



Ingenieure und Planer

Holzenergie x 2

Szenariostudie zur Entwicklung der energetischen
Holznutzung in der Schweiz

Zürich, 12.08.2004

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Zusammenfassung	1
2. Ausgangslage	4
3. Fragestellung	4
4. Zielsetzung	4
5. Vorgehen	4
6. Szenarienbildung	7
6.1. Grundlagen	7
6.2. Vernetzung der Einflussfaktoren	7
6.3. Weitere Untersuchungsbereiche	9
6.4. Aufbau der Berechnungsmodelle	9
7. Berechnung der Szenarien	13
7.1. Wärmepreisentwicklung	13
7.2. Entwicklung der holzbeheizten Wohnflächen	21
7.3. Entwicklung verschiedener Anlagenkategorien	28
7.4. Gesamtentwicklung Holzverbrauch	37
8. Vergleich mit andern Ländern	40
8.1. Österreich	40
8.2. Deutschland	40
8.3. Schweden	41
9. Weitere Einflussfaktoren	42
9.1. Sozioökonomische Faktoren	42
9.2. Luftreinhalteverordnung / Qualitätssiegel Holzfeuerung	43
9.3. Label Minergie	44
9.4. Label Energiestadt	44
9.5. Contracting	45
9.6. Wärme-Kraft Koppelung	45
10. Aktuelle Entwicklungen	46
10.1. Förderbeiträge für Holzfeuerungen	46
10.2. CO ₂ -Abgabe	46
10.3. Ölpreisentwicklung	47

11.Folgerungen	48
11.1. Private Gebäude	48
11.2. Öffentliche Hand / Dienstleistungsbetriebe	50
11.3. Industrie, Gewerbe	51
12.Literatur	53
13.Anhang	55
13.1. Menge und Bereitstellungspreise Holzschnitzel	55
13.2. Brennstoffkosten	55
13.3. Szenarien holzbeheizte Wohnflächen	57
13.4. Szenarien verschiedener Anlagekategorien	60

Verteiler:
Thomas Grünenfelder, BUWAL
Christoph Rutschmann, Holzenergie Schweiz

12.08.2004, B 3426.00-1, FMK / AP / PF

Basler & Hofmann
Ingenieure und Planer AG, Mitglied SIA/USIC

Zürich: Forchstrasse 395, CH-8029 Zürich
Tel. 01 387 11 22, Fax 01 387 11 00

Esslingen: Bachweg 1, CH-8133 Esslingen
Tel. 01 387 15 22, Fax 01 387 15 00

1. Zusammenfassung

Ausgangslage	Die im CO ₂ -Gesetz festgelegten Reduktionsziele sowie das langfristige Ziel einer nachhaltigen Energienutzung stellen Fragen zum Beitrag welcher die Nutzung von Holzenergie zum Erreichen dieser Ziele haben kann.
Aufgabenstellung, Ziel	Mit einer Szenariostudie wird aufgezeigt ob und unter welchen Voraussetzungen und Rahmenbedingungen eine Verdoppelung der energetischen Nutzung von Holz in der Schweiz realisierbar ist. Notwendige Massnahmen sowie mögliche Hindernisse im Zusammenhang mit den aufgezeigten Szenarien werden dargestellt.
Vorgehen	<p>In die Untersuchung werden folgende drei Teilbereiche der energetischen Holz-nutzung einbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none">– Private Gebäudeheizungen. Fokussierung auf Wohngebäude und Sanierungen– Öffentliche Gebäude und Dienstleistungsgebäude: Erhöhung des Holzanteils im Betrieb öffentlicher und privater Nah- und Fernwärmenetze.– Industrie und Gewerbe. Möglichkeiten im Bereich der Prozesswärme <p>Da die Entwicklungen auf einem Zusammenspiel verschiedenster Faktoren basieren, wird die Szenarienbildung auf drei Teilbereiche begrenzt:</p> <ul style="list-style-type: none">– Entwicklung des Wärmegestehungspreises (Einflüsse wie z.B. CO₂-Abgabe)– Entwicklung bzw. Potential der Nachfrage (mit Holz beheizter Wohnraum)– Entwicklungsszenarien einzelner Feuerungskategorien– Weitere Einflussfaktoren wie z.B. sozioökonomische Faktoren können nur qualitativ beurteilt werden.
Resultate	<p>Die Resultate der Szenarien für einzelne Feuerungskategorien und Einsatzgebiete werden in zwei Gesamtszenarien zusammengefasst:</p> <ul style="list-style-type: none">– Szenario „hoch“ mit starkem Anlagenwachstum bei den automatischen Schnitzelfeuerungen und Pelletfeuerungen.– Szenario „tief“ mit moderaten Anlagenwachstum bei den Pelletfeuerungen und einer langfristigen Konsolidierung der Anlagezahl bei den automatischen Schnitzelfeuerungen. <p>Als Basis für die Entwicklung 1990 bis 2000 werden auf Daten der Volkszählung 1990 und 2000 sowie Modellberechnungen (Hofer, 2004) basierende aktualisierte und harmonisierte Verbrauchszahlen verwendet. Der klimaneutrale Bruttoverbrauch Holz liegt dabei für das Jahr 2000 insgesamt bei knapp 8.5 TWh bzw. 3.5 Mio m³ fester Holzmasse (inkl. KVA). Der Verbrauch im Wohnbereich alleine liegt bei knapp 5.2 TWh bzw. knapp 2.2 Mio m³ fester Holzmasse.</p>
Szenario „hoch“	<p>Das in Abbildung 1.1 dargestellte Szenario „hoch“ führt in der Periode 2000-2020 zu einer Erhöhung des Holzumsatzes um gut 50% auf knapp 12.9 TWh bzw. 5.4 Mio m³ feste Holzmasse. Diese Steigerung bedarf grosser Anstrengungen und wird ohne Begleitmassnahmen nicht erreicht. Den drei Teilbereichen liegen folgende Entwicklungen zugrunde:</p> <ul style="list-style-type: none">– Trendwende beim Holzumsatz der Wohngebäude durch den Einsatz von automatischen Pelletfeuerungen– Langfristige Fortsetzung der Verbreitung von automatischen Schnitzelfeuerungen vor allem auch in Dienstleistungsgebäuden. Neben öffentlichen Gebäuden, wo bereits eine starke Verbreitung vorhanden ist werden vermehrt auch private Bürogebäude erschlossen– Nur geringe Steigerung im Industriebereich vor allem aus wirtschaftlichen Gründen <p>Bei den automatischen Schnitzelfeuerungen ist die starke Zunahme nur unter sehr günstigen Bedingungen (konkurrenzfähige Wärmepreise) erreichbar. Auch ist die im Jahr 2020 benötigte jährliche Holzschnitzelmenge von etwa 6 TWh (2.6 Mio m³ Holz) nicht einfach zu konkurrenzfähigen Konditionen bereitzustellen. Bei den</p>

Holzpelletfeuerungen wird das anhaltend starke Wachstum vermutlich nur mit gezielten Förderungen erreicht, welche eine aus Investitionssicht günstige Ausgangslage schaffen.

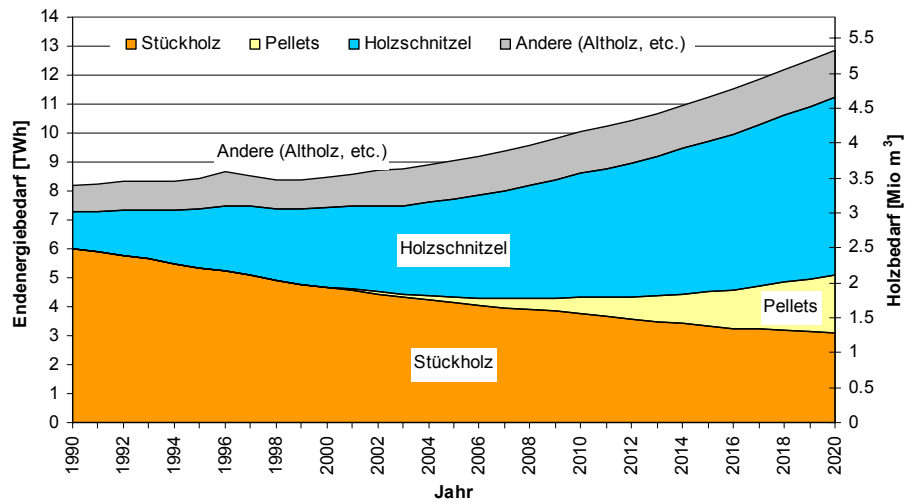


Abbildung 1.1 Szenario „hoch“ für Entwicklung Holzumsatz; Aufteilung nach Brennstoff

Szenario „tief“

Das in Abbildung 1.2 dargestellte Szenario „tief“ führt in der Periode 2000-2020 nur zu einer Erhöhung des Holzumsatzes um etwa 15% auf knapp 9.8 TWh bzw. 4.1 Mio m³ feste Holzmasse. Bei ungünstigen Bedingungen für Holzfeuerungen (Abbau der Förderung, tiefe Ölpreise, keine CO₂-Abgabe) dürfte auch das Erreichen dieser Entwicklung starker Anstrengungen bedürfen. Den drei Teilbereichen liegen folgende Entwicklungen zugrunde:

- Negativtrend bei den Gebäudeheizungen wird längerfristig durch das Wachstum bei den Holzpelletfeuerungen aufgefangen
- Konsolidierung der Anlagenzahl bei den automatischen Schnitzelfeuerungen. Neben öffentlichen Gebäuden, wo bereits eine starke Verbreitung vorhanden ist können private Bürogebäude nur in begrenztem Mass neu ausgerüstet werden.
- Keine nennenswerte Steigerung im Industriebereich vor allem aus wirtschaftlichen Gründen. Bestehende Anlagen werden weiterbetrieben.

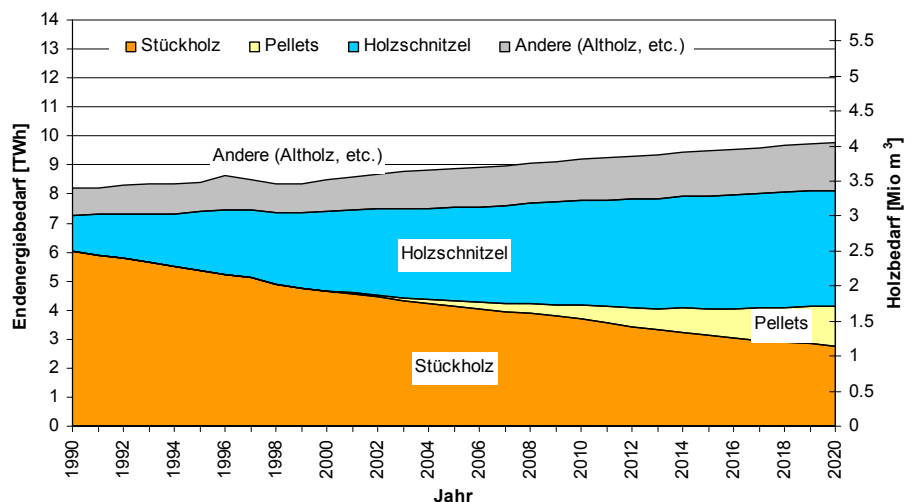


Abbildung 1.2 Szenario „tief“ für Entwicklung Holzumsatz; Aufteilung nach Brennstoff

Durch den bei Sanierungen abnehmenden Wärmebedarf ist bereits zur Stabilisierung des Holzumsatzes der Wohngebäude eine Steigerung des Anteils an holzbe-

heizten Wohnungen notwendig. Auch bei den automatischen Schnitzelfeuerungen muss eine Zunahme der Anlagenzahl erfolgen

Folgerungen

Um im Bereich der Wohngebäude Stabilisierung bzw. Erhöhung des Holzumsatzes zu erreichen ist vor allem das Beibehalten von Holz als Energieträger bei Sanierungen von alten Ein- und Zweifamilienhäusern wichtig. Neben spezifischen Informationen für die Bauherren sind ausreichende Förderbeiträge wichtig um einem Wechsel des Energieträgers zu verhindern. Kostengünstige Pelletfeuerungs-systeme für Sanierungen müssen verfügbar sein.

Ein Potential besteht auch bei Heizungssanierungen in Mehrfamilienhaussiedlungen und Wohnbaugenossenschaften. Hier steht die Unterstützung (mit Informationen und finanziell) für den Wechsel von Öl auf Holz im Vordergrund. Contractinglösungen können hier eine wichtige Rolle spielen. Es bedarf jedoch primär auch der Überzeugung massgebender Entscheidungsträger.

Bereits viele öffentliche Gebäude verfügen über mit Holz betriebene Wärmenetze. Damit liegen mögliche Massnahmen vor allem auch in einer Anschlussverdichtung. Neben politischer Unterstützung solcher Projekte durch Behördenvertreter und Politiker kann das Label „Energistadt“ hierbei eine positive Rolle spielen. Grosses Potential liegt auch beim Zubau an Holzfeuerungen in Dienstleistungsbetrieben. Hier sind vor allem Contractinglösungen von Interesse. Da für diese Betriebe ein wirtschaftlicher Wärmepreis Voraussetzung ist, nimmt die CO₂-Abgabe auf fossilen Brennstoffen hier eine wichtige Rolle ein.

Für eine Verbreitung von Holz als Energieträger in Industrie und Gewerbe ist die Wirtschaftlichkeit eine Grundvoraussetzung (CO₂-Abgabe). Daneben sind weitere Hemmnisse wie die hohe Gewichtung von Störungsfreiheit und fehlende Erfahrung mit Holz als Energieträger zu überwinden. Durch die häufig geringe Bedeutung der Energiekosten ist die Priorität für Massnahmen hier oft gering.

Fazit

Die berechneten Szenarien führen im Jahr 2020 zu einer Steigerung des Holzumsatzes zwischen 15 bis 50% gegenüber dem Jahr 2000. Eine Verdoppelung der energetischen Holznutzung in diesem Zeitraum ist daher kaum realistisch. Auch für eine moderate Steigerung des Holzumsatzes sind Massnahmen nötig.

Im Bereich der privaten Wohngebäude ist es wichtig Anreize zu schaffen damit bei Sanierungen der Energieträger Holz beibehalten bzw. auf Holz gewechselt wird. Dafür müssen folgende Voraussetzungen gegeben sein:

- Beibehalten bzw. ein Ausbau der Förderbeiträge insbesondere für Sanierungen um die notwendigen Mehrinvestitionen gering zu halten
- Verbesserung der Wahrnehmung moderner Holzfeuerungen bezüglich ihrer Ebenbürtigkeit zu Ölfeuerungen (Betriebsaufwand, Komfort)
- Kostengünstige Komplettsysteme für Sanierungen von 1-2 Familienhäusern

Für Anlagen im Bereich Dienstleistung und Industrie stehen wirtschaftliche Überlegungen im Vordergrund. Für eine deutliche Zunahme der Anlagenzahl in diesem Bereich müssen folgende Voraussetzungen gegeben sein:

- Rasche Einführung einer CO₂-Abgabe
- Beibehalten bzw. ein Ausbau der Förderbeiträge

Als Stärke der Holzenergie wird hier vor allem die höhere Preisstabilität des Brennstoffes wichtig sein.

2. Ausgangslage

Im Zusammenhang mit den im CO₂-Gesetz festgelegten Reduktionszielen sowie auf längere Sicht den Zielen der Nachhaltigkeit, wie sie in der Vision einer 2000-Watt Gesellschaft angestrebt werden, stellt sich die Frage, welchen Anteil an die Erreichung dieser Ziele die Nutzung von Holzenergie beitragen kann. Dabei wird oft auf das bei weitem nicht ausgeschöpfte Potential der Holzenergienutzung hingewiesen. Verschiedene Fragen um die mögliche Entwicklung der Holzenergienutzung in Zukunft sind dabei bislang unbeantwortet.

3. Fragestellung

Gemäss neuen, harmonisierten Daten werden gegenwärtig jährlich gut 3.5 Mio m³ Energieholz¹ genutzt. Dieser Menge steht ein kurz- bis mittelfristiges Potential von etwa 5 Mio m³ und ein theoretisches Potential von 7 Mio m³ gegenüber (Holzenergie Schweiz, 1999). Diese Menge könnte energetisch genutzt werden ohne die Wälder zu übernutzen oder andere Verwendungszwecke des Holzes zu konkurrieren. Es soll aufgezeigt werden ob und unter welchen Voraussetzungen und Rahmenbedingungen eine Verdoppelung der energetischen Nutzung von Holz in der Schweiz realisierbar ist. Im weiteren soll dargelegt werden in welchem Zeithorizont eine solche Entwicklung realisierbar wäre.

4. Zielsetzung

Mit verschiedenen Szenarien werden zukünftige Entwicklungen der Holzenergienutzung aufgezeigt. Die massgebenden Einflussfaktoren und deren Wirkung auf die berechneten Szenarien werden beschrieben. Notwendige Massnahmen sowie mögliche Hindernisse im Zusammenhang mit den aufgezeigten Entwicklungsszenarien werden dargestellt. Diese Auswertung erfolgt primär für die Untersuchungsbereiche Private Gebäudeheizungen, Öffentliche Gebäude sowie Industrie und Gewerbe.

5. Vorgehen

Untersuchungsbereiche

Folgende Teilbereiche der energetischen Holznutzung werden in die Untersuchung einbezogen:

- Private Gebäudeheizungen: z.B. Potential moderner, automatischer Holzfeuerungen für kleine Leistungen wie z.B. Pelletfeuerungen. Potential in Zusammenhang mit Gebäudestandards wie z.B. Minergie, kantonalen/nationalen Fördermassnahmen oder deren Energiegesetze. Einfluss der Gebäudesanierungen.
- Öffentliche Gebäude, Wärmeverteilnetze sowie Dienstleistungsbereich: Erhöhung des Holzanteils im Betrieb öffentlicher Nah- und Fernwärmenetze. Einfluss von Labels wie z.B. "Energistadt".
- Industrie und Gewerbe: z.B. Potential von Areallösungen für Dampf, Wärme sowie Wärmekraftkoppelung aus Holzenergie. Umrüstung bestehender Nahwärmenetze oder Erweiterung bestehender Verbunde (Netzverdichtung). Entwicklung der Anlagen mittlerer und grösserer Leistung. Einfluss einer erwarteten CO₂-Abgabe.

¹ Feste Holzmasse. Beinhaltet Stückholz, Holzschnitzel, Holzpellets sowie auch Altholznutzung. Diese auf aktuellen Volkszählungsdaten basierenden harmonisierten Verbrauchsdaten liegen etwa 25% höher als die bislang in der Holzenergiestatistik (Kessler et al., 2003a) publizierten Daten (2.8 Mio m³).

In Abbildung 5.1 sind die betrachteten Untersuchungsbereiche dargestellt:

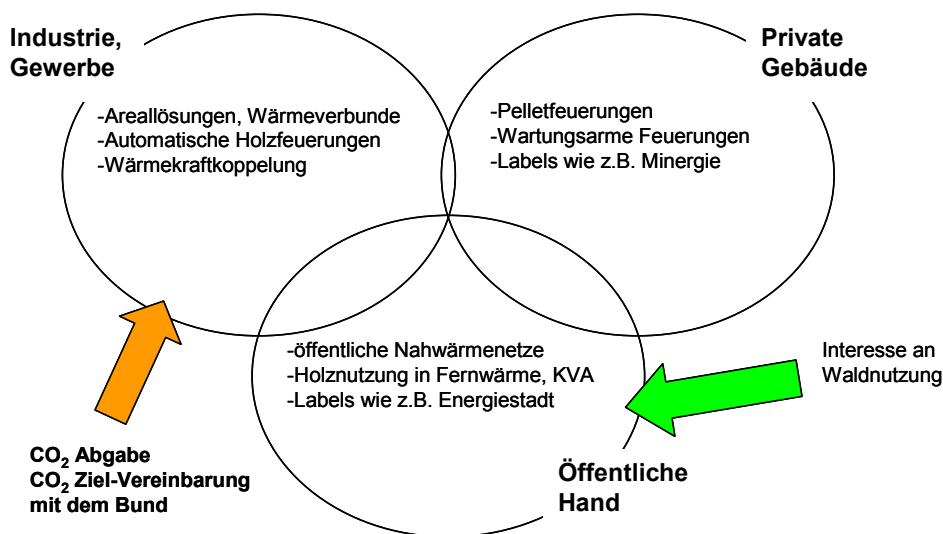


Abbildung 5.1 Untersuchungsbereiche der Studie

Rahmenbedingungen

Für die Entwicklung der energetischen Holznutzung beeinflussen werden folgende Rahmenbedingungen und Rahmenbedingungen betrachtet:

- Verschiedene CO₂-Szenarien Schweiz
- Internationaler Vergleich (Länder mit CO₂-Abgabe wie Schweden; Energieeinspeiseverordnung in Deutschland, die einen Boom in der „grünen“ Stromproduktion ausgelöst hat)
- Fiskalische Belastung auf Erdgas/Heizöl (z.B. Südtirol)
- Wirtschaftlichkeit Holzbereitstellung im Wald (Studie WSL: Thees et al., 2003)
- Hauptfaktoren: Preis Konkurrenzenergie (Heizöl), Förderung von Holzenergie
- Konzentration auf Anlagen bis 10 MW (in der Schweiz sind keine Grossanlagen > 100 MW vertretbar und möglich)
- Zuwachsraten bei einzelnen Feuerungskategorien
- Zielwert CO₂-Abgabe (Grössenordnung eines konkurrenzfähigen kWh-Preises für Holzenergie)
- Holz bleibt Nischenprodukt, Hauptkonkurrent ist Heizöl, der Bezug zum Wald der Wohngemeinde bleibt im Vordergrund
- Die Holzvergasung ist unter kommerziellen Aspekten derzeit kein Thema
- Revision der Luftreinhalte Verordnung (LRV) in der Schweiz

Methoden und Untersuchungsansätze

Für die Untersuchungen des Potentials im Bereich Wohngebäude werden als Basis die Szenarien zur Entwicklung des Gebäudebestandes (Neubau und Sanierung) aus (Aebischer et al., 2002) verwendet. Für die Untersuchung der Kostenaspekte basieren die Szenarien auf dem Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen Holz- und Ölheizungen (AMBIO, 2001) sowie auf den Schätzungen zum Potential und den Kosten für Holzbrennstoffe (Thees et al., 2003). Im weiteren werden für einzelne Feuerungskategorien Szenarien auf Basis der bisherigen Entwicklung und ausgehend von Daten der Holzenergiestatistik (Kessler et al., 2003a) gebildet. Für die Bewertung sozioökonomischer Aspekte werden Untersuchungen aus Österreich einbezogen (Könighofer, 2001, Madlener & Gustavsson, 2002). Bereits verfügbare Resultate aus einer derzeit laufenden Untersuchung in der Schweiz (Artho, 2004) werden berücksichtigt.

Mit Hilfe dieser Basisdaten werden Szenarien für verschiedene Entwicklungen untersucht. Dabei stehen folgende Untersuchungsansätze im Vordergrund:

- Entwicklungen bei privaten Gebäudeheizungen in den Bereichen Neubau und vor allem auch Sanierung. Einfluss von Standardlösungen entsprechend den kantonalen Energiegesetzen (Kanton Zürich: §10A) sowie Labels wie Minergie

- Entwicklungen Öffentliche Gebäude/Wärmenetze: Label Energiestadt, Lokale Agenda 21, raumplanerische Lenkung (Neubaugebiete, Anschlusspflicht bei Kesslersatz usw.)
 - Entwicklungen Industrie und Gewerbe: Stromlabel (Naturmade Star), Prozesse mit hohem Wärmebedarf (Lebensmittel, Chemie, Wäscherei, Trocknung), Wärme/Kälte, Innovationsdruck durch CO₂-Abgabe
 - LRV-Verschärfung, Auswirkung auf Szenarien
 - Trend Pelletfeuerungen: (Betriebskosten und Bedienungsaufwand vergleichbar mit fossilen Energieträgern)
 - Schwerpunkt Altbau / Umnutzung: Heizkesslersatz Nahwärmenetze (Wohnbaugenossenschaften, Institutionelle Bauherren), Netzverdichtung
- Die Untersuchung der verschiedenen Aspekte erfolgte nach folgenden Prioritäten:
- Wärmenutzung (Sanierungsmarkt, Nahwärme)
 - Contractinglösungen
 - Strom wärmegeführt (Label für Strom aus Holz)
 - Sozioökonomische Aspekte

Grundlagen für die Szenarienbildung

- Die Szenarien zur Holznutzung werden aus folgenden Grundlagen entwickelt:
- Erkennung von Trends und Entwicklungen anhand der Grundlagedaten der Holzenergiestatistik (Zeitreihe 1990 bis 2002).
 - Entwicklungen im Gebäudebereich, basierend auf den Daten der aktuellen Wohnbaustatistik (Zahlen der Volkszählung 2000, Hofer, 2004)
 - Potentiale im Gebäudebereich aufgrund der aktuellen Entwicklungen von neuen Gebäudelabels (z.B. Minergie, Minergie-P, etc.)
 - Potentiale im Industriebereich aufgrund der Stossrichtung und der Ziele, welche im Zusammenhang mit der CO₂-Abgabe des Bundes angestrebt werden. Szenario für Höhe der CO₂-Abgabe basierend auf Kirchner et al. (2003).
 - Als Grundlage für die Szenariobildung werden Studien zur Entwicklung der Wohngebäude (Aebischer et al., 2002), des Potentials an Waldholzschnitzeln (Thees et al., 2003) sowie der geplanten Fördermassnahmen (Kessler et al., 2003b) einbezogen.
 - Aktuelle Entwicklungen und Prognosen im Bereich der inländischen Pelletproduktion (bzw. Importe und Exporte) sowie der Entwicklung im Anlagenbestand.

Quantifizierung der Einflussfaktoren

Mit Hilfe von Expertengesprächen sollen die den Szenarien zugrunde gelegten Einflussfaktoren und Entwicklungstendenzen quantifiziert werden. Ausserdem werden Untersuchungen aus anderen Ländern, welche bereits seit längerem Abgaben auf CO₂-Emissionen oder allgemein auf nichterneuerbare Energien erheben (z.B. Schweden seit 1991) oder anderweitig Fördermassnahmen zur Steigerung der Holzenergienutzung verfolgen (z.B. Österreich, Deutschland) einbezogen werden. Die Entwicklung der Holzenergienutzung in diesen Ländern dient dabei unter Berücksichtigung der länderspezifischen Gegebenheiten zur Quantifizierung der verschiedenen Einflussfaktoren.

6. Szenarienbildung

6.1. Grundlagen

Für die Szenarienbildung wird das Zusammenspiel verschiedenen Faktoren berücksichtigt, welche einen Einfluss auf die Entwicklung des Energieholzumsatzes bzw. die genutzte Feuerungsleistung haben. Dafür werden einerseits die Einflussfaktoren bestimmt und andererseits grob quantifiziert. Für verschiedene Kenngrößen (Wohnfläche, spezifischer Energiebedarf, Nutzungspotential für Holzschnitzel, etc.) stehen Entwicklungsszenarien zur Verfügung, welche in anderen Studien entwickelt wurden (Aebischer et al., 2002; Thees et al., 2003) und für diese Untersuchung übernommen werden.

Mit diesen Grundlagen werden verschiedene Entwicklungsszenarien für die folgenden Teilbereiche erstellt:

- Entwicklung des Wärmegestehungspreises (Einflüsse wie z.B. CO₂-Abgabe)
- Entwicklung bzw. Potential der Nachfrage (mit Holz beheizter Wohnraum)
- Entwicklungsszenarien einzelner Feuerungskategorien

Die Quantifizierung der Einflussfaktoren für die Bildung der Szenarien erfolgt im Gespräch mit verschiedenen Experten. Für die Berechnung der Szenarien werden für die drei Teilbereiche separate Berechnungsmodelle erarbeitet, welche die Variation einzelner Eingabeparameter erlauben, um eine Aussage auf die Wirkung unter verschiedenen Voraussetzungen zu untersuchen. Der Aufbau der verwendeten Berechnungsmodelle ist in Kapitel 6.4 beschrieben.

Die Berücksichtigung sozioökonomischer Aspekte erfolgt nicht direkt quantitativ, da keine entsprechenden Zahlen verfügbar sind. In den Szenarien bilden sich diese Faktoren jedoch in günstigeren bzw. ungünstigeren Entwicklungen ab. Da der Einfluss auf den Verlauf der Entwicklung gross sein kann, werden die sozioökonomischen Faktoren separat qualitativ beurteilt (siehe Kapitel 9.1).

6.2. Vernetzung der Einflussfaktoren

6.2.1 Private Gebäude

Da im Bereich der privaten Gebäude die Gebäudesanierung einen wichtigen² Stellenwert in Bezug auf die Entwicklung der Holzenergie einnimmt wird dieser Aspekt genauer untersucht. Dabei spielen neben den Kostenfaktoren (inkl. CO₂ Abgabe) auch qualitative Faktoren wie das MINERGIE Label oder das Qualitätssiegel Holzheizung eine Rolle.

Als Basis dient die Entwicklung der sanierten Gebäudefläche sowie die zu erwartende Verteilung auf die verschiedenen Energiesysteme. In Abbildung 6.1 ist die Vernetzung der verschiedenen Einflussfaktoren graphisch dargestellt. Es zeigen sich an verschiedenen Stellen Rückkoppelungen und starke Abhängigkeiten von der Entwicklung anderer Heizsysteme (z.B. Wärmepumpe).

Da die in Abbildung 6.1 dargestellten Vernetzungen häufig nicht zu quantifizieren sind und eine hohe Komplexität einer umfassenden Modellberechnung die Transparenz einzelner Aussagen und die Beurteilung von Abhängigkeiten erschwert, wird für die Bildung der Szenarien mit Teilmodellen gearbeitet. Diese Berechnungsmodelle werden in Kapitel 6.4 beschrieben.

² Knapp 54% der mit Holz beheizten Wohnungen sind in Gebäuden mit Baujahr vor 1919 zu finden und nur 7% in Gebäuden mit Baujahr nach 1990.

