

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES  
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,  
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 200 95 308 / 01  
UBA-FB 000392



# **Machbarkeitsstudie für neue Umweltzeichen für die Produktgruppe: Holzpelletfeuerungen**

von

**Dipl.-Ing. Esther Hoffmann,  
Dipl.-Ing. Julika Weiß,  
Dipl.-Ing.-Oec. Bernd Hirschl**

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) gGmbH

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese TEXTE-Veröffentlichung kann bezogen werden bei  
**Vorauszahlung von 7,50 Euro**  
durch Post- bzw. Banküberweisung,  
Verrechnungsscheck oder Zahlkarte auf das

Konto Nummer 4327 65 - 104 bei der  
Postbank Berlin (BLZ 10010010)  
Fa. Werbung und Vertrieb,  
Ahornstraße 1-2,  
10787 Berlin

Parallel zur Überweisung richten Sie bitte  
eine schriftliche Bestellung mit Nennung  
der **Texte-Nummer** sowie des **Namens**  
und der **Anschrift des Bestellers** an die  
Firma Werbung und Vertrieb.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr  
für die Richtigkeit, die Genauigkeit und  
Vollständigkeit der Angaben sowie für  
die Beachtung privater Rechte Dritter.  
Die in der Dokumentation geäußerten Ansichten  
und Meinungen müssen nicht mit denen des  
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt  
Postfach 33 00 22  
14191 Berlin  
Tel.: 030/8903-0  
Telex: 183 756  
Telefax: 030/8903 2285  
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet III 1.3 / III 2.2  
Angela Seifert, Volker Weiss

Berlin, Januar 2003

### Berichts-Kennblatt

<b>1. Berichtsnummer</b>	<b>2.</b>	<b>3.</b>
<b>4. Titel des Berichts</b> Machbarkeitsstudie für neue Umweltzeichen in Anlehnung an ISO 14024 (Type I) für die Produktgruppe: Holzpelletfeuerungen		
<b>5. Autor(en), Name(n), Vorname(n)</b> Hoffmann, Esther, Dipl.-Ing. Weiß, Julika, Dipl.-Ing. Hirschl, Bernd, Dipl.-Ing. oec.		<b>8. Abschlussdatum</b> 15.03.2002 <b>9. Veröffentlichungsdatum</b>
<b>6. Durchführende Institution</b> Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) gGmbH Potsdamer Str. 105 10 785 Berlin www.ioew.de		<b>10. UFOPLAN-Nr.</b> 200 95 308 / 01 <b>11. Seitenzahl:</b> 82 (+17 Seiten Anhang) <b>12. Literaturangaben:</b> 46
<b>6. Fördernde Institution (Name, Anschrift)</b> Umweltbundesamt FG III 1.3 Seecktstraße 6-10 13581 Berlin		<b>13. Tabellen und Diagramme</b> 27 <b>14. Abbildungen:</b> 27
<b>15. Zusätzliche Angaben</b> ./.		
<b>16. Kurzfassung</b> <p>Beim vorliegenden Gutachten handelt es sich um eine Machbarkeitsstudie nach ISO 14024. Es behandelt die Frage, ob ein Umweltzeichen für Holzpelletfeuerungen gerechtfertigt ist, und welche Anforderungen diese im Vergabebefall erfüllen sollten. Im Rahmen der Untersuchung wurde zunächst eine umfassende Marktanalyse durchgeführt, um daraus die Anlagen zu identifizieren, die für ein Umweltzeichen in Frage kommen. Im Hauptteil der Studie erfolgte eine vertiefende Analyse der Umweltrelevanz der ausgewählten Anlagen. Hierzu wurde eine Herstellerbefragung durchgeführt und ein Systemvergleich mit Gas- und Ölheizkesseln sowie mit herkömmlichen Holzfeuerungen auf Holzhackschnitzel- und Scheitholzbasis vorgenommen. Auf der Basis dieser Analyse wurden Vorschläge für Vergabegrundlagen für Holzpelletheizkessel und Holzpelletraumheizer abgeleitet, die in einem Fachgespräch in einer breiten Runde von Experten und Herstellern vorgestellt und diskutiert wurden.</p> <p>Aus der Studie und dem Fachgespräch konnte ein deutliches Votum für ein Umweltzeichen für die untersuchten Holzpelletfeuerungen abgeleitet werden. Holzpelletfeuerungen zeichnen sich durch ihren hohen Automatisierungsgrad und den Einsatz eines genormten Brennstoffes mit gleichbleibender hoher Qualität aus. Dadurch erreichen sie zum einen eine hohe Verbrennungsgüte mit sehr geringen Emissionen, zum anderen werden Fehler durch unsachgemäße Bedienung minimiert. Sie können zudem einen wichtigen Beitrag zur verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien leisten und so zur Erreichung der Klimaschutzziele beitragen.</p> <p>Die vorgeschlagenen Vergabegrundlagen umfassen Anforderungen an rationelle Energienutzung (Wirkungsgrad bei Nennlast und Teillast, Hilfsstrombedarf), Emissionswerte von CO, NO<sub>x</sub>, Staub und organischen Stoffen, Angebot von Dienstleistungen sowie Anforderungen an die Bedienungsanleitung. Als mögliche Umschrift eines Zeichens für Holzpelletfeuerungen wird empfohlen: „Umweltzeichen ... weil emissionsarm und energieeffizient“.</p>		
<b>17. Schlagwörter</b> Machbarkeitsstudie Umweltzeichen, Blauer Engel, Holzpellets, Biomasse, Kleinfeuerungsanlagen		
<b>18. Preis</b>	<b>19.</b>	<b>20.</b>

### Report cover sheet

<b>1. Report No</b>	<b>2.</b>	<b>3.</b>
<b>4. Report Title</b> Feasibility study for new ecolabels according to ISO 14024 (Type I) within the product group: wood pellet heating systems		
<b>5. Author(s), Family Name(s), First Name(s)</b> Hoffmann, Esther, Dipl.-Ing. Weiß, Julika, Dipl.-Ing. Hirschl, Bernd, Dipl.-Ing. oec.		<b>8. Report Date</b> March, 15 <sup>th</sup> , 2002 <b>9. Publication Date</b>
<b>7. Performing Organisation (Name, Address)</b> Institute for ecological economy research Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) gGmbH Potsdamer Str. 105 10 785 Berlin www.ioew.de		<b>10. UFOPLAN - Ref.No.</b> 200 95 308 / 01 <b>11. No. of Pages:</b> 78 (+16 pages Appendix) <b>12. No. of References:</b> 46
<b>6. Promoting Institution (Name, Address)</b> Federal Environmental Agency Umweltbundesamt FG III 1.3 Seecktstraße 6-10 13581 Berlin		<b>13. No. of Tables and Diagrams:</b> 27 <b>14. No. of Figures</b> 27
<b>15. Supplementary Notes</b> ./.		
<b>16. Abstract</b> <p>This assessment is a feasibility study according to ISO 14024. It deals with the question whether an ecolabel is suitable for wood pellet heating systems and how concrete criteria for an ecolabel for wood pellet heating plants could be specified. The study begins with a comprehensive market analysis in order to identify possible plants for which an ecolabel would make sense. In the main part of the study, the environmental relevance of the chosen plants is analysed. For this analysis, plant manufacturers were interviewed and a comparison between wood pellet heating systems and heating systems which use gas, oil or wood was carried out. On the basis of this analysis, it was possible to derive a number of criteria which were discussed with company representatives and other experts in this field</p> <p>As a result of this dialogue and the investigation process as a whole, the introduction of an ecolabel for wood pellet heating plants can be recommended. Wood pellet heating systems are characterized by their high level of automation and the use of standardized fuels with constant high quality. Thus, they reach high combustion quality with low emission rates, and risks of misuse are minimized. They may contribute to the increased use of renewable energies and thereby to the achievement of climate protection goals.</p> <p>The proposed certification principles comprise requirements regarding (a) the efficient energy use (efficiency factor under partial load and nominal load, plant's supplementary energy consumption), (b) emission values for CO, NO<sub>x</sub>, dust and organic substances, (c) the offer of additional services, as well as (d) requirements with regard to the operating instructions. The transcription of the label is proposed as "Ecolabel ... because low emission and energy-efficient".</p>		
<b>17. Keywords</b> feasibility study, eco-label, blue angel, wood pellet, biomass, small scale combustion plants		
<b>18. Price</b>	<b>19.</b>	<b>20.</b>

## Inhalt

Inhalt .....	1
Tabellenverzeichnis .....	3
Abbildungsverzeichnis .....	4
1. Einleitung .....	5
2. Prinzip und Grundlagen von Pelletfeuerungen .....	7
2.1. Der Brennstoff Holzpellets.....	7
2.2. Anlagenarten .....	8
2.3. Feuerungstypen.....	10
2.4. Regelungstechniken für Holzpelletfeuerungen .....	10
2.5. Bevorratung, Lagerung und Raumaustragung.....	11
3. Marktanalyse und Anlagenauswahl.....	13
3.1. Vorgehen .....	13
3.2. Der Markt für Pelletfeuerungen in Deutschland .....	14
3.2.1. Marktdaten aus der Literatur.....	14
3.2.2. Exkurs: Pelletfeuerungen mit Nennwärmeleistungen über 50 kW.....	16
3.2.3. Herstellerbefragung.....	17
3.2.4. Marktentwicklung .....	20
3.2.5. Kosten von Holzpelletfeuerungen .....	20
3.3. Der Holzpelletmarkt in Deutschland.....	23
3.4. Eingrenzung des Geltungsbereichs .....	25
4. Analyse der Umweltrelevanz von Pelletkesseln und -öfen.....	27
4.1. Vorgehen und Methodik .....	27
4.2. Umweltrelevanz von Pelletkesseln und -öfen .....	28
4.2.1. Leistungsgrößen der Pelletfeuerungen.....	28
4.2.2. Rationelle Energieanwendung .....	29
4.2.3. Emissionen.....	34
4.2.4. Schallemissionen .....	45
4.2.5. Bedienung, Lebensdauer, Wartung .....	45
4.2.6. Ascheentsorgung .....	46
4.2.7. Recyclinggerechte Konstruktion, Gefahrstoffe und Entsorgung .....	47

4.3.	Geltende nationale und internationale Regelungen und Vereinbarungen .....	48
4.3.1.	Prüfung und Normung .....	48
4.3.2.	Gütezeichen für Holzfeuerungsanlagen .....	49
4.3.3.	Zusammenfassung verschiedener Normen und Gütezeichen .....	50
4.3.4.	Umweltzeichen anderer Länder .....	51
4.3.5.	Normen und Gütezeichen für Holzpellets .....	52
4.3.6.	Förderprogramme .....	52
4.4.	Systemvergleich zwischen Holzpellettheizungen und anderen Heizungsanlagen .....	53
4.4.1.	Annahmen für den Systemvergleich .....	53
4.4.2.	Ergebnisse .....	54
4.4.3.	Fazit zum Systemvergleich .....	60
4.4.4.	Vergleich von Pelletkesseln mit modernen Heizungen .....	61
4.4.5.	Vergleich der Pelletöfen mit anderen Kleinstfeuerungsanlagen .....	61
5.	Einbeziehung der interessierten Kreise .....	63
6.	Kriterienvorschläge für Umweltzeichen für Holzpelletkessel und -öfen .....	65
6.1.	Geltungsbereich .....	66
6.2.	Richtlinienkonformität .....	67
6.3.	Anforderungen zur rationellen Energienutzung .....	68
6.4.	Schadstoffemissionen .....	70
6.5.	Einstell- und Bedienungsanleitung .....	74
6.6.	Dienstleistungen .....	74
6.7.	Zusammenfassung der vorgeschlagenen Kriterien .....	75
7.	Zusammenfassung .....	77
8.	Literatur .....	80
9.	Anhang	

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Anzahl der Hersteller von Pelletfeuerungen, die an der schriftlichen Umfrage von CARMEN e.V. teilnahmen.....	14
Tabelle 2:	Verkaufspreise von Pelletheizkesseln (inklusive Raumaustragung).....	21
Tabelle 3:	Verkaufspreise für Pelletkessel bzw. -öfen ohne Raumaustragung .....	21
Tabelle 4:	Jährlich anfallende Gesamtkosten verschiedener Zentralheizungssysteme in einem Einfamilienhaus (Neubau).....	22
Tabelle 5:	Preise für Pellets abhängig von der Verpackung (Ergebnisse der eigenen Umfrage) .....	25
Tabelle 6:	Marktrelevanz der ausgewählten Anlagentypen .....	26
Tabelle 7:	Leistungscharakteristika der untersuchten Pelletfeuerungen .....	28
Tabelle 8:	Wirkungsgrade der untersuchten Pelletfeuerungen.....	30
Tabelle 9:	Wirkungsgrade von Pelletkesseln nach Messungen der BLT Wieselburg .....	32
Tabelle 10:	Elektrische Leistungsaufnahme und Hilfsstrombedarf der untersuchten Pelletfeuerungen . .....	33
Tabelle 11:	Wasserseitiger Widerstand der untersuchten Pelletfeuerungen.....	34
Tabelle 12:	CO-Emissionen der untersuchten Pelletfeuerungen.....	37
Tabelle 13:	Emissionen an organischem Kohlenstoff ( $C_{ges}$ ) der untersuchten Pelletfeuerungen.....	39
Tabelle 14:	NO <sub>x</sub> -Emissionen der untersuchten Pelletfeuerungen .....	41
Tabelle 15:	Staubemissionen der untersuchten Pelletfeuerungen .....	43
Tabelle 16:	Anforderungen gemäß DIN EN 303-5 an verschiedene Qualitätsklassen für Heizkessel mit biogenen Brennstoffen, automatischer Beschickung und einer Nennwärmeleistung $Q_N < 50$ kW .....	48
Tabelle 17:	Anforderungen von in Deutschland für Pelletfeuerungen geltenden Normen und Gütezeichen .....	50
Tabelle 18:	Mindestwerte für den Kesselwirkungsgrad für automatisch beschickte Holz-Zentralheizungskessel nach der Richtlinie des österreichischen Umweltzeichens (UZ 37) .....	51
Tabelle 19:	Höchstwerte für Emissionen für automatisch beschickte Holz-Zentralheizungskessel nach der Richtlinie des österreichischen Umweltzeichens (UZ 37).....	51
Tabelle 20:	Anforderungen bei Nennwärmeleistung des nordischen Umweltzeichens (Emissionen bezogen auf 10 Vol.-% O <sub>2</sub> ).....	52
Tabelle 21:	Kennwerte des betrachteten Einfamilienhauses .....	53
Tabelle 22:	Kennwerte der verglichenen Heizungen (Anlagenbestand).....	54
Tabelle 23:	Kumulierter Energieaufwand an nicht-erneuerbaren Energieträgern für die Brennstoffbereitstellung.....	55
Tabelle 24:	Ergebnisse des Systemvergleichs für das betrachtete Einfamilienhaus .....	60
Tabelle 25:	Vergleich zwischen den untersuchten Pelletkesseln und anderen modernen Heizkesseln . .....	61

Tabelle 26: Kennwerte von Pelletöfen, Scheitholzkaminöfen und Kohleöfen..... 62

Tabelle 27: Zusammenfassung der vorgeschlagenen Anforderungen ..... 76

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematischer Ablauf der Untersuchung ..... 6

Abbildung 2: Pelletofen ..... 8

Abbildung 3: Pelletzentralheizkessel mit Vorratsbehälter..... 9

Abbildung 4: Verkaufszahlen von Pelletfeuerungen in Deutschland ..... 15

Abbildung 5: Anteil der unterschiedlichen Heizungsarten an den erhobenen Bautypen ..... 18

Abbildung 6: Bautypen mit optionaler oder standardmäßiger automatischer Raumaustragung ..... 19

Abbildung 7: Unterteilungsschema der untersuchten Pelletfeuerungen ..... 26

Abbildung 8: Kleinste Leistung der untersuchten Pelletfeuerungen in Relation zur Nennleistung..... 29

Abbildung 9: Wirkungsgrade der untersuchten Pelletfeuerungen (Kessel: Kesselwirkungsgrad, Pelletöfen: feuerungstechnischer Wirkungsgrad)..... 30

Abbildung 10: Kesselwirkungsgrade der untersuchten Pelletkessel ..... 31

Abbildung 11: Feuerungstechnische Wirkungsgrade der untersuchten Pelletöfen..... 31

Abbildung 12: Kesselwirkungsgrade der von der BLT Wieselburg seit 1999 untersuchten Pelletkessel .  
..... 32

Abbildung 13: Hilfsstrombedarf im Verhältnis zur Wärmeleistung der Anlagen ..... 34

Abbildung 14: Kohlenmonoxid-Emissionen der untersuchten Pelletfeuerungen..... 37

Abbildung 15: Kohlenmonoxidemissionen der von der BLT untersuchten Pelletheizungen ..... 38

Abbildung 16: Emissionen an organischem Kohlenstoff (Cges)..... 39

Abbildung 17: Organischer Kohlenstoff im Abgas der von der BLT Wieselburg seit 1999 untersuchten Pelletheizungen ..... 40

Abbildung 18: NOx-Emissionen der untersuchten Pelletfeuerungen ..... 41

Abbildung 19: Stickoxidemissionen der von der BLT Wieselburg seit 1999 untersuchten Pelletfeuerungen..... 42

Abbildung 20: Staubemissionen der untersuchten Pelletfeuerungen..... 44

Abbildung 21: Staubemissionen der von der BLT Wieselburg seit 1999 untersuchten Pelletfeuerungen  
..... 44

Abbildung 22: Kumulierter Energieaufwand an nicht-erneuerbaren Energien ..... 56

Abbildung 23: Klimarelevante Kohlendioxidemissionen ..... 57

Abbildung 24: Kohlenmonoxidemissionen ..... 57

Abbildung 25: Emissionen an organisch gebundenem Kohlenstoff ..... 58

Abbildung 26: Stickoxidemissionen ..... 59

Abbildung 27: Staubemissionen ..... 59

## 1. Einleitung

Holz ist der älteste Energieträger der Menschheit. In Deutschland wird es heute nur noch in geringem Maße zur Beheizung von Gebäuden verwendet. In den letzten Jahren hat das Interesse an der Nutzung im privaten und kleingewerblichen Bereich allerdings deutlich zugenommen. Durch den Einsatz von Holz in Anlagen dieses Leistungsspektrums können sowohl Reststoffe aus der Holz be- und verarbeitenden Industrie wie Sägespäne und Sägemehl als auch Schwach- und Resthölzer einer sinnvollen Verwertung zugeführt werden. Gleichzeitig ermöglicht Holz als einheimischer und regionaler Energieträger eine größere Unabhängigkeit von Primärenergieimporten.

Insbesondere in der Schweiz und in Österreich wurde die Feuerungstechnik bei kleinen Holzheizanlagen in den letzten Jahren entscheidend weiterentwickelt, so dass neue Holzfeuerungsanlagen hinsichtlich der Energieausnutzung und der Schadstoffemissionen mit Öl- und Gasfeuerungen konkurrieren können. Wesentlich für die zunehmende Attraktivität von Holzheizanlagen war die Entwicklung von Holzpellets, die in Deutschland seit gut fünf Jahren als Brennstoff für Kleinstfeuerungsanlagen zugelassen sind. Holzpellets sind ein rieselfähiger Brennstoff und eignen sich so zur Lieferung in Tankwagen und zur automatischen Befuerung. Sie bieten einen Komfort, der mit dem von öl- und gasbetriebenen Heizanlagen vergleichbar ist. Der geringe Wassergehalt und die Feinkörnigkeit ermöglichen eine optimale Verbrennung mit geringen Emissionen und Aschemengen.

Holzfeuerungsanlagen bis zu 1 MW Feuerungswärmeleistung sind nicht genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen gemäß § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG), für die die 1. Verordnung zur Durchführung des BImSchG (1. BImSchV - Kleinstfeuerungsanlagenverordnung) gilt. Diese gibt Grenzwerte für Kohlenmonoxid (CO) und Staub vor. Kleinstanlagen mit weniger als 15 kW unterliegen nicht den Emissionsanforderungen der 1. BImSchV. Für den kleinen Leistungsbereich liegen damit keine speziellen Emissionsanforderungen vor. Zudem gibt es keine Vorschriften, die Umweltaforderungen in Bezug auf die Energieeffizienz der Anlagen aufstellen. Diese Lücke kann mit Hilfe eines Umweltzeichens für Holzpelletfeuerungen geschlossen werden. Hierdurch ist zum einen für Verbraucherinnen und Verbraucher eine größere Markttransparenz erreichbar, zum anderen können für Hersteller Anreize für ökologische Produktverbesserungen gesetzt werden.

Ziel dieser Machbarkeitsstudie ist ein Vorschlag für ein Umweltzeichen nach DIN EN ISO 14024 (Umweltkennzeichnung und -deklaration – Umweltkennzeichnung Typ I). Ein solches Umweltzeichen ist ein freiwilliges Gütesiegel. Die Berechtigung zum Tragen des Zeichens wird auf Basis von Anforderungskriterien durch eine unabhängige Vergabeinstitution erteilt. Durch das Umweltzeichen sind solche Produkte auszuzeichnen, die unter Berücksichtigung des gesamten Lebensweges innerhalb einer Produktkategorie aus Umweltaspekten vorteilhaft sind (vgl. DIN EN ISO 14024, 3.1). Dementsprechend stellen Umweltzeichen damit als freiwillige, unabhängige Produktinformationen ein produktpolitisches Instrument dar, mit dem die folgenden Ziele verfolgt werden:

- die marktkonforme Umweltpolitik zu stärken,
- die Verbraucher/-innen über produkttypische Probleme zu informieren,
- Wettbewerbsanreize zu schaffen und
- den technischen Fortschritt zu beschleunigen (vgl. UBA 1990, S. 4).

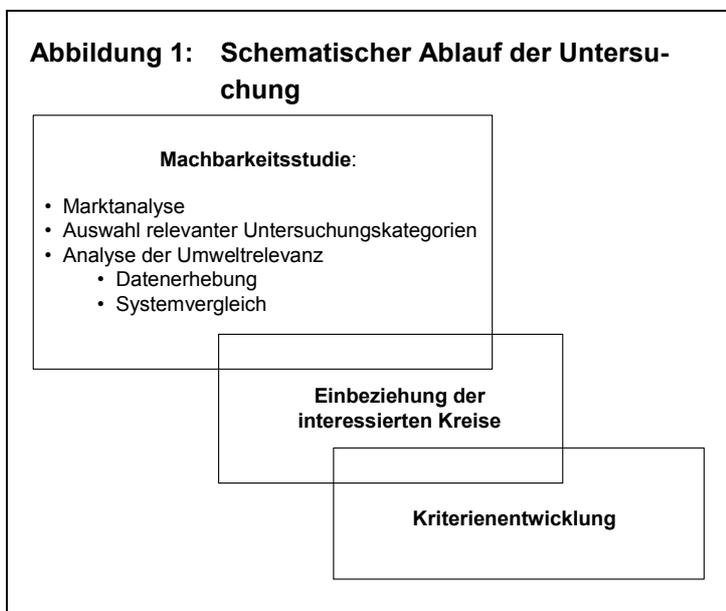
Das Umweltzeichen „Blauer Engel“ wird dabei vor allem für „verbrauchernahe“ Serienprodukte und Dienstleistungen vergeben. Es stellt ein kundenorientiertes Zeichen dar, das sich in erster Linie an Endverbraucherinnen und -verbraucher richtet, aber auch im öffentlichen Beschaffungswesen angewendet wird. Aufgrund der prioritären Zielgruppe wird die Untersuchung von Holzpellettheizanlagen auf den Leistungsbereich bis 50 Kilowatt (kW) eingegrenzt. In dieser Größenordnung können sie in Ein- und Mehrfamilienhäusern eingesetzt werden.

Voraussetzung für das Tragen des Umweltzeichens ist, dass alle Anforderungen der entsprechenden Vergabegrundlage erfüllt werden. Daher ist bei der Entwicklung von Anforderungskriterien darauf zu achten, dass sie zum einen streng genug sind, um Anreize für Verbesserungen zu schaffen, zum anderen so praxisnah formuliert werden, dass es bereits Produkte gibt, die alle Anforderungen erfüllen können. Dabei ist es Ziel des Umweltzeichens, jeweils die Produkte einer Produktkategorie auszuzeichnen, in denen unter Umweltaspekten der beste Stand der Technik zur Anwendung kommt.

Im Rahmen des Gutachtens wurde geprüft, welche Holzpelletfeuerungen für ein Umweltzeichen in Frage kommen und welche Anforderungen diese im Vergabefall erfüllen sollen. Die wesentlichen vorteilhaften und ökologisch relevanten Eigenschaften von Holzpelletfeuerungen sind die nahezu CO<sub>2</sub>-neutrale Wärmeerzeugung sowie ihre im Vergleich zu konventionellen Holzheizungsanlagen (Scheitholz) energieeffiziente automatische Arbeitsweise mit geringen Emissionen. Die Umweltrelevanz von wärmeerzeugenden Anlagen besteht vor allem in der Effizienz der Energiewandlung und den Schadstoffemissionen, daher liegen die Schwerpunkte der Umweltbewertung auf diesen Aspekten.

Das Vorgehen der Untersuchung orientiert sich im wesentlichen an den Vorgaben der DIN EN ISO 14024. Das Gutachten umfasst zwei große Bearbeitungsblöcke, die aufeinander aufbauen: Zunächst eine Machbarkeitsstudie, daran anschließend die Entwicklung von Anforderungskriterien für ein Umweltzeichen.

Im folgenden werden zunächst das Prinzip und die technischen Grundlagen der Holzpelletfeuerungen erläutert. Daran anschließend werden die Ergebnisse der Marktanalyse dargestellt, die in eine Empfehlung für zu untersuchende Holzpelletfeuerungen münden (Kapitel 3.4). Zur Bewertung der Umweltrelevanz der Anlagen werden Befragungsergebnisse und Literatur ausgewertet und ein Systemvergleich mit öl-, gas- sowie herkömmlichen holzbefeuerten Heizungsanlagen vorgenommen (Kapitel 4.4). Die Einbeziehung der interessierten Kreise erfolgte in einem Fachgespräch mit Herstellern und Verbänden. Die zentralen Ergebnisse des Fachgesprächs werden in Kapitel 5 dargestellt. Aus den Untersuchungsergebnissen und den Anregungen der Expertinnen und Experten werden in Kapitel 6 Anforderungen für ein Umweltzeichen entwickelt. Kapitel 7 fasst die Ergebnisse zusammen.



## 2. Prinzip und Grundlagen von Pelletfeuerungen

Holzpelletfeuerungsanlagen sind speziell konstruierte Verbrennungssysteme, die als Brennstoff naturbelassenes Holz in Form von Pellets verwenden. Holzpellets sind zylindrische Presslinge; sie werden in der Regel aus Holz- oder Sägespänen von Holzverarbeitenden Betrieben hergestellt.

### 2.1. Der Brennstoff Holzpellets

In Deutschland sind Holzpellets als Brennstoff seit 1996 auch für Kleinstfeuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung von weniger als 15 kW zugelassen. Schon seit den 1970er Jahren werden in den USA und Kanada Holzpellets hergestellt und in den 1980er Jahren wurden in Nordamerika zunehmend Pelletöfen für private Haushalte eingeführt. In Europa wurden Holzpellets in Heizanlagen erstmals in Schweden und Dänemark (ebenfalls in den 1980er Jahren) eingesetzt. Für ihre Verbrennung in Privathaushalten wurden Pelletbrenner entwickelt, die ähnlich wie Ölbrenner funktionieren und statt diesen in Ölkesseln eingesetzt werden können. Die europäische Holzpelletproduktion begann allerdings erst 1990 in Schweden. In Österreich sind seit Mitte der 1990er Jahre (importierte) Holzpellets und Pelletöfen, die in Anlehnung an die US-amerikanischen Modelle entwickelt wurden, auf dem Markt. Als Weiterentwicklung von Stückholz- und Holzhackschnitzelfeuerungen brachten in Österreich die Heizungshersteller in den letzten Jahren zusätzlich spezielle Pelletkessel auf den Markt (vgl. bmvit 2000, Krapf 1999, Haas/Hackstock 1998). In Deutschland startete die industrielle Holzpelletproduktion erst Ende der 1990er Jahre.

Holzpellets sind ein genormter Brennstoff gemäß DIN 51731 „Anforderungen an Presslinge aus naturbelassenem Holz“. Diese Norm teilt die Holzpellets in Größenklassen ein, stellt Anforderungen an die Rohdichte, den Wasser- und Aschegehalt und den Heizwert und schreibt Grenzwerte für bestimmte Spurenstoffe vor. Holzpellets haben meist einen Durchmesser von 6 oder 8 mm und gehören damit zur Größenklasse HP 5, welche eine Länge von weniger als 5 cm und einen Durchmesser von 4 bis 10 mm umfasst. Der Heizwert der Pellets muss nach DIN 4,9 bis 5,4 kWh/kg Trockengewicht betragen. Sie dürfen keine weiteren Fremdstoffe enthalten und werden allein durch holzeigene Stoffe und den Pressvorgang stabil. (Krapf 1999). Aufgrund ihrer Größe und Form sind die Pellets schütt- und rieselfähig und somit für eine automatische Beschickung der Feuerungen und den Transport per Tankwagen sowie das direkte Einblasen geeignet.

In Österreich ist die für Holzpellets gültige Norm die ÖNORM M 7135 „Anforderungen an Preßlinge aus naturbelassenem Holz und naturbelassener Rinde, Pellets und Bricketts“. Diese schreibt einen Durchmesser von 4 bis 20 mm, eine maximale Länge von 100 mm, eine Feststoffdichte von mindestens 1 kg/dm<sup>3</sup>, maximal 12% Wassergehalt und 0,5% Aschegehalt (bezogen auf die Darrmasse) sowie einen Heizwert von mindestens 18 MJ/kg Darrmasse vor. Es dürfen keine Fremdstoffe beigegeben werden, was durch Grenzwerte für Stickstoff, Chlor und Schwefel sichergestellt werden soll. Die ÖNORM entspricht weitgehend der DIN, lediglich beim Aschegehalt wird ein deutlich geringerer Grenzwert festgeschrieben.

Die energetische Nutzung von Holzpellets ist nicht vollständig klimaneutral, da für ihre Herstellung und den Transport Energie aufgewendet werden muss. Bei Pellets aus trockenen Holzspänen oder Holzstaub liegt der Energieaufwand für die Pelletherstellung bei etwa 3% ihres Energiegehalts, bei feuch-

tem und unzerkleinertem Holz kann der Energieaufwand für die Herstellung zwischen 5 und 20% des Energiegehalts betragen (Krapf 1999).

## 2.2. Anlagenarten

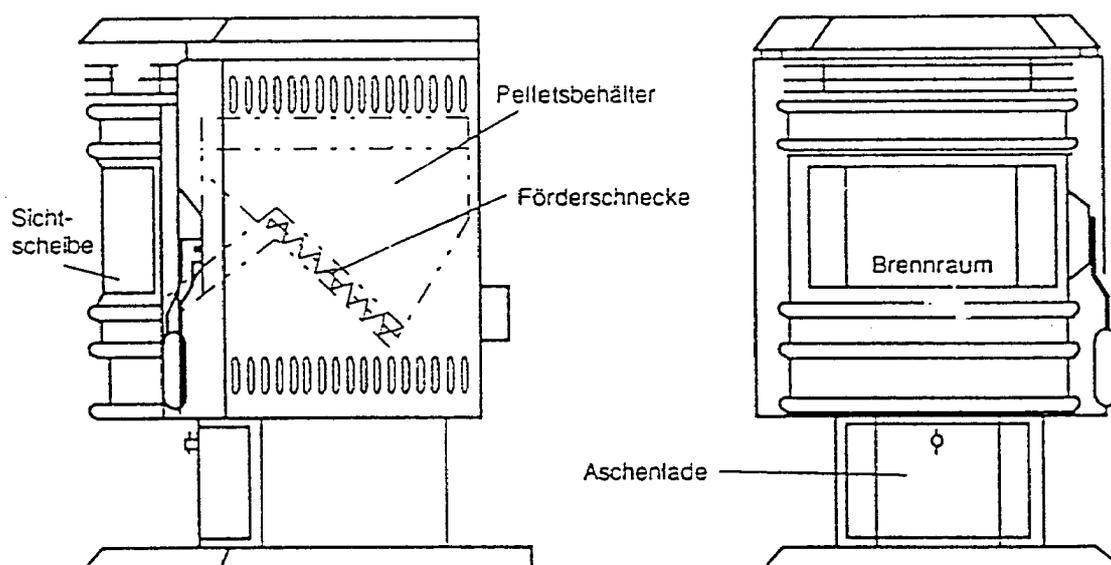
Holzpellets können in Zentralheizungsanlagen, Pelletöfen bzw. Pelletraumheizer und in Fernwärmesystemen eingesetzt werden. Neben Anlagen, die ausschließlich für die Verbrennung von Holzpellets geeignet sind, existieren auf dem Markt auch kombinierte Anlagen, in welchen neben Pellets weitere Festbrennstoffe, beispielsweise Stückholz oder Holz hackschnitzel, verwendet werden können.

Im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie werden Anlagen bis zu einer Nennleistung von 50 kW betrachtet. Die Heizungssysteme in diesem Leistungsbereich können unterteilt werden in Pelletöfen, mit einem Leistungsbereich von 6 bis etwa 13 kW, und Pelletkessel, mit 7 bis 50 kW Nennleistung. Als Feuerungssysteme werden in Pelletfeuerungen v.a. Unterschub- bzw. Einschubfeuerung und Einwurf- feuerung eingesetzt.

### ➤ Holzpelletöfen (Holzpelletraumheizer)

Pelletöfen bzw. Pelletraumheizer werden im Wohnbereich aufgestellt und erwärmen den Aufstellraum mittels Strahlungs- und Konvektionswärme. Sie enthalten einen kleinen, integrierten Vorratsbehälter, der in der Regel manuell befüllt wird und von dem die Pellets automatisch in den Brennraum transportiert werden. Pelletöfen können mit einem wasser-basierten oder nicht-wasser-basierten System arbeiten, wobei die Feuerungen mit Wassertasche zur Beheizung von weiteren Räumen geeignet sind. Aufgrund der niedrigen Wärmeleistung der Pelletöfen eignen sie sich insbesondere zur Beheizung von Wohnungen sowie Niedrigenergie- und Passivhäusern oder für Einfamilienhäuser in Kombination mit einer Solaranlage.

Abbildung 2: Pelletofen



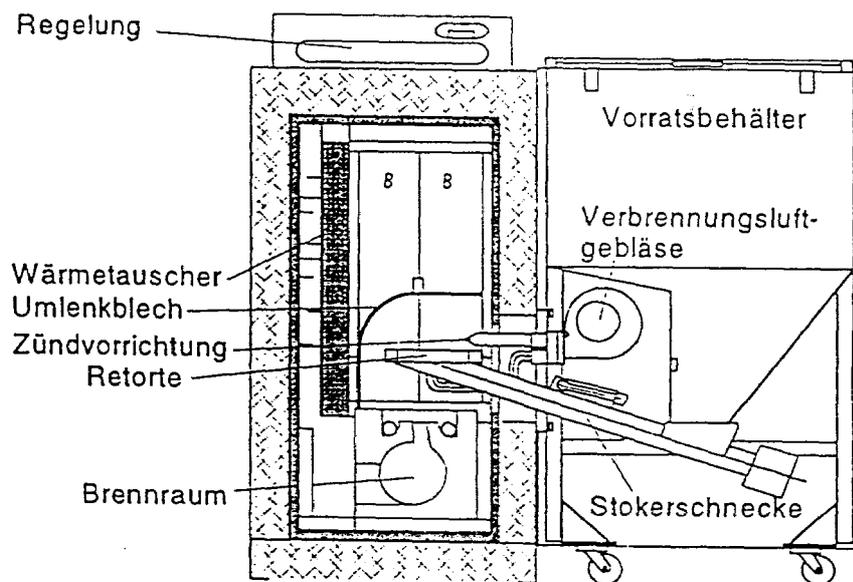
Quelle: Krapf 1999

### ➤ Holzpelletkessel

Pelletkesselheizungen werden im Keller bzw. im Heizungsraum aufgestellt und eignen sich je nach Nennleistung als Zentralheizungsanlagen für Ein- und Zweifamilienhäuser (7 bis 20 kW) oder Mehrfamilienhäuser und kleinere Nahwärmesysteme (20 bis 50 kW).

Die Pelletkessel werden automatisch beschickt, entweder aus einem Vorratsraum oder -behälter, besitzen eine automatische Zündvorrichtung und werden durch eine elektronische Steuerung geregelt. Einige Anlagen verfügen über eine automatische Entaschung, bei der die Asche beispielsweise mit einer Schnecke aus dem Brennraum abtransportiert und häufig im Aschraum weiter komprimiert wird. Eine manuelle Ascheentleerung ist dadurch auf wenige Male während der Heizperiode beschränkt. Auf dem Markt sind auch Anlagen, die mit einer Einrichtung zur automatischen Wärmetauscherreinigung ausgestattet sind, sei es durch einen Reinigungshebel oder vollautomatisch. Die Wärmetauscher müssen regelmäßig gereinigt werden, wenn ein gleichbleibend guter Wärmeübergang an den Wärmetauscherflächen und somit ein dauerhaft effizienter Betrieb der Anlage gewährleistet werden soll. Eine automatische Reinigung kann also neben der Arbeitersparnis auch den Pelletverbrauch senken.

**Abbildung 3: Pelletzentralheizkessel mit Vorratsbehälter**



Quelle: Krapf 1999

### ➤ Holzpelletbrenner

Im skandinavischen Raum sind vorwiegend Pelletbrenner auf dem Markt, die anstelle eines Ölbrenners in einen bestehenden Kessel eingebaut werden können oder zusammen mit einem speziellen Kessel als Zentralheizung erworben werden. So ermittelte eine europäische Studie zu Holzpellets in Schweden 1998 einen Anlagenbestand von 9000 Pelletbrennern denen lediglich 100 Pelletkessel und weitere 1.500 Pelletöfen gegenüberstehen (bmvit 2000). In Deutschland wurden dagegen nach Ergebnissen einer Umfrage unter Anbietern von Holzpelletfeuerungen nur zu einem verschwindend geringen Teil (< 1%) Brenner verkauft (CARMEN 2000).

## 2.3. Feuerungstypen

### ➤ Unterschub- bzw. Einschubfeuerung

Die Pellets werden bei der Unterschubfeuerung von unten mittels einer Förderschnecke (Stokerschnecke) in den Verbrennungsraum geschoben. Die Verbrennung findet statt auf einem Rost in einer Brennschale oder Feuermulde, die aus Schamott, Keramik, Feuerbeton o.ä. besteht. Diese wird auch als Retorte bezeichnet. Im Brennraum wird der Brennstoff getrocknet, entgast und unter Zugabe von Primärluft vergast. Die Primärluft wird direkt über Luftdüsen in die Feuermulde eingeblasen. Die entstehenden Gase steigen auf und werden mit Hilfe einer Sekundärluftzufuhr nachverbrannt. Unterschubfeuerungen sind gut regelbar und in der Regel selbstzündend. Sie eignen sich besonders gut für einen vollautomatischen Betrieb, sind relativ kostengünstig und können nur für trockene Brennstoffe eingesetzt werden. Die Schadstoffemission ist gering. Die anfallende Asche wird in der Regel mittels Austragungsschnecke aus dem Brennraum entfernt (vgl. Marutzky/Seeger 1999, Flaig et al. 1998, FNR o.J.)

### ➤ Einwurffeuerung

Die Pellets werden mittels Förderschnecke zum Brennraum transportiert und fallen in diesen von oben durch einen Abwurfschacht. Es existieren zwei unterschiedliche Prinzipien: das Schalenbrennprinzip, bei welchem die Pellets in eine Brennschale (auch Brennertopf genannt) mit Lochboden für die Primärluftzufuhr und seitlichen Sekundärluftdüsen fallen, und die Kipprostfeuerung, bei welcher die Pellets auf einen Rost fallen, auf dem die Verbrennung stattfindet. Die Primärluft wird dann von unterhalb des Rostes zugeführt. Das Gas verbrennt erst nach Verlassen des Primärbrennraums, im sogenannten Gasbrennraum. Die Einwurffeuerung wird v.a. in kleinen Pelletheizungen eingesetzt (vgl. Krapf 1999, Marutzky/Seeger 1999, Regionalenergie Steiermark 1999).

### ➤ Vorschubrostfeuerung

Eine weitere Möglichkeit für die Verbrennung von Pellets ist eine Vorschubrostfeuerung. Hierbei bewegt sich der Rost und befördert so den Brennstoff von der Aufgabe, welche vom Brennstofflager beschickt wird, bis zum Rostende. Währenddessen trocknet, pyrolysiert und vergast er vollständig. Primärluft wird unterhalb und Sekundärluft oberhalb des Rostes zugeführt. Im Vergleich zur Unterschubfeuerung ist die Rostfeuerung schlechter regelbar, da sich größere Brennstoffmengen im Brennraum befinden. Wegen der aufwändigen Anlagentechnik werden Rostfeuerungen in der Regel erst ab einer Anlagengröße von 1 MW<sub>th</sub> eingesetzt (vgl. FNR o.J.).

## 2.4. Regelungstechniken für Holzpelletfeuerungen

Prinzipiell lassen sich die Regelungstechniken für kleine Holzpelletfeuerungen je nach Aufgabenbereich in Leistungsregelungen und Verbrennungsregelungen unterscheiden. Im Regelfall liegen kombinierte Leistungs- und Verbrennungsregelungen vor.

### ➤ Leistungsregelung

Die Leistungsregelung hat zum Ziel, die Wärmeproduktion der Pelletfeuerung auf den geforderten Wärmebedarf anzupassen, der sich in Abhängigkeit von Witterung und Tageszeit ergibt. Gemessen wird hierfür die Kesselsolltemperatur oder die Vorlauftemperatur in Kombination mit der Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf. Die Leistung der Pelletfeuerung lässt sich dabei über die Luft- und Brennstoffzufuhr regeln.

### ➤ **Verbrennungsregelung**

Ziel der Verbrennungsregelung ist es, die Emission von Schadstoffen im Abgas zu verhindern und den Wirkungsgrad der Pelletfeuerung durch eine Verringerung unverbrannter Gase zu erhöhen. Die veränderbaren Größen sind dabei die Brennstoff- und die Luftzufuhr. Gemessen werden allerdings die Konzentration unverbrannter Gase direkt (Abgasregelung), die Brennraumtemperatur (Verbrennungstemperaturregelung), die Luftüberschusszahl (Lambdaregelung) oder die Luftmenge direkt (Luftmengensensor).

- Bei der **Lambda-Regelung** wird mit Hilfe einer Lambda-Sonde die Luftüberschusszahl (Lambda) kontrolliert und gegebenenfalls durch Regelung der Luftzufuhr optimiert. Hierfür wird zuvor ein für die Anlage optimaler Lambda-Wert bestimmt, bei dem die CO-Emissionen minimal sind.
- Die **Luftmengensensorik** regelt die Verbrennung über ein vorgegebenes Luft-/ Brennstoffmengen-Verhältnis.
- Die **Regelung über die Verbrennungstemperatur** nutzt den Zusammenhang zwischen der Vollständigkeit der Verbrennung und der Verbrennungstemperatur, der ebenfalls für die jeweilige Anlage ermittelt werden muss. Die Soll-Temperatur, bei der die CO-Emissionen am geringsten sind, wird über die Luft- und Brennstoffzufuhr angestrebt.
- Bei der **Abgasregelung** werden direkt die unverbrannten Gase (CO und/oder Kohlenwasserstoffe) im Abgas und zusätzlich häufig noch die Luftüberschusszahl (Lambda) gemessen. Im Regelsystem ist ein Minimalwertregler eingebaut, der über Suchbewegungen kontinuierlich versucht, den gemessenen Wert über eine Veränderung der Brennstoff- und Luftzufuhr zu minimieren. Da die Verbrennung durch die Suchbewegung ständig in Luftüberschuss oder -mangelgebiete geführt werden kann, wurden inzwischen Regler mit eingestellten Sollwert- und Regelvorgaben entwickelt. Die Abgasregelung ist insbesondere bei einer ständigen Veränderung der Brennstoffeigenschaften (z.B. Wassergehalt) sinnvoll.

