



Biomassefeuerungsanlagen

im Leistungsbereich von 400 kW bis 10 MW

BIOMASSEFEUERUNGSANLAGEN

im Leistungsbereich von
400 kW bis 10 MW

Siegmund Böhmer
Thomas Gallauner
Michael Gössl
Thomas Krutzler
Gertraud Moser

REPORT
REP-0282

Wien, 2010

Projektleitung

Gertraud Moser

AutorInnen

Siegmond Böhmer

Thomas Gallauner

Michael Gössl

Thomas Krutzler

Gertraud Moser

Lektorat

Maria Deweis

Satz/Layout

Ute Kutschera

Umschlagbild

© Bernhard Gröger

Dank ergeht an die Kommunalkredit Public Consulting (KPC) für die Bereitstellung der Daten der UFI (Betriebliche Umweltförderung Inland).

Dieser Bericht wurde im Auftrag des BMLFUW erstellt.

Weitere Informationen zu Publikationen des Umweltbundesamt unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Eigenvervielfältigung.

Gedruckt auf CO₂-neutralem 100 % Recyclingpapier.

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2010

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-083-6

INHALTSVERZEICHNIS

	ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN	5
1	EINLEITUNG	9
2	RECHTSBESTAND IN ÖSTERREICH UND AUSGEWÄHLTEN LÄNDERN	10
2.1	Rechtsbestand in Österreich	10
2.1.1	Bundesgesetze	10
2.1.2	Landesgesetze	15
2.2	Schweiz	15
2.2.1	Luftreinhalte-Verordnung, Schweiz 2007	15
2.3	Deutschland	17
2.3.1	TA Luft 2002.....	17
2.3.2	Bundes-Immissionsschutzgesetz.....	19
2.4	Weitere Europäische Staaten	21
3	FÖRDERINSTRUMENTE	22
3.1	UFI – Betriebliche Umweltförderung Inland	22
3.2	Österreichisches Programm zur Entwicklung des ländlichen Raumes – Energie aus Biomasse	23
4	ENTWICKLUNGEN UND TRENDS IM ANLAGENPARK IN ÖSTERREICH	24
5	TECHNOLOGIEN ZUR VERBRENNUNG UND ENERGIERÜCKGEWINNUNG	29
5.1	Feuerungstechnologien	29
5.1.1	Schachtfeuerung	30
5.1.2	Rostfeuerung für holzartige Biomassen	30
5.1.3	Rostfeuerung für Halmgüter	31
5.1.4	Vorofenfeuerung	31
5.1.5	Unterschubfeuerung.....	32
5.1.6	Pelletheizung.....	33
5.1.7	Wirbelschichtfeuerung.....	33
5.2	Technologien zur Energierückgewinnung	34
5.2.1	Biomasseheizwerk	34
5.2.2	Biomasse-(Heiz)Kraftwerk (KWK-Anlagen)	34
6	EINFLUSSGRÖSSEN AUF DAS EMISSIONSVERHALTEN (NO_x, STAUB, CO, VOC)	36
6.1	Brennstoffqualität	37
6.1.1	Art des Brennstoffes.....	37
6.1.2	Qualität des Brennstoffes.....	37
6.1.3	Heizwert und Wassergehalt der Biomasse	37
6.2	Anlagengröße	39

6.3	Lastbedingungen	39
6.4	Zustand der Anlage	39
7	TECHNOLOGIEN ZUR LUFTREINHALTUNG	40
7.1	Primärmaßnahmen	40
7.2	Sekundärmaßnahmen	40
7.2.1	Fliehkraftabscheider (Zyklon).....	40
7.2.2	Elektrofilter	41
7.2.3	Gewebefilter	42
7.2.4	Rauchgaskondensation.....	43
8	FERNHEIZWERKE DER EVN	44
8.1	Heizwerke mit Multizyklonen zur Entstaubung	44
8.2	Heizwerke mit Elektrofiltern zur Entstaubung	45
8.3	Schlussfolgerungen	46
9	GEFÖRDERTE ANLAGEN IM LEISTUNGSBEREICH VON 400 KW BIS 10 MW	47
9.1	Geförderte Anlagen nach Größe	47
9.2	Emissionsgrenzwerte in Bescheiden	48
9.2.1	Staub	48
9.2.2	Stickoxide	50
9.2.3	Kohlenmonoxid.....	51
9.2.4	Organische Verbindungen	51
9.3	Emissionen in die Luft	52
9.3.1	Beurteilung von Emissionseinzelmessungen.....	52
9.3.2	Staub	53
9.3.3	Stickoxide	55
9.3.4	Kohlenmonoxid.....	56
9.3.5	Organische Verbindungen	57
9.4	Förderbare Anlagentypen	57
9.5	Geförderte Anlagen nach Branchen	59
9.6	Geförderte Anlagen nach Brennstoffen	60
9.7	Geförderte Anlagen nach Bundesländern	61
9.8	Geförderte Anlagen nach Herstellern	61
10	GOOD PRACTICE EXAMPLES	64
10.1	Einzelanlagen	64
10.2	Heizwerke	64
10.3	KWK-Anlagen	66
11	ABKÜRZUNGEN	68
12	LITERATURVERZEICHNIS	69
	ANHANG 1: ZUSÄTZLICHE FÖRDERPROGRAMME	71

ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN

Die energetische Nutzung von Biomasse leistet einen positiven Beitrag zur Steigerung des Anteils erneuerbarer Energieträger am Energieverbrauch und wird bei effizienter Nutzung als Maßnahme zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen aus fossilen Brennstoffen gesehen.

Gleichzeitig entstehen durch die Verbrennung von Biomasse Emissionen (z. B. von Staub, NO_x, CO und organischen Verbindungen), welche regional und lokal zur Immissionsbelastung beitragen können.

Aufgrund dieses Zielkonfliktes erschien es notwendig, das Emissionsverhalten und dafür maßgebliche Parameter insbesondere für Anlagen im Leistungsbereich von rd. 400 kW bis 10 MW näher zu untersuchen und den Stand der Technik für diese Anlagenkategorie hinsichtlich der Begrenzung der Luftschadstoffe darzustellen.

Als Quelle für die Technologie- und Emissionsdaten dienten Umwelterklärungen von Heizwerken der EVN, Informationen von Betreibern und Recherchen bei Anlagenbauern und Herstellern von Rauchgasreinigungsanlagen. Zusätzlich wurde ein umfangreicher Datensatz zu geförderten Biomasseanlagen verwendet, welcher dankenswerterweise von der Kommunalkredit Public Consulting GmbH (KPC) zur Verfügung gestellt wurde.

Im Bereich der Haushalte kam es in den letzten Jahren – als Resultat von Förderungen auf Bundes- und Landesebene – zu einem großen Zuwachs an Biomasse-befeuerten Einzelanlagen¹, besonders hervorzuheben ist die Steigerung bei Pelletsanlagen im Leistungsbereich bis 50 kW.

Auch bei den Anlagen zur Versorgung von Nah- und Fernwärmenetzen sowie zur Produktion von Ökostrom waren die Zuwachsraten in den vergangenen Jahren beachtlich (bei Ökostromanlagen ist allerdings seit der Ökostromgesetznovelle 2006 und der damit verbundenen geänderten Fördersituation eine Stagnation eingetreten).

Die Errichtung von Biomasse-Heizwerken wird durch das Förderinstrument „Betriebliche Umweltförderung Inland (UFI)“ wesentlich erleichtert bzw. erst ermöglicht. Neben Biomasse-Heizwerken können aber auch Biomasse-KWK-Anlagen eine Förderung erhalten, wenn mindestens 30 % der technisch zur Verfügung stehenden Abwärme genutzt werden.

Die Förderung von Biomasseanlagen durch die UFI ist unter anderem mit der Einhaltung bestimmter Grenzwerte für Luftschadstoffe verbunden, welche zuletzt am 1. Oktober 2007 gesenkt wurden.

Genehmigungsrechtlich sind in Österreich die Feuerungsanlagen-Verordnung (FAV) und das Emissionsschutzgesetz für Kesselanlagen (EG-K), bzw. die Luftreinhalte-Verordnung für Kesselanlagen anzuwenden. Diese Verordnungen traten 1997 (FAV) und 1989 (LRV-K) in Kraft und sind seitdem nur unwesentlich geändert worden. Viele der darin festgelegten Bestimmungen und Grenzwerte entsprechen daher nicht mehr dem Stand der Technik, eine rasche Novellierung ist somit aus Sicht des Umweltschutzes und trotz der strengeren Förderkriterien der UFI dringend nötig.

¹ Im Rahmen der UFI wird seit 1. Oktober 2009 die Anlagenkategorie „Biomasse-Mikronetze“ aus der Kategorie Biomasse-Einzelanlagen herausgelöst und als eigene Anlagenkategorie geführt.