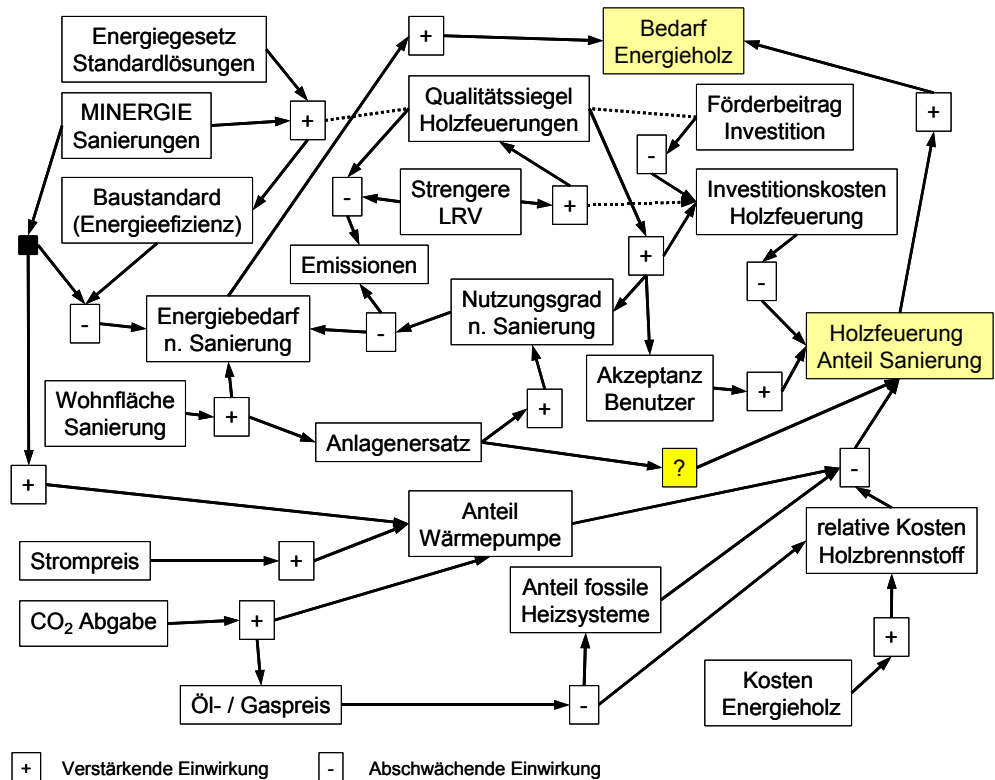


Abbildung 6.1 Abhängigkeiten und Vernetzung im Bereichs der Holznutzung privater Gebäude

6.2.2 Wärmeverbunde (privat / öffentlich)

Ein weiterer Bereich, der ein beträchtliches Entwicklungspotential aufweisen kann, sind die, häufig mit Öl betriebenen Wärmeverbunde. In der Beurteilung der Entwicklung in diesem Bereich werden neben den Kostenfaktoren (CO₂ Abgabe), welche hier sicher eine zentrale Stelle einnehmen, ebenfalls qualitative Faktoren berücksichtigt (z.B. Label Energiestadt, Personen als „Initiatoren“).

Als Basis dienen Zahlen zu den heute im Kanton Zürich betriebenen Heizwärmenetzen (Quelle: AWEL, 2004; Kessler et al., 2003a). Daraus werden Szenarien für eine Expansion im Bereich der Verbundanlagen (Feuerungen >300 kW) in der Schweiz gebildet. Im Bereich der Ölfeuerungen liegt eine Expansionsmöglichkeit, wobei hier auch eine starke Konkurrenz durch Gasfeuerungen besteht.

In Abbildung 6.2 ist die Vernetzung der verschiedenen Einflussfaktoren graphisch dargestellt. Auch hier zeigen sich an verschiedenen Stellen Rückkoppelungen und Abhängigkeiten von der Entwicklung anderer Heizsysteme (v.a. Gaskessel).

Auch hier wird für die Bildung der Szenarien mit Teilmodellen gearbeitet. Diese Berechnungsansätze werden in Kapitel 6.4 beschrieben.

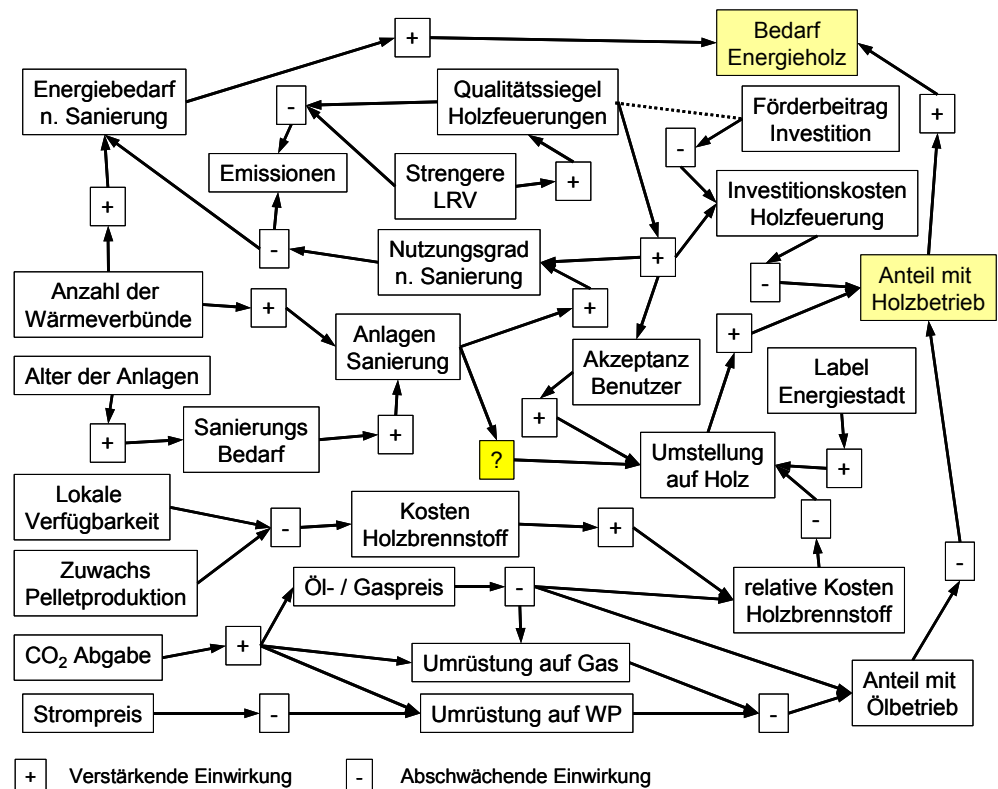


Abbildung 6.2 Modellstruktur für Untersuchung des Bereichs Wärmeverbände

6.3. Weitere Untersuchungsbereiche

Für die Beurteilung der folgenden Untersuchungsbereiche werden aus den beschriebenen Ansätzen Aussagen abgeleitet und besprochen:

- Pelletfeuerungen für Wohngebäude (Entwicklungstrends im Ausland, Komfort, Kosten, Brennstoffverfügbarkeit).
- Wärme-Kraft-Koppelung (Naturemade Star Zertifizierung, steigender Strombedarf, Wärmeabnehmer erforderlich).
- Holznutzung in der Industrie (Kostenaspekte, Areallösungen, CO₂-Zielvereinbarungen, Zuverlässigkeit).

6.4. Aufbau der Berechnungsmodelle

Aufgrund der Komplexität der Vernetzung der verschiedenen Einflussfaktoren werden für die Berechnung der Szenarien verschiedene Teilmodelle verwendet, welche eine Teilaussage zu den verschiedenen zu untersuchenden Aspekten ermöglichen. In der Resultatdiskussion (siehe Kapitel 11) werden dann aus diesen Teilergebnissen Folgerungen für die Beeinflussung der energetischen Holznutzung insgesamt gezogen. Folgende Teilmodelle werden in den nächsten Kapiteln erläutert:

- Wärmepreisentwicklung: Entwicklung des Wärmepreis für verschiedene Anlegkategorien im Vergleich zu Ölfeuerungen.
- Bedarfsentwicklung: Entwicklung der Flächen und der Energiebedarfe von mit Holz beheizten Wohngebäuden.
- Anlagenentwicklung: Entwicklung der Anlagenzahl und Anlagenleistung für verschiedene Feuerungskategorien aufgrund Angaben zur bisherigen Entwicklung sowie Erwartungen für zukünftige Entwicklungen.

6.4.1 Berechnungsmodell für Wärmepreisentwicklung

Der Aufbau der Berechnung erfolgt auf der Basis des Expertensystem zur Wirtschaftlichkeit „Kostenvergleich Holzenergiefeuerung – Ölfeuerung“ (EXCEL Be-

rechnungstool; AMBIO, 2001). In diese Berechnungsgrundlage werden folgende Einflussfaktoren als Variablen eingebettet:

- Förderbeiträge für Holzheizungen aus (Kessler et al., 2003b)
 - Brennstoffkosten Holz basierend auf Preisempfehlungen WVS/SHIV (2003). Streubereiche und Sortimentsverteilung für Holzschnitzel berechnet aus Daten von (Thees et al., 2003). Für Pellets basieren die Preisdaten auf aktuellen Angaben verschiedener Schweizer Hersteller. Die Streubreite wurde aus den in Hartmann et al. (2003) präsentierten Angaben zur Preisspanne von Pellet errechnet.
 - Brennstoffkosten Öl / Gas. Aktuelle Energiekosten Öl aus Jahresmittel 2003 für verschiedene Abnahmemengen (www.erdoel.ch); Gaspreise aus Mittelwert von 6 Gaswerken (Arbeitspreis, Grundpreis und Leistungspreis).
 - Energiepreisteuerung (real) für fossile Brennstoffe in Anlehnung an die Annahmen in (Aebischer et al., 2002) verwendet³.
 - Die Preisentwicklung der Holzbrennstoffe wurde aus Angaben zur bisherigen Entwicklung der Energieholzpreisen 1992-2000 (BFS, 2000) abgeschätzt⁴.
 - CO₂-Abgabe. Entwicklung gemäss den Szenarien in (Kirchner et al., 2003).
- Abbildung 6.3 zeigt die Verknüpfung der verwendeten Berechnungsvariablen.

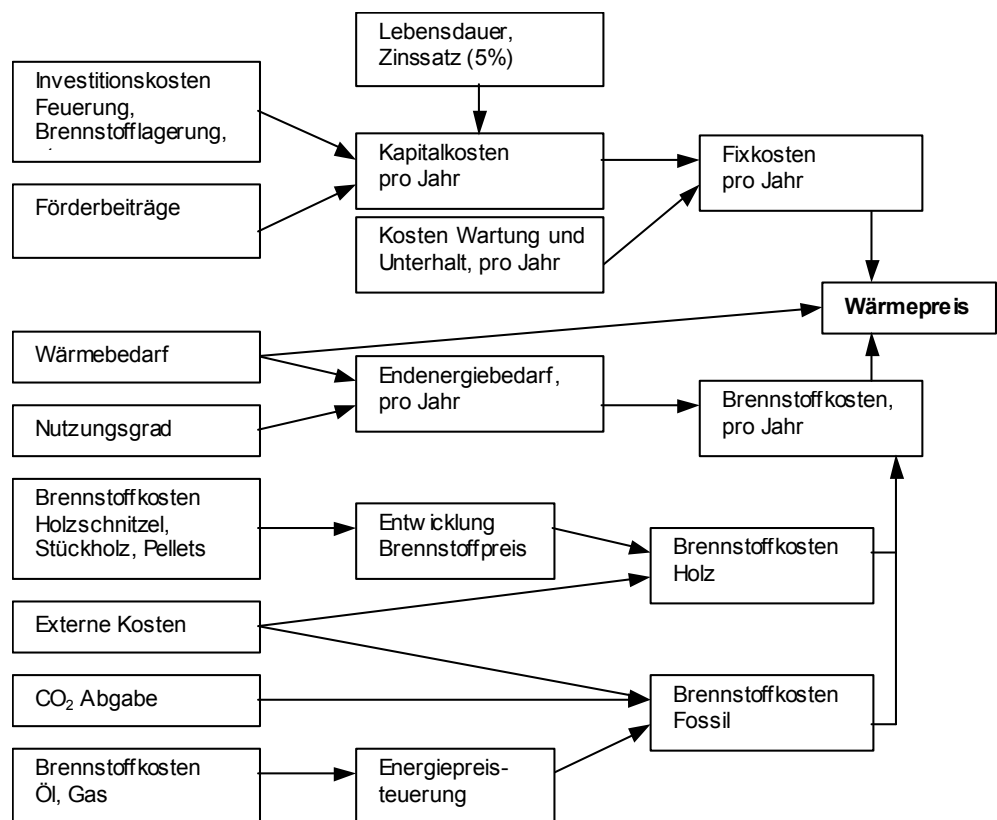


Abbildung 6.3 Berechnungsmodell für Wärmepreisentwicklung. Berücksichtigte Variablen

Für die Berechnungen des Wärmebedarfs werden 1800 Vollbetriebsstunden angenommen. Im Nutzungsgrad wird nur die Feuerung (ohne Verteilung) berücksichtigt. Für die Holzheizungen werden Nutzungsgrade zwischen 70 (Stückholzfeuerung) und 84% (grosse Schnitzelfeuerung) angenommen. Für den Vergleich mit fossilen Brennstoffen wird für Ölheizungen ein Nutzungsgrad von 95% und für Gasheizungen 102% zugrundegelegt.

³ Unterer Wert: Preissteigerung 1999/2015; Oberer Wert Preissteigerung 1999/2010 gemäss Tab 2-8 in (Aebischer et al., 2002)

⁴ Potentielle Kosteneinsparungen durch Rationalisierung; 0...+0.5%/a allgemeine Energiepreisteuerung

6.4.2 Berechnungsmodell für Bedarfsentwicklung im Wohnbereich

Der Aufbau der Berechnung erfolgt auf der Basis der in (Aebischer et al., 2002) verwendeten Annahmen zur Entwicklung der Flächen und der Energiebedarfe für Wohngebäude. Darin enthalten sind auch Annahmen zur Sanierungstätigkeit (Voll- und Teilsanierungen), sowie dem damit verbundenen Rückgang des Heizenergiebedarfs. Im weiteren wird für die meisten Berechnungen auch die Annahmen zur Entwicklung des Holzenergieanteils bei Neubauten aus dieser Quelle übernommen. Für die Szenarioberechnung werden folgende Einflussfaktoren als Variablen eingebettet:

- Anteil der Teilsanierungen mit einer Holzfeuerung
- Anteil der Vollsanierungen mit einer Holzfeuerung
- Anteil der Neubauten mit einer Holzfeuerung

Abbildung 6.4 zeigt die Verknüpfung der verwendeten Berechnungsvariablen. Für diese Variablen ist eine Variation der Anteile für Zeitintervalle von je 5 Jahren (zwischen 1995 und 2030) möglich. Aus diesen Angaben wird die Entwicklung der mit Holz beheizten Energiebezugsfläche sowie des damit gedeckten Heizwärmebedarfs errechnet. Insbesondere kann auch ein Szenario für die Entwicklung des Sanierungsmarktes abgebildet werden. Für die Auswertung werden drei Gebäudeklassen unterschieden:

- Ein- und Zweifamiliehäuser (1-2FH).
- Kleine Mehrfamilienhäuser mit weniger als 6 Wohneinheiten (kMFH).
- Grosse Mehrfamilienhäuser mit 6 oder mehr Wohneinheiten (gMFH).

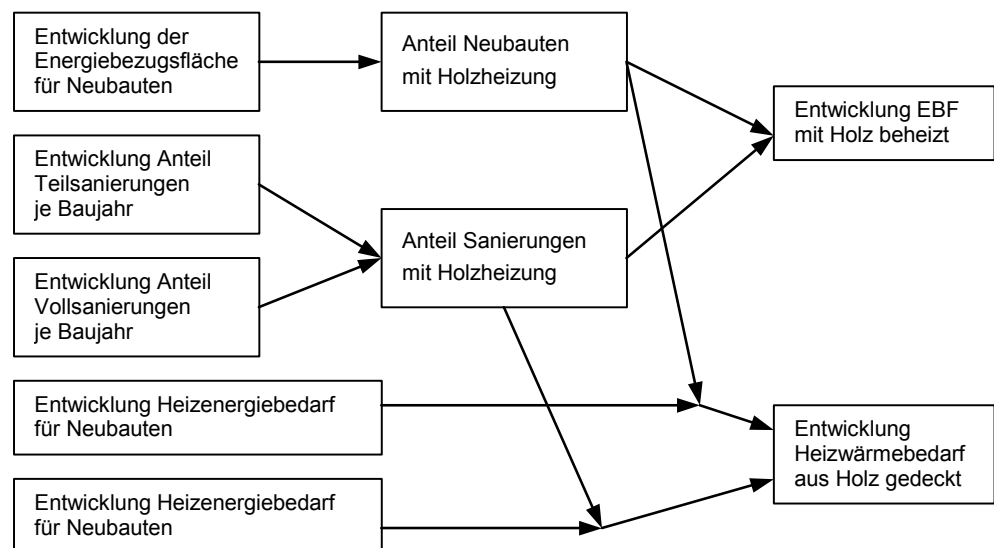


Abbildung 6.4 Berechnungsmodell für Bedarfsentwicklung im Wohnbereich. Berücksichtigte Variablen.

6.4.3 Berechnungsmodell für Entwicklung einzelner Anlagekategorien

Der Aufbau der Berechnung erfolgt auf der Basis des in der Holzenergiestatistik verwendeten Berechnungsmodells für Kleinf Feuerungen (Kessler et al., 2003a). Die Erweiterung des Modells betrifft dabei nur Daten zur zukünftigen Entwicklung. In Abbildung 6.5 ist der Berechnungsablauf schematisch dargestellt.

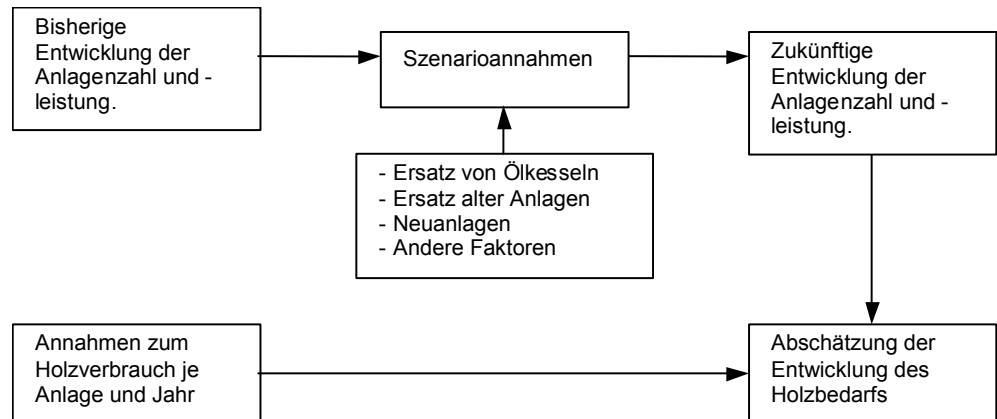


Abbildung 6.5 Struktur des Berechnungsmodells für Entwicklung einzelner Anlagekategorien

Szenarioannahmen

Die Entwicklung der Anlagenzahl und Anlagenleistung für verschiedene Feuerungskategorien erfolgt aufgrund der bisherigen Entwicklung sowie Erwartungen für die Zukunft. Diese erwartete Entwicklung drückt sich in der Anzahl installierter Neuanlagen aus, welche in einer Steigerung bzw. Abnahme gegenüber dem Vorjahreswert ausgedrückt wird. Da diese Szenarioannahmen von vielen nicht klar quantifizierbaren Faktoren abhängig sind, wird diese Entwicklung nicht aus einzelnen Faktoren errechnet, sondern aufgrund einer Abschätzung der möglichen Entwicklung (Basis, Hoch, Tief) vorgegeben. Die Begründung für die jeweilig angenommene Entwicklung wird in der Resultatdarstellung erläutert.

Kleinfeuerungen

Aus der Entwicklungsverlauf für Neuanlagen wird die Anlagenzahl und mit weiteren Kennwerten (Leistung, spezifischer Holzbedarf, Betriebsgrad, Lebensdauer) der Holzbedarf je Anlagenkategorie und Jahr errechnet. Für die verwendeten Szenarien wird in einem ersten Schritt mit konstanten Kennwerten gerechnet. Detaillierte Beschreibungen zu diesem Modellansatz sind in (Kessler et al., 2003a) zu finden.

Automatischen Feuerungen

Für Anlagenkategorien mit grösseren automatischen Feuerungen (> 50 kW) wird die bisherige Entwicklung aus der Datenbank der automatischen Holzfeuerungen entnommen (Holzenergie Schweiz, 2004). Das Potential für zukünftige Entwicklungen bei diesen Feuerungskategorien wird aus der Aufteilung der Energieträger im Bereich der Nahwärmenetze (Daten für Kanton Zürich: AWEL, 2004; gesamte Schweiz: BFS, 2004) sowie der Fernwärmeversorgung (Daten für gesamte Schweiz; VSF, 2003) abgeschätzt.

7. Berechnung der Szenarien

7.1. Wärmepreisentwicklung

7.1.1 Grundlagen

Die Berechnung der Szenarien für die Wärmepreise basieren auf Daten zu Investitions- und Betriebskosten von Holz- und Ölfeuerungen aus AMBIO (2001) sowie aus ergänzenden Angaben aus Hartmann et al. (2003). Es werden folgende Feuerungstypen betrachtet:

- 1000 kW Schnitzelfeuerung mit Nahwärmenetz. Ersatz einer Ölfeuerung.
- 500 kW Schnitzelfeuerung mit Nahwärmenetz. Ersatz einer Ölfeuerung.
- 300 kW Schnitzelfeuerung mit Nahwärmenetz. Ersatz einer Ölfeuerung.
- 50 kW Schnitzelfeuerung. Ersatz einer Anlage mit Ölfeuerung.
- 50 kW Schnitzelfeuerung hoher Komfort. Ersatz einer Anlage mit Ölfeuerung.
- 50 kW Pelletfeuerung. Ersatz einer Anlage mit Ölfeuerung.
- 15 kW Pelletfeuerung, hoher Anlagenpreis. Ersatz einer Anlage mit Ölfeuerung.
- 15 kW Pelletfeuerung, tiefer Anlagenpreis. Ersatz einer Anlage mit Ölfeuerung.
- 15 kW Stückholzfeuerung. Ersatz einer Anlage mit Ölfeuerung.

In Tabelle 7.1 sind die verwendeten energetischen Grundlagendaten des Vergleichs Holz-Öl dargestellt. Die für den Referenzfall eingesetzten Förderbeiträge richten sich nach den in Kessler et al. (2003b) präsentierten Empfehlungen für die Höhe der Beiträge (siehe Tabelle 7.2). Für die Untersuchung der Sensitivität der Förderbeiträge werden die jährlichen Kapitalkosten auch für den doppelten Förderbeitrag bzw. ohne Förderbeitrag berechnet.

Tabelle 7.1 Grundlagendaten Feuerungen

Anlagentyp	Leistung kW	Wärmebedarf MWh/a	Nutzungsgrad, Holz			Endenergie		
			Holz %	Öl %	Gas %	Holz MWh/a	Öl MWh/a	Gas MWh/a
1000 kW Feuerung	1000	1'800	84%	95%	102%	2'143	1'895	1'765
500 kW Feuerung	500	900	84%	95%	102%	1'071	947	882
300 kW Feuerung	300	540	84%	95%	102%	643	568	529
50 kW Feuerung (Schnitzel)	50	90	80%	95%	102%	113	95	88
50 kW Feuerung (Pellet)	50	90	82%	95%	102%	110	95	88
15 kW Feuerung (Stückholz)	15	27	70%	95%	102%	39	28	26
15 kW Feuerung (Pellet)	15	27	82%	95%	102%	33	28	26

Tabelle 7.2 Grundlagendaten Förderbeiträge Holzfeuerungen

Heizungstyp	Substitution einer Ölheizung	Ersatz einer alten Holzheizung	Betrieb mit einem Wärmenetz	Förderbeitrag, total
	Fr/Anlage	Fr/Anlage	Fr/Anlage	Fr/Anlage
1000 kW Schnitzelfeuerung	90'000	36'000	36'000	126'000
500 kW Schnitzelfeuerung	45'000	18'000	18'000	63'000
300 kW Schnitzelfeuerung	27'000	10'800	10'800	37'800
50 kW Holzfeuerung (Schnitzel / Pellet)	4'250	1'700	0	4'250
15 kW Holzfeuerung (Schnitzel / Pellet)	2'000	650	0	2'000

Quelle: Kessler et al., 2003b; Totalbetrag bezieht sich auf einen Wechsel des Energieträgers von Öl auf Holz bzw. eine Neuanlage (Neubau).

7.1.2 Brennstoffkosten

Die verwendeten Brennstoffkosten sind in Tabelle 7.3 dargestellt. Für die Höhe der CO₂-Abgabe wird entsprechend dem Referenzszenario in (Kirchner et al., 2003) eine Höhe von 30 Fr./t CO₂ für die Periode 2005-2007 und 50 Fr./t CO₂ für die Periode 2008-2012 eingesetzt. Für die Sensitivitätsbetrachtung werden auch Entwicklungen ohne CO₂-Abgabe sowie mit erhöhten Abgabesätzen (45 bzw. 110 Fr./t CO₂) berechnet. Weitere Energiepreiszuschläge (z.B. externe Kosten) werden nicht berücksichtigt.

Tabelle 7.3 Verwendete Brennstoffkosten

Anlagentyp	Lieferung Bereich	Holzschnitzel Rp./kWh Hu	Pellets Rp./kWh Hu	Stückholz Rp./kWh Hu	Heizöl Rp./kWh Hu	Erdgas Rp./kWh Hu
300-1000 kW Feuerung	>200 MWh	4.51 (3.6-5.7)			4.02	5.95
50 kW Feuerung	90-140 MWh	4.51 (3.6-5.7)	5.90 (4.9-6.2)		4.28	6.11
15 kW Feuerung	30-60 MWh		6.70 (5.5-7.3)	3.96 (5.5-7.3)	4.39	6.30
Preisentwicklung; Tief	%/a (real)	-2.0%	-1.5%	-0.8%	+2.4%	+1.0%
Preisentwicklung; Mittel	%/a (real)	-1.7%	-0.9%	-0.2%	+2.8%	+1.1%
Preisentwicklung; Hoch	%/a (real)	-1.3%	-0.2%	+0.5%	+3.1%	+1.2%

Preise ohne MwSt. und ohne CO₂ Abgabe; Verwendete Datengrundlagen siehe Kap. 6.4.1

7.1.3 Kapitalkosten

Umstellung von Öl auf Holz
bzw. Ersatz Ölfeuerung

In Abbildung 7.1 sind die jährlichen Kapitalkosten⁵ der Investition für eine Umstellung von Öl auf Holz im Vergleich zu einem Ersatz der Ölheizung dargestellt. Die Werte beinhalten neben den Investitionen für die Anlage und den Umbau des Speichers auch bereits die Förderbeiträge. Die Kostenangaben gehen zudem von günstigen Voraussetzungen für den Speicherumbau aus. Die in der Graphik angegebenen Wertebereiche beinhalten jeweils eine Berechnung ohne Förderbeiträge (hoch) bzw. mit doppelten Beiträgen (tief).

Neben den markant höheren Kapitalkosten je Kilowatt Leistung bei kleinen Feuerungen, fällt auch der geringe Einfluss der Förderbeiträge bei den kleinen Feuerungen auf. Während der Förderbeitrag bei den grossen Feuerungen (300-1000 kW) die Kapitalkosten um 13-22% reduzieren, ist dies bei den kleinen Feuerungen (15-50 kW) nur noch etwa 5%.

20-30% der Kapitalkosten entfallen auf den Umbau für die Brennstofflagerung. Hier zeigen sich klare Kostenvorteile für Pelletfeuerungen gegenüber Schnitzelfeuerungen. Die geringsten Kosten fallen hier für Stückholzfeuerungen an. Für kleinere Feuerungen sind aus diesem Grund die Voraussetzungen für konkurrenzfähige Investitionskosten im Vergleich zu Ölfeuerungen für Pellets besser als für Holz-schnitzel.

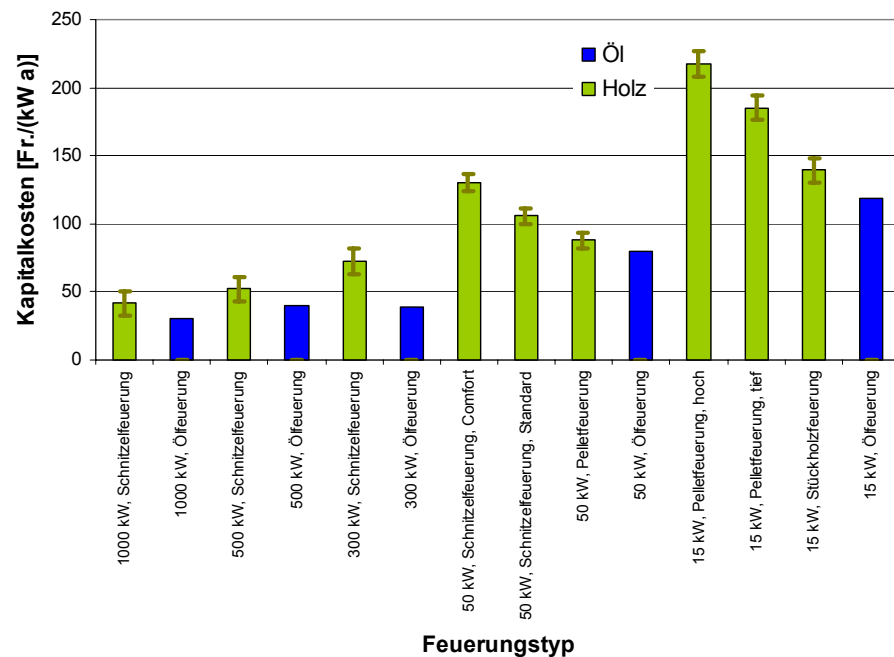


Abbildung 7.1 Kapitalkosten für Umstellung von Öl auf Holz bzw. Ersatz der Ölfeuerung

⁵ Investition in Anlage sowie Umbau/ Erweiterung des Brennstofflagers; Verzinsung 5 %/a

Neubau Holzfeuerung
bzw. Ölfeuerung

Als Vergleich zeigt Abbildung 7.2 die jährlichen Kapitalkosten⁶ für den Neubau einer Holzfeuerung⁷ im Vergleich zu einer Ölfeuerung. Werte beinhalten neben den Investitionen für die Anlage, des Speichers und der Räume (Speicherraum und Heizungsraum) auch bereits die Förderbeiträge. Durch den Einbezug der Baukosten für die Räumlichkeiten fallen die Kapitalkosten allgemein höher aus als beim Umbaufall (sowohl für Öl wie auch für Holz). Die in der Graphik angegebenen Wertebereiche beinhalten jeweils eine Berechnung ohne Förderbeiträge (hoch) bzw. mit doppelten Beiträgen (tief).

Die Resultate zeigen eine relativ günstige Ausgangslage für die grossen Holzfeuerungsanlage (>500 kW). Bei den Anlagen im Bereich von 50 kW erreichen Pelletfeuerungen unter günstigen Voraussetzungen bereits zu Öl vergleichbare Investitionskosten. Bei kleinen Feuerungen liegt die für eine Holzfeuerung notwendige Investition jedoch wieder deutlich über denen für eine Ölfeuerung. Auch hier zeigt sich der nur geringe Einfluss der Förderbeiträge bei den kleinen Feuerungen.

