



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

**Ladislav Dolecek**    September 2006    Aktualisiert (Abschnitt 6.2): Januar 2008

---

# **Revision der Schweizerischen Holzenergiestatistik**

## **Schlussbericht**

---



## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Methodische Besonderheiten der Holzenergiestatistik.....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Erstellung der Holzenergiestatistik bisher .....</b>	<b>4</b>
2.1	Schätzungen durch Bundesamt für Forstwesen.....	4
2.2	Erste Revision: Bestand an Heizanlagen als Berechnungsbasis.....	4
<b>3.</b>	<b>Zweite Revision: Kombination zweier Verfahren .....</b>	<b>6</b>
3.1	Revisionsgrund: Differenz zwischen Statistik und Perspektiven .....	6
3.2	Das auf Energiebezugsflächen basierende Modell Haushalte der Prognos .....	6
3.3	Das auf Heizanlagen basierende Modell von Basler & Hofmann .....	8
<b>4.</b>	<b>Ergebnisse der Revisionsarbeiten .....</b>	<b>9</b>
<b>5.</b>	<b>Offene Fragen.....</b>	<b>11</b>
5.1	Abgrenzung zur Fernwärme während der Wohnungszählung .....	11
5.2	Komfortverzicht führt zum Minderverbrauch.....	11
5.3	Wenig bekannte Strukturen der Energieträger und Heizanlagen .....	13
5.4	Wärmelieferungen aus Grossanlagen.....	14
<b>6.</b>	<b>Differenz zum Holzflussdiagramm.....</b>	<b>15</b>
6.1	Komfortverzicht und Einsatz mobiler Elektroheizgeräte.....	16
6.2	Nutzung privater Wälder.....	17
6.3	Holzanfall ausser Wald.....	18
6.4	Verbrennung von Alt- und Restholz in Kleinanlagen.....	19
6.5	Nachträgliche Änderungen vom deklarierten Bestimmungszweck.....	19
<b>7.</b>	<b>Fazit.....</b>	<b>20</b>
	<b>Übersichtstabelle: Holzenergie (Endverbrauch in TJ).....</b>	<b>21</b>



## 1. Methodische Besonderheiten der Holzenergiestatistik

Sowohl die Gewinnung als auch der Verbrauch von Energieholz erfolgen ausgesprochen *dezentral*. Die Holzflüsse zwischen Produzenten und Konsumenten sind sehr kurz, verlaufen direkt und ungebündelt.

Ein bedeutender Teil von Energieholz durchläuft *nichtkommerzielle* Wege. Solche Holzmen- gen werden häufig nur ungenau gemessen, sind statistisch nicht meldepflichtig, oder ihre Meldung unterbleibt.

Nach *Unwetterschäden* muss die Holzwirtschaft in kurzer Zeit aussergewöhnlich grosse Holz- mengen bewältigen. In solchen Notlagen hat die statistische Erfassung nicht die erste Priorität.

Frisch geschlagenes Stückholz wird vor dem Verbrauch mehrere Jahre *gelagert*. Die Nut- zung und der Verbrauch liegen zeitlich weit auseinander.

Der Energiegehalt von Energieholz variiert je nach Holzart und Feuchtigkeitsgrad. Einmal gelagert, ist das Energieholz selbst volumen- oder gewichtsmässig *schwer messbar*.

Holzöfen werden (insbesondere als Zusatzheizungen) *unregelmässig* betrieben. Ihre Be- triebszeit ist deshalb schwierig abzuschätzen.

Solche dezentral anfallenden, ungenauen und heterogenen Daten machen die statistische Erfassung von Energieholz im Vergleich zu anderen Energieträgern<sup>1</sup> schwierig. Auch wenn zwei Revisionen der Holzenergiestatistik zu deutlichen Verbesserungen geführt haben, sind längst nicht alle methodischen Schwierigkeiten gemeistert.

---

<sup>1</sup> Die statistische Erfassung von Erdölprodukten, Erdgas, Kohle, Elektrizität und Fernwärme ist we- sentlich einfacher. Diese Energieträger werden zolltechnisch an der Grenze oder bei einer überblick- baren Anzahl inländischer Produzenten erfasst und sind gut messbar. Die leitungsgebundenen Ener- gieträger Elektrizität, Gas und Fernwärme werden zudem kaum zwischengelagert. Deren Absatz und Verbrauch stimmen somit zeitlich und mengenmässig überein.



## 2. Erstellung der Holzenergiestatistik bisher

### 2.1 Schätzungen durch Bundesamt für Forstwesen

In den siebziger und achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts musste der jährliche Holzenergieverbrauch der Schweiz mangels genauerer Datenquellen nur grob geschätzt werden. Die Schätzungen zuhanden der Schweizerischen Gesamtenergiestatistik führte das damalige Bundesamt für Forstwesen durch. Seine wichtigste, einigermaßen zuverlässige Grundlage war die eidgenössische Forststatistik.

Es wurde bereits damals bald klar, dass der Energieholzverbrauch der Schweizer Haushalte (und damit auch der gesamte Verbrauch an Energieholz) von den Experten unterschätzt wird. Gestützt auf die Ergebnisse der Wohnungszählung 1980 und auf die dabei resultierenden *Energiebezugsflächen* hat die Arbeitsgemeinschaft Schwarz / Wick in einer vom damaligen Bundesamt für Energiewirtschaft in Auftrag gegebenen Studie<sup>2</sup> 1985 errechnet, dass der Verbrauch privater Haushalte an festen Brennstoffen Kohle und Brennholz im Jahr 1980 etwa 17'000 TJ betragen haben muss. Hat man 3'700 TJ der statistisch relativ gut bekannten *Hausbrandkohle* abgezogen, verblieben für das Brennholz 13'300 TJ. Die Gesamtenergiestatistik wies jedoch im Wohnbereich 1980 einen Energieholzverbrauch von lediglich 7'300 TJ aus. Das ergibt eine Differenz von 6'000 TJ. Zusammen mit Industrie und Dienstleistungen betrug der gesamte Energieholzverbrauch laut der Gesamtenergiestatistik 1980 bloss 9'670 TJ.

### 2.2 Erste Statistikrevision: Bestand an Heizanlagen als Berechnungsbasis

Anfangs der neunziger Jahre wurde das Aktionsprogramm „Energie 2000“ lanciert. Für ein jährlich durchzuführendes Monitoring der eingeführten Fördermassnahmen wurden verlässlichere Daten benötigt. Deshalb wurden im Bereich der Holzenergie finanzielle Mittel bereitgestellt und eine Arbeitsgruppe beauftragt, ein Konzept für eine bessere statistische Erfassung des Holzenergieverbrauchs zu erarbeiten.

Die Arbeitsgruppe hat sich für ein modellgestütztes Berechnungsverfahren entschieden, das vom *Bestand an Heizanlagen* und seinen jährlichen Veränderungen ausging. Sie hat damit einer Methode den Vorzug gegeben, welche ihr am besten geeignet schien, die jährlichen

---

<sup>2</sup> Arbeitsgemeinschaft Schwarz / Wick, Wärmeverbrauch des Wohnsektors, Zürich & Weiden Juli 1985



Entwicklungen aufzuzeigen, und hat damit vor allem den Bedürfnissen des Monitorings Rechnung getragen. Ein auf *Energiebezugsflächen* abgestütztes Verfahren wurde nicht näher geprüft. Somit blieben auch die Ergebnisse der (im zehnjährigen Rhythmus durchgeführten) Wohnungszählungen bei der Erstellung der Holzenergiestatistik nach wie vor ungenutzt.

Das neue Berechnungsverfahren ergab ein Verbrauchsniveau, das über den bisherigen Schätzungen des Bundesamtes für Forstwesen lag. Der in der Gesamtenergiestatistik ausgewiesene Brennholzverbrauch wurde aufgrund der Revisionsergebnisse 1994 und 1998 zweimal nach oben angepasst (siehe Übersicht auf Seite 21). Was die Aufteilung nach Verbrauchergruppen betrifft, sind die beiden Anpassungen aus heutiger Sicht nicht ganz nachvollziehbar.

### **Bottom-up-Modell von Basler & Hofmann**

Das damals gewählte Verfahren wurde bei der Erstellung der Holzenergiestatistik bis zum Jahr 2004 angewandt. Es basierte auf einem qualifiziert geschätzten Bestand an Heizanlagen und auf Angaben über jährliche Energieholzverbräuche der verschiedenen Anlagentypen. Die Verbrauchsangaben entstammten einer einmaligen Stichprobenbefragung der Heizanlagenbetreiber. Zugänge zum Anlagenbestand wurden aufgrund jährlicher Verkaufszahlen festgelegt, die technische Lebensdauer der Anlagen und deren Abgänge beruhten auf Annahmen.

Grosse Anlagen (grösser als 50 kW) wurden aufgrund eingegangener Beitragsgesuche und Angaben kantonaler lufthygienischer Kontrollstellen erfasst. Deren technische Lebensdauer (Abgänge) wurde regelmässig direkt bei den Betreibern verifiziert.

Schliesslich wurden bei der Berechnung des jährlichen Energieholzverbrauchs die Witterungsschwankungen berücksichtigt. Die Arbeiten wurden von der Firma Basler & Hofmann durchgeführt.



### **3. Zweite Statistikrevision: Kombination zweier Verfahren**

#### **3.1 Revisionsgrund: Differenz zwischen Statistik und Perspektiven**

Das im Rahmen der Energieperspektiven des BFE verwendete Modell Haushalte (Prognos) basiert bei der Berechnung des Raumwärmebedarfs (wie bei der Arbeitsgemeinschaft Schwarz/Wick und im Unterschied zur Holzenergiestatistik) auf *Energiebezugsflächen*. Es ist deshalb nicht überraschend, dass die Berechnungen der Energieperspektiven und der Holzenergiestatistik zu ungleichen Holzenergieverbräuchen privater Haushalte führten (siehe Übersicht auf Seite 21).

Angesichts der Differenz entschied sich das BFE, die Holzenergiestatistik neu zu konzipieren.<sup>3</sup> Die Betreiber beider Modelle *Prognos und Basler & Hofmann* wurden im Jahr 2004 beauftragt, ihre holzspezifischen Annahmen und Inputdaten im Bereich Haushalte und Kleinanlagen zu überprüfen, die beiden Modellverfahren miteinander zu harmonisieren und ein neues Verfahren zur Berechnung des Holzenergieverbrauchs unter Einbezug der Wohnungszählung 2000 zu entwickeln. Der Zeitpunkt war günstig, weil zu dieser Zeit die Perspektivmodelle ohnehin aktualisiert wurden, und die Auswertung der Wohnungszählung 2000 gerade abgeschlossen war.

#### **3.2 Das auf Energiebezugsflächen basierende Modell Haushalte der Prognos**

Die Perspektivexperten verschiedener Forscherteams arbeiten wie Basler & Hofmann mit Bottom-up-Modellen. Die vier Energiemodelle Haushalte, Industrie, Dienstleistungen und Verkehr bestehen aus zahlreichen Komponenten wie Energiebezugsflächen verschiedener Gebäudetypen unterschiedlichen Alters und Bautypus, Produktionsprozesse, Elektrogeräte, Fahrzeuge, Anlagen usw. Sie berücksichtigen den Einfluss jährlicher Witterungsschwankungen und anderer wichtiger verbrauchsrelevanter Faktoren wie BIP, Bevölkerung, Index industrieller Produktion oder Energiepreise. Sie arbeiten auch mit Kostenkurven. Zudem wird der Neuzugang wichtiger Bottom-up-Komponenten wie Wohnungen, Motorfahrzeuge oder Geräte jährlich in die Modelle integriert, und die Modelle werden im Rahmen von Ex-post-Analysen aufgrund der Gesamtenergiestatistik jährlich neu aufdatiert und kalibriert.

---

<sup>3</sup> Zur gleichen Zeit wurde auch seitens der interessierten Verbände (SFIH) aus anderen Gründen eine Überprüfung der Holzenergiestatistik angeregt.



Der Raumwärmebedarf der Gebäude wird vorerst unabhängig von den in den Gebäuden eingesetzten Energieträgern berechnet. In einem zweiten Schritt werden die energieträgerspezifischen Unterschiede wie der Nutzungsgrad der Heizanlagen oder die Anzahl der Vollbenutzungsstunden berücksichtigt. Auf diese Weise profitiert die Datenlage statistisch weniger genau erfasster Energieträger und Verbrauchergruppen indirekt von der genaueren Datenbasis der übrigen Energieträger und Verbrauchssektoren. Sie wird dadurch verbessert.

Ausgegangen wird vom statistisch bekannten Energieverbrauch eines Basisjahres. Das Basisjahr wird in den Perspektivmodellen quasi rückwärts von der bekannten Energienachfrage her gerechnet. Die Verbrauchs- und Absatzzahlen werden von der „Pyramidenspitze“ nach unten auf die Bottom-up-Komponenten verteilt und mit ebenfalls vorliegenden technischen und anderen empirischen Energiedaten abgestimmt.

Eine solche Rückwärtsrechnung des Energieholzverbrauchs der Haushalte führte aufgrund der *Holzenergiestatistik unrealistisch niedrigen Energiekennzahlen*. Die Modellexperten der Prognos mussten sich deshalb auf eigene Berechnungen des *Energieholzverbrauch der Haushalte* abstützen, womit ihre Ergebnisse deutlich *höher* als die der Holzenergiestatistik lagen (siehe Übersicht auf Seite 21).

Das von der *Prognos* betriebene *Energiemodell Haushalte* wird bereits seit einigen Jahren zusammen mit den Modellen Industrie und Dienstleistungen bei der Berechnung des besonders wichtigen jährlichen Verbrauchs von Heizöl extra-leicht zuhanden der Schweizerischen Gesamtenergiestatistik eingesetzt. Es ist deshalb nahe liegend, es auch bei der Berechnung des Energieholzverbrauchs einzusetzen. Es basiert auf den Wohnungszählungen 1980, 1990 und 2000. Diese Erhebungsjahre dienen dem Modell als Basisjahre, auf welche es jeweils neu kalibriert wird. Aus diesem Grund wurde auch die Statistikrevision mit dem Erhebungsjahr der *Wohnungszählung 2000* verknüpft.

Das Perspektivmodell Haushalte wurde im Rahmen der parallel laufenden Perspektivarbeiten 2004/06 den neusten Forschungsergebnissen angepasst, mit aktuellen Inputdaten versehen und neu kalibriert. Eine Untersuchung des Cepe (ETH Zürich) hat 2004 ergeben, dass die energetische Wirksamkeit von Sanierungsmassnahmen im Bereich der Gebäude bisher überschätzt und das energetische Niveau von Neubauten wiederum etwas unterschätzt wurde: neue Gebäude weisen einen etwas geringeren, ältere Gebäude dagegen einen etwas



höheren spezifischen Heizwärmebedarf auf, als die bisherigen partiellen Felduntersuchungen gezeigt haben, und die jährlichen Ex-post-Analysen zu bestätigen schienen.

Die neuen Erkenntnisse führten deshalb gegenüber dem bisherigen Modellstand zu einigen Verschiebungen, und die neuen Perspektivarbeiten 2004/06 weisen deshalb für die Periode seit 1980 im Bereich *aller* raumwärme-relevanten Energieträger *andere* Ergebnisse auf als die Perspektivarbeiten 1994/96. Das hatte auch Konsequenzen für die Revision der Holzenergiestatistik (siehe Übersicht auf Seite 21 und Kapitel 5. Ergebnisse).

### **3.3 Das auf Heizanlagen basierende Modell von Basler & Hofmann**

Der Firma *Basler & Hofmann* fiel im Rahmen der Statistikrevision die Aufgabe zu, die Ergebnisse der Prognos im Bereich Haushalte in drei Arbeitsschritten in das bisherige Verfahren zur Erstellung der Holzenergiestatistik zu integrieren.

Der erste Schritt bestand darin, die Datenbasis der kleinen Heizanlagen (kleiner als 50 kW), welche den überwiegenden Teil der holzbeheizten Wohnungen mit Wärme versorgen, an die Ergebnisse der Wohnungszählung 2000 und des Perspektivmodells Haushalte von Prognos anzupassen.

Im zweiten Schritt war der Energieholzverbrauch von Grossanlagen (grösser als 50 kW) wie bisher zu ermitteln und - als Schritt drei - mit dem revidierten Modell für Kleinanlagen zu vereinen.

Aus der Kombination beider Modellverfahren ergeben sich Synergien:

Das flächengestützte Modell Haushalte gewährleistet die Übereinstimmung des Holzenergieverbrauchs mit der Entwicklung der Gebäudestruktur und mit der Verbrauchsstruktur der übrigen Energieträger und Verbrauchergruppen. Die jährliche Aufdatierung der Neuzugänge an Brennholzanlagen koordiniert den Energieholzverbrauch des Modells Haushalte mit der Strukturentwicklung des gesamten Holzanlagenbestandes. Die Angaben zur technischen Lebensdauer der Heizanlagen sind nicht mehr auf Annahmen angewiesen.





#### 4. Ergebnisse der Revisionsarbeiten

Die Revision der Holzenergiestatistik führte zu zwei wichtige Änderungen:

- Das *Niveau* des Holzenergieverbrauchs der *Haushalte* (und somit auch des gesamten Energieholzverbrauchs) liegt nach der Revision deutlich *höher als bisher*.
- Der Holzenergie-*Verbrauch* der Haushalte *nimmt* in der Dekade 1990 – 2000 und danach *ab*. Die bisher ausgewiesenen und auf Schätzungen beruhenden jährlichen Zunahmen erwiesen sich als nicht richtig.

*Vor der Revision nahm der Holzenergieverbrauch der Haushalte auf einem niedrigeren Niveau zu, nach der Revision nimmt er auf einem deutlich höheren Niveau ab.*

Das höhere Verbrauchsniveau ist auf den Einbezug der drei flächenorientierten Wohnungszählungen 1980, 1990 und 2000 und auf eine methodische Gleichbehandlung mit den übrigen Energieträgern zurückzuführen.<sup>4</sup>

Auch der Verbrauchsrückgang beruht hauptsächlich auf den Ergebnissen der drei Wohnungszählungen. Ein weiterer Grund ist die Revision der Energiekennzahlen.

Gemäss der Wohnungszählung 2000 war bei den älteren, mit Holz und Einzelöfen beheizten Wohnungen der Rückgang der Energiebezugsflächen stärker als deren Zunahme im Bereich holzbeheizter Neubauten. Die gesamte mit Holz beheizte Wohnfläche (inklusive Zweit- und Ferienwohnungen) ging um 7 Prozent und die dauerhaft bewohnte holzbeheizte Wohnfläche sogar um 10 Prozent zurück.

Zudem weisen ältere Bauten höhere spezifische Verbrauchszahlen (Energiekennziffern) auf als neu erstellte Gebäude. Der Holzenergieverbrauch ging deshalb noch stärker zurück als die holzbeheizte Wohnfläche.

Die Revision der Energiekennziffern, welche die Energieziffern der Altbauten an hob und die der Neubauten herabsetzte, hat den energetischen Unterschied zwischen Alt- und Neubauten weiter akzentuiert.

---

<sup>4</sup> Die methodische Gleichbehandlung trägt den spezifischen Eigenschaften der einzelnen Energieträger und Heizsysteme Rechnung; sie ist somit nicht mit einer undifferenzierten Gleichschaltung zu verwechseln (siehe unter 5.2).



Die Zunahme des Holzenergieverbrauchs im (durch Grossanlagen versorgten) Bereich der Dienstleistungsgebäude, des Gewerbes und der Industrie vermochte den gegenläufigen Trend im Wohnungsbereich in etwa zu kompensieren.

*Der gesamte Holzenergieverbrauch 1990 bis 2005 nimmt nach der Revision leicht zu. Unter Berücksichtigung der Witterungsschwankungen stagniert er.*

### **Revisionsbedingte Modellanpassungen**

Die Revision hat im *Statistikmodell* von Basler & Hofmann zu massiven *Anpassungen* im Bereich der *Kleinanlagen* geführt:

- Es sind deutlich mehr Anlagen im Betrieb als bisher angenommen.
- Die technische Lebensdauer der Anlagen ist länger.
- Der jährliche Holzverbrauch pro Anlage liegt deutlich höher.

Im *Perspektivmodell Haushalte* wurden die Vollbenutzungsstunden der Holzöfen im Vergleich zu den übrigen Heizanlagen stärker als bisher herabgesetzt. Der Grund ist ein Überhang der errechneten Nachfrage nach Energieholz über dem effektiven Energieholzangebot und deshalb die Vermutung, dass Wohnungsbewohner mit Stückholzheizungen (aus Bequemlichkeit) noch mehr Komforteinbussen in Kauf nehmen als bisher angenommen (näheres siehe unter 5.2. und im Kapitel 6).



## 5. Offene Fragen

Die Ergebnisse der Statistikrevision wurden interessierten Verbänden und Bundesämtern an einer Sitzung vom 8. November 2004 präsentiert und zur Diskussion gestellt. Die Revision wurde gutgeheissen. Die definitive Bereinigung der Resultate konnte jedoch erst nach dem Abschluss der Perspektivarbeiten 2004/6 vorgenommen werden. In der Zwischenzeit wurde die Klärung der noch offenen Fragen an die Hand genommen.

*Die wichtigste offene Frage stellt eine grosse Differenz zwischen dem Ergebnis der (nachfrageorientierten) Statistikrevision und dem (angebotsorientierten) Holzflussdiagramm von BAFU dar.*

Der nachfrageseitig ermittelte Holzenergieverbrauch von etwa 3 Mio. m<sup>3</sup> übersteigt um etwa 0,9 Mio. m<sup>3</sup> das zur Verfügung stehende Angebot von 2,1 Mio. m<sup>3</sup> (näheres siehe Kapitel 7). Die im Kapitel 6 behandelten offenen Fragen wurden in der Diskussion mehrheitlich als mögliche Erklärungen für diese Differenz aufgeworfen und sind deshalb vor allem unter diesem Aspekt zu verstehen.

### 5.1 Abgrenzung zur Fernwärme während der Wohnungszählung

Es wurde die die Frage gestellt, ob die im Rahmen der Wohnungszählung befragten Hausbesitzer und Hausverwalter beim Ausfüllen des Fragebogens zuverlässig zwischen als Holzheizungen geltenden Quartierheizungen und den öffentlichen Fernwärmeversorgungen unterscheiden konnten.

Weder bei der Auswertung der Wohnungszählung noch beim Transfer der Ergebnisse ins Energiemodell sind grössere Ungereimtheiten aufgetreten (Kontrolle mit Hilfe der Fernwärmestatistik). Die Zweifel konnten somit weitgehend ausgeräumt werden. Gewisse Ungenauigkeiten sind selbstverständlich nicht ganz auszuschliessen. Sie liegen jedoch im üblichen statistischen Streubereich.

### 5.2 Komfortverzicht führt zum Minderverbrauch

In mit Holz-*Einzelöfen* beheizten Wohnungen wird erwiesenermassen weniger Energie verbraucht als in vergleichbaren Wohnungen mit *zentralen Stückholz*heizungen und in beiden Anlagentypen weniger als in Wohnungen, welche mit bedienungsfreundlicheren (automati-



schen) Heizanlagen und Energieträgern beheizt werden. Der Grund ist ein anderes Heiz- und Wohnverhalten der Wohnungsnutzer, welche in der Regel zugleich die Heizanlagen bedienen.

Um ihren alltäglichen Bedienungsaufwand zu reduzieren, nehmen die Wohnungsnutzer *Komforteinbussen in Kauf*. Sie geben sich mit niedrigeren Zimmertemperaturen zufrieden, beheizen nicht alle Wohnräume oder sind tagsüber abwesend und heizen während dieser Zeit nicht.

Das Perspektivmodell Haushalte trägt diesem Minderverbrauch Rechnung und rechnet in solchen Wohnungen mit etwa 25 Prozent *weniger Vollbenutzungsstunden*, als in vergleichbaren *nicht* mit Holz beheizten Wohnungen.

Der Umfang des Minderverbrauchs ist empirisch zu wenig erforscht und muss geschätzt werden (Schätzung: Einzelöfen 29 % und Zentralheizungen 20 % weniger Vollbenutzungsstunden). Dabei geht man von der Überlegung aus, dass die Bereitschaft der Bewohner, Komforteinbussen in Kauf zu nehmen, ein gewisses, noch zumutbares Mindestmass nicht unterschreitet.

Von den etwa 250 000 holzbeheizten Wohnungen stammen mehr als die Hälfte aus den Bauperioden vor 1918. Holzbeheizte Gebäude dieses Alters weisen einen hohen Anteil ländlicher Holzbauten auf, welche häufig eine ungenügende Winddichte und damit einen höheren Heizbedarf aufweisen. Dieser Umstand wurde im Modell bewusst vernachlässigt, was das Ausmass des freiwilligen Komfortverzichts der Bewohner solcher Bauten indirekt weiter vergrössert.

Auch wenn über das Ausmass des Minderverbrauchs in holzbeheizten Wohnungen Unsicherheit besteht, konnte mit Hilfe einer Sensitivitätsanalyse (Halbierung der beheizten Fläche) gezeigt werden, dass selbst ein enorm starker Komfortverzicht die Differenz zwischen der Holzenergiestatistik und dem Holzflussdiagramm zu zwei Dritteln und damit nicht alleine erklären kann. Selbst eine nicht ganz auszuschliessende massive Überschätzung des faktischen Holzverbrauchs in den holzbeheizten Wohnungen kann deshalb das gewählte methodische Vorgehen und das Ergebnis der Statistikrevision grundsätzlich nicht in Frage stellen (siehe auch unter 7.1).



### 5.3 Wenig bekannte Strukturen der Energieträger und Heizanlagen

Die drei durchgeführten Wohnungszählungen vermitteln für die Stichjahre 1980, 1990 und 2000 ein gutes Bild der Wohnungsstruktur. In den Zwischenjahren ist jedoch über die wichtigen Merkmale wenig bekannt. Wohnungen werden jedoch laufend renoviert und nehmen jährlich durch Neubau und Umbau um 30 bis 40 000 Einheiten zu. Die Anteile der Heizanlagen und Energieträger können sich durch solche Bewegungen im Verlauf einer Dekade stark verändern. Die Modellbauer versuchen die Veränderungen bei ihren Berechnungen durch auf Indizien beruhende Annahmen aufzufangen. Trotzdem sind (manchmal auch grössere) Abweichungen von der tatsächlichen Entwicklung nicht zu vermeiden.

Davon besonders stark betroffen sind Energieträger und Heizanlagentypen, welche nur über einen kleinen Anteil an der Gesamtheit verfügen. Als Beispiel dafür dient die aus der Revisi-on resultierende Feststellung, dass der Energieholz-Verbrauch in der Periode zwischen den Wohnungszählungen 1990 und 2000 durch die beiden Modelle überschätzt wurde.

Dieser Mangel wird leider auch nach der Statistikrevision nicht nur bestehen bleiben sondern sich noch verschärfen: Weil nach dem Jahr 2000 keine weitere Wohnungszählung mehr durchgeführt werden, wird am Dekadenende im Jahr 2010 keine Neukalibrierung der Modelle und Berichtigung der Schätzungen mehr möglich sein.

Für bessere Inputdaten für das Haushaltsmodell sollte mittelfristig das *zentrale Gebäuderegister* sorgen, welches gegenwärtig bei Bundesamt für Statistik als Ersatz für die Wohngebäudezählungen aufgebaut wird.

Das Gebäuderegister sollte durch alle Gemeinden der Schweiz laufend oder mindestens einmal jährlich aufdatiert werden und damit dem Konzept nach sogar zu einem besseren Wissenstand führen als bisher. Seine praktische Bewährung steht jedoch noch aus. Wichtig werden Hochrechnungsverfahren zur Überbrückung der realistischerweise (zumindest anfangs) zu erwartenden Datenlücken sein.

Andererseits sollten die Verschmelzung der beiden Verfahren und die künftige enge Zusammenarbeit der beiden Expertenteams die Abweichungen zwischen der Modellstruktur und der tatsächlichen Entwicklung gegenüber früher reduzieren.



## 5.4 Wärmelieferungen aus Grossanlagen

Um den gesamten Verbrauch der Schweiz an Energieholz zu ermitteln, muss der neu berechnete Verbrauch privater Haushalte, welche überwiegend durch Kleinanlagen (kleiner als 50 kW) beheizt werden, mit dem relativ gut bekannten Holzeinsatz in Grossanlagen zusammengefügt werden. Die gegen 5 000 Grossanlagen versorgen neben Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen auch private Haushalte mit Wärme. Der Umfang der Wärmelieferung an Haushalte war jedoch bisher nicht näher bekannt. Um eine Doppelzählung mit dem Sektor Haushalte zu vermeiden, musste dieser Anteil der Haushalte durch Basler & Hofmann bei der Statistikrevision (bloss) geschätzt und von den Ergebnissen des Haushaltsmodells abgezogen werden.

Aufgrund von Plausibilitätsüberlegungen und Sensitivitätsrechnungen liess es sich nachweisen, dass der überwiegende Teil der privaten Haushalte in der Tat über Kleinanlagen verfügt und nur ein kleiner Teil aus Grossanlagen versorgt wird. Eine zweifellos vorhandene Ungenauigkeit hielt sich deshalb in Grenzen. Trotzdem war sie störend. Insbesondere deshalb, weil nicht nur die Aufteilung nach Verbrauchergruppen ungenau war, sondern weil wegen der allfälligen Doppelzählung auch die Berechnung des gesamten Energieholzverbrauchs durch eine weitere Unschärfe belastet wurde. Zudem ist zu erwarten, dass der Anteil der Grossanlagen an der Versorgung der Haushalte mit zunehmender Nutzung der Holzenergie wachsen wird.

Ein Teil der Gesuche, welche im Verlauf der letzten Jahre im Zusammenhang mit dem Einbau grosser Anlagen beim BFE eingereicht wurden, enthält Angaben über betriebsinterne Verwendung und externe Abnehmer der produzierten Wärme. Eine Auswertung von 100 der insgesamt etwa 500 Gesuche hat auf einen kleineren Anteil der Haushalte an den Wärmelieferungen aus Grossanlagen als bisher geschätzt hingedeutet. Hätte eine umfassendere Untersuchung diesen Trend erhärtet, hätte das einen höheren Holzenergieverbrauch und damit eine noch etwas grössere Differenz zum Holzflussdiagramm zur Folge. Andererseits war diese Datenlücke methodisch einfach und in einem finanziell tragbaren Rahmen zu beheben.

Es wurde im Jahr 2006 eine repräsentative Befragung von 1 200 Anlagen durchgeführt, und ihre Resultate wurden in die Revision der Holzenergiestatistik integriert. Damit konnte eine wichtige Ungenauigkeit behoben und die Holzstatistik deutlich verbessert werden.



## 6. Differenz zum Holzflussdiagramm

Ein vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) im Abstand von einigen Jahren erstelltes Holzflussdiagramm umfasst sämtliche in der Schweiz erfassten Holzflüsse inklusive das Energieholz. Es muss jedoch bei seiner Erstellung mit zum Teil sehr groben Datenangaben gearbeitet werden. Gegenwärtig wird im BAFU seine Aktualisierung vorbereitet.

Das Holzflussdiagramm gibt im Prinzip das Angebot an Energieholz wieder, und es stimmte bisher mit der Holzenergiestatistik in etwa überein. Es gab deshalb bisher weder für die Autoren der auf den Anlagenbestand gestützten Holzenergiestatistik noch für die des Holzflussdiagramms einen Grund, die verwendeten Erhebungsverfahren und Modellrechnungen zu überprüfen.

Nach der neusten Revision der Holzenergiestatistik präsentiert sich die Lage jedoch anders. Ein Vergleich mit den Resultaten der revidierten Holzenergiestatistik ergibt im Bereich Energieholz eine Differenz von etwa 0,9 Mio. m<sup>3</sup>. Siehe auch die tabellarische Übersicht auf Seite 35: Holzflussdiagramm 1995-99: 2,1 Mio. m<sup>3</sup>; revidierte Holzstatistik 1990-2000: 3 Mio. m<sup>3</sup>.

*Die nach der Statistikrevision resultierende Nachfrage nach Holzenergie wird durch das Angebot an Energieholz gemäss Holzflussdiagramm nur zu etwa 70 Prozent gedeckt.*

Sowohl die Nachfrage als auch das Angebot verfügen über eine relativ robuste Datenlage. Beide Berechnungsverfahren weisen aber auch beträchtliche Spielräume und Unschärfen auf. Als eine Erklärung sind deshalb alle drei denkbaren Varianten nicht nur möglich sondern wahrscheinlich: dass das Holzflussdiagramm nicht den gesamten Holzenergiefluss erfasst, dass die Nachfrage nach Energieholz durch das Perspektivmodell Haushalte überschätzt wird oder beides zugleich.

Eine kleinere *Nachfrage* nach Energieholz würde bedeuten,

- dass entweder der *Komfortverzicht* noch deutlich grösser ist, als ihn die Modellbauer für noch zumutbar halten, oder dass in diesen Wohnungen massiv mobile *elektrische Kleinheizgeräte* eingesetzt werden, und damit zwar der Energieholzverbrauch, nicht jedoch der Wärmekonsum kleiner ist.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Der Einsatz mobiler elektrischer Kleinheizgeräte wurde durch die Wohnungszählungen nicht erfasst.



Es könnten auch die Ergebnisse der Wohnungszählungen in Zweifel gezogen werden. Angesichts der guten Qualität und Konsistenz der drei Vollerhebungen 1980, 1990 und 2000 sind hier jedoch grobe Fehler sehr unwahrscheinlich.

Ein grösseres *Angebot* an Energieholz würde wiederum heissen, dass es *Holzflüsse* geben muss, welche durch das Holzflussdiagramm *nicht erfasst oder unterschätzt* werden. In Frage kommen

- eine unterschätzte Nutzung *privater Wälder*,
- ein unterschätzter *Holzfall ausser Wald* (Feldgehölze, Obstbau, Hecken, Gebüschwald, Parkanlagen, Baumbestockung im Siedlungsraum usw.) und
- gesetzlich nicht (mehr) erlaubter, jedoch bei Besitzern von Kleinanlagen immer noch zu beobachtender Einsatz von *Rest- und Altholz* als Brennstoff.

Nachfolgend werden die wahrscheinlichen Ursachen einzeln näher analysiert.

## **6.1 Komfortverzicht und Einsatz mobiler Elektroheizgeräte**

Aus der unter 5.2 erwähnten Sensitivitätsrechnung geht hervor, dass ein um mehr als 25 Prozent niedrigerer Holzverbrauch in mit Stückholz beheizten Wohnungen unwahrscheinlich, jedoch nicht undenkbar ist. Die Komforteinbusse in Form von niedrigen Zimmertemperaturen oder einer Anzahl unbeheizter Räume wäre dann aber beträchtlich.

Der Gedanke liegt deshalb nahe, dass die Nutzer solcher Wohnungen das aus Bequemlichkeit oder infolge Abwesenheit entstandene Raumwärmedefizit mit Hilfe mobiler elektrischer Kleinheizgeräte ganz oder teilweise ausgleichen könnten.

Dagegen lässt es sich einwenden, dass ein ins Gewicht fallender subsidiärer Einsatz elektrischer Kleinheizgeräte (insbesondere in den Hochtarif-Tageszeiten) durch hohe, prohibitive Elektrizitätspreise limitiert ist. Um diesen Einwand zu überprüfen wird hier angenommen, dass nur die Hälfte der im Jahr 2000 als holzbeheizt deklarierten Wohnfläche effektiv mit Holz beheizt wird, ein Viertel unbeheizt bleibt und ein Viertel elektrisch nachgeheizt wird. Das würde gemäss der Sensitivitätsanalyse etwa 7 PJ Holz entsprechen und zirka drei Viertel der zu erklärenden Differenz zum Holzflussdiagramm erklären.





Da die elektrischen Kleinheizgeräte die eingesetzte Elektrizität praktisch zu 100 Prozent in Raumwärme umwandeln, und der Nutzungsgrad der Stückholzheizungen im Durchschnitt etwa 60 Prozent beträgt, genügen zur Substitution der 7 PJ Stückholz etwa 4,2 PJ Elektrizität. 4,2 PJ entsprechen 7,4 Prozent des Elektrizitätsverbrauchs der Haushalte im Jahr 2000.

Verteilt auf etwa 168'000 in Frage kommende dauerhaft bewohnte und mit Stückholz beheizte Wohnungen ergeben die 4,2 PJ Elektrizität pro Heizperiode und Wohnung folgende Beträge: Fr. 1'250.- à 18 Rp./kWh, Fr. 1'042.- à 15 Rp./kWh und Fr. 833.- à 12 Rp./kWh.

Selbst wenn man bedenkt, dass die Bewohner der 77'000 Wohnungen mit Einzelofenheizungen eher mehr und der 91'000 mit Zentralheizung eher weniger elektrisch nachheizen dürften, erscheinen diese Beträge für die Wohnungsnutzer als finanziell tragbar. Ein elektrisches Nachheizen im Umfang von 25 Prozent des Raumwärmebedarfs, 7 PJ Holz oder drei Vierteln der zu erklärenden Differenz zum Holzflussdiagramm ist angesichts der resultierenden Beträge durchaus denkbar. Abgesehen von persönlichen Urlaubserfahrungen Einzelner liegen jedoch diesbezüglich keine konkreten Hinweise von statistischer Relevanz vor. Angefragte Elektrizitätswerke konnten dazu keine Angaben machen.

*Schlussfolgerung:* Zieht man einen subsidiären Einsatz mobiler elektrischer Kleinheizgeräte in Betracht, kann eine ins Gewicht fallende Nachfrageüberschätzung nicht ausgeschlossen werden. Sie würde jedoch nicht die ganze Differenz erklären. Weitere mögliche Erklärungen sind deshalb auf der Angebotsseite im Bereich des Holzflussdiagramms zu suchen.

## **6.2 Nutzung privater Wälder**

Das Meldewesen in der Forstwirtschaft zuhanden der Forststatistik ist in der Schweiz gut organisiert und scheint – insbesondere in den öffentlichen Forstbetrieben - auch gut zu funktionieren. Allfällige statistische Lücken sind deshalb eher im Bereich privater Wälder zu vermuten.

In einigen Forstkreisen hat man die Summe der jährlich gemeldeten Holznutzungen mit Holzabgängen verglichen, welche das etwa alle zehn Jahre durchgeführte Landesforstinventar in Privatwäldern zu Tage brachte, und festgestellt, dass die statistisch gemeldeten Holznutzungen nicht den Holzabgängen entsprachen und sie in der Tat deutlich unterschritten haben. Um diese statistische Unterschätzung zu korrigieren wird in diesen Forstkreisen seitdem die jährlich aus den Privatwäldern zuhanden der Forststatistik gemeldete Holznutzung pauschal



um 25 bis 30 Prozent erhöht. Nach der Einführung dieser Korrektur haben sich keine gravierenden Differenzen zum Landesforstinventar mehr ergeben. Solche statistischen Unterschätzungen existieren vermutlich auch in anderen Forstkreisen, ohne dass sie bemerkt oder statistisch korrigiert werden.

*Schlussfolgerung:* Es ist davon auszugehen, dass nicht die gesamte in den Privatwäldern erfolgte Holznutzung gemeldet wird. Diese in der Forststatistik fehlende Holzmenge erreicht zwar bei weitem nicht den Umfang der zu erklärenden Differenz zwischen der Holzenergiestatistik und dem Holzflussdiagramm; sie trägt jedoch bedeutend zur Klärung dieser Differenz bei.

### **6.3 Holzanfall ausser Wald**

Der Holzanfall ausser Wald umfasst Feldgehölze, Obstbau, Hecken, Gebüschwälder, Parkanlagen, Bestockungen im Siedlungsraum u. a. Er wird seit den Anfängen der Energiestatistik auf etwa 180'000 m<sup>3</sup> (1,6 PJ) Energieholz geschätzt. In dieser Grössenordnung ist er auch im Energieholzdiagramm enthalten.

Eine Potentialstudie vom Dezember 2004<sup>6</sup> unter Leitung von Infrac schätzt die in Frage kommende Nutzfläche auf 127'000 ha (zum Vergleich die Waldfläche: 1'290'000 ha), das theoretische energetische Potential auf 9 PJ und den potentiellen wirtschaftlichen (kommerziellen) Nutzungsgrad (im Jahr 2025) auf 25 – 35 Prozent. Das würde im Jahr 2025 etwa 3 PJ Holzenergie entsprechen. Es ist allerdings davon auszugehen, dass von den verbleibenden 6 PJ ein weiterer Teil von Selbstversorgern nicht kommerziell genutzt würde und bereits heute genutzt wird.

Die Baumbestockung im Siedlungsraum und in Parkanlagen wird von der Studie nicht erfasst. Die (kommerzielle) Holznutzung zu Energiezwecken aus diesem Bereich schätzen die Infrac-Experten auf höchstens 1 PJ.

*Schlussfolgerung:* Die Dunkelziffer dürfte beim Holzanfall ausser Wald hoch sein, und die tatsächliche Holznutzung in diesem Bereich über den bisherigen Schätzungen liegen. Gemessen am Umfang der zu erklärenden Differenz kann jedoch auch von dieser Seite nur eine (womöglich bedeutende) Teilerklärung der Differenz erwartet werden.

---

<sup>6</sup> Potentiale zur energetischen Nutzung von Biomasse in der Schweiz, Forschungsprogramm des BFE, Dezember 2004



#### **6.4 Verbrennung von Alt- und Restholz in Kleinanlagen**

Es ist bekannt, dass in Kleinanlagen Holzsortimente und andere Stoffe als Brennstoff eingesetzt werden, deren Verbrennung nur in speziell dafür bezeichneten und strengen lufthygienischen Kontrollen unterstellten (grösseren) Anlagen gestattet ist. Es handelt sich um Holzarten wie Altholz, Verpackungen, Restholz aus Schreinereien, aber auch um andere Stoffe wie Müll, Altpapier, Karton usw.

Konkrete Hinweise, welche es erlauben würden, diese Dunkelziffer zu quantifizieren, liegen keine vor. Holzfeuerungskontrollen können Spuren unerlaubter Holzsortimente oder anderer Stoffe in den Heizanlagen zwar zuverlässig nachweisen, die verbrannte Menge verbotener Substanzen lässt sich daraus jedoch nicht ableiten. Weil der Einsatz unerlaubterweise geschieht, dürften Erhebungen oder Schätzungen besonders delikate und methodisch schwierig sein.

*Schlussfolgerung:* Es ist nicht auszuschliessen, dass dieser Bereich für einen bedeutenden Teil der Differenz verantwortlich ist. Doch selbst eine sehr grobe Quantifizierung dieses Anteils scheint kaum möglich zu sein.

Die in mehreren Kantonen geplanten und langsam anlaufenden Holzfeuerungskontrollen durch die Kaminfeger werden diese nicht erlaubte Energiegewinnung nach und nach reduzieren. Die Mengen der hier eingesetzten Holzsortimente und Stoffe werden (bei gut funktionierenden Kontrollen) zurückgehen und durch zugelassene Brennholzsortimente ersetzt werden. Damit dürfte sich die statistische Seite des Problems zukünftig quasi von selbst erledigen und Fragezeichen hinterlassen, welche nur die statistische Vergangenheit betreffen.

#### **6.5 Nachträgliche Änderungen vom deklarierten Bestimmungszweck**

Ein grosser Teil der zuhanden der Forststatistik als Energieholz deklarierten Holzsortimente (Nadelbaumholz) eignet sich durch seine physikalischen Eigenschaften auch als Rohstoff für die Papier- oder die Holzplattenindustrie. Auch die Preiskategorie ist etwa die gleiche. Das gleiche gilt selbstverständlich auch umgekehrt. Wechselseitige Veränderungen von statistisch deklarierten Bestimmungszwecken sind somit technisch und preislich möglich und kommen in der Praxis auch vor. Ihr Ausmass oder Haupttendenz sind jedoch nicht näher bekannt. Sehr grosse Verschiebungen würden allerdings innerhalb des Holzflussdiagramms zum Ausdruck kommen und damit als eine mögliche Ursache der Differenz zwischen dem



Holzflussdiagramm und der Nachfrage nach Energieholz ausser Betracht fallen. Nachträgliche Änderungen vom Bestimmungszweck tragen deshalb sehr wahrscheinlich nicht stark zur Differenz zwischen Nachfrage und Angebot an Energieholz bei.

## **7. Fazit**

Selbst die realistischen Potenziale der in Frage kommenden Ursachen sind zu klein, um die Differenz zwischen der revidierten Holzenergiestatistik und dem Holzflussdiagramm durch bloss eine Ursache erklären zu können. Die Differenz muss angesichts ihrer Grösse mehrere Ursachen haben. Grob abschätzen lassen sich nur deren Potenziale. Genauer quantifizieren lässt sich keine der Ursachen.

Es besteht somit kein Grund, dem Holzflussdiagramm oder der Holzenergiestatistik den Vorzug zu geben. Die revidierte Holzenergiestatistik wird veröffentlicht und in die Gesamtenergiestatistik integriert. Die bestehende Differenz gilt es bis auf weiteres zu akzeptieren. Solange keine neuen Informationen vorliegen, wird man sich mit einer qualitativen Erläuterung der wahrscheinlichen Ursachen zufrieden geben müssen.

Das Bundesamt für Umwelt wird die Differenz bei der anstehenden Revision des Holzflussdiagramms zum Anlass nehmen, die Holzflüsse zu überprüfen und allenfalls anzupassen.



## Übersichtstabelle: Holzenergie (Endverbrauch in TJ)

	<u>Jahr</u>	<u>Haushalte</u>	<u>Industrie</u>	<u>Dienstl andw</u>	<u>Total in TJ</u>	<u>Total in 1000 m3</u>
Schwarz/Wick	<b>1980</b>	13'300				
<b>GEST vor Korrekturen</b>	<b>1980</b>	7'300	1'410	960	9'670	
	<b>1990</b>	8'190	2'750	1'180	12'120	
	<b>1993</b>	8'600	2'890	1'230	12'720	
<b>GEST nach Korrektur 1994</b>	<b>1994</b>	11'550	3'880	1'650	17'080	
	<b>1997</b>	12'670	4'250	1'880	18'000	
<b>GEST nach Korrektur 1998</b>	<b>1990</b>	8'430	5'330	3'330	17'090	
	<b>1998</b>	9'420	6'750	4'760	20'930	
	<b>2000</b>	8'560	7'010	4'500	19'970	
	<b>2004</b>	8'570	8'270	5'890	22'730	
<b>GEST nach Revision 2005</b>	<b>1980</b>	23'910	1'410	960	26'280	
	<b>1990</b>	20'760	4'240	3'460	28'460	
	<b>2000</b>	17'190	4'950	5'150	27'290	
	<b>2004</b>	18'210	5'590	5'790	29'590	<i>3'000</i>
	<b>2005</b>	18'530	5'750	6'170	30'450	
Perspektiven 1996*	<b>1990</b>	19'400	2'500	2'400	24'300	
Perspektiven 2005*	<b>1990</b>	24'200	3'800	6'200	34'200	
<b>(Stand August 2005)</b>	<b>2000</b>	20'500	5'700	6'300	32'500	
Holzflussdiagramm	<b>1995-99</b>					<i>2'150</i>

\* witterungsbereinigt