## **2.5. Bevorratung, Lagerung und Raumaustragung**

### ➤ **Pelletsbevorratung**

Pellets können in einem größeren Vorratsbehälter oder einem Lagerraum bevorratet werden, damit die Anlage nicht täglich befüllt werden muss. Vorratsbehälter können in die Pelletfeuerung integriert sein. Möglich sind auch einzelstehende Behälter, welche den Bedarf einer Woche oder eines Monats fassen, Lagertanks oder Sacksilos. Um den Jahresbedarf zu fassen, wird ein Lagerraum benötigt, wobei es sich in der Regel um einen umgebauten Kellerraum handelt. Eine Alternative zur Lagerung der Pellets im Haus ist ein Erdtank, der in der Regel ebenfalls nur einmal pro Jahr nachgefüllt werden muss. Im skandinavischen Raum sind Silos, insbesondere bei größeren Anlagen, eine bevorzugte Lagermöglichkeit.

Für die Größe des Lagerraumes gilt die Faustregel, dass pro kW Heizlast je ein Kubikmeter Rohlagerraum zu planen ist. Grundsätzlich sollte das Lager so dimensioniert sein, dass ca. der 1,2 bis 1,5-fache Jahresbedarf an Holzpellets gelagert werden kann. Dies entspricht bei einem Einfamilienhaus mit einem Pelletverbrauch von ca. 3,5 t/a einem Lagerraumvolumen von ca. 4 m<sup>3</sup>. Für Heizöl wäre bei gleicher Heizleistung ein jährlicher Verbrauch von knapp 2 m<sup>3</sup> Heizöl anzusetzen (Angaben nach BIZ 2001). Beim Lagern der Pellets sind die Brandschutzbestimmungen zu beachten. Die Lagerung von

Brennstoffen wird in Deutschland in der Verordnung über Feuerungsanlagen und Brennstofflagerung (FeuVO) geregelt. Diese FeuVO sind in jedem Bundesland individuell gestaltet. Da für Holzpellets in den FeuVOen keine speziellen Regelungen existieren, werden meist die Vorschriften für feste Brennstoffe angewendet. Allerdings gibt es hierfür keine einheitlichen Bestimmungen, weswegen die Anforderungen an Pellets-Lagerräume je nach zuständigem Schornsteinfeger sehr unterschiedlich aussehen können. In einigen Bundesländern existieren allerdings Ausnahmeregelungen für kleinere Lagermengen. So gelten in Bayern, Baden-Württemberg, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Thüringen für die Lagerung von Holzpellets keine Auflagen nach der jeweiligen FeuVO wenn die Höchstmenge von 15 t nicht überschritten wird, in Hessen, wenn die zugehörige Feuerstätte eine Leistung von weniger als 150 kW besitzt.

### ➤ **Austragungssysteme**

Damit die Holzpellets automatisch vom Lagerraum oder dem Vorratsbehälter in den Ofen gelangen, bedarf es eines Austragungssystems. Grundsätzlich gibt es drei verschiedene Varianten für automatische Austragungssysteme: die Raumdirektschnecke, die seelenlose Schnecke und Ansaugsysteme.

Die **Raumdirektschnecke** ist ein seitlich offenes, abgedecktes Schneckensystem, welches über eine Rückbrandsicherung verfügt. Für dieses Schneckensystem müssen Heiz- und Lagerraum direkt nebeneinander liegen. Außerdem erfordert ihre Verwendung den Einbau eines schrägen Bodens in den Lagerraum, was zu einem hohen Verbrauch an Raumvolumen führt. Um dieses Problem zu umgehen können zwei Schnecken miteinander kombiniert werden. Die Erste verläuft auf dem Boden des Lagerraumes und transportiert die Holzpellets zu einer zweiten, außerhalb des Raumes gelegenen Schnecke, die die Holzpellets dann dem Ofen zuführt. Die Zweite ist häufig eine sogenannte **seelenlose Schnecke**. Durch die Kombination zweier Schnecken kann eine Brückenbildung und somit die Gefahr eines Rückbrandes verhindert werden.

Eine Alternative für weitere Strecken ist ein **Ansaugsystem**, das die Pellets vom Lagerraum in den Vorratsbehälter hineinsaugt. Eine möglichst vollständige Entleerung des Lagerraums wird durch das Verlegen mehrerer Rohre im Lagerraum erreicht, in welche die Sauglanze abwechselnd geschoben werden kann.

### 3. Marktanalyse und Anlagenauswahl

Im ersten Schritt der Machbarkeitsstudie für ein Umweltzeichen für Holzpelletfeuerungen bis 50 kW wurde eine Marktanalyse durchgeführt. Diese liefert einen Überblick über Anlagenbestand, Hersteller und Verkaufszahlen von Holzpelletfeuerungen sowie eine Systematisierung der Anlagentypen. Die Marktanalyse bildet die Grundlage für die Auswahl der weiter zu betrachtenden Holzpelletfeuerungen, wobei neben Qualitätskriterien deren Marktrelevanz ein wichtiges Auswahlkriterium darstellt.

#### 3.1. Vorgehen

Die Marktanalyse im Bereich der Holzpelletfeuerungen bezieht vorhandene Erhebungen verschiedener Institutionen wie CARMEN e.V. (Centrales Agrar- Rohstoff- Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk) und bmvit (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Österreich) sowie im Internet verfügbare Informationen zu Herstellern ein. Diese wurden ergänzt durch zahlreiche leitfadengestützte Interviews mit Herstellern, Anbietern und Verbänden, wodurch ein umfangreiches Bild des jungen und schnelllebigen Marktes für Pelletfeuerungen entstand. Die Primärerhebung war notwendig, da trotz der Studien von CARMEN und des bmvit keine aktuellen und umfassenden Daten zu dem Markt für Holzpelletfeuerungen bis 50 kW in Deutschland existieren. Zudem ist der Markt für Holzpelletfeuerungen stark von politischen und anderen Rahmenbedingungen (Förderungsmöglichkeiten, Ölpreis, Ökosteuern etc.) abhängig. Da seit 1999 der Kauf von Kleinanlagen zur Verbrennung von Biomasse durch das Marktanreizprogramm zur Nutzung erneuerbarer Energien staatlich gefördert wird und der Ölpreis im Jahr 2000 stark anstieg, expandiert der Markt für Pelletfeuerungen seit 1999<sup>1</sup>. Unterstützt wird dieser Trend auch durch eine Ausweitung der Infrastruktur für Pellets und Pelletfeuerungen. Dies äußert sich auch in einer zunehmenden Anzahl von Anbietern sowie dadurch, dass inzwischen auch einige große Heizungshersteller Holzpelletfeuerungen in ihr Programm aufgenommen haben. Gleichzeitig wurden die Anlagen im Laufe der letzten Jahre verbessert.

Bei der Erhebung wurden ganz allgemein „Anbieter“ von Holzpelletfeuerungen recherchiert und befragt, d.h. sowohl Hersteller als auch Weiterverkäufer. Befragt wurden die Anbieter nach Verkaufszahlen von Holzpelletfeuerungen in Deutschland, Verkaufstrends, Bestandszahlen, der Anzahl der Anbieter, den Kunden, dem Vertriebsweg, dem Verkaufspreis und nach Einzelheiten zu den Bautypen. Mit dieser Untersuchung kann kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden, da der Markt zur Zeit sehr dynamisch ist.

Zusätzlich wurden Verbände und Organisationen zu ihrer Einschätzung zum Markt, zu Verkaufstrends, wichtigen Rahmenbedingungen und zu technischen Weiterentwicklungen befragt.

Auf der Basis einiger grundlegender Kriterien, die für die Vergabe eines Umweltzeichens gegeben bzw. erfüllt sein sollten, wird nachfolgend eine Eingrenzung des Untersuchungsbereiches vorgenommen (vgl. Hoffmann/Hirschl 2001).

---

<sup>1</sup> Im Juni 2001 wurden die Förderbedingungen verschlechtert, im März 2002 wieder leicht verbessert (s. Abschnitt 3.2.5.1).

Die Kriterien beziehen sich auf die Marktrelevanz der einzelnen Holzpelletfeuerungstypen:

- Verkaufszahlen: Bedeutung der Holzpelletfeuerungs-Typen gemessen an den Verkaufszahlen,
- Trend: stabile bis positive Verkaufsentwicklung,
- Anbieterzahl: Konkurrenzsituation, d.h. mehrere Anbieter vorhanden.

Dabei beschreiben diese Kriterien Aspekte, die idealerweise erfüllt sein sollten. Hierfür sind folgende Begründungen anzuführen: Mit dem Kriterium der Verkaufszahlen soll sichergestellt werden, dass es sich um ein serienreifes Marktprodukt und nicht um ein Pilot- oder Forschungsmodell handelt. Ausnahmen von dieser Bedingung erhalten Produkte, die als besonders zukunftssträftig erscheinen. Die Beachtung des Verkaufstrends erfasst derartige Tendenzen und ergänzt die erste Anforderung. Mit dem dritten Argument der Anbieterzahl sollen produktspezifische Angebots-Monopole ausgeschlossen werden. Im Zuge dieses Aspekts wird auch darauf geachtet, dass mindestens ein Hersteller aus Deutschland stammt, um die Wahrscheinlichkeit einer Zeichennahme zu erhöhen.

## 3.2. Der Markt für Pelletfeuerungen in Deutschland

### 3.2.1. Marktdaten aus der Literatur

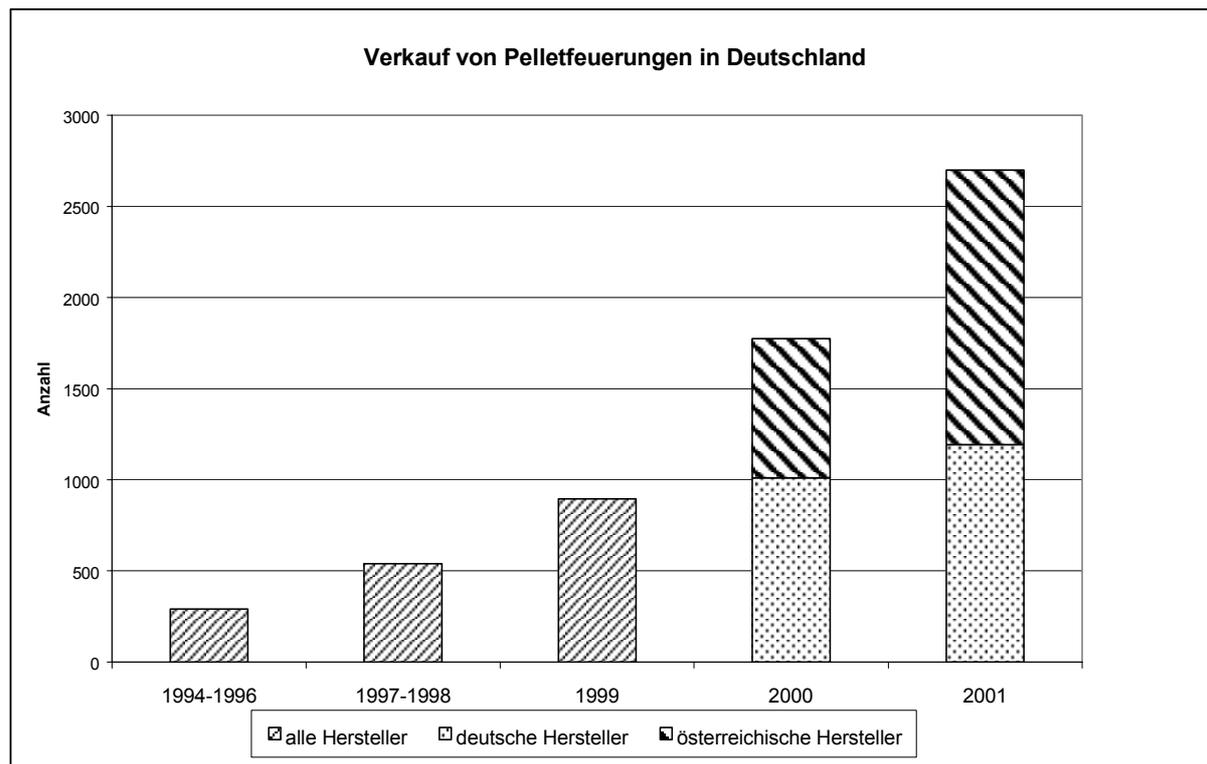
Zur Marktsituation bei Holzpelletfeuerungen in Deutschland liegen wenig Daten vor, u.a. deshalb weil es erst seit der Gründung des Deutschen Energie-Pellets-Verbandes und des Pelletsverbandes Deutschland im Frühjahr 2001 Interessensvertretungen für die Belange der Anbieter gibt. CARMEN e.V. hat von 1994 bis 2000 regelmäßig schriftliche Befragungen von Anbietern und Herstellern von Holzpellets und Pelletfeuerungen durchgeführt. Bei der letzten Befragung im Juli 2000 wurden in diesem Rahmen 82 Hersteller und Lieferanten von Pelletfeuerungen befragt, von denen 29 antworteten, davon 16 Hersteller und 13 Lieferanten.

**Tabelle 1: Anzahl der Hersteller von Pelletfeuerungen, die an der schriftlichen Umfrage von CARMEN e.V. teilnahmen**

Jahr	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Anzahl der Hersteller Deutschland	1	1	1	2	3	3	4
Anzahl der Hersteller Österreich	1	1	3	7	8	9	11
Anzahl der Hersteller Schweiz/Liechtenstein	0	0	0	0	0	1	1

Quelle: CARMEN 2000

CARMEN befragte die Hersteller zu Absatzgebieten und Verkaufszahlen. Von den elf österreichischen Herstellern gaben sieben an, Anlagen nach Deutschland zu exportieren. Auch der Hersteller aus der Schweiz/Liechtenstein exportiert nach Deutschland. Bei der Auswertung der Angaben zu den Verkaufszahlen wurden nur 20 Firmen berücksichtigt, um Dopplungen zwischen Vertrieb und Herstellern auszuschließen. Im Zeitraum von 1994 bis 1999 verkauften diese Hersteller insgesamt 6.475 Anlagen, davon 1.724 in Deutschland, wobei über die letzten Jahre ein starker Anstieg zu beobachten ist (s. Abbildung 4).

**Abbildung 4: Verkaufszahlen von Pelletfeuerungen in Deutschland<sup>2</sup>**

Quelle: CARMEN 2000

Von den in Deutschland verkauften Anlagen der von CARMEN e.V. befragten Unternehmen hatten 94% eine Nennleistung von unter 16 kW und lediglich 4 Anlagen eine Leistung von über 50 kW. Die auf dem deutschen Markt verkauften Anlagen sind zu rund 70% von deutschen Herstellern, 20% werden direkt aus Österreich importiert und die übrigen Anlagen werden von deutschen Lieferanten aus dem Ausland importiert. 70% der in Deutschland verkauften Anlagen waren in diesem Zeitraum Pelletöfen, größtenteils ohne Wassertasche.

Die Befragung durch CARMEN bietet ein recht umfassendes Bild von deutschen und österreichischen Herstellern. Krapf (1999) ging insgesamt von einer Gesamtzahl von 27 österreichischen und vier deutschen Herstellern im Jahr 1998 aus. In der Befragung fehlt allerdings vollständig der Import aus dem skandinavischen Raum, für den Krapf eine Anzahl von 14 schwedischen und 23 dänischen Herstellern (1998) angibt.<sup>3</sup>

Das bmvit hat 2000 eine Studie „Holzpellets in Europa“ veröffentlicht. Bestandteil dieser Studie ist eine Betrachtung der Barrieren einer Marktausweitung bei Holzpelletfeuerungen. Als Haupthindernis für eine Ausweitung des Pelletmarktes sieht das bmvit dabei den Mangel an Informationen, und zwar sowohl bei den Konsument/-innen als auch bei den Händler/-innen und Installateur/-innen. Daneben sind auch Kommunikationsprobleme zwischen verschiedenen Handwerkssparten, infrastrukturelle Mängel beim Angebot der Pelletheizungen, Probleme bei der Umstellung von anderen Heizungssystemen, sowohl aufgrund der Veränderung von Gewohnheiten als auch aufgrund fehlender Installatio-

<sup>2</sup> Zahlen für 2000 und 2001 sind Schätzungen der Hersteller

<sup>3</sup> Dies kann an einer tatsächlichen Bedeutungslosigkeit dieser Anbieter auf dem gesamten deutschen Markt liegen oder daran, dass CARMEN seine Arbeit auf den süddeutschen Raum konzentriert, in dem der Import aus den skandinavischen Ländern weniger Bedeutung als im norddeutschen Raum haben könnte.

nen im Haus, Hindernisse für die Marktverbreitung. Ein weiteres Hindernis kann je nach Preislage die Wirtschaftlichkeit sein. Neben den Brennstoffkosten müssen auch die hohen Investitionskosten von Pelletfeuerungen beachtet werden, wobei hierfür in Deutschland Fördermöglichkeiten existieren. Das bmvit ist der Meinung, dass diese nicht-technischen Barrieren den größten Einfluss auf den Pelletmarkt haben. Allerdings sieht es auch weiterhin technische Hindernisse für eine weitere Marktverbreitung: die Qualität der Pellets ist teilweise schlecht, aufgrund nicht-fachgerechten Transports zu den Kund/-innen werden Pellets beschädigt, bei falscher Lagerung bei den Kund/-innen kann es zu hohen Staubbelastungen kommen. Verbesserungsfähig sind auch die Austragungs- und Feuerungssysteme sowie der Service seitens der Hersteller.

### **3.2.2. Exkurs: Pelletfeuerungen mit Nennwärmeleistungen über 50 kW**

In Deutschland konzentriert sich der Markt auf Pelletheizungen für Ein- und Mehrfamilienhäuser (bmvit 2000). In Schweden hingegen werden Holzpellets auch in mittelgroßen Kesselanlagen (500 kW bis 4 MW) und in großen Fernheizwerken eingesetzt. Bei den Fernheizwerken handelt es sich meist um Staubbrenner, sodass die Pellets lediglich als Transport- und Lagerform verwendet werden. Die Kesselanlagen sind in der Regel nicht speziell für die Verbrennung von Pellets entwickelte Retorten- oder Stokerfeuerungen. CARMEN ermittelte in seiner Befragung für den Zeitraum von 1994 bis 1999 in Deutschland lediglich vier verkaufte Anlagen mit einer Leistung von mehr als 50 kW, in Österreich waren es immerhin 62 Anlagen. An einem Mangel an Anlagenherstellern kann die geringe Anzahl verkaufter Anlagen nicht liegen, da allein das bmvit zehn Anlagenhersteller im Leistungsbereich von über 50 kW auf dem deutschen Markt benennt. Davon bieten sieben Anlagen mit einer Nennleistung von 50 bis 200 kW an, zwei mit bis zu 500 kW und einer sogar bis 800 kW. CARMEN (2000) geht davon aus, dass es sich im Leistungsbereich über 50 kW bisher vor allem um Anlagen handelt, die neben Hackgut auch Pellets verbrennen können. Größere Pelletanlagen lohnen sich derzeit in Deutschland (und auch in Österreich) aufgrund der im Vergleich zu Schweden hohen Pelletpreise nicht. In diesem Leistungsbereich konkurrieren insbesondere Hackschnitzel, die kostengünstiger und (noch) einfacher verfügbar sind, mit Pellets (bmvit 2000). Krapf (1999) hält momentan in Deutschland größere Biomassheizwerke (über 100 kW) mit Pelletfeuerung nicht für sinnvoll, da es zum einen kostengünstigere biogene Festbrennstoffe gibt, und zum anderen der geringere Lagerplatzbedarf der Pellets in diesem Bereich die Nachteile aufgrund des Energieverbrauches für den Pressvorgang nicht aufwiegen kann. Haas und Hackstock (1998) sehen eine sinnvolle Möglichkeit in dem Einsatz von Biomassepellets in Großanlagen in Gebieten, in denen es keine regionalen biogenen Brennstoffe gibt. Gute Chancen räumt die Studie des bmvit Pelletanlagen in Mikronetzen ein, also kleinen Fernwärmeversorgungsnetzen in dichter besiedelten Gebieten, da hier die Vorteile durch die einfachere Lagerung und Beschickung und die dadurch geringeren Investitionskosten und den störungsfreieren Betrieb, überwiegen können.

### 3.2.3. Herstellerbefragung

#### 3.2.3.1. Verkaufszahlen und Marktstruktur

Im Rahmen der durchgeführten Marktanalyse wurden insgesamt (nach Abzug der Doppelungen) Daten über Holzpelletfeuerungen von 16 Herstellern aus Österreich und 9 Herstellern aus Deutschland sowie jeweils eines Herstellers aus Italien, Liechtenstein, Schweden, Finnland, Dänemark und Tschechien erhoben. Unter Herstellern werden auch Betriebe gefasst, die von anderen Firmen für sich und unter ihrem Namen Anlagen ganz oder teilweise herstellen lassen. Insgesamt wurden somit 31 Hersteller befragt, von denen Informationen zu 38 verschiedenen Bautypen erhoben wurden.<sup>4</sup>

Alle folgenden Angaben beziehen sich auf Zahlen für das Jahr 2001. Die Markterhebung wurde im Frühsommer 2001 durchgeführt, hierbei wurden Prognosewerte für die Verkaufszahlen in 2001 erhoben. Da sich in der Zwischenzeit die Förderbedingungen für Pelletfeuerungen verschlechtert haben (vgl. Abschnitt 3.2.5.1), wurde Anfang 2002 eine Nacherhebung durchgeführt, hierbei ergaben sich zum Teil deutliche Abweichungen von den Prognosewerten.<sup>5</sup>

Von den 16 österreichischen Herstellern machten drei keine Angaben zu ihren Verkaufszahlen nach Deutschland. Die restlichen 13 Hersteller aus Österreich verkaufen zusammen gut 3.000 Anlagen im Jahr nach Deutschland. Dabei verteilen sich die Verkaufszahlen wie folgt

- ein Hersteller mit über 500 verkauften Anlagen
- acht Hersteller zwischen 100 und 500 Anlagen
- vier Hersteller mit jeweils deutlich unter hundert Anlagen

Der überwiegende Anteil der österreichischen Hersteller produziert Kellerzentralheizungen, nur zwei ausschließlich Pelletöfen.

Von den neun Herstellern aus Deutschland gaben fünf an zusammen knapp 2.000 Feuerungen im Jahr verkauft zu haben. Von den deutschen Herstellern stellen zwei ausschließlich Pelletöfen her.

Die Hersteller aus den übrigen Ländern verkaufen insgesamt gut 200 Anlagen jährlich nach Deutschland. Der schwedische und der finnische Hersteller produzieren dabei die im skandinavischen Raum üblichen Pelletbrenner. Der italienische Hersteller verkauft Pelletöfen, die Hersteller aus Liechtenstein, Tschechien und Dänemark verkaufen Pelletzentralheizungen.

In der Summe ergab die Erhebung eine Gesamtverkaufszahl von über 5.000 Pelletanlagen im Jahr 2001 in Deutschland, davon sind etwa die Hälfte Pelletöfen. Diese Zahl liegt deutlich über dem von CARMEN e.V. ermittelten Wert für 2001 (s. Seite 15), dem allerdings lediglich Daten von 20 Herstellern zugrunde liegen. An der Gesamtzahl der jährlich in Deutschland verkauften Heizungsanlagen haben Pelletfeuerungen noch einen sehr kleinen Anteil.

Die befragten Hersteller vertreiben ihre Feuerungen größtenteils über Heizungsinstallateure, teilweise über Zwischenhändler. Lediglich vier Hersteller verkaufen ihre Anlagen direkt und sechs verkaufen

---

<sup>4</sup> Von fünf Herstellern, darunter drei deutschen, konnten keine Angaben zu Verkaufszahlen gemacht werden, da ihre Anlagen gerade erst auf den Markt kommen bzw. gekommen sind.

<sup>5</sup> Während die Erhebung in 2001 noch eine Gesamtzahl von etwa 7.000 verkauften Anlagen ergab, kommt die Nacherhebung auf knapp 5.000 verkaufte Anlagen.

ihre Anlagen über den (Groß-)Handel. Zwei Hersteller machten keine Angaben zu ihren Vertriebswegen.

Die Kunden von Holzpelletanlagen bis 50 kW sind vorwiegend (deutlich über 90%) Privatpersonen, insbesondere Besitzer von Ein- und Zweifamilienhäusern. Gewerbliche Kunden und Besitzer von Mietshäusern spielen aber ab 30 kW zunehmend eine Rolle.

### 3.2.3.2. Anlagenvarianten

Die befragten Hersteller produzieren in der Regel jeweils ein bis zwei verschiedene Bautypen in der untersuchten Leistungsklasse bis 50 kW. Die folgenden Anlagenspezifika beziehen sich auf die 38 verschiedenen Bautypen (von 31 Herstellern), zu denen Daten erhoben wurden.

#### ➤ Brennstoff

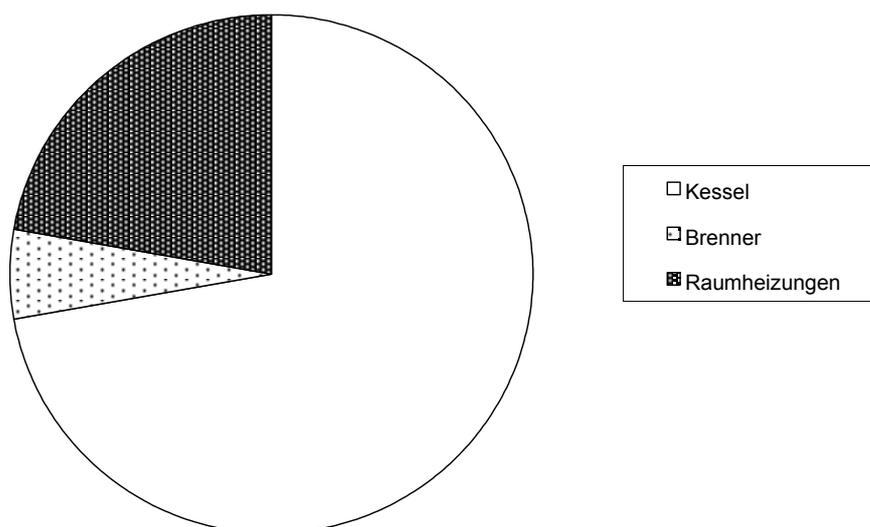
Von diesen Anlagen können 18 Typen mit weiteren Brennstoffen betrieben werden, sechs davon allerdings lediglich im Notbetrieb mit Stückholz. Von den zwölf echten Kombinationsanlagen können nach Angaben der Hersteller elf mit Stückholz, drei mit Holzhackschnitzeln und eine mit Getreide betrieben werden. Zwei weitere Hersteller gaben an, dass ihre Pelletkessel gerade für den Betrieb mit Getreide getestet würden. Bei den Kombinationsgeräten handelt es sich um Heizkessel.

#### ➤ Anlagenarten

Acht der Bautypen (von sechs verschiedenen Herstellern) sind Pelletöfen. Fünf der Pelletöfen haben dabei die Möglichkeit zur Warmwassererzeugung und können somit auch als Zentralheizungen (kleinere Häuser oder Passivhäuser) benutzt werden. Diese fünf Anlagen haben eine maximale Leistung von 6 bis 12,8 kW.

Zwei der Bautypen (von zwei Herstellern) der insgesamt 38 Bautypen gehören zu den Brennern.

**Abbildung 5: Anteil der unterschiedlichen Heizungsarten an den erhobenen Bautypen**



Die Leistung der 26 untersuchten Kellerzentralheizungen (Pelletkessel, von 23 verschiedenen Herstellern) beginnt bei 10 kW und geht bis 215 kW. Sie werden dabei im untersuchten Bereich bis 50 kW oft in mehreren Leistungsklassen angeboten. Besonders häufig sind die Leistungsklassen bis 15 und 25 kW. Die 15 kW-Anlagen liegen meist knapp unter 15 kW, da Holzfeuerungsanlagen mit weniger als 15 kW Nennleistung in Deutschland nach der 1.BImSchV von Abgasmessungen befreit sind.

➤ **Feuerungssystem**

Bezüglich des Feuerungssystems ist die Einwurffeuerung am weitesten verbreitet: 22 der Bautypen arbeiten mit diesem System. 13 Bautypen arbeiten mit einer Unterschubfeuerung. Bezogen auf die angegebenen Verkaufszahlen ist der Abstand nicht so deutlich: es werden jährlich ca. 1.800 Anlagen mit Unterschubfeuerung und 3.400 mit Einwurffeuerung neu installiert. Hierbei lässt sich weder bei den deutschen, noch bei den österreichischen Herstellern eine Konzentration auf ein bestimmtes Feuerungssystem beobachten. Auffällig ist jedoch, dass alle acht Pelletöfen mit einer Einwurffeuerung arbeiten. Neben diesen verbreiteten Feuerungsverfahren produziert ein Hersteller eine Anlage mit Vorschubrostverfahren, einer verwendet ein Jet-Brenner-Verfahren und einer ein Verfahren mit Flammrohr.

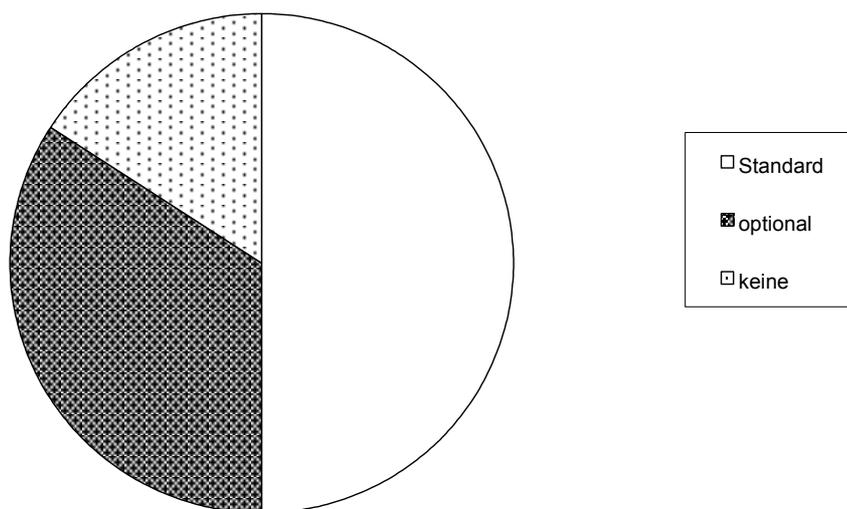
Die Beschickung der Anlagen erfolgt bei einem großen Teil von oben. Lediglich acht werden von unten und sechs von der Seite beschickt.

➤ **Automatisierungsgrad**

Die regelmäßige Reinigung der Wärmetauscher ist Voraussetzung für einen dauerhaft effizienten Betrieb. Eine automatische **Wärmetauscherreinigung** ist in elf Anlagen vorhanden, in fünf optional. Sieben verfügen über eine halbautomatische (mit Hebel von außen) und 15 haben keine automatische Wärmetauscherreinigung. Unter den Anlagen ohne automatische Wärmetauscherreinigung sind alle untersuchten Pelletöfen und Pelletbrenner sowie zusätzlich fünf Pelletkessel.

Lediglich bei sechs Bautypen, alles Pelletöfen, ist keine automatische **Raumaustragung** aus einem Vorratsraum oder externen Wochen-/Monatsbehälter möglich. Bei 19 Typen ist eine automatische Raumaustragung Standard, bei 13 optional (s. Abbildung 6). Die Raumaustragung ermöglichen 20 Hersteller über eine Raumdirektschnecke, 20 Anbieter über ein Ansaugsystem und zwölf über eine seelenlose Schnecke, wobei die meisten mehrere Fördermöglichkeiten anbieten und diese auch kombiniert werden können.

**Abbildung 6: Bautypen mit optionaler oder standardmäßiger automatischer Raumaustragung**



Über eine automatische Entaschung verfügen 14 Anlagen, wobei diese bei dreien optional ist. Eine halbautomatische Entaschung durch manuelle Bedienung haben weitere sechs Anlagen. 17 Anlagen verfügen nicht über eine automatische Entaschung, darunter sind alle Pelletöfen. Bei manueller Reini-

gung muss der Rost regelmäßig mit einem Staubsauger oder einer Bürste entascht werden (vgl. BIZ 2002).

### **3.2.4. Marktentwicklung**

Ergänzend zu den Herstellern wurden verschiedene Experten aus Verbänden und Informationsstellen befragt. Sie sehen auf dem Markt für Pelletfeuerungen sowohl einen Anstieg bei der Nachfrage als auch beim Angebot. Als Faktoren, die diesen Anstieg begünstigen, benennen die Experten die Förderprogramme, steigende Primärenergiepreise, Medienberichte, die den Bekanntheitsgrad erhöht haben, die bessere Verfügbarkeit der Holzpellets und den Trend zu Niedrigenergiehäusern und Wärmedämmung, welcher Heizsysteme mit geringer Wärmeleistung begünstigt. Hemmnisse für die Marktausweitung sind hingegen Vorbehalte gegen feste Biomasse in der Bevölkerung, der geringe Bekanntheitsgrad der Pellets, die z.T. sehr uneinheitliche Pelletqualität, Unsicherheiten bei der Pelletbeschaffung und die hohen Kosten der Pelletheizungen.

Auch die Anbieter wurden zu den Entwicklungen auf dem Markt für Holzpelletfeuerungen befragt. Die Einschätzungen gehen hierbei weit auseinander und widersprechen sich häufig. Bezüglich des Feuerungssystems betrachtet jeweils ein Hersteller die Einwurf- und die Unterschubfeuerung als zukunftsfähigeres System, einer die Retorte und einer den Schalenbrenner. Chancen auf dem zukünftigen Markt werden von sechs Befragten den Pelletöfen, von fünf den Zentralheizungskesseln im Bereich bis 25 kW und von dreien den mittelgroßen Pelletkesseln mit 50 bis 200 kW für kommunale Einrichtungen gegeben. Bezüglich der Brennstoffe sehen vier Hersteller im reinen Pelletkessel die Zukunft, zwei in kombinierten Anlagen mit Stückholz, zwei in einer Kombination von Pelletheizungen mit regenerativen Energien (insbesondere Solaranlagen) und zwei in neuen biogenen Brennstoffen wie Stroh, Hanf und Getreide.

Als notwendige Weiterentwicklungen wurden eine Verbesserung und Flexibilisierung der Austragungssysteme, eine Unit aus Kessel und Speicher, eine Verringerung der Reinigungsintervalle auf Kundenseite insbesondere bei Raumheizungen, die Hochtemperaturverbrennung, die Erhöhung der Wirkungsgrade hin zur Brennwerttechnik und die Trennung der Primär- und Sekundärluftzuführung genannt.

### **3.2.5. Kosten von Holzpelletfeuerungen**

Pelletkessel mit automatischer Raumaustragung kosten je nach Leistungsgröße zwischen 7.670 und 15.340 € (s. Tabelle 2). Bei diesen Daten handelt es sich um Angaben der Hersteller, die neben dem Kesselpreis und den Kosten der Raumaustragung in unterschiedlichem Umfang die weiteren Kostenpunkte (Wärmenetz, Abgassystem, Lagerraum etc.) und Mehrwertsteuer beinhalten. Die großen Preisunterschiede kommen auch durch die unterschiedlichen Austragungssysteme zustande. Nicht berücksichtigt sind hier die Kosten für Installation und Montage.

**Tabelle 2: Verkaufspreise von Pelletheizkesseln (inklusive Raumaustragung)**

	Kessel 15 kW	Kessel 25 kW	Kessel 30/35 kW	Kessel 40/50 kW
Durchschnittspreis [€]	9.360	10.020	11.250	12.020
Niedrigster Preis [€]	7.670	8.690	9.720	10.230
Höchster Preis [€]	11.760	11.760	15.340	15.340
Stichprobengröße	14	9	6	4

Einige befragte Hersteller gaben nur den Preis für den Pelletkessel (ohne Raumaustragung) an. Diese kosten, abhängig von der Leistungsklasse, zwischen 6.140 und 8.180 €. Die Preise für Pelletöfen hängen vor allem davon ab, ob es sich um reine Luftheizungen handelt, oder ob eine Wassertasche integriert ist (s. Tabelle 3).

**Tabelle 3: Verkaufspreise für Pelletkessel bzw. -öfen ohne Raumaustragung**

	Kessel 15 kW	Kessel 25/30 kW	Raumheizer Luft	Raumheizer Wasser
Durchschnittspreis [€]	7.010	7.540	3.480	5.370
Niedrigster Preis [€]	6.140	7.160	2.560	4.090
Höchster Preis [€]	7.670	8.180	4.350	7.160
Stichprobengröße	7	4	8	5

### 3.2.5.1. Förderprogramme

Anlagen zur Verfeuerung von fester Biomasse kann im Rahmen des Marktanreizprogramms zur Nutzung erneuerbarer Energien nach der „Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien vom 23. März 2002“ ein Bundeszuschuss gewährt werden. Die Bewilligungsbehörde für diesen Zuschuss ist das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle.

Die Förderbedingungen für Pelletanlagen wurden dabei im Juni 2001 deutlich verschlechtert und haben sich mit der Änderung im März 2002 wieder etwas verbessert.<sup>6</sup> Die Errichtung von automatisch beschickten Anlagen zur Verheizung von Biomasse wird ab einer Nennwärmeleistung von 3 kW gefördert, Anlagen unter 50 kW allerdings nur, wenn es sich um Zentralheizungsanlagen handelt (keine Einzelfeuerstätten). Holzpelletfeuerungen werden durch dieses Förderprogramm mit 55 € je kW installierter Nennwärmeleistung, mindestens jedoch mit 1.500 € je Einzelanlage, gefördert.<sup>7</sup>

Das Land Hessen hat als einziges Bundesland ein spezielles Förderprogramm für Pelletfeuerungen und fördert die Errichtung von „kleineren Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse in Form von Holzpellets (Pellet-Zentralheizungen)“. Antragsberechtigt sind hierbei vor allem kommunale Einrichtungen, nicht jedoch private Hausbesitzer. Für marktgängige Pelletfeuerungen zur zentralen Wärmeversorgung, die Holzpellets nach DIN 51731 oder ÖNORM M 7135 verfeuern, kann ein Zuschuss von bis zu 30% der Investitionskosten, maximal jedoch 10.230 €, gewährt werden.

<sup>6</sup> Bis Juni 2001 wurden auch händisch beschickte Anlagen (mit 41€/kW) gefördert und automatisch beschickte Biomassefeuerungen wurden mit 61 €/kW, mindestens jedoch 2045 €, gefördert. Im Zeitraum Juni 2001 bis 2002 betrug die Förderung lediglich 51 €/kW, bei höchstens 2045 € je Einzelanlage.

<sup>7</sup> Voraussetzung für den Mindestbetrag ist ein Wirkungsgrad von mindestens 90%.

### 3.2.5.2. Kostenvergleich

Die Kosten für Holzpelletfeuerungen setzen sich aus den Investitionskosten und den Betriebskosten zusammen. In der folgenden Tabelle sind diese Kosten genauer aufgeschlüsselt und werden mit verschiedenen Heizungssystemen für einen Neubau gegenübergestellt. Die Annahmen zu den jährlich entstehenden Kosten und den Investitionskosten wurden dabei von BIZ (2001) übernommen. Da sich in der Zwischenzeit die Förderbedingungen für die Pelletheizungen geändert haben, wurden diese Daten aktualisiert und die kapitalgebundenen Kosten neu berechnet. Die übrigen Daten wurden unverändert von BIZ (2001) übernommen.

**Tabelle 4: Jährlich anfallende Gesamtkosten verschiedener Zentralheizungssysteme in einem Einfamilienhaus (Neubau)<sup>8</sup>**

	Einheit	Pellets	Scheitholz	Erdgas	Heizöl
<b>Investitionskosten</b>					
Wärmeerzeuger	€	8.692	4.090	3.170	3.579
Speicher	€	1.278	1.278	869	869
Lagerung/Tank/Gasanschluß	€	3.016	767	1.917	2.045
Schornstein/Abgasleitung	€	1.790	1.790	1.023	1.790
Gas-/Elektroinstallation	€	511	511	256	256
Hausinterne Verteilung	€	3.323	3.323	3.323	3.323
Summe	€	18.610	11.759	10.558	11.862
Förderung	€	-1.500	-	-	-
<b>Summe Investitionen</b>	<b>€</b>	<b>17.110</b>	<b>11.759</b>	<b>10.558</b>	<b>11.862</b>
<b>Kapitalgebundene Kosten<sup>9</sup></b>	<b>€/a</b>	<b>1.240</b>	<b>852</b>	<b>765</b>	<b>860</b>
<b>Jahreswärmebedarf</b>					
Heizung+Warmwasser	MWh	16	16	16	16
Anlagenwirkungsgrad	%	92	87	100	92
<b>Jahresbrennstoffbedarf</b>	<b>MWh</b>	<b>17,4</b>	<b>18,4</b>	<b>16</b>	<b>17,4</b>
<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b>					
Grundpreis	€/a	0	0	124	0
Brennstoffpreis <sup>10</sup>	Cent/kWh	3,5	3,2	4,6	4,1
<b>Summe verbrauchsgeb. Kosten</b>	<b>€/a</b>	<b>605</b>	<b>578</b>	<b>950</b>	<b>711</b>
<b>Betriebsgebundene Kosten</b>					
Wartung/Reinigung/Instandhaltung	€/a	230	230	153	179
Schornsteinfeger/Kehrkosten	€/a	102	102	51	51
Versicherung	€/a	0	0	0	61
Hilfsenergie <sup>11</sup>	€/a	49	26	26	31
<b>Summe betriebsgeb. Kosten</b>	<b>€/a</b>	<b>381</b>	<b>358</b>	<b>230</b>	<b>322</b>
<b>Jährliche Gesamtkosten (netto)</b>	<b>€/a</b>	<b>2.226</b>	<b>1.788</b>	<b>1.945</b>	<b>1.893</b>

Quelle: in Anlehnung an BIZ (2001)

<sup>8</sup> Heizleistung 10 kW, bzw. bei Scheitholz 15 kW

<sup>9</sup> Die kapitalgebundenen Kosten wurden mittels Annuitätenmethode in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 berechnet; es wurde eine Nutzungsdauer von 15 Jahren und ein Zinssatz von 6% angenommen.

<sup>10</sup> Annahme: Pellets 174 €/t, Scheitholz 42 €/Rm, Erdgas 4,6 ct/kWh, Heizöl 0,4 €/l (BIZ 2001).

<sup>11</sup> Aufgrund der Angaben aus der Herstellerbefragung (vgl. Abschnitt 4.2.2.2) ergibt sich, dass dieser Wert zu hoch liegt. Auf Basis der Befragungsergebnisse ergibt sich ein Wert von etwa 18 € pro Jahr. Da für die übrigen Heizanlagen jedoch keine aktuellen Angaben vorliegen, werden die Daten von BIZ (2001) übernommen.

Diese Berechnung zeigt, dass die Holzpelletheizung das teuerste der verglichenen Heizsysteme ist. Zu diesem Ergebnis kommt auch Krapf (2001), der bei dem Vergleich verschiedener Heizsysteme für ein Einfamilienhaus (Jahreswärmebedarf 20 MWh) zu jährlichen Kosten von 2.194 € bei Pellets, 1.326 € bei Scheitholz, 1.524 € bei Erdgas und 1.703 € bei Heizöl kommt. Die höheren Investitionskosten werden im Verlauf von 15 Jahren nicht durch die niedrigeren Brennstoffkosten aufgewogen.