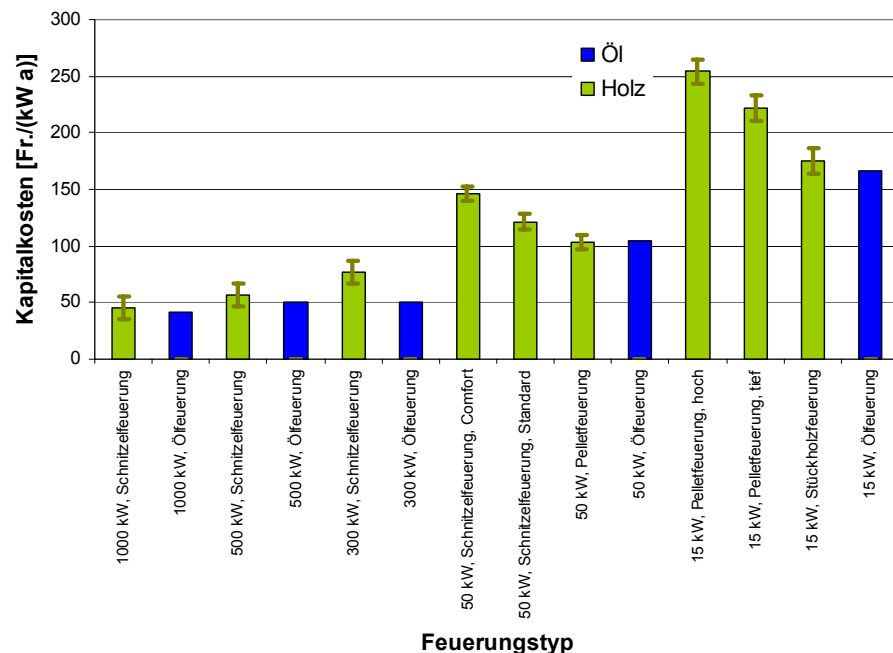


Abbildung 7.2 Kapitalkosten für Neubau einer Holzfeuerung bzw. einer Ölfeuerung

Ersatz Holzfeuerung
bzw. Umstellung auf Öl

Als Vergleich zeigt Abbildung 7.3 die jährlichen Kapitalkosten⁸ für den Ersatz einer Holzfeuerung⁹ im Vergleich zu einem Wechsel von einer Holzfeuerung zu einer Ölfeuerung. Die Werte beinhalten bereits die Förderbeiträge. Die in der Graphik angegebenen Wertebereiche beinhalten jeweils eine Berechnung ohne Förderbeiträge (hoch) bzw. mit doppelten Beiträgen (tief).

Die Resultate zeigen, dass bei kleinen Feuerungen (15-30 kW) der Wechsel auf eine Ölfeuerung deutlich günstiger ist als der Ersatz einer Stückholzfeuerung. Da auch die Förderbeiträge hier nur minimale Wirkung haben, ist vor allem für bislang mit Stückholz beheizte Einfamilienhäuser ein Verbleib bei Holz als Energieträger mit deutlichen Mehrkosten verbunden. Ab etwa 50 kW Feuerungsleistung oder wenn bereits eine Holzsnitzelfeuerung vorhanden war, sind die Kostennachteile

⁶ Investition in Anlage; Neubau Brennstofflager, Heizungsraum, Kamin ; Verzinsung 5 %/a

⁷ Gebäudeneubau. Feuerungen mit Wärmenetz ohne Einbezug des Wärmenetzes (Holz und Öl).

⁸ Investition in Anlage sowie Umbau/ Erweiterung des Brennstofflagers; Verzinsung 5 %/a

⁹ Annahme: Stückholzfeuerung ersetzt durch neue Stückholzfeuerung bzw. Pelletfeuerung (inkl. Umbau für Brennstofflager); Schnitzelfeuerung ersetzt durch neue Schnitzelfeuerung (kein Umbau des Brennstofflagers)

nicht mehr so klar und unter günstigen Voraussetzungen führt der Verbleib bei Holz als Energieträger nicht zu Mehrkosten.

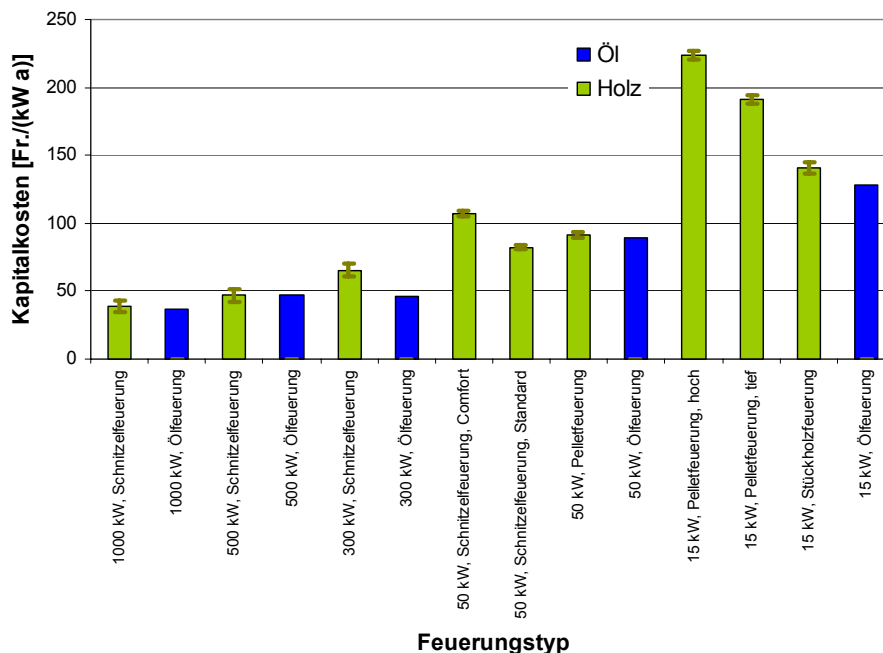


Abbildung 7.3 Kapitalkosten für Ersatz einer Holzfeuerung bzw. einer Umstellung auf Öl

7.1.4 Entwicklung Brennstoffkosten

Die nachfolgend berechnete Wärmepreientwicklung basiert auf den mittleren Annahmen für die Energiepreientwicklung gemäss Tabelle 7.3. Die Daten für den Wärmepreis mit einer Ölfeuerung werden mit den drei Szenarien für die CO₂-Abgabe berechnet (siehe Tabelle 7.4).

Tabelle 7.4 Szenarien CO₂-Abgabe

Jahr / Szenario		keine CO ₂ -Abgabe	mittlere CO ₂ -Abgabe	hohe CO ₂ -Abgabe
2005-2007	Fr. / t CO ₂	0	30	45
2008-2012	Fr. / t CO ₂	0	50	110

Kirchner et al., 2003

Holzschnitzel

Das für grosse Holzschnitzelfeuerungen verwendete Szenario der Brennstoffkostenentwicklung ist in Abbildung 7.4 dargestellt. Das verfügbare Potential zur Bereitstellung von Holzschnitzeln wird dabei auf 4-4.7 TWh/a bzw. 1.7-2 Mio m³ Holz geschätzt (berechnet aus Daten von Thees et al. (2003)¹⁰). Der in diesem Szenario angenommene Kostenreduktion für Holzschnitzel ist primär durch Rationalisierungen in der Bereitstellung der Holzschnitzel begründet.

¹⁰ Szenario 400 ("wie bisher", ohne Vorratsabbau), Periode 2006-2016, Holzfeuchte u = 50%

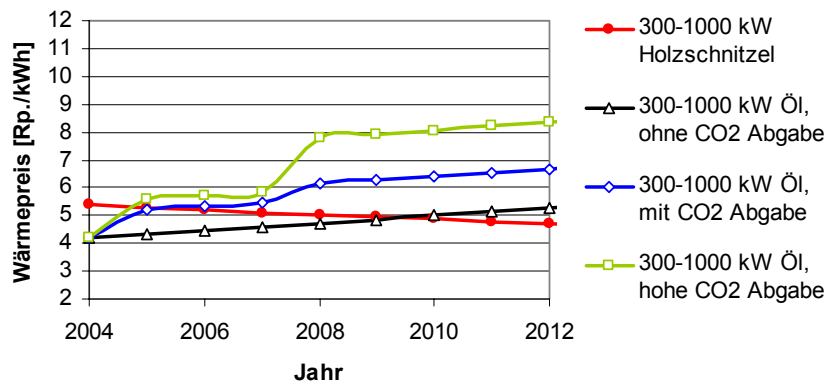


Abbildung 7.4 Entwicklung Brennstoffkostenanteil an Wärmegestehungskosten; Vergleich von Holz-schnitzel- und Ölf Feuerungen. Mittlere Annahmen für Energiepreisentwicklung.

Um für Holzsnitzel vergleichbare Brennstoffkosten zu Öl zu erhalten, ist die CO₂-Abgabe notwendig. Ohne CO₂-Abgabe wären im betrachteten Szenario vergleichbare Brennstoffkosten erst im Jahr 2010 erreicht. Die Verbreitung grosser Schnitzelfeuerungen für Industrielle Anwendungen dürfte Aussicht auf längerfristig tiefere Brennstoffkosten (bzw. eine grössere Preissicherheit) einen wichtigen Einfluss auf einen möglichen Investitionsentscheid haben.

Holzpellets

Das für Pelletfeuerungen verwendete Szenario der Brennstoffkostenentwicklung ist in Abbildung 7.5 dargestellt. Der in diesem Szenario angenommene leichte Kostenreduktion für Holzpellets ist primär durch Kostenreduktionen bei höherer Anlagenauslastung begründet. Die Entwicklung der Pelletkosten ist allerdings auch stark von der Preisentwicklung bei alternativen Möglichkeiten abhängig (z.B. Export nach Italien). Deutlich sind die höheren Brennstoffkosten für kleiner Feuerungen durch geringere Abnahmemengen. Die hier verwendeten Angaben basieren auf zwei Lieferungen pro Jahr.

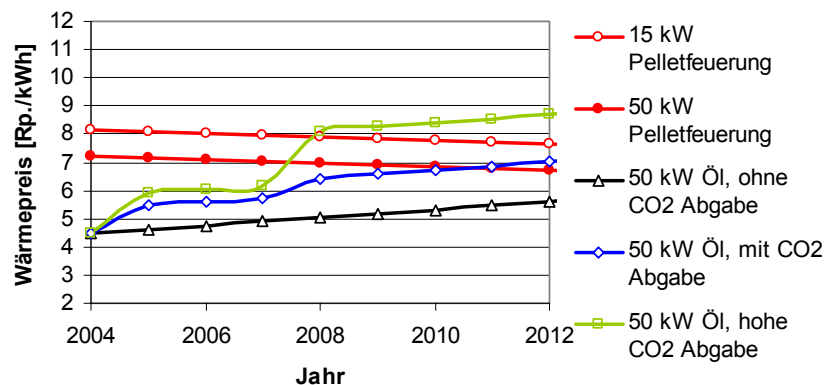


Abbildung 7.5 Entwicklung Brennstoffkostenanteil an Wärmegestehungskosten; Vergleich von Holz-pellets- und Ölf Feuerungen. Mittlere Annahmen für Energiepreisentwicklung.

Das Szenario zeigt für Holzpellets auch mit einer CO₂-Abgabe noch über längere Zeit höhere Brennstoffkosten als für Öl. Bei grösseren Feuerungen, wo die Brennstoffkosten einen grossen Teil der Gesamtkosten ausmachen, dürfte diese Tatsache ein Hindernis für eine Verbreitung sein. Bei kleineren Feuerungen (für einzelne Gebäude) ist dieser Umstand von geringerer Bedeutung, da die Investitionskosten den Wärmepreis stärker bestimmen. Allerdings sind bei kleinen Feuerungen die höheren Kosten durch kleine Liefermengen bedeutend. Für die einzelne Anlage

bedeutet dies, dass ein Optimum zwischen Baukosten für Lageraum und der möglichen Liefermenge und damit dem Pelletpreis zu finden ist.

Stückholz

Das für Stückholzfeuerungen verwendete Szenario der Brennstoffkostenentwicklung ist in Abbildung 7.6 dargestellt. Die Brennstoffkosten für Stückholz sind allerdings stark von der Art des Holzbezugs bzw. des Anteils an Eigenarbeit abhängig. Die verwendeten Brennstoffkosten beziehen sich auf den Mittelwerte für trockene Spalten ab Magazin.

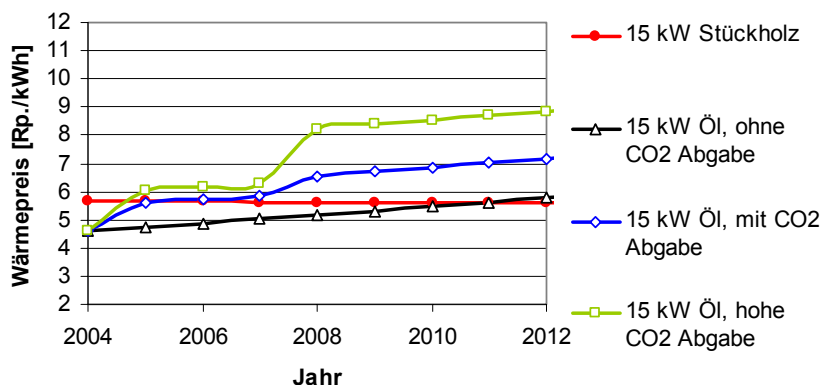


Abbildung 7.6 Entwicklung Brennstoffkostenanteil an Wärmegestehungskosten; Vergleich von Stückholz- und Ölfeuerungen. Mittlere Annahmen für Energiepreisentwicklung.

Das Szenario zeigt für Stückholz eine günstige Ausgangslage bezüglich der Brennstoffkosten sofern eine CO₂-Abgabe von 30 Fr./t CO₂ eingeführt wird. Allerdings sind Stückholzfeuerungen mit deutlich höherem Arbeitsaufwand in der Bedienung verbunden, was einen direkten Vergleich mit Ölfeuerungen erschwert.

7.1.5 Entwicklung Wärmepreis

Die nachfolgend berechnete Wärmepreisentwicklung basiert auf den mittleren Annahmen für die Energiepreisentwicklung gemäss Tabelle 7.3. Die Daten für den Wärmepreis mit einer Ölfeuerung werden mit den drei Szenarien für die CO₂-Abgabe berechnet (keine, mittlere, hohe). Die Kapitalkosten werden gemäss den Werten in Abbildung 7.1 berücksichtigt. Diese Werte berücksichtigen eine Umstellung von Öl auf Holz und beinhalten die für Holzfeuerungen angenommenen Förderbeiträge. Neben den Brennstoffkosten und Kapitalkosten sind im Wärmepreis auch Wartungs- und Unterhaltskosten sowie Kostenanteile für Hilfsenergie sowie bei den grossen Feuerungen auch Versicherung und Verwaltung enthalten.

Für die in Abbildung 7.7 bis Abbildung 7.12 dargestellten Wärmepreise wird jeweils eine Umrüstung einer Ölfeuerung zu einer Holzsnitzelfeuerung (bzw. Pellet- oder Stückholzfeuerung) einem Ersatz der Ölfeuerung gegenübergestellt. Für die Förderbeiträge wird für die Anlagen mit 300 kW und 1000 kW von einem Nahwärmeverbund ausgegangen.

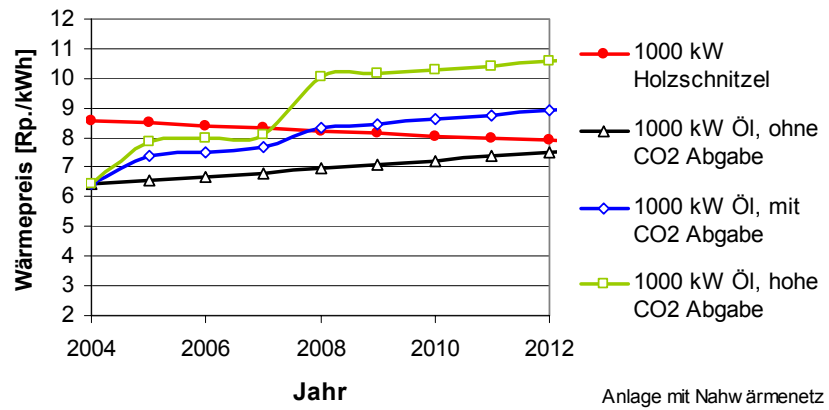


Abbildung 7.7 Wärmepreis für 1000 kW Holzsplitzelfeuerung, Vergleich zu Öffeuerung

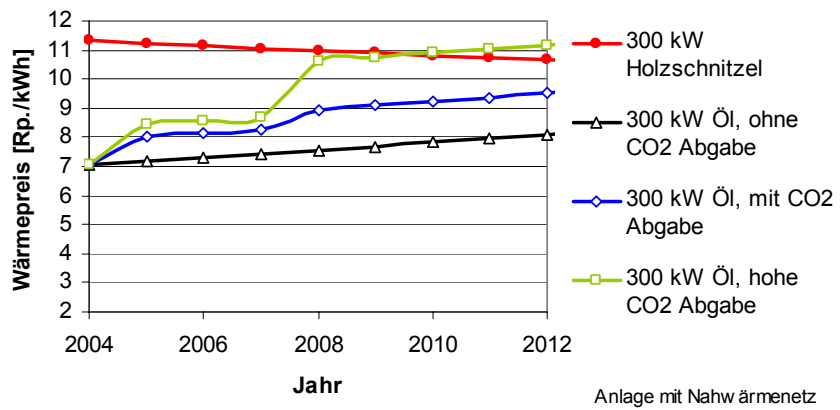


Abbildung 7.8 Wärmepreis für 300 kW Holzsplitzelfeuerung, Vergleich zu Öffeuerung

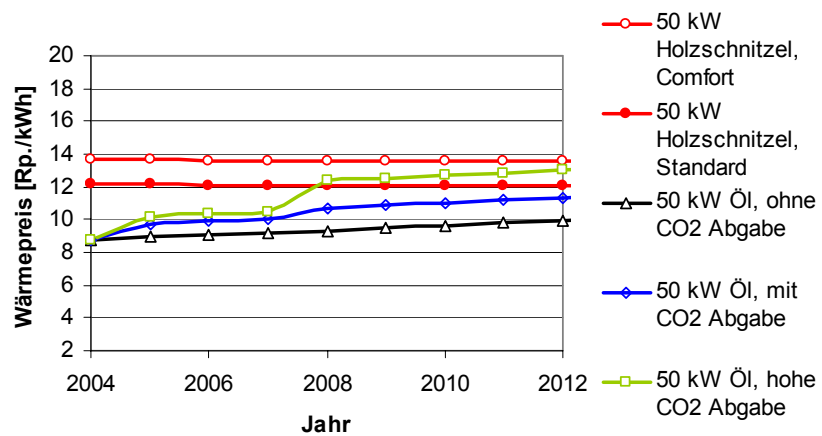


Abbildung 7.9 Wärmepreis für 50 kW Holzsplitzelfeuerung, Vergleich zu Öffeuerung

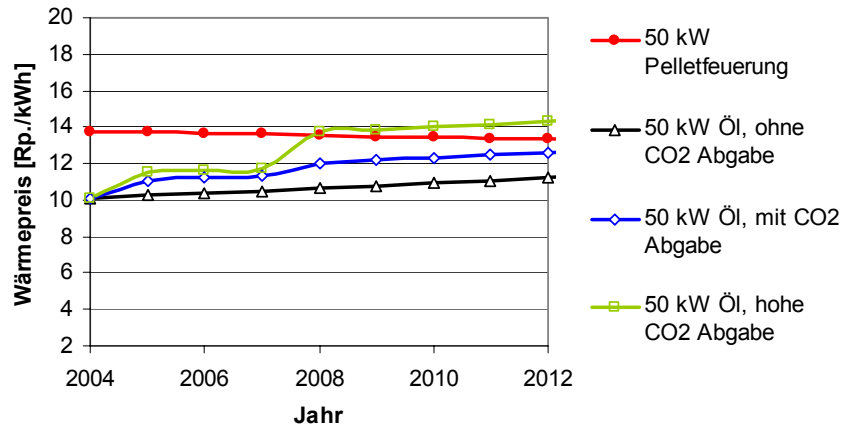


Abbildung 7.10 Wärmepreis für 50 kW Pelletfeuerung, Vergleich zu Ölfeuerung

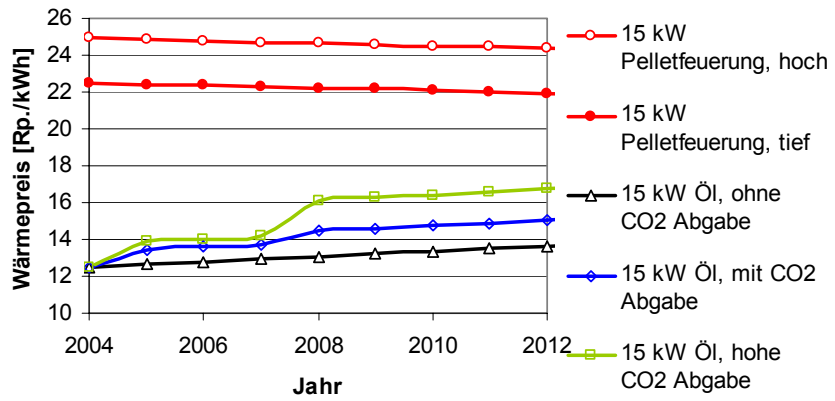


Abbildung 7.11 Wärmepreis für 15 kW Pelletfeuerung, Vergleich zu Ölfeuerung

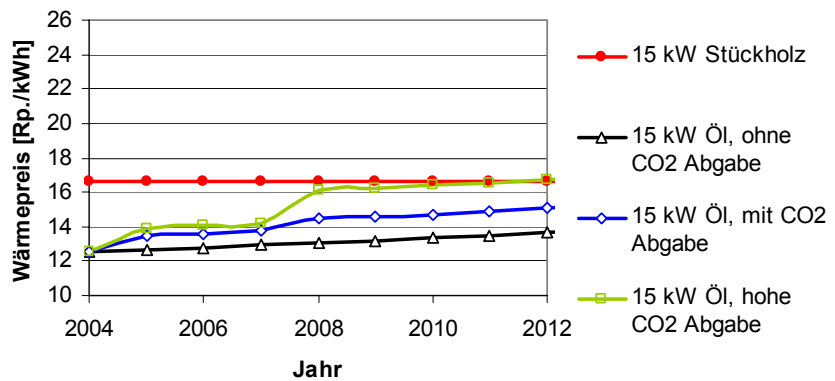


Abbildung 7.12 Wärmepreis für 15 kW Stückholzfeuerung, Vergleich zu Ölfeuerung

7.2. Entwicklung der holzbeheizten Wohnflächen

Die Entwicklung der Energiebezugsflächen für Wohnbauten wird auf Basis des Referenzszenarios aus (Aebischer et al., 2002) berechnet. Darin werden auch Annahmen getroffen für die Heizwärmebedarfe dieser Wohnungen für Neubauten, Vollsanierungen und Teilsanierungen sowie der Entwicklung der teil- und vollsanierten Energiebezugsflächen.

Die Annahmen zum Anteil der mit Holz beheizten Neubauten je Bauperiode sind in Tabelle 7.5 dargestellt. In den Szenarioberechnungen wird primär mit diesen Annahmen für den Neubauanteil gerechnet.

Tabelle 7.5 Anteil der mit Holz beheizten Neubauten

BJ von	BJ bis	1-2FH	kMF	gMFH
	1990 *)	18.7%	4.6%	0.3%
1991	2000	9.3%	2.6%	0.6%
2001	2005	9.5%	2.6%	0.6%
2006	2010	9.6%	2.6%	0.6%
2011	2015	9.7%	3.1%	0.6%
2016	2020	9.8%	3.6%	0.6%
2021	2025	9.9%	4.1%	0.6%
2026	2030	10.0%	4.5%	0.6%

*) Wert für Bestand bis 1990

1-2FH = Ein- und Zweifamilienhäuser; kMFH = kleine Mehrfamilienhäuser;
gMFH = grosse Mehrfamilienhäuser

7.2.1 Referenzentwicklung des Gesamtbestandes

In den folgenden Abbildungen sind die den Szenarien zugrundegelegte Entwicklung der Energiebezugsflächen von Wohngebäuden auf Basis der Daten von (Aebischer et al., 2002) dargestellt. In Abbildung 7.13 ist das Entwicklungsszenario für die Energiebezugsfläche des Gesamtbestandes an Wohngebäuden dargestellt.

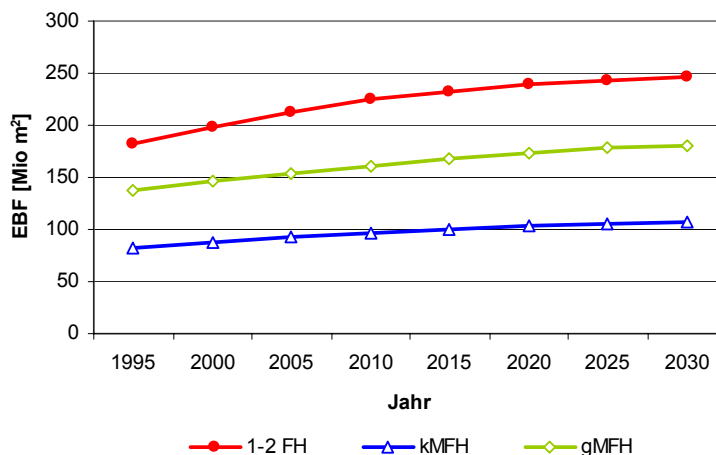


Abbildung 7.13 Entwicklung Energiebezugsfläche Wohngebäude gesamt, alle Energieträger

In Abbildung 7.14 ist das Szenario für die Entwicklung der Energiebezugsfläche vollsanierter Wohngebäude und in Abbildung 7.15 das Szenario für die Entwicklung der Energiebezugsfläche teilsanierter Wohngebäude dargestellt. Die Abnahme der Energiebezugsfläche bei den teilsanierten Wohnflächen ab etwa 2020 kann mit der starke Zunahme der Vollsanierungen und Ersatzneubauten begründet werden.

Neuste Untersuchungen (Jochem & Jakob, 2004) zeigen, dass die zeitlichen Zyklen bereits früher beginnen als in den verwendeten Daten angenommen¹¹ und auch insgesamt flacher verlaufen. Diese neuen Erkenntnisse wirken sich vor allem

¹¹ Teilsanierungen im 25 Jahre Rhythmus; Vollsanierungen im 50 Jahre Rhythmus.

auf die Entwicklung des mittleren Wärmebedarfs aus. Da der Verlauf der Sanierungstätigkeit auch einen Einfluss auf den verwendeten Energieträger hat (Heizungssanierung zusammen mit Hüllensanierung) dürften sich auch bei den Heizungssanierungen (in geringerer Masse) Verschiebungen ergeben. Für die hier diskutierten Szenarien konnten diese Datenanpassungen jedoch nicht mehr berücksichtigt werden.

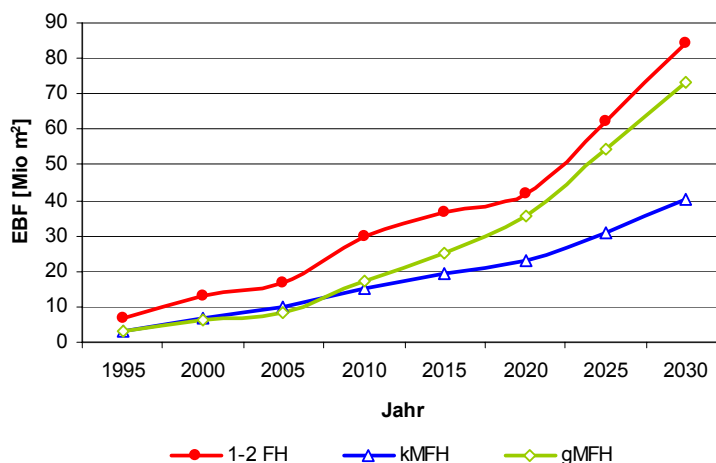


Abbildung 7.14 Entwicklung Energiebezugsfläche Vollsanierungen, alle Energieträger

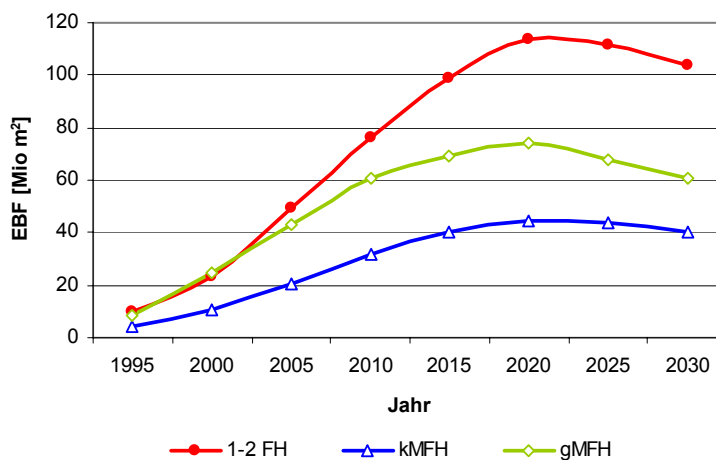


Abbildung 7.15 Entwicklung Energiebezugsfläche Teilsanierungen, alle Energieträger

7.2.2 Referenzentwicklung des Bestandes mit Holzheizung

In einem Ersten Schritt wird für die Voll- und Teilsanierungen angenommen, dass sich der mit Holzheizungen ausgerüstete Wohnungsanteil identisch verhält wie bei den Neubauten im entsprechenden Jahr (siehe Tabelle 7.5). Unter diesen Voraussetzungen wird für die Energiebezugsfläche der Sanierungen (Voll- und Teilsanierungen) die in Abbildung 7.16 dargestellte Entwicklung erreicht. Für die Energiebezugsfläche der seit dem Jahr 2000 neu gebauten Gebäude mit Holzheizung ergibt sich aus den verwendeten Zahlen die in Abbildung 7.17 dargestellte Entwicklung. Die Entwicklung der Energiebezugsfläche für den Gesamtbestand der mit Holz beheizten Wohnungen ist in Abbildung 7.18 dargestellt. Eine entsprechende Entwicklung mit einer Abnahme der ausschliesslich mit Holz beheizten Wohnflächen ist aus den Volkszählungsdaten 1990 (knapp 10%) und 2000 (knapp 8%) feststellbar (Hofer, 2004). In den nächsten Jahren ist durch die Sanierung von älteren, mit Holz

beheizten Ein- und Zweifamilienhäuser¹² eine weitere Abnahme des Holzheizungsanteils zu erwarten, wenn nicht eine Trendumkehr stattfindet. Der aus Holz gedeckte Energiebedarf für Heizwärme in Abbildung 7.19 wurde aus den Flächen mit den in (Aebischer et al., 2002) verwendeten spezifischen Heizwärmebedarfe¹³ errechnet und prozentual zum Wert für das Jahr 2000 dargestellt. Der klimaneutrale Gesamtbedarf aller mit Holz beheizten Wohngebäude beträgt gemäss Modellberechnungen basierend auf den Daten der Volkszählung für das Jahr 2000 knapp 5 GWh (Hofer, 2004)¹⁴. Dieser Wert beinhaltet sowohl überwiegend mit Holz beheizte Wohnungen wie auch Wohnungen mit Holz als Zusatzenergieträger.

