
Anzahl Anlagen mit entsprechender Nennung der Hauptbezugsquelle							

Tabelle 7.13 Aufteilung der Holzherkunft nach Energieumsatz

Kategorie	Forstbetrieb	Privatwald	Brennstoff-händler	Bauer	Holzverarbei-tungsbetrieb	Mehrere Angaben
12	32.9%	27.2%	1.8%	7.2%	9.4%	21.5%
13	10.1%	3.6%	0.0%	0.2%	71.1%	15.0%
14	64.9%	3.5%	1.7%	1.5%	9.6%	18.8%
15	0.0%	0.0%	3.4%	0.0%	88.5%	8.2%
16	52.7%	2.2%	4.7%	0.3%	3.7%	36.3%
17	0.6%	1.8%	1.8%	0.0%	62.6%	33.2%
alle Kat.	25.0%	6.6%	2.3%	1.5%	37.9%	26.6%
auss. HVB	47.8%	11.3%	3.2%	3.0%	6.8%	28.0%
in HVB	3.0%	2.1%	1.5%	0.0%	68.1%	25.3%
Anteile in % des Energiebedarfs (Holzumsatz)						
Summen über verschiedene Kategorien mit Anlagenbestand 2005 hochgerechnet						
HVB = Holzverarbeitungsbetrieb						

7.2. UMRECHUNGSTABELLE ENERGIEINHALT

Folgende Daten wurden für die Umrechnung des Energieinhaltes von Holzbrennstoffen verwendet wenn keine Angaben des Anlagenbesitzers verfügbar waren. Zwischenwerte bei Mischungen zwischen Nadel- und Laubholz wurden entsprechenden dem jeweiligen Anteil berechnet.

Tabelle 7.14 Umrechnungstabelle Energieinhalt

Ausgangseinheit	kg	t	l	m ³
Heizöl extra leicht	11.83	11'833	9.94	
Erdgas				9.53
Ausgangseinheit	kg	t	Fest-m ³	Schütt-m ³
Holzpellets bei trockener Lagerung, Holzfeuchte u = 10%	4.64	4'639	5'567	3'015
Hartholzschnitzel aus Sägerei, Holzfeuchte u = 40%	3.50	3'500	3'185	1'138
Hartholzschnitzel aus Wald, Holzfeuchte u = 50%	3.22	3'222	3'142	1'122
Weichholzschnitzel aus Sägerei, Holzfeuchte u = 40%	3.72	3'722	2'345	838
Weichholzschnitzel aus Wald, Holzfeuchte u = 50%	3.44	3'444	2'325	830
Säge- / Hobelspäne, Hartholz, Holzfeuchte u = 40%	3.50	3'500		1'000
Säge- / Hobelspäne, Weichholz, Holzfeuchte u = 40%	3.22	3'222		500

Hartholz = Laubholz (z.B. Buche)

Weichholz = Nadelholz (z.B. Fichte, Tanne)

7.3. VERWENDETE STREUUNGSANGABE

Verschiedene Auswertungen zeigen schiefe Verteilung der Variablen. Die Streuung wird daher in den Auswertungen mit dem Quartilsabstand beschrieben. Da der Quartilsabstand auf dem mittleren Bereich der Verteilung beruht, ist er ein robusteres Mass der Streuung als die Varianz. Die Varianz kann durch einzelne, vom arithmetischen Mittel weit abweichende Werte sehr gross werden. Der Quartilsabstand misst in welchem Bereich die mittleren 50% der Variablenwerte streuen.

In den Graphen werden die Quartile wie folgt bezeichnet:

1. Quartil: Q_{0,25} (0.25-Quantil) oder unteres Quartil
2. Quartil: Q_{0,5} (0,5-Quantil), Median oder mittleres Quartil
3. Quartil: Q_{0,75} (0.75-Quantil) oder oberes Quartil

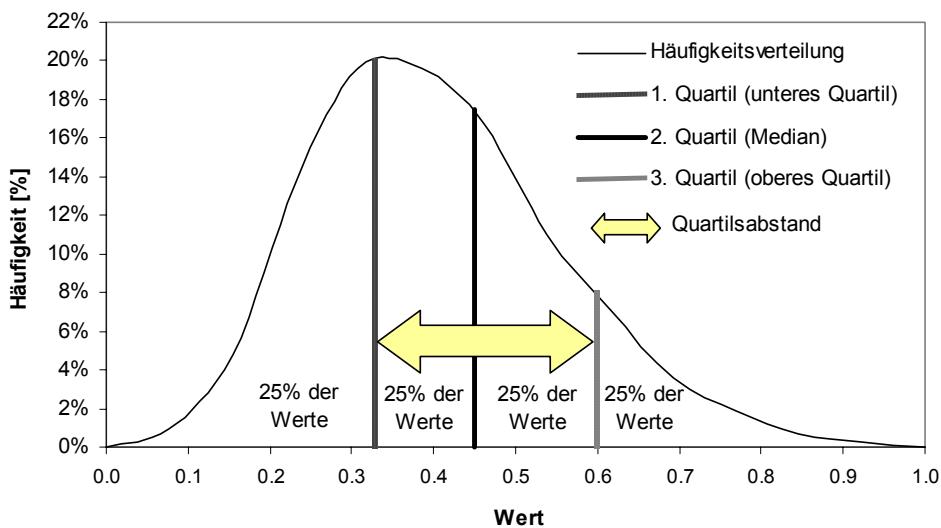


Abbildung 7.1 Quartilsabstand als Streuungsangabe

Liegen Median und Mittelwert auseinander, (wie in Abbildung 7.1 mit einer linkssteilen bzw. rechtsschiefen Verteilung) liegt eine schiefe Verteilung vor. Sind sie identisch, so bedeutet dies, dass die Verteilung symmetrisch ist.