Um die Wirtschaftlichkeit von Pelletanlagen zu verbessern, wären erhebliche Verringerungen der Anlagenkosten notwendig, die aufgrund der geringen Stückzahlen erst mittel- bis langfristig zu erwarten sind. Auch durch einen weiteren Anstieg der Brennstoffkosten für fossile Rohstoffe bzw. eine Verringerung der Pelletskosten durch wachsende Produktionskapazitäten und Lerneffekte kann sich die Wirtschaftlichkeit verbessern. Die deutlichen Kostenunterschiede im Vergleich zu Scheitholzheizungen liegen auch darin begründet, dass bei der Scheitholzheizung keine Monetarisierung der Eigenarbeit für das Holzhacken und den Betrieb der Anlage vorgenommen wird.

### 3.3. Der Holzpelletmarkt in Deutschland

#### Literaturdaten

Der Holzpelletmarkt in Deutschland ist hinsichtlich der Anzahl an Herstellern und der Produktionskapazität sehr dynamisch, verlässliche und kohärente Daten existieren bisher kaum. Während das bmvit (2000) Anfang 2000 zu einer Anzahl von sechs auf Holzpellets spezialisierten Herstellern in Deutschland sowie weiteren geplanten Anlagen kam, geht Krapf für das Jahr 2000 von einer Gesamtzahl von 10 Pelletherstellern aus. Zu der Pelletproduktionskapazität in Deutschland liegt lediglich die Schätzung der Rhön-Forstconsulting (2002) von 100.000 t im Jahr nach Beendigung der laufenden Anlagenerrichtungen vor. CARMEN (2000) führte 2000 eine Erhebung bei Pelletherstellern und Lieferanten durch. Die acht befragten deutschen Pellethersteller gaben hierbei zusammen eine Produktionskapazität von 40.000 t im Jahr an. In den nächsten zwei bis drei Jahren werden nach Ansicht der Seeger Engineering (2002) in Deutschland, Österreich, Frankreich und Belgien ca. 400.000 bis 500.000 t/a an neuen Produktionskapazitäten geschaffen.

Der Vertrieb der Pellets findet direkt durch die Hersteller, über Brennstoffhändler und durch Händler und Hersteller von Feuerungsanlagen statt (CARMEN 2000). Als übliche Gebindegrößen für die Vermarktung wurden bei der Erhebung Säcke, BigBags und die lose Zustellung ermittelt. Säcke gibt es v.a. mit 15 oder 25 kg. BigBags, welche v.a. von deutschen Lieferanten vertrieben werden, haben nach Angaben des bmvit meist 1 bis 1,5 m<sup>3</sup> Inhalt und werden bevorzugt beim Verkauf der Pellets an Wiederverkäufer verwendet. Für den Transport zum Endverbraucher eignen sie sich nur bedingt, da sie mit einem Stapellader oder ähnlichem bewegt werden müssen. Die Zustellung loser Ware erfolgt mit Tankwagen über eine pneumatische Befüllung der Lagerräume. Hierbei ist laut bmvit (2000) zu beachten, dass die Befüllung der Lagerräume beim Kunden sauber und ohne Beschädigung der Pellets erfolgen sollte.

Sowohl das bmvit als auch CARMEN e.V. haben die Preise für Holzpellets in Deutschland untersucht. Nach Angaben des bmvit (2000) bewegen sie sich um die 130 €/t bei Großeinheiten und 200 €/t bei Kleinpackungen und Kleinmengen. Als Preise für 15 kg Säcke benennen sie 180 €/t, für BigBags 160 €/t und für lose Pellets bei Abnahmemengen über 3 t etwa 150 €/t. Ausgehend von einem mittleren Brennstoffpreis von 160 €/t Pellets berechnet das bmvit damit Brennstoffkosten von 3,55 ct/kWh für die Wärmebereitstellung. CARMEN (2000) nennt als durchschnittliche Preise für Pellets lose frei Haus

150 €/t, wobei die Verkaufspreise zwischen 120 und 180 €/t liegen, und für Sackware in 25 kg Säcken bei Einzelkauf 260 €/t.

### Befragungsergebnisse

Über die Literatur sowie CARMEN und den Deutschen Energie-Pellet-Verband wurden die Adressen von 23 Holzpelletherstellern in Deutschland erfasst.<sup>12</sup> Diese wurden telefonisch kontaktiert.<sup>13</sup> Die folgenden Daten beruhen auf den Angaben von zwölf befragten Holzpelletherstellern in Deutschland.

Von den befragten Herstellern sind vier im Bereich Grünfütteretrocknung tätig, zwei produzieren Tier-einstreu, einer Faserstoffprodukte, einer Tiernahrung, einer ist Zentralheizungsmonteur, einer ist im Bereich Fertighausbau tätig, einer stellt ausschließlich Biobrennstoffe her und einer hat sich auf die Herstellung von Holzpellets spezialisiert und vertreibt seit Juni 2001 zusätzlich auch Pelletfeuerungen. Ein Hersteller produziert bereits seit 1993 Holzpellets, drei seit 1998, vier seit 1999, zwei seit 2000 und zwei seit 2001. Zwei Hersteller nutzen ihre eigenen Reststoffe zur Pelletherstellung, die anderen Hersteller beziehen ihren Rohstoff von Holzverarbeitenden Betrieben, in der Regel von mehreren.

Die produzierten Pellets haben überwiegend einen Durchmesser von 6 mm und eine Länge von unter 30 mm bzw. unter 40 mm, einige Hersteller produzieren Pellets mit einem Durchmesser von 8 bis 10 mm.

Zu den Produktionskapazitäten und dem jährlichen Absatz machte nur ein Teil der Hersteller Angaben. So haben sieben Hersteller zusammen eine jährliche Produktionskapazität von rund 100.000 t, wobei ein Hersteller in Schweden produziert und nur einen Teil seiner Produktion nach Deutschland importiert. Die Kapazitäten sind durch Anlagenneubauten erst in letzter Zeit noch mal stark angestiegen, weswegen sich die Absatzzahlen schlecht mit den Produktionskapazitäten vergleichen lassen. Zusammen mit den geplanten 35.000 t haben die befragten Hersteller bis Ende des Jahres 2001 zusammen eine Produktionskapazität von rund 135.000 t. Sieben der Hersteller gaben ihre jährlichen Absatzmengen an. Diese Hersteller setzen zusammen rund 25.000 t in Deutschland ab, was bei einem mittleren Heizwert von 4,9 kWh/kg Pellet einer Feuerungswärmemenge von 122.500 MWh entspricht.

Der Verkauf der Pellets erfolgt bei zehn Herstellern als Direktverkauf, bei sechs davon ist dies der einzige Vertriebsweg. Drei Pellethersteller verkaufen an Großhändler, ein Hersteller verkauft über Brennstoffhändler und zwei über Kesselhändler. Ein Hersteller hat einen Eigenvertrieb. Fünf Betriebe vertreiben ihre Pellets bundesweit, einer zusätzlich in den Benelux-Ländern, zwei lediglich im süddeutschen Raum, einer in Norddeutschland und Skandinavien und vier im Nahbereich (ca. 100 km).

Verkauft werden die Pellets von zehn der zwölf Hersteller als Sackware, wobei die Säcke je nach Hersteller 15, 20, 25 oder 40 kg schwer sind. Acht Hersteller verkaufen BigBags mit 500 bis 1.100 kg Pellets. Bei elf Herstellern können die Pellets lose bezogen werden, wobei die Betriebe teilweise Spezifikationen nutzen, da nicht alle über einen eigenen Tankwagen verfügen.

---

<sup>12</sup> Anbieterverzeichnisse z.B. unter [www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de) oder [www.pelletverband.de](http://www.pelletverband.de)

<sup>13</sup> Dabei stellte sich heraus, dass darunter sechs lediglich mit Holzpellets handeln, wovon ein Händler perspektivisch eine Produktion aufbauen will und drei ab Herbst 2001 mit einer Produktionskapazität von zusammen 35.000 t im Jahr mit der Herstellung beginnen werden. Ein Hersteller ist inzwischen in Konkurs gegangen, bei drei weiteren waren die Kontaktdaten nicht mehr aktuell. Von den dreizehn erreichten Holzpelletherstellern hatte einer kein Interesse an der Befragung teilzunehmen.

Eine genaue Preisangabe bei Pellets ist schwierig, da der Preis oft abhängig von der abgenommenen Menge, der Lieferentfernung und dem Rohstoff ist. In der folgenden Tabelle wird dennoch versucht, die Preisspanne mit Hilfe der Preisangaben von vier Herstellern darzustellen.

**Tabelle 5: Preise für Pellets abhängig von der Verpackung (Ergebnisse der eigenen Umfrage)**

	<b>Sackware</b>	<b>BigBags</b>	<b>Lose Ware</b>
Preis ohne Lieferung	160-210 €/t	120-140 €/t	120-150 €/t
Preis mit Lieferung	bis zu 250 €/t	bis zu 220 €/t	bis zu 190 €/t

Die Marktentwicklung bei Holzpellets schätzen sieben der befragten Hersteller positiv ein, lediglich einer negativ. Als Probleme benennen die Hersteller die teilweise ungenügende Qualität von Pellets auf dem Markt, die das Image verschlechtert sowie logistische Probleme bei der Auslieferung der losen Ware per Tankwagen. Als Hemmnisse werden auch die teilweise überhöhten Preise der Pelletheizungen sowie die überhöhten Rohstoffkosten der Späne in einigen Teilen Deutschlands genannt.

### 3.4. Eingrenzung des Geltungsbereichs

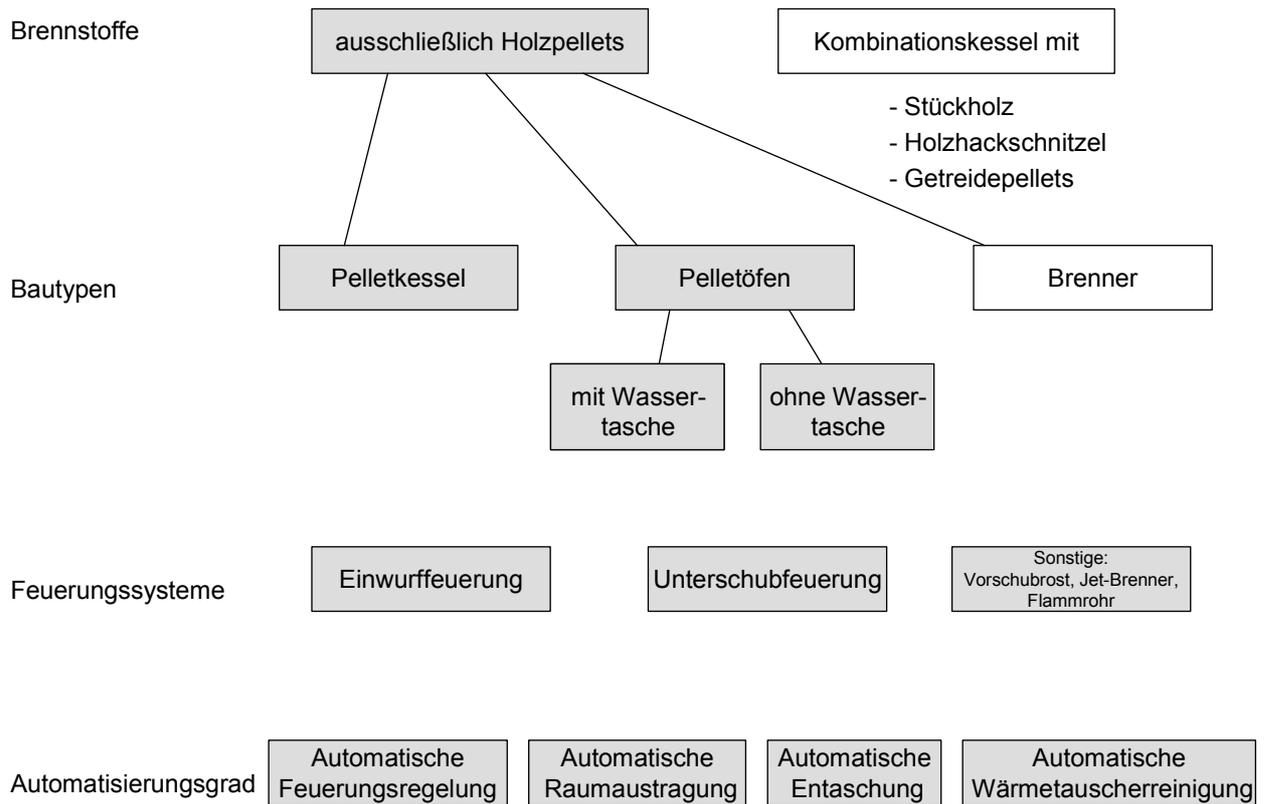
Auf der Basis der erhobenen Daten lässt sich eine Eingrenzung des Geltungsbereiches des Umweltzeichens vornehmen. Dabei werden zum einen Qualitätsanforderungen, zum anderen die in Abschnitt 3.1 erläuterten marktbezogenen Anforderungen berücksichtigt.

Holzpelletanlagen ermöglichen durch die automatische Steuerung und die Verwendung von Brennstoffen mit einheitlicher Qualität eine effiziente und emissionsarme Nutzung regenerativer Brennstoffe zu Heizzwecken. Eine zentrale Anforderung an ein mit einem Umweltzeichen ausgezeichnetes Gerät ist, dass es auch im Gebrauch effizient und emissionsarm arbeitet. Aus diesem Grund sollen in die Entwicklung des Umweltzeichens nur solche Geräte einbezogen werden,

- die ausschließlich mit Pellets betrieben werden können, um Verschlechterungen der Effizienz und des Emissionsverhaltens durch den Einsatz qualitativ ungünstigerer Brennstoffe auszuschließen (Ausschluss von Kombinationskesseln)
- in denen die Verbrennungsregelung automatisch erfolgt, um Fehler durch unsachgemäße Bedienung zu vermeiden (Ausschluss von Anlagen mit händischer Steuerung),
- die ein vollständiges System darstellen und so die Beurteilung des Systemwirkungsgrades und der Emissionen des Systems ermöglichen (Ausschluss von Pelletbrennern).

Betrachtet werden daher sowohl Pelletheizkessel als auch Pelletöfen, da beide sinnvolle Systeme darstellen und insbesondere den Raumheizern zum einen durch zunehmend bessere Dämmstandards, zum anderen durch die Kombination mit anderen regenerativen Energiequellen (Solarenergie) eine zunehmende Bedeutung zukommt. Die untersuchten Feuerungssysteme sowie die verschiedenen zusätzlichen Automatisierungsfunktionen sollten zunächst alle betrachtet werden, um im Zuge der Untersuchung der Umweltrelevanz eventuelle Unterschiede festzustellen. Der Leistungsbereich wird weiterhin auf 50 kW eingegrenzt, da dies den üblichen Anlagengrößen in Deutschland entspricht.

**Abbildung 7: Unterteilungsschema der untersuchten Pelletfeuerungen**



Quelle: IÖW 2002

Für die Untersuchung der Umweltrelevanz von Pelletfeuerungen sollte primär zwischen Pelletkesseln und Pelletöfen unterschieden werden. Für diese beiden Gruppen ergibt sich auf Grund der durchgeführten Markterhebung und Literaturdaten folgendes Bild:

**Tabelle 6: Marktrelevanz der ausgewählten Anlagentypen**

Anlagentypen	Geschätzte Verkaufszahlen in Deutschland für 2001	Verkaufstrend	Zahl der Anbieter auf dem deutschen Markt
Pelletkessel	1.800	↗	ca. 20
Pelletöfen	2.200	↗	ca. 5

Aufgrund unserer Markterhebung (Gesamtzahl verkaufter Anlagen etwa 5.000) sowie der Literaturdaten kann abgeschätzt werden, dass durch diese Vorauswahl etwa 75% des deutschen Pelletanlagenmarktes im Leistungsbereich bis 50 kW abgedeckt werden. Die Pelletbrenner haben mit weniger als 200 verkauften Geräten einen geringen Anteil am Markt. Kombinationsgeräte machen mit einer Verkaufszahl von etwa 1.000 einen größeren Anteil aus.

## 4. Analyse der Umweltrelevanz von Pelletkesseln und -öfen

Im Hauptteil der Machbarkeitsstudie für Holzpelletfeuerungen wird eine Analyse der Umweltauswirkungen der ausgewählten Pelletfeuerungen, Qualitätsanforderungen und der zu beachtenden Vorschriften durchgeführt. Auf dieser Basis werden Vorschläge und Kriterien für ein Umweltzeichen entwickelt. Im folgenden wird zunächst die Methodik erläutert, anschließend werden die Ergebnisse der Herstellerbefragung (Abschnitt 4.2), der Analyse von Vorschriften, Normen und Gütezeichen (4.3) sowie eines Systemvergleichs mit anderen Heizungen (4.4) dargestellt.

### 4.1. Vorgehen und Methodik

Zur Ermittlung der Umweltrelevanz von Holzpelletfeuerungen wurden

- die Fachliteratur ausgewertet
- Interviews mit Prüf- und Forschungsinstituten geführt
- insgesamt 23 Hersteller telefonisch bzw. schriftlich befragt
- ein Systemvergleich mit anderen Heizungen durchgeführt

In die Befragung wurden die Hersteller einbezogen, die Pelletfeuerungen der ausgewählten Typen herstellen. Mit den befragten 23 Herstellern ist der Holzpelletfeuerungsmarkt für den betrachteten Geltungsbereich nahezu vollständig abgedeckt. Für die Befragung wurde ein Fragebogen entwickelt, der die folgenden Aspekte beinhaltet<sup>14</sup>:

- Wirkungsgrade bei Nennleistung und kleinster Leistung
- Hilfsstrombedarf der Anlagen
- Emissionen von CO, organisch gesamt C, Staub und NO<sub>x</sub>
- Lärminderungsmaßnahmen und Schalldruckpegel
- Lebensdauer und Wartungsaufwand
- recyclinggerechte Konstruktion
- Entsorgung der Anlagen

Die Hersteller machten überwiegend Angaben zu mehreren Anlagen, wobei sie gegebenenfalls Anlagen nach ihren Verkaufszahlen auswählten. Damit liegen Daten vor zu insgesamt

- 32 Pelletheizkesseln<sup>15</sup> von 18 Herstellern im Leistungsbereich von 10 bis 45,9 kW und
- 14 Pelletöfen von 6 Herstellern im Leistungsbereich von 6 bis 13 kW

---

<sup>14</sup> Die Befragung wurde telefonisch durchgeführt, wobei auf Wunsch der Fragebogen zur schriftlichen Beantwortung zugeschickt wurde. Ein Teil der Hersteller ergänzte die Angaben durch Prüfberichte von Prüfinstituten.

<sup>15</sup> Für den Kessel eines Herstellers wurden Werte aus einer Befragung des ÖkoTest Magazins übernommen, da der Hersteller sich an der Befragung nicht beteiligen wollte.

## 4.2. Umweltrelevanz von Pelletkesseln und -öfen

Im folgenden werden die Ergebnisse der Herstellerbefragung dargestellt und mit Literaturwerten verglichen.

### 4.2.1. Leistungsgrößen der Pelletfeuerungen

Das Nennleistungsspektrum der untersuchten Pelletfeuerungen umfasst den Bereich von 6 bis 45,9 kW. Dabei decken Pelletöfen das kleinere Leistungsspektrum von 6 bis 13 kW ab. Die kleinsten Pelletkessel haben eine Leistung von 10 kW, die überwiegende Zahl der untersuchten Pelletkessel liegt im Leistungsbereich von 15 und 25 kW.

Sowohl die Heizkessel als auch die Pelletöfen können in einem relativ großen Leistungsbereich betrieben werden und ermöglichen damit ein flexibles Anpassen an wechselnde Lastansprüche. Sie erlauben eine Absenkung der Leistung bis auf etwa 25 bis 30% der Nennlast. Tabelle 7 zeigt – getrennt nach Pelletkesseln und -öfen – die durchschnittliche Nennleistung, die durchschnittliche kleinste Leistung und die kleinste Leistung in Relation zur Nennleistung.

Gemäß den geltenden DIN-Vorschriften (vgl. Abschnitt 4.3.1) erfolgt die Prüfung von Holzfeuerungsanlagen üblicherweise bei Nennleistung und bei kleinster einstellbarer Leistung.

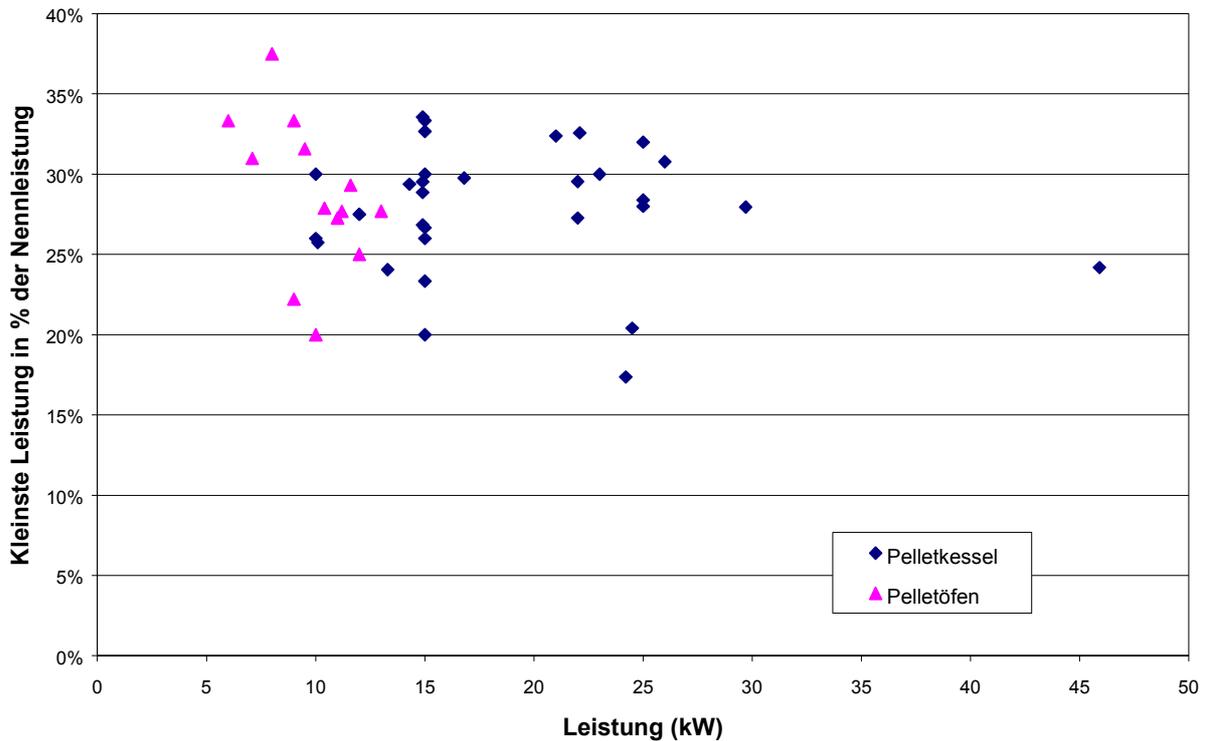
**Tabelle 7: Leistungscharakteristika der untersuchten Pelletfeuerungen**

	Pelletkessel (N=32)			Pelletöfen (N=14)		
	Durchschnitt	Median	Spannbreite	Durchschnitt	Median	Spannbreite
Nennleistung	18,7 kW	15 kW	10-45,9 kW	9,9 kW	10,2 kW	6-13 kW
Kleinste Leistung	5,2 kW	4,7 kW	2,6-11,1 kW	2,8 kW	3 kW	2-3,6 kW
Kleinste Leistung in % der Nennleistung	28,0%	28,0%	17,4-33,6%	28,6%	27,8%	20-37,5%

Quelle: IÖW 2002; Datenbasis: Herstellerbefragung

Je kleiner die Nennleistung, desto schwieriger wird der Teillastbetrieb, dies gilt insbesondere für den Nennleistungsbereich kleiner als 8 kW, da bei Unterschreitung einer Wärmeleistung von etwa 2 kW kein vollständiger Verbrennungsprozess mehr möglich ist. Abbildung 8 zeigt die kleinste Leistung der Anlagen in Relation zur Nennleistung.

**Abbildung 8: Kleinste Leistung der untersuchten Pelletfeuerungen in Relation zur Nennleistung**



Quelle: IÖW 2002; Datenbasis: Herstellerbefragung

#### 4.2.2. Rationelle Energieanwendung

Relevant für die Energieeffizienz der Anlagen sind zum einen die Wirkungsgrade bei Volllast und Teillast, zum anderen der Strombedarf der Anlagen.

##### 4.2.2.1. Wirkungsgrade

Der Wirkungsgrad der Anlagen beschreibt die energetische Effizienz bzw. den Grad der Brennstoffausnutzung; er ist definiert als das Verhältnis der über einen bestimmten Zeitraum abgegebenen Wärmemenge zur eingesetzten Brennstoffenergie (unterer Heizwert  $H_u$ ). Hierbei ist zwischen dem feuerungstechnischen Wirkungsgrad und dem Kesselwirkungsgrad zu unterscheiden. Für Heizkessel wird der Kesselwirkungsgrad herangezogen, dabei wird die Strahlungswärme als Verlust gewertet. Der feuerungstechnische Wirkungsgrad beinhaltet die Strahlungsverluste und wird für Pelletöfen herangezogen, da bei diesen auch die Strahlungswärme zur Raumheizung genutzt wird.

In der Herstellerbefragung wurden die Wirkungsgrade bei Nennleistung und kleinster Leistung erfragt. Die folgende Tabelle zeigt die ermittelten durchschnittlichen Wirkungsgrade der verschiedenen Pelletfeuerungstypen.

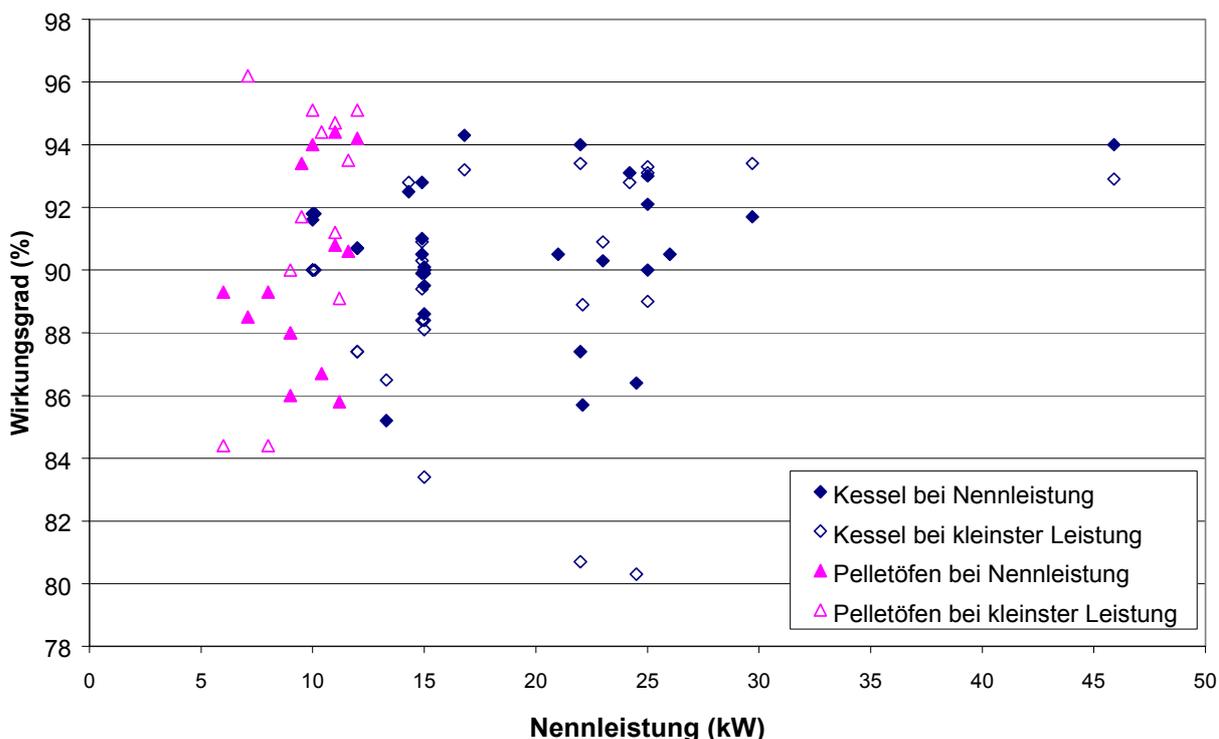
**Tabelle 8: Wirkungsgrade der untersuchten Pelletfeuerungen**

	Pelletkessel (N=32) <sup>16</sup> Kesselwirkungsgrad (%)			Pelletöfen (N=13) Feuerungstechn. Wirkungsgrad (%)		
	Durchschnitt	Median	Spannbreite	Durchschnitt	Median	Spannbreite
Bei Nennleistung	90,6%	90,5%	85,2-94,3%	90,1%	89,3%	85,8-94,4%
Bei kleinster Leistung	89,4%	90,0%	80,3-93,4%	91,4%	91,7%	84,4-96,2%
Wirkungsgrad bei kleinster Leistung in % des Wirkungsgrades bei Nennlast	99,0%	99,0%	92,3-103,7%	101,5%	101,2%	94,5-108,9%

Quelle: IÖW 2002; Datenbasis: Herstellerbefragung

Die Befragungsergebnisse sind zusätzlich in der folgenden Abbildung dargestellt.

**Abbildung 9: Wirkungsgrade der untersuchten Pelletfeuerungen (Kessel: Kesselwirkungsgrad, Pelletöfen: feuerungstechnischer Wirkungsgrad)**



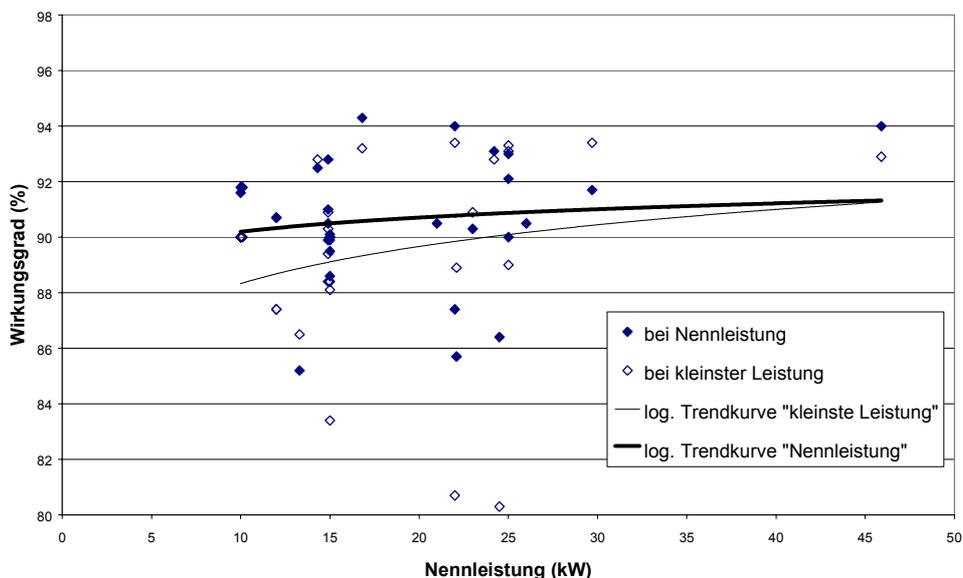
Quelle: IÖW 2002; Datenbasis: Herstellerbefragung

Sowohl bei den Pelletöfen als auch bei den Heizkesseln ist eine relativ breite Streuung der Werte zu erkennen. Dies trifft sowohl für die Werte bei den zwei verschiedenen Leistungseinstellungen zu, als auch für die Differenz zwischen den Werten. Die durchschnittlichen Wirkungsgrade von Pelletöfen und Kesseln sind in etwa gleich hoch, obwohl die Pelletöfen prinzipiell höhere Wirkungsgrade erreichen können, da bei ihnen der feuerungstechnische Wirkungsgrad ermittelt wird. Ein Teil der Pelletöfen erreicht deutlich höhere Wirkungsgrade als die Pelletkessel.

<sup>16</sup> Zu den Werten bei kleinster Leistung liegen nur zu 26 Kesseln Werte vor.

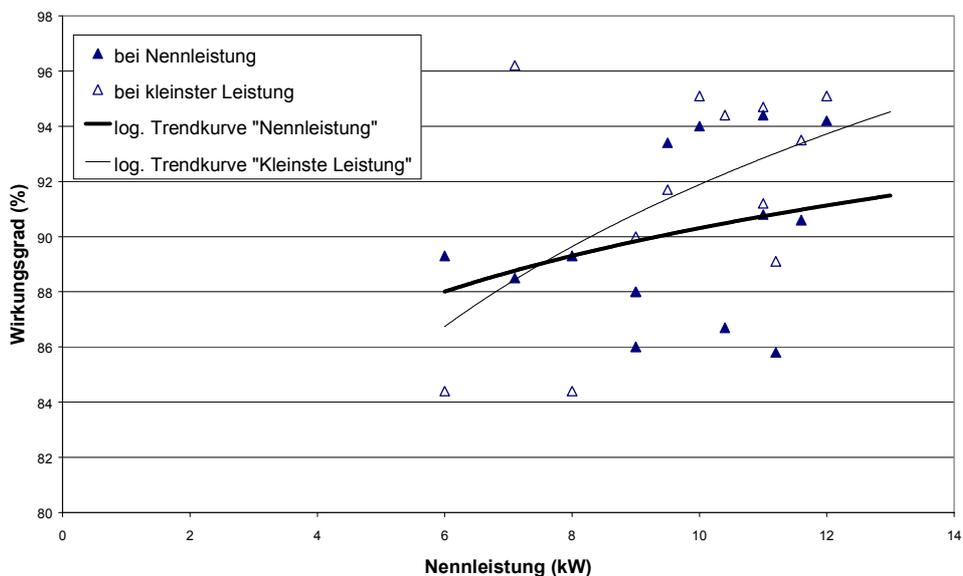
Zur besseren Übersicht sind die Werte für Pelletkessel und -öfen im Folgenden getrennt dargestellt. Bei den Pelletöfen sind die Wirkungsgrade bei kleinster Leistung tendenziell größer als bei Nennleistung, da die Abgastemperaturen und dadurch auch die Abgasverluste geringer sind (vgl. Abbildung 11). Bei Pelletkesseln ist die Veränderung unterschiedlich. Dies hängt vom Größenverhältnis zwischen Wärmetauscherfläche und Feuerungsraum ab. In der Mehrzahl der Fälle nimmt der Wirkungsgrad jedoch ab (vgl. Abbildung 10).

**Abbildung 10: Kesselwirkungsgrade der untersuchten Pelletkessel**



Quelle: IÖW 2002; Datenbasis: Herstellerbefragung

**Abbildung 11: Feuerungstechnische Wirkungsgrade der untersuchten Pelletöfen**



Quelle: IÖW 2002; Datenbasis: Herstellerbefragung

Als Vergleichswerte können die veröffentlichten Prüfergebnisse der BLT (Bundesanstalt für Landtechnik) in Wieselburg, Österreich herangezogen werden. In Jungmeier et al. (1999) werden die Prüfergebnisse der BLT Wieselburg aus den Jahren 1996 bis 1998 zu Wirkungsgraden und Emissionswerten

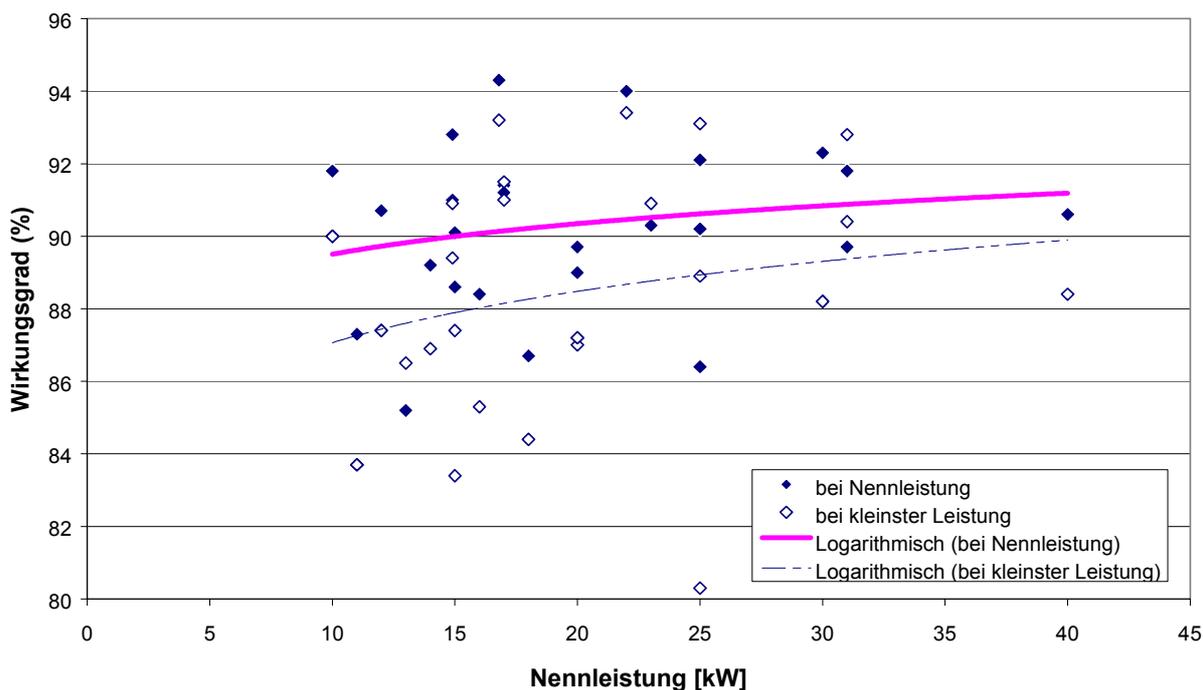
ten von 40 Pelletfeuerungen bei Nennleistung und kleinster Leistung zusammengefasst. Sie ermitteln einen durchschnittlichen Wirkungsgrad von 87% (Median) bei den Holzpelletfeuerungen (Jungmeier et al. 1999). Eine Auswertung der 35 seit 1999 im Internet veröffentlichten Ergebnisse der Heizkesselprüfungen der BLT ergab für die 30 Pelletzentralheizungen einen Median der Wirkungsgrade von 90,5% bei Nennleistung, bei der kleinsten Wärmeleistung liegt er bei 88,2% (s. Abbildung 12).

Die Werte der BLT Messungen fasst Tabelle 9 zusammen. Dies verdeutlicht zum einen, dass sich die Wirkungsgrade im Laufe der Zeit verbessert haben, zum anderen, dass die hier erhobenen Werte sowohl von den Durchschnitten als auch von dem Wertespektrum gut mit den neueren BLT-Werten übereinstimmen.

**Tabelle 9: Wirkungsgrade von Pelletkesseln nach Messungen der BLT Wieselburg**

	BLT Messungen 1996 bis 1998 (Jungmeier et al. 1999) (N=40)		BLT Messungen ab 1999 (www.bl.t.bmlf.gv.at) (N=30)	
	Median	Spannbreite	Median	Spannbreite
Nennleistung	87%	55-94	90,5%	85,2-94,3
Kleinste Leistung	88%	78-93	88,2%	80,3-93,4

**Abbildung 12: Kesselwirkungsgrade der von der BLT Wieselburg seit 1999 untersuchten Pelletkessel**



Quelle: Eigene Grafik, Datenbasis BLT Wieselburg (www.bl.t.bmlf.gv.at)

Unter den BLT-Messungen sind nur fünf Pelletöfen. Bei diesen wurde nicht der Wirkungsgrad, sondern der Abgasverlust gemessen. Der Median liegt hier bei 13% bei Nennleistung und bei 6,5% bei der kleinsten Leistung. Aus dem Abgasverlust lässt sich der feuerungstechnische Wirkungsgrad berechnen als

*Feuerungstechnischer Wirkungsgrad (%) = 100% - Abgasverlust (%).*<sup>17</sup>

Damit ergibt sich für die Pelletöfen ein durchschnittlicher feuerungstechnischer Wirkungsgrad von 87% bei Nennleistung und 93,5% bei kleinster Leistung. Dies bestätigt die Feststellung, dass die Wirkungsgrade bei kleinster Leistung tendenziell höher sind.

#### 4.2.2.2. Hilfsstrombedarf

Die Holzpelletfeuerungen benötigen Strom zur Steuerung und Regelung sowie zum Antrieb von Pumpen, Gebläse, Förderschnecken und zur Zündung. Hierbei ist der Strombedarf zum Antrieb der Heizungswasserumwälzpumpe systemspezifisch und wird durch die konkreten Installationsbedingungen in der Praxis bestimmt. Demgegenüber können für den sonstigen Hilfsstrombedarf Prüfstandwerte angegeben werden.

Die folgende Tabelle zeigt die elektrische Leistungsaufnahme bei Nennleistung. Die Werte weisen eine große Schwankungsbreite auf. Hierbei ist zu vermuten, dass den angegebenen Werten kein einheitliches Verständnis davon zugrunde liegt, was in die elektrische Leistungsaufnahme einzubeziehen ist. Die BLT Wieselburg führt beispielsweise getrennte Messungen zur Leistungsaufnahme der Schneckenantriebe, des Gebläses und der elektrischen Zündung durch.

Pelletkessel weisen eine höhere elektrische Leistungsaufnahme auf als Pelletöfen. Dies ist vor allem auf die größere Leistung zurückzuführen. Wird der Stromverbrauch in Bezug zur thermischen Leistung gesetzt, liegen die Werte der Pelletöfen nur geringfügig unter denen der Kessel.

**Tabelle 10: Elektrische Leistungsaufnahme und Hilfsstrombedarf der untersuchten Pelletfeuerungen**

	Pelletkessel (N=29) <sup>18</sup>			Pelletöfen (N=10)		
	Durchschnitt	Median	Spannbreite	Durchschnitt	Median	Spannbreite
Elektrische Leistungsaufnahme bei Nennlast (W)	115,5 W	95 W	50-500 W	54,8 W	35,0 W	25-100 W
Spezifischer Hilfsstrombedarf (% der therm. Leistung)	0,7%	0,5%	0-2,3%	0,6%	0,4%	0,3-1,1%

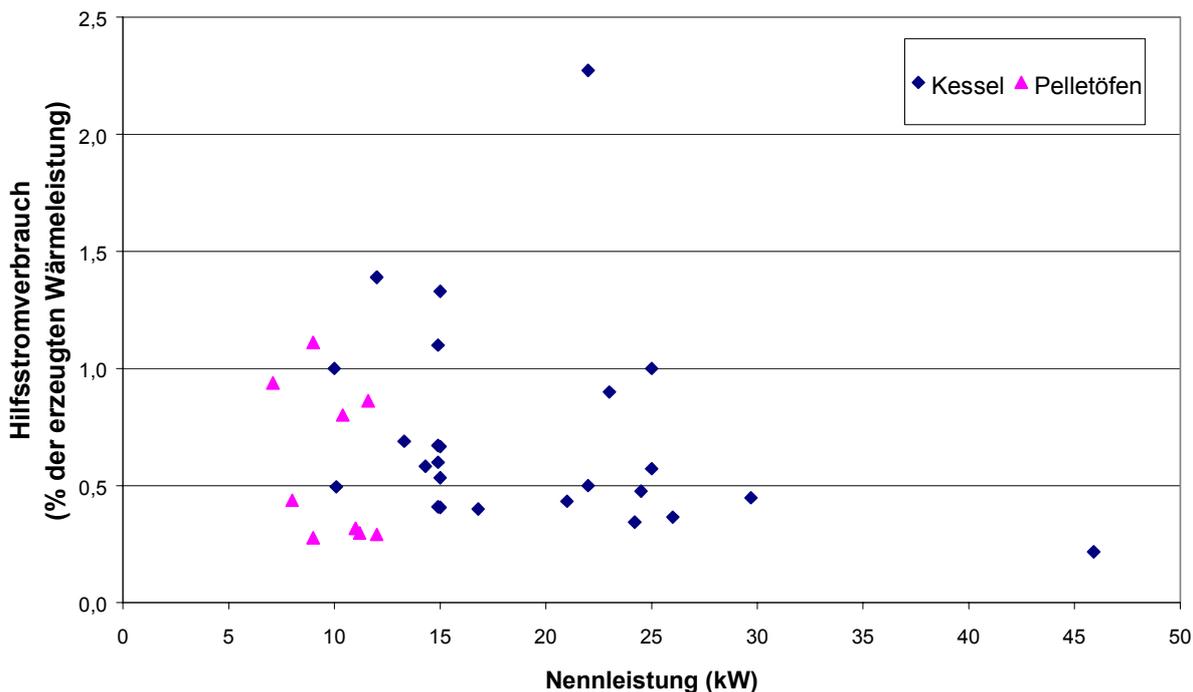
Quelle: IÖW 2002; Datenbasis: Herstellerbefragung

Wie die folgende Abbildung zeigt, wird der spezifische Hilfsstromverbrauch mit zunehmender Leistung tendenziell geringer. Er liegt in den meisten Fällen bei weniger als 1% der Nennleistung.