Ambitionierte Novellen der relevanten Rechtsgrundlagen wurden z. B. in der Schweizer Luftreinhalte-Verordnung und in der ersten deutschen Bundesimmissionschutz-Verordnung durchgeführt. Besondere Bedeutung wurde hier der Begrenzung der Staubemissionen zuerkannt, die Grenzwerte wurden zum Teil deutlich herabgesetzt.

Eine Novellierung der Gesetze und Verordnungen ist auch deshalb notwendig, da die Einhaltung der Förderkriterien der UFI, im Speziellen die Emissionsgrenzwerte, durch eine Emissionsmessung (belegt durch ein Messgutachten) bei Inbetriebnahme der Anlage bzw. bei entsprechender Auslastung der Anlage (Volllastmessung) nachgewiesen werden muss. Laut Fördervertrag muss der Förderwerber die Grenzwerte der UFI über einen Zeitraum von 10 Jahren einhalten, die Überprüfung kann allerdings nur stichprobenartig erfolgen. Diese Messung wird daher in der Regel bei einer neuen, gewarteten und unter optimalen Bedingungen betriebenen Anlage durchgeführt. Die Einhaltung der Grenzwerte der FAV und der LRV-K ist aber durch wiederkehrende Messungen über die gesamte Lebensdauer der Anlage nachzuweisen (in der Regel aber erst ab einer gewissen Leistungsgröße).

Kurz gesagt: Werden die Grenzwerte bei Inbetriebnahme der Anlage eingehalten bedeutet das nicht automatisch niedrige Emissionen während der gesamten Betriebslaufzeit der Anlage. Ein zu Beginn guter Standard der Anlagen kann folglich nur durch entsprechende gesetzliche Vorgaben gehalten und nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse von Emissionseinzelmessungen werden v. a. beeinflusst

- von den angewendeten Messverfahren,
- von der Anordnung der Messstellen,
- vom Verschmutzungsgrad des Rauchgasweges,
- vom Verschmutzungsgrad des Kessels,
- von der Einstellung der Brennstoffzufuhr,
- von der Einstellung der Luftzufuhr,
- von der Qualität des Brennstoffes,
- von den Lastbedingungen,
- von der Dichtheit des Rauchgasweges,
- vom allgemeinen Anlagenzustand.

Messungen sollten daher nur von entsprechend ausgebildeten und ausgerüsteten Institutionen durchgeführt werden. Die Messungen sollten nach den Regeln der Technik unter Anwendung von Normen durchgeführt und durch eine entsprechende Dokumentation begleitet werden. Messungen an größeren Anlagen sollten nur von akkreditierten Stellen vorgenommen werden.

Wird die Emissionseinzelmessung an einem gewarteten und gereinigten Kessel unmittelbar nach der Revision durchgeführt, sind die gemessenen Emissionswerte niedriger als nach längerem Betrieb der Anlage. Die Beurteilung des Emissionsverhaltens einer Anlage setzt daher die Kenntnis oben erwähnter Parameter voraus.

In der Studie werden für das Emissionsverhalten einer Biomasseanlage relevante Parameter diskutiert, wie

- die verwendete Feuerungstechnologie,
- die Art und Qualität des verwendeten Brennstoffes,
- die Anlagengröße,
- der Anlagenzustand,
- die Lastbedingungen,
- die Technologien zur Rauchgasreinigung.

Aus der Vielzahl der untersuchten Anlagen werden so genannte „good practice examples“ ausgesucht und näher beschrieben.

Aus der Gesamtheit der untersuchten Anlagen lassen sich folgende Empfehlungen ableiten:

- Aus Sicht der Energieeffizienz und Luftreinhaltung ist es sinnvoll, genormte, saubere Brennstoffe (Pellets, unbehandeltes Holz) in Kleinanlagen einzusetzen.
- In großen Anlagen soll die dem Brennstoff entsprechende Technologie angewendet werden, gegebenenfalls sind entsprechende Abgasreinigungsanlagen zu installieren. Dies trifft insbesondere auf beschichtete Holzreste, Spanplattenabfälle, Stroh und Nadeln zu.
- Auch für nicht gewerbliche Anlagen sollen bundesweit einheitliche Regelungen zur Anwendung kommen.
- Die Verbrennung von feuchter Biomasse sollte vermieden werden. Dies könnte durch die Festlegung eines Mindest-Trockengehaltes oder durch rechtlich verbindliche Anforderungen an die Lagerung erreicht werden.
- Die verfügbaren Daten und die Informationen von Betreibern zeigen, dass sich die Staubemissionen nach einer Reinigung des Kessels und des Rauchgasweges im unteren Bereich der jeweiligen Technologie bewegen (es ist gängige Praxis, vor einer Emissionsmessung eine Reinigung des Kessels und des Rauchgasweges durchzuführen). Beispielsweise sind unmittelbar nach der Kesselreinigung auch mit Multizyklonen Emissionswerte $< 50 \text{ mg/Nm}^3$ erreichbar. Nach längerem Betrieb ohne Reinigung nähern sich die Emissionswerte wieder dem für diese Technologie typischen Bereich von 80–120 mg/Nm^3 . Ein verkürztes Reinigungsintervall führt folglich zu deutlichen Reduktionen der Staubemissionen.
- Eine Erhöhung der Messhäufigkeit (bzw. die kontinuierliche Messung ab einer Brennstoffwärmeleistung von 10 MW) von NO_x , Staub und CO führt zu einer häufigeren und besseren Optimierung der Regelung der Anlagen durch den Betreiber und unterstützt durch die erweiterte Datenlage die Emissionsreduktion.
- Die Messhäufigkeit sollte daher aus Sicht des Umweltschutzes wie folgt erhöht werden:
 - CO und Staub: jährlich für Anlagen bis 10 MW;
 - NO_x und HC: für alle Anlagen $< 1 \text{ MW}$ zumindest alle drei Jahre; jährlich für Anlagen zwischen 1 und 10 MW;
 - kontinuierliche Messungen für Staub, NO_x und CO ab einer Anlagengröße von 10 MW.

- Für Anlagen mit Abscheideaggregaten sollten unabhängig von der Anlagengröße die für die Abscheideleistung maßgeblichen Größen einer laufenden Messung unterzogen werden (das ist z. B. die Filterspannung); ebenso sollte die Klappenstellung für einen allfälligen Bypassbetrieb aufgezeichnet werden.
- Stand der Technik für die Verbrennung von naturbelassenem Holz (z. B. in Form von Stücken, Scheiten, Hackgut oder Presslingen) und Rinde hinsichtlich der Emissionen von Luftschadstoffen sind folgende Emissionskonzentrationen (alle Emissionswerte sind auf 11 % O₂ im Rauchgas bezogen):
 - Staub: 20 mg/Nm³ ab einer Brennstoffwärmeleistung (BWL) von 1 MW; 10 mg/Nm³ ab einer BWL von 5 MW; Begründet werden die Werte damit, dass die Installation eines Elektrofilters bei Anlagen ab 1,5 MW Leistung seit vielen Jahren erprobt ist und die damit erreichten Staub-Emissionswerte unter 10 mg/Nm³ liegen. Für Anlagen unter 1 MW könnte die Installation eines Elektrofilters in einigen Jahren mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand erfolgen, da durch die hohe Zahl der betroffenen Anlagen (siehe auch die Regelungen z. B. in der Schweiz und in Deutschland) mit einer beträchtlichen Kostendegression gerechnet werden kann.
 - Stickoxide: durch Optimierung der Regelungstechnik und der Brennstoffzufuhr sind in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle NO_x-Emissionen von 100–150 mg/Nm³ erreichbar; der Wert von 200 mg/Nm³ wird von gut eingestellten Anlagen im untersuchten Leistungsbereich nicht überschritten.
 - Kohlenmonoxid: 100 mg/Nm³ entsprechen dem Stand der Technik, bei gut eingestellten Anlagen können die CO-Emissionswerte auch im einstelligen Bereich liegen.

1 EINLEITUNG

Die vorliegende Studie beschreibt Anlagen für die Verbrennung von fester Biomasse (naturbelassenem Holz, z. B. in Form von Stücken, Scheiten, Hackgut oder Presslingen und Rinde) im Leistungsbereich von ca. 400 kW bis 10 MW. Der Schwerpunkt liegt in der Darstellung des Emissionsverhaltens und der für die Emissionen relevanten Faktoren, sowie der angewendeten Technologien zur Rauchgasreinigung.

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen in Österreich und in ausgewählten EU-Ländern (Schweiz, Deutschland) werden verglichen.

Als Quelle für die Technologie- und Emissionsdaten dienten Umwelterklärungen von Heizwerken der EVN, Informationen von