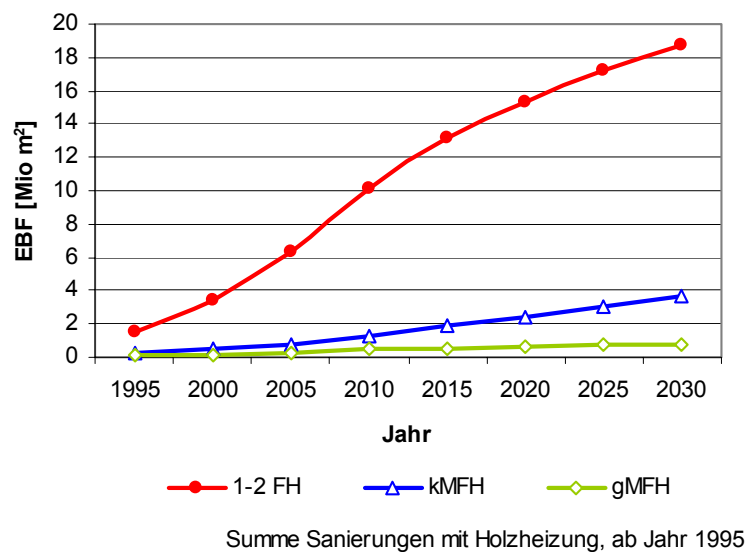


Abbildung 7.16 Entwicklung Energiebezugsfläche, Sanierungen holzbeheizt, Basisszenario

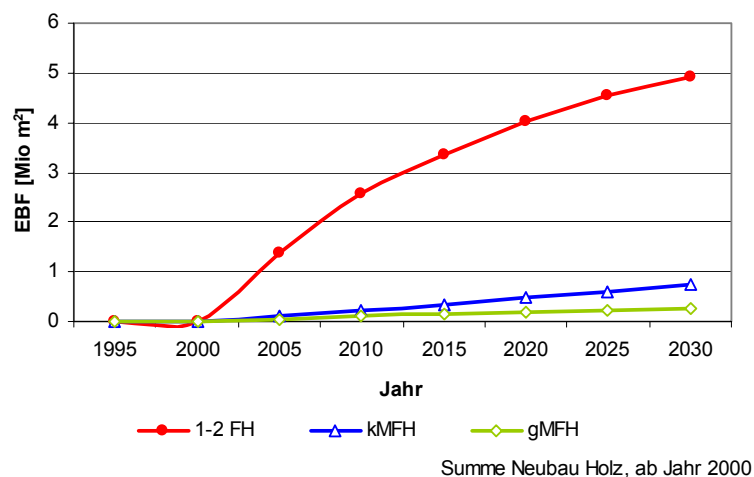


Abbildung 7.17 Entwicklung Energiebezugsfläche, Neubauten holzbeheizt, Basisszenario

¹² 54% der ausschliesslich mit Holz beheizten Wohnflächen sind im Jahr 2000 in 1-2 Familienhäuser mit Baujahr bis 1918 zu finden (Hofer, 2004).

¹³ Abhängig von Baujahr und Zustand (unsaniert, teilsaniert, vollsaniert)

¹⁴ Klimaneutraler Holzverbrauch für die Heizung, Stand Mai 2004.

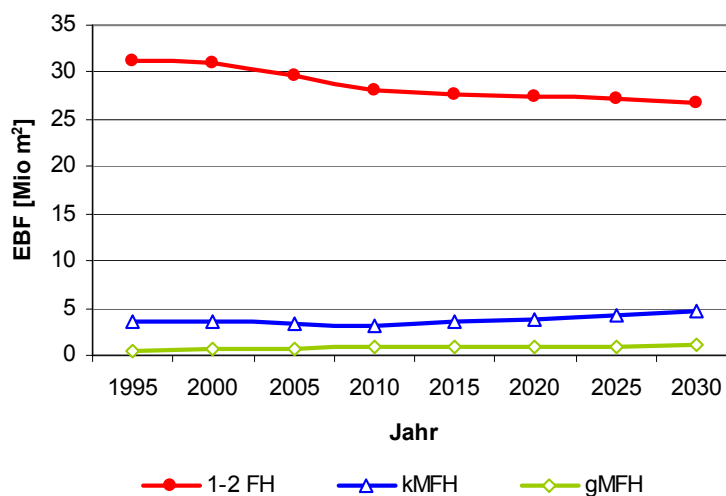


Abbildung 7.18 Entwicklung Energiebezugsfläche, alle Gebäude holzbeheizt, Basisszenario

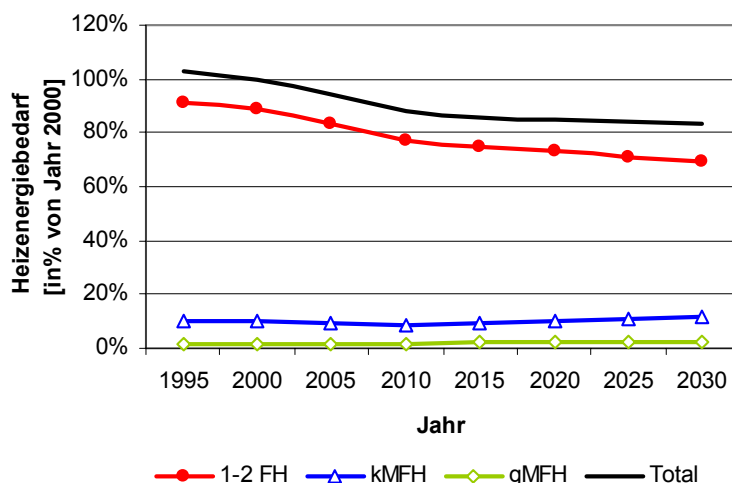


Abbildung 7.19 Entwicklung Heizenergiebedarf, alle Gebäude holzbeheizt, Basisszenario

Das Basisszenario weist in der Periode 2000-2010 eine Abnahme des aus Holz gedeckten Wärmebedarfs von 12% aus. Nach 2010 setzt sich diese Abnahme in deutlich reduziertem Ausmass fort. Um den Rückgang des Holzenergieanteils in Wohngebäuden aufzuhalten, sind primär Massnahmen bei Sanierungen von alten Ein- und Zweifamilienhäusern notwendig. Eine Sanierung solcher Gebäude ist oft mit dem Ziel verbunden, die heute übliche Komfortansprüche zu erreichen. Arbeitsaufwendige Einzelraumfeuerungen welche in solchen Gebäuden noch häufig zum Einsatz kommen, werden daher oft durch eine zentrale Anlage ersetzt.

7.2.3 Szenario „Zuwachs 1“, Entwicklung der Wohnfläche mit Holzheizung

Für dieses Szenario wird neben dem unverändert belassenen Holzheizungsanteil im Neubaubereich eine Verdoppelung des Holzanteils für Voll- und Teilsanierungen gegenüber dem jeweiligen Holzanteil in Neubauten (siehe Tabelle 7.5) angenommen. Damit müsste bei Ein- und Zweifamilienhäusern bei etwa 20% aller Sanierungen eine Holzheizung (Gebäudeheizung) eingebaut werden.

Unter diesen Voraussetzungen wird für die Energiebezugsfläche der Sanierungen (Voll- und Teilsanierungen) die in Abbildung 7.20 dargestellte Entwicklung erreicht. Die Entwicklung der Energiebezugsfläche für den Gesamtbestand der mit Holz

beheizten Wohnungen ist in Abbildung 7.21 und der mit Holz gedeckte Heizwärmebedarf in Abbildung 7.22 dargestellt.

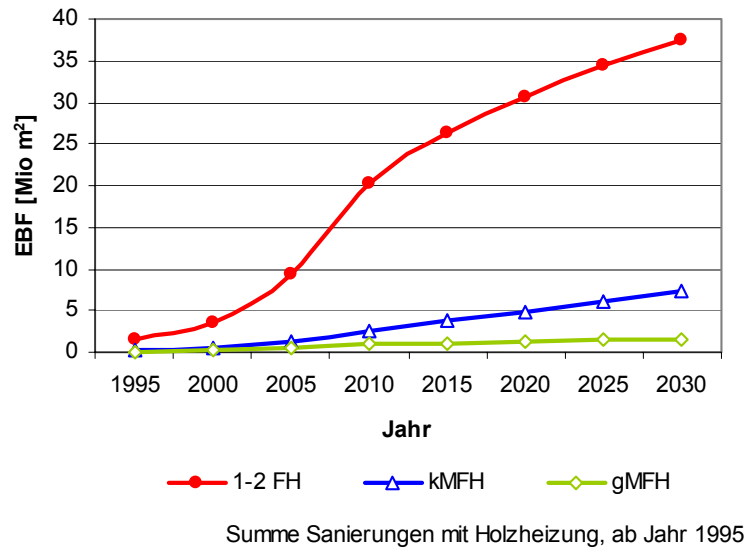


Abbildung 7.20 Entwicklung Energiebezugsfläche, Sanierungen holzbeheizt, Szenario „Zuwachs 1“

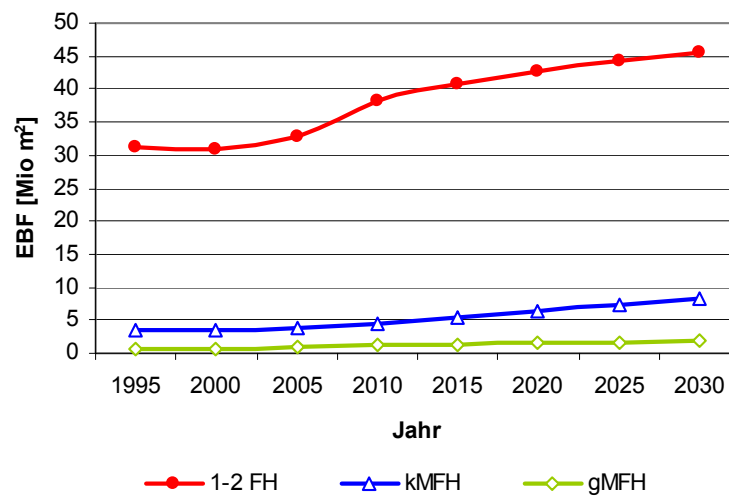


Abbildung 7.21 Entwicklung Energiebezugsfläche, alle Gebäude holzbeheizt, Szenario „Zuwachs 1“

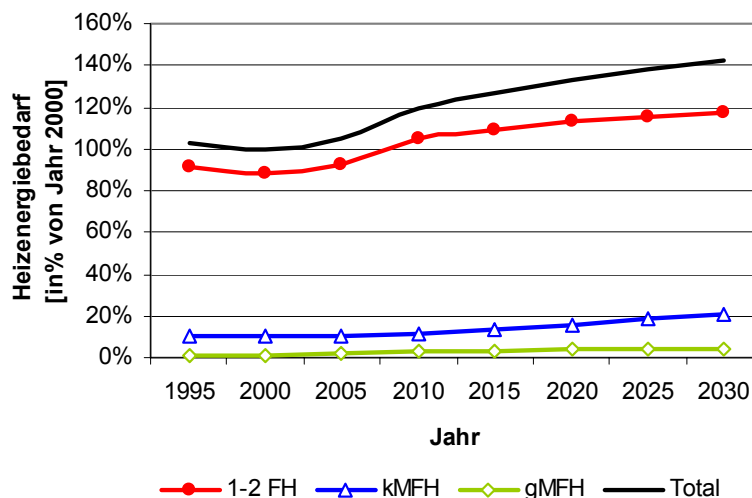


Abbildung 7.22 Entwicklung Heizenergiebedarf, alle Gebäude holzbeheizt, Szenario „Zuwachs 1“

Das Szenario „Zuwachs 1“ weist in der Periode 2000-2010 eine Zunahme des aus Holz gedeckten Wärmebedarfs von 20% aus. Auch nach 2010 setzt sich diese Zunahme in reduziertem Ausmass fort und erreicht bis 2030 eine Steigerung um 42% gegenüber dem Jahr 2000. Um diese Zunahme zu erreichen, müssten in der Periode 2000-2010 gut 100'000 Ein- und Zweifamilienhäuser¹⁵ bei einer Sanierung wieder bzw. neu mit einer Holzfeuerung ausgerüstet werden.

7.2.4 Szenario „Zuwachs 2“, Entwicklung der Wohnfläche mit Holzheizung

Für dieses Szenario wird neben dem unverändert belassenen Holzheizungsanteil im Neubaubereich eine Verdoppelung des Holzanteils für Voll- und Teilsanierungen in Ein- und Zweifamilienhäuser gegenüber dem jeweiligen Holzanteil in Neubauten (siehe Tabelle 7.5) angenommen. Für Mehrfamilienhäuser wird eine um Faktor 5 höher Anteil von Holzfeuerungen gegenüber dem entsprechenden Wert bei Neubauten angenommen. Damit müsste bei Ein- und Zweifamilienhäusern sowie bei kleinen Mehrfamilienhäuser bei etwa 20% aller Sanierungen eine Holzheizung (Gebäudeheizung) eingebaut werden. Für grosse Mehrfamilienhäuser läge dieser Anteil bei etwa 3%.

Unter diesen Voraussetzungen wird für die Energiebezugsfläche der Sanierungen (Voll- und Teilsanierungen) die in Abbildung 7.23 dargestellte Entwicklung erreicht. Die Entwicklung der Energiebezugsfläche für den Gesamtbestand der mit Holz beheizten Wohnungen ist in Abbildung 7.24 und der mit Holz gedeckte Heizwärmebedarf in Abbildung 7.25 dargestellt.

Das Szenario „Zuwachs 2“ weist in der Periode 2000-2010 eine Zunahme des aus Holz gedeckten Wärmebedarfs von 33% aus. Auch nach 2010 setzt sich diese Zunahme vor allem auch infolge der Sanierungen bei den kleinen Mehrfamilienhäusern fort und erreicht bis 2030 eine Steigerung um 74% gegenüber dem Jahr 2000. Um diese Zunahme zu erreichen müssten in der Periode 2000-2010 neben knapp 17 Mio. m² Ein- und Zweifamilienhäuser (Energiebezugsfläche) auch knapp 6 Mio. m² kleine Mehrfamilienhäuser und gut 2 Mio. m² grosse Mehrfamilienhäuser bei einer Sanierung wieder bzw. neu mit einer Holzfeuerung ausgerüstet werden.

¹⁵ Annahme einer Energiebezugsfläche von 160 m² pro Gebäude (Aus Daten Volkszählung 2000).

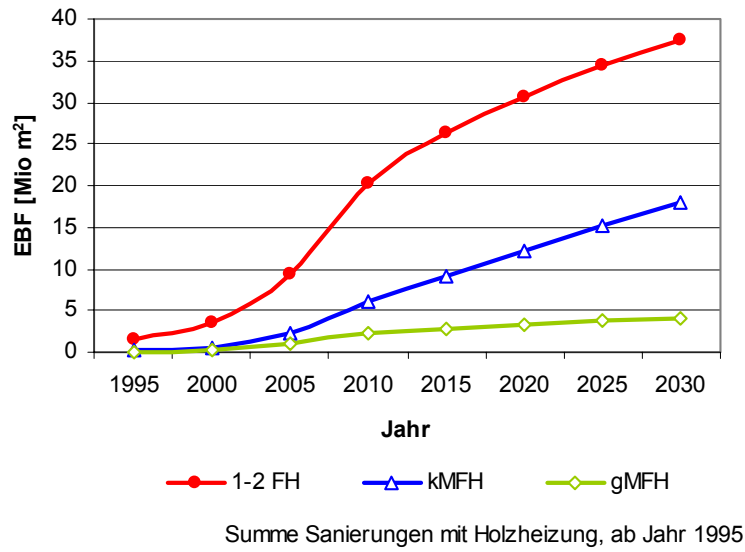


Abbildung 7.23 Entwicklung Energiebezugsfläche, Sanierungen holzbeheizt, Szenario „Zuwachs 2“

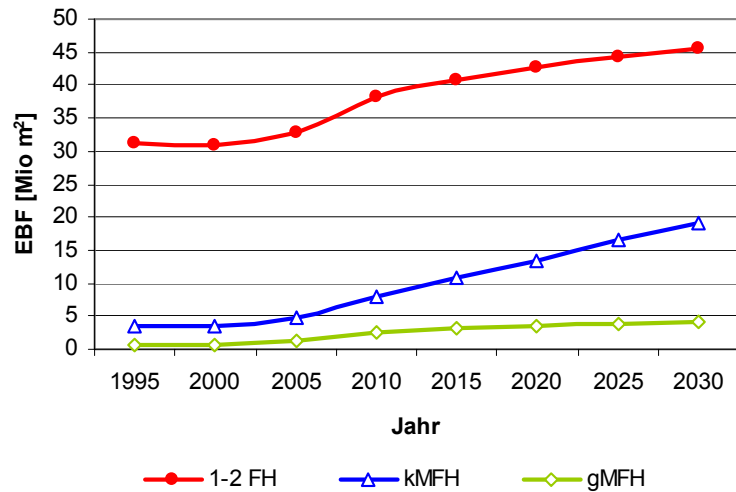


Abbildung 7.24 Entwicklung Energiebezugsfläche, alle Gebäude holzbeheizt, Szenario „Zuwachs 2“

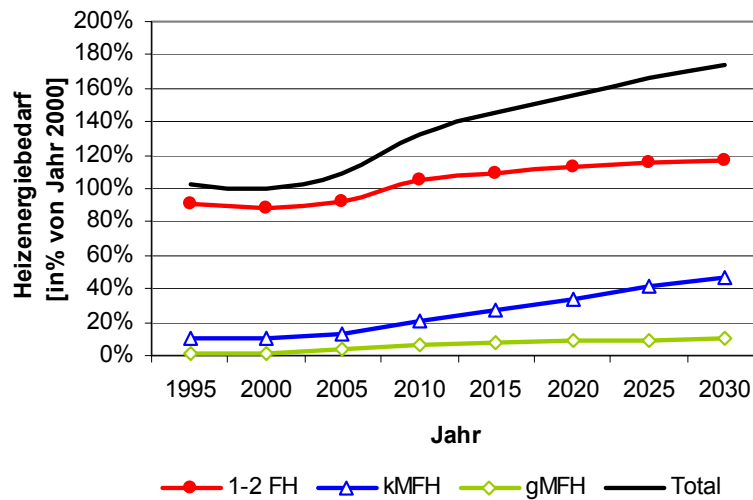


Abbildung 7.25 Entwicklung Heizenergiebedarf, alle Gebäude holzbeheizt, Szenario „Zuwachs 2“

Entwicklung in Österreich
und Deutschland

7.3. Entwicklung verschiedener Anlagenkategorien

7.3.1 Automatische Pelletfeuerungen

Vor allem in Österreich, aber auch in Deutschland zeigen die mit Pellet betriebenen Feuerungen hohe Wachstumsraten (Abbildung 7.26, Abbildung 7.27), welche sich im Bereich von 40% pro Jahr (Deutschland) bis 60% pro Jahr (Österreich) bewegen. Für die Schweiz werden zwar aufgrund der Vorsicht gegenüber neuen Technologien geringere Wachstumsraten erwartet (AEK Pellets, 2004), aber auch hier dürfte sich das in den letzten Jahren erfolgte Wachstum (etwas abgeschwächt) fortsetzen.

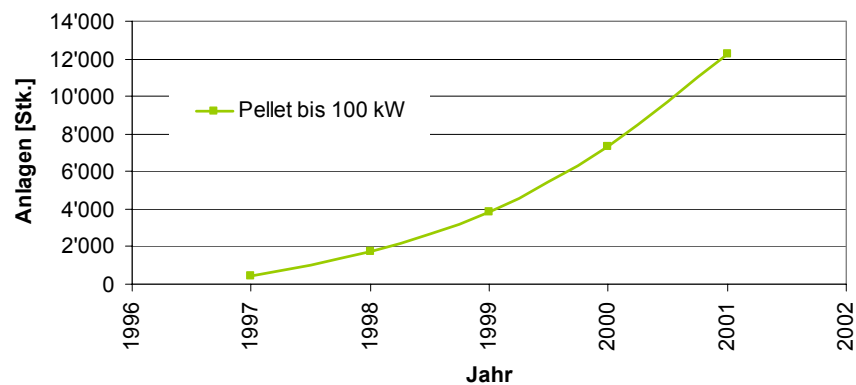


Abbildung 7.26 Entwicklung der Anlagezahl für Pelletfeuerungen in Österreich

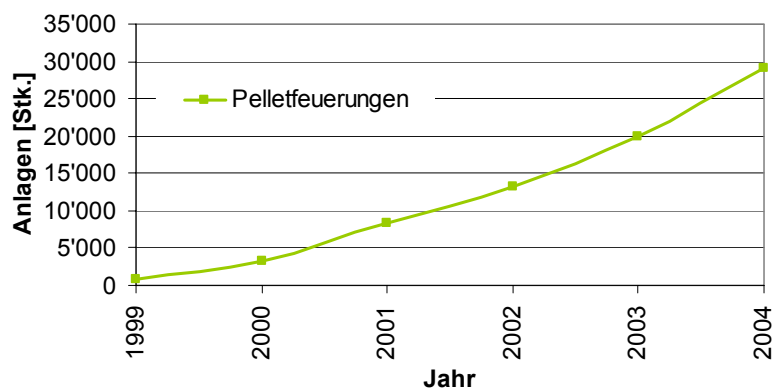


Abbildung 7.27 Entwicklung und Prognose der Anlagezahl für Pelletfeuerungen in Deutschland

Basisszenario Entwicklung
Gebäudeheizungen

Unter der Annahme einer Absatzsteigerung zwischen 20% pro Jahr (2004) und 13% pro Jahr 2010 ergibt sich bis Ende 2010 eine installierte Anlagenleistung für automatische Pelletfeuerungen von 230 MW bei einer Anlagezahl von 11'500 Stück. Unter diesen Voraussetzungen würden knapp 100'000 t Pellets pro Jahr für diese Feuerungen benötigt. Dies entspräche etwa 50-75% der prognostizierten Pelletproduktion im Jahr 2010 (AEK Pellets, 2004). Bei einer Fortsetzung dieser Entwicklung¹⁶, wären im Jahr 2020 insgesamt 42'500 automatische Pelletfeuerungen mit insgesamt 850 MW installierter Leistung vorhanden. Diese Anlagen würden jährlich etwa 370'000 t Pellets¹⁷ benötigen.

Bei der angenommenen Entwicklung des Absatzes an Pelletfeuerungen kann der Negativtrend bei der Anlagezahl der Gebäudeheizungen (ohne automatische Feu-

¹⁶ Abnahme der Absatzsteigerung von +13% im Jahr 2010 auf +3% im Jahr 2020.

¹⁷ Da das Sägemehlpotential aktuell nur etwa 180'000 t/a beträgt müsste für die Produktion dieser Pelletmenge die Holzverarbeitung deutlich zunehmen oder ein grosserer Teil der Pellets importiert werden.

erungen >50kW) gestoppt werden und ab 2010 in einen Positivtrend umgewandelt werden.

Bei den Einzelraumheizungen wird im Basisszenario für die meisten Anlagenkategorien von einem konstanten Absatz an Neuanlagen ausgegangen. Abnehmende Anlagenverkäufe werden bei den Stückholz-Zimmeröfen (-10%/a) angenommen. Eine Zunahme der Verkäufe wird bei den Pellet Zimmeröfen angenommen (+10%/a). Aus diesen Annahmen ergibt sich ein praktisch unveränderter Anlagebestand in der Periode 2000-2010. Aufgrund von Verschiebungen innerhalb einzelner Anlagenkategorien ergibt sich in dieser Periode jedoch eine Abnahme des Endenergiebedarfs um 4%. Die berechnete Entwicklung des Endenergiebedarfs ist in Abbildung 7.29 zu sehen.

Szenario Anlagenzahl, Gebäudeheizungen

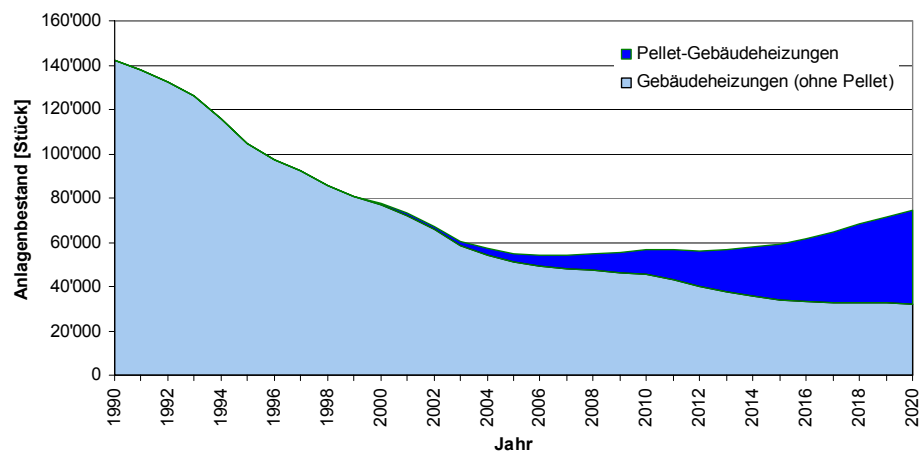


Abbildung 7.28 Basisszenario Anlagebestand Gebäudeheizungen
(ohne automatische Feuerungen >50 kW)

Szenario Holzumsatz, Einzelraum und Gebäudeheizungen

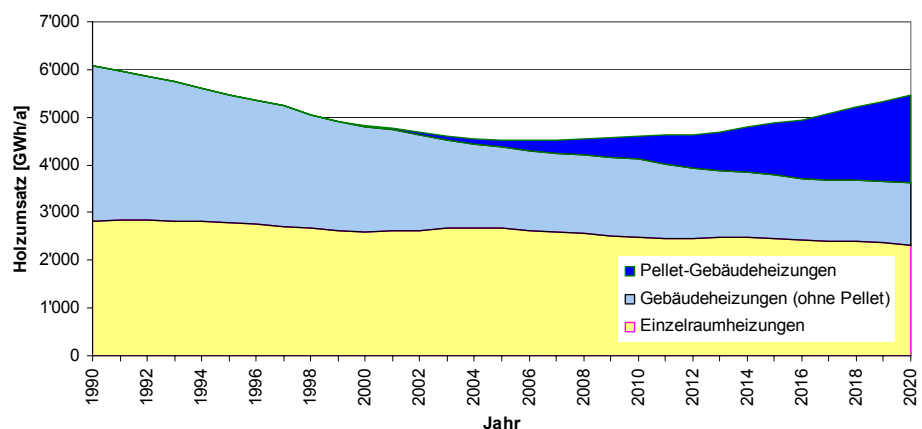


Abbildung 7.29 Basisszenario Holzumsatz von Einzelraum und Gebäudeheizungen
(ohne Einbezug von automatischen Feuerungen >50 kW)

Die in Abbildung 7.28 und Abbildung 7.29 dargestellte Entwicklung, welche von einem starken Zuwachs bei den automatischen Pelletfeuerungen sowie einer praktisch konstanten Anzahl Neuanlagen bei den Stückholzfeuerungen < 50 kW ausgeht, entspricht in etwa dem Szenario „Zuwachs 1“ der Entwicklung der holzbeheizten Wohnflächen in Ein- und Zweifamilienhäusern (siehe Kapitel 7.2.3). Die

Entwicklung erfolgt allerdings deutlich langsamer und erreicht bis 2010 erst eine Stabilisierung der Nutzenergieproduktion auf dem Wert des Jahres 2000. Setzt sich der Trend zu Pelletfeuerungen fort so wird bis 2020 eine Steigerung der Nutzenergieproduktion um 30% gegenüber dem Jahr 2000 erreicht. Da in derselben Periode der Endenergieumsatz nur um 12% steigt ist die Entwicklung in Bezug auf die Nutzenergie vor allem auch durch eine deutliche Steigerung der Nutzungsgrade zurückzuführen. Durch den Ersatz alter Zimmeröfen und Stückholzfeuerungen wird eine deutliche Steigerung des mittleren Nutzungsgrades erreicht (siehe Abbildung 7.30).

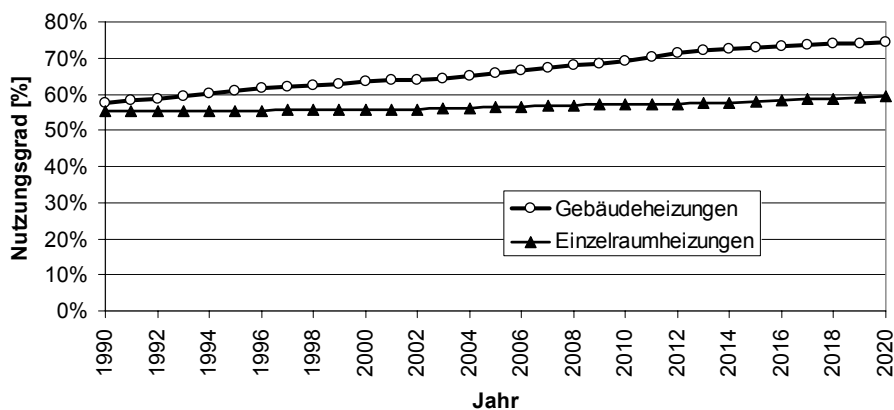


Abbildung 7.30 Basisszenario Nutzungsgrad von Einzelraum und Gebäudeheizungen
(ohne Einbezug von automatischen Feuerungen >50 kW)

Szenario „tief“ mit moderatem
Zuwachs Pelletfeuerungen

Aufgrund der etwas tieferen Absatzzahlen im Jahr 2003 wurde ein weiteres Szenario berechnet, das von einem reduzierten Zuwachs bei den Pelletfeuerungen ausgeht. In diesem Szenario wird eine Absatzsteigerung zwischen 15% pro Jahr (2004) und knapp 10% pro Jahr 2010 angenommen. Daraus ergibt sich bis Ende 2010 eine installierte Anlagenleistung für automatische Pelletfeuerungen von knapp 200 MW bei einer Anlagezahl von 9'900 Stück. Unter diesen Voraussetzungen würden gut 85'000 t Pellets pro Jahr für diese Feuerungen benötigt. Bei einer Fortsetzung dieser Entwicklung¹⁸, wären im Jahr 2020 insgesamt gut 29'700 automatische Pelletfeuerungen mit insgesamt 595 MW installierter Leistung vorhanden. Diese Anlagen würden jährlich etwa 260'000 t Pellets¹⁹ benötigen.

In diesem Szenario wurde zudem für Stückholzfeuerungen < 50 kW von abnehmenden Absatzzahlen ausgegangen (-5%/a). Der Zuwachs an Pelletfeuerungen kann daher diesen Negativtrend bei der Anlagezahl der Gebäudeheizungen (ohne automatische Feuerungen >50kW) erst ab dem Jahr 2015 stabilisieren.

Bei den Einzelraumheizungen wird im Basisszenario für die meisten Anlagenkategorien von einem konstanten Absatz an Neuanlagen ausgegangen. Abnehmende Anlagenverkäufe werden bei den Stückholz-Zimmeröfen (-10%/a) angenommen. Eine moderate Zunahme der Verkäufe wird bei den Pellet Zimmeröfen angenommen (+5%/a). Aus diesen Annahmen ergibt sich längerfristig eine leichte Abnahme des Anlagebestandes. Aufgrund von Verschiebungen innerhalb einzelner Anlagenkategorien ergibt sich in der Periode 2000-2010 jedoch eine Abnahme des Endenergiebedarfs um 9%. In der Summe von Einzelraum- und Gebäudeheizungen ergibt sich ab etwa 2005 eine Stabilisierung des Holzumsatzes. Die berechnete Entwicklung des Endenergiebedarfs ist in Abbildung 7.32 zu sehen.

¹⁸ Abnahme der Absatzsteigerung von +10% im Jahr 2010 auf +2% im Jahr 2020.

¹⁹ Da das Sägemehlpotential aktuell nur etwa 180'000 t/a beträgt müsste für die Produktion dieser Pelletmenge die Holzverarbeitung deutlich zunehmen oder ein grosserer Teil der Pellets importiert werden.

Szenario "tief", Anlagenzahl, Gebäudeheizungen

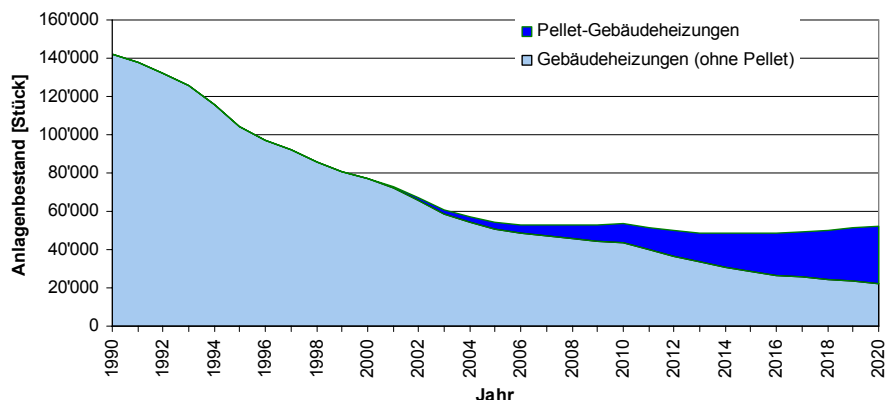


Abbildung 7.31 Szenario „tief“, Anlagebestand Gebäudeheizungen
(ohne automatische Feuerungen >50 kW)

Szenario Holzumsatz, Einzelraum und Gebäudeheizungen

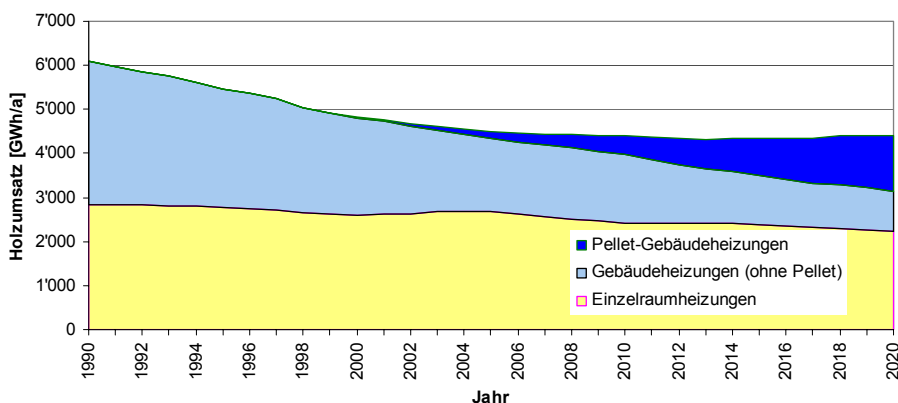


Abbildung 7.32 Szenario „tief“, Holzumsatz Einzelraum und Gebäudeheizungen
(ohne Einbezug von automatischen Feuerungen >50 kW)

Die in Abbildung 7.31 und Abbildung 7.32 dargestellte Entwicklung, welche von einem moderaten Zuwachs bei den automatischen Pelletfeuerungen sowie einer abnehmenden Anzahl Neuanlagen bei den Stückholzfeuerungen ausgeht, führt zu einer Wärmeproduktion, welche zwischen dem Basisszenario und dem Szenario „Zuwachs 1“ der holzbeheizten Wohnflächen in Ein- und Zweifamilienhäusern liegt (siehe Kapitel 7.2.2 und 7.2.3).

7.3.2 Automatische Feuerungen ohne Nahwärme

Abbildung 7.33 zeigt die Entwicklung der installierten Anlagenleistung für automatische Holzfeuerungen > 50 kW ohne Nahwärmenetz in der Schweiz. Es zeigt sich deutlich, dass der Hauptteil der installierten Anlagenleistung (60%) innerhalb Holzverarbeitungsbetrieben liegt. Bei der Entwicklung ist eine Abflachung der Zunahme der installierten Anlagenleistung innerhalb holzverarbeitenden Betrieben ersichtlich, während bei den übrigen Anlagen eine unverminderte Zunahme der installierten Anlagenleistung auszumachen ist. Insgesamt konnte im Mittel in den letzten 5 Jahre ein jährlicher Zuwachs der Anlagenleistung von etwa 4% pro Jahr festgestellt werden. Die mittlere Anlagengrösse lag im Jahr 2003 bei etwa 225 kW. Eine sol-

che Anlage beheizt ein Gebäude mit etwa 4000-8000 m² Energiebezugsfläche. Damit liegt der Einsatzbereich solcher Anlagen (ohne Nahwärmeverbund) vor allem bei Dienstleistungsgebäuden, grossen Mehrfamilienhäusern und in Industrieanwendungen.

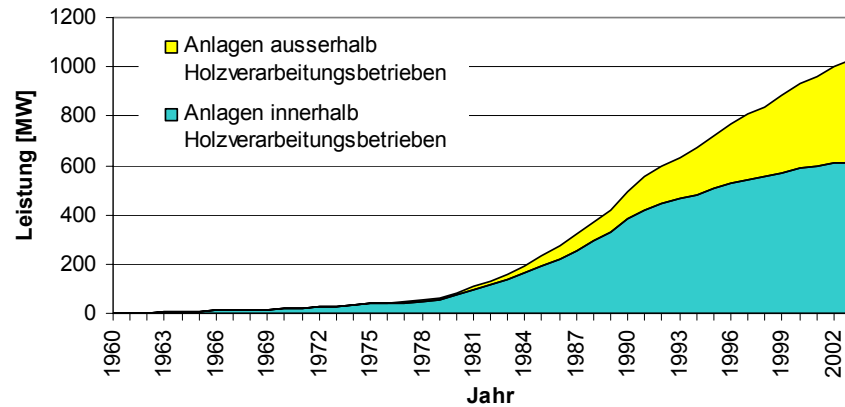


Abbildung 7.33 Entwicklung Anlagenleistung automatischer Holzfeuerungen >50 kW ohne Nahwärme, gesamte Schweiz

Zur Untersuchung möglicher Entwicklungen bis 2020 werden zwei Szenarien betrachtet:

Das Szenario „hoher Zuwachs“ geht von der Annahme aus, dass insgesamt eine unveränderte Zuwachsrate von etwa 4% pro Jahr beibehalten werden kann. Damit würde die installierte Leistung bis zum Jahr 2020 etwa verdoppelt. Dies würde eine Zunahme des Holzschnittelbedarfs von knapp 2.3 TWh/a auf 4.4 TWh/a bedeuten. Mit diesem Verbrauch an Holzschnitteln liegt dieses Szenario an der Grenze des verfügbaren Potentials an Holzschnitteln (berechnet aus Daten von Thees et al. (2003)²⁰). Zur Erreichung eines entsprechenden Zuwachses müsste daher mit einem erhöhten Schnitzelpreis gerechnet werden, da vermehrt auch ungünstigere Waldgebiete berücksichtigt würden. Aus diesen Gründen ist die Erreichung dieses Szenarios eher unwahrscheinlich und stellt insofern eine Obergrenze der möglichen Entwicklung dar.

Das Szenario „Konsolidierung“ geht von der Annahme aus, dass sich in den kommenden Jahren die Zunahme der installierten Leistung reduziert und bis 2020 auf einem konstanten Wert von knapp 1300 MW einpendelt. Dieses Szenario würde eine Zunahme des Holzschnittelbedarfs um knapp 30% auf 2.8 TWh/a bedeuten.

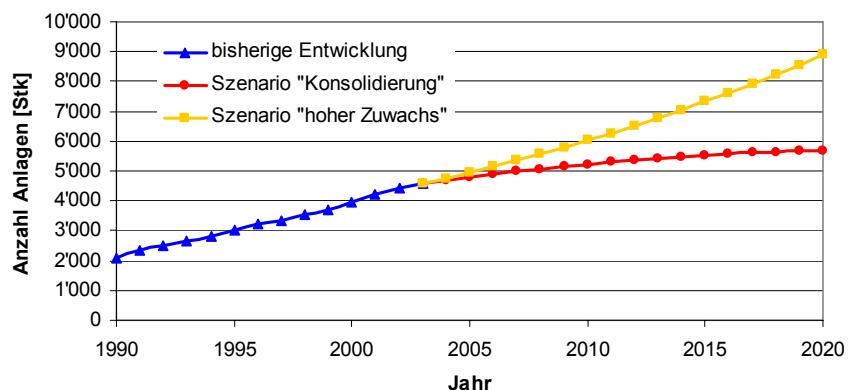


Abbildung 7.34 Szenario Anlagenzahl automatische Holzfeuerungen >50 kW ohne Nahwärme

²⁰ 5.4 TWh/a für Periode 2006-2016, Holzfeuchte $u = 50\%$, mit Szenario 404 ("Vorratsabbau, Reduktion von Starkholz; Nutzungssteigerung um 44% gegenüber Periode 1986-1996, Eingriffswahrscheinlichkeit generell um 30% erhöht)

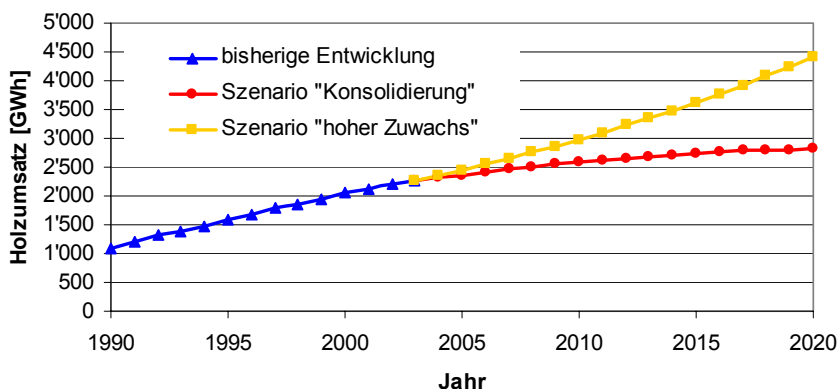


Abbildung 7.35 Szenario Holzumsatz automatischer Holzfeuerungen >50 kW ohne Nahwärme

Da diese Anlagen vermutlich nur zu einem kleineren Teil Wohngebäude betreffen²¹ kann kein direkter Vergleich mit den in Kapitel 7.2 berechneten Szenarien für den mit Holz gedeckten Heizenergiebedarf von Wohngebäuden erfolgen.

7.3.3 Nahwärmenetze

In den Bereich der Nahwärme²² fallen primär zentrale Anlagen, welche mehrere Gebäude mit Wärme versorgen. Solche Anlagen waren früher meist an Holzverarbeitungsbetriebe gekoppelt. In den letzten Jahren haben jedoch die Anlagen, welche ausserhalb Holzverarbeitungsbetrieben installiert wurden, bedeutend stärker zugenommen. Häufig sind diese Anlagen in Gemeinden, Schulhäusern oder anderen Gebäudeverbunden zu finden, wo der Wärmebedarf genügend gross ist, um die Investition eines Nahwärmenetzes zu rechtfertigen.

In Zukunft könnten diese Nahwärmeverbunde eine wichtige Rolle für die weitere Verbreitung der Holzenergie vor allem auch in städtischen Gebieten haben.

Es waren kaum Daten verfügbar über die aktuelle Aufteilung der Energieträger für Gebäude, welche über eine zentrale Heizanlage für mehrere Gebäude versorgt werden. Für den Kanton Zürich erfolgte eine Abschätzung der Anteile aus den Daten des Gebäude- und Wohnungsregister und den Gebäudeversicherungsdaten (AWEL, 2004). Aus diesen Daten geht hervor, dass etwa 56% der Gebäudevolumina über Ölheizungen beheizt werden, 37% über Gasheizungen, 1.6% über Holzheizungen, 1.3% über Wärmepumpen und 4.1% über andere Fernwärmearten. Ein Vergleich mit einer Abschätzung des über solche holzbefeuerten Nahwärmenetze beheizten Volumens über die Datenbank für automatische Holzfeuerungen (Holzenergie Schweiz, 2004) sowie der Energiebezugsfläche und dem spezifischen Heizenergiebedarf (AWEL, 2003) ergibt eine gute Übereinstimmung.

Gemäss den Angaben aus der Volkszählung (BFS, 2004) zu Wohnungen welche über eine Heizung für mehrere Gebäude beheizt werden, sind 70% der Wohnungen mit Öl beheizt, 25% mit Gas, 2.2% mit Holz, 1.7% mit Wärmepumpe und 1.1% über andere Arten.

Abbildung 7.36 zeigt die Entwicklung der installierten Anlagenleistung für automatische Holzfeuerungen mit Nahwärmenetzen im Kanton Zürich. Deutlich zeigt sich zwischen 1993 und 1998 ein starker Anstieg, welcher primär durch Anlagen ausserhalb von Holzverarbeitungsbetrieben bedingt ist. Nach 1998 wurden kaum mehr neue Anlagen mit Nahwärmenetzen erstellt und die installierte Leistung blieb somit praktisch konstant.

²¹ Nur grosse Wohngebäude kommen hier in Frage. Bei dieser Gebäudekategorie ist jedoch der Anteil mit Holzheizung sehr gering.

²² Die Abgrenzung von Nahwärme und Fernwärme ist fließend. Hier werden unter Nahwärmenetzen primär Anlagen mit einer Verteilung über kürzere Strecken (bis ca. 1 km) und mit einer geringeren Wärmeleistung (bis ca. 1 MW) verstanden.

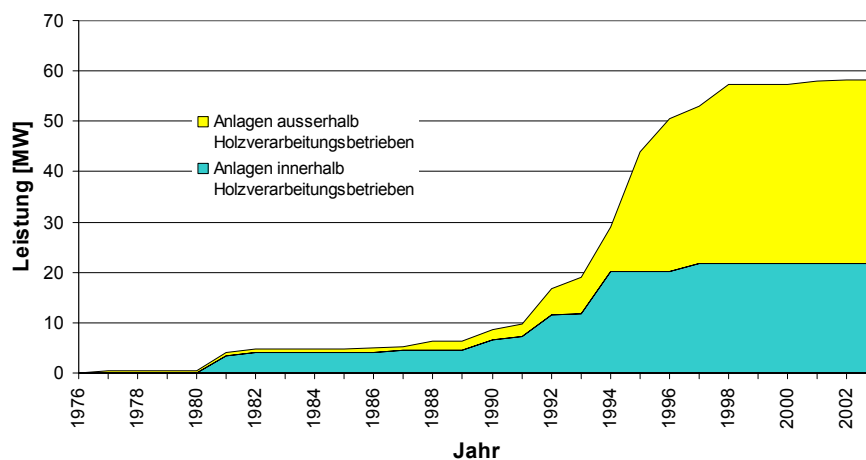


Abbildung 7.36 Entwicklung der Anlagenleistung, Holzfeuerungen mit Nahwärme, Kanton Zürich

Eine ähnliche Entwicklung zeigt sich auch bei Betrachtung der Anlagenleistung über die gesamte Schweiz (Abbildung 7.37). Eine langsame Abflachung bei der Zunahme der installierten Leistung zeichnet sich auch hier ab.

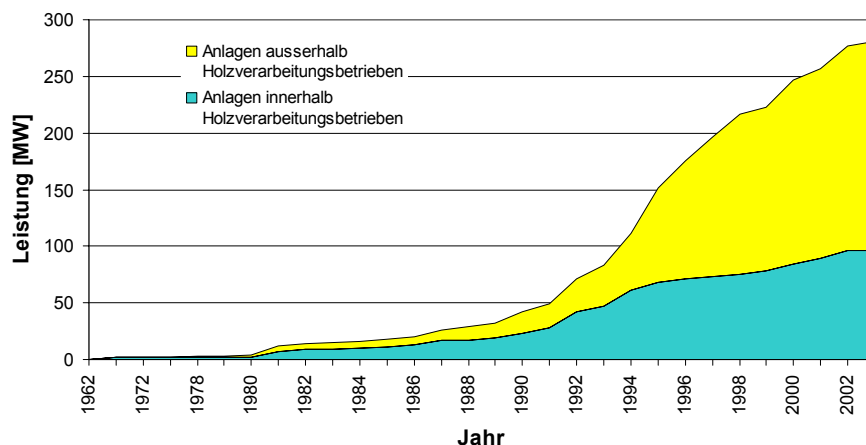


Abbildung 7.37 Entwicklung der Anlagenleistung, Holzfeuerungen mit Nahwärme, gesamte Schweiz

Aus den Daten des Kanton Zürich wie auch schweizweit aus den Volkszählungsdaten ist ein hoher Anteil an Ölfeuerungen bei bestehenden Nahwärmenetze ersichtlich. Der Anteil Holzfeuerungen in diesem Bereich ist jedoch sehr tief. Aus diesem Grund besteht ein grosses Potential bei Anlagensanierungen durch einen Wechsel auf Holz diesen Anteil deutlich anzuheben. Das Szenario „mässiges Wachstum“ geht dabei von einer Erhöhung des Holzheizungsanteils um etwa 50% bis 2010 gegenüber den Jahr 2000 aus. Im Szenario „hohes Wachstum“ liegt die Erhöhung bei 100% bis 2010 gegenüber den Jahr 2000.

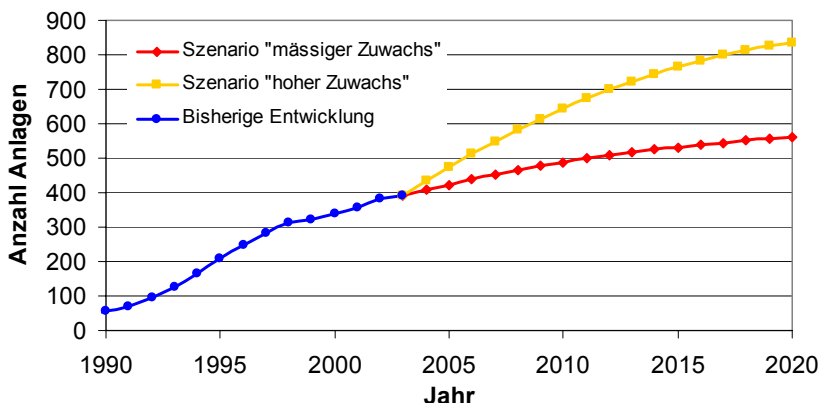


Abbildung 7.38 Szenario Anlagenzahl, automatische Holzfeuerungen mit Nahwärme

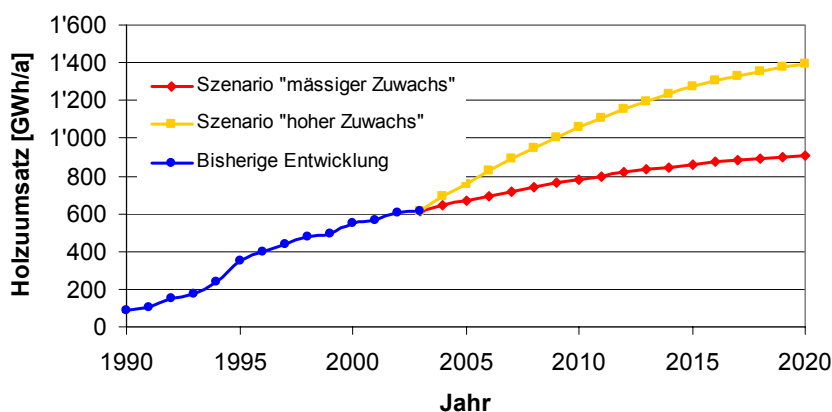


Abbildung 7.39 Szenario Holzumsatz, automatische Holzfeuerungen mit Nahwärme

Werden diese beiden Szenarien mit den in Kapitel 7.2 berechneten Szenarien für den mit Holz gedeckten Heizenergiebedarf von kleinen und grossen Mehrfamilienhäusern verglichen kann folgende Aussage gemacht werden.

- Das Szenario „mässiger Zuwachs“ entspricht in etwa der Entwicklung für Mehrfamilienhäuser gemäss dem Szenario „Zuwachs 1“, sofern ein massgeblicher Anteil der neuen Holzfeuerungen bestehende Ölfeuerungen ersetzt.
- Das Szenario „hoher Zuwachs“ liegt noch deutlich unter der Entwicklung für Mehrfamilienhäuser gemäss dem Szenario „Zuwachs 2“.

7.3.4 Fernwärmenetze

In diesen Bereich fallen Anlagen, welche Teil eines weitläufigen Wärmeverteilnetzes sind welches Leistungen von mehreren MW bis über 400 MW aufweist.

Die Szenarien zur möglichen Entwicklung des Holzenergieanteils im Bereich der Fernwärme basieren auf der Statistik 2002 zu den Wärmeverkäufen der 25 Gesellschaften, welche im Verband Schweizerischer Fernwärmeerzeuger (VSF) zusammengefasst sind. Im Jahr 2002 wurde insgesamt 3500 GWh Wärme abgesetzt, wobei nur etwa 0.6% davon aus Holzbrennstoffen (ohne Altholz in KVA) stammte (VSF, 2003).

Für die zukünftige Entwicklung werden in einem ersten Schritt bereits geplante bzw. bald in Betrieb genommene Anlagen mit einer Holzfeuerung berücksichtigt (Basel, Liestal). Für eine Abschätzung des maximal möglichen Potentials wird angenommen, dass ein Grossteil der ölbefeuerten Anlagen durch Holz ersetzt werden könnte. Für Erdgas wird mit Ausnahme des Fernwärmenetzes der IWB (leichte Abnahme) von einem unveränderten Anteil ausgegangen.

Klimaerwärmung und bessere Gebäudedämmung reduzieren die Nachfrage nach Fernwärme. Für die Szenarien wird jedoch von einem praktisch unveränderten Verbrauch ausgegangen, da angenommen wurde dass der Minderverbrauch in Zukunft durch Netzerweiterungen und Anschlussprojekte kompensiert wird. Da Fernwärme einen Mehrwert in Form von Dienstleistungen, Komfort und Raumgewinn geltend machen kann, wäre in Zukunft auch eine Steigerung der Nachfrage möglich.

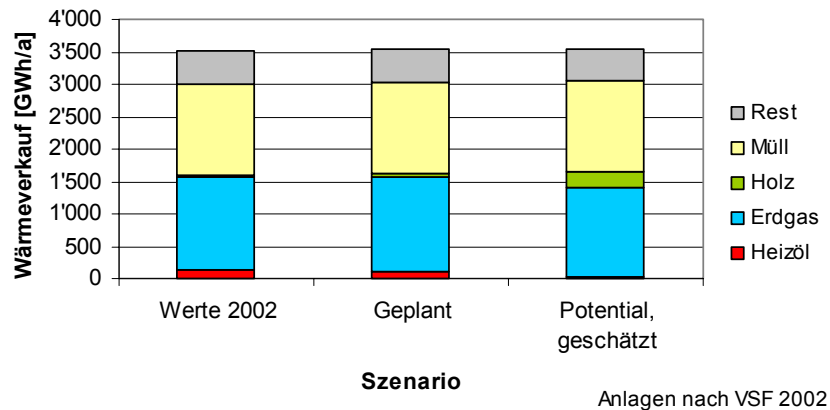


Abbildung 7.40 Wärmeabsatz aus Fernwärme, Aufteilung nach Energieträgern

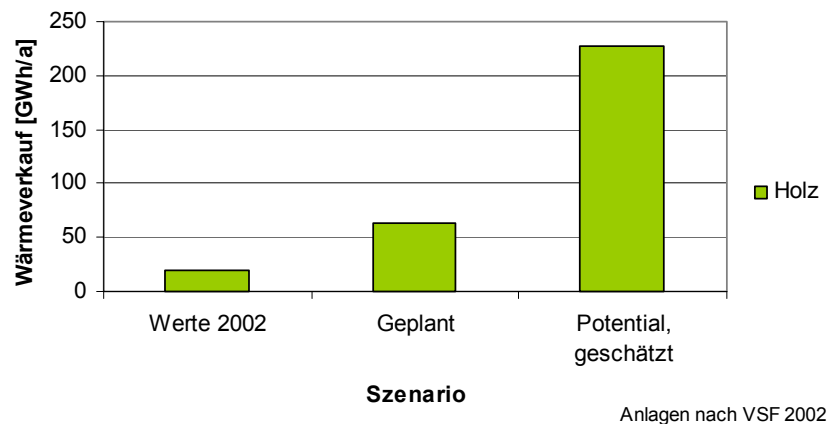


Abbildung 7.41 Wärmeabsatz aus Fernwärme, Szenarien für Holzanteil

Der aus den dargestellten Szenarien resultierende Holzverbrauch für die Produktion von 65-225 GWh Wärme pro Jahr (bzw. ca. 0.03-0.1 Mio. m³ Holz) entspricht einer Zunahme von 2-6% gegenüber der aus Holz produzierten Nutzwärme im Jahr 2002 (Kessler et al., 2003a).

Da für Anlagen in der Grössenordnung von 2 MWth und mehr eine kombinierte Strom- und Wärmeproduktion aufgrund der grossen Zahl von Wärmeabnehmer in diesen Netzen sinnvoll ist, könnte durch solche Anlagen der aus Holzenergie produzierte Strom ein deutlich höheres Wachstum erfahren (7-25%). Diese Zunahme ist allerdings primär auf die derzeit geringe Stromproduktion aus Holzenergie zurückzuführen (134 MWh/a im Jahr 2002).

Aus Erfahrungen bei der Einrichtung von Quartierwärmern mit Biomasse und Wärmekraftkopplung zeigte sich, dass die Identifikation der Bezüger mit ihrem Wärmelieferanten eine wichtige Rolle spielt. Bei solchen Anlagen könnte der Ökoaufschlag zwischen 15-25 Prozent des durchschnittlichen Wärmepreises liegen.

Ungünstiger ist die Ausgangslage bei bestehenden Mehrfamilienhaus-Liegenschaften. Hier sind zufriedenstellende Lösungen zum Verkauf von Fern-

wärme sowohl aus Mieter- wie auch Vermietersicht für eine weitere Diffusion zwingend (Rutishauser, 2003).

7.4. Gesamtentwicklung Holzverbrauch

In den folgenden Graphen werden die in Kapitel 7.3 beschriebenen Szenarien zur Anlagenentwicklung in einzelnen Feuerungskategorien addiert und zu einer Entwicklung des Gesamtverbrauchs an Holz zusammengefasst. Als Basis für die Entwicklung 1990 bis 2000 der Verbräuche in Wohngebäuden dienen aktuelle auf Daten der Volkszählung und Modellberechnungen basierende Verbrauchszahlen (Hofer, 2004)²³. Durch diese Korrektur bei den Wohngebäuden liegt der klimaneutrale Bruttobedarf Holz deutlich über den in (Kessler et al., 2003a) publizierten Zahlen.

Szenario „hoch“

In Abbildung 7.42 sind die stärker auf Zuwachs ausgerichteten Szenarien zu einem „Szenario hoch“ zusammengefasst. Dieses Szenario zeigt vor allem bei den automatischen Feuerungen eine starke Zunahme, welche nur unter sehr günstigen Bedingungen (konkurrenzfähige Wärmepreise) erreichbar ist. Da für diese Entwicklung im Jahr 2020 eine Holzschnitzmenge von etwa 6 TWh bzw. 2.6 Mio. m³ Holz pro Jahr benötigt würde, ergeben sich damit zusätzliche Erschwernisse, da für diese Schnitzmenge eine Nutzungssteigerung (Vorratsabbau) notwendig wäre. Dies kann wiederum einem konkurrenzfähigen Schnitzelpreis zuwiderlaufen. Auch im Bereich der Holzpelletfeuerungen fordert dieses Szenario ein anhaltend starkes Wachstum, wofür gezielte Förderungen notwendig wären, um diese Feuerungen aus wirtschaftlicher Sicht attraktiv zu machen. Da hier der Hauptteil der Anlagen im Leistungsbereich < 50 kW liegen und damit vor allem Wohngebäude betreffen, dürften vor allem im Vergleich zu Öl attraktive Anlageninvestitionskosten wichtig sein. Da das Sägemehlpotential aktuell nur etwa 180'000 t/a beträgt müsste für die Produktion der benötigten Pelletmenge längerfristig die Holzverarbeitung deutlich zunehmen oder ein grosserer Teil der Pellets importiert werden.

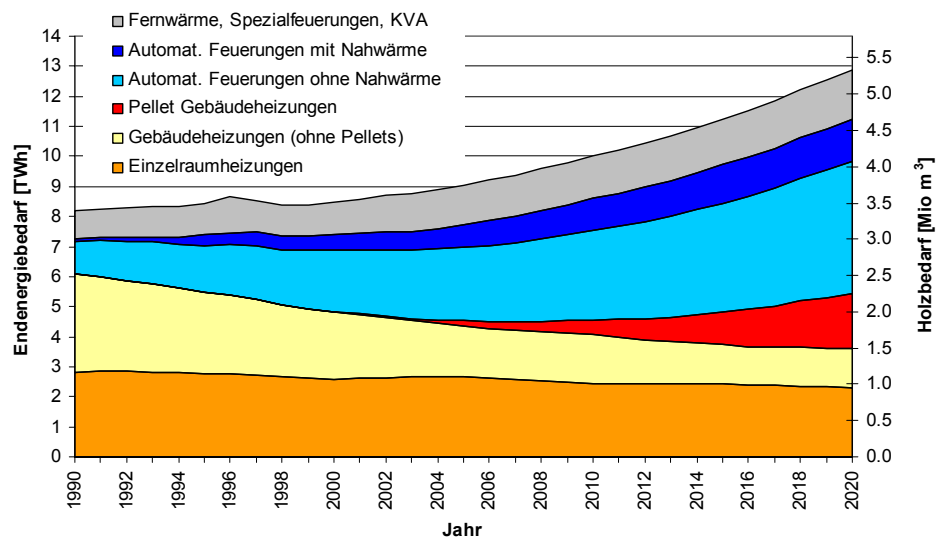


Abbildung 7.42 Szenario „hoch“ für Entwicklung Holzumsatz; Summe Holzfeuerungen total

Das in Abbildung 7.42 dargestellte Szenario „hoch“ führt in der Periode 2000-2020 zu einer Erhöhung des Holzumsatzes²⁴ um gut 50% auf knapp 12.9 TWh bzw. 5.4 Mio m³ feste Holzmasse. Diese Steigerung bedarf bereits grosser Anstrengungen und wird ohne Begleitmassnahmen nicht erreicht.

In Abbildung 7.43 ist eine Aufteilung des Holzumsatzes auf die Verbrauchsgruppen Wohnen, Industrie und Dienstleistung dargestellt. In diesem Szenario wird von

²³ Klimaneutraler Holzverbrauch für Heizung, Warmwasser und Kochen, Stand Mai 2004.

²⁴ Beinhaltenes Stückholz, Holzschnitzel, Holzpellets sowie auch Altholznutzung

einer Trendwende beim Holzumsatz der Wohngebäude ausgegangen. Im Dienstleistungsbereich müsste zudem eine langfristige Fortsetzung der Verbreitung von automatischen Schnitzelfeuerungen erfolgen. Neben öffentlichen Gebäuden, wo bereits eine starke Verbreitung vorhanden ist, müssten vermehrt auch private Bürogebäude erschlossen werden können. Im Industriebereich dürfte eine stärkere Verbreitung vor allem aus wirtschaftlichen Gründen schwierig sein.

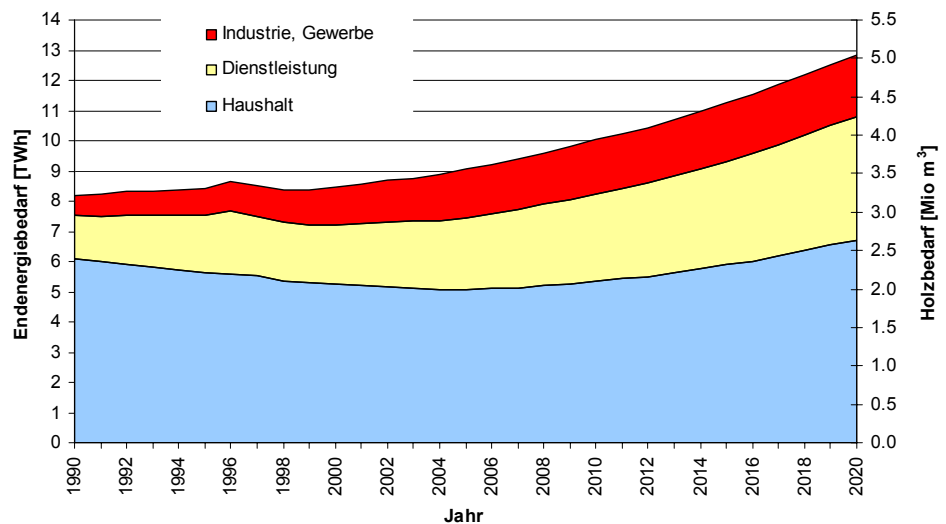


Abbildung 7.43 Szenario „hoch“ für Entwicklung Holzumsatz; Aufteilung nach Wirtschaftsgruppen

Szenario „tief“

In Abbildung 7.44 sind die Szenarien mit einer schwächeren Entwicklung zu einem „Szenario tief“ zusammengefasst. Dieses Szenario zeigt eine Entwicklung die wahrscheinlich ist, wenn die Voraussetzungen für die Holznutzung sich nur leicht bzw. langsam verbessern. Dieses Szenario geht langfristig von einer Konsolidierung der Anlagenzahl bei den automatischen Feuerungen aus. Im Bereich der Holzpelletfeuerungen wird von einem moderaten Anlagenzuwachs ausgegangen, so dass langfristig der Negativtrend bei den Gebäudeheizungen eliminiert wird.

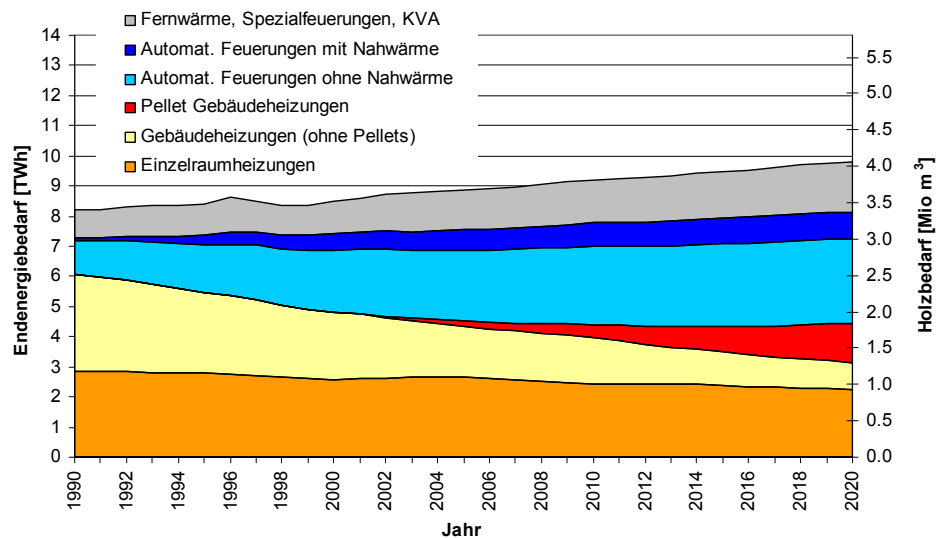


Abbildung 7.44 Szenario „tief“ für Entwicklung Holzumsatz; Summe Holzfeuerungen total

Das in Abbildung 7.44 dargestellte Szenario „tief“ führt in der Periode 2000-2020 nur zu einer Erhöhung des Holzumsatzes²⁵ um etwa 15% auf knapp 9.8 TWh bzw. 4.1 Mio m³ feste Holzmasse. Bei ungünstigen Bedingungen für Holzfeuerungen

²⁵ Beinhaltet Stückholz, Holzschnitzel, Holzpellets sowie auch Altholznutzung

(fehlende Förderung, tiefe Ölpreise, keine CO₂-Abgabe) dürfte jedoch auch die Erreichung dieser Entwicklung deutliche Anstrengungen bedürfen.

In Abbildung 7.45 ist eine Aufteilung des Holzumsatzes auf die Verbrauchsgruppen Wohnen, Industrie und Dienstleistung dargestellt. In diesem Szenario wird von einer Stabilisierung des Holzumsatzes der Wohngebäude ausgegangen. Dazu ist dennoch eine Steigerung des Anteils an Holzbeheizten Wohnungen notwendig, da der Wärmebedarf der Gebäude durch Sanierungen abnimmt und zudem der Nutzungsgrad der eingesetzten Feuerungen steigt (vor allem durch Pelletfeuerungen). Im Dienstleistungsbereich müsste weiterhin eine Zunahme der Anlagenzahl bei den automatischen Schnitzelfeuerungen erfolgen. Auch hier müssten vermehrt private Bürogebäude ausgerüstet werden können. Im Industriebereich wird in diesem Szenario nicht von einer Zunahme des Holzumsatzes ausgegangen.

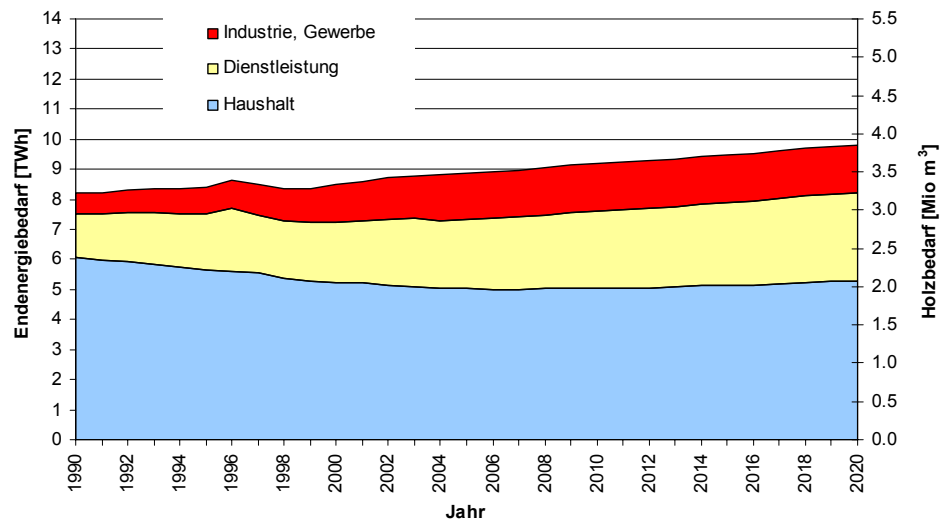


Abbildung 7.45 Szenario „tief“ für Entwicklung Holzumsatz; Aufteilung nach Wirtschaftsgruppen

8. Vergleich mit andern Ländern

8.1. Österreich

Energieträger für Heizung

Etwa 30'000 bestehende Holzheizkessel werden jährlich durch neue Heizkessel ersetzt, davon etwa 15'000 durch Kessel mit fossilen Energieträgern. Dadurch ist es in den 90er Jahren zu einem Rückgang bei den mit Holz beheizten Hauptwohnsitzen um 20 % gegenüber 1990 gekommen (Könighofer, 2001).

Der Anteil der Biomasse am österreichischen Primärenergieaufkommen liegt mit ca. 142 PJ bei etwa 12% (1998) des Gesamtbedarfs und damit über dem europäischen Durchschnitt von ca. 6%. Dem Einsatz von Brennholz (Scheitholz) in Kleinfeuerungsanlagen für Raumwärme und Warmwasser kommt die grösste Bedeutung zu. Gemäss ÖSTAT wurden 1997 ca. 16% der österreichischen Haushalte mit Holz beheizt (Könighofer, 2001).

Verlauf der Entwicklung

Die schnelle Marktentwicklung für Pelletfeuerungen in Österreich war gekennzeichnet durch ein starkes Interesse der Konsumenten sowie Unterstützung durch die meisten Landesregierungen. Zusätzlich verliehen die Entwicklungsanstrengungen der einheimischen Feuerungshersteller der Marktentwicklung weitere Impulse. Im weiteren trugen die Normierung des Brennstoffes, die Benutzerfreundlichkeit und Effizienz der Feuerungen sowie strenge Emissionsstandards für die Anlagen zu einem hohen Vertrauen in den neuen Brennstoff und damit zu einer Verbreitung bei.

Die meisten Pelletfeuerungen sind automatische Gebäudeheizungen, welche in Einfamilienhäuser eingesetzt werden (< 25 kW). Aktuell beläuft sich die Produktionskapazität für Pellets auf 200'000 t/Jahr. Ein weiteres Wachstum in den kommenden Jahren wird erwartet.

Musterbeispiel
Oberösterreich

Eine spezielle Stellung innerhalb des Landes nimmt Oberösterreich ein. In dieser Region wird 30% des Gesamtenergiebedarfs durch erneuerbare Energieträger gedeckt (bzw. 16% Biomasse). Als Auslöser für diesen Erfolg wird die klare politische Bekenntnis zu Biomasse und das dadurch ausgelöste Aktionsprogramm „Energy 21“ gesehen. Neben Information, Veranstaltungen, Forschungstätigkeiten und kostenloser Beratung werden auch klare Anreize durch finanzielle Unterstützung und mit der Verbesserung der rechtlichen Rahmenbedingungen gegeben. Es wird eine Unterstützung von bis zu 30% der Investitionskosten bzw. max. 2200 € für Pelletzentralheizungen gewährt. Zusätzliche Förderungen werden ausgesprochen für Umstellung von Öl auf Holz (z.B. Kosten für Tankentsorgung).

Oberösterreich hat den grössten Zuwachs an Pelletfeuerungen in Österreich (ca. 25% der insgesamt in Österreich installierten Anlagen²⁶ im Jahr 2001). Auch bei den Hackgutfeuerungen zeigt Oberösterreich den grössten Anteil an insgesamt installierten Anlagen (33%) wie auch an Neuanlagen im Jahr 2001. Dies könnte auch mit der Möglichkeit zur Erstellung von Hackschnitzelanlagen < 50 kW ohne Baubewilligung zusammenhängen. Bei Neubauten von Einfamilienhäusern haben heute 30% der Gebäude eine Feuerung mit Biomasse. In der gleichen Zeit nahm der Anteil an ölbeheizten Neubauten von 40% auf 8% ab.

8.2. Deutschland

Auch in Deutschland ist ein starkes Wachstum bei den Pelletfeuerungen zu beobachten (siehe Abbildung 7.27). Dabei war das Marktanreizprogramm (MAP) des Bundesministerium für Umwelt eine wichtige Voraussetzung für diese Entwicklung. Die Förderung ist derzeit mit 1500 € pro Anlage deutlich geringer als in Österreich. Weitere Unterstützungen durch die einzelnen Bundesländer sind sehr unterschiedlich. Als positives Beispiel ist die Pelletinitiative des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen zu erwähnen. Auch die Verteilung der Unterstützungsbeiträge aus dem MAP sind regional sehr verschieden. So befanden sich im Jahr 2002 über 50% der geförderten Anlagen in Bayern.

²⁶ Oberösterreich weist nur einen Anteil von ca. 17% an der Gesamtbevölkerung Österreichs auf.

Verlauf der Entwicklung

Ähnlich wie in Österreich haben Pelletfeuerungen auch in Deutschland vor allem bei den kleinen Feuerungen hohe Zuwachsraten. Mit dem Wachstum des Holzpelletmarktes hat auch die Produktionskapazität für Holzpellets zugenommen. Ende 2003 erreichte die jährliche Pelletproduktion 90'000 t. Die verfügbare Kapazität liegt bei 140'000 t pro Jahr. Wenn alle geplanten Produktionsanlagen realisiert werden, würde sich die Kapazität nochmals etwa verdoppeln.

Energiebesteuerung

8.3. Schweden

In Schweden unterliegen Energieträger mit mehr als fünf Gewichtsprozenten gasförmigen oder flüssigen Kohlenwasserstoffen welche für Heizzwecke genutzt werden der Energiesteuer wie auch der CO₂-Steuer. Weitgehend ausgenommen sind Brennstoffe, welche zur Gewinnung von Elektrizität verwendet werden. Holzbrennstoffe bleiben unbesteuert.

Mit der Einführung dieser Energie- und Umweltsteuern (CO₂ Steuer seit 1991) wurde ein starker Anstieg der Biomassenutzung für energetische Zwecke ausgelöst. Ein Grossteil dieses Anstiegs ist auf die Umstellung von grossen, kohlebefeuernten Fernheizwerken auf Biomasse zurückzuführen. Auch weiterhin spielen die grossen Fernwärmeanlagen eine massgebende Rolle. Diese Grossanlagen haben allerdings auch den Weg für eine Expansion bei kleineren Feuerungen geebnet.

Auswirkung auf die Gebäudebeheizung

Durch die Energie- und Umweltsteuern sind die Energiekosten für die Beheizung eines Einfamilienhauses in Schweden mit Pellets im Vergleich zu fossilen Energieträger eindeutig günstiger (81% von Erdgas bzw. 65% von Öl). Nach anfänglichen Problemen mit der Pelletqualität nahm die Anzahl der mit Pellet beheizten Häuser rasch zu (siehe Abbildung 8.1).

Zwischen 1992 und 2001 nahm der Pelletverbrauch von 5'000 t/Jahr auf 667'000 t/Jahr zu. Die benötigten Pellets werden in 30 grossen Anlagen produziert. Bei einer vollständigen Nutzung aller Sägereiabfällen wäre eine Steigerung auf 6.9 Mio. Tonnen Pellets pro Jahr möglich.

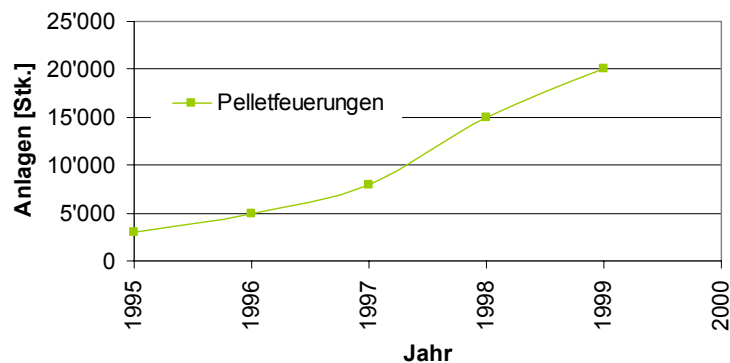


Abbildung 8.1 Entwicklung der Anlagezahl für Pelletfeuerungen in Schweden

Umfragen unter den Benutzern von Pelletfeuerungen in Schweden ergaben, dass die Heizkosten der Hauptgrund (93% der Nennungen) für die Anschaffung der Pelletsheizung waren. Daneben waren der hohe Bedienungskomfort (95%) sowie die verbesserte Umweltbilanz (77%) ausschlaggebend (Leitgeb, 1998).

Massgebende Entwicklungsfaktoren

Für die günstige Marktentwicklung haben vor allem folgende Punkte beigetragen:

- Gute Verfügbarkeit der Rohmaterialien für Pellets (Holz- und Papierindustrie).
- Besteuerungen auf fossilen Energieträger, welche zu einem vorteilhaften Energiepreis für Holz führten.
- Starke Verbreitung von Fernwärmenetzen, welche eine schnelle Verbeitung ermöglichten.

9. Weitere Einflussfaktoren

9.1. Sozioökonomische Faktoren

9.1.1 Untersuchungen aus Österreich

In den letzten Jahren wurden in Österreich einige Studien mit sowohl quantitativen als auch qualitativen Nutzerbefragungen durchgeführt. Die meisten Studien beziehen sich auf Einfamilienhäuser. Folgende Aussagen können aus diesen Untersuchungen gezogen werden (aus Könighofer, 2001):

Allgemeine Aussagen

- Funktionalität: Die Anlagen, insbesondere die Fördertechnik muss (automatisch) funktionieren. Insgesamt ergab sich ein positives Ergebnis. Eine Verbesserung der Biomasseheizanlagen ist jedoch nach wie vor wünschenswert (Störungssicherheit, längere Wartungsintervalle).
- PR-Massnahmen: Massnahmen zur Imageverbesserung der Biomasseheizungen scheinen nicht vordergründig notwendig zu sein. Musterbeispiele sind wichtig.
- Brennstoff: Ein wichtiger Grund ist die Tatsache, dass dies ein einheimischer Brennstoff ist, was Unabhängigkeit verspricht.
- Hemmnisse: Es gibt noch immer „Angst“ vor Biomasseheizanlagen.
- Kosten: Die Besitzer von Holzheizungen sind durchwegs der Meinung, dass ihre Anlagen kostengünstig sind, und zwar vor allem bei den Betriebskosten. In Tirol wurden auch die Investitionskosten für die Anlage von den Holzheizern als nicht hoch eingestuft.
- Entwicklung: Der Trend geht zu Pelletheizungen auch für grössere Leistungsbe-
reiche.

Mehrfamilienhäuser, Wohn-
baugenossenschaften

Im Bereich der Mehrfamilienhäuser sind Wohnbaugenossenschaften wichtige Ansprechpartner. Folgende Aussagen treffen im speziellen auf diese Kategorie zu:

- Forcierung von Biomassefeuerungen im Mehrfamilienwohnbau kann nicht bei den BewohnerInnen ansetzen sondern muss bei den Wohnbauträgern beginnen. Die persönliche Überzeugung bei den Entscheidungsträger ist ein wichtiger Faktor.
- Förderung: Die politische Unterstützungsmöglichkeit im Sinne der Förderung ökologischer Kriterien beim Bauen würde laut Auskunft der Genossenschaften grossen Effekt haben.
- Investitionskosten: Hemmschwelle da Investition für Biomasseanlagen um einiges höher liegen als bei Öl- oder Gasheizungen. Je niedriger der Energieverbrauch desto stärker fallen die Investitionskosten bei der Wirtschaftlichkeitsrechnung ins Gewicht.
- Für gemeinnützige Wohnbauträger sind die Kosten entscheidend: Investitions- und Folgekosten (Betriebskosten). Förderung kann einen Anreiz darstellen, sollte auch für Umrüstungen gelten.
- Nicht nur die finanzielle Unterstützung: Eine Intensivierung des Know-How-Transfers zwischen den Genossenschaften wäre sehr wünschenswert.
- Musterbeispiele: Etwas mit eigenen Augen zu sehen und dessen Funktionsfähigkeit überprüfen zu können, ist eines der überzeugendsten Argumente.
- Anlagencontracting: Die Genossenschaften möchten die Verantwortung für die Betreuung der Heizanlage gerne jemand anderem überlassen und übergeben.
- Brennstoffversorgung: Verfügbarkeit in entsprechender Qualität. Norm für Biomassebrennstoffe, insbesondere Hackschnitzel.

9.1.2 Untersuchung aus der Schweiz

Erste Resultate aus einer sozialwissenschaftlichen Marktanalyse zur Holzenergie in der Schweiz (Artho, 2004) zeigen folgende Resultate:

- Pellet- und Holzschitzelheizungen waren einem Drittel der Befragten nicht bekannt.
- Stückholzheizungen waren bekannt, haben aber ein schlechtes Image.

- Für eine breitere Akzeptanz wäre das Wissen zu Betriebs-, Kosten- und Baulichen Faktoren bei den Bauherren und den Nutzern zu erhöhen.
- Die klassischen Argumente bezüglich Umweltschutz und einheimischem Brennstoff sind dagegen gut bekannt.

In Bezug auf die Wahrnehmung von Stückholzheizungen wird daraus vorgeschlagen die folgenden Punkte zu thematisieren um die Akzeptanz solcher Feuerungen zu verbessern:

- Betriebs- und Investitionskosten
- Bauliche Anforderungen
- Betriebliche Aspekte insbesondere der notwendige Zeitaufwand
- Energieeffizienz
- soziale Aspekte
- Sinn einer Holznutzung auch in der Stadt

9.1.3 Bewertung der Sozioökonomischen Faktoren

Aus den oben zusammengefassten Resultaten zu den sozioökonomischen Einflüssen sowie Resultaten aus einer Studie im Bereich von Industrieunternehmen (Beltrani et al., 2003) erfolgt eine qualitative Bewertung verschiedener Einflüsse:

Tabelle 9.1 Bewertung Sozioökonomischer Faktoren

	1-2 Familienhäuser (v.a. Sanierung)	Mehrfamilienhäuser Genossenschaften Siedlungen	Öffentliche Bauten, Dienstleistungs- gebäude	Industrie, Gewerbe
Überzeugung der Entscheidungsträger	+	++	+	++
Information Betriebs-, Kosten-, Bauliche Aspekte	++	++	+	+
Know-How-Transfer ; Musterbeispiele	o	++	o	+
Verantwortung abgeben (Anlagencontracting)	o	+	++	+
Funktionalität (Störungssicherheit, Wartung)	+	+	+	++
„Angst“ vor Biomasseheizanlagen	o	++	o	+
Förderung ökologischer Kriterien beim Bauen	++	++	+	o
Brennstoffversorgung: Qualität, Verfügbarkeit	+	+	++	++
Wahrnehmung Stückholzfeuerung	++	o	o	o
Wahrnehmung Pelletfeuerung	++	++	+	o
Wahrnehmung Schnitzelfeuerung	o	++	+	++

Legende: ++ = sehr grosser Einfluss; + : wichtiger Einflüsse; o : geringere Bedeutung

9.2. Luftreinhalteverordnung / Qualitätssiegel Holzfeuerung

Der Vollzug bei den Öl- und Gasfeuerungen ist erfolgreich und die Sanierung schreitet voran. Im Kanton Zürich sind bereits 80% der sanierungspflichtigen Öl- und Gasfeuerungen >70 kW saniert. Dies entspricht rund 40% des Gesamtanlagenbestandes. Auch die Sanierung der Grossanlagen über 5 MW ist abgeschlossen (AWEL, 1999). Dadurch werden die Möglichkeiten im Zuge eines Kesslersatzes die Umstellung auf eine Holzfeuerung zu erreichen geringer.

Die zu erwartenden Verschärfungen für Holzheizungen in der Luftreinhalteverordnung werden durch Holzfeuerungen mit einem Qualitätssiegel erfüllt. Dadurch kann einerseits das Qualitätssiegel zu einem wichtigen Bestandteil für den Verkauf der Holzfeuerung werden. Auch wird damit sichergestellt, dass die eingesetzte Feuerung einen guten Nutzungsgrad aufweist.

Sanierung Ölheizungen im
Kanton Zürich

Qualitätssiegel
Holzfeuerungen

Inwieweit durch diese Massnahme eine Erhöhung der Investitionskosten eintritt (bzw. eine geringere Kostenreduktion innerhalb der Lernkurve) konnte nicht abgeschätzt werden. Insgesamt dürfte jedoch der Gewinn durch damit „garantierte“ höhere Qualität diese Kostensteigerung überwiegen. Auch entsteht durch das Qualitätssiegel eine Sicherheit für den Kunden ein Gerät einzusetzen, welches in Bezug auf Technik hohen Ansprüchen genügt.

9.3. Label Minergie

Minergie betrifft vor allem Neubauten

Im Kanton Zürich sind 1 Mio. m² Bruttogeschossfläche nach Minergie zertifiziert. Dies entspricht in etwa 1% der gesamten Gebäudefläche des Kantons. Davon sind 83% Neubauten und nur 17% Sanierungen. Von allen Neubauten werden bereits 20% in Minergie ausgeführt. Vor allem bei den Minergie Neubauten dominiert die Wärmepumpe mit über 40% Anteil an den Heizsystemen.

Heizsysteme bei Minergiegebäuden

Der Kanton Zürich weist aufgrund des bereits eingeführten Energiegesetzes, welches bereits für „normale“ Neubauten die Gebäudehüllenanforderung nach Minergie fordert einen hohen Anteil Minergie-Bauten aus. Für die gesamte Schweiz wird die nach Minergie zertifizierte Nutzfläche derzeit mit 2.5 Mio m² angegeben.

Der Anteil der Minergiegebäude mit Holzfeuerung ist relativ tief (ca. 7%). Dies kann mit den Vorteilen der Wärmepumpe bezüglich Raumverwendung (kein Kamin, kein Brennstoffspeicher) und zumindest teilweise auch mit der Gewichtung der verschiedenen Energieträger zusammenhängen. So schneidet (mit den Standardwerten berechnet) eine Holzheizung vergleichbar ab wie eine Wärmepumpe mit einem Jahresnutzungsgrad von 2.5 (Standardwerte 2.3-3.1). Damit ergibt sich aus dieser Sicht kein Vorteil für die Holzheizung (eher ein Nachteil) gegenüber der Wärmepumpe. Auch im Vergleich mit einer kondensierenden Gasheizung und Solarkollektoren für Warmwasser wird ein identisches Resultat bereits mit einer Gasheizung sowie 45% solarer Deckung für Warmwasser erreicht. Aus dem Berechnungsverfahren für Minergie ist daher kein sehr deutlicher Vorteil für die Holzfeuerung auszumachen

Vorteile für Holz + Minergie?

Insgesamt ist das Segment der Holzfeuerungen mit Minergie auch bei grossen Wachstumsraten von geringer Bedeutung, da der Hauptteil der Flächen in Neubauten erstellt wird, wo die Wärmepumpe klare Vorteile aufweist und den Markt dominiert. Um eine verstärkte Unterstützungswirkung des Minergie-Labels für Holzfeuerungen zu erreichen wären folgende Massnahmen zu prüfen:

- Zusätzliche Förderung von Holzfeuerungen in Kombination mit Minergie-Sanierungen
- Erleichterungen im Zertifizierungsverfahren beim Einsatz einer Holzfeuerung in Sanierungen (Standardlösungen für Sanierungen; Gewichtung von Holzenergie überprüfen)

Ein verstärktes Wachstum dieser ökologisch vorteilhaften Kombination (Holz + Minergie) wäre vor allem im Bereich der Sanierungen zu begrüssen.

9.4. Label Energiestadt

Das Label „Energiestadt“ ist ein Leistungsausweis für konsequente und ergebnisorientierte Energiepolitik in Städten und Gemeinden. Dabei ist die Steigerung des Anteils an erneuerbaren Energien nur eine Möglichkeit von Massnahmen in insgesamt sechs Bereichen (Mobilität, Entwicklungsplanung/ Raumordnung, Kommunale Gebäude / Anlagen, Versorgung / Entsorgung, Kommunikation / Kooperation, Interne Organisation).

Da Label „Energiestadt“ kann damit günstige Voraussetzungen für die Verbreitung von Holzfeuerungen schaffen. Je nach Ausrichtung und Möglichkeiten der Gemeinde können die Schwerpunkte jedoch auch anders liegen und damit nur unbedeutend zur Verbreitung von Holzfeuerungen beitragen.

Aus den verfügbaren Daten zu den installierten automatischen Holzfeuerungen (Holzenergie Schweiz, 2004) lässt sich jedoch keine klare Aussage über die Wirkung des Labels auf die Anzahl der installierten Holzschnitzelfeuerungen machen. Da die Gemeinden, welche das Label Energiestadt tragen, häufig in urbanen, stark

bevölkerten Regionen liegen, ist ein direkter Vergleich mit nicht zertifizierten (häufig ländlichen) Gemeinden auch schwierig. Ein Vergleich unter konsequenter Berücksichtigung dieser Aspekte wurde nicht durchgeführt.

Durch die Pflicht, sich bei der Zertifizierung mit den Fragen zur Energiebereitstellung in kommunalen Gebäude zu befassen (Bestandesaufnahmen, Sanierungskonzept, Energiebuchhaltung, Unterhalt) ist jedoch anzunehmen, dass sich der Labelprozess positiv auf die Entwicklung von Holzfeuerungen auswirkt gegenüber einer vergleichbaren Gemeinde ohne Label.

9.5. Contracting

Vor allem bei institutionellen Immobilienbesitzern und auch Dienstleistungsbetrieben könnten Contractinglösungen in Zukunft ein wichtiger Weg zur Verbreitung von Wärmeerzeugung aus Holz sein. Da beim Contracting das Risiko der Investition in die Holzfeuerung sowie der Anlagenbetrieb beim Contractor liegt, kann diese Lösung bei günstigen Voraussetzungen und grosser Erfahrung des Contractors für den Bauherrn eine attraktive Alternative sein. Insbesondere die folgenden Punkte zeichnen diese Modelle aus:

- Kein Investitionsbedarf durch den Bauherrn
- Durch den Wärmeliefervertrag festgelegte Bedingungen für den Wärmepreis
- Anlagebetrieb durch den Contractor, was das Argument von „aufwändigen“ Holzfeuerungen entkräftet.
- Durch die Abrechnung der Wärmemenge ist der Contractor an einer effizienten Anlage interessiert.

Nachteilig beim Contracting können folgende Punkte für Holz sein:

- Contractor kann aufgrund besserer Renditen ein Eigeninteresse haben eher Anlagen auf Basis von Gas oder Strom (Wärmepumpe) zu empfehlen als Holz
- Abgrenzung der Verantwortlichkeiten und Schnittstellen kann Probleme bieten

Für Industriebetriebe dürfte die Anwendung eines Contracting-Modells schwieriger sein, da hier der Energiebedarf häufig stark von den Produktionsumständen abhängig ist und die Abgrenzung der Verantwortung schwieriger zu vereinbaren ist. Durch das damit verbundene zusätzliche Risiko dürften die resultierenden Wärmepreise weniger interessant sein als dies bei einfacher Raumkonditionierung (Wärme, Kälte) in einem Dienstleistungsbetrieb oder Wohngebäude der Fall ist.

9.6. Wärme-Kraft Koppelung

Durch die bei der Biomasse Wärme-Kraft Koppelung aus thermodynamischen Gründen derzeit noch tiefen elektrischen Nutzungsgrade (ca. 10-20%) wird eine grosse Wärmemenge bei der Stromproduktion frei. Diese Wärme kann nur in Anlagen genutzt werden, welche über eine entsprechend grosse Anzahl Wärmeabnehmer verfügt. Damit ist das Potential für eine Steigerung in diesem Bereich sehr beschränkt. Ein stromgeführter Betrieb ist aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht zu ungünstig da einerseits in Bezug auf die Stromproduktion hohe Brennstoffkosten anfallen und andererseits diese Betriebsart der effizienten Ressourcennutzung widerspricht. Aus letzterem Grund kann auch nur Strom als zertifizierter Ökostrom verkauft werden, welcher aus Anlagen mit einem Gesamtwirkungsgrad von grösser 60% stammt (VUE, 2003). Diese Zertifizierung ist notwendig um die höheren Produktionskosten gegenüber fossiler Wärmekraftkoppelung am Markt vertreten zu können. Zusammengefasst sprechen folgende Gründe gegen eine bedeutende Zunahme der Stromproduktion aus Holz in nächster Zukunft:

- Aktuell tiefe Strompreise
- Fehlende Liberalisierung des Stromhandels was den Verkauf von Ökostrom einschränkt und erschwert
- Tiefe elektrische Wirkungsgrade und damit notwendige grosse Zahl von Wärmeabnehmer. Dies ist nur in begrenzten Gebieten möglich (Fernwärme, Industrieariale), was das Potential stark einschränkt

- Brennstofflogistik kann bei grösseren Anlagen (ab mehreren MW) zum begrenzenden Faktor werden, wenn keine geeigneten Transportsysteme (Bahnanschluss) und nicht genügend Schnitzel in der näheren Umgebung zu Verfügung stehen

Langfristig könnte hier die Holzvergasung zu einer Veränderung der Situation führen (höhere Wirkungsgrade, kleinere Anlagegrößen). Diese Technologie spielt jedoch in der betrachteten Zeitperioden (nächste 10-20 Jahre) vermutlich noch eine untergeordnete Rolle.

10. Aktuelle Entwicklungen

10.1. Förderbeiträge für Holzfeuerungen

Kantonale Förderung

Die Förderung von Holzfeuerungsanlagen ist in der Schweiz kantonal sehr unterschiedlich geregelt. Dies ist insofern ungünstig, weil dadurch eine Unsicherheit oder ein Informationsdefizit in Bezug auf die gewährten Beiträge entsteht.

Auch wurden im Zuge der Umsetzung der Sparpakete im Kanton St. Gallen die Förderbeiträge für Holz gestrichen. Im Kanton St. Gallen hatte das Förderprogramm innerhalb von zwei Jahren bei Kosten von 3 Millionen Franken rund 25 Millionen Franken Mehrinvestitionen ausgelöst. Zudem wurden damit jährlich 1.2 Millionen Liter Heizöl substituiert.

Im Rahmen des Sparpakets 2005 soll auch im Kanton Luzern das Förderprogramm Energie (welches jedoch auch bisher keine Förderung von Holzfeuerung beinhaltet) vollständig abgeschafft werden. Damit würde in diesen Kantonen § 13 (Förderung) des eidgenössischen Energiegesetzes ignoriert und die Förderstrategie der Energiedirektorenkonferenz für den Gebäudebereich unterlaufen (A EE, 2004). Andererseits wurde im Kanton Zug eine Förderung von Energieholz aus dem Zuger Wald während einer zehnjährigen Laufzeit (2003 - 2012) eingeführt. Der Förderkredit ist für die gesamte Laufzeit auf 3.3 Mio Franken beschränkt.

Förderung über Einnahmen aus Mehrwertsteuer

Eine parlamentarische Initiative²⁷ verlangt, 2 % der Mehrwertsteuer-Einnahmen aus dem Energiebereich für die Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien (insbesondere Holz) zu verwenden. Schätzungen über die Höhe der zweckbestimmten Einnahmen ergeben einen Wert von 15 - 20 Millionen Franken pro Jahr für Holz. Ein Haupthindernis zu einer vermehrten Holznutzung sind die höheren Installationskosten einer Holzheizung. Nach dem Sturm Lothar hat sich gezeigt, dass durch ein Förderprogramm eine starke Nachfrage nach Holzheizungen ausgelöst werden kann. Das UVEK bestätigte die guten Erfahrungen mit den Förderprogrammen Lothar und Investitionsprogramm 97/99. So brauche es neben EnergieSchweiz zusätzliche Massnahmen, um die Ziele im Energiebereich auch punkto erneuerbare Energien zu erreichen (UREK-N, 2004).

10.2. CO₂-Abgabe

Aufgrund der Verzögerungen, welche sich durch weitere Abklärungen zu vier Varianten mit einer CO₂-Abgabe sowie eines Klimarappens auf Treibstoffen ergeben ist mit einer Einführung einer CO₂-Abgabe nicht vor 2006 zu rechnen. Zwei der vier Varianten gehen von einer CO₂-Abgabe auf Brennstoffen von 30 Fr. pro Tonne CO₂ aus. Weiter wird eine tiefere Abgabe untersucht, wobei ein Teil der Erträge für den Zukauf von Zertifikaten im Ausland verwendet würde. Die vierte Variante beinhaltet nur eine Einführung eines Klimarappens auf Treibstoffen (UVEK, 2004). Für eine Zunahme der energetischen Holznutzung sind diese Verzögerungen und die nur in zwei Varianten einbezogenen Abgaben sehr ungünstig. Unsicherheiten über

²⁷ Die Umwelt-, Raumplanungs- und Energiekommission des Nationalrates hat die Parlamentarische Initiative von Nationalrat Josef Kunz (SVP/LU) Ende April 2004 angenommen. Sie wird voraussichtlich in der Herbstsession 2004 im Nationalrat behandelt.

eine zukünftige Abgabe hemmen vor allem im privatwirtschaftlichen Bereich mögliche Chancen auf eine vermehrte Holznutzung.

10.3. Ölpreisentwicklung

Nach einem vorübergehenden Absinken des Rohölpreises im Jahr 2002 sind die Rohölpreise im Jahr 2004 stark angestiegen und haben auch bereits die im Jahr 2000 erreichten Preise wieder überschritten (siehe Abbildung 10.1). Vor allem die unsichere politische Lage im nahen Osten sowie mögliche Terroranschläge auf Ölförderanlagen und Pipelines machen die zukünftige Entwicklung der Preise unsicher und können zu hohen Preisvolatilitäten führen. Durch die sehr tiefen Abgaben und Steuern liegen die Konsumentenpreise für Heizöl in der Schweiz im Vergleich zu den Nachbarländern jedoch nach wie vor tief (siehe Abbildung 10.2).

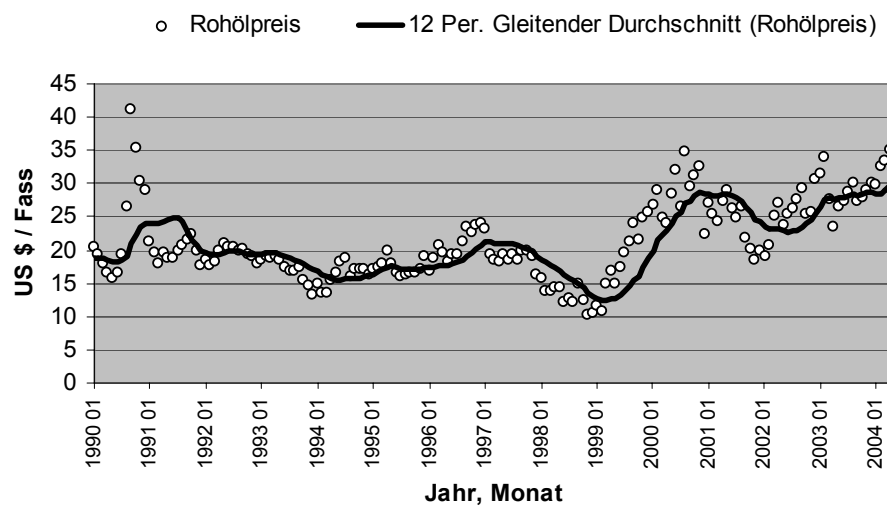


Abbildung 10.1 Entwicklung Rohölpreis Brent (SNB, 2004)

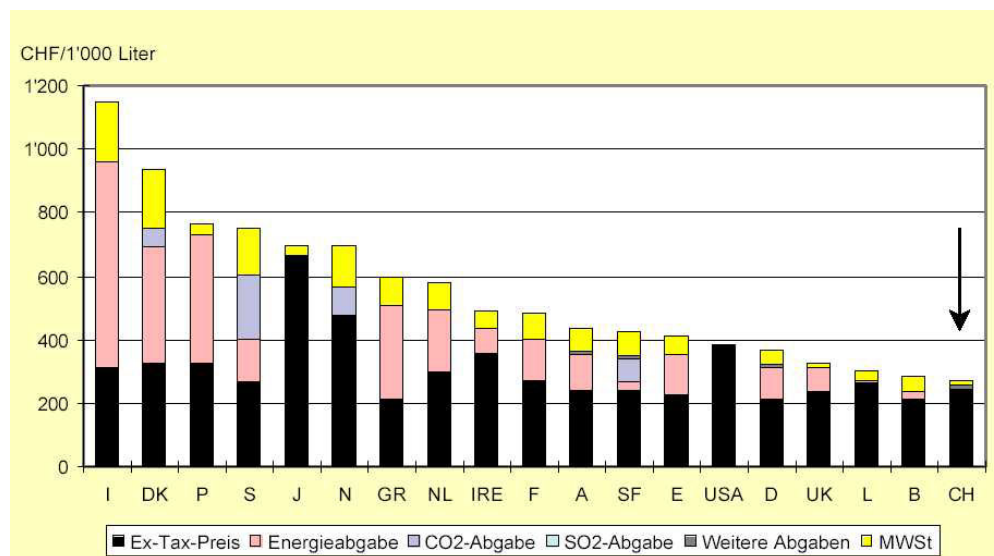


Abbildung 10.2 Heizölpreise und -abgaben der Haushalte in verschiedenen Ländern Ende 90er Jahre
Quelle der Graphik: BFE (2001)

11. Folgerungen

Die folgenden Kapitel fassen die aus den verschiedenen Szenarien und Analysen gefundenen Resultate für die drei Betrachtungsgebiete zusammen. Die quantitativen Folgerungen beziehen sich jeweils auf den Betrachtungszeitraum bis 2020 und basieren auf den in Kapitel 7.2 und 7.3 berechneten Szenarien (hohes und tiefes Szenario einbezogen). Im weiteren werden Massnahmen und Hemmnisse besprochen, welche die Entwicklung massgebend beeinflussen können.

11.1. Private Gebäude

11.1.1 Ein- und Zweifamilienhäuser

Entwicklung

Knapp 50% der überwiegend mit Holz beheizten Wohnflächen liegen in Ein- und Zweifamilienhäuser mit Baujahr vor 1919. Der Anteil Holzfeuerungen liegt bei dieser Gebäudekategorie mit gut 20% der Wohneinheiten deutlich über dem Mittel aller Baualtersklassen (7%). Es ist mit einer deutlichen Zunahme der Sanierungstätigkeit bei diesen Gebäuden zu rechnen.

Aus der Entwicklung der Anlagenzahlen ist bei diesen Sanierungen mit einem Wechsel von Stückholzkessel und Einzelraumheizungen auf ein zentrales Feuerungssystem mit Holzpellets zu rechnen. Vor allem bei Gebäuden mit Einzelraumheizungen wird bei der Umstellung auf ein zentrales System auch ein Wechsel auf einen anderen Energieträger als Holz in Betracht gezogen. Damit würde die mit Holz beheizte Wohnfläche abnehmen statt zunehmen.

Folgerung aus den Szenarien

Bereits ein Beibehalten des Holzheizungsanteils bei den Ein- und Zweifamilienhäusern erfordert daher deutliche Anstrengungen. Jährlich müssten etwa 0.8 Mio m² EBF (etwa 4'000 Gebäude) nach der Erneuerung wieder bzw. neu mit Holz beheizt werden, was in etwa Neuanlagen mit einer installierten Leistung von etwa 40 MW pro Jahr entspricht. Um eine deutliche Zunahme der holzbeheizten Wohnfläche bei Ein- und Zweifamilienhäuser zu erreichen müssten jährlich etwa 1.4 Mio m² EBF (etwa 7'000 Gebäude) nach der Erneuerung wieder bzw. neu mit Holz beheizt werden, was in etwa Neuanlagen mit einer installierten Leistung von etwa 70 MW pro Jahr.

Massnahmen

Um bei den Ein- und Zweifamilienhäuser eine Steigerung der mit Holz beheizten Wohnfläche zu erreichen, sind folgende Punkte von Bedeutung:

- Information für den Bauherrn bzw. den beauftragten Architekten oder Planer damit die Holzfeuerung in die Auswahl einbezogen wird.
- Ausreichende Förderbeiträge damit die Investitionen gegenüber einer Variante mit Öl konkurrenzfähig sind. Insbesondere gilt dies auch für den Ersatz einer alten Stückholzfeuerung bzw. einer Umstellung von Zimmeröfen auf ein zentrales System.
- Um einer Verbreitung von Pelletfeuerungen zu verhelfen, wären auf Sanierung zugeschnittene, einfache und kostengünstige Komplettsysteme hilfreich, welche die Kosten für die Heizungssanierung tief halten.
- Eine CO₂-Abgabe auf fossilen Brennstoffen würde den Entscheid bei Holz als Brennstoff zu bleiben erleichtern.

Stärken

Folgende Stärken sind zur Erreichung einer positiven Entwicklung von Bedeutung:

- Holzpellets sind so unkompliziert wie Heizöl. Das gilt für Bedienkomfort, Automatisierung und Brennstofflieferung
- Die gut bekannten Argumente bezüglich Umweltschutz, Ungefährlichkeit des Brennstoffes sowie der einheimischer Wertschöpfung
- „Heimelige“ Wärme ist ein Argument vor allem für Kachel- und Zimmeröfen

Hindernisse

Folgende Punkte behindern eine Entwicklung des Holzfeuerungsanteils in dieser Gebäudekategorie:

- Zu tiefe oder fehlende Förderbeiträge verringern die Chancen, dass bei einer Heizungssanierung Holz als Energieträger beibehalten wird. Bei kleinen Feuerungen ist aufgrund der Umbaukosten bezogen auf die Anlagekosten ein prozentual deutlich höherer Förderbeitrag als bei grossen Feuerungen notwendig.
- Der Ersatz von Stückholzfeuerungen wird durch eine ungünstige Wahrnehmung in Bezug auf Technik, Betriebsaufwand und Kosten erschwert bzw. verhindert. Hier scheint Informationsbedarf zu bestehen.
- Die geringe Vertrautheit mit Pelletfeuerungen in bezug auf Betriebsaufwand und Kosten und Technik erschwert bzw. verhindert deren verbreiteten Einsatz.
- Die bei kleinen Abnahmemengen hohen Pelletpreise wirken sich nachteilig auf die Verbreitung kleiner Pelletfeuerungen aus. Hier ist eine optimierte Dimensionierung des Lagerraums wichtig (Platz und Baukosten versus Pelletkosten).

11.1.2 Mehrfamilienhaus-Siedlungen / Genossenschaften

Entwicklung

Nur etwa 0.2% aller Wohnflächen liegen in überwiegend mit Holz beheizten Mehrfamilienhäusern mit mehr als sechs Wohnungen. Diese grossen Mehrfamilienhäuser werden zum grössten Teil mit Öl oder Gas beheizt und verfügen oft auch über ein kleines Nahwärmenetz mit einer Heizzentrale. Etwa 0.9% aller Wohnflächen liegen in überwiegend mit Holz beheizten Mehrfamilienhäusern mit bis zu sechs Wohnungen. Auch bei den kleinen Mehrfamilienhäusern ist der am häufigsten verwendete Energieträger Öl.

Eine anstehende Gesamterneuerung der Heizzentralen in diesen Häusern wäre der Zeitpunkt um auf Holz als Energieträger zu wechseln. Dazu müssten die Entscheidungsträger (häufig Wohnbaugenossenschaften oder institutionelle Anleger) vom Brennstoff Holz überzeugt werden, damit ein Systemwechsel Chancen hat. In diesen Gebäudekategorien steht somit weniger der Ersatz bestehender Holzheizungen als das Verdrängen von Ölfeuerungen im Vordergrund. Vor allem Schnitzelfeuerungen aber auch grössere Pelletfeuerungen kommen hier zum Einsatz.

Folgerung aus den Szenarien

Um eine moderate Steigerung (siehe Kapitel 7.2.3) des Holzheizungsanteils bei Mehrfamilienhäusern zu erreichen, müssten etwa 0.3 Mio. m² EBF nach der Erneuerung neu bzw. wieder Holz beheizt werden, was in etwa Neuanlagen mit einer installierten Leistung von etwa 15 MW pro Jahr entspricht. Um eine deutliche Zunahme (siehe Kapitel 7.2.4) der Holzbeheizten Wohnfläche bei Mehrfamilienhäusern zu erreichen, müssten jährlich etwa 0.8 Mio. m² EBF nach der Erneuerung wieder bzw. neu mit Holz beheizt werden, was in etwa Neuanlagen mit einer installierten Leistung von etwa 40 MW pro Jahr.

Massnahmen

Um bei Mehrfamilienhäusern eine Steigerung der mit Holz beheizten Wohnfläche zu erreichen, sind folgende Punkte von Bedeutung:

- Information der Entscheidungsträger über bauliche und finanzielle Aspekte (Förderung), damit die Holzfeuerung bei einer Sanierung der Ölheizung überhaupt in Betracht gezogen wird. Dabei spielt auch die Präsentation erfolgreicher Beispiele für die Umstellung von Öl auf Holz eine wichtige Rolle.
- Ausreichende Förderbeiträge damit ein Wechsel von Öl auf Holz möglichst ohne Mehrinvestition möglich ist. Insbesondere gilt dies auch für den Umbau bzw. Erweiterung des Tankraumes für die Lagerung des Holzbrennstoffes.
- Eine CO₂-Abgabe auf fossilen Brennstoffen würde den Entscheid auf Holz zu wechseln vor allem bei Wohnbaugenossenschaften stark erleichtern²⁸.
- Contractinglösungen können für diese Gebäudekategorie von grossem Interesse sein, da dadurch das Investitions- und Betriebsrisiko ausgelagert wird. Voraussetzung sind jedoch auch günstige Rahmenbedingungen, welche einen attraktiven Wärmepreis ermöglichen.

²⁸ Weniger von Bedeutung bei institutionellen Gebäudebesitzern, da diese keine Mehrrendite aus tieferen Wärmekosten erzielen.

Stärken	<p>Folgende Stärken sind zur Erreichung einer positiven Entwicklung von Bedeutung:</p> <ul style="list-style-type: none">– Das Zeigen von guten Beispielen ist eines der überzeugendsten Argumente– Die gut bekannten Argumente bezüglich Umweltschutz, Ungefährlichkeit des Brennstoffes sowie der einheimischer Wertschöpfung– Längerfristig tiefere Brennstoffkosten sowie grössere Preissicherheit (geringe Volatilität)– Hoher Stand der Feuerungstechnik erlaubt einen bequemen, effizienten und zuverlässigen Betrieb (Qualitätssiegel für Holzfeuerungen)
Hindernisse	<p>Folgende Punkte behindern eine Entwicklung des Holzfeuerungsanteils in diesen Gebäudekategorien:</p> <ul style="list-style-type: none">– Zu tiefe oder fehlende Förderbeiträge verringern aufgrund der Mehrinvestitionen die Chancen, dass bei einer Heizungssanierung Holz als Energieträger berücksichtigt wird.– Für die Umstellung von Öl auf Holz fallen zusätzlich bedeutende Umbaukosten für die Brennstofflagerung an. Dieser Umstand ist bei der Festlegung der Förderbeiträge zu berücksichtigen.– Schnitzel- und Pelletfeuerungen sind noch zuwenig bekannt, um automatisch in einen Variantenentscheid einbezogen zu werden. Vor allem Informationen über bauliche Massnahmen, Brennstoffverfügbarkeit sowie Kosten und Förderbeiträge müssen den Entscheidungsträgern bekannt sein.– Tiefe Ölpreise verhindern eine ernsthafte Betrachtung der Option Holz.– Für ein erfolgreiches Projekt ist ein Initiator wichtig, der mögliche Bedenken und Widerständen ausräumt. Fehlt eine solche Person, so ist der Erfolg ungleich schwieriger zu erreichen.
Entwicklung	<p>11.2. Öffentliche Hand / Dienstleistungsbetriebe</p> <p>Aus der Datenbank der automatischen Feuerungen geht hervor, dass ein grosser Teil der nicht in Holzverarbeitungsbetrieben installierten Holzschnitzelfeuerungen in öffentlichen Gebäuden²⁹ installiert wurden. Damit liegt das verbleibende Potential in diesem Segment eher bei Netzverdichtungen als bei Neuanlagen. Bei den Entscheiden für die Wärmeversorgung öffentlicher Bauten kommen eher gesamtwirtschaftliche Überlegungen zur Anwendung, was die Chance für die Realisierung von Neuanlagen mit Holz oder einer Umstellung von Öl auf Holz erhöht. Im Bereich der Dienstleistungsbauten ist die Durchdringung von Holz als Energieträger für Raumwärme noch bedeutend tiefer. Damit besteht hier grundsätzlich das grössere Potential für eine Expansion. Allerdings werden die wirtschaftlichen Aspekte bei diesen Gebäuden klar im Vordergrund stehen. Da ein Dienstleistungsbetrieb nur an der Raumwärme interessiert ist und möglichst wenig mit dem Anlagenbetrieb zu tun haben will, dürften in diesem Bereich Contractinglösungen eine gute Erfolgchance haben. Auch ist hier eine Abgrenzung der Verantwortlichkeit meist problemlos möglich (im Gegensatz zu Industriebetrieben, die Prozesswärme benötigen).</p>
Folgerung aus den Szenarien	<p>Das tiefe Szenario geht im Bereich der öffentlichen Gebäuden und Dienstleistungsbauten von einer jährliche Zunahme der Holznutzung um 1-2 %/Jahr aus. Für dieses Szenario liegt die neu installierte Leistung (Neuanlagen und Ersatz) im Mittel bei knapp 40 MW pro Jahr. Das höhere Szenario geht von einer jährliche Zunahme der Holznutzung um etwa 4 %/Jahr aus, was ein deutlicher Zubau an Anlagen ausserhalb von Holzverarbeitungsbetrieben erfordert. Für dieses Szenario liegt die neu installierte Leistung (Ersatzanlagen und Neuanlagen) etwa bei knapp 60 MW pro Jahr. Dies entspricht einer Sanierung bzw. Umstellung auf Holz von jährlich etwa 1.2 Mio. m² EBF Bürofläche.</p>

²⁹ z.B. Schulen, Gemeindeverwaltungen, Altersheimen, Sportanlagen, etc.

Notwendige Massnahmen	<p>Da bereits in vielen öffentlichen Gebäuden Wärmenetze bestehen, liegen die Massnahmen hier vor allem auch in einer Anschlussverdichtung (z.B. Anschlusspflicht bei Kesslersatz). Solche Bemühungen zur Erweiterungen von der Wärmeversorgung mit Holz werden durch den Zertifizierungsprozess im Rahmen des Labels Energiestadt sicher erleichtert. Daneben müssen vermehrt auch private Dienstleistungsbetriebe erreicht werden, um eine weitere Zunahme der Anlagenleistung zu erreichen. Zusammengefasst sind folgende Punkte von Bedeutung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Netzverdichtung bei bestehenden öffentlichen Wärmeverbunden, damit eine optimale Anlagenauslastung erreicht wird - Ausreichende Förderbeiträge, damit bei einem Wechsel auf Öl vergleichbare Wärmepreise resultieren - Eine CO₂-Abgabe auf fossilen Brennstoffen kann bei den grösseren Anlagen bereits einen gegenüber Öl wirtschaftlicheren Betrieb ermöglichen - Contractinglösungen können für diese Dienstleistungsbetriebe von grossem Interesse sein, da dadurch das Investitions- und Betriebsrisiko ausgelagert wird. Voraussetzung sind jedoch günstige Rahmenbedingungen, welche einen attraktiven Wärmepreis ermöglichen.
Stärken	<p>Folgende Stärken sind zur Erreichung einer positiven Entwicklung von Bedeutung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Für öffentliche Bauherren ist eine Beheizung von Gebäuden mit Holz volkswirtschaftlich interessant - Längerfristig tiefere Brennstoffkosten sowie grössere Preissicherheit (geringe Volatilität) - Befreiungsmöglichkeit von der CO₂-Abgabe - Hoher Stand der Feuerungstechnik erlaubt einen bequemen, effizienten und zuverlässigen Betrieb (Qualitätssiegel für Holzfeuerungen)
Hindernisse	<p>Folgende Punkte behindern eine Steigerung der energetischen Holznutzung im Bereich öffentlicher Gebäude und Dienstleistungsbetrieben:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fehlende politische Unterstützung solcher Projekte durch Behördenvertreter und Politiker - Fehlen eines Initiators als Vermittler und „Überzeuger“ - Bei privaten Dienstleistungsbetrieben fehlende Unterstützung solcher Projekte durch die Geschäftsleitung bzw. fehlende personelle Ressourcen - Fehlende Kenntnisse bzw. Informationen über konkrete technische oder betriebliche Lösungen (z.B. Contracting). Damit wird bei einer Sanierung einfach „wieder das gleiche“ eingesetzt. - Schnitzel- und Pelletfeuerungen sind noch zuwenig bekannt, um automatisch in einem Variantenentscheid einbezogen zu werden. - Tiefe Ölpreise verhindern eine ernsthafte Betrachtung der Option Holz.
Entwicklung	<p>11.3. Industrie, Gewerbe</p> <p>Die Holznutzung in Industrie und Gewerbe konzentriert sich vor allem auf die Holzverarbeitungsbetriebe. Durch die Nähe zum Rohstoff Holz und der ökonomisch günstigen Verwertung von Restholz haben sich Holzschnitzelfeuerungen in diesen Betrieben seit längerem etabliert. In der Entwicklung ist eine Plafonierung der Anlagenzahl erreicht und in Zukunft ist in diesem Bereich weniger mit Neuanlagen als vielmehr mit Anlagenersatz zu rechnen. In anderen Industriezweigen ist die Holznutzung sehr gering, da die ökonomischen Voraussetzungen meist nicht gegeben sind³⁰ und der Brennstoff Holz wenig bekannt ist. Für die zukünftige Entwicklung bildet der Anlagenersatz in den bestehenden Holzverarbeitungsbetrieben vermutlich den Hauptabsatz an Neuanlagen. Für die Installation von Neuanlagen in anderen Industriebranchen sind gegenüber Öl günstigere Wärmekosten eine Voraussetzung. Aber auch in diesem Fall dürften verschiedene Hindernisse eine starke Expansion behindern.</p>

³⁰ Ausnahmen bilden einige Spezialfeuerungen in der Zement-, Papier- und chemischen Industrie.

Folgerung aus den Szenarien	<p>Das tiefe Szenario geht von einer in etwa konstanten Holznutzung im Bereich von Industrie und Gewerbe aus. Für dieses Szenario liegt die neu installierte Leistung (vor allem Ersatzanlagen) im Mittel bei etwa 20 MW pro Jahr. Das höhere Szenario geht von einer jährliche Zunahme der Holznutzung um 2-3 %/Jahr aus, was ein Zubau an Anlagen ausserhalb von Holzverarbeitungsbetrieben erfordert. Für dieses Szenario liegt die neu installierte Leistung (Ersatzanlagen und Neuanlagen) etwa bei 30-40 MW pro Jahr.</p>
Massnahmen	<p>Ein wichtiger Erfolgsfaktor ist die Abstützung umweltfreundlicher Massnahmen in der Geschäftsleitung der Betriebe. Dies schliesst auch die Fähigkeit der Unternehmensführung ein, diese Massnahmen intern überzeugend zu kommunizieren. Industriebetriebe werden eine Umstellung von Öl auf Holz vor allem zur Kostensenkung durchführen. Dies bedeutet auch dass wenn die Umstellung keine ökonomischen Vorteile bringt, sie kaum durchgeführt wird. Um im Industriebereich eine Steigerung der energetischen Holznutzung zu erreichen, sind folgende Punkte von Bedeutung:</p> <ul style="list-style-type: none">- Eine CO₂-Abgabe auf fossilen Brennstoffen ist für einen Wechsel auf Holz zwingend, um den Wärmepreis konkurrenzfähig zu machen- Leicht zugängliche Informationen über Kosten und Fördermöglichkeiten durch Bund und Kantone für entsprechende Anlagen müssen verfügbar und bekannt sein- Spezifische Information der Energiebeauftragten von Firmen bezug auf Technik, Zuverlässigkeit, Betriebsaufwand und Kosten, um die Wahrnehmung der Option Holz zu verbessern- Contractinglösungen können für gewisse Betrieb von Interesse sein, da dadurch das Investitions- und Betriebsrisiko ausgelagert wird. Voraussetzung sind jedoch günstige Rahmenbedingungen, welche einen attraktiven Wärmepreis ermöglichen.
Stärken	<p>Folgende Stärken sind zur Erreichung einer positiven Entwicklung von Bedeutung:</p> <ul style="list-style-type: none">- Befreiungsmöglichkeit von der CO₂-Abgabe- Längerfristig tiefere Brennstoffkosten sowie grössere Preissicherheit (geringe Volatilität)- Hoher Stand der Feuerungstechnik erlaubt einen zuverlässigen und effizienten Betrieb (Qualitätssiegel für Holzfeuerungen)
Hindernisse	<p>Folgende Punkte behindern eine Steigerung der energetischen Holznutzung im Industrie- und Gewerbebereich:</p> <ul style="list-style-type: none">- Fehlende Unterstützung solcher Projekte durch die Geschäftsleitung der Unternehmen- Die geringe Bedeutung der Energiekosten im Vergleich zum Gesamtaufwand vieler Unternehmen- Relativ grosse Investitionskosten, deren Bedeutung für das Unternehmen nicht strategisch ist und deren Wirtschaftlichkeit³¹ zudem oft nicht gegeben ist- Fehlende Kenntnisse bzw. Informationen über konkrete technische und betriebliche Lösungen. Damit verbunden ist auch eine diffuse „Angst vor Neuem“- Hohe Gewichtung von Qualität und Kundenzufriedenheit sowie Störungsfreiheit der Energieversorgung führt zu einer niedrigen Priorität des Einsatzes von erneuerbaren Energien- Zeitliche und personelle Ressourcen fehlen, um sich der Problematik anzunehmen

³¹ Stark auf Gewinnoptimierung ausgelegte Geschäftspolitik tendiert zu kurzfristigen Optimierungen auf der Kostenseite, was zu negativen Effekten im Bereich von Ressourcen und Umwelt führt.

12. Literatur

- Aebischer et al., 2002 Aebischer B., Catenazzi G., Dones R., Faist M., Frischknecht R., Gantner U., Hirschberg S., Jakob M., Jochem E., Jungbluth N., Kumbaroglu G., Kypreos S., Lienin S., Madlener R., Röder A., Schwarz J., CO2 Reduktionspotential Erdgas. Projektphase 1: Referenzszenario. Schlussbericht, Studie im Auftrag und in Kooperation mit der Schweizer Gaswirtschaft, CEPE / PSI / ESU services / schwarz & partners, Zürich / Villigen, 2002.
- A EE, 2004 A EE – NEWS, Förderung: neue Lancierung notwendig, Ausgabe Nr.4 Juni 2004, Online-Version unter: www.erneuerbar.ch/download/ae_news_dt4forderung.html
- AEK Pellet, 2004 Persönliche Mitteilung, A. Zaugg Leiter Betrieb AEK Pellet AG, Solothurn, 2004.
- AMBIO, 2001 Expertensystem Wirtschaftlichkeit, Kostenvergleich Holzenergiefeuerung – Ölfuehrung, EXCEL Berechnungstool, Beratungsgemeinschaft in angewandten Umweltwissenschaften AMBIO, 2001.
- Artho, 2004 Artho, J., Sozialwissenschaftliche Marktanalyse Holzenergie Schweiz, Kurzfassung Vortrag am 4. Kolloquium für Kleinholzfeuerungen, Sozialforschungsstelle, Universität Zürich, Zürich, 2004.
- AWEL, 1999 AWEL, Luft-Programm – Erfolgskontrollbericht 1998, Baudirektion des Kanton Zürich, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Zürich, 1999.
- AWEL, 2003 AWEL, Energieplanungsbericht für den Kanton Zürich 2002, Regierungsrat des Kantons Zürich, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Zürich, 2003.
- AWEL, 2004 Persönliche Mitteilung, A. Nietlisbach, AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Zürich, 2004.
- Beltrani et al., 2003 G Beltrani, G., Schelske, O., Peter, D., Oettli, B., Förderung von Energieeffizienz in Unternehmen, Förderinstrumente mit und ohne Bezug auf Umweltmanagementsysteme, Ernst Basler und Partner AG im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE, Bern, 2003.
- BFE, 2001 Vergleich der Energiepreise in verschiedenen OECD-Ländern, Bundesamt für Energie (BFE), Bern, 2001.
- BFS, 2000 Energieholzpreise 1992-2000, Bundesamt für Statistik (BFS), Bern, 2000.
- BFS, 2004 Wohneinheiten nach Heizungsart und deren Energieträger, sowie Bauperiode, Volkszählung 2000, Bundesamt für Statistik (BFS), Bern, 2004.
- Hartmann et al, 2003 Hartmann, H., Thuneke, K., Höldrich, A., Rossmann, P., Meier, L., Eismann, H. und Nielsen, H., Handbuch Bioenergie Kleinanlagen, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., Gülzow, 2003
- Hofer, 2004 Hofer, P., Niveau und Entwicklung des Holzenergieverbrauchs in den Privaten Haushalten, Prognos AG, im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Basel, 2004 (unveröffentlichter Berichtsentwurf).
- Holzenergie Schweiz, 1999 Im Wald wächst Wärme, Verband Holzenergie Schweiz und BUWAL, Bern, 1999
- Holzenergie Schweiz, 2004 Datenbank der automatischen Holzfeuerungen, Stand März 2004, Verband Holzenergie Schweiz, Zürich, 2004.
- Jochem & Jakob, 2004 Jochem, E., Jakob, M. (Hrsg.), Energieperspektiven und CO2-Reduktionspotenziale in der Schweiz bis 2010, Energieeffizienz sowie Substitution durch Erdgas und erneuerbare Energien CEPE-ETH Zürich, PSI, ESU services, schwarz & partners, Zürich / Villigen, 2004.

- Kessler et al., 2003a Kessler, F., Knechtle, N., Primas, A., Schweizerische Holzenergiestatistik, Folgerhebung für das Jahr 2002, Basler & Hofmann AG, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern, 2003.
- Kessler et al., 2003b Kessler, S., Oettli, S., Iten, R., Harmonisiertes Fördermodell der Kantone, Infrasa AG, im Auftrag der Konferenz kantonaler Energiefachstellen, Bern, 2003.
- Kirchner et al., 2003 Kirchner, A., Schlesinger, M., Hofer, P., Limbers, J., CO₂-Abgabe bei Brennstoffen, Prognos AG, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, 2003.
- Könighofer, 2001 Könighofer, K., Spitzer, J., Padinger, R., Suschek-Berger, J., Streicher, W., Mach, T., Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen zur Wärmeversorgung von Objekten mit niedrigem Energiebedarf, Endbericht, Joanneum Research, Institut für Energieforschung im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften, Graz, 2001.
- Leitgeb, 1998 Leitgeb, A., Holzpellets-Studie Vorarlberg, Regionalentwicklung Bregenzerwald, Teil des LEADER-II-Projektes „Biomasse“, Alberschwende (A), 1998.
- Madlener & Gustavsson, 2002 Madlener R., Gustavsson L., Socio-Economics of the Diffusion of Innovative Bioenergy Technologies: The Case of Small Pellet Heating Systems in Austria, in V. Segon and J. Domac (eds.), Proceedings of the Workshop "Socio-Economic Aspects of Bioenergy Systems: Issues Ahead", pp.5-24, Cavtat/Croatia, 19-21 September 2002, IEA Bioenergy Task 29, Energy Institute 'Hrvoje Pozar', Zagreb/Croatia, 2002.
- Rutishauser, 2003 Rutishauser, W., Tagung „Fernwärme auf neuen Wegen“, 17. Januar 2003, Zürich.
- SNB, 2004 Schweizerische Nationalbank, Statistisches Monatsheft Juli 2004, Edelmetall- und Rohwarenpreise, Zürich, 2004
- Thees et al., 2003 Thees, O., Frutig, F., Breitenstein, M., Lemm, R., Kaufmann, E., Keilen, K., Schätzung des Potentials an Energieholz im Schweizer Wald und Kalkulation der Bereitstellungspreise, Teilprojekt im Rahmen des Forschungsprojektes ECOGAS, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf, 2003.
- UREK-N, 2004 Haushaltneutrale Förderung erneuerbarer Energien, Bericht der Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie (UREK) vom 27. April 2004, Bern 2004, http://www.parlament.ch/afs/data/d/bericht/2003/d_bericht_n_k7_0_20030439_0_20040427.htm
- UVEK, 2004 Bundesrat schickt CO₂-Abgabe in die Vernehmlassung, Medienmitteilung der Kommission für Umwelt, Verkehr und Energie (UVEK), Bern 2004, <http://www.uvek.admin.ch/dokumentation/medienmitteilungen/artikel/20040611/01924/index.html?lang=de>
- VSF, 2003 Jahresstatistik 2002, Verband Schweizerischer Fernwärmeerzeuger & -Verteiler (VSF), Villingen, 2003.
- VUE, 3002 VUE, Verein für umweltgerechte Elektrizität, Zertifizierungsrichtlinien, Grundsätze und Kriterien, Version 1.0 Stand April 2003, Zürich, 2003.

13. Anhang

13.1. Menge und Bereitstellungspreise Holzschnitzel

Die in Tabelle 13.1 dargestellten Energieholzmengen (Holzschnitzel) und Bereitstellungspreise basieren auf Daten von Thees et al. (2003) und berücksichtigen die in dieser Studie aufgeführten Mengen und Bereitstellungspreise je Holztyp und Ernteverfahren.

Tabelle 13.1 *Verfügbare Mengen und Bereitstellungspreise für Holzschnitzel*

Szenario	400	Verfügbare Menge, GWh		Schnitzelpreis, Fr./MWh		
u = 50	Periode	2006-2016	2016-2036	Periode	2006-2016	2016-2036
	Menge, Mittel	4'361	5'098	Preis, Mittel	43.7	43.6
	Menge, Min	3'994	4'578	Preis, Min	34.9	34.7
	Menge, Max	4'728	5'619	Preis, Max	55.3	55.4

Szenario	404	Verfügbare Menge, GWh		Schnitzelpreis, Fr./MWh		
u = 50	Periode	2006-2016	2016-2036	Periode	2006-2016	2016-2036
	Menge, Mittel	5'350	5'110	Preis, Mittel	45.2	46.6
	Menge, Min	4'922	4'524	Preis, Min	36.8	38.2
	Menge, Max	5'779	5'697	Preis, Max	56.2	57.3

Szenario 400: "wie bisher", ohne Vorratsabbau; Nutzungsstrategie wie in Periode 1986-1996 (identische Eingriffswahrscheinlichkeit)

Szenario 404: Vorratsabbau, Reduktion von Starkholz; Nutzungssteigerung um 44% gegenüber Periode 1986-1996 (Eingriffswahrscheinlichkeit generell um 30% erhöht)

13.2. Brennstoffkosten

Die nachfolgend berechneten Kostenanteile für den Brennstoff am Wärmepreis basieren auf den mittleren Annahmen für die Energiepreisentwicklung gemäss Tabelle 7.3. Zur Untersuchung der Sensitivität werden die oberen bzw. unteren Werte der Brennstoffkostenentwicklung gemäss Tabelle 7.3 eingesetzt. Für die Höhe der CO₂-Abgabe wurde entsprechend dem Referenzszenario in (Kirchner et al., 2003) eine Höhe von 30 Fr./kg CO₂ für die Periode 2005-2007 und 50 Fr./kg CO₂ für die Periode 2008-2012 eingesetzt. Für die Sensitivitätsbetrachtung werden auch Entwicklungen ohne CO₂-Abgabe sowie mit erhöhten Abgabesätzen (45 bzw. 110 Fr./kg CO₂) berechnet. Weitere Energiepreiszuschläge (z.B. externe Kosten werden nicht berücksichtigt).

In den folgenden Abbildungen sind die Kostenanteile für den Brennstoff für drei Anlagengrössen dargestellt. Die Werte beziehen sich auf die abgegebene Wärmemenge und schliessen daher die unterschiedlichen Wirkungsgrade der Anlagen mit ein. Abbildung 13.1 zeigt die Brennstoffkosten berechnet für das Jahr 2005 und Abbildung 13.2 die Kosten berechnet für das Jahr 2010.

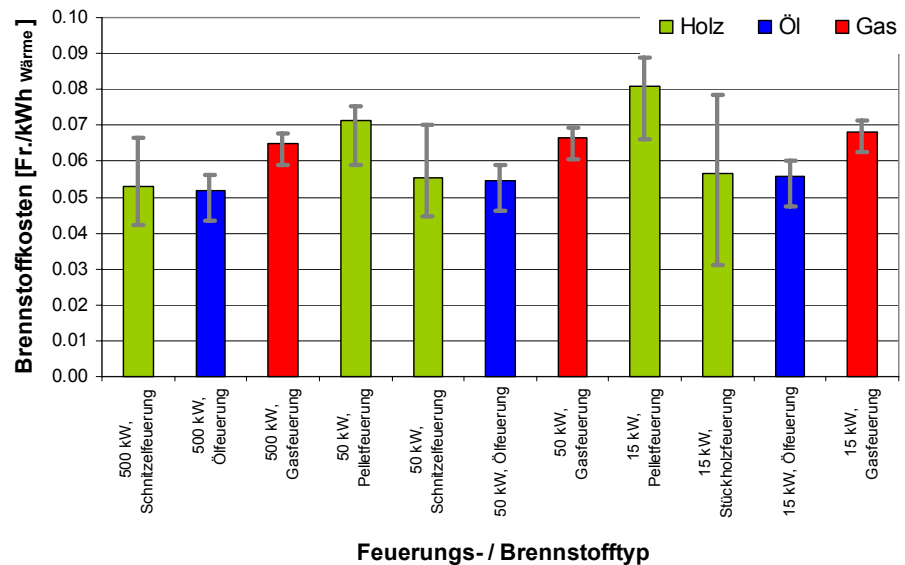


Abbildung 13.1 Anteil Brennstoffkosten am Wärmepreis 2005 für verschiedene Anlagentypen
Streuweite beinhaltet untere bzw. obere Szenarien für Energiepreisentwicklung und CO₂-Abgabe.

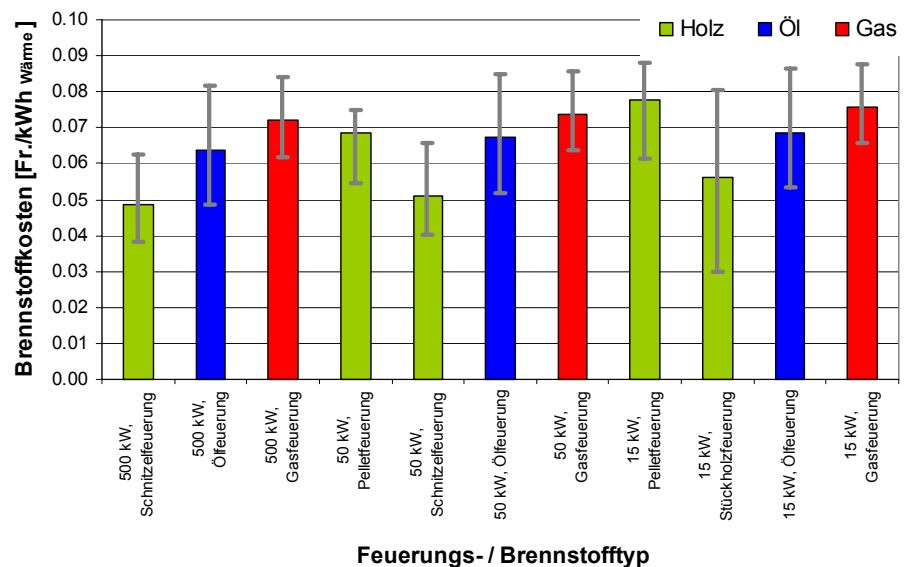


Abbildung 13.2 Anteil Brennstoffkosten am Wärmepreis 2010 für verschiedene Anlagentypen
Streuweite beinhaltet untere bzw. obere Szenarien für Energiepreisentwicklung und CO₂-Abgabe.

Vor allem die CO₂-Abgabe hat einen wichtigen Einfluss auf die Erreichung vergleichbarer oder tieferer Brennstoffkosten für Holz. Bei den Holzschnitzeln ist ein grosser Teil der Streubreite neben den Annahmen zur Kostenentwicklung (Rationalisierungspotential) von den lokalen Gegebenheiten (Abbaumethode, Transportdistanz, etc.) abhängig. Unter günstigen Voraussetzung sind daher bereits ohne CO₂-Abgabe vergleichbare Preise wie für Öl erreichbar. Um für Holzpellets mit Öl vergleichbare Brennstoffkosten zu erreichen, sind eine CO₂-Abgabe sowie weitere Kostensenkungen in der Pelletproduktion notwendig. Vor allem für kleine Liefermengen ist ein vergleichbarer Brennstoffpreis jedoch kaum zu erreichen. Beim Stückholz sind die Brennstoffkosten sehr stark abhängig von der Art, wie das Holz bezogen wird und welcher Eigenarbeitsanteil (z.B. Lagerung, Lieferform) eingerechnet wird.

13.3. Szenarien holzbeheizte Wohnflächen

Die Entwicklung der Energiebezugsflächen für Wohnbauten wurde auf Basis von Daten aus (Aebischer et al., 2002) berechnet. Die Energiebezugsflächen mit Holz beheizten Gebäude je Bauperiode sind für die Referenzentwicklung in Tabelle 13.2 dargestellt. Für das Szenario „Zuwachs-1“ sind die Werte in Tabelle 13.3 und für das Szenario „Zuwachs-1“ in Tabelle 13.4 dargestellt.

Tabelle 13.2 Energiebezugsflächen mit Holz beheizter Gebäude, Referenzszenario
Ein- und Zweifamilienhäuser

BJ von	BJ bis	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
	1970	19'123	18'149	17'356	15'622	14'398	13'497	12'721	12'422
1971	1980	5'143	4'289	3'359	3'378	3'348	3'343	3'238	3'093
1981	1990	5'853	5'853	4'903	3'847	3'869	3'850	3'860	3'551
1991	2000	1'144	2'623	2'623	2'651	2'692	2'712	2'733	2'753
2001	2005	0	0	1'368	1'368	1'378	1'389	1'399	1'409
2006	2010	0	0	0	1'219	1'219	1'228	1'246	1'245
2011	2015	0	0	0	0	766	766	772	783
2016	2020	0	0	0	0	0	666	666	671
2021	2025	0	0	0	0	0	0	535	535
2026	2030	0	0	0	0	0	0	0	390
alle		31'262	30'914	29'608	28'086	27'671	27'451	27'170	26'852

kleine Mehrfamilienhäuser

BJ von	BJ bis	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
	1970	2'450	2'329	2'185	1'998	2'016	2'114	2'248	2'377
1971	1980	418	336	286	286	317	344	380	420
1981	1990	541	541	433	370	412	449	486	512
1991	2000	174	320	320	319	363	404	445	482
2001	2005	0	0	124	124	135	154	171	185
2006	2010	0	0	0	106	106	124	149	161
2011	2015	0	0	0	0	124	124	141	163
2016	2020	0	0	0	0	0	132	132	147
2021	2025	0	0	0	0	0	0	131	131
2026	2030	0	0	0	0	0	0	0	126
alle		3'583	3'525	3'348	3'203	3'472	3'846	4'283	4'704

grosse Mehrfamilienhäuser

BJ von	BJ bis	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
	1970	251	262	270	301	320	348	352	351
1971	1980	92	137	156	155	155	153	166	171
1981	1990	66	66	99	112	112	112	111	120
1991	2000	79	134	134	134	134	134	134	133
2001	2005	0	0	52	52	52	52	52	52
2006	2010	0	0	0	46	46	46	46	46
2011	2015	0	0	0	0	46	46	46	46
2016	2020	0	0	0	0	0	43	43	43
2021	2025	0	0	0	0	0	0	37	37
2026	2030	0	0	0	0	0	0	0	32
alle		487	599	710	799	864	933	987	1'031

Anteil EBF mit Holz beheizt in 1000 m²

Tabelle 13.3 Energiebezugsflächen mit Holz beheizter Gebäude, Szenario „Zuwachs 1“

Ein- und Zweifamilienhäuser

BJ von	BJ bis	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
	1970	19'123	18'149	19'093	20'921	21'151	21'409	21'362	21'229
1971	1980	5'143	4'289	4'270	5'220	5'222	5'222	5'528	5'857
1981	1990	5'853	5'853	5'393	5'944	5'987	6'014	6'039	6'068
1991	2000	1'144	2'623	2'623	3'572	4'600	4'639	4'708	4'748
2001	2005	0	0	1'368	1'368	1'853	2'370	2'390	2'425
2006	2010	0	0	0	1'219	1'219	1'651	2'126	2'127
2011	2015	0	0	0	0	766	766	1'038	1'336
2016	2020	0	0	0	0	0	666	666	902
2021	2025	0	0	0	0	0	0	535	535
2026	2030	0	0	0	0	0	0	0	390
alle		31'262	30'914	32'747	38'243	40'798	42'737	44'391	45'616

kleine Mehrfamilienhäuser

BJ von	BJ bis	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
	1970	2'450	2'329	2'434	2'707	3'082	3'514	3'969	4'310
1971	1980	418	336	367	447	513	567	695	805
1981	1990	541	541	499	578	661	741	816	944
1991	2000	174	320	320	458	630	712	799	872
2001	2005	0	0	124	124	200	272	305	335
2006	2010	0	0	0	106	106	188	266	290
2011	2015	0	0	0	0	124	124	213	289
2016	2020	0	0	0	0	0	132	132	221
2021	2025	0	0	0	0	0	0	131	131
2026	2030	0	0	0	0	0	0	0	126
alle		3'583	3'525	3'743	4'419	5'316	6'252	7'326	8'323

grosse Mehrfamilienhäuser

BJ von	BJ bis	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
	1970	251	262	328	482	544	634	656	663
1971	1980	92	137	220	283	284	281	320	337
1981	1990	66	66	131	204	204	205	204	231
1991	2000	79	134	134	201	227	227	229	228
2001	2005	0	0	52	52	78	88	88	88
2006	2010	0	0	0	46	46	68	78	78
2011	2015	0	0	0	0	46	46	68	78
2016	2020	0	0	0	0	0	43	43	65
2021	2025	0	0	0	0	0	0	37	37
2026	2030	0	0	0	0	0	0	0	32
alle		487	599	865	1'266	1'428	1'592	1'723	1'836

Anteil EBF mit Holz beheizt in 1000 m²

Tabelle 13.4 Energiebezugsflächen mit Holz beheizter Gebäude, Szenario „Zuwachs 2“

Ein- und Zweifamilienhäuser

BJ von	BJ bis	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
	1970	19'123	18'149	19'093	20'921	21'151	21'409	21'362	21'229
1971	1980	5'143	4'289	4'270	5'220	5'222	5'222	5'528	5'857
1981	1990	5'853	5'853	5'393	5'944	5'987	6'014	6'039	6'068
1991	2000	1'144	2'623	2'623	3'572	4'600	4'639	4'708	4'748
2001	2005	0	0	1'368	1'368	1'853	2'370	2'390	2'425
2006	2010	0	0	0	1'219	1'219	1'651	2'126	2'127
2011	2015	0	0	0	0	766	766	1'038	1'336
2016	2020	0	0	0	0	0	666	666	902
2021	2025	0	0	0	0	0	0	535	535
2026	2030	0	0	0	0	0	0	0	390
alle		31'262	30'914	32'747	38'243	40'798	42'737	44'391	45'616

kleine Mehrfamilienhäuser

BJ von	BJ bis	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
	1970	2'450	2'329	3'182	4'831	6'281	7'713	9'133	10'111
1971	1980	418	336	608	929	1'101	1'238	1'642	1'960
1981	1990	541	541	694	1'201	1'410	1'618	1'807	2'241
1991	2000	174	320	320	877	1'430	1'637	1'859	2'041
2001	2005	0	0	124	124	397	625	708	786
2006	2010	0	0	0	106	106	382	617	677
2011	2015	0	0	0	0	124	124	428	667
2016	2020	0	0	0	0	0	132	132	440
2021	2025	0	0	0	0	0	0	131	131
2026	2030	0	0	0	0	0	0	0	126
alle		3'583	3'525	4'927	8'068	10'849	13'470	16'457	19'181

grosse Mehrfamilienhäuser

BJ von	BJ bis	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
	1970	251	262	500	1'024	1'217	1'494	1'569	1'599
1971	1980	92	137	412	666	670	663	781	832
1981	1990	66	66	230	480	480	483	481	564
1991	2000	79	134	134	401	508	508	514	511
2001	2005	0	0	52	52	157	196	196	198
2006	2010	0	0	0	46	46	137	173	173
2011	2015	0	0	0	0	46	46	137	173
2016	2020	0	0	0	0	0	43	43	130
2021	2025	0	0	0	0	0	0	37	37
2026	2030	0	0	0	0	0	0	0	32
alle		487	599	1'328	2'669	3'122	3'570	3'932	4'250

Anteil EBF mit Holz beheizt in 1000 m²

13.4. Szenarien verschiedener Anlagekategorien

Die in den folgenden Tabellen dargestellten Szenarien basieren auf den in Kapitel 7.3 beschriebenen Annahmen zur Entwicklungen in einzelnen Anlagenkategorien (Szenarien „hoch“ und „tief“). Die Basis der Zahlen stammt aus den Erhebungen zur Holzenergiestatistik.

Tabelle 13.5 Anlagenbestand 2000-2020, Szenario „hoch“, in Stück

Jahr	Einzelraum- heizungen	Gebäude- heizungen (ohne Pellets)	Pellet Gebäude- heizungen	Automat. Feuerungen		Summe
				ohne Nahwärme	mit Nahwärme	
2000	608'208	77'157	330	3'939	341	689'975
2001	617'383	72'162	765	4'236	358	694'904
2002	624'852	65'917	1'302	4'443	384	696'898
2003	634'461	58'523	1'919	4'574	393	699'870
2004	638'758	54'226	2'723	4'757	435	700'899
2005	641'668	50'827	3'680	4'947	475	701'597
2006	633'674	49'049	4'809	5'145	513	693'190
2007	626'151	47'895	6'130	5'351	549	686'075
2008	618'600	47'160	7'662	5'565	583	679'569
2009	610'843	46'196	9'424	5'788	615	672'865
2010	603'708	45'463	11'433	6'019	645	667'268
2011	603'328	42'845	13'703	6'260	673	666'809
2012	604'695	39'879	16'245	6'510	699	668'028
2013	607'067	37'305	19'015	6'771	723	670'880
2014	610'387	35'633	22'036	7'041	745	675'843
2015	602'472	34'112	25'225	7'323	765	669'897
2016	592'259	33'053	28'444	7'616	783	662'155
2017	586'688	32'613	31'817	7'921	799	659'837
2018	582'535	32'665	35'344	8'238	813	659'595
2019	575'393	32'399	38'892	8'567	825	656'077
2020	566'601	32'171	42'461	8'910	835	650'979

Anlagenbestand (Stk)

Tabelle 13.6 Installierte Feuerungsleistung 2000-2020, Szenario „hoch“, in MW

Jahr	Einzelraum- heizungen	Gebäude- heizungen (ohne Pellets)	Pellet Gebäude- heizungen	Automat. Feuerungen		Summe
				ohne Nahwärme	mit Nahwärme	
2000	6'014	2'589	7	930	248	9'788
2001	6'102	2'428	15	963	258	9'766
2002	6'171	2'247	26	1'004	275	9'723
2003	6'263	2'041	38	1'029	280	9'650
2004	6'309	1'892	54	1'070	313	9'638
2005	6'331	1'768	74	1'113	345	9'631
2006	6'273	1'691	96	1'157	376	9'593
2007	6'210	1'635	123	1'203	404	9'576
2008	6'155	1'597	153	1'251	432	9'588
2009	6'100	1'551	188	1'301	457	9'598
2010	6'051	1'516	229	1'354	481	9'630
2011	6'060	1'425	274	1'408	504	9'671
2012	6'085	1'316	325	1'464	524	9'714
2013	6'117	1'221	380	1'523	544	9'785
2014	6'156	1'161	441	1'583	561	9'903
2015	6'110	1'103	504	1'647	577	9'941
2016	6'020	1'064	569	1'713	592	9'957
2017	5'969	1'046	636	1'781	604	10'037
2018	5'922	1'044	707	1'852	616	10'142
2019	5'841	1'030	778	1'927	625	10'201
2020	5'736	1'018	849	2'004	633	10'241

installierte Leistung [MW]

Tabelle 13.7 Endenergiebedarf (Holz) 2000-2020, Szenario „hoch“, in GWh

Jahr	Einzelraum- heizungen	Gebäude- heizungen (ohne Pellets)	Pellet Gebäude- heizungen	Automat. Feuerungen		Fernwärme, KVA, Spezial- feuerungen	Summe
				ohne Nahwärme	mit Nahwärme		
2000	2'588	2'223	14	2'046	546	1'060	8'477
2001	2'610	2'131	33	2'119	567	1'115	8'574
2002	2'628	2'002	56	2'208	605	1'205	8'704
2003	2'679	1'848	83	2'263	615	1'279	8'767
2004	2'678	1'759	118	2'353	689	1'300	8'897
2005	2'671	1'692	159	2'448	759	1'321	9'050
2006	2'618	1'663	208	2'545	826	1'343	9'203
2007	2'566	1'650	265	2'647	890	1'364	9'382
2008	2'519	1'653	331	2'753	949	1'385	9'592
2009	2'471	1'647	407	2'863	1'006	1'407	9'801
2010	2'426	1'644	494	2'978	1'059	1'428	10'027
2011	2'417	1'564	592	3'097	1'108	1'449	10'227
2012	2'418	1'477	701	3'221	1'154	1'471	10'441
2013	2'424	1'402	821	3'350	1'196	1'492	10'684
2014	2'435	1'355	952	3'484	1'235	1'513	10'974
2015	2'420	1'315	1'089	3'623	1'270	1'535	11'252
2016	2'385	1'290	1'228	3'768	1'301	1'556	11'529
2017	2'368	1'284	1'374	3'919	1'330	1'577	11'851
2018	2'353	1'298	1'526	4'075	1'354	1'599	12'205
2019	2'323	1'299	1'679	4'238	1'375	1'620	12'535
2020	2'283	1'300	1'833	4'408	1'393	1'641	12'859

Endenergiebedarf (GWh)

Tabelle 13.8 Anlagenbestand 2000-2020, Szenario „tief“, in Stück

Jahr	Einzelraum- heizungen	Gebäude- heizungen (ohne)	Pellet Gebäude- heizungen	Automat. Feuerungen		Summe
				ohne Nahwärme	mit Nahwärme	
2000	608'208	77'157	330	3'939	341	689'975
2001	617'383	72'162	765	4'236	358	694'904
2002	624'852	65'917	1'302	4'443	384	696'898
2003	634'461	58'523	1'919	4'574	393	699'870
2004	638'728	54'143	2'690	4'681	409	700'650
2005	641'574	50'582	3'570	4'785	424	700'934
2006	633'475	48'568	4'569	4'884	438	691'934
2007	625'803	47'105	5'695	4'979	452	684'034
2008	618'052	45'993	6'957	5'069	464	676'535
2009	610'036	44'587	8'361	5'154	476	668'614
2010	602'576	43'350	9'912	5'234	488	661'560
2011	601'797	40'169	11'614	5'308	498	659'386
2012	602'679	36'583	13'470	5'377	508	658'616
2013	604'472	33'334	15'426	5'438	517	659'188
2014	607'107	30'937	17'502	5'494	525	661'565
2015	598'387	28'641	19'612	5'543	533	652'715
2016	587'233	26'760	21'620	5'585	539	641'738
2017	580'571	25'452	23'655	5'620	545	635'844
2018	575'159	24'595	25'725	5'648	551	631'677
2019	566'600	23'459	27'743	5'669	555	624'026
2020	556'216	22'401	29'734	5'682	559	614'592

Anlagenbestand (Stk)

Tabelle 13.9 Installierte Feuerungsleistung 2000-2020, Szenario „tief“, in MW

Jahr	Einzelraum- heizungen	Gebäude- heizungen (ohne	Pellet Gebäude- heizungen	Automat. Feuerungen		Summe
				ohne Nahwärme	mit Nahwärme	
2000	6'014	2'589	7	930	248	9'788
2001	6'102	2'428	15	963	258	9'766
2002	6'171	2'247	26	1'004	275	9'723
2003	6'263	2'041	38	1'029	280	9'650
2004	6'308	1'889	54	1'053	292	9'596
2005	6'331	1'761	71	1'076	304	9'543
2006	6'272	1'676	91	1'098	316	9'454
2007	6'208	1'612	114	1'120	326	9'380
2008	6'153	1'562	139	1'140	337	9'330
2009	6'096	1'503	167	1'159	346	9'271
2010	6'045	1'453	198	1'177	355	9'228
2011	6'052	1'345	232	1'194	364	9'187
2012	6'075	1'218	269	1'209	371	9'142
2013	6'104	1'102	309	1'223	379	9'116
2014	6'140	1'021	350	1'235	385	9'131
2015	6'089	939	392	1'246	391	9'058
2016	5'995	875	432	1'256	397	8'955
2017	5'938	832	473	1'264	401	8'908
2018	5'886	802	515	1'270	406	8'878
2019	5'797	762	555	1'275	409	8'798
2020	5'685	725	595	1'278	412	8'694

installierte Leistung [MW]

Tabelle 13.10 Endenergiebedarf (Holz) 2000-2020, Szenario „tief“, in GWh

Jahr	Einzelraum- heizungen	Gebäude- heizungen (ohne	Pellet Gebäude- heizungen	Automat. Feuerungen		Fernwärme, KVA, Spezial- feuerungen	Summe
				ohne Nahwärme	mit Nahwärme		
2000	2'588	2'223	14	2'046	546	1'060	8'477
2001	2'610	2'131	33	2'119	567	1'115	8'574
2002	2'628	2'002	56	2'208	605	1'205	8'704
2003	2'679	1'848	83	2'263	615	1'279	8'767
2004	2'678	1'756	116	2'316	643	1'300	8'809
2005	2'670	1'682	154	2'367	669	1'321	8'865
2006	2'617	1'644	197	2'416	694	1'343	8'911
2007	2'564	1'619	246	2'463	718	1'364	8'974
2008	2'516	1'608	300	2'508	740	1'385	9'058
2009	2'466	1'584	361	2'550	762	1'407	9'129
2010	2'419	1'561	428	2'590	781	1'428	9'206
2011	2'408	1'459	501	2'626	800	1'449	9'244
2012	2'406	1'347	582	2'660	817	1'471	9'282
2013	2'408	1'246	666	2'691	833	1'492	9'335
2014	2'415	1'171	756	2'718	847	1'513	9'420
2015	2'395	1'100	847	2'742	861	1'535	9'479
2016	2'354	1'043	934	2'763	872	1'556	9'522
2017	2'331	1'002	1'021	2'780	883	1'577	9'595
2018	2'308	979	1'111	2'794	892	1'599	9'683
2019	2'269	946	1'198	2'804	900	1'620	9'738
2020	2'220	914	1'284	2'811	907	1'641	9'777

Endenergiebedarf (GWh)