<sup>17</sup> Der Wirkungsgrad ergibt sich nach DIN 18 891 als  $\eta = 100 - (q_a + q_b + q_r)$ , mit  $q_a$  als Verlust an freier Wärme in den Abgasen;  $q_b$  Verlust an gebundener Wärme in den Abgasen und  $q_r$  als Wärmeverlust in den brennbaren Bestandteilen im Rost und Schürdurchfall. Letzterer kann für die Ermittlung vernachlässigt werden.

<sup>18</sup> Zur elektrischen Leistungsaufnahme liegen nur Angaben von 21 Heizkesseln vor.

**Abbildung 13: Hilfsstrombedarf im Verhältnis zur Wärmeleistung der Anlagen**



Quelle: IÖW 2002; Datenbasis: Herstellerbefragung

Die elektrische Leistungsaufnahme bei kleinster Leistung und im Ruhezustand („Schlumberbetrieb“, „Stand-by“) wurde ebenfalls abgefragt. Zum Ruhezustand liegen keine Werte vor, zur kleinsten Last machten je ein Pelletofenhersteller und ein Kesselhersteller Angaben. Hierbei entspricht die elektrische Leistungsaufnahme bei kleinster Leistung (ca. 30% der Nennleistung) im Fall des Pelletofens etwa 42% und im Fall des Heizkessels etwa 60% der Leistungsaufnahme bei Vollast.

Zusätzlich wurde der heizwasserseitige Widerstand ermittelt. Nur zwei Hersteller von Pelletöfen machten hierzu Angaben. Die Werte sind in Tabelle 11 dargestellt.

**Tabelle 11: Wasserseitiger Widerstand der untersuchten Pelletfeuerungen**

	Pelletkessel (N=16)			Pelletöfen (N=3)		
	Durchschnitt	Median	Spannbreite	Durchschnitt	Median	Spannbreite
Wasserseitiger Widerstand (mbar)	11,7	3,4	0,2-64,2			30,6-110

Quelle: IÖW 2002; Datenbasis: Herstellerbefragung

Die Werte weisen eine erhebliche Spannbreite auf, wobei bei den Kesseln nur vier Werte über 10 mbar liegen.

**4.2.3. Emissionen**

Holzfeuerungen, insbesondere Kleinanlagen, hatten jahrzehntelang ein negatives Image aufgrund von Nachbarschaftsbelästigung durch Rauch und Geruch. Ursache hierfür waren vor allem ein schlechter Ausbrand infolge unzureichender Technik sowie durch unsachgemäße Bedienung durch den Betreiber. Seit der Verschärfung der immissionsschutzrechtlichen Regelungen (TA Luft 1986, 1. BImSchV

1988) wurde die Technik von Holzfeuerungsanlagen deutlich weiterentwickelt. Ein verbesserter Ausbrand ist im wesentlichen durch optimierte Betriebsbedingungen und eine geeignete Regelungstechnik zu erreichen. Heute weisen viele Anlagen auf dem Markt niedrige Emissionswerte auf.

Holzfeuerungsanlagen bis 1 MW Feuerungswärmeleistung sind nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) nicht-genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen, für die die 1. BImSchV gilt. Diese gibt Grenzwerte für Kohlenmonoxid (CO) und Staub für Anlagen > 15 kW vor. Kleinstanlagen mit weniger als 15 kW unterliegen lediglich den allgemeinen Anforderungen der 1. BImSchV; für sie gelten keine entsprechenden Emissionsgrenzwerte. Kohlenwasserstoffe (organisch Gesamt-C) und Stickoxide (NO<sub>x</sub>) sind neben den in der 1. BImSchV geregelten weitere relevante Schadstoffe.

Diskutiert wird in Fachkreisen, inwiefern die Emissionswerte und Wirkungsgrade unter Prüfbedingungen auf die Werte in der Praxis übertragbar sind. Eine vergleichende Untersuchung von Emissionswerten an verschiedenen Standorten an automatisch beschickten Holzhackgutf Feuerungen kommt zu dem Ergebnis, dass die Unterschiede zwischen den Emissionswerten unter Prüfbedingungen und in der Praxis für Staub und NO<sub>x</sub> gering sind. Für CO und insbesondere organische Kohlenstoffe sind dagegen an den Anlagestandorten zum Teil deutlich höhere Emissionen gemessen worden (Bayrisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1999). Für Pelletfeuerungen wird argumentiert, dass in der Praxis durchaus „Prüfstandbedingungen“ erreicht werden können, da

- die Anlagen automatisch beschickt werden und somit im kontinuierlichen Betrieb arbeiten
- Fehlbedienungen aufgrund der automatischen Regelung praktisch unmöglich sind und
- der Brennstoff genormt ist (vgl. Astfalk 1999b).

Dies setzt allerdings eine regelmäßige Wartung und Einstellung der Anlage voraus.

Ein Vergleich einer praxisnahen Prüfstandmessung an einer eingefahrenen Pelletheizung (vgl. Hartmann et al. 2001) mit den entsprechenden Prüfstandmessungen bei der Erstabnahme (Herstellangaben in unserer Erhebung) zeigte deutliche Differenzen, insbesondere bei den Wirkungsgraden. Der Kesselwirkungsgrad beträgt bei der praxisnahen Messung bei Nennleistung nur 85%, wohingegen der geprüfte Wert bei 90% liegt.

#### 4.2.3.1. Emissionsminderungsmaßnahmen

Bei Holzfeuerungen im Leistungsbereich bis 50 kW werden im allgemeinen ausschließlich primäre Maßnahmen zur Emissionsminderung (z.B. Feuerraumgestaltung, Verbrennungsregelung, Luftstufung) eingesetzt. Sekundäre Maßnahmen wie Staubfilter kommen erst im größeren Leistungsbereich zum Einsatz. Wichtig für schadstoffarme Verbrennungen ist ein optimales Verhältnis zwischen Brennstoffmenge und Verbrennungsluft. Bei zu geringem Luftüberschuss wird die Schadstoffmenge durch auftretenden örtlichen Sauerstoffmangel erhöht, bei zu großem Luftüberschuss durch die verminderten Verbrennungstemperaturen (vgl. Kaltschmitt/Neubarth 1998). Die Verbrennung kann z.B. durch eine Lambda-Regelung (Regelung des Luftüberschusses und Regelung der zugeführten Brennstoffmenge) optimiert werden.

In der durchgeführten Befragung wurde erhoben, welche Maßnahmen die Hersteller zur Emissionsminderung ergreifen. Hierzu wurden verschiedene Maßnahmen beschrieben:

- Ein Pelletofen- und drei Kesselhersteller kontrollieren die Abgastemperatur.
- Vier Pelletofenhersteller setzen Lambdasonden ein.
- Ein Pelletofen- und zwei Kesselhersteller gaben als emissionsmindernde Maßnahme eine getrennte Luftführung für primäre und sekundäre Luft an.
- Zwei Pelletofenhersteller setzen Luftmengensensoren ein.
- Zwei Kesselhersteller beschreiben spezifische technische Verfahren.
- Zwei Pelletofen- und vier Kesselhersteller machten keine Angaben.
- Die übrigen Angaben sind teilweise sehr vage, so gaben zwei Pelletofen- und sechs Kesselhersteller an, die Emissionen durch die Verbrennungstechnik gering zu halten.

Aus den erhobenen Maßnahmen lässt sich kein allgemeiner Trend zu bestimmten Maßnahmen feststellen. Die Hersteller entwickeln teilweise eigene Lösungen zur Optimierung ihrer Anlagen. Für die Entwicklung eines Umweltzeichens sind die tatsächlich erreichten Emissionswerte aussagefähiger als die Maßnahmen, mit deren Hilfe sie erreicht werden. Daher werden im folgenden die Emissionen verschiedener Schadstoffe dargestellt.

#### 4.2.3.2. Kohlenmonoxid

Bei der Verbrennung von Holz oder anderen Brennstoffen entstehen stets Kohlenmonoxid und organische Verbindungen; die Höhe der Emissionen unterscheidet sich je nach Güte der Verbrennung. Für Kohlenmonoxid gibt die 1. BImSchV für Anlagen zwischen 15 und 50 kW, die mit naturbelassenem Holz betrieben werden, einen Grenzwert von  $4 \text{ g/m}^3$  vor.<sup>19</sup>

Kohlenmonoxid hat in der Atmosphäre eine Verweilzeit von mehreren Monaten, wodurch sich bodennah emittiertes CO in der gesamten unteren Atmosphäre ausbreiten kann. Kohlenmonoxid trägt über fotochemische Reaktionen zur Erhöhung der troposphärischen Ozon- und CO<sub>2</sub>-Konzentration bei. Während der Beitrag zu den atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in Relation zu den direkt emittierten CO<sub>2</sub>-Mengen von untergeordneter Bedeutung ist, hat CO einen wesentlichen Anteil an der troposphärischen Ozonbildung. Ozon trägt sowohl zum anthropogenen Treibhauseffekt als auch zum fotochemischen Smog bei. (Vgl. UBA/Schäl 1995.)

Kohlenmonoxid ist außerdem humantoxisch. Eingeatmetes Kohlenmonoxid blockiert die Sauerstoffaufnahme in das Blut und führt je nach aufgenommener Menge zu Kopfschmerzen, Schwindelgefühlen und Übelkeit; größere Mengen führen zum Tod (vgl. z.B. WHO 2000). Aufgrund der Humantoxizität liegt die maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) bei  $33 \text{ mg/m}^3$ ; die TA-Luft (1986) enthält für CO einen Immissions-Kurzzeitwert von  $30 \text{ mg/m}^3$  und einen Langzeitwert von  $10 \text{ mg/m}^3$ . Infolge der niedrigen Schornsteinhöhen von Wohngebäuden können Kohlenmonoxidemissionen aus Haushaltsfeuerungen unter Umständen zu erheblichen Belästigungen der Nachbarschaft führen. Aus der Herstellerbefragung ergeben sich die in der folgenden Tabelle dargestellten CO-Emissionswerte.

---

<sup>19</sup> Bezogen auf einen Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas von 13%.

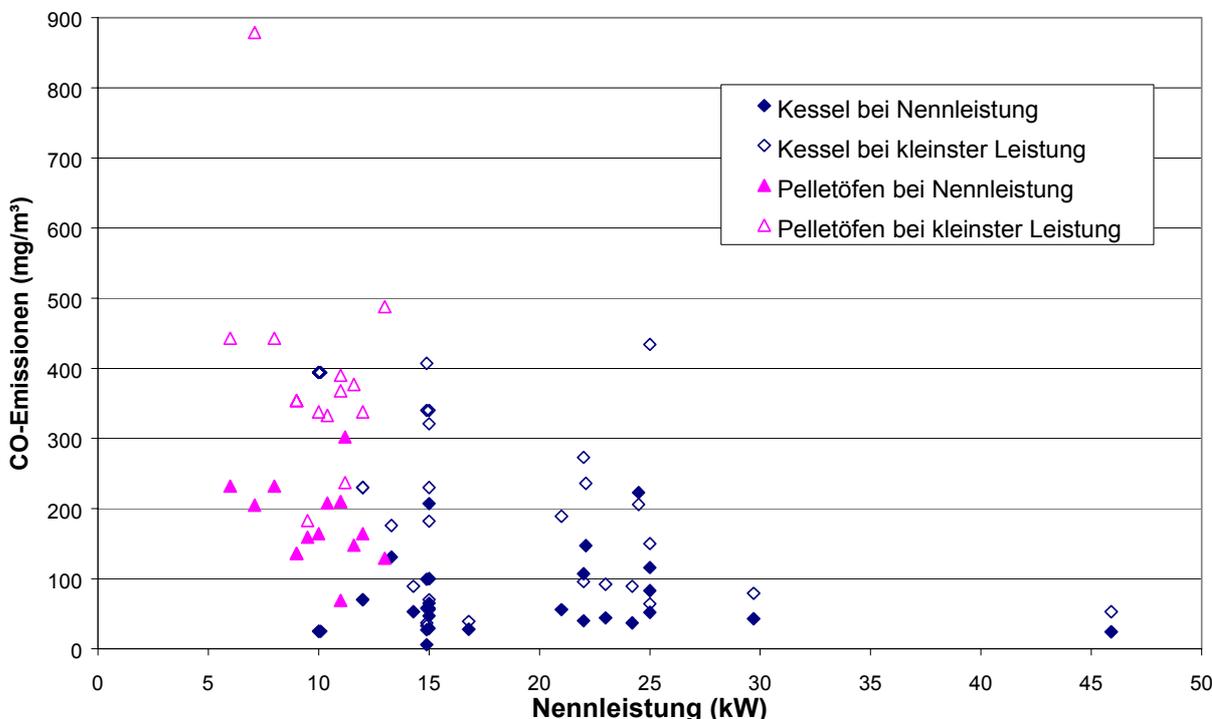
**Tabelle 12: CO-Emissionen der untersuchten Pelletfeuerungen**

CO-Emissionen	Pelletkessel (N=30)			Pelletofen (N=14)		
	Durchschnitt	Median	Spannbreite	Durchschnitt	Median	Spannbreite
Bei Nennleistung	69,4 mg/m <sup>3</sup>	56,0 mg/m <sup>3</sup>	6,0-223,0 mg/m <sup>3</sup>	178,1 mg/m <sup>3</sup>	164,0 mg/m <sup>3</sup>	69,0-302,0 mg/m <sup>3</sup>
Bei kleinster Leistung	198,9 mg/m <sup>3</sup>	185,5 mg/m <sup>3</sup>	33,0-434,0 mg/m <sup>3</sup>	394,6 mg/m <sup>3</sup>	361,0 mg/m <sup>3</sup>	183,0-879,0 mg/m <sup>3</sup>
CO-Emissionen bei kleinster Leistung in % der Emissionen bei Nennlast	413,0%	248,0%	92,4-1576,0%	247,9%	206,1%	78,5-565,2%

Quelle: IÖW 2002; Datenbasis: Herstellerbefragung

Alle Werte liegen im gesamten Leistungsbereich deutlich unterhalb der Grenzwerte der 1. BImSchV (4 g/m<sup>3</sup>, bezogen auf 13% O<sub>2</sub>) und deutlich unter den Anforderungen der strengsten Klasse der DIN EN 303-5 (3000 mg/m<sup>3</sup>, bezogen auf 10% O<sub>2</sub>) (vgl. 4.3.1). Pelletöfen weisen grundsätzlich höhere CO-Emissionen auf als Kessel. Die CO-Emissionswerte sind bei beiden Feuerungstypen bei minimaler Leistung deutlich höher als bei Nennleistung, wobei es jeweils einen Fall gibt, in dem der Emissionswert bei kleinster Leistung geringer ist. Die Unterschiede zwischen Kesseln und Pelletöfen sowie zwischen Nennleistung und kleinster Leistung werden in der nachfolgenden Abbildung deutlich.

**Abbildung 14: Kohlenmonoxid-Emissionen der untersuchten Pelletfeuerungen**

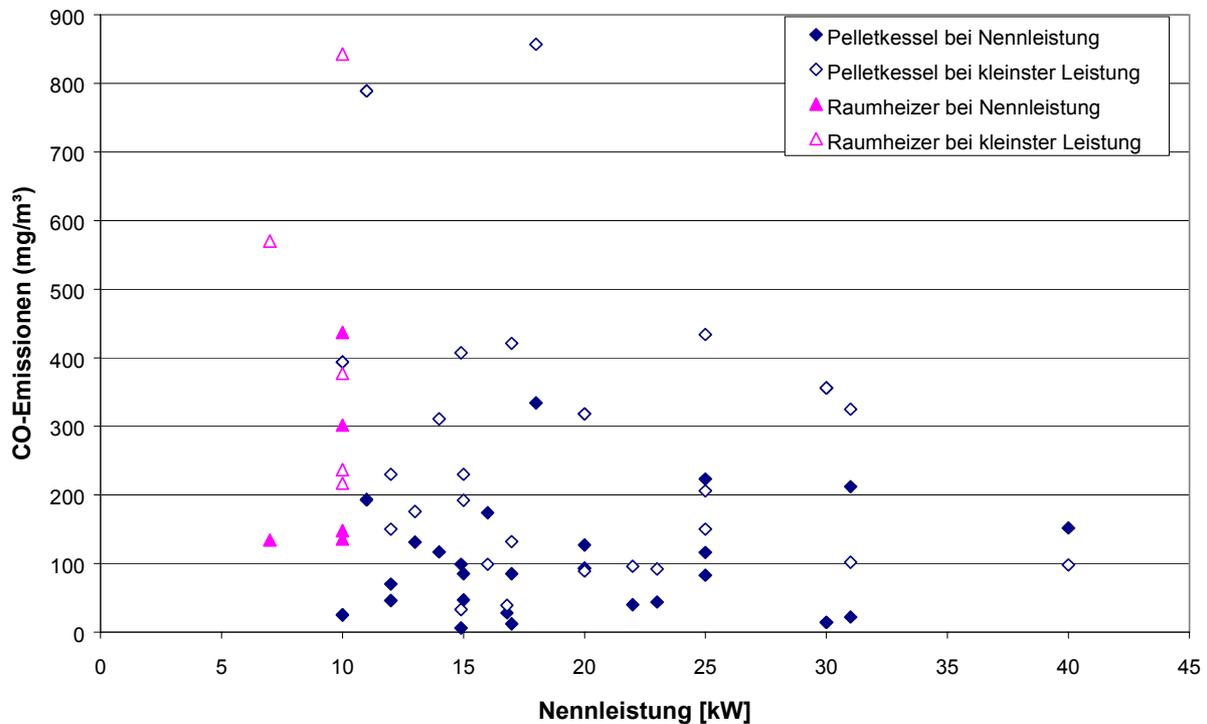


Quelle: IÖW 2002; Datenbasis: Herstellerbefragung

Zum Vergleich können auch hier die Daten der BLT Untersuchungen herangezogen werden. Jungmeier et al. (1999) geben für Holzpelletfeuerungen bei Nennlast durchschnittliche CO-Emissionswerte von 88 mg/MJ (Minimum 15, Maximum 272) an, dies entspricht in etwa 135 mg/m<sup>3</sup>.

Die Kohlenmonoxidemissionen wurden auch bei den Internetdaten der BLT ausgewertet. Die Mediane liegen hier bei Nennleistung bei  $85 \text{ mg/m}^3$  für Zentralheizungen und  $148 \text{ mg/m}^3$  für die Pelletöfen. Bei minimaler Wärmeleistung liegen mit  $230 \text{ mg/m}^3$  bzw.  $377 \text{ mg/m}^3$  CO wesentlich höhere Schadstoffkonzentrationen in den Abgasen vor (vgl. Abbildung 15). Auch für CO stimmen die Erhebungen dieser Studie relativ gut mit den BLT-Messwerten überein.

**Abbildung 15: Kohlenmonoxidemissionen der von der BLT untersuchten Pelletheizungen**



Quelle: Eigene Grafik, Datenbasis BLT Wieselburg ([www.bl.t.bmlf.gv.at](http://www.bl.t.bmlf.gv.at))

#### 4.2.3.3. Organische Verbindungen

Unter dem Sammelbegriff „organisch Gesamt-C“ ( $C_{\text{ges}}$ ) verbirgt sich eine Vielzahl von organischen Verbindungen. Die dominierenden Kohlenwasserstoffe sind  $C_{1-}$ ,  $C_{2-}$ , und  $C_{6-}$ -Verbindungen. Sie entstehen in sauerstoffarmen Bereichen der Flamme. Kohlenwasserstoffemissionen sind für Geruch und Toxizität der Abgase verantwortlich. Durch eine gute Verbrennung mit hoher Ausbrandgüte lässt sich die Emissionsmenge gering halten. In der Gesamtmenge der organischen Verbindungen treten in geringem Umfang Dioxine und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) auf. PAK können vor allem bei unzulänglichem Ausbrand entstehen. Ein wesentlicher Einflussfaktor für die Dioxinbildung ist der Chlorgehalt des Brennstoffs. Dieser ist bei unbehandeltem Holz zwar gering, die Dioxinbildung jedoch trotzdem möglich. Dioxin bildet sich bevorzugt an Aschepartikeln und Staubablagerungen.

Aus der Herstellerbefragung ergeben sich die in der folgenden Tabelle dargestellten Emissionswerte für organischen Kohlenstoff.

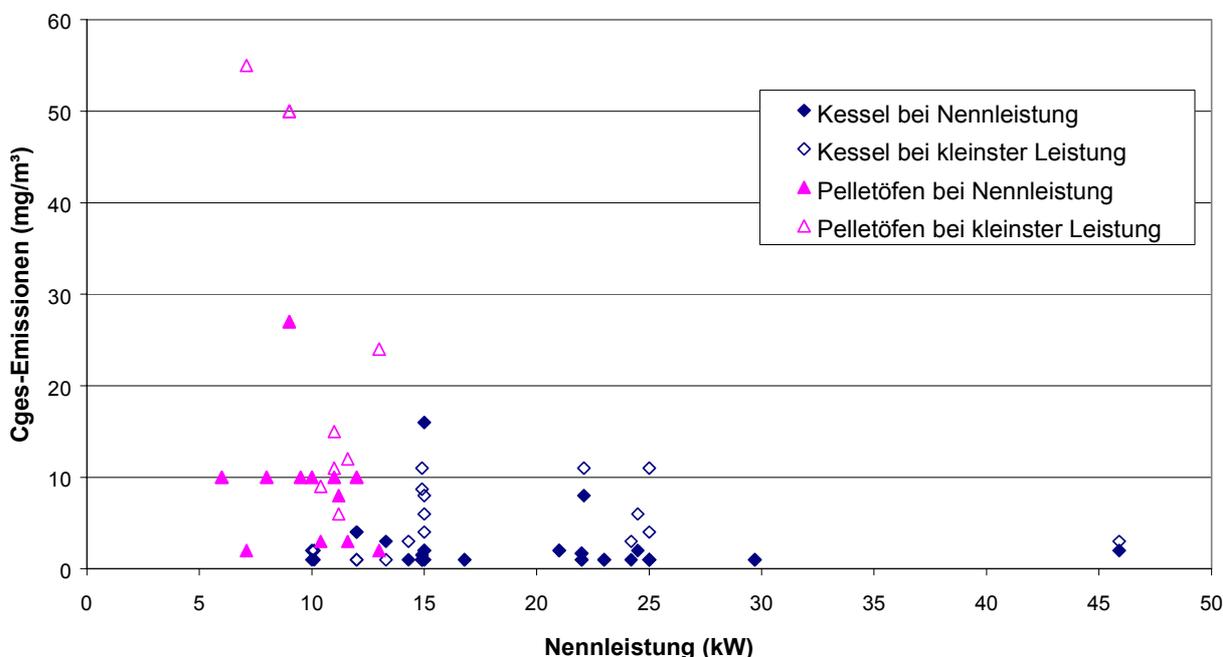
**Tabelle 13: Emissionen an organischem Kohlenstoff ( $C_{ges}$ ) der untersuchten Pelletfeuerungen**

Kohlenstoffemissionen ( $C_{ges}$ )	Pelletkessel (N=27)			Pelletöfen (N=14)		
	Durchschnitt	Median	Spannbreite	Durchschnitt	Median	Spannbreite
Bei Nennleistung	2,3 mg/m <sup>3</sup>	1,0 mg/m <sup>3</sup>	1,0-16,0 mg/m <sup>3</sup>	10,1 mg/m <sup>3</sup>	10,0 mg/m <sup>3</sup>	2,0-27,0 mg/m <sup>3</sup>
Bei kleinster Leistung	3,6 mg/m <sup>3</sup>	2,0 mg/m <sup>3</sup>	1,0-11,0 mg/m <sup>3</sup>	20,1 mg/m <sup>3</sup>	10,5 mg/m <sup>3</sup>	6,0-55,0 mg/m <sup>3</sup>
$C_{ges}$ -Emissionen bei kleinster Leistung in % der Emissionen bei Nennlast	246,0%	100,0%	25,0-1.100,0%	418,2%	130,0%	75,0-2.750,0%

Quelle: IÖW 2002; Datenbasis: Herstellerbefragung

Die angegebenen Werte zeigen eine große Streuung (vgl. auch Abbildung 16). Die Pelletkessel weisen deutlich geringere Emissionen auf als die Pelletöfen. In der Mehrzahl der Fälle sind die  $C_{ges}$ -Emissionen bei kleinster Leistung größer als bei Nennleistung, bei den Kesseln gibt es vier umgekehrte Fälle und bei den Pelletöfen einen, bei dem die  $C_{ges}$ -Emissionen bei kleinster Leistung geringer (der gleiche wie bei CO) und fünf bei denen sie gleich sind. Deutlich wird, dass es bei den Pelletöfen einige mit deutlich erhöhten Werten bei kleinster Leistung gibt. Dennoch liegen die Werte im gesamten Leistungsbereich deutlich unterhalb von 100 mg/m<sup>3</sup>, der Anforderung für die strengste Emissionsklasse nach DIN EN 303-5 (vgl. 4.3.1).

**Abbildung 16: Emissionen an organischem Kohlenstoff ( $C_{ges}$ )**

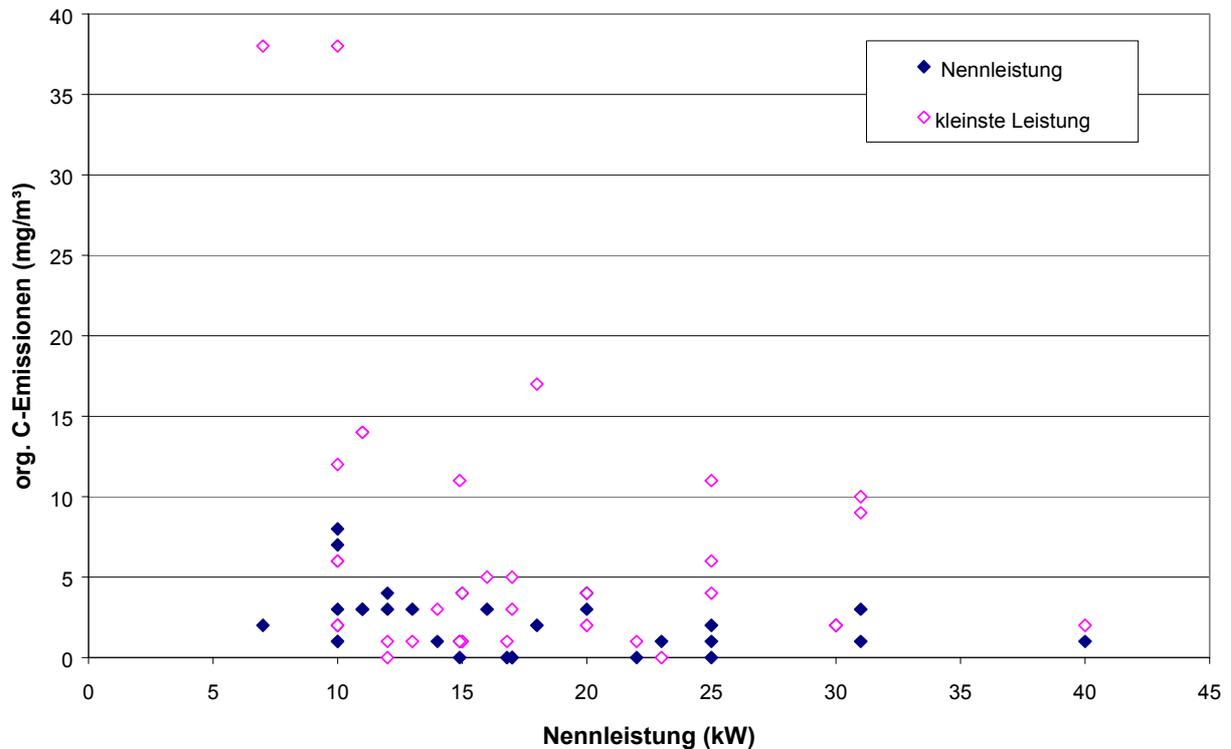


Quelle: IÖW 2002; Datenbasis: Herstellerbefragung

Die Konzentrationen von organischen Kohlenstoffen wurden ebenfalls von der BLT Wieselburg gemessen und können als Vergleichswerte herangezogen werden. In den neueren Anlagen betragen sie

im Abgas der Zentralheizungen  $2 \text{ mg/m}^3$  bei Nennleistung bzw.  $3 \text{ mg/m}^3$  bei der kleinsten Wärmeleistung im Median, bei den Pelletöfen  $3$  bzw.  $13 \text{ mg/m}^3$ .

**Abbildung 17: Organischer Kohlenstoff im Abgas der von der BLT Wieselburg seit 1999 untersuchten Pelletheizungen**



Quelle: Eigene Grafik, Datenbasis: BLT Wieselburg ([www.blb.bmlf.gv.at](http://www.blb.bmlf.gv.at))

Die Werte der BLT Wieselburg für Pelletkessel stimmen gut mit den in dieser Studie erhobenen Werten überein, bei den Pelletöfen sind die BLT-Werte, insbesondere bei Nennleistung niedriger. Da in den Werten der BLT nur fünf Pelletöfen von zwei verschiedenen Herstellern enthalten sind, kommt es bei den Daten der vorliegenden Untersuchung durch die größere Anzahl zu einer breiteren Streuung.

#### 4.2.3.4. Stickoxide

Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ) sind säurebildende Luftschadstoffe und tragen zur Versauerung von Boden und Wasser bei. Weiterhin leisten sie einen Beitrag zur Eutrophierung von Böden und Gewässern. Zudem sind  $\text{NO}_x$  Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon und tragen somit zum fotochemischen Smog bei.

Stickstoffoxidemissionen können durch die Oxidation des Luftstickstoffes bei hohen Temperaturen (thermisches  $\text{NO}_x$ ) oder durch Oxidation des Stickstoffes aus dem Brennstoff (Brennstoff- $\text{NO}_x$ ) gebildet werden. Bei der Verbrennung von Holz entstehen  $\text{NO}_x$ -Emissionen vor allem aus dem im Brennstoff enthaltenen Stickstoff, da die Verbrennungstemperaturen nicht zur Bildung von thermischem  $\text{NO}_x$  ausreichen (vgl. Jungmeier et al. 1999). Die  $\text{NO}_x$ -Emissionen werden damit vor allem durch den Brennstoff bestimmt. Da es sich bei Pellets um einen weitgehend standardisierten Brennstoff handelt, sind nur geringe Schwankungen zwischen den einzelnen Anlagen zu erwarten; die Stickoxidemissionen liegen nach Marutzky und Seeger (1999) bei der Verbrennung von naturbelassenem Holz zwischen  $100$  und  $200 \text{ mg/m}^3$ . Da die  $\text{NO}_x$ -Emissionen vor allem brennstoffbestimmt sind, werden sie nicht von allen Herstellern gemessen. Aus der Herstellerbefragung ergeben sich die in der folgenden Tabelle dargestellten  $\text{NO}_x$ -Emissionswerte.

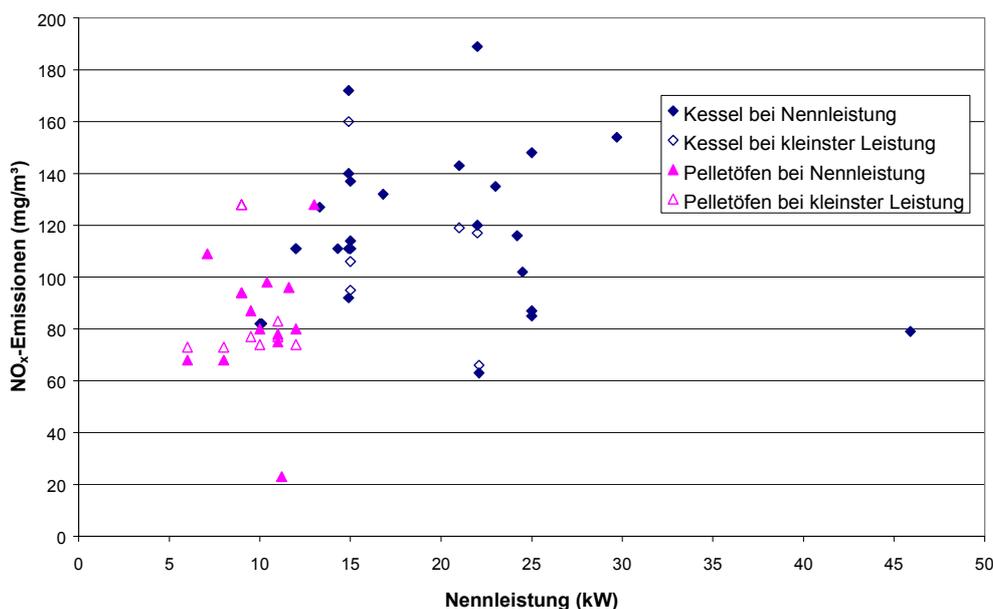
**Tabelle 14: NO<sub>x</sub>-Emissionen der untersuchten Pelletfeuerungen**

NO <sub>x</sub> -Emissionen	Pelletkessel (N=27) <sup>20</sup>			Pelletöfen (N=14) <sup>21</sup>		
	Durchschnitt	Median	Spannbreite	Durchschnitt	Median	Spannbreite
Bei Nennleistung	117,2 mg/m <sup>3</sup>	111,0 mg/m <sup>3</sup>	63,0-189,0 mg/m <sup>3</sup>	84,1 mg/m <sup>3</sup>	83,5 mg/m <sup>3</sup>	23,0-128,0 mg/m <sup>3</sup>
Bei kleinster Leistung	110,5 mg/m <sup>3</sup>	111,5 mg/m <sup>3</sup>	66,0-160,0 mg/m <sup>3</sup>	87,4 mg/m <sup>3</sup>	77,0 mg/m <sup>3</sup>	73,0-128,0 mg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub> -Emissionen bei kleinster Leistung in % der Emissionen bei Nennlast	87,0%	89,0%	61,9-104,8%	107,7%	106,4%	88,5-136,2%

Quelle: IÖW 2002; Datenbasis: Herstellerbefragung

Pelletöfen weisen geringere NO<sub>x</sub>-Emissionen auf als Pelletkessel. Die Abweichungen zwischen den einzelnen Anlagen sind deutlich geringer als bei den bisher diskutierten Schadstoffen. Zudem sind die Unterschiede zwischen Nennlast und kleinster Last geringer.

**Abbildung 18: NO<sub>x</sub>-Emissionen der untersuchten Pelletfeuerungen**



Quelle: IÖW 2002; Datenbasis: Herstellerbefragung

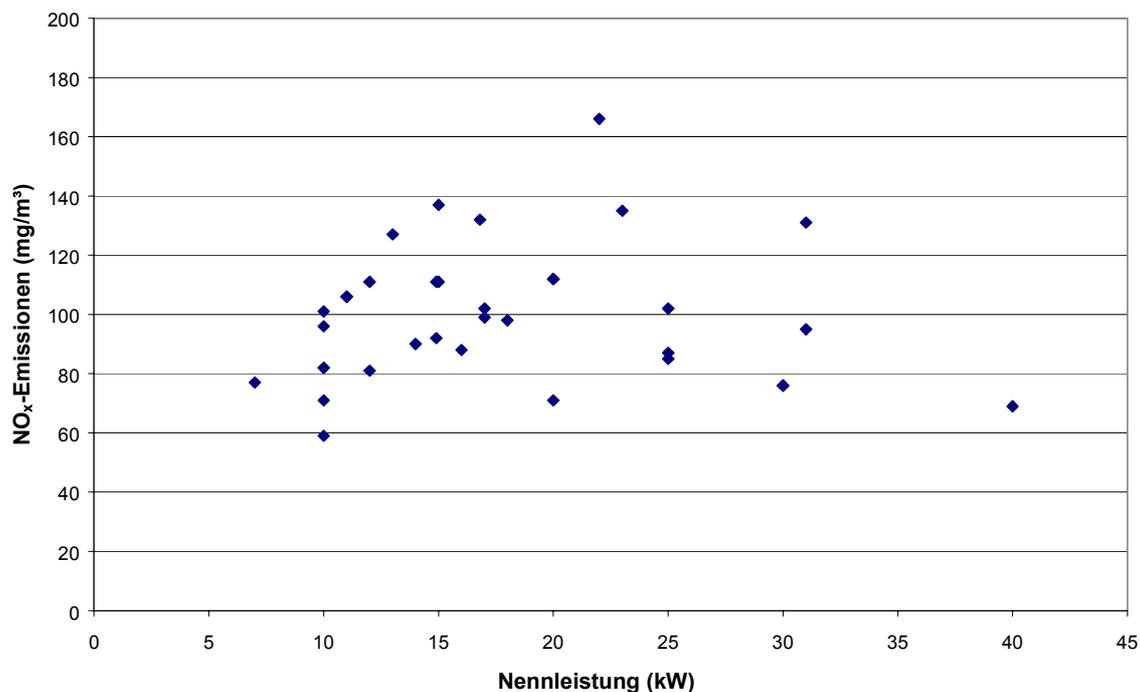
Da zu den NO<sub>x</sub>-Werten bei kleinster Last nur wenige Werte angegeben sind, seien hier zusätzlich die Emissionswerte dieser Anlagen bei Nennlast zum direkten Vergleich genannt: Die durchschnittlichen NO<sub>x</sub>-Emission dieser Anlagen betragen bei Nennlast 132 mg/m<sup>3</sup> bei den Kesseln und 80 mg/m<sup>3</sup> bei den Pelletöfen, d.h., dass die Kessel bei Teillast durchschnittlich geringere Werte aufweisen, während der Wert bei den Pelletöfen bei Teillast leicht ansteigt.

<sup>20</sup> Bei kleinster Leistung liegen nur Angaben von 6 Pelletkesseln vor.

<sup>21</sup> Bei kleinster Leistung liegen nur Angaben von 9 Pelletöfen vor.

In Jungmeier et al. (1999) wurden  $\text{NO}_x$ -Emissionen nur bei Nennlast gemessen, sie liegen durchschnittlich bei 83 mg/MJ (Minimum 49, Maximum 128), was einem Wert von 128 mg/m<sup>3</sup> entspricht. Die Werte liegen deutlich unter dem österreichischen Grenzwert von 150 mg/MJ (Jungmeier et al. 1999). Die  $\text{NO}_x$ -Emissionen wurden von der BLT in Wieselburg auch in den Messungen seit 1999 lediglich bei Nennleistung gemessen. Hier liegen die Mediane bei 100 mg/m<sup>3</sup> für die Zentralheizungen und 77 mg/m<sup>3</sup> für die Pelletöfen.

**Abbildung 19: Stickoxidemissionen der von der BLT Wieselburg seit 1999 untersuchten Pelletfeuerungen**



Quelle: Eigene Grafik, Datenbasis BLT Wieselburg ([www.bl.t.bmlf.gv.at](http://www.bl.t.bmlf.gv.at))

#### 4.2.3.5. Staub

Staubemissionen werden im wesentlichen durch Aschepartikel verursacht, die mit den Verbrennungsgasen als Flugasche ausgetragen werden. Bei unvollständiger Verbrennung (z.B. Schwachlastbetrieb) können zusätzlich auch Rußpartikel und kondensierbare Kohlenwasserstoffe den Staubauswurf maßgeblich bestimmen. Die Massenkonzentration, Teilchengröße und mineralische Zusammensetzung der Stäube hängen von der Brennstoffart, den thermischen Bedingungen und den Strömungsverhältnissen in der Feuerung ab (vgl. Jungmeier et al. 1999). Die Staubemissionen werden auch durch Luftgebläse (staubaufwirbelnder Effekt) und von der Größe der Nachheizfläche (staubabscheidende Wirkung) bestimmt (vgl. Launhardt et al. 1998). Für Staub gibt die 1. BImSchV für Anlagen ab 15 kW, die mit naturbelassenem Holz betrieben werden, einen Grenzwert von 0,15 g/m<sup>3</sup> vor.<sup>22</sup>

In jüngster Zeit sind vor allem Feinstäube (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser  $\leq 10 \mu\text{m}$ ,  $\text{PM}_{10}$ ) in den Verdacht geraten, ein hohes Humantoxizitätspotenzial zu haben. Feinstäube, insbesondere im Submikronbereich, können akute gesundheitsschädigende Wirkungen, vor allem auf die Atemwege, verursachen. Darüber hinaus zeigen neuere Studien auch ein hohes Mortalitätsrisiko

<sup>22</sup> Bezogen auf einen Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas von 13%.

durch Langzeitwirkungen von Feinstäuben (WHO 2000). Feinstaub hat eine Verweilzeit bis zu zehn Tagen in der Atmosphäre, sodass es zu Ferntransporten kommen kann (HLUG 2002).

Die Staubemissionen von Holzfeuerungen bestehen zum überwiegenden Teil aus Feinstaub. Baumbach et al. (1999) haben die Zusammensetzung der Staubemission eines Pelletofens untersucht und kommen zu dem Ergebnis, dass mit 95% der weitaus größte Teil der Emissionen einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von unter 2,1 µm hat. Damit liegen die Partikelgrößen im Feinstaubbereich und haben ein hohes Toxizitätspotenzial.

Aus der Herstellerbefragung ergeben sich die in der folgenden Tabelle dargestellten Emissionswerte für Staub.

**Tabelle 15: Staubemissionen der untersuchten Pelletfeuerungen**

Staubemissionen	Pelletkessel (N=31) <sup>23</sup>			Pelletöfen (N=14) <sup>24</sup>		
	Durchschnitt	Median	Spannbreite	Durchschnitt	Median	Spannbreite
Bei Nennleistung	19,6 mg/m <sup>3</sup>	17 mg/m <sup>3</sup>	6,0-50,0 mg/m <sup>3</sup>	26,9 mg/m <sup>3</sup>	24,0 mg/m <sup>3</sup>	13,0-59,0 mg/m <sup>3</sup>
Bei kleinster Leistung	44,2 mg/m <sup>3</sup>	49,0 mg/m <sup>3</sup>	28,0-60,0 mg/m <sup>3</sup>	28,0 mg/m <sup>3</sup>	28,0 mg/m <sup>3</sup>	13,0-43,0 mg/m <sup>3</sup>
Staub-Emissionen bei kleinster Leistung in % der Emissionen bei Nennlast	333,3%	144,0%	100,0-1000,0%	144,4%	127,3%	48,1-238,9%

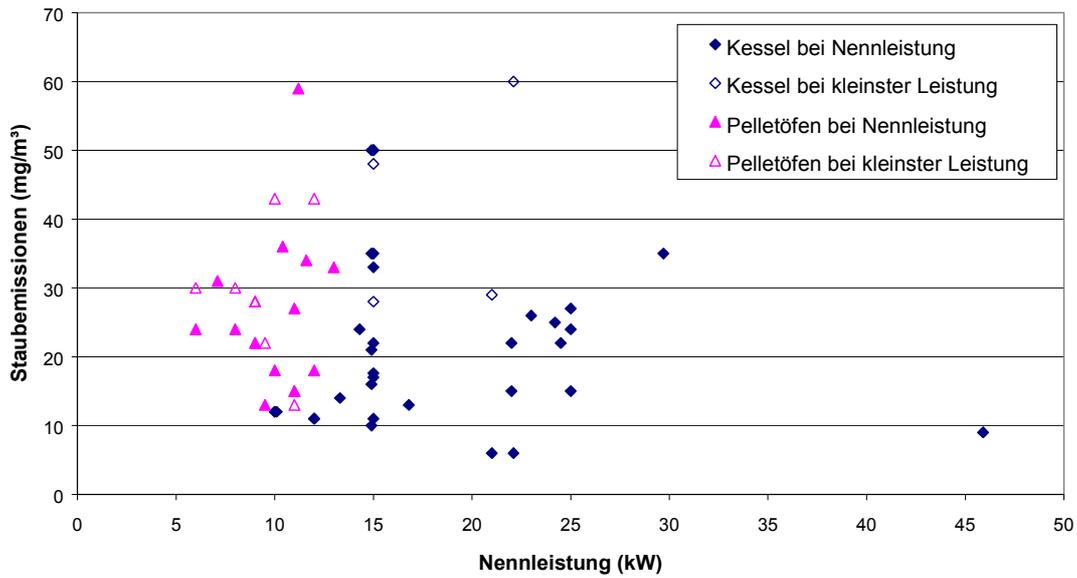
Quelle: IÖW 2002; Datenbasis: Herstellerbefragung

Die Werte liegen im gesamten Leistungsbereich deutlich unter den Werten der 1. BImSchV, sie unterschreiten sie sogar um mehr als die Hälfte. Die Emissionswerte weisen eine relativ breite Streuung auf. Bei Nennleistung liegen die Werte der Pelletöfen oberhalb derjenigen der Pelletkessel, bei kleinster Leistung ist es umgekehrt. Die Angaben bei kleinster Leistung liegen nur für einen Teil der Anlagen vor. Die Werte dieser Anlagen liegen bei Nennleistung bei den Kesseln bei 25 mg/m<sup>3</sup>, bei den Pelletöfen bei 20 mg/m<sup>3</sup>. Die Werte bei kleinster Leistung liegen im Durchschnitt also über den Emissionswerten bei Nennleistung. Im Teillastbetrieb wird die Verbrennung unvollständiger, wodurch es zu einer verstärkten Rußbildung und zur Bildung kondensierbarer Kohlenwasserstoffe kommt.

<sup>23</sup> Bei kleinster Leistung liegen nur Angaben von 6 Pelletkesseln vor.

<sup>24</sup> Bei kleinster Leistung liegen nur Angaben von 9 Pelletöfen vor.

**Abbildung 20: Staubemissionen der untersuchten Pelletfeuerungen**

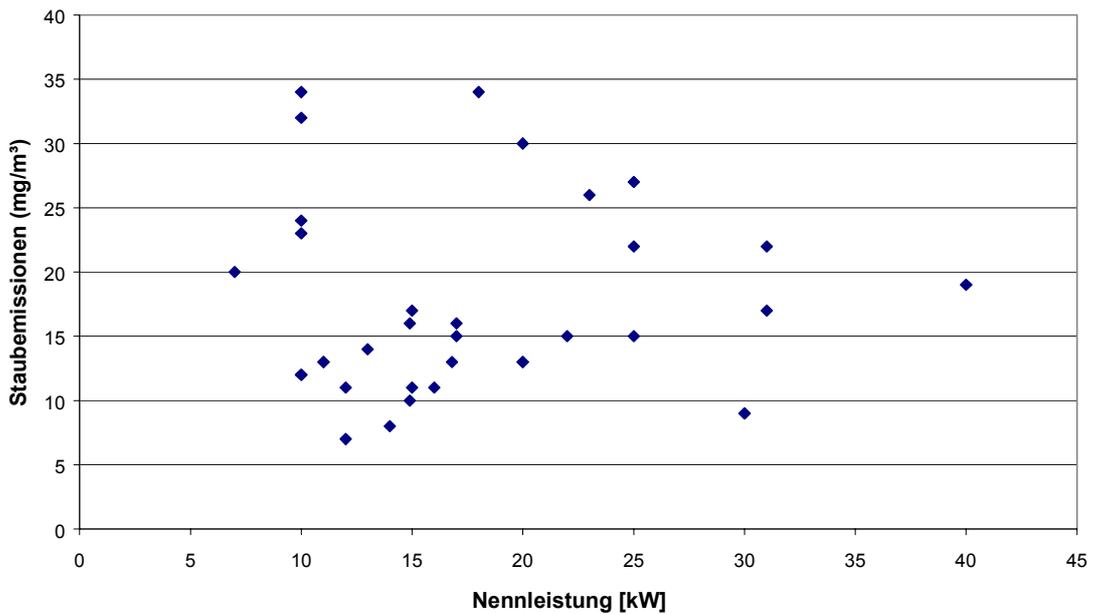


Quelle: IÖW 2002; Datenbasis: Herstellerbefragung

In der Untersuchung von Jungmeier et al. (1999) wurden durchschnittliche Staubemissionswerte von 18 mg/MJ (Minimum 5, Maximum 49) bei Nennleistung gemessen, was 28 mg/m³ entspricht.

Die Staubemissionen wurden in den neueren Untersuchungen der BLT nur bei Nennleistung gemessen. Die Mediane der Messungen seit 1999 liegen bei 13,5 mg/m³ für die Zentralheizungen und 24 mg/m³ für die Pelletöfen.

**Abbildung 21: Staubemissionen der von der BLT Wieselburg seit 1999 untersuchten Pelletfeuerungen**



Quelle: Eigene Grafik, Datenbasis BLT Wieselburg ([www.bl.t.bmlf.gv.at](http://www.bl.t.bmlf.gv.at))

#### 4.2.4. Schallemissionen

Pelletfeuerungen kommen in Wohnhäusern zum Einsatz; dabei stehen sie als Heizkessel zumeist im Keller, während Pelletöfen unmittelbar in den Wohnräumen aufgestellt werden. Anforderungen, die an Lärmemissionen zu stellen sind, sollten sich daher an den Immissionswerten der TA Lärm orientieren, die für Wohngebiete gelten. Hier gilt tagsüber ein Immissionsrichtwert von 50 dB(A) und nachts von 35 dB(A).

Die Schallemissionen von Pelletfeuerungen werden vor allem durch Gebläse, Pumpen und Förderschnecken hervorgerufen. Sowohl in der Literatur als auch in unserer Herstellerbefragung konnten kaum Werte für Schallemissionen ermittelt werden. Die Ermittlung der Schallemissionen gehört auch nicht zum typischen Prüfumfang der Prüfinstitute. In der Herstellerbefragung machten drei Pelletöfen- und ein Kesselhersteller Angaben zu den Schallemissionen. Die angegebenen Schallemissionen bei Pelletöfen liegen zwischen 37 und 42 dB(A), beim Kessel (15 kW) bei 40 dB(A). Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Emissionswerte nicht direkt in Beziehung zu den Immissionswerten gesetzt werden können.

Zusätzlich wurde erhoben, durch welche Maßnahmen die Hersteller Schallemissionen senken. Vier Kesselhersteller und ein Pelletofenhersteller gaben an, dass sie keine Lärminderungsmaßnahmen einsetzen, jeweils zwei weitere Hersteller machten keine Angaben.

Bei den übrigen wurde eine Vielzahl verschiedener Maßnahmen genannt, z.B.

- schallentkoppelte Schnecke (3 Nennungen)
- Anlage auf Gummiplatten (3 Nennungen)
- geräuscharmes Gebläse (3 Nennungen)
- Sperrzeiten für Saugsystem (2 Nennungen)
- Kapselung (2 Nennungen)

Die Schallemissionen werden nicht nur durch das Gerät, sondern auch durch die konkreten Aufstellbedingungen beeinflusst. Die Emissionen auf dem Prüfstand können sich daher erheblich von den Praxiswerten unterscheiden. Dies gilt insbesondere für den Abgasschall.

Da ein Umweltzeichen die konkreten Aufstellbedingungen vor Ort nicht berücksichtigen kann, wird aufgrund der Abweichungen zwischen Prüfstand und Praxis empfohlen, bei der Definition der Anforderungen für ein Umweltzeichen auf Anforderungen an die Lärmemissionen zu verzichten.

#### 4.2.5. Bedienung, Lebensdauer, Wartung

Ein optimaler Abbrand und somit die Effizienz der Anlage ist neben technischen Einstellungen entscheidend von den eingesetzten Pellets und der Bedienung abhängig. Die korrekte Bedienung kann durch automatische Steuerung erleichtert werden. Für alle untersuchten Heizkessel erfolgt der Betrieb und die Leistungs- und Verbrennungsregelung vollständig automatisch. Bei den Pelletöfen kann die Leistungsregelung komplett automatisch erfolgen, wenn ein Raumthermostat vorhanden ist. Ohne Raumthermostat muss die Leistung manuell eingestellt werden, die Verbrennungsregelung erfolgt bei nahezu allen Geräten ebenfalls vollautomatisch.

Die Effizienz der Anlagen kann durch die Kombination mit einem Pufferspeicher verbessert werden. Mit Pufferspeicher wird die Anlage ausschließlich bei Nennlast betrieben und erreicht dadurch bessere

Wirkungsgrade und Emissionen. Zudem verringert sich die Anzahl der An- und Abfahrvorgänge, die durch den Zündungsvorgang erheblich zum Stromverbrauch der Anlage beitragen.

Der energetische und auch der ökonomische Ertrag hängt neben dem Wirkungsgrad und der Effizienz der Anlage stark von ihrer Lebensdauer ab. Daraus ergibt sich ein Qualitäts- und Langlebigkeits-, aber auch Instandhaltungsanspruch. Letzterer betrifft auch den nachfolgenden Aspekt der recyclinggerechten Konstruktion (vgl. Abschnitt 4.2.7), wodurch in der Regel ebenfalls Reparatur und Wartung erleichtert und somit zur Lebensdauerverlängerung beigetragen werden kann.

Die Hersteller geben den Wartungsaufwand für die Anlagen überwiegend mit 1 bis 2 Stunden pro Jahr an. Dies gilt sowohl für die Kessel als auch für die Pelletöfen. Die Wartung wird in der Regel einmal pro Jahr durchgeführt.

Der Umfang der Dienstleistungen, die die Hersteller anbieten, ist sehr unterschiedlich. Einige Hersteller bieten ein Komplettangebot an Dienstleistungen von der Beratung und Planung, über die Installation bis zu Wartung und Reparatur an, andere überlassen diese Dienstleistungen komplett den Installateuren. Von den 24 befragten Herstellern führen 16 Wartungsarbeiten durch, 15 bieten einen Reparaturservice an, 12 nehmen die Heizungen selber in Betrieb bzw. sind bei der Installation, die nur ein Installateur vornehmen darf, dabei. Fünf Hersteller bieten Beratung und Planung an und drei führen Schulungen für die Vertragsinstallateure durch.

Die Lebensdauer der Anlagen wird von der Mehrzahl der Hersteller mit 15 bis 20 Jahren angegeben. Ein Kesselhersteller wies darauf hin, dass durch modulare Bauweise der Austausch von Bauteilen erleichtert und so die Lebensdauer verlängert wird. Bei den Angaben zur Lebensdauer handelt es sich um Schätzwerte, da bislang noch keine Anlage so lange auf dem Markt ist, dass die Werte in der Praxis tatsächlich erreicht werden konnten. Ein Hersteller gibt als längste bisher erreichte Laufzeit 19 Jahre an. Dabei handelt es sich vermutlich um eine Demonstrationsanlage. Vier weitere Hersteller geben Werte zwischen acht und zehn Jahren an, im Durchschnitt liegt die bisher erreichte längste Laufzeit bei 6 Jahren sowohl für die Kessel als auch für die Pelletöfen.

Bei der Installation einer Pelletanlage ist die Abgasführung auf den Kamin abzustimmen. Als allgemeine Anforderungen an den Kamin einer Holzpelletfeuerung gaben die Hersteller an, dass dieser feuchtigkeitsunempfindlich sein muss, einen Durchmesser von 120 bis 180 mm haben und isoliert sein sollte. Diese Anforderungen werden durch moderne Kamine in der Regel erfüllt, bei älteren Kaminen kann eine Nachrüstung erforderlich sein. Die genauen Anforderungen an den Kamin legt jedoch der zuständige Schornsteinfeger vor der Inbetriebnahme fest. Diesbezüglich sollten sich Betreiber vorab mit dem Hersteller bzw. Installateur und dem zuständigen Schornsteinfeger in Verbindung setzen.

#### **4.2.6. Ascheentsorgung**

Die überwiegende Masse des Holzes wird bei der Verbrennung in gasförmige Bestandteile überführt. Nur ein geringer Anteil, zwischen 0,5 und 1%, sind aschebildende Mineralstoffe (Marutzky/Seeger 1999). Die Menge der Asche ist sowohl vom eingesetzten Holz als auch von der Güte der Verbrennung abhängig.

Bei einem Einfamilienhaus fallen etwa 20 kg Asche pro Jahr an (BIZ 2002). Die Asche ist ein Abfall der ordnungsgemäß entsorgt werden muss. Die Asche aus Feuerungsanlagen im häuslichen Bereich wird zumeist über den Hausmüll entsorgt und teilweise als Dünger im Garten ausgebracht.

Die Asche kann in der Feuerungsanlage durch Verschmutzung von Anlagenteilen zu Problemen füh-

ren. Zur Aufrechterhaltung der Funktion sind eine regelmäßige Entaschung und Reinigungsarbeiten notwendig.

Unter den untersuchten Holzpelletkesseln sind 18, die über eine automatische oder eine halbautomatische Entaschung verfügen, in neun Geräten erfolgt die Entaschung händisch. Zu fünf Geräten liegen keine Angaben vor. Unter den 14 Pelletöfen wird einer optional mit automatischer Entaschung angeboten, aus den übrigen muss die Asche manuell entfernt werden.

Von den 32 der untersuchten Pelletkesseln verfügen 22 über eine automatische Wärmetauscherreinigung, in zweien ist sie optional, in zwei weiteren erfolgt sie halbautomatisch. In fünf Kesseln sowie allen Pelletöfen erfolgt die Reinigung des Wärmetauschers manuell.

#### **4.2.7. Recyclinggerechte Konstruktion, Gefahrstoffe und Entsorgung**

Die Recyclingfähigkeit der Anlagen und ihrer einzelnen Bauteile ist speziell unter den Gesichtspunkten der Wieder- und Weiterverwendbarkeit, Instandhaltung und letztlich der Langlebigkeit ein wichtiger Faktor für die Umweltrelevanz der Untersuchungsobjekte. Wesentliche Anforderungen für eine recyclinggerechte Konstruktion sind geringe Materialvielfalt, trennbare Verbindungen, Verzicht auf Verbundstoffe und Kennzeichnung von Materialien. Holzpelletfeuerungen bestehen überwiegend aus metallischen Werkstoffen. Weitere Werkstoffe, z.B. Kunststoffe, befinden sich u.a. in den elektronischen Bauteilen.

In der Herstellerbefragung wurden die Maßnahmen der Hersteller zur recyclinggerechten Konstruktion erhoben. Dabei machten zwei Kessel- und ein Pelletofenhersteller keine Angaben, zwei Kesselhersteller gaben an, dass recyclinggerechte Konstruktion kein relevantes Thema sei. Die übrigen Hersteller achten vor allem auf geringe Materialvielfalt (11 Nennungen) und Demontagefähigkeit (6 Nennungen). Kennzeichnung der Materialien gab nur ein Hersteller an. Richtlinien für recyclinggerechte Konstruktion wie z.B. die VDI 2243 werden aber kaum explizit in die Konstruktion einbezogen. Die Richtlinie ist nicht auf bestimmte Produktgruppen spezifiziert und kann in ihrer allgemeinen Form eher als Orientierung, denn als überprüfbare Vorschrift angesehen werden.

Erfahrungen mit der Entsorgung von Pelletanlagen haben die Hersteller noch nicht gemacht, da die Anlagen erst relativ kurze Zeit am Markt sind. Ein Großteil der Hersteller gibt an, dass die Entsorgungsverantwortung beim Kunden liegt. Ein Kesselhersteller nimmt die gebrauchten Anlagen zurück und verwendet Bauteile wieder, zwei Hersteller nehmen die Geräte auf Wunsch zurück und demontieren sie. Fünf Hersteller geben an, dass die Rücknahme durch den Installateur erfolgt. Ein Teil der Hersteller gibt an, dass es üblich sei, dass Installateure bei Neukauf Altanlagen zurücknehmen.

Auf die Frage nach bei der Entsorgung auftretenden Probleme macht ebenfalls nur ein Teil der Hersteller Angaben. 16 Hersteller sehen keine Probleme, fünf nennen die Elektronik, einer die Beschichtung der Metalle und einer Glaswolle. Die Antworten zeigen, dass sich die Mehrzahl der Hersteller noch nicht tiefergehend mit dem Thema Entsorgung auseinandergesetzt hat.

Um eine ordnungsgemäße Entsorgung sicherzustellen, ist zu erwägen, ob die Hersteller zur Rücknahme ihrer Geräte verpflichtet werden sollen. Da aber in der Praxis ein Großteil der Anlagen durch lokale Handwerker installiert wird und die Hersteller über dezentrale Vertriebsnetze verfügen, ist eine dezentrale Rücknahme sinnvoller. Diese scheint in der Praxis bereits üblich zu sein.

Aus den dargestellten Gründen und da es sich bei Pelletfeuerungen um langlebige Geräte mit relativ geringer Materialvielfalt handelt, die zum überwiegenden Teil aus metallischen Werkstoffen bestehen,

kann aus im Rahmen einer Umweltzeichenvergabe darauf verzichtet werden, Anforderungen an recyclinggerechte Konstruktion zu stellen.

### 4.3. Geltende nationale und internationale Regelungen und Vereinbarungen

#### 4.3.1. Prüfung und Normung

Für Pelletöfen gibt es in Deutschland (bisher) keine spezifischen Prüfnormen; ihre Prüfung erfolgt nach Normen für Feuerstätten für feste Brennstoffe. Für Pelletkessel gilt die europäische Norm EN 303-5: „Heizkessel für feste Brennstoffe, hand- und automatisch beschickte Feuerungen, Nennwärmeleistung bis 300 kW – Begriffe, Anforderungen, Prüfungen und Kennzeichnung“. Diese Norm ist in Deutschland als DIN EN 303-5 „Heizkessel“ seit 1999 veröffentlicht. In der DIN EN 303-5 werden drei Qualitätsklassen unterschieden, die über unterschiedliche Anforderungen an den Wirkungsgrad und die Emissionswerte definiert sind (s. Tabelle 16). Zum Erreichen einer Klasse müssen alle Anforderungen dieser Klasse erfüllt werden. Die erreichte Qualitätsklasse wird im Prüfbericht festgehalten und auf dem Kesselschild angegeben.

**Tabelle 16: Anforderungen gemäß DIN EN 303-5 an verschiedene Qualitätsklassen für Heizkessel mit biogenen Brennstoffen, automatischer Beschickung und einer Nennwärmeleistung  $Q_N < 50 \text{ kW}$ <sup>25</sup>**

	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
<b>Kesselwirkungsgrad<sup>26</sup> [%]</b>	$47 + 6 \log Q_N$	$57 + 6 \log Q_N$	$67 + 6 \log Q_N$
<b>Kohlenmonoxid<sup>27</sup> [mg/m<sup>3</sup>]</b>	15.000	5.000	3.000
<b>Org. Kohlenstoff<sup>27</sup> [mg/m<sup>3</sup>]</b>	1.750	200	100
<b>Staub<sup>28</sup> [mg/m<sup>3</sup>]</b>	200	180	150

Die Werte der Klasse 2 für Kohlenmonoxid und Staub entsprechen den Werten der 1. BImSchV für Holzfeuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung von weniger als 50 kW. In Deutschland sind für diese Anlagen aufgrund der Emissionsgrenzwerte der 1. BImSchV nur die Klassen 2 und 3 dieser Tabelle zulässig. Die 1. BImSchV schreibt für Heizkessel, die mit naturbelassenem Holz beheizt werden und eine Nennwärmeleistung von über 15 kW haben, für Staub einen Grenzwert von 150 mg/m<sup>3</sup> und für Kohlenmonoxid bis zu einer Nennwärmeleistung von 50 kW einen Grenzwert von 4.000 mg/m<sup>3</sup> vor (bei einem Bezugssauerstoffgehalt von 13%).

Die DIN EN 303-5 regelt die Durchführung der Emissionsmessungen sowie die Bestimmung und Berechnung der Emissionswerte. Als Fehlergrenzen gibt die Norm für den Wirkungsgrad  $\pm 3$  Prozentpunkte und für die Emissionswerte  $\pm 5\%$  des Emissionsgrenzwertes vor. Der Prüfbrennstoff „Presslinge“ muss folgende Anforderungen erfüllen: der Wassergehalt darf maximal 12% und der Aschegehalt maximal 0,5% betragen, der untere Heizwert (wasserfrei) muss bei 18 MJ/kg ( $\pm 5\%$ ) liegen. Neben

<sup>25</sup> Bei einem Bezugssauerstoffgehalt von 10 Vol%

<sup>26</sup> Diese Wirkungsgrade dürfen bei Nennwärmeleistung nicht unterschritten werden.

<sup>27</sup> Die Emissionswerte dürfen bei Nennwärmeleistung und bei kleinster Wärmeleistung nicht überschritten werden.

<sup>28</sup> Die Emissionswerte dürfen bei Nennwärmeleistung nicht überschritten werden.

den heiztechnischen Anforderungen (z.B. für Mindestwirkungsgrade, Brenndauer, Förderdruck, Abgasemissionen) legt die DIN EN 303-5 auch die sicherheitstechnischen Anforderungen fest.

Die Prüfung von Pelletöfen erfolgt in Anlehnung an DIN 18891 „Kaminöfen für feste Brennstoffe“. Eine Anpassung der Prüfbedingungen auf Pelletanlagen wird zur Zeit erarbeitet und wird voraussichtlich im nächsten Jahr verabschiedet (Entwurf DIN 18894: Feuerstätten für feste Brennstoffe – Pelletöfen – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung). Sie wird neben Prüfbedingungen auch Anforderungen an Wirkungsgrade und CO-Emissionen sowie an die Sicherheitstechnik enthalten.

Die zur Zeit noch geltende DIN 18891 schreibt einen Wirkungsgrad von mindestens 70% bzw. 60% bei einer hinterspülten Sichtfensterscheibe größer 0,2 m<sup>2</sup> vor. Bezüglich der Emissionswerte enthält sie keine Anforderungen. In einem Änderungsentwurf (DIN 18891/A2) wird einheitlich ein Wirkungsgrad von mindestens 70% sowie eine maximale Kohlenmonoxidemission von 0,4 Vol% für die Holzverbrennung verlangt.

Neben der nationalen Normung gewinnt die europäische Normung zunehmend an Bedeutung. Zur Zeit laufen verschiedene europäische Normungsverfahren für Einzelraumfeuerstätten, z.B. für herkömmliche Öfen für Stückholz oder Kohle (prEN 13240) und offene Kamine (prEN 13229) (Astfalk 1999a). Sie enthalten einige Umwelanforderungen, allerdings lediglich für Mindestwirkungsgrade und zur Begrenzung der CO-Emissionen. Anforderungen für Staub-, Stickstoffoxid- und Kohlenwasserstoffemissionen sind nicht vorgesehen. Für Pelletöfen ist eine europäische Norm geplant.

Das Inverkehrbringen und Verwenden von Pelletfeuerungen erfordert die Beachtung der allgemeinen Schutzziele der EU-Bauprodukterichtlinie (u.a. Brandschutz, Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz, Nutzungssicherheit/Funktion, mechanische Festigkeit und Standsicherheit). Pelletfeuerungen sind CE-kennzeichnungspflichtig in Bezug auf die EU-Richtlinien Elektrische Betriebssicherheit (73/23/EWG), Elektromagnetische Verträglichkeit (89/336/EWG), Maschinen (89/392/EWG) und Bauprodukte (89/106/EWG), die auf die Feuerungen bzw. deren Anlagenteile Anwendung finden (Astfalk 1999a).

#### **4.3.2. Gütezeichen für Holzfeuerungsanlagen**

In Deutschland werden durch die DIN CERTCO das DINplus-Zeichen und durch den Zentralverband Sanitär-Heizung-Klima (ZVSHK) ein Zertifizierungszeichen für schadstoffarme Holzfeuerungen mit Anforderungen an die Emissionen (CO und Staub), den Wirkungsgrad sowie an Kundendienst und Produktinformation, vergeben. Diese Zeichen gelten aber bislang nicht für Pelletfeuerungen. Der Normenausschuss Heiz-, Koch- und Wärmegerät bereitet eine DIN-Norm für Holzpelletöfen vor.

Die bayrische Landesanstalt für Landtechnik entwickelt zur Zeit in Kooperation mit dem TÜV Bayern ein Qualitätszeichen für Holzzentralheizungen. Dieses soll sowohl für Pelletkessel als auch für Hackschnittel- und Scheitholzkessel gelten und dabei automatisch und handbeschickte Anlagen einbeziehen. Einzelheiten über die Anforderungen sind noch nicht bekannt.

Der Pelletsverband Austria vergibt ein Gütezeichen an Hersteller von Pelletheizgeräten, die folgende Anforderungen erfüllen: Jahrelange Erfahrung mit Holzheizungen, Einhaltung bestimmter Emissionshöchstwerte, firmeneigene Entwicklung und Fertigung, mindestens 80% der Wertschöpfung in Österreich und Service binnen 24 h während der Heizperiode. Fünf österreichische Hersteller führen das Gütezeichen des Pelletsverbandes Austria.

In den USA existiert eine Norm „Standard Specification for Room Heaters, Pellet Fuel-Burning Type“ (ASTM E 1509, von 1995) für automatisch beschickte Pelletöfen zum Einsatz von Holzpellets oder

andere geeignete feste Brennstoffe. Sie enthält Leistungsanforderungen, Prüfmethode und Kennzeichnungsanforderungen (ASTM 2002).

Auch in Schweden gibt es ein Gütezeichen für Holzpelletfeuerungen, die „P-Märke“. Diese wird vom Schwedischen Prüfungs- und Forschungsinstitut (Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, SP) vergeben. Die Kriterien sind Austrag, Effektivität, Sicherheit und Zuverlässigkeit. Unter die Zertifizierungsrichtlinie für Pelletbrenner und Pelletkessel (Certifieringsregler P-märkning av Pelletsbrännare och Pellets pannor, SPCR 028) fallen Pelletbrenner mit einer Nennwärmeleistung von bis zu 25 kW und Pelletkessel (darunter sind Brenner und Kessel als Einheit zu verstehen) mit bis zu 100 kW (SP 1999). Ebenso gibt es eine Zertifizierungsrichtlinie für Pelletöfen (Certifieringsregler P-märkning av Pelletskaminer SPCR 093) (SP 1998). Die Brennstofftransportsysteme für die automatische Beschickung sind Bestandteil der Zertifizierung.

#### 4.3.3. Zusammenfassung verschiedener Normen und Gütezeichen

Tabelle 17 fasst die Anforderungen von in Deutschland geltenden Normen und Gütezeichen, die für Pelletfeuerungen relevant sind, zusammen.

**Tabelle 17: Anforderungen von in Deutschland für Pelletfeuerungen geltenden Normen und Gütezeichen**

Anforderungen	DIN EN 303-5 <sup>29</sup>	DIN 18891/A2 <sup>30</sup>	DIN CERTCO <sup>30</sup>
Geltungsbereich	Heizkessel für feste Brennstoffe	Kaminöfen für feste Brennstoffe	Kaminöfen für feste Brennstoffe
Wirkungsgrad [%]	$67 + 6 \log Q_N$	70	75
CO-Emissionen [mg/m <sup>3</sup> ]	3.000	0,4 Vol%	1.500
C <sub>ges</sub> -Emissionen [mg/m <sup>3</sup> ]	100	Keine Anforderungen	120
Staub-Emissionen [mg/m <sup>3</sup> ]	150	Keine Anforderungen	75
NO <sub>x</sub> -Emissionen [mg/m <sup>3</sup> ]	Keine Anforderungen	Keine Anforderungen	200
Sonstige Anforderungen	Sicherheitstechnische Anforderungen	Sicherheitstechnische Anforderungen	Kundendienst, Produktinformation

Die Übersicht zeigt, dass bisher speziell für Pelletfeuerungen keine Normen und Gütezeichen entwickelt wurden. Da sich der Geltungsbereich der genannten Normen und Gütezeichen auf Heizkessel oder Kaminöfen mit festen Brennstoffen im allgemeinen erstreckt, bieten die Umweltaanforderungen für Holzpelletfeuerungen keine Anreize für Verbesserungen. Zudem berücksichtigen nicht alle Normen Umweltaspekte in umfassendem Maße. Ein Umweltzeichen für Holzpelletfeuerungen kann hier also zum einen Lücken in den bisherigen Anforderungen schließen und umweltbesogene Anforderungen bündeln, zum anderen bietet es aufgrund des eingeschränkten Geltungsbereiches die Möglichkeit, strengere Anforderungen zu stellen.

<sup>29</sup> Bezogen auf 10% O<sub>2</sub>.

<sup>30</sup> Bezogen auf 13% O<sub>2</sub>.

#### 4.3.4. Umweltzeichen anderer Länder

In Österreich existiert bereits ein Umweltzeichen für Holzzentralheizungskessel. Dieses gilt für verschiedene Holzbrennstoffe (Stückholz, Hackschnitzel, Holzpellets), für händisch beschickte Anlagen bis zu einer Nennwärmeleistung von 49 kW, für automatisch beschickte Anlagen bis 70 kW. Es enthält Anforderungen zur rationellen Energienutzung, zu Schadstoffemissionen sowie zu Rohstoffen und Verpackungsmaterialien, Dienstleistungen des Herstellers und Gebrauchstauglichkeit (Verein für Konsumenteninformation 2001). Ein Hersteller (Compact) ist mit einem Holzpelletkessel in drei Leistungsklassen Zeichennehmer dieses Umweltzeichens.

Die rationelle Energienutzung wird anhand des Kesselwirkungsgrades (siehe Tabelle) und der elektrischen Leistungsaufnahme, die für automatisch beschickte Feuerungen bei maximal 1,5% der Nennwärmeleistung liegen darf, überprüft.

**Tabelle 18: Mindestwerte für den Kesselwirkungsgrad für automatisch beschickte Holz-Zentralheizungskessel nach der Richtlinie des österreichischen Umweltzeichens (UZ 37)**

	Nennwärmeleistung $Q_N < 10 \text{ kW}$	Nennwärmeleistung $Q_N > 10 \text{ kW}$
<b>Kesselwirkungsgrad</b>	79%	$71,3 + 7,7 \log Q_N$

Quelle: Verein für Konsumenteninformation 2001

Als Emissionswerte müssen für das Umweltzeichen Höchstwerte für Kohlenmonoxid, organische Kohlenstoffverbindungen, Stickoxide und Staub eingehalten werden (siehe Tabelle 19). Die Prüfungen für das Umweltzeichen müssen den Anforderungen der EN 303-5 genügen.

**Tabelle 19: Höchstwerte für Emissionen für automatisch beschickte Holz-Zentralheizungskessel nach der Richtlinie des österreichischen Umweltzeichens (UZ 37)**

	CO		C <sub>org</sub> <sup>31</sup>		NO <sub>x</sub> <sup>32</sup>		Staub	
	mg/MJ	mg/m <sup>3</sup>	mg/MJ	mg/m <sup>3</sup>	mg/MJ	mg/m <sup>3</sup>	mg/MJ	mg/m <sup>3</sup>
<b>Nennlast</b>	250	379	30	45	150	227	50	76
<b>Kleinste Leistung (&lt; 30% der Nennlast)</b>	500	758	30	45	-	-	-	-

Quelle: Verein für Konsumenteninformation 2001; eigene Umrechnung in mg/m<sup>3</sup>

Ein nordisches Umweltzeichen für automatisch beschickte Holzkessel und manuell beschickte Holzkessel mit Pufferspeicher bis zu einer Leistung von 300 kW, die als alleinige Wärmequelle geeignet sind, existiert seit Dezember 2001. Zeichennehmer sind bisher zwei dänische Kesselhersteller (CN Maskinfabrik A/S und LIN-KA Maskinfabrik A/S) mit jeweils einem Bautyp. Die Vergabegrundlage des nordischen Umweltzeichens stellt Anforderungen an Wirkungsgrad, Emissionen (CO, Staub, Kohlenwasserstoffe), eingesetzte Materialien, Verpackung, Installation, Information und Bedienungsanleitung (Nordic Ecolabelling 2001). Die Anforderungen für automatisch beschickte Feuerungen an den Wirkungsgrad und die Emissionswerte sind in Tabelle 20 dargestellt.

<sup>31</sup> Summe der Emissionen an organisch gebundenem Kohlenstoff, angegeben als elementarer Kohlenstoff

<sup>32</sup> Summe der Emissionen von NO und NO<sub>2</sub>, angegeben als NO<sub>2</sub>

**Tabelle 20: Anforderungen bei Nennwärmeleistung des nordischen Umweltzeichens (Emissionen bezogen auf 10 Vol.-% O<sub>2</sub>)**

	Wirkungsgrad [%]	C <sub>ges</sub> [mg/m <sup>3</sup> ]	CO [mg/m <sup>3</sup> ]	Staub [mg/m <sup>3</sup> ]
<b>Automatisch beschickte Feuerungen bis 70 kW</b>	69+6 log Q <sub>N</sub>	70	1000	70

Quelle: Nordic Ecolabelling 2001

Die Umweltzeichen in Österreich und den skandinavischen Ländern gelten nicht speziell für Pellet, sondern allgemein für Holzfeuerungen. Deswegen stellen sie im Vergleich zu dem geplanten deutschen Umweltzeichen weniger strenge Anforderungen an die Anlagen.

#### 4.3.5. Normen und Gütezeichen für Holzpellets

Auch für Holzpellets gibt es verschiedene Normen und Gütezeichen. Die höchsten Anforderungen stellt dabei das Gütezeichen des Pelletverbandes Österreich (PVA). Der Deutsche Pelletverband (PVD) ist zur Zeit dabei, in Anlehnung an die Kriterien des PVA ein eigenes Qualitätssiegel zu entwickeln. Für Holzpellets liegen sowohl in Österreich (ÖNORM M 7135 „Anforderungen an Presslinge aus naturbelassenem Holz und naturbelassener Rinde, Pellets und Bricketts“) als auch in Deutschland (DIN 51731 „Anforderungen an Presslinge aus naturbelassenem Holz“) Normen vor<sup>33</sup>. Die ÖNORM M 7135 beinhaltet dabei z.T. höhere Qualitätsanforderungen an die Pellets als die DIN 51731, z.B. Gehalt an Stickstoff, Chlor. Ein weiteres Zeichen für Pellets entwickelt die RAL Gütegemeinschaft Gebrauchtholz. Dieses hat aber deutlich geringere Anforderungen an die Pellets und eignet sich eher für Pellets im industriellen Einsatz als in kleinen Pelletfeuerungen.

In Österreich existiert ein Umweltzeichen für Brennstoffe (Holzpellets, Holzbricketts) aus Biomasse (UZ 38). Die entsprechende Richtlinie fordert als Rohstoff naturbelassene Nebenprodukte aus der Holzbe- und -verarbeitung. Die Presslinge müssen ohne Bindemittel hergestellt sein. Für den Gehalt an Schwefel, Stickstoff, Chlor, Chrom, Kupfer und extrahierbare organisch gebundene Halogene sind Richtwerte vorgegeben. Diese bündeln die Anforderungen der ÖNORM M 7135 (für Schwefel, Stickstoff, Chlor und Halogene) und der DIN 51731 (Schwermetalle). Weitere Aspekte der Richtlinie betreffen die Verpackung, die Abmessung der Pellets und brennstofftechnische Anforderungen sowie Anforderungen an Lagerung und Transportlogistik. Die Holzpellets zweier österreichischer Produzenten tragen das Umweltzeichen (Öko-Wärme Schörkhuber & Hörmann, St. Nikola: „POWER PELLETS“ und Umdasch AG: Holzbricketts und Pellis).

#### 4.3.6. Förderprogramme

Förderprogramme enthalten teilweise ebenfalls ökologische Anforderungen an Holzpelletfeuerungen, ihre Berücksichtigung ist daher bei der Formulierung von Kriterien interessant. Das Marktanreizprogramm zur Nutzung erneuerbarer Energien des Bundes fördert nur Zentralheizungsanlagen, die nicht unter Naturzugbedingungen arbeiten und folgende Emissionsgrenzwerte einhalten: Kohlenmonoxid: 250 mg/m<sup>3</sup> bei Nennwärmeleistung und 500 mg/m<sup>3</sup> im Teillastbetrieb (bei kleinster Wärmeleistung), Staub: 50 mg/m<sup>3</sup>. Der Kesselwirkungsgrad muss mindestens 85% betragen, den Mindestzuschuss von 1.500 € erhalten nur Feuerungen mit einem Kesselwirkungsgrad von mindestens 90%.

<sup>33</sup> Auf die Anforderungen der beiden Normen wird in Abschnitt 2 eingegangen.

#### 4.4. Systemvergleich zwischen Holzpelletheizungen und anderen Heizungsanlagen

Mit einem Systemvergleich zwischen Holzpelletheizungen und anderen Heizanlagen soll ermittelt werden, ob der Einsatz von Holzpelletfeuerungen für die Wärme- und Warmwasserversorgung im kleinen Leistungsbereich (< 50 kW) ökologisch sinnvoll ist. Als Referenzwerte werden die Daten des Heizungsanlagenbestandes herangezogen. Ein Vergleich findet dabei zwischen Heizkesseln mit den Brennstoffen Öl, Gas, Scheitholz, Hackschnitzeln und Holzpellets statt. Neben diesem Vergleich mit aktuellen Durchschnittsanlagen werden Holzpelletkessel in Abschnitt 4.4.4 mit modernen Heizkesseln bzw. öl- und gasbefeuerten Heizkesseln, die ein Umweltzeichen tragen, gegenübergestellt.

Für Pelletöfen kann kein Systemvergleich durchgeführt werden, da keine Funktionsäquivalente mit anderen Brennstoffen existieren. Daher werden ihre Emissionsdaten und Wirkungsgrade in Abschnitt 4.4.5 mit den Werten von Scheitholzkaminöfen und Kohleöfen gegenübergestellt.

Die verschiedenen Heizungsanlagen werden hinsichtlich ihres kumulierten Energieaufwandes an nicht erneuerbaren Energien und ihren Emissionen an Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Stickoxiden, Staub und organischen Kohlenstoffen verglichen. Im Folgenden werden zunächst die Annahmen für den Systemvergleich erläutert, anschließend die Ergebnisse dargestellt und ein Fazit aus dem Vergleich gezogen.

##### 4.4.1. Annahmen für den Systemvergleich

Der Systemvergleich erfolgt am Beispiel eines fiktiven zu versorgenden Einfamilienhauses mit einer Fläche von 140 m<sup>2</sup>. Als Heizsystem wird der Mittelwert der untersuchten Holzpelletkessel mit einer Leistung von 15 kW mit den Referenzsystemen handbeschickte Holzheizung (Scheitholz), automatisch beschickte Holzheizung (Holzhackschnitzel), Gas-Heizkessel und Öl-Kessel verglichen. Damit werden für das fiktive Einfamilienhaus folgende Annahmen getroffen:

**Tabelle 21: Kennwerte des betrachteten Einfamilienhauses**

Fläche gesamt (m <sup>2</sup> )	140
Personen/Einfamilienhaus	4
spezifischer Jahresheizwärmebedarf (kWh/m <sup>2</sup> a) <sup>34</sup>	100
Jahresheizwärmebedarf für gesamte Fläche (kWh/a)	14.000
Warmwasserbedarf (kWh/a) <sup>35</sup>	1.750
Jahreswärmebedarf (kWh/a)	15.750

Quelle: IÖW 2002

In der folgenden Tabelle sind die Mittelwerte der Emissionen und Wirkungsgrade der Pelletkessel der Erhebung und das Jahresemissionsverhalten der Vergleichssysteme des Heizungsanlagenbestandes dargestellt. Um die Emissionswerte des Holzpelletkessels mit dem Jahresemissionsverhalten, d.h. dem Mittel über alle Betriebszustände, vergleichbar zu machen, wird die Annahme getroffen, dass die

<sup>34</sup> Dieser Wert entspricht dem maximal zulässigen Wert der Wärmeschutzverordnung von 1995 und kann als repräsentativer Wert für neuere Einfamilienhäuser angenommen werden.

<sup>35</sup> Der Warmwasserjahresbedarf wurde über den in der Energieeinsparverordnung angegebenen Wert von 12,5 kWh/m<sup>2</sup>a berechnet.

Hälfte des jährlichen Wärmebedarfs in Volllast und die Hälfte in Teillast (kleinste einstellbare Leistung) gewonnen wird.

**Tabelle 22: Kennwerte der verglichenen Heizungen (Anlagenbestand)**

	Pelletkessel <sup>36</sup>		Holzhackschnitzel <sup>37</sup>	Scheitholz <sup>38</sup>	Heizöl <sup>39</sup>	Erdgas <sup>39</sup>
	Nennlast	Teillast				
Wirkungsgrade	90%	89%	83%	80%	84%	84%
CO [mg/MJ]	44	127	934	3.228	25	14
Staub [mg/MJ]	13	28	28	51	2	0,03
NO <sub>x</sub> [mg/MJ]	75	71	85	77	46	38
Cges [mg/MJ]	2	2	53	191	3	2

Quelle: Eigene Zusammenstellung

Die elektrische Leistungsaufnahme der Heizkessel verursacht einen zusätzlichen Aufwand an nicht-erneuerbaren Energieträgern und trägt zum klimarelevanten CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei. Sie fließt trotzdem nicht in den Systemvergleich mit ein, da hierfür keine vergleichbaren Daten für die unterschiedlichen Heizkessel vorlagen. Für die Pelletkessel konnte durch die Befragung der Hersteller lediglich der Hilfsstrombedarf bei Nennlast erhoben werden<sup>40</sup>, wohingegen bei den Öl- und Gasheizungen wiederum Jahresmittelwerte vorliegen und für die Holzheizungen keine Werte vorhanden sind. Hierbei kann davon ausgegangen werden, dass bei öl- und gasbefeuerten Geräten im Gebäudebestand der Hilfsstrombedarf mindestens dem der Pelletanlagen entspricht, Hackschnitzelheizungen in einer ähnlichen Größenordnung liegen und Scheitholzheizungen einen geringeren Hilfsstrombedarf aufweisen.

## 4.4.2. Ergebnisse

### 4.4.2.1. Primärenergiebedarf

Der kumulierte Energieaufwand (KEA) ist ein Maß für die Energieeffizienz von Prozessen. Der KEA an nicht-erneuerbaren Energien liefert zudem ein Bild des Verbrauchs an fossilen Brennstoffen. Der kumulierte Energieaufwand an nicht erneuerbaren Energien wurde für die Brennstoffbereitstellung (Herstellung und Transport) nach Daten aus der GEMIS 4.0 Datenbank berechnet. In den Brennstoffbedarf fließen dabei die Wirkungsgrade der Heizungen mit ein. Beim Transport wurde bei Holzpellets, Holzhackschnitzeln, Scheitholz und Öl von einer Lieferung pro Jahr und einer mittleren Transportstrecke von 50 km ausgegangen. Die Emissionen und der Energieaufwand des LKWs wurden aus der GEMIS

<sup>36</sup> Die Werte sind Mittelwerte der untersuchten Pelletheizungen bei Nenn- bzw. Teillast.

<sup>37</sup> Die Emissionswerte sind Mittelwerte von Prüfstandmessungen an Hackgutfeuerungen von 1980 bis 1998 bei CO und C-Gesamt bei Nenn-, Teil- und Kleinlast, bei NO<sub>x</sub> und Staub nur bei Nennlast (Jungmeier et al. 1999). Für Staub wurde der Wert mit dem Emissionswert von modernen Hackschnitzelanlagen gemittelt (Pfeiffer et al. 2000).

<sup>38</sup> Die Werte sind gemittelte Werte zwischen dem mittleren Jahresemissionsverhalten von Holzheizungskesseln von 4-25 kW des Heizungsbestands (Pfeiffer et al. 2000) und der Mittelwerte von Prüfstandmessungen an Scheitholzheizungen von 1980 bis 1998 bei CO und C-Gesamt jeweils bei Nenn-, Teil- und Kleinlast, bei NO<sub>x</sub> und Staub nur bei Nennlast (Jungmeier et al. 1999).

<sup>39</sup> Die Werte sind Mittelwerte des Jahresemissionsverhaltens von Gas- bzw. Ölheizungen des Heizungsbestandes (Emissionen: Pfeiffer et al. 2000, Wirkungsgrad: Angabe des UBA)

<sup>40</sup> Dieser liegt bei weniger als einem Prozent der erzeugten thermischen Leistung, was für das betrachtete Beispiel einen Hilfsstrombedarf von etwa 150 kWh/a und damit einen Primärenergieeinsatz von etwa 450 kWh/a bedeuten würde.

4.0 Datenbank für einen durchschnittlichen LKW übernommen. Die Ergebnisse der Berechnungen des Aufwandes an nicht-erneuerbaren Energieträgern sind in Tabelle 23 dargestellt.

**Tabelle 23: Kumulierter Energieaufwand an nicht-erneuerbaren Energieträgern für die Brennstoffbereitstellung**

	Holzpellets	Hackgut	Stückholz	Heizöl	Erdgas
<b>KEA nicht erneuerbare [MJ/a]</b>	5.342	3.511	382	9.455	8.265

Quelle: eigene Zusammenstellung. Datenbasis: GEMIS 4.0

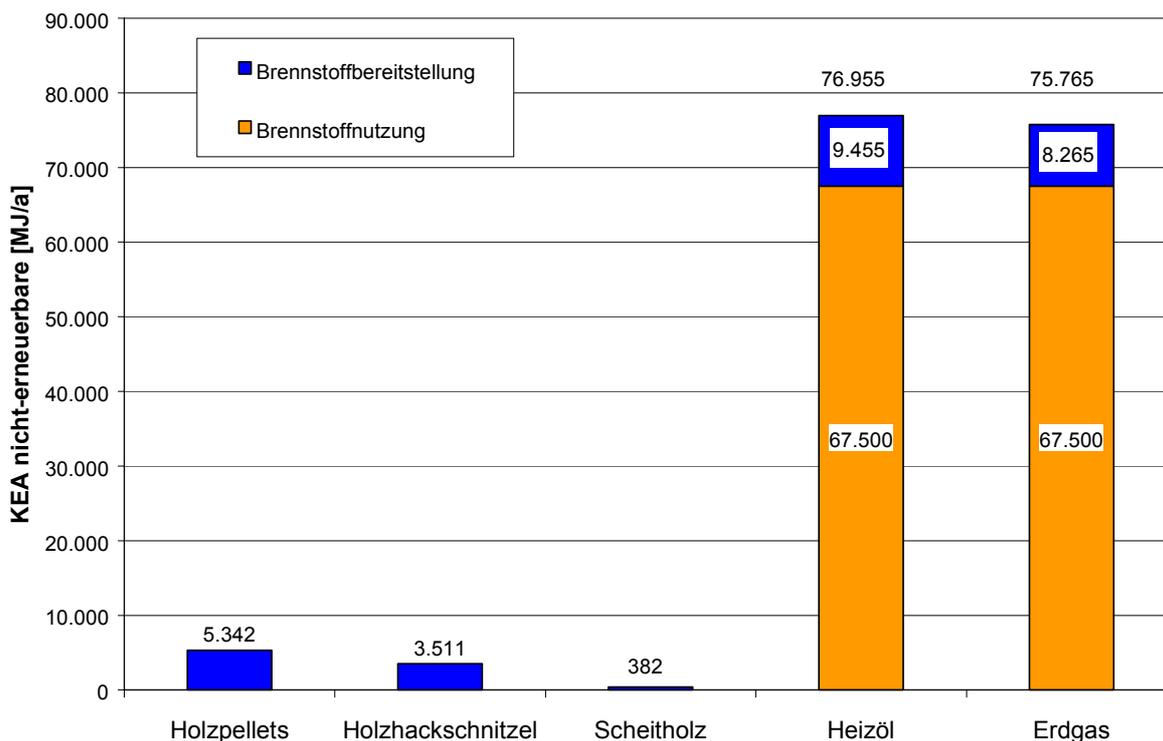
Bereits die Bereitstellung der nicht-erneuerbaren Energieträger Erdgas und Heizöl erfordert nach Tabelle 23 den höchsten Aufwand an nicht-erneuerbaren Energieträgern. Der im Vergleich zu Scheitholz und Holz hackschnitzeln höhere Energieverbrauch für die Bereitstellung der Holzpellets resultiert aus der für die Pelletproduktion notwendigen elektrischen Energie, die nach Angaben von Kaltschmitt und Neubarth (2000) 90 kWh/t Holzpellets beträgt. Dies entspricht einem Anteil von weniger als 2% des Energiegehaltes der Pellets. Andere Quellen gehen von einem Energieaufwand der Pelletherstellung von 3% des Energiegehaltes aus (Krapf 1999). Die Datenbank GEMIS 4.0 berechnet einen kumulierten Energieaufwand an nicht-erneuerbaren Energieträgern von 79 TJ je 1000 TJ Energiegehalt der Pellets, also 7,9% des Energiegehaltes. Hierbei wird die benötigte Energie zur Produktion von Holz hackschnitzeln und zu deren weiteren Verarbeitung zu Holzpellets berücksichtigt. Da Holzpellets in der Regel jedoch direkt aus dem Reststoff Sägespäne hergestellt werden, kann der erste Verarbeitungsschritt vernachlässigt werden. Damit ergibt sich mit GEMIS 4.0 Daten ein kumulierter Energieaufwand an nicht-erneuerbaren Energieträgern in Höhe von 3,4% des Energiegehaltes.

Für Scheitholz fällt nur der Energieaufwand durch den Transport an, da in den GEMIS-Daten vereinfachend davon ausgegangen wird, dass es sich um Waldrestholz handelt, für das keine (industrielle) Aufbereitung erfolgt.<sup>41</sup>

Wird neben der Brennstoffbereitstellung der Energiegehalt der Brennstoffe berücksichtigt, so erhöht sich der kumulierte Energieaufwand an nicht-erneuerbaren Energien der Öl- und Gasheizungen (siehe Abbildung 22). Dies liegt im Wesentlichen daran, dass bei den fossilen Brennstoffen Erdgas und Heizöl auch die im Brennstoff enthaltene Energie in den kumulierten Energieaufwand mit einfließt. Für einen kompletten Vergleich müsste noch der Energieaufwand für den Hilfsstrom Berücksichtigung finden, was aufgrund der fehlenden Daten nicht möglich ist. Die Einbeziehung des Hilfsstromes würde bei allen Anlagen – mit Ausnahme der Scheitholzheizung – zu einem in etwa gleich hohen Anstieg des Primärenergiebedarfes beitragen, sodass sich die Relation der einzelnen Heizsysteme nicht verändert.

<sup>41</sup> Der Aufwand der Benutzerin/ des Benutzers beim Holzhacken wird nicht berücksichtigt.

**Abbildung 22: Kumulierter Energieaufwand an nicht-erneuerbaren Energien**



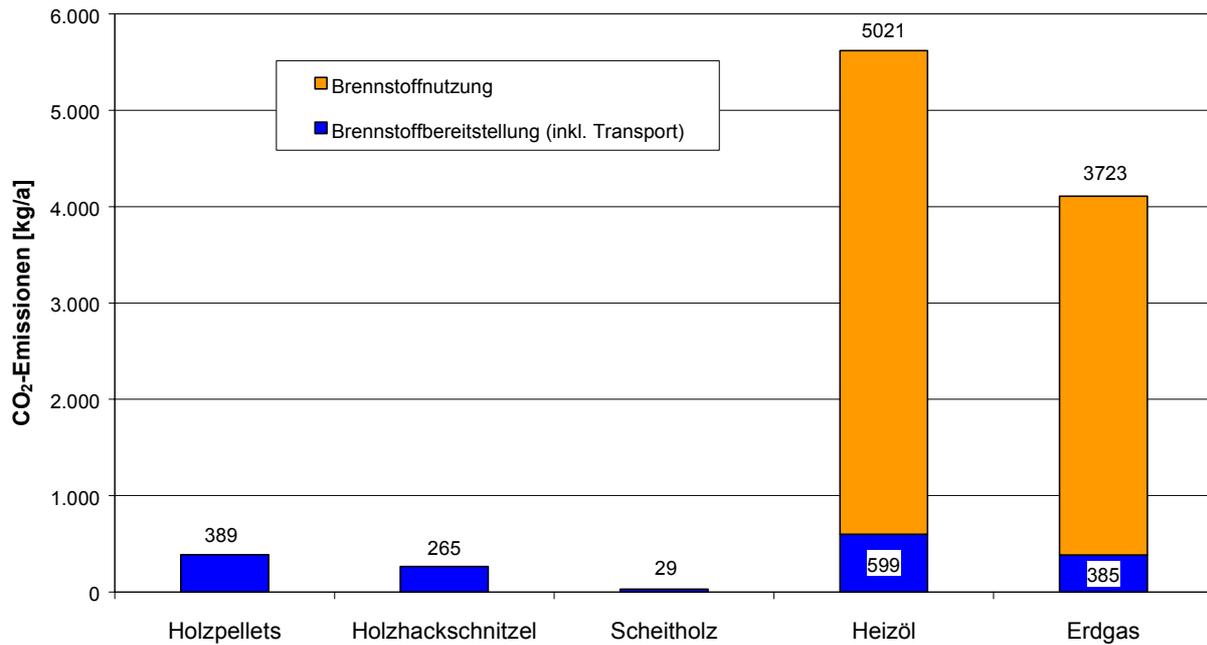
Quelle: IÖW 2002

#### 4.4.2.2. Klimarelevante Kohlendioxidemissionen

Kohlendioxidemissionen gelten als einer der zentralen Auslöser des anthropogen verursachten Treibhauseffektes. Eine wesentliche Quelle für Kohlendioxidemissionen ist der Verbrauch fossiler Energieträger. Die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien wird als eine Maßnahme zur Verringerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes betrachtet. Bei der Verbrennung von Biomasse wird zwar auch CO<sub>2</sub> freigesetzt, die freigesetzte Menge entspricht jedoch derjenigen, die vorher in Form von Kohlenstoff gebunden wurde. Die energetische Nutzung von Biomasse kann daher als weitestgehend klimaneutral betrachtet werden.

Die Kohlendioxidemissionen wurden für die Brennstoffbereitstellung (inklusive Brennstofftransport) und die direkten Emissionen der Heizungen (Brennstoffverbrauch) betrachtet. Diese Emissionen werden aufsummiert, wobei die klimaneutralen Kohlendioxidemissionen des nachwachsenden Rohstoffes Holz keine Berücksichtigung finden. Die klimarelevanten Kohlendioxidemissionen der Holzheizungen liegen für alle drei Holzheizungssysteme deutlich unter denen der Heizungen mit nicht-erneuerbaren Energieträgern (siehe Abbildung 23). Wie beim Energieaufwand schneidet die Pelletheizung im Vergleich zu den anderen Holzheizungen wegen des zusätzlichen Verarbeitungsschrittes etwas ungünstiger ab. Die jährlich benötigte Menge an Brennstoff ist jedoch bei den Pelletfeuerungen aufgrund des höheren Wirkungsgrades und des hohen Heizwertes der Holzpellets im Vergleich zu Scheitholz- und Holz hackschnitzelheizungen geringer; daher fallen beim Transport geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen an.

**Abbildung 23: Klimarelevante Kohlendioxidemissionen**

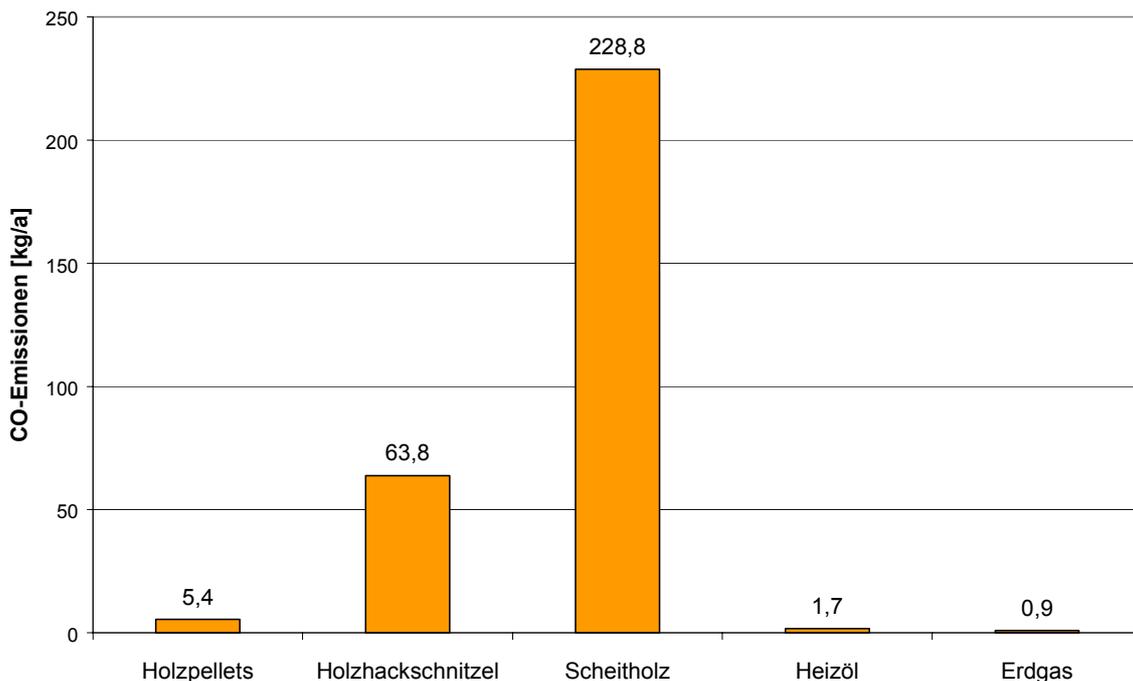


Quelle: IÖW 2002

4.4.2.3. Kohlenmonoxidemissionen

In Abbildung 24 sind die jährlichen Kohlenmonoxidemissionen der verschiedenen Heizungssysteme dargestellt. Die Emissionen der Holzheizungen liegen über denen der Erdgas- und Ölheizungen, wobei die Scheitholzheizungen deutlich am schlechtesten abschneiden. Der Holzpelletkessel hat unter den Holzheizungen die niedrigsten Emissionswerte und erreicht fast das niedrige Niveau der öl- und gasbefeuerten Heizungen.

**Abbildung 24: Kohlenmonoxidemissionen**

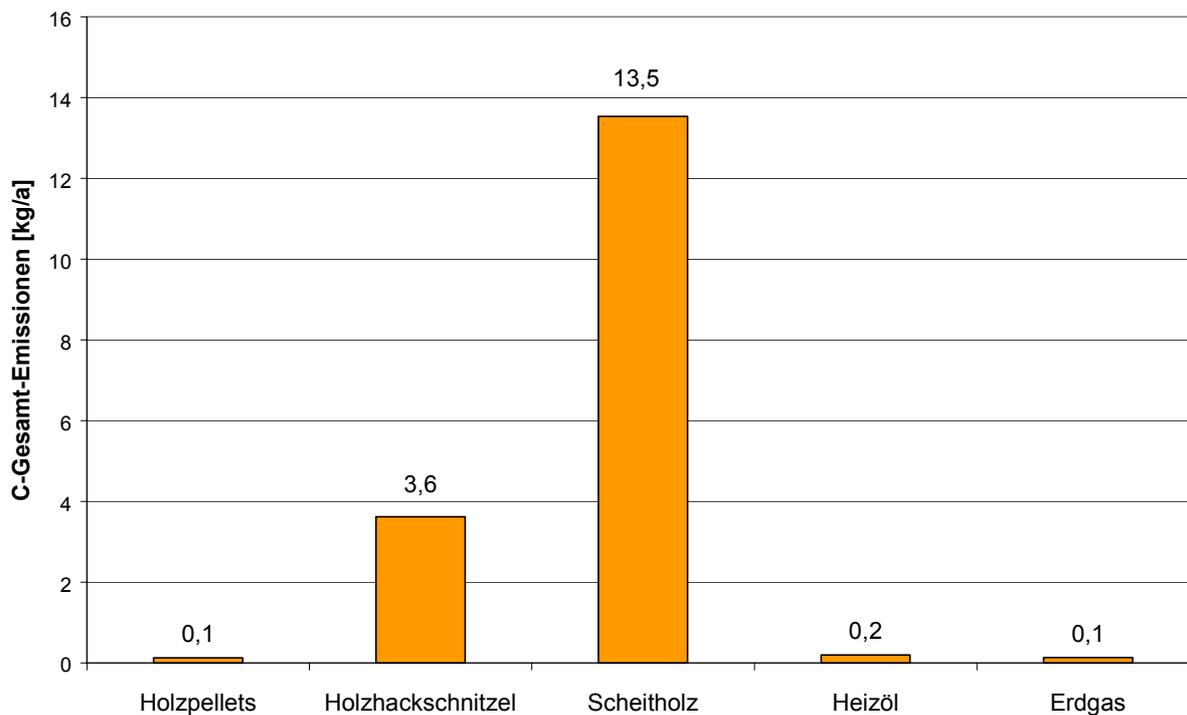


Quelle: IÖW 2002

#### 4.4.2.4. Organische Verbindungen

Das Heizungssystem mit dem Pelletheizkessel erreicht bei den organischen Verbindungen die niedrigsten Emissionsmengen, wobei die Öl- und Gasheizungen vergleichbare jährliche Emissionen haben. Die anderen Holzheizungen, insbesondere die Scheitholzheizung, emittieren dagegen ein Vielfaches an organischen Kohlenstoffverbindungen. Bei neueren Heizungen sind die Emissionswerte von Scheitholz- und Holz hackschnitzelheizungen allerdings ebenfalls deutlich gesunken (vgl. Tabelle 29).

**Abbildung 25: Emissionen an organisch gebundenem Kohlenstoff**

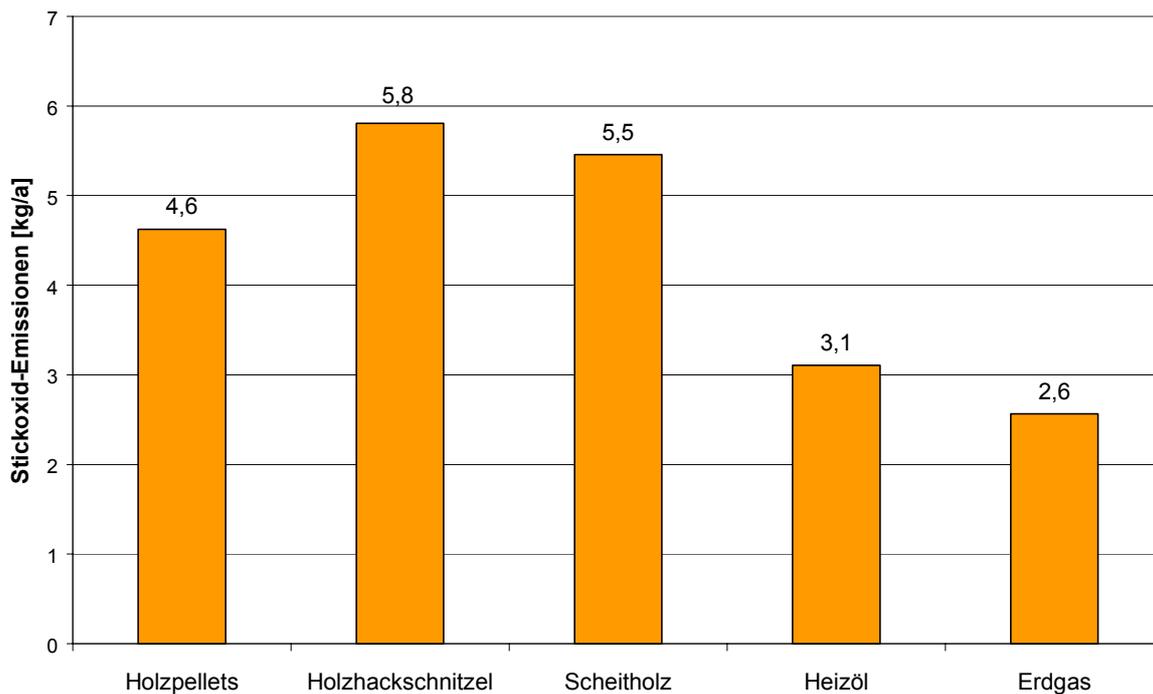


Quelle: IÖW 2002

#### 4.4.2.5. Stickoxidemissionen

Die jährlichen Emissionen der Holzheizungen sind bei den Stickoxiden höher als die der Erdgas- und Ölheizungen (siehe Abbildung 26). Zusätzlich zu thermischen Stickoxiden wird bei der Verbrennung vorrangig im Brennstoff gebundener Stickstoff als  $\text{NO}_x$  emittiert. Holz hat dabei einen höheren Stickstoffgehalt als Öl und Gas. Die Holzpellettheizung hat hier im Vergleich zu den anderen Holzheizungen etwas niedrigere Emissionen. Neben den Vorteilen eines genormten Brennstoffes (Holzpellets nach DIN 51731) kann hierfür auch die Verbrennungsführung ursächlich sein. Auffällig sind die hohen Emissionswerte der Holz hackschnitzelheizung. Hierbei ist zu beachten, dass für diese Anlage nur Nennlastwerte berücksichtigt werden konnten und die  $\text{NO}_x$ -Emissionen in der Regel bei Nennlast höher sind als bei Teillast.

**Abbildung 26: Stickoxidemissionen**

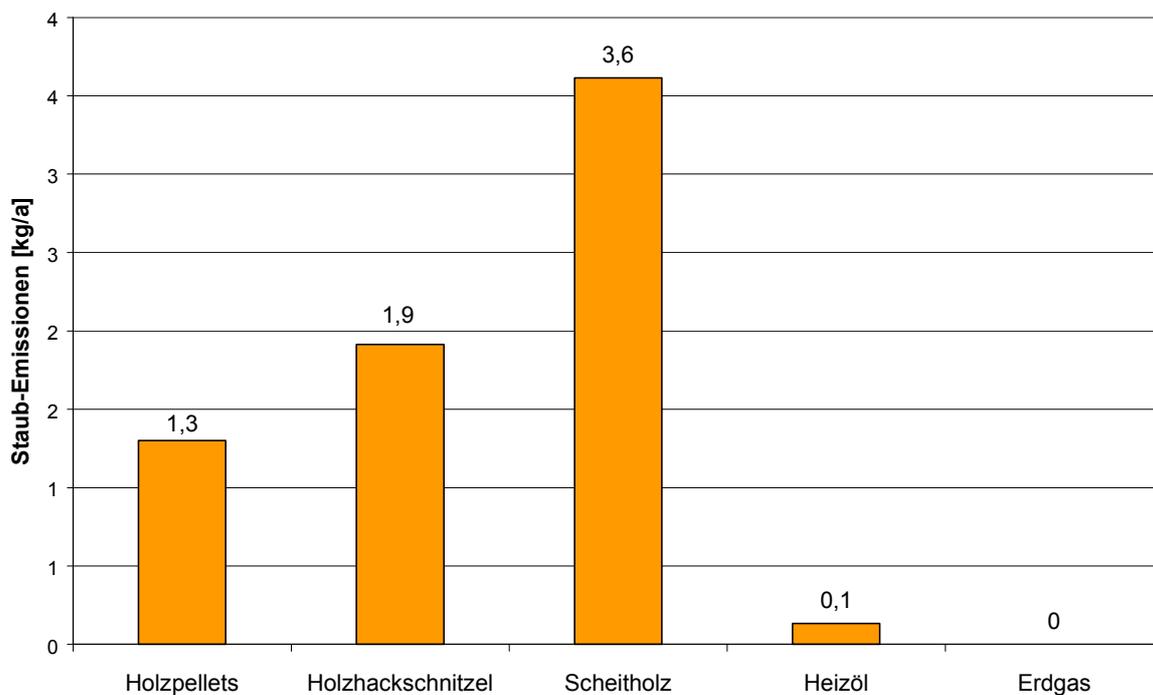


Quelle: IÖW 2002

4.4.2.6. Staubemissionen

Die jährlichen Staubemissionen der Holzheizungen liegen weit über den Emissionen der Öl- und Erdgasheizungen (siehe folgende Abbildung). Die Pelletheizung emittiert dabei im Vergleich zu den anderen Holzheizungen mit Abstand die geringste Menge Staub.

**Abbildung 27: Staubemissionen**



Quelle: IÖW 2002

#### 4.4.3. Fazit zum Systemvergleich

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse des Systemvergleichs zusammen. Die grau hinterlegten Zellen kennzeichnen jeweils diejenigen Heizsysteme, die am besten abschneiden.

**Tabelle 24: Ergebnisse des Systemvergleichs für das betrachtete Einfamilienhaus**

	Pelletkessel	Hackgut	Scheitholz	Heizöl	Erdgas
Brennstoffverbrauch EFH [MJ/a]	63.354	68.313	70.875	67.500	67.500
KEA nicht erneuerbar [MJ/a]	5.342	3.511	382	76.955	75.765
CO <sub>2</sub> [kg/a]	389	265	29	5.620	4.108
CO [g/a]	5.431	63.805	228.785	1.688	945
Staub [g/a]	1.301	1.913	3.615	135	0
NO <sub>x</sub> [g/a]	4.624	5.807	5.457	3.105	2.565
Cges [g/a]	127	3.621	13.537	203	135

Quelle: IÖW 2002

Der Systemvergleich verdeutlicht, dass Holzheizungen einige bedeutende ökologische Vorteile gegenüber Heizungen mit fossilen Brennstoffen aufweisen. Besonders deutlich zeigen sich diese Vorzüge beim Vergleich des kumulierten Energieaufwandes an nicht-erneuerbaren Energieträgern und der klimarelevanten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Alle untersuchten Holzheizungen erzielen erhebliche Einsparungen an nicht-erneuerbaren Ressourcen und führen zu einer deutlichen Verringerung des Ausstoßes an CO<sub>2</sub>, welches maßgeblich zum anthropogen verursachten Treibhauseffekt beiträgt.

Holzheizungen weisen allerdings in Bezug auf die Schadstoffemissionen deutliche Nachteile gegenüber mit Heizöl oder Erdgas betriebenen Heizkesseln auf, die besonders bei handbeschickten Stückholzfeuerungen ausgeprägt sind. Schadstoffe wie Staub, Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide tragen zu den Umweltauswirkungen Sommersmog, Versauerung und Eutrophierung (NO<sub>x</sub>) sowie Humantoxizität (PM<sub>10</sub>) bei. Darüber hinaus weisen Holzfeuerungsanlagen gegenüber Öl- oder Gasfeuerungsanlagen grundsätzlich ein höheres Schadstoffbildungspotenzial an bestimmten krebserzeugenden und hochtoxischen Stoffen wie z.B. Polzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (u.a. Benzo(a)pyren), Benzol und Dioxine auf. Dies ist insbesondere bei unvollständigen Verbrennungsprozessen und veralteten, einfachen Feuerungstechniken zu verzeichnen. Bei Pelletfeuerungen ist davon auszugehen, dass aufgrund der hohen Verbrennungsgüte und der gleichbleibenden hohen Brennstoffqualität keine erhöhten Emissionen an diesen Stoffen auftreten; sie weisen von allen betrachteten Holzheizungen insgesamt die bei weitem niedrigsten Emissionen auf. Bei den Schadstoffen Kohlenmonoxid und organische Kohlenstoffverbindungen erreichen die Holzpelletheizungen bereits nahezu das Emissionsniveau des Bestandes an Gas- und Ölheizungen, während die Hackschnitzel- und Scheitholzheizungen noch weit über diesem liegen. Pelletkessel können aufgrund ihrer hohen Wirkungsgrade zudem äußerst energieeffizient betrieben werden; sie schneiden bei dem Systemvergleich unter den Holzheizungen insgesamt am besten ab.

#### 4.4.4. Vergleich von Pelletkesseln mit modernen Heizungen

Neben dem Systemvergleich mit Heizungen des Bestandes wurden die Emissionen und Wirkungsgrade der Pelletkessel mit denen anderer moderner Holzheizungen und mit Gas-Spezial-Heizkesseln und Öl-Kessel-Kombinationen mit Umweltzeichen verglichen (siehe Tabelle 25).

**Tabelle 25: Vergleich zwischen den untersuchten Pelletkesseln und anderen modernen Heizkesseln**

Brennstoff	Heizöl <sup>42</sup>	Erdgas <sup>43</sup>	Holzpellets <sup>44</sup>	Holzhack-schnitzel <sup>45</sup>	Scheitholz <sup>46</sup>
Wirkungsgrade	95% <sup>47</sup>	93% <sup>47</sup>	90%	87-89%	80-87%
CO [mg/m <sup>3</sup> ]	6	5	69	121-203	239-561
Staub [mg/m <sup>3</sup> ]	3	0	20	32-48	29-35
NO <sub>x</sub> [mg/m <sup>3</sup> ]	43	21	117	129-138	124-162
C <sub>ges</sub> [mg/m <sup>3</sup> ]	2	2-3	2	2-6	9-27

Quelle: Eigene Zusammenstellung

Die Emissionswerte der untersuchten Pelletkessel sind dabei deutlich höher als die der Gas- und Ölheizungen, der Wirkungsgrad ist geringer als der Normnutzungsgrad der fossilen Heizungen. Zum Vergleich mit modernen Holzheizungen wurde die Spannweite der Mittelwerte aus mehreren Quellen dargestellt; dabei handelt es sich in der Regel um Daten von Prüfstandsuntersuchungen. Die Literaturdaten sind in Anhang 4 im Einzelnen aufgeführt. Im Vergleich zu Scheitholz- und Holzhack-schnitzelheizungen schneiden die Pelletheizungen weiterhin besser ab. Die Vorteile des Holzpelletkessels bei den CO-, Gesamt-C- und Staubemissionen sind immer noch deutlich, aber nicht mehr so groß wie beim Vergleich mit dem Bestand (s. Tabelle 22, Seite 54).

#### 4.4.5. Vergleich der Pelletöfen mit anderen Kleinstfeuerungsanlagen

Die Pelletöfen wurden mit Scheitholzkaminöfen und Einzelöfen mit Kohlefeuerung verglichen. Als Werte wurden die Emissionswerte des Heizungsbestandes, die Anforderungen für eine Zertifizierung von Scheitholzkaminöfen nach DIN Plus und die Emissionsdaten von Kohleeeinzelöfen aus einer österreichischen Studie herangezogen.

<sup>42</sup> Mittelwerte der Öl-Brenner-Kessel-Kombinationen mit dem Umweltzeichen RAL-UZ 46

<sup>43</sup> Mittelwerte der Gas-Spezial-Kessel mit dem Umweltzeichen RAL-UZ 39

<sup>44</sup> Die Werte sind Mittelwerte der untersuchten Pelletkessel bei Nennlast.

<sup>45</sup> Werte aus Jungmeier et al 1999, Hartmann et al. 1997, Pfeiffer et al. 2000 und Hartmann et al. 2001

<sup>46</sup> Werte aus Jungmeier et al 1999, Hartmann et al. 1997, Launhardt et al. 1998, Pfeiffer et al. 2000 und Hartmann et al. 2001

<sup>47</sup> Normnutzungsgrad

**Tabelle 26: Kennwerte von Pelletöfen, Scheitholzkaminöfen und Kohleöfen**

	Pelletöfen <sup>48</sup>	Scheitholzkaminöfen		Kohle	
		Heizungsbestand <sup>49</sup>	Anforderungen nach DIN Plus <sup>50</sup>	Einzelöfen <sup>51</sup>	Heizungsbestand Kachelöfen <sup>52</sup>
Wirkungsgrad	90%	k.A.	75%	77%	k.A.
CO [mg/m <sup>3</sup> ]	114	5.077	1.500	5.449	4.982
Staub [mg/m <sup>3</sup> ]	17	126	75	225	409
NO <sub>x</sub> [mg/m <sup>3</sup> ]	55	59	200	194	75
Cges [mg/m <sup>3</sup> ]	7	548	120	501	85 <sup>53</sup>

Quelle: Eigene Zusammenstellung

Die herkömmlichen holz- oder kohlebefeueren Einzelraumfeuerstätten des Anlagenbestandes weisen mit Abstand die höchsten spezifischen Emissionen aller betrachteten Heizungssysteme auf. Selbst moderne Kaminöfen, die die Emissionswerte von DIN Plus erreichen können, liegen noch deutlich über den Werten, die von modernen Holzheizkesseln erzielt werden. Die Emissionswerte der Pelletöfen unterschreiten die Anforderungen nach DIN Plus bei weitem. Diese Anforderungen werden von den Durchschnittswerten des Bestandes der Kaminöfen mit Ausnahme von NO<sub>x</sub> bei allen Werten deutlich überschritten. Zudem liegen die Wirkungsgrade der Holzpelletöfen weit über den Anforderungen. Im Vergleich zu dem Bestand an Scheitholz-Kaminöfen und Kohlekachelöfen schneiden Pelletöfen aufgrund ihrer sehr viel niedrigeren Emissionen und höheren Energieeffizienz mit großem Abstand am besten ab.

<sup>48</sup> Die Werte sind Mittelwerte der untersuchten Pelletraumheizer bei Nennlast.

<sup>49</sup> Die Emissionswerte sind Mittelwerte des Heizungsbestandes (Pfeiffer et al. 2000).

<sup>50</sup> Die Werte sind die Grenzwerte für eine Zertifizierung nach dem DIN Plus Zertifizierungsprogramm für Kaminöfen für feste Brennstoffe mit schadstoffarmer Verbrennung (DIN Plus 2000).

<sup>51</sup> Quelle: Spitzer et al. 1998

<sup>52</sup> Quelle: Pfeiffer et al. 2000

<sup>53</sup> Gemessen als flüchtiger organischer Kohlenstoff (VOC)

## 5. Einbeziehung der interessierten Kreise

Zur Entwicklung eines Umweltzeichens gehört nach der ISO 14024 die Einbeziehung der interessierten Kreise. Diese sollen frühzeitig eingebunden werden, um die Transparenz des Verfahrens zu erhöhen. Dies erfordert die Offenlegung der Auswahl von Produktkategorien und der Entwicklung von Anforderungskriterien. Vertreterinnen und Vertreter der interessierten Kreise sollen die Gelegenheit haben, sich über den Prozess zu informieren und ihre Position einzubringen.

Die Einbeziehung der interessierten Kreise erfolgte im Rahmen des Vorhabens zum einen über Interviews, zum anderen wurde ein Fachgespräch im Umweltbundesamt durchgeführt, auf dem die Ergebnisse der Analyse der Umweltrelevanz und ein Entwurf für Vergabegrundlagen präsentiert und diskutiert wurden. An dem Fachgespräch nahmen Vertreter/-innen von Herstellern, Prüfinstituten und Verbänden sowie des Umweltbundesamtes teil.<sup>54</sup> Hierbei erhielten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer Gelegenheit zu den Zwischenergebnissen der Machbarkeitsstudie und den Kriterienvorschlägen Stellung zu nehmen. Das Vorhaben stieß bei Herstellern, Verbänden und Prüfinstituten auf reges Interesse, was sich sowohl in der aktiven Teilnahme am Fachgespräch als auch in weiteren Stellungnahmen im Anschluss an das Fachgespräch zeigte.

Im folgenden werden die Ergebnisse der Diskussion zu den Anforderungskriterien wiedergegeben:

### ➤ **Umweltzeichen und Geltungsbereich**

Die Hersteller und Verbände unterstützen grundsätzlich die Einführung eines Umweltzeichens für Holzpelletfeuerungen. Die Mehrheit der Hersteller befürwortet den Ausschluss von Kombinationsanlagen, Anlagen mit manueller Regelung und Pelletbrennern.

Ein Großteil der Teilnehmer/-innen des Fachgespräches unterstützt die Entwicklung unterschiedlicher Anforderungen für Kessel und Pelletöfen.

Da Holzpellets nach der ÖNORM M 7135 eine mindestens gleichwertige Qualität aufweisen, fordern die Hersteller, dass sie im Rahmen des Umweltzeichens denen nach DIN 51731 gleichgestellt werden sollen.

### ➤ **Wirkungsgrade**

Die Hersteller halten die Festsetzung von Mindestanforderungen für den Wirkungsgrad bei Teil- und Nennlast für sinnvoll. Bei der Definition von Teillast schlagen die Hersteller bei Kesseln einen Verweis auf die DIN EN 303-5 vor.

### ➤ **Hilfsstrombedarf**

Die Teilnehmer/-innen schlagen für die Ermittlung der elektrischen Leistungsaufnahme eine Messung in drei Betriebszuständen (Zündung, kontinuierlicher Betrieb und Schlumberbetrieb (Stand-by ohne Wärmeerzeugung)) sowie den Ausschluss von Umwälzpumpe und Einrichtungen zur Brennstoffförderung aus dem Vorratsraum vor. Für das Umweltzeichen sollen Prüfkriterien und -verfahren zur Messung des Hilfsstrombedarfes entwickelt werden.

---

<sup>54</sup> Eine Liste der Teilnehmer/-innen befindet sich im Anhang.

➤ **Emissionen**

Die vorgeschlagenen Anforderungen an die Stickoxid- und Kohlenmonoxidemissionen finden die Zustimmung der Hersteller und Verbände. Die Hersteller regen bei den Staubemissionen an, zunächst nur die Nennlastwerte zu erfassen, da einige Prüfinstitute bisher keine Werte bei Teillast ermitteln. Die vorgeschlagenen Anforderungen an die Emissionen von organischen Kohlenstoffen werden für die Kessel von den Teilnehmer/-innen des Fachgespräches – vorrangig unter dem Aspekt der Messgenauigkeit – als zu streng angesehen. Es wird als Höchstwert für den Gesamtkohlenstoff-Emissionswert bei den Kesseln für Teil- und Nennlast 5 mg/m<sup>3</sup> vorgeschlagen, da geringere Werte kaum oberhalb der Nachweisgrenze liegen.

➤ **Dienstleistungen und Bedienungsanleitung**

Die Hersteller schlagen vor, die Möglichkeit zur Weitergabe der Dienstleistungsverpflichtung an Dritte (Servicepartner) in die Anforderungen aufzunehmen. Der Vorschlag, in der Bedienungsanleitung darauf hin zu weisen, dass in den Holzpelletfeuerungen nur Holzpellets nach DIN 51731 eingesetzt werden dürfen, wird von einigen Herstellern kritisiert, da sie ihre Geräte auch in anderen Ländern vertreiben. Die Formulierung wird daher dahingehend geändert, dass auch Brennstoffe von mindestens gleichwertiger Qualität eingesetzt werden können.

➤ **Normen und Richtlinienkonformität**

Da die DIN 18894 bis zur Verabschiedung der Vergabegrundlagen möglicherweise noch nicht in Kraft getreten ist, schlagen die Hersteller vor, die Vergabegrundlage für Pelletöfen vorerst auf den Entwurf der DIN 18894 zu beziehen.

## 6. Kriterienvorschläge für Umweltzeichen für Holzpelletkessel und -öfen

Holzpelletfeuerungen stellen durch die Erzeugung von Wärme aus dem erneuerbaren Energieträger Holz eine klimafreundliche Form der Energieumwandlung dar. Sie leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Verringerung des fossilen Primärenergieeinsatzes und der klimarelevanten Kohlendioxid-Emissionen.

Auf Basis der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung wird die Einführung eines Umweltzeichens für Holzpelletfeuerungen empfohlen.

Holzpelletfeuerungen haben im Vergleich zu fossilbefeuerten Heizungsanlagen einen deutlich geringeren klimarelevanten CO<sub>2</sub>-Ausstoß und tragen dazu bei, den Verbrauch fossiler Ressourcen zu verringern. Damit tragen sie zu zwei wesentlichen umweltpolitischen Zielsetzungen bei: der Verringerung des Kohlendioxidausstoßes und dem damit verbundenen anthropogenen Treibhauseffekt sowie der Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an der Energieerzeugung als ein zentraler Ansatz zur Erreichung des erstgenannten Zieles.

Sie weisen zwar höhere Staub-, Kohlenmonoxid- und Stickoxidemissionen (bei Pelletöfen auch höhere Emissionen an organischem Kohlenstoff) auf als Öl- und Gasfeuerungsanlagen, haben jedoch im Vergleich zu herkömmlichen Holzfeuerungsanlagen niedrigere Schadstoffemissionen. Gegenüber anderen Holzfeuerungen zeichnen sich Pelletheizungen zudem durch eine effizientere Brennstoffausnutzung aus. Darüber hinaus wird durch die Verwendung von Holzpellets mit gleichbleibend hoher Brennstoffqualität und durch den hohen Automatisierungsgrad der Anlagen ein annähernd dauerhaft emissionsarmer Betrieb ermöglicht. Durch den hohen Automatisierungsgrad werden zudem Fehler durch unsachgemäße Bedienung minimiert.

Die Anforderungen an Umweltzeichen für Holzpelletfeuerungen werden in Analogie zu denen im Brenner-Kessel-Bereich vorgeschlagen. Die Vergabegrundlagen für öl- und gasbetriebene Heizungsanlagen (RAL-UZ 9, 39, 40, 41, 46, 61, 71, 80)<sup>55</sup> enthalten Anforderungen an:

- Nachweis der Richtlinienkonformität und Berechtigung zum Führen eines CE-Zeichens
- Normnutzungsgrad oder Wirkungsgrad (RAL UZ 71)
- Emissionen von CO und NO<sub>x</sub> sowie bei ölbetriebenen Geräten (RAL UZ 9 und 46) zusätzlich Ruß, organische Stoffe (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>) und CO<sub>2</sub>-Konzentration im Abgas
- Einstell- und Bedienungsanleitung und
- elektrische Leistungsaufnahme und heizwasserseitiger Widerstand (Vgl. RAL 2000.)

Aufgrund der aufgezeigten Vorteile von Pelletfeuerungen werden die Schwerpunkte der Anforderungen auf die Energieeffizienz und die Schadstoffemissionen der Anlagen gelegt. Dementsprechend wird empfohlen, die Umweltzeichen für Holzpelletfeuerungen mit der Begründung „**weil emissionsarm und energieeffizient**“ zu vergeben.

---

<sup>55</sup> RAL UZ 9: Emissionsarme Ölzerstäubungsbrenner, RAL UZ 39: Gas-Spezialheizkessel, RAL UZ 40: Kombi- und Umlaufwasserheizer, RAL UZ 41: Brenner-Kessel-Kombinationen (Units) mit Gasbrenner und Gebläse, RAL UZ 46: Ölbrenner-Kessel-Kombinationen (Units), RAL UZ 61: Emissionsarme Gas-Brennwertgeräte, RAL UZ 71: Gasraumheizer und Gasheizeinsätze, RAL UZ 80: Emissionsarme Gasbrenner mit Gebläse.

Voraussetzung für das Tragen des Umweltzeichens ist, dass alle formulierten Anforderungen erfüllt werden. Daher ist bei der Entwicklung von Anforderungskriterien darauf zu achten, dass sie zum einen streng genug sind, um Anreize für Verbesserungen zu schaffen, zum anderen so praxisnah formuliert werden, dass es bereits Holzpelletfeuerungen gibt, die alle Anforderungen erfüllen können. Die zweite Voraussetzung erfordert Abwägungsprozesse zwischen verschiedenen Anforderungen, denn die einzelnen Pelletfeuerungen zeichnen sich durch Stärken und Schwächen bei verschiedenen Kriterien aus.

Im folgenden werden die Empfehlungen zu Vergabekriterien für Pelletkessel und -öfen hergeleitet. Hierzu werden zunächst jeweils die einzelnen Kriterien erläutert und anschließend der konkrete Formulierungsvorschlag dargestellt. Im Anhang sind die kompletten Textvorschläge für die Vergabebegründungen aufgeführt.

## 6.1. Geltungsbereich

Da für Pelletöfen und Pelletkessel unterschiedliche Normen und Messverfahren gelten und sich zudem im Vergleich Unterschiede hinsichtlich der Wirkungsgrade und Emissionen gezeigt haben (vgl. Kapitel 4), wird die Vergabe von zwei getrennten Umweltzeichen empfohlen.

Als Obergrenze für den Leistungsbereich empfehlen sich 50 kW für Heizkessel und 15 kW für Pelletöfen. Die Marktanalyse und auch die Erhebung der Umweltrelevanz haben gezeigt, dass der Großteil der Anlagen in diesem Leistungsbereich liegt. Außerdem werden Anlagen, die nicht weitgehend vollautomatisch betrieben werden können sowie Kombinationskessel und Brenner ausgeschlossen (vgl. Kapitel 3.4).

Für die Definition des Geltungsbereiches wird folgender Text vorgeschlagen:

<b>Holzpelletheizkessel</b>
<p>Diese Vergabebegründung gilt für Holzpelletheizkessel nach DIN EN 303-5 mit einer Nennwärmeleistung bis einschließlich 50 kW, die ausschließlich für den Einsatz des Brennstoffes Holzpellets nach DIN 51731 oder gleichwertiger Qualität (z.B. ÖNORM M 7135 ) geeignet sind.</p> <p>Eine zentrale Anforderung an ein mit einem Umweltzeichen ausgezeichnetes Gerät ist, dass es auch beim Betrieb am Einsatzort effizient und emissionsarm arbeitet. Aus diesem Grund sollen für die Vergabe des Umweltzeichens nur solche Geräte einbezogen werden,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die ausschließlich mit Holzpellets betrieben werden können, um Verschlechterungen der Effizienz und des Emissionsverhaltens durch den Einsatz qualitativ ungünstigerer Brennstoffe auszuschließen (Ausschluss von Kombinationskesseln)</li> <li>• in denen die Zündung, Leistungs- und Verbrennungsregelung sowie die Wärmetauscherreinigung vollautomatisch erfolgen, um Fehler durch unsachgemäße Bedienung zu vermeiden (Ausschluss von Anlagen mit manuell wirkenden Bedienungseinrichtungen (z.B. zur Regulierung der Verbrennungsluftzufuhr durch Stellhebel))</li> <li>• die ein vollständiges System darstellen und so die Beurteilung des Systemwirkungsgrades und der Emissionen des Systems ermöglichen (Ausschluss von Pelletbrennern)</li> </ul>

<b>Holzpelletöfen</b>
<p>Diese Vergabegrundlage gilt für Holzpelletöfen nach dem Entwurf der DIN 18 894 mit einer Nennwärmeleistung bis einschließlich 15 kW, die ausschließlich für den Einsatz des Brennstoffes Holzpellets nach DIN 51731 oder gleichwertiger Qualität (z.B. ÖNORM M 7135 ) geeignet sind.</p> <p><i>Fortsetzung wie bei Holzpelletkesseln, der zweite Punkt wird für Pelletöfen wie folgt vorgeschlagen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in denen die Zündung und die Verbrennungsregelung vollautomatisch erfolgen, um Fehler durch unsachgemäße Bedienung zu vermeiden (Ausschluss von Anlagen mit manuell wirkenden Bedienungseinrichtungen (z.B. zur Regulierung der Verbrennungsluftzufuhr durch Stellhebel))</li> </ul>

## 6.2. Richtlinienkonformität

Mit der Erfüllung der Anforderungen der DIN 303-5 bzw. DIN 18 884 kann davon ausgegangen werden, dass die wesentlichen sicherheitstechnischen Anforderungen der einschlägigen EG-Richtlinien erfüllt werden, sodass in der Vergabegrundlage auf einen Verweis auf entsprechende EG-Richtlinien verzichtet werden kann.

Es wird die folgende Anforderung empfohlen:

<b>Holzpelletheizkessel</b>
<p>Neben den im folgenden zusammengestellten energetischen und emissionstechnischen Anforderungen ist auch die Einhaltung der Anforderungen der DIN EN 303-5 an die bautechnische Ausführung und das sicherheitstechnische Verhalten (Vermeidung kritischer Betriebszustände bei normalem Betrieb und bei gestörtem Betrieb, Begrenzung der Oberflächentemperaturen, Abschaltbarkeit, elektrische Sicherheit) nachzuweisen.<sup>56</sup></p>

<b>Holzpelletöfen</b>
<p>Neben den im folgenden zusammengestellten energetischen und emissionstechnischen Anforderungen ist auch die Einhaltung der Anforderungen der DIN 18 894 (Entwurf) an die bautechnische Ausführung und an das sicherheitstechnische Verhalten (Vermeidung kritischer Betriebszustände bei normalem Betrieb und bei gestörtem Betrieb, Begrenzung der Oberflächentemperaturen, Abschaltbarkeit, elektrische Sicherheit) nachzuweisen.<sup>57</sup></p>

<sup>56</sup> Aufgrund der gesetzlichen Grundlagen sind beim Inverkehrbringen von Pelletheizkesseln weitere mitgeltende EG-Richtlinien wie z.B. die EMV-Richtlinie (Richtlinie 89/336/EWG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschrift der Mitgliedsstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit) zu beachten.

<sup>57</sup> Aufgrund der gesetzlichen Grundlagen sind beim Inverkehrbringen von Pelletraumheizern weitere mitgeltende EG-Richtlinien wie z.B. die EMV-Richtlinie (Richtlinie 89/336/EWG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschrift der Mitgliedsstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit) zu beachten.

### 6.3. Anforderungen zur rationellen Energienutzung

Als wichtigste Indikatoren für die Energieeffizienz sollten Anforderungen an den Wirkungsgrad der Anlagen bei Nennlast und Teillast gestellt werden.

Die Anforderungen an den Wirkungsgrad bei Nennlast können für beide Anlagentypen gleich gewählt werden, da beide Anlagentypen in etwa gleiche Werte erreichen (vgl. Tabelle 8 auf S. 30). Für die Anforderungen bei Teillast ist zunächst festzulegen, bei welcher Last zu messen ist. Hierbei ist grundsätzlich der Wert für die kleinste einstellbare Leistung anzugeben. Bei den Wirkungsgradanforderungen bei kleinster Leistung ist zwischen Pelletöfen und Pelletkesseln zu unterscheiden. Während bei Pelletöfen bei Teillast meist sogar höhere Werte erreicht werden können, da die Abgasverluste geringer sind, nimmt bei Heizkesseln der Wirkungsgrad bei Teillast in den meisten Fällen ab.

Als Mindestwerte werden empfohlen :

	Wirkungsgrad bei Nennlast (%)	Wirkungsgrad bei Teillast (%)	Erfüllt durch (Anlagenzahl)
Pelletheizkessel	≥ 90	≥ 88	24 <sup>58</sup> von 32
Pelletöfen	≥ 90	≥ 90	6 von 13

Wichtig für die Energieeffizienz ist zudem der Hilfsstromverbrauch der Anlagen. Da zu diesem Aspekt nur wenige Hersteller Angaben gemacht haben (vgl. 4.2.2.2), sollten zunächst moderate Anforderungen festgelegt werden. Es wird empfohlen, dass der Hilfsstrombedarf bei Nennlastbetrieb nicht mehr als 1% der erzeugten Wärmeleistung betragen darf, d.h. dass pro kWh erzeugter Wärme nicht mehr als 10 Wh Strom verbraucht werden dürfen. Diese Anforderung erfüllen 21 von 26 untersuchten Holzpelletkesseln, die hierzu Angaben machten, bei den Pelletöfen erfüllen sie neun von zehn.

Zusätzlich sollten die Hersteller neben dem Stromverbrauch bei Nennlast auch denjenigen für andere Betriebszustände angeben. Diese werden bislang kaum gemessen, sodass hieraus ein erhöhter Messaufwand für die Hersteller resultiert. Zudem liegen aus der Befragung keine hinreichenden Erfahrungswerte zur Höhe des Verbrauches bei Teillast, im Schlummerbetrieb oder beim Zündungsvorgang vor. Sinnvoll ist zusätzlich die Angabe der Leistungsaufnahme bestimmter – nicht kontinuierlich arbeitender – Anlagenteile (z.B. Brennstoffördereinrichtung, Motoren für Wärmetauscherreinigung), da diese zentrale Stromverbraucher sind, deren Strombedarf aber in einer mehrstündigen Messung herausgemittelt wird. Auch hierfür liegen bislang nicht genug Werte vor, um daraus Anforderungen zu formulieren.

Aufgrund der derzeit unzureichenden Datenlage zum Stromverbrauch bei anderen Betriebszuständen als Nennlastbetrieb wird ein zweistufiges Vorgehen empfohlen – analog zur Kriterienentwicklung bei Öl- und Gasheizungen: In die aktuelle Fassung der Vergabegrundlagen sollte zunächst die Anforderung aufgenommen werden, dass die Leistungsaufnahme der Anlagen im Teillast-, Stand-by-Betrieb sowie für den Zündungsvorgang anzugeben ist (ohne Festlegung von einzuhaltenden Höchstwerten). Ebenso sollte die elektrische Leistungsaufnahme von in das Gerät integrierten Verbrauchern (Gebläsemotoren, Motoren für Entaschung und Brennstofförderschnecken etc.) angegeben werden. Auf

<sup>58</sup> Bei sechs Anlagen fehlen die Angaben zur kleinsten Leistung, diese erfüllen alle die Anforderungen an die Nennleistung.

Basis dieser Angaben kann bei der nächsten Überarbeitung der Vergabegrundlagen eventuell eine daraus entwickelte Anforderung neu aufgenommen werden.

Die Meßmethode für den Hilfsstrombedarf muss konkretisiert werden, da sie nicht Teil der Messung nach DIN EN 303-5 ist. Insbesondere sind die Systemgrenzen der Pelletheizung hierfür fest zu legen, wobei die Heizungs-Umwälzpumpe und Einrichtungen zum Brennstofftransport aus dem Vorratsraum ausgeschlossen werden sollten. Empfohlen wird zudem die Angabe des wasserseitigen Widerstandes.

Es wird folgender Anforderungstext vorgeschlagen:

<b>Holzpelletheizkessel</b>
<p><b>Anforderungen zur rationellen Energienutzung</b></p> <p>Die Wirkungsgrade sind gemäß DIN EN 303-5 bei Nennlast sowie bei Teillast (kleinste einstellbare Leistung) zu ermitteln.</p> <p>Der Wirkungsgrad gemäß DIN EN 303-5 darf 90% bei Nennlast und 88% bei Teillast nicht unterschreiten.</p> <p><b>Hilfsstrombedarf</b></p> <p>Der Hilfsstrombedarf der Anlagen ist gemäß Anlage 1 zur Vergabegrundlage zu ermitteln. Er darf bei Nennwärmeleistung 1% der erzeugten thermischen Leistung nicht überschreiten.</p> <p>Der Hilfsstrombedarf im Teillastbetrieb (kleinste einstellbare Leistung), im Schlummerbetrieb (Standby ohne Wärmeerzeugung) und für den Zündungsvorgang ist zu ermitteln und im Prüfbericht zu dokumentieren.</p> <p>Die elektrische Leistungsaufnahme folgender im Kessel integrierter stromverbrauchender Einrichtungen ist (soweit vorhanden) getrennt in Watt anzugeben:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gebläsemotor(en)</li><li>• Motor(en) für Wärmetauscherreinigung</li><li>• Motor(en) für Entaschung und Brennstoffförderschnecke(n).</li></ul> <p>Falls das Gerät mit einer Einrichtung zur Brennstoff-Raumaustragung (mechanische oder pneumatische Fördereinrichtung) ausgestattet ist, ist die elektrische Leistungsaufnahme der Motor(en) anzugeben.</p> <p>Der wasserseitige Widerstand ist gemäß DIN EN 303-5 zu ermitteln und im Prüfbericht zu dokumentieren. Die elektrische Leistungsaufnahme (Min-/Max-Werte) für die Heizungswasserumwälzpumpe ist im Prüfbericht anzugeben.</p>

<b>Holzpelletöfen</b>
<p><b>Anforderungen zur rationellen Energienutzung</b></p> <p>Die Wirkungsgrade sind bei Nennlast sowie bei Teillast (kleinste einstellbare Leistung) zu ermitteln.</p> <p>Der Wirkungsgrad gemäß Entwurf DIN 18 894 darf 90% bei Nennlast und bei Teillast nicht unterschreiten.</p>
<p><b>Hilfsstrombedarf</b></p> <p>Der Hilfsstrombedarf der Anlagen ist gemäß Anlage 1 zur Vergabegrundlage zu ermitteln. Er darf bei Nennwärmeleistung 1% der erzeugten thermischen Leistung nicht überschreiten.</p>
<p>Der Hilfsstrombedarf im Teillastbetrieb (kleinste einstellbare Leistung), im Schlumberbetrieb (Standby ohne Wärmeerzeugung) und für den Zündungsvorgang ist zu ermitteln und im Prüfbericht zu dokumentieren.</p> <p>Die elektrische Leistungsaufnahme folgender im Pelletofen integrierten stromverbrauchenden Einrichtungen ist (soweit vorhanden) getrennt in Watt anzugeben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebläsemotor(en)</li> <li>• Motor(en) für Wärmetauscherreinigung</li> <li>• Motor(en) für Entaschung und Brennstoffförderschnecke(n).</li> </ul> <p>Falls das Gerät mit einer Einrichtung zur Brennstoff-Raumaustragung (mechanische oder pneumatische Fördereinrichtung) ausgestattet ist, ist die elektrische Leistungsaufnahme der Motor(en) anzugeben.</p> <p>Bei Pelletöfen mit Wassertasche ist der wasserseitige Widerstand gemäß Entwurf DIN 18894 zu ermitteln und im Prüfbericht zu dokumentieren. Falls das Gerät mit einer Heizungswasserumwälzpumpe ausgestattet ist, ist die elektrische Leistungsaufnahme (Min-/Max-Werte) im Prüfbericht ebenfalls anzugeben.</p>

#### **6.4. Schadstoffemissionen**

Höchstwerte für Emissionen können auf Basis der Befragung für Kohlenmonoxid, organischen Kohlenstoff, Stickoxide und Staub festgelegt werden. Dies sind auch die in den bisherigen Prüfverfahren in der Regel im Abgas gemessenen Schadstoffe.

Bei der Festlegung der Emissionsanforderungen werden die in der 1. BImSchV vorgegebenen Bedingungen (Abgas im Normzustand (0°C, 1013 mbar) mit einem Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas von 13%) zu Grunde gelegt. Für die Messbedingungen sind die Vorgaben der entsprechenden DIN-Vorschriften heranzuziehen, für die Kessel gemäß DIN EN 303-5, für die Pelletöfen gemäß dem Entwurf DIN 18894. Da im Entwurf der DIN 18894 die Messung von Gesamtkohlenstoff, Staub und Stickoxiden nicht vorgesehen sind, werden hier die Prüfverfahren gemäß DIN 303-5 empfohlen.

Die Anforderungen an die **Kohlenmonoxidemissionen** sollten möglichst streng sein, da dies der Leitparameter für die Verbrennungsgüte ist. Die Anforderungen werden auf der Grundlage des im

Rahmen dieser Untersuchung ermittelten Standes der Technik abgeleitet, wobei sich Unterschiede zwischen Pelletkesseln und Pelletöfen ergeben.

Es werden folgende Höchstwerte empfohlen:

	CO-Emissionen bei Nennlast (mg/m <sup>3</sup> )	CO-Emissionen bei Teillast (mg/m <sup>3</sup> )	Erfüllt durch (Anlagenzahl)
Pelletheizkessel	100	250	25 von 31
Pelletöfen	200	400	8 von 14

Die Emissionen an **organischen Kohlenwasserstoffen** liegen bei den Kesseln bereits nahe der Nachweisgrenze. Zwischen den Gesamtkohlenstoff- und den Kohlenmonoxidemissionen besteht eine enge Korrelation. Aufgrund des kanzerogenen Potenzials bestimmter Kohlenwasserstoffverbindungen und des Beitrags von leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen zum Sommersmog sollte die Vergabegrundlage dennoch eine eigene Anforderung an die Emission an Gesamtkohlenstoff enthalten.

Es werden folgende Höchstwerte empfohlen:

	Gesamt-C-Emissionen bei Nennlast (mg/m <sup>3</sup> )	Gesamt-C-Emissionen bei Teillast (mg/m <sup>3</sup> )	Erfüllt durch (Anlagenzahl)
Pelletheizkessel	5	5	20 von 27
Pelletöfen	10	15	10 von 14

Die Emissionen an **Stickoxiden** sind weitgehend brennstoffbedingt. Dennoch gibt es durchaus Unterschiede zwischen den verschiedenen Anlagen. Da die Messung bei Teillast bisher nicht zum Standardmessprogramm gehört und die Teil- und Nennlastwerte nahe beieinander liegen, wird keine eigene Anforderung an die Emissionswerte bei Teillast gestellt.

Die folgenden Höchstwerte werden vorgeschlagen:

	NO <sub>x</sub> -Emissionen bei Nennlast (mg/m <sup>3</sup> )	Erfüllt durch (Anlagenzahl)
Pelletheizkessel	150	24 von 27
Pelletöfen	150	14 von 14

Die **Staubmessung** bei Teillast gehört bisher ebenfalls nicht zum Standardprogramm. Hier wird als Anforderung die Angabe der Teillastwerte vorgeschlagen, um eine Datenbasis für eine spätere Überarbeitung des Umweltzeichens zu schaffen.

Für den Nennlastbetrieb werden folgende Staubemissionshöchstwerte empfohlen:

	Staubemissionen bei Nennlast (mg/m <sup>3</sup> )	Erfüllt durch (Anlagenzahl)
Pelletheizkessel	30	26 von 31
Pelletöfen	35	12 von 14

Das österreichische Umweltzeichen legt für automatisch befeuerte Holzkessel ebenfalls Emissionshöchstwerte für Kohlenmonoxid und organisch gebundenen Kohlenstoff bei Nenn- und Teillast sowie für Stickoxide und Staub bei Nennlast fest. Als Teillast wird hier jedoch von 50% der Nennlast ausgegangen, sodass diese Werte nicht direkt verglichen werden können. Die Emissionshöchstwerte des österreichischen Umweltzeichens bei Nennlast sind für alle Schadstoffe höher als die hier vorgeschlagenen Emissionswerte. Die Höchstwerte des nordischen Umweltzeichens liegen ebenfalls höher. Die strengeren Höchstwerte in dem Vorschlag für das deutsche Umweltzeichen erscheinen gerechtfertigt,

da der Gültigkeitsbereich sich bei den beiden anderen Umweltzeichen auch auf Hackgutfeuerungen erstreckt, welche im Durchschnitt höhere Schadstoffemissionen aufweisen (vgl. 4.3.4). Außerdem sind die Emissionswerte von automatisch beschickten Holzheizkesseln in den letzten Jahren stetig gesunken, sodass ein neu einzuführendes Umweltzeichen strengere Werte anlegen sollte.

Für die Emissionsanforderungen werden die folgenden Formulierungen vorgeschlagen:

<b>Holzpelletheizkessel</b>
<p>Die nachstehend genannten Emissionsgrenzwerte sind – bezogen auf Abgas im Normzustand (0°C, 1013 mbar) mit einem Volumengehalt an Sauerstoff von 13% –einzuhalten. Die Maßeinheit mg/Nm<sup>3</sup> ist als mg Schadstoff je Normkubikmeter Abgas zu verstehen. Für die Prüfung sind die in Abschnitt x genannten Messverfahren anzuwenden.</p>
<p><b>Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>)</b></p> <p>Der Gehalt an Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid im Abgas darf die Massenkonzentration 150 mg/Nm<sup>3</sup>, angegeben als Stickstoffdioxid bei Nennlastbetrieb nicht überschreiten.</p>
<p><b>Kohlenstoffmonoxid (CO)</b></p> <p>Der Gehalt an Kohlenstoffmonoxid im Abgas darf bei Nennlast die Massenkonzentration 100 mg/Nm<sup>3</sup> und bei Teillast (kleinste einstellbare Leistung) die Massenkonzentration 250 mg/Nm<sup>3</sup> nicht überschreiten.</p>
<p><b>Organische Stoffe</b></p> <p>Der Gehalt an organischen Stoffen im Abgas darf bei Nennlast und bei Teillast (kleinste einstellbare Leistung) die Massenkonzentration 5 mg/Nm<sup>3</sup>, angegeben als Gesamtkohlenstoff (Gesamt-C), nicht überschreiten.</p>
<p><b>Staub</b></p> <p>Der Gehalt an staubförmigen Emissionen im Abgas darf bei Nennlast die Massenkonzentration 30 mg/Nm<sup>3</sup> nicht überschreiten. Der Staubgehalt im Abgas bei Teillast (kleinste einstellbare Leistung) ist anzugeben.</p>

### Holzpelletöfen

Die nachstehend genannten Emissionsgrenzwerte sind – bezogen auf Abgas im Normzustand (0°C, 1013 mbar) mit einem Volumengehalt an Sauerstoff von 13% –einzuhalten. Die Maßeinheit mg/Nm<sup>3</sup> ist als mg Schadstoff je Normkubikmeter Abgas zu verstehen. Für die Prüfung sind die in Abschnitt x genannten Messverfahren anzuwenden. Die Emissionswerte sind bei Nennlast sowie bei Teillast (kleinste einstellbare Leistung) zu ermitteln.

#### **Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>)**

Der Gehalt an Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid im Abgas darf die Massenkonzentration 150 mg/Nm<sup>3</sup>, angegeben als Stickstoffdioxid, bei Nennlastbetrieb nicht überschreiten.

#### **Kohlenstoffmonoxid (CO)**

Der Gehalt an Kohlenstoffmonoxid im Abgas darf bei Nennlast die Massenkonzentration 200 mg/Nm<sup>3</sup> und bei Teillast die Massenkonzentration 400 mg/Nm<sup>3</sup> nicht überschreiten.

#### **Organische Stoffe**

Der Gehalt an organischen Stoffen im Abgas, angegeben als Gesamtkohlenstoff (Gesamt-C), darf bei Nennlast die Massenkonzentration 10 mg/Nm<sup>3</sup> und bei Teillast die Massenkonzentration 15 mg/Nm<sup>3</sup> nicht überschreiten.

#### **Staub**

Der Gehalt an staubförmigen Emissionen im Abgas darf bei Nennlast die Massenkonzentration 35 mg/Nm<sup>3</sup> nicht überschreiten. Der Staubgehalt im Abgas bei Teillast (kleinste einstellbare Leistung) ist anzugeben.

## 6.5. Einstell- und Bedienungsanleitung

Analog zu anderen Vergabegrundlagen im Heizungsanlagenbereich sollten für ein Umweltzeichen für Pelletfeuerungen Anforderungen an die Einstell- und Bedienungsanleitung formuliert werden. Damit soll sichergestellt werden, dass Fachpersonal die Pelletfeuerungen so einstellen kann, dass sie möglichst dauerhaft effizient und emissionsarm betrieben werden und dass die Nutzerinnen und Nutzer in die Lage versetzt werden, die Anlagen sachgerecht zu betreiben. Hierzu zählt auch ein Hinweis auf die ausschließliche Verwendung von genormten Holzpellets als Brennstoff.

In Anlehnung an andere Umweltzeichenvergabegrundlagen wird die folgende Formulierung empfohlen:

<b>Holzpelletkessel und Holzpelletöfen</b>
<p>Die Einstellanleitung muss klare und eindeutige Aussagen zur korrekten Einstellung der Holzpellet- feuerung durch Fachpersonal enthalten. Die Einstellung entsprechend der Einstellanleitung muss ermöglichen, dass die unter „Rationelle Energienutzung“ und „Schadstoffemissionen“ genannten Anforderungen im Betrieb eingehalten werden können. In der Einstellanleitung sind Hinweise für die Abstimmung der Holzpelletfeuerung mit der Abgasanlage sowie über die Kombination mit einem Puf- ferspeicher aufzunehmen.</p> <p>Die Bedienungsanleitung muss klare und verständliche Aussagen zum umweltfreundlichen, d.h. effi- zienten und emissionsarmen Betrieb der Anlage durch den Betreiber sowie Hinweise zur regelmäßi- gen Wartung und Reinigung der Anlage durch einen Fachbetrieb enthalten.</p> <p>Ferner ist darauf hin zu weisen, dass bei Verwendung von Holzpellets in Feuerungsanlagen in priva- ten Haushalten in Deutschland nur Holzpellets nach DIN 51731 oder Holzpellets mit gleichwertiger Qualität (z.B. gemäß ÖNORM M 7135) zulässig sind.</p> <p>Die Unterlagen müssen mindestens den Anforderungen der EN 303 Teil 5 entsprechen.</p>

## 6.6. Dienstleistungen

Die tatsächliche Verbrennungsgüte in der Praxis sowie die ausgelösten Emissionen können auch durch das Benutzungsverhalten beeinflusst werden. Die Hersteller sollten durch das Angebot bestimmter Dienstleistungen (Beratung, Wartung, Kundendienst etc.) die Nutzerinnen und Nutzer beim umweltgerechten Betrieb der Anlage unterstützen. Durch die Kombination der Geräte mit einem Pufferspeicher werden erhöhte Emissionen bei Teillastbetrieb vermieden und die Effizienz der Anlagen erhöht, da sie nahezu ausschließlich bei Nennlast betrieben werden können und An- und Abfahrvorgänge minimiert werden. Daher sollten die Hersteller die Betreiberinnen und Betreiber über die Möglichkeit der Kombination mit einem Pufferspeicher informieren und diese anbieten.

In Anlehnung an das österreichische Umweltzeichen wird folgender Text vorgeschlagen:

<b>Holzpelletheizkessel und Holzpelletöfen</b>
<p>Der umweltfreundliche Betrieb einer Holzpelletheizung wird vom Benutzungsverhalten wesentlich mitbestimmt. Um dieses positiv zu beeinflussen, muss der Hersteller selbst oder durch Servicepartner gezielte Dienstleistungen bei der Anlagenauswahl, Installation und während des Betriebes anbieten:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Technische Schulung für Installateure und Verkäufer</li><li>• Beratung und Angebot für die Installation eines Pufferspeichers</li><li>• Beratung zur Installation der Abgasanlage</li><li>• Angebot der Erstinbetriebnahme des Wärmeerzeugers durch den Hersteller und Erläuterung der Parameter für eine effiziente, emissionsarme Verbrennung sowie der Steuerung der Heizung (Kundenschulung)</li><li>• Angebot eines zu üblichen Kundendienstzeiten verfügbaren Wartungsdienstes</li><li>• Angebot einer jährlichen Überprüfung der Heizung</li><li>• Verfügbarkeit gleichwertiger Ersatzteile für mindestens 10 Jahre</li></ul>

### **6.7. Zusammenfassung der vorgeschlagenen Kriterien**

Zusammengefasst ergeben sich die in der folgenden Tabelle dargestellten Anforderungen. Ein Vergleich der Anforderungen mit den Daten der Herstellerbefragung zeigt, dass die Anforderungen bislang von insgesamt fünf der 14 Pelletöfen (von drei verschiedenen Herstellern) und elf der 32 Heizkessel (von sechs verschiedenen Herstellern) erfüllt werden können. Etwa neun Holzpelletheizkessel und drei Holzpelletöfen verfehlen die Anforderungen nur knapp, hier ist davon auszugehen, dass die gesetzten Anforderungen einen Anreiz für technische Weiterentwicklungen leisten.

Ein Vergleich der Anforderungen mit den Daten zu 97 Holzpelletheizkesseln in BIZ (2000) zeigt, dass etwa 20% der aufgeführten Holzpelletkessel die Anforderungen erfüllen können.

**Tabelle 27: Zusammenfassung der vorgeschlagenen Anforderungen**

Produkt	Geltungsbereich	Rationelle Energienutzung		Emissionen <sup>59</sup>						Sonstige Anforderungen	
		Wirkungsgrad	Hilfsstrombedarf	NO <sub>x</sub>	CO		Staub	C <sub>ges</sub>			
		Nennlast	Teillast	Nennlast	Nennlast	Teillast	Nennlast	Teillast	Nennlast	Teillast	
<b>Pellet- heizkessel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Leistung bis 50 kW</li> <li>automatische Zündung, Wärmetauscherreinigung, Leistungs- und Verbrennungsregelung</li> <li>nur für Holzpellets</li> </ul>	≥ 90%	≥ 88%	≤ 1% der erzeugten thermischen Leistung	150	100	250	30	5	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Angabe des Staubgehaltes im Abgas bei Teillast</li> <li>Angabe des Hilfsstrombedarfs bei Teillast- und Standby-Betrieb</li> <li>Angabe der elektrischen Leistungsaufnahme wichtiger Anlagenteile sowie des wasserseitigen Widerstands</li> <li>Anforderungen an Einstell- und Bedienungsanleitung</li> <li>Angebot von Dienstleistungen</li> </ul>
<b>Pelletöfen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Leistung bis 15 kW</li> <li>automatische Zündung und Verbrennungsregelung</li> <li>nur für Holzpellets</li> </ul>	≥ 90%	≥ 90%	≤ 1% der erzeugten thermischen Leistung	150	200	400	35	10	15	

<sup>59</sup> Bezogen auf Abgas im Normzustand (0°C, 1013 mbar) mit einem Volumengehalt an Sauerstoff von 13%

## 7. Zusammenfassung

Die Machbarkeitsstudie untersucht die Eignung von Holzpelletfeuerungen für eine Kennzeichnung mit dem Umweltzeichen „Blauer Engel“ und entwickelt einen Vorschlag für eine Vergabegrundlage. Die Studie wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes im Rahmen des Umweltforschungsplanes (Förderkennzeichen 200 95 308 / 01) vom Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) gGmbH erstellt und mit Bundesmitteln finanziert. Die Untersuchung wurde in Anlehnung an die ISO 14024 „Umweltzeichen Typ I – Grundsätze und Verfahrensweisen“ durchgeführt.

Um die Eignung von Holzpelletfeuerungen für das Tragen eines Umweltzeichens zu prüfen und eine transparente Diskussionsgrundlage für die betroffenen Kreise zu schaffen, wurde eine Marktanalyse durchgeführt, der Stand der Technik erhoben, Umweltbelastungen und Verbesserungspotenziale identifiziert und geeignete Produktanforderungen für ein Umweltzeichen vorgeschlagen. Zur Auswahl geeigneter Produktkategorien wurde ein ökologischer Systemvergleich mit öl- und gasbefeuerten Heizanlagen sowie mit herkömmlichen Holzheizungen auf Scheitholz- und Holzhackschnitzelbasis durchgeführt, wobei die Schadstoffemissionen, der Ressourcen- und der Energieverbrauch bilanziert wurden.

Holzpelletfeuerungsanlagen sind speziell konstruierte Verbrennungssysteme, die als Brennstoff Holzpellets verwenden. Holzpellets sind zylindrische Presslinge aus naturbelassenem Holz, in der Regel aus Holz- und Sägespänen von Holzverarbeitenden Betrieben. Holzpellets sind ein genormter Brennstoff, in Deutschland gemäß DIN 51731 „Anforderungen an Presslinge aus naturbelassenem Holz“. Aufgrund ihrer Größe und Form sind die Pellets schütt- und rieselfähig und somit für eine automatische Beschickung der Feuerungen und den Transport per Tankwagen geeignet. Holzpellets können in Zentralheizungsanlagen, Einzelraumöfen (Raumheizer oder Pelletöfen) und in Heizwerken mit Fernwärmesystemen eingesetzt werden. Sowohl der genormte Brennstoff mit weitgehend einheitlicher Qualität als auch die automatische Verbrennungsregelung tragen dazu bei, dass Holzpelletfeuerungsanlagen emissionsarm und effizient arbeiten und Bedienungsfehler durch unsachgemäßes Betreiberverhalten weitestgehend minimiert werden.

### Marktanalyse

Die Marktanalyse bei Herstellern und Anbietern ergab für den deutschen Markt eine Verkaufszahl von mehr als 5.000 Pelletfeuerungen im Leistungsbereich bis 50 Kilowatt im Jahr 2001, davon etwa die Hälfte Pelletöfen. Die Verkaufszahlen sind in den letzten Jahren stark angestiegen, haben aber am gesamten deutschen Heizanlagenmarkt noch einen relativ geringen Anteil. Dies liegt unter anderem daran, dass die Anlagen derzeit noch vergleichsweise teuer sind und die höheren Investitionskosten auch durch die niedrigeren Brennstoffkosten kaum aufgewogen werden. In den letzten Jahren haben Holzpelletheizungen an Attraktivität gewonnen. Dazu tragen neben dem hohen Komfort der Anlagen insbesondere die Förderung aus dem Marktanzreizprogramm zur Nutzung erneuerbarer Energien und der Anstieg der Heizölkosten bei.

Die Hersteller der Pelletfeuerungen, die auf dem deutschen Markt angeboten werden, sind zum überwiegenden Teil deutsche und österreichische Unternehmen. Zusätzlich gibt es weitere Anbieter aus den skandinavischen Ländern, aus Italien, Liechtenstein und Tschechien, die aber insgesamt relativ geringe Verkaufszahlen erzielen.

Für die Produktbewertung im Rahmen des Umweltzeichens wurden Holzpelletheizkessel (Leistungsbereich bis 50 Kilowatt) und Holzpelletöfen (Leistungsbereich bis 15 Kilowatt) ausgewählt. Die überwiegende Anzahl von Pelletfeuerungen zählt zu diesem Leistungsbereich. Zudem ist insbesondere dieser Leistungsbereich für private Verbraucherinnen und Verbraucher und damit die primäre Zielgruppe des Umweltzeichens relevant.

### **Umwelteigenschaften**

Um auch im tatsächlichen Betrieb eine umweltfreundliche Betriebsweise sicherzustellen und Fehlerquellen durch unsachgemäße Bedienung zu minimieren, wurde der Geltungsbereich auf solche Anlagen eingeschränkt, die ausschließlich mit Holzpellets betrieben werden können und die über eine automatische Verbrennungsregelung sowie eine automatische Zündung verfügen.

Zur Entwicklung von Kriterien wurde eine umfangreiche Herstellerbefragung zu Umwelteigenschaften durchgeführt. Die Ergebnisse der Erhebung verdeutlichen, dass zwischen den Anlagen erhebliche Unterschiede hinsichtlich der ökologischen Qualität bestehen. Dies betrifft insbesondere die Wirkungsgrade und die Schadstoffemissionen der untersuchten Produkte. Die Wirkungsgrade von Pelletkesseln liegen durchschnittlich bei 91% bei Nennlast und 89% bei Teillast, für Pelletöfen betragen sie durchschnittlich 90% bei Nennlast und 91% bei Teillast.

Holzfeuerungsanlagen bis 1 Megawatt Feuerungswärmeleistung sind nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) nicht-genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen, für die die 1. BImSchV gilt. Diese gibt als Grenzwerte für Kohlenmonoxid (CO) 4 g/m<sup>3</sup> und für Staub 0,15 g/m<sup>3</sup> für Anlagen größer 15 kW vor. Diese Werte werden von allen Anlagen, zu denen Daten erhoben wurden, deutlich unterschritten. Insgesamt weisen die unterschiedlichen Anlagen jedoch erhebliche Streuungen auf. Weitere relevante Schadstoffemissionen sind organische Verbindungen und Stickoxide, diese wurden ebenfalls erhoben.

### **Systemvergleich**

Ein Systemvergleich von Holzpelletheizkesseln mit dem Heizungsanlagenbestand an öl- und gasbefeuerten Heizkesseln sowie Holzheizungen auf Scheitholz- und Hackschnitzelbasis verdeutlicht, dass Holzheizungen gegenüber fossil befeuerten Heizkesseln deutliche Vorteile beim klimarelevanten Kohlendioxid ausstoß aufweisen und damit einen geringeren Beitrag zum Klimawandel leisten. Demgegenüber stehen im Vergleich höhere Emissionen bei den Luftschadstoffen Kohlenmonoxid, Stickoxiden und Staub. Diese tragen zu den Umwelteinwirkungen Versauerung, terrestrische Eutrophierung, PM<sub>10</sub>-Risiko (Humantoxizität) und Sommersmog bei. Unter den Holzheizungen weisen Pelletheizungen systembedingte ökologische Vorteile auf, insbesondere durch den hohen Automatisierungsgrad und die weitgehend homogene Brennstoffqualität. Dies führt zu niedrigen Emissionen an Kohlenmonoxid, organischen Verbindungen und Staub. Zusätzlich weisen Pelletfeuerungen ein geringeres Schadstoffbildungspotenzial an bestimmten krebserzeugenden und hochtoxischen Stoffen wie z.B. Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Benzol und Dioxinen auf als herkömmliche Holzfeuerungsanlagen. Hier weisen sie insbesondere Vorteile gegenüber handbeschickten Anlagen auf.

### **Vorgeschlagene Vergabeanforderungen**

Auf Basis der Untersuchung wird die Einführung eines Umweltzeichens für Holzpelletfeuerungen empfohlen, da sie im Vergleich zu herkömmlichen Holzheizungsanlagen emissionsärmer und effizienter

betrieben werden können und dazu beitragen, den Verbrauch fossiler Ressourcen und den klimarelevanten CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu verringern.

Aus den Erhebungsdaten und dem Systemvergleich wurden Anforderungen für ein Umweltzeichen erarbeitet und in einem Fachgespräch mit Vertreterinnen und Vertretern von Herstellern, Prüfinstituten, Verbänden und des Umweltbundesamtes diskutiert. Das Vorhaben stieß bei den teilnehmenden Branchenvertreterinnen und -vertretern auf reges Interesse, was sich sowohl in der aktiven Teilnahme am Fachgespräch als auch in ergänzenden schriftlichen Stellungnahmen im Anschluss an das Fachgespräch zeigte.

Empfohlen wird die Vergabe des Umweltzeichens mit der Umschrift „weil emissionsarm und energieeffizient“. Die vorgeschlagenen Vergabegrundlagen umfassen Anforderungen an:

- Richtlinienkonformität
- Rationelle Energienutzung (Wirkungsgrad und Hilfsstrombedarf)
- Emissionswerte für Kohlenmonoxid, organische Verbindungen, Staub und Stickoxide
- Einstell- und Bedienungsanleitung und
- Dienstleistungen des Herstellers

Als Schwerpunktanforderungen wurden die rationelle Energienutzung und die Minderung von Schadstoffemissionen herausgearbeitet.

Die vorgeschlagenen Anforderungen werden von jeweils etwa einem Drittel der untersuchten Holzpelletheizkessel und der Pelletöfen erfüllt. Darüber hinaus gibt es eine Reihe weiterer Anlagen, die die vorgeschlagenen Kriterien nur knapp verfehlen. Hier ist davon auszugehen, dass die Anforderungen einen Anreiz für technische Weiterentwicklungen liefern.

Mit der Verfolgung des Themas Holzpelletfeuerungen im Rahmen des Umweltzeichens wird eine wichtige Produktgruppe zur umweltschonenden und energieeffizienten Wärmeerzeugung aufgegriffen. Die freiwillige Kennzeichnung von Holzpelletfeuerungen kann als Signal für eine umweltgerechte Wärmeerzeugung einen Beitrag zur verstärkten Nutzung erneuerbarer Energieträger und somit zur Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung leisten.

## 8. Literatur

- Astfalk, Dierk (1999a): Prüfmethode und Zulassungsverfahren für Einzelöfen zur Verfeuerung von Holzpellets im Leistungsbereich < 15 kW in Europa. In: Tagungsbeiträge 1. Europäisches Expertenforum „Holzpellets“ - Von der Produktion bis zur Vermarktung eines komfortablen Biomasse-Brennstoffes, Salzburg, S. 37-40.
- Astfalk, Dierk (1999b): Qualität der Verbrennung am Beispiel von Stückholz- und Pelletfeuerungen. In: 2. Stuttgart Holzfeuerungs-Kolloquium am 21. September 1999 – Mit moderner Feuerungstechnik zur rauchfreien Holzverbrennung. Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen der Universität Stuttgart, Bericht Nr. 43-1999, S. 55-64.
- ASTM [American Society for Testing and Materials] (2002): E1509-95(2000) Standard Specification for Room Heaters, Pellet Fuel-Burning Type. [www.astm.org/DATABASE.CART/PAGES/E1509.htm](http://www.astm.org/DATABASE.CART/PAGES/E1509.htm), besucht am 10.4.2002.
- Baumbach, Günter et al. (1999): Feinstaubuntersuchungen an Holzfeuerungen, Teil I: Bereich Hausbrand und Kleingewerbe. Stuttgart.
- Bayrisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg., 1999): Emissionsmessungen an 21 bayrischen Zentralheizungsanlagen für Holzhackgut. Landtechnische Berichte aus Praxis und Forschung – Gelbes Heft 65. München.
- BIZ [Biomasse Info-Zentrum] (2002): Pellet-Zentralheizungen Marktübersicht. Stuttgart.
- BIZ [Biomasse Info-Zentrum] (2001): Holzpellets - Energie, die nachwächst. Stuttgart.
- bmvit [Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie] (Hrsg. 2000): Holzpellets in Europa. Status, Technologien, Aktivitäten, Märkte. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 9/2000. St. Pölten, Österreich.
- C.A.R.M.E.N. e.V. [Centrales Agrar- Rohstoff- Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk] (Hrsg., 2000): Holzpellets und Pelletheizanlagen 2000. Ergebnisse einer Umfrage. Straubing.
- DIN EN 303-5 Heizkessel – Teil 5: Heizkessel für feste Brennstoffe, hand- und automatisch beschickte Feuerungen, Nenn-Wärmeleistung bis 300 kW – Begriffe, Anforderungen und Kennzeichnung; 1999.
- DIN 18891/A2 Kaminöfen für feste Brennstoffe, Änderung A2 (Entwurf); Normenausschuss Heiz- Koch- und Wärmegeräte im Deutschen Institut für Normung (Hrsg.); Berlin 1998.
- DIN 18891 Kaminöfen für feste Brennstoffe; Normenausschuss Heiz- Koch- und Wärmegeräte im Deutschen Institut für Normung (Hrsg.); Berlin 1984.
- DIN 4702 Teil 2 Heizkessel: Regeln für die heiztechnische Prüfung; Normenausschuss Heiz- Koch- und Wärmegeräte im Deutschen Institut für Normung (Hrsg.); Berlin, März 1990.
- DIN plus: Produktbereich Heiz- und Kochgeräte – Zertifizierungsprogramm Kaminöfen für feste Brennstoffe mit schadstoffarmer Verbrennung (2000). DIN CERTCO, Frankfurt.
- Flaig, Holger (1998): Biomasse – nachwachsende Energie. Potentiale, Technik, Kosten. Expert-Verlag, Renningen-Malmsheim.
- FNR [Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V.] (o.J.): Leitfaden Bioenergie. Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen.
- Forstabsatzfonds (Hrsg., 1998): Moderne Holzfeuerungsanlagen. Bonn.
- Haas, J. und Hackstock, R. (1998): Brennstoffversorgung mit Biomassepellets. Untersuchung über die Voraussetzungen für einen verstärkten Einsatz von Biomassepellets in Zentralheizungen. Gleisdorf.
- Hartmann, Hans, Schmid, Volker und Link, Heiner (2001): Untersuchungen zum Staubausstoß von Holzcentralheizungen kleiner Leistung (Entwurf, unveröffentlicht).

- Hartmann, H., Launhardt, T. und Schmid, H. (1997): Technische Möglichkeiten und umweltrelevante Auswirkungen der Kombination von Holz- und Gasfeuerungen kleinerer Leistung. Hrsg.: Landtechnik Weihenstephan, Freising. Selbstverlag; zitiert nach Launhardt 1998.
- HLUG [Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie] (2002): PM10 (Staub) Schadstoffbeschreibung. <http://www.hlug.de/medien/luft/komponenten/staub/pm10.htm>; besucht am 7.3.2002.
- Hoffmann, Esther und Hirschl, Bernd (2001): Machbarkeitsstudie für neue Umweltzeichen für die Produktgruppe: Kleine Blockheizkraftwerk-Module. UBA-Texte 53/01, Berlin.
- Jungmaier, G., Golja, F. und Spitzer, J. (1999): Der Technologische Fortschritt bei Holzfeuerungen. Ergebnisse einer statistischen Analyse der Prüfstandsmessungen der BLT Wieselburg von 1980 – 1998. Bericht des Institut für Energieforschung Nr. IEF-B-01/99. Graz.
- Kaltschmitt, Martin und Neubarth, Jürgen (1998): Erneuerbare Energien in Österreich. Springer-Verlag, Wien.
- Krapf, Gilbert (1999): Holzpellets – eine Alternative zum Heizöl?; in: C.A.R.M.E.N. e.V. (Hrsg.): Siebtes Symposium „Im Kreislauf der Natur – Naturstoffe für die moderne Gesellschaft“. Tagungsband; Rimpar.
- Krapf, Gilbert (2001): Holzpellets – eine Alternative zum Heizöl. <http://carmen-ev.de/deutsch/info/pelletinfo.html>.
- Landtechnik Weihenstephan (Hrsg., 2001): Sammelmappe Informationen zur Wärmegewinnung aus Biomasse – Schwerpunkt Holzfeuerung. Freilassing 2001.
- Launhardt, Thomas (1998): Holzzentralheizungen – Techniken, Emissionen, Neuentwicklungen; in: Emissionsarme Holzverbrennung in häuslichen und gewerblichen Feuerungsanlagen. Bericht Nr. 41 – 1998. Universität Stuttgart.
- Launhardt, Thomas, Hurm, Reinhold, Schmid, Volker und Link, Heiner (1998): Dioxin- und PAK-Konzentration in Abgas und Aschen von Stückholzfeuerungen. Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Weihenstephan.
- Marutzky, Rainer und Seeger, Klaus (1999): Energie aus Holz und anderer Biomasse. Grundlagen, Technik, Entsorgung, Recht. Leinfelden-Echterdingen.
- Nordic Ecolabelling (2001): Ecolabelling of Solid Biofuel Boilers (Dominating Source of Heat) - Criteria document. Version 1.1.
- Pfeiffer, Frank; Struschka, Michael und Baumbach, Günter (2000): Ermittlung der mittleren Emissionsfaktoren zur Darstellung der Emissionsentwicklung aus Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher. UBA-Texte 14/00, Berlin.
- RAL [Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.] (2000): Umweltzeichen. Produktanforderungen. Zeichenanwender und Produkte. März 2000.
- Regionalenergie Steiermark (Hrsg., 1999): Praktischer Ratgeber Automatische Holzfeuerungen. Weiz.
- Rhön-Forstconsulting (2002): Holzpellets online. Die Pelletierung. <http://www.rhoen-hessenforstconsulting.de/pelletierung.htm>, besucht am 7.3.2002.
- Seeger Engineering (2002): Holzpelletfabrikation neuer Planungsschwerpunkt der SEEGER ENGINEERING AG. <http://www.seeger.ag/aktuelles.html>, besucht am 7.3.2002.
- SP [Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut] (1998): Certifieringsregel för P-märkning av Pelletskaminer SPCR 093. [http://www.sp.se/cert/cert\\_prod/spcr/spcr093.pdf](http://www.sp.se/cert/cert_prod/spcr/spcr093.pdf), besucht am 7.3.2002.
- SP [Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut] (1999): Certifieringsregel för P-märkning av Pelletsbrännere och Pellets pannor, SPCR 028. [http://www.sp.se/cert/cert\\_prod/spcr/spcr028.pdf](http://www.sp.se/cert/cert_prod/spcr/spcr028.pdf), besucht am 7.3.2002.
- Spitzer, J.; Enzinger, P.; Fankhauser, G. et al. (1998): Emissionsfaktoren für feste Brennstoffe. Bericht des Institut für Energieforschung Nr. IEF-B-07/98, Graz.
- Strehler, Arno, Launhardt, Thomas und Hurm, Reinhold (2001): Emissionen aus Holzfeuerungen für den häuslichen Bereich. In: Landtechnik Weihenstephan (Hrsg.): Sammelmappe Informationen zur Wärmegewinnung aus Biomasse – Schwerpunkt Holzfeuerung. Freilassing. S. 15f.

- UBA [Umweltbundesamt] (1990): Das Umweltzeichen. Ziele – Hintergründe – Produktgruppen. Berlin.
- UBA/Schäl [Umweltbundesamt, III 2.2-Schäl] (1995): Interne Mitteilung zur Umweltrelevanz von Kohlenmonoxid.
- VDI (Hrsg., 2000): Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen. Grundlagen und Kostenberechnung. VDI 2067, Blatt 1. 2000.
- Verein für Konsumenteninformation (2002): Umweltzeichenrichtlinie UZ 38. Brennstoffe (Holzpellets, Holzbriketts) aus Biomasse. Wien, 1. Jänner 2002.
- Verein für Konsumenteninformation (2001): Umweltzeichenrichtlinie UZ 37. Holz-Zentralheizungskessel. Wien, 1. Jänner 2001.
- WHO (World Health Organization) (2000): Guidelines for Air Quality, Genf.

**VERZEICHNIS DER ANHÄNGE**

1. Liste der in der Marktanalyse interviewten Anbieter.....	II
2. Liste von interviewten Verbänden und Organisationen.....	III
3. Liste der in der Umweltanalyse interviewten Anbieter.....	IV
4. Tabelle Emissionsvergleich Holzheizungen .....	V
5. Teilnehmer/-innen am Fachgespräch.....	VI
6. Vorschlag für eine Vergabegrundlage für Holzpelletheizkessel.....	VII
7. Vorschlag für eine Vergabegrundlage für Holzpelletöfen.....	XII

## 1. Liste der in der Marktanalyse interviewten Anbieter

Die nachfolgend aufgeführten Anbieter wurden im Rahmen der Marktanalyse zum überwiegenden Teil in Telefoninterviews, zum Teil schriftlich, befragt.

<b>Deutschland</b>		
AUGUST BRÖTJE GmbH		Hr. Rieke
BHSR Energie und Umwelttechnik	Extertal-Silixen	N.N.
Biomat Niederlassung D	Tholey	Hr. Schwarz
Buderus Heiztechnik GmbH	Wetzlar	Hr. Diebel
EconTech	Bobingen	N.N.
Energie & Umwelt Wolfram Bach	Forbach-Hundsbach	Hr. Bach
Fritz Grimm GmbH & Co. KG	Amberg	Hr. Grimm
HDG Bavaria		Hr. Ecker
Industrie Handelsvertretung Peters	Burgdorf	Hr. Peters
Innovative Haustechnik Heinz Keens	Bad Orb	Hr. Keens
Meier & Co. KG	Hüfingen	Hr. Meier
Nolting Feuerungstechnik		Hr. Wegner
Ofenfreund	Bad Kreuznach	N.N.
ÖkoFen Heiztechnik GmbH	Reichertshofen	Hr. Thomaschek
Paul Künzel	Prisdorf	Hr. Künzel
pro solar Energietechnik GmbH	Ravensburg	Hr. Döhr
Schulz Heizungs- und Sanitärmeisterbetrieb	Sontra-Wischmannshausen	Hr. Schulz
Solar Projekt Energiesysteme GmbH	Weingarten	Hr. Walser
Sonnenkraft GmbH	Neutraubling	Hr. Hartmannsgruber
Wagner & Co.	Cölbe/Marburg	Hr. Schabbach
Wamsler Haus- und Küchentechnik GmbH	Garching	Hr. Einhellig
Wodtke GmbH	Tübingen-Hirschau	Hr. Astfalk
<b>Österreich</b>		
Biomassetechnik Ottowitz	Dornbirn	Hr. Ottowitz
Calimax	Rankweil	Hr. Kessler
Compact Heiz- und Energiesysteme	Gmunden	Hr. Schunn
Fröling	Grieskirchen	Hr. Mohnitzer
Guntamatic Heiztechnik	Peuerbach	Hr. Prokurist Hurimer
Hager		Hr. Hager
Hargassner GmbH		Fr. Hargassner
Herz Feuerungstechnik Ges.mBH	Sebersdorf	Hr. Ganster
Kalkgruber	Aschach/Steyr	Hr. Kerbler
KWB - Kraft und Wärme aus Biomasse	St.Margarethen/Raab 235	Hr. Jauschnegg
Lohberger Heiz- und Kochgeräte	Mattinghofen	Hr. Magister Scheicher
RIKA		Hr. Hellinger
sht Heiztechnik aus Salzburg GmbH	Salzburg-Bergtheim	Hr. Schruffner
Sommerauer & Lindner GmbH	St.Pantaleon	Hr. Lindner
<b>Lichtenstein</b>		
Hoval Werk Vaduz	Vaduz	Hr. Hegele
<b>Tschechien</b>		
Atmos		Fr. Zebuckowa
<b>Schweden</b>		
EcoTec		Fr. Anet

## 2. Liste von interviewten Verbänden und Organisationen

Mit den nachfolgend aufgeführten Verbänden und Organisationen wurden im Rahmen der Marktrecherche Telefoninterviews geführt.

<b>Organisation</b>	<b>Ansprechperson</b>
Bayrische Landesanstalt für Landtechnik	Herr Dr. Hans Hartmann
Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie (BdH)	Herr Basenau
Biomasse Info-Zentrum und Deutscher Energie-Pellet-Verband	Herr Dr. Joachim Fischer
BLT Wieselburg	Herr Lasselsberger
CARMEN e.V.	Herr Gilbert Krapf
HKI-Industrieverband	Herr Kienle
Pelletsverband Deutschland	Herr Auerbach
TÜV Süddeutschland	Herr Anton Höß
VdZ Vereinigung der Heizungsindustrie	Herr Eisenbeißer
Zentralverband Heizung Sanitär Klima	Herr Vohs

### 3. Liste der in der Umweltanalyse interviewten Anbieter

Die nachfolgend aufgeführten Anbieter wurden im Rahmen der Umweltanalyse zum überwiegenden Teil in Telefoninterviews, zum Teil schriftlich, befragt.

<b>Deutschland</b>		
Energie & Umwelt Wolfram Bach	Forbach-Hundsbach	Hr. Bach
HDG Bavaria		Hr. Ecker
ÖkoFen Heiztechnik GmbH	Reichertshofen	Hr. Gastler
Paul Künzel	Prisdorf	Hr. Heiko Künzel
Sonnenkraft GmbH	Neutraubling	Hr. Hartmannsgruber
Wagner & Co.	Cölbe/Marburg	Hr. Schabbach
Wamsler Haus- und Küchentechnik GmbH	Garching	Hr. Einhellig
Wodtke GmbH	Tübingen-Hirschau	Hr. Astfalk
Paradigma Ritter GmbH & Co. KG	Karlsbad	Hr. Flühe
<b>Österreich</b>		
Guntamatic Heiztechnik	Peuerbach	Hr. Prokurist Hurimer
Fröling	Grieskirchen	Hr. Wolfgang Eichinger
Biomassetchnik Ottowitz	Dornbirn	Hr. Ottowitz
sht Heiztechnik aus Salzburg GmbH	Salzburg-Bergtheim	Hr. Schruffner
Herz Feuerungstechnik Ges.mbH	Sebersdorf	Hr. Schlagbauer
KWB - Kraft und Wärme aus Biomasse	St.Margarethen/Raab	Hr. Jauschnegg
Calimax	Rankweil	Hr. Kessler/Hr. Anton Meier
Sommerauer & Lindner GmbH	St.Pantaleon	Hr. Lindner
RIKA		Hr. Hellinger
Biokompakt - Bioheiztechnik Ernst Gerlinger	Waldhausen	Hr. Ernst Gerlinger
Perhofer / Biomat	Birkfeld	Hr. Manfred Salmhofer
Windhager Zentralheizung	Seekirchen a. Wallersee	Hr. Loibichler
ETA Heiztechnik	Taufkirchen a.d. Trattnach	Hr. Tischler
<b>Lichtenstein</b>		
Hoval Werk	Vaduz	Hr. Hegele

#### 4. Tabelle Emissionsvergleich Holzheizungen

	Pelletkessel <sup>1</sup>	Holzhackschnitzelheizung				Scheitholzheizung				
		Jungmeier et al. 1999 <sup>2</sup>	Hartmann et al. 1997 <sup>3</sup>	Pfeiffer et al. 2000 <sup>4</sup>	Hartmann et al. 2001	Jungmeier et al. 1999 <sup>5</sup>	Hartmann et al. 1997 <sup>6</sup>	Launhardt et al. 1998 <sup>7</sup>	Pfeiffer et al. 2000 <sup>8</sup>	Hartmann et al. 2001 <sup>9</sup>
Wirkungsgrade	90%	89%			87%	87%				80%
CO [mg/MJ]	48	80	101	126	134	165	370	322	209	
Staub [mg/MJ]	13	26	32	30	21	19	19	20	23	
NO <sub>x</sub> [mg/MJ]	75	85	86		91	86	107		82	
C <sub>ges</sub> [mg/MJ]	2	2		4	<1	8	18	10	6	

<sup>1</sup> Die Werte sind Mittelwerte der untersuchten Pelletheizkessel.

<sup>2</sup> Mittelwerte der von 1996 bis 1998 von der BLT Wieselburg geprüften Holz hackschnitzelheizungen.

<sup>3</sup> Hackgut, 40-70 kW, umgerechnet aus mg/m<sup>3</sup>; zitiert nach: Launhardt 1998

<sup>4</sup> Stand-der-Technik-Holzheizungen, mechanisch beschickt

<sup>5</sup> Mittelwerte der von 1996 bis 1998 von der BLT Wieselburg geprüften Scheitholzheizkessel

<sup>6</sup> Scheitholzheizung mit Abgassensor, 20-50 kW, umgerechnet aus mg/m<sup>3</sup>; zitiert nach: Launhardt 1998

<sup>7</sup> Brennstoff: Buche

<sup>8</sup> Stand-der-Technik-Holzheizungen, handbeschickt

<sup>9</sup> Untersucht wurden moderne Stückholzheizkessel.

## 5. Teilnehmer/-innen am Fachgespräch

Das Fachgespräch fand am 21. Januar 2002 im Umweltbundesamt statt. Teilgenommen haben folgende Organisationen und Personen:

<b>Organisation/Firma</b>	<b>Teilnehmer/-in</b>
Biomasse Informationszentrum (Deutscher Energie-Pellet-Verband)	Frau Pilz
CARMEN e.V.	Gilbert Krapf
RWE Rheinbraun AG SLF-S Feuerstättenprüfstelle Sybilla	Herr Heinen
TÜV Süddeutschland	Herr Steiglechner
Windhager Zentralheizungen	Helmut Garhammer
Firma Fröling	Herr Osterburg
Wodtke GmbH	Dierk Astfalk/ Frau Wodtke
Guntamatic Heiztechnik	Herr R. Flack
HDG Bavaria	Martin Ecker
Calimax	Dietmar Kessler
Firma ÖkoFen Deutscher Energiepelletverband	Helmut Gastl
Umweltbundesamt	Frau Seifert, Frau Böttcher- Tiedemann, Herr Wagenknecht, Herr Weiss, Herr Schäl
Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) gGmbH	Herr Hirschl, Frau Hoffmann, Frau Weiß

## 6. Vorschlag für eine Vergabegrundlage für Holzpelletheizkessel

Umschrift des Umweltzeichens: „weil emissionsarm und energieeffizient“

### 1. Einführung

Holzpelletfeuerungen ermöglichen durch ihren hohen Automatisierungsgrad und durch die Verwendung von Brennstoffen mit einheitlicher Qualität eine effiziente und emissionsarme Nutzung regenerativer Brennstoffe zu Heizzwecken. Sie leisten damit einen Beitrag zum Klimaschutz und zur Verringerung des Primärenergieeinsatzes an nicht-erneuerbaren Energieträgern. Mit diesem Umweltzeichen können Holzpelletheizkessel, wie unter Geltungsbereich bezeichnet, gekennzeichnet werden, die den eingesetzten Brennstoff rationeller nutzen und deutlich weniger Schadstoffe emittieren als nach geltenden DIN-Normen und der 1. BImSchV zulässig ist.

### 2. Geltungsbereich

Diese Vergabegrundlage gilt für Holzpelletheizkessel nach DIN EN 303-5 mit einer Nennwärmeleistung bis einschließlich 50 kW, die ausschließlich für den Einsatz des Brennstoffes Holzpellets nach DIN 51731 oder gleichwertiger Qualität (z.B. gemäß ÖNORM M 7135) geeignet sind.

### 3. Anforderungen

Mit dem oben abgebildeten Umweltzeichen können die unter Geltungsbereich genannten Holzpelletfeuerungen gekennzeichnet werden, sofern diese den folgenden Anforderungen entsprechen:

#### 3.1 Allgemeines

Neben den im folgenden zusammengestellten energetischen und emissionstechnischen Anforderungen ist auch die Einhaltung der Anforderungen der DIN EN 303-5 an die bautechnische Ausführung und das sicherheitstechnische Verhalten (Vermeidung kritischer Betriebszustände bei normalem Betrieb und bei gestörtem Betrieb, Begrenzung der Oberflächentemperaturen, Abschaltbarkeit, elektrische Sicherheit) nachzuweisen.<sup>10</sup>

Eine zentrale Anforderung an ein mit einem Umweltzeichen ausgezeichnetes Gerät ist, dass es auch beim Betrieb am Einsatzort effizient und emissionsarm arbeitet. Aus diesem Grund sollen für die Vergabe des Umweltzeichens nur solche Geräte einbezogen werden,

- die ausschließlich mit Holzpellets betrieben werden können, um Verschlechterungen der Effizienz und des Emissionsverhaltens durch den Einsatz qualitativ ungünstigerer Brennstoffe auszuschließen (Ausschluss von Kombinationskesseln)
- in denen die Zündung, Leistungs- und Verbrennungsregelung, sowie die Wärmetauscherreinigung vollautomatisch erfolgen, um Fehler durch unsachgemäße Bedienung zu vermeiden

---

<sup>10</sup> Aufgrund der gesetzlichen Grundlagen sind beim Inverkehrbringen von Pelletheizkesseln weitere mitgeltende EG-Richtlinien wie z.B. die EMV-Richtlinie (Richtlinie 89/336/EWG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschrift der Mitgliedsstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit) zu beachten.

(Ausschluss von Anlagen mit manuell wirkenden Bedienungseinrichtungen (z.B. zur Regulierung der Verbrennungsluftzufuhr durch Stellhebel))

- die ein vollständiges System darstellen und so die Beurteilung des Systemwirkungsgrades und der Emissionen des Systems ermöglichen (Ausschluss von Pelletbrennern)

### 3.2 Anforderungen an rationelle Energienutzung

Die Wirkungsgrade sind gemäß DIN EN 303-5 bei Nennlast sowie bei Teillast (kleinste einstellbare Leistung) zu ermitteln.

Der Wirkungsgrad gemäß DIN EN 303-5 darf 90% bei Nennlast und 88% bei Teillast nicht unterschreiten.

### 3.3 Hilfsstrombedarf

Der Hilfsstrombedarf der Anlagen ist gemäß Anlage 1 zur Vergabegrundlage zu ermitteln. Er darf bei Nennwärmeleistung 1% der erzeugten thermischen Leistung nicht überschreiten.

Der Hilfsstrombedarf im Teillastbetrieb (kleinste einstellbare Leistung), im Schlummerbetrieb (Stand-by ohne Wärmeerzeugung) und für den Zündungsvorgang ist zu ermitteln und im Prüfbericht zu dokumentieren.

Die elektrische Leistungsaufnahme der in Anlage 1 angegebenen im Kessel integrierten stromverbrauchenden Einrichtungen ist (soweit vorhanden) getrennt in Watt anzugeben.

Der wasserseitige Widerstand ist gemäß DIN EN 303-5 zu ermitteln und im Prüfbericht zu dokumentieren.

### 3.4 Emissionsanforderungen

Die nachstehend genannten Emissionsgrenzwerte sind – bezogen auf Abgas im Normzustand (0°C, 1013 mbar) mit einem Volumengehalt an Sauerstoff von 13% –einzuhalten. Die Maßeinheit mg/Nm<sup>3</sup> ist als mg Schadstoff je Normkubikmeter Abgas zu verstehen. Für die Prüfung sind die in Abschnitt 4 genannten Messverfahren anzuwenden.

#### Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>)

Der Gehalt an Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid im Abgas darf 150 mg/Nm<sup>3</sup>, angegeben als Stickstoffdioxid, bei Nennleistung nicht überschreiten.

#### Kohlenstoffmonoxid (CO)

Der Gehalt an Kohlenstoffmonoxid im Abgas darf bei Nennlast 100 mg/Nm<sup>3</sup> und bei Teillast (kleinste einstellbare Leistung) 250 mg/Nm<sup>3</sup> nicht überschreiten.

#### Organische Stoffe

Der Gehalt an organischen Stoffen im Abgas darf bei Nennlast und bei Teillast die Massenkonzentration von 5 mg/Nm<sup>3</sup>, angegeben als Gesamtkohlenstoff (Gesamt-C), nicht überschreiten.

## **Staub**

Der Gehalt an Staub im Abgas darf bei Nennlast  $30 \text{ mg/Nm}^3$  nicht überschreiten. Der Staubgehalt im Abgas bei Teillast (kleinste einstellbare Leistung) ist anzugeben.

### **3.5 Dienstleistungen**

Der umweltfreundliche Betrieb einer Holzpelletheizung wird von der ordnungsgemäßen Installation und Einstellung der Anlage, von der regelmäßigen Wartung und Reinigung der Anlage sowie vom Benutzungsverhalten wesentlich mitbestimmt. Um einen dauerhaft effizienten und emissionsarmen Betrieb zu gewährleisten, muss der Hersteller – selbst oder Servicepartner – gezielte Dienstleistungen bei der Auswahl, Dimensionierung und Installation der Anlage sowie während des Betriebes der Anlage anbieten:

- Technische Schulung für Installateure/innen und Verkäufer/innen
- Beratung und Angebot für die Installation eines Pufferspeichers
- Beratung zur Installation der Abgasanlage
- Angebot der Erstinbetriebnahme des Wärmeerzeugers durch den Hersteller und Erläuterung der Parameter für eine effiziente, emissionsarme Verbrennung sowie der Steuerung der Anlage (Kundenschulung)
- Angebot eines zu üblichen Kundendienstzeiten verfügbaren Wartungsdienstes
- Angebot einer jährlichen Überprüfung und Wartung der Anlage
- Verfügbarkeit gleichwertiger Ersatzteile für mindestens 10 Jahre

### **3.6 Einstell- und Bedienungsanleitung**

Die Einstellanleitung muss klare und eindeutige Aussagen zur korrekten Einstellung der Holzpelletfeuerung durch Fachpersonal enthalten. Eine Einstellung nach der Einstellanleitung muss ermöglichen, dass die unter 3.2 und 3.4 genannten Anforderungen im Betrieb eingehalten werden können. In der Einstellanleitung sind Hinweise für die Abstimmung der Holzpelletfeuerung mit der Abgasanlage sowie über die Kombination mit einem Pufferspeicher aufzunehmen.

Die Bedienungsanleitung muss klare und verständliche Aussagen zum umweltfreundlichen, d.h. effizienten und emissionsarmen Betrieb der Anlage durch den Betreiber sowie Hinweise zur regelmäßigen Wartung und Reinigung der Anlage durch einen Fachbetrieb enthalten.

Ferner ist darauf hin zu weisen, dass bei Verwendung von Holzpellets in Feuerungsanlagen in privaten Haushalten in Deutschland nur Holzpellets nach DIN 51731 oder Holzpellets mit gleichwertiger Qualität (z.B. gemäß ÖNORM M 7135) zulässig sind.

Die Unterlagen müssen mindestens den Anforderungen der EN 303 Teil 5 entsprechen.

## **4. Prüfung**

### **4.1 Prüfstellen**

Die Prüfung ist von einer nach DIN EN 45 001 oder DIN EN ISO 17 025 für das Prüfgebiet „Heizkessel für feste Brennstoffe“ anerkannten neutralen Prüfstelle oder einer vom Deutschen Institut für Bautechnik für die Prüfung von Feuerstätten für feste Brennstoffe anerkannten Prüfstelle durchzuführen. Die Prüfung umfasst die vollständigen Nachweise gemäß Abschnitt 3.1 bis 3.6.

### **4.2 Prüfverfahren**

Die Messungen sind jeweils bei Nennwärmeleistung und Teillast (kleinste einstellbare Leistung) vorzunehmen.

Die Prüfungen, insbesondere die Überprüfung der Wirkungsgrad- und Emissionsanforderungen nach Abschnitt 3.2 und 3.4 sind nach DIN EN 303-5 durchzuführen.

Als Brennstoff für die Prüfung des Schadstoffauswurfs sind Holzpellets nach DIN 51731 oder Holzpellets mit gleichwertiger Qualität (z.B. gemäß ÖNORM M 7135) zu verwenden.

### **4.3 Eichgase und Messgeräte**

Für die Kalibrierung der Messgeräte sind zertifizierte Eichgase zu verwenden. Die Zertifikate sind den Prüfungsunterlagen beizufügen. Messgasgeneratoren dürfen nicht verwendet werden.

Messgeräte sind entsprechend EN 303 Teil 5 zu verwenden. Für die Messung des Gehalts an Stickoxiden und an Kohlenstoff ist eine beheizte Messleitung zu verwenden.

## **5. Nachweise**

Bei Antragstellung sind vorzulegen:

5.1 Der Prüfbericht über die Prüfung der Geräte mit Bestätigung der Einhaltung der Anforderungen nach Abschnitt 3.2 bis 3.6 in Verbindung mit Abschnitt 4.

5.2 Die Einstell- und Bedienungsanleitung mit den Angaben gemäß Abschnitt 3.6.

5.3 Die Zusammenstellung der Prüfergebnisse nach Abschnitt 3.3 über die ermittelten Hilfsstrombedarfe, elektrische Leistungsaufnahme und den wasserseitigen Widerstand.

5.4 Vorzulegen ist eine Verpflichtungserklärung zum Angebot der in Abschnitt 3.5 angegebenen Dienstleistungen.

## **Anlage 1 zur Vergabegrundlage**

### **Messung des Hilfsstrombedarfs während verschiedener Betriebszustände**

#### **1. Hilfsstrombedarf im Betriebszustand**

Bei der Messung des Hilfsstrombedarfs im Betriebszustand soll die elektrische Leistungsaufnahme des Kessels jeweils bei Nennlastbetrieb und bei Teillastbetrieb (kleinste einstellbare Leistung) ermittelt werden.

Hierzu ist der elektrische Energieverbrauch der Anlage (ohne Berücksichtigung der Heizungswasserumwälzpumpe und einer ggf. vorhandenen Einrichtung zur Brennstoff-Raumaustragung) über eine Messdauer von mindestens 6 Stunden gemäß DIN EN 303-5 für die heiztechnische Prüfung zu ermitteln und, bezogen auf die Messdauer, als mittlere elektrische Leistungsaufnahme in Watt anzugeben.

#### **2. Hilfsstrombedarf im Schlumberbetrieb (Stand-by ohne Wärmeerzeugung)**

Bei der Messung des Hilfsstrombedarfes im Schlumberbetrieb soll die elektrische Leistungsaufnahme des Kessels ermittelt werden, wenn keine Wärmeanforderung besteht und nur elektrische Verbraucher zur Aufrechterhaltung der Betriebsbereitschaft eingeschaltet sind .

Hierzu ist der elektrische Energieverbrauch der Anlage über eine Zeit von mindestens 10 Minuten zu messen. Falls Regelvorgänge den elektrischen Eigenverbrauch beeinflussen, kann eine längere Messzeit erforderlich sein.

Der ermittelte Energieverbrauch ist, bezogen auf die Messdauer, als mittlere elektrische Leistungsaufnahme in Watt anzugeben.

#### **3. Hilfsstrombedarf für den Zündungsvorgang**

Der Hilfsstrombedarf der Zündvorrichtung ist für die Dauer des Zündungsvorgangs zu ermitteln und als elektrische Arbeit in Wattstunden anzugeben.

#### **4. Elektrische Leistungsaufnahme zentraler Verbraucher**

Die elektrische Leistungsaufnahme folgender im Kessel integrierter stromverbrauchender Einrichtungen ist (soweit vorhanden) getrennt in Watt anzugeben:

- Gebläsemotor/-en,
- Motor/-en für Wärmetauscherreinigung,
- Motor/-en für Entaschung und Brennstoffförderschnecke(n).

Falls das Gerät mit einer Einrichtung zur Brennstoff-Raumaustragung (mechanische oder pneumatische Fördereinrichtung) ausgestattet ist, ist die elektrische Leistungsaufnahme der Motor(en) anzugeben.

#### **5. Wasserseitiger Widerstand**

Der heizwasserseitige Widerstand ist gemäß DIN EN 303-5 zu ermitteln. Der Hilfsstrombedarf der Heizungswasserumwälzpumpe (Min-/Max-Werte) ist im Prüfbericht anzugeben. Hierbei sind Angaben zur Regelungsart der Pumpe (mehrstufig mit Anzahl der Pumpenleistungsstufen oder selbsttätig regelbar mit Angabe des Regelbereiches in %) erforderlich.

## 7. Vorschlag für eine Vergabegrundlage für Holzpelletöfen

Umschrift des Umweltzeichens: „weil emissionsarm und energieeffizient“

### 1. Einführung

Holzpelletfeuerungen ermöglichen durch ihren hohen Automatisierungsgrad und durch die Verwendung von Brennstoffen mit von einheitlicher Qualität eine effiziente und emissionsarme Nutzung regenerativer Brennstoffe zu Heizzwecken. Sie leisten damit einen Beitrag zum Klimaschutz und zur Verringerung des Primärenergieeinsatzes an nicht-erneuerbaren Energieträgern. Mit diesem Umweltzeichen können Holzpelletöfen, wie unter Geltungsbereich bezeichnet, gekennzeichnet werden, die den eingesetzten Brennstoff rationeller nutzen und deutlich weniger Schadstoffe emittieren als nach geltenden DIN-Normen zulässig ist.

### 2. Geltungsbereich

Diese Vergabegrundlage gilt für Holzpelletöfen nach dem Entwurf der DIN 18 894 mit einer Nennwärmeleistung bis einschließlich 15 kW, die ausschließlich für den Einsatz des Brennstoffes Holzpellets nach DIN 51731 oder gleichwertiger Qualität (z.B. gemäß ÖNORM M 7135 ) geeignet sind.

### 3. Anforderungen

Mit dem oben abgebildeten Umweltzeichen können die unter Geltungsbereich genannten Holzpelletfeuerungen gekennzeichnet werden, sofern diese den folgenden Anforderungen entsprechen:

#### 3.1 Allgemeines

Neben den im folgenden zusammengestellten energetischen und emissionstechnischen Anforderungen ist auch die Einhaltung der Anforderungen der DIN 18 894 an die bautechnische Ausführung und an das sicherheitstechnische Verhalten (Vermeidung kritischer Betriebszustände bei normalem Betrieb und bei gestörtem Betrieb, Begrenzung der Oberflächentemperaturen, Abschaltbarkeit, elektrische Sicherheit) nachzuweisen.<sup>11</sup>

Eine zentrale Anforderung an ein mit einem Umweltzeichen ausgezeichnetes Gerät ist, dass es auch beim Betrieb am Einsatzort effizient und emissionsarm arbeitet. Aus diesem Grund sollen in die Entwicklung des Umweltzeichens nur solche Geräte einbezogen werden,

- die ausschließlich mit Holzpellets betrieben werden können, um Verschlechterungen der Effizienz und des Emissionsverhaltens durch den Einsatz qualitativ ungünstigerer Brennstoffe auszuschließen (Ausschluss von Kombinationsgeräten)
- in denen die Zündung und die Verbrennungsregelung vollautomatisch erfolgen, um Fehler durch unsachgemäße Bedienung zu vermeiden (Ausschluss von Anlagen mit manuell wirken-

---

<sup>11</sup> Aufgrund der gesetzlichen Grundlagen sind beim Inverkehrbringen von Pelletöfen weitere mitgeltende EG-Richtlinien wie z.B. die EMV-Richtlinie (Richtlinie 89/336/EWG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschrift der Mitgliedsstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit) zu beachten.

den Bedienungseinrichtungen (z.B. zur Regulierung der Verbrennungsluftzufuhr durch Stellhebel))

- die ein vollständiges System darstellen und so die Beurteilung des Systemwirkungsgrades und der Emissionen des Systems ermöglichen (Ausschluss von Pelletbrennern)

### 3.2 Anforderungen an rationelle Energienutzung

Die Wirkungsgrade sind bei Nennlast sowie bei Teillast (kleinste einstellbare Leistung) zu ermitteln.

Der Wirkungsgrad gemäß DIN 18 894 (Entwurf) darf 90% im gesamten Einstellbereich nicht unterschreiten.

### 3.3 Hilfsstrombedarf

Der Hilfsstrombedarf der Anlagen ist gemäß Anlage 1 zur Vergabegrundlage zu ermitteln. Er darf bei Nennwärmeleistung 1% der erzeugten thermischen Leistung nicht überschreiten.

Der Hilfsstrombedarf im Teillastbetrieb (kleinste einstellbare Leistung), im Schlummerbetrieb (Stand-by ohne Wärmeerzeugung) und für den Zündungsvorgang ist zu ermitteln und im Prüfbericht zu dokumentieren.

Die elektrische Leistungsaufnahme der in Anlage 1 festgelegten im Pelletofen integrierten stromverbrauchenden Einrichtungen ist (soweit vorhanden) getrennt in Watt anzugeben.

Bei Pelletöfen mit Wassertasche ist der wasserseitige Widerstand gemäß Entwurf DIN 18894 zu ermitteln und im Prüfbericht zu dokumentieren

### 3.4 Emissionsanforderungen

Die nachstehend genannten Emissionsgrenzwerte sind – bezogen auf Abgas im Normzustand (0°C, 1013 mbar) mit einem Volumengehalt an Sauerstoff von 13% –einzuhalten. Die Maßeinheit  $\text{mg}/\text{Nm}^3$  ist als  $\text{mg}$  Schadstoff je Normkubikmeter Abgas zu verstehen. Für die Prüfung sind die in Abschnitt 4 genannten Messverfahren anzuwenden. Die Emissionswerte sind bei Nennlast sowie bei Teillast (kleinste einstellbare Leistung) zu ermitteln.

#### Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ )

Der Gehalt an Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid im Abgas darf  $150 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ , angegeben als Stickstoffdioxid, bei Nennleistung nicht überschreiten.

#### Kohlenstoffmonoxid (CO)

Der Gehalt an Kohlenstoffmonoxid im Abgas darf bei Nennlast  $200 \text{ mg}/\text{Nm}^3$  und bei Teillast  $400 \text{ mg}/\text{Nm}^3$  nicht überschreiten.

#### Organische Stoffe

Der Gehalt an organischen Stoffen im Abgas darf bei Nennlast die Massenkonzentration von  $10 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ , angegeben als Gesamtkohlenstoff (Gesamt-C), nicht überschreiten, bei Teillast dürfen die Werte nicht über  $15 \text{ mg}/\text{Nm}^3$  liegen.

## **Staub**

Der Gehalt an Staub im Abgas darf bei Nennlast  $35 \text{ mg/Nm}^3$  nicht überschreiten. Der Staubgehalt im Abgas bei Teillast ist anzugeben.

### **3.5 Dienstleistungen**

Der umweltfreundliche Betrieb einer Holzpelletheizung wird von der ordnungsgemäßen Installation und Einstellung der Anlage, von der regelmäßigen Wartung und Reinigung der Anlage sowie vom Benutzungsverhalten wesentlich mitbestimmt. Um einen dauerhaft effizienten und emissionsarmen Betrieb zu gewährleisten, muss der Hersteller – selbst oder Servicepartner – gezielte Dienstleistungen bei der Auswahl, Dimensionierung und Installation der Anlage sowie während des Betriebes der Anlage anbieten:

- Technische Schulung für Installateure/innen und Verkäufer/innen
- Beratung und Angebot für die Installation eines Pufferspeichers
- Beratung zur Installation der Abgasanlage
- Angebot der Erstinbetriebnahme des Wärmeerzeugers durch den Hersteller und Erläuterung der Parameter für eine effiziente, emissionsarme Verbrennung sowie der Steuerung der Anlage (Kundenschulung)
- Angebot eines zu üblichen Kundendienstzeiten verfügbaren Wartungsdienstes
- Angebot einer jährlichen Überprüfung und Wartung der Anlage
- Verfügbarkeit gleichwertiger Ersatzteile für mindestens 10 Jahre

### **3.6 Einstell- und Bedienungsanleitung**

Die Einstellanleitung muss klare und eindeutige Aussagen zur korrekten Einstellung der Holzpelletfeuerung durch Fachpersonal enthalten. Eine Einstellung nach der Einstellanleitung muss ermöglichen, dass die unter 3.2 und 3.4 genannten Anforderungen im Betrieb eingehalten werden können. In der Einstellanleitung sind Hinweise für die Abstimmung der Holzpelletfeuerung mit der Abgasanlage sowie über die Kombination mit einem Pufferspeicher aufzunehmen.

Die Bedienungsanleitung muss klare und verständliche Aussagen zum umweltfreundlichen, d.h. effizienten und emissionsarmen Betrieb der Anlage durch den Betreiber sowie Hinweise zur regelmäßigen Wartung und Reinigung der Anlage durch einen Fachbetrieb enthalten.

Ferner ist darauf hin zu weisen, dass bei Verwendung von Holzpellets in Feuerungsanlagen in privaten Haushalten in Deutschland nur Holzpellets nach DIN 51731 oder Holzpellets mit gleichwertiger Qualität (z.B. gemäß ÖNORM M 7135) zulässig sind.

Die Unterlagen müssen mindestens den Anforderungen der DIN 18 894 (Entwurf) entsprechen.

## **4. Prüfung**

### **4.1 Prüfstellen**

Die Prüfung ist von einer nach DIN EN 45 001 oder DIN EN ISO 17 025 für das Prüfgebiet „Heizkessel für feste Brennstoffe“ anerkannten neutralen Prüfstelle oder einer vom Deutschen Institut für Bautechnik für die Prüfung von Feuerstätten für feste Brennstoffe anerkannten Prüfstelle durchzuführen. Die Prüfung umfasst die vollständigen Nachweise gemäß Abschnitt 3.1 bis 3.6.

### **4.2 Prüfverfahren**

Die Messungen sind jeweils bei Nennwärmeleistung und Teillast (kleinste einstellbare Leistung) vorzunehmen.

Die Prüfungen, insbesondere die Überprüfung der Wirkungsgrad- und Emissionsanforderungen nach Abschnitt 3.2 und 3.4 sind nach DIN 18 894 (Entwurf) durchzuführen. Die ergänzend zu DIN 18 894 durchzuführende Messung der Emissionen an Staub, Stickoxiden und Gesamtkohlenstoff erfolgt nach dem Messverfahren gemäß DIN EN 303-5, Abschnitt 5.2, Abschnitt 5.9.1.2 und Abschnitt 5.10.4 unter Beachtung der Festlegung eines Bezugssauerstoffgehaltes von 13%. Abweichend von DIN EN 303-5 ist die Messung des Staubgehaltes mindestens nach 1,5 Stunden Betriebsdauer zu wiederholen (Messdauer 0,5 Stunden) bis zum Ende der Versuchsdauer nach DIN 18 894. Es sind mindestens zwei Staubmessungen durchzuführen.

Als Brennstoff für die Prüfung des Schadstoffauswurfs sind Holzpellets nach DIN 51731 oder gleichwertiger Qualität (z.B. gemäß ÖNORM M 7135) zu verwenden.

### **4.3 Eichgase und Messgeräte**

Für die Kalibrierung der Messgeräte sind zertifizierte Eichgase zu verwenden. Die Zertifikate sind den Prüfungsunterlagen beizufügen. Messgasgeneratoren dürfen nicht verwendet werden.

Messgeräte sind entsprechend DIN 18 894 (Entwurf) zu verwenden. Für die Messung des Gehalts an Stickoxiden ist eine beheizte Messleitung zu verwenden.

## **5. Nachweise**

Bei Antragstellung sind vorzulegen:

- 5.1 Der Prüfbericht über die Prüfung der Geräte mit Bestätigung der Einhaltung der Anforderungen nach Abschnitt 3.1 bis 3.6 in Verbindung mit Abschnitt 4.
- 5.2 Die Einstell- und Bedienungsanleitung mit den Angaben gemäß Abschnitt 3.6.
- 5.3 Die Zusammenstellung der Prüfergebnisse nach Abschnitt 3.3 über die ermittelten Hilfsstrombedarfe, elektrische Leistungsaufnahme und wasserseitigen Widerstand.

- 5.4 Vorzulegen ist eine Verpflichtungserklärung zum Angebot der in Abschnitt 3.5 angegebenen Dienstleistungen.

## **Anlage 1 zur Vergabegrundlage**

### **Messung des Hilfsstrombedarfs während verschiedener Betriebszustände**

#### **1. Hilfsstrombedarf im Betriebszustand**

Bei der Messung des Hilfsstrombedarfs im Betriebszustand soll die elektrische Leistungsaufnahme des Pelletofens jeweils bei Nennlastbetrieb und bei Teillastbetrieb (kleinste einstellbare Leistung) ermittelt werden.

Hierzu ist der elektrische Energieverbrauch der Anlage (ohne Berücksichtigung der Heizungswasserumwälzpumpe und einer ggf. vorhandenen Einrichtung zur Brennstoff-Raumaustragung) über eine Messdauer von mindestens einer Stunde gemäß Entwurf DIN 18894 für die heiztechnische Prüfung zu ermitteln und, bezogen auf die Messdauer, als mittlere elektrische Leistungsaufnahme in Watt anzugeben.

#### **2. Hilfsstrombedarf im Schlumberbetrieb (Stand-by ohne Wärmezeugung)**

Bei der Messung des Hilfsstrombedarfes im Schlumberbetrieb soll die elektrische Leistungsaufnahme des Pelletofens ermittelt werden, wenn keine Wärmeanforderung besteht und nur elektrische Verbraucher zur Aufrechterhaltung der Betriebsbereitschaft eingeschaltet sind .

Hierzu ist der elektrische Energieverbrauch der Anlage über eine Zeit von mindestens 10 Minuten zu messen. Falls Regelvorgänge den elektrischen Eigenverbrauch beeinflussen, kann eine längere Messzeit erforderlich sein.

Der ermittelte Energieverbrauch ist, bezogen auf die Messdauer, als mittlere elektrische Leistungsaufnahme in Watt anzugeben.

#### **3. Hilfsstrombedarf für den Zündungsvorgang**

Der Hilfsstrombedarf der Zündvorrichtung ist für die Dauer des Zündungsvorgangs zu ermitteln und als elektrische Arbeit in Wattstunden anzugeben.

#### **4. Elektrische Leistungsaufnahme zentraler Verbraucher**

Die elektrische Leistungsaufnahme folgender im Pelletofen integrierter stromverbrauchender Einrichtungen ist (soweit vorhanden) getrennt in Watt anzugeben:

- Gebläsemotor/-en,
- Motor/-en für Wärmetauscherreinigung,
- Motor/-en für Entaschung und Brennstoffförderschnecke(n)

Falls das Gerät mit einer Einrichtung zur Brennstoff-Raumaustragung (mechanische oder pneumatische Fördereinrichtung) ausgestattet ist, ist die elektrische Leistungsaufnahme der Motor(en) anzugeben.

#### **5. Wasserseitiger Widerstand**

Der heizwasserseitige Widerstand ist gemäß DIN 18894 (Entwurf) zu ermitteln. Der Hilfsstrombedarf der Heizungswasserumwälzpumpe (Min-/Max-Werte) ist im Prüfbericht anzugeben. Hierbei sind Angaben zur Regelungsart der Pumpe (mehrstufig mit Anzahl der Pumpenleistungsstufen oder selbsttätig regelbar mit Angabe des Regelbereiches in %) erforderlich.