7.4. FRAGEBOGEN

Nachfolgend der (deutsche) Fragebogen wie er den Anlagenbesitzer zugestellt wurde. Es wurde zudem eine französische Version des Fragebogens erstellt (identischer Inhalt).

Teil 1 Allgemeine Angaben				
1) Feuerungsstandort				
PLZ: xxxx	Ort: Anlagenstandort		Kanton: xx	
2) Feuerungsanlage				
Feuerungstyp:	Holzschnitzel- oder Pelletfeuerung (gemäss Datenbank)			
Inbetriebnahmejahr:	19xx			
Gesamte Feuerungsleistung:	xxx kW			
Ist die Anlage noch in Betrieb?	O Ja	O Nein	falls Nein: Jahr der Ausserbetriebnahme _____	
Verfügt die Anlage über mehr als 1 Heizkessel?	O Ja	O Nein	falls Ja: Anzahl Kessel _____ Stk.	
Silogrösse:	_____ m ³ (Länge x Breite x Höhe)			
(Fettgedruckte Angaben bitte auf Richtigkeit überprüfen. Fehlerhafte Angaben bitte durchstreichen und mit wahrheitsgetreuen Werten ergänzen.)				
Teil 2 Wärmeverbraucher				
3) Nahwärmenetz				
Wird mit der Heizung ein Nahwärmenetz (Beheizung von mehreren Gebäuden mit einer Heizung) betrieben?				
O Ja	O Nein			
4) Art der beheizten Gebäude und Anteil am gesamten Wärmeverbrauch				
Gebäudeart	Gebäude		Jährlicher Wärmeverbrauch	
	Anzahl (in Stk.)	Durchschnittliche Geschossfläche pro Gebäude (in m ²)	Absolut (in kWh)	Anteil am gesamten Wärmeverbrauch (in %)
O Reine Wohnhäuser				
O Bauernwohnhäuser (nur Wohnfläche)				
O Dienstleistungsgebäude (Schulen, Altersheime, Hotels, Laden, Praxis)				
O Holzverarbeitungsbetriebe				
O andere Industrie- und Gewerbebetriebe				
O Forst-/ Landwirtschaftsgebäude				
O Gemischte Nutzung				
Bitte zutreffende Nutzungsarten bei Gebäuden mit gemischter Nutzung ankreuzen (Mehrfachnennungen nötig):				
<input type="checkbox"/> Wohnen	<input type="checkbox"/> Dienstleistung (Laden, Praxis)	<input type="checkbox"/> Industrie- oder Gewerbebetrieb	<input type="checkbox"/> Landwirtschaft	
Total				100%
Sind keine Angaben zum Wärmeverbrauch verfügbar, bitte geschätzte Anteile in letzter Spalte eintragen.				

Teil 3 Holzbedarf			
5) Betrieb der Feuerung			
Wie viele Heiztage bzw. Betriebsstunden pro Jahr ist die Anlage in Betrieb? <input type="text"/> Heiztage/Jahr <input type="text"/> Betriebsstunden/Jahr <input type="checkbox"/> unbekannt			
Ist die Anlage auch ausserhalb der Heizperiode in Betrieb (z.B. für Warmwasser im Sommer)? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein			
6) Jährlicher Brennstoffverbrauch der Feuerung			
Verwendete Brennstoffe	<i>Bitte mit Einheitsangabe</i> - Öl in Liter oder Tonnen - Schnitzel in Schütt-m ³ - Holzpellets in Tonnen	Energieverbrauch pro Jahr (in kWh)	Anteil der Brennstoffart am gesamten Jahresbedarf (in %)
<input type="checkbox"/> Andere Energieträger (z.B. Öl): <input type="text"/>			
<input type="checkbox"/> Holzschnitzel Waldholz			
<input type="checkbox"/> Holzschnitzel Restholz (z.B. aus Sägerei, Schreinerei etc.)			
<input type="checkbox"/> Holzschnitzel aus Altholz			
<input type="checkbox"/> Holzpellets			
GESAMTBEDARF			100%
Welche Holzart wird hauptsächlich verfeuert? <input type="checkbox"/> Nadelholz: _____ % <input type="checkbox"/> Laubholz: _____ % <input type="checkbox"/> unbekannt			
Woher wird das Holz bezogen? <input type="checkbox"/> Forstbetrieb <input type="checkbox"/> Privatwald <input type="checkbox"/> Bauer <input type="checkbox"/> Brennstoffhändler <input type="checkbox"/> Holzverarbeitungsbetrieb Andere: _____			
<p>Rücksendung bis spätestens 03.März 2006 mit dem beiliegenden Rückantwortcouvert an: Basler & Hofmann AG ; Forchstrasse 395, 8032 Zürich oder per Fax an 044 / 387 11 00 Besten Dank für Ihre Mithilfe!</p>			
Kontaktperson bei Fragen: Alex Primas; Tel. 044 / 387 14 23 bzw. per e-mail: alex.primas@bhz.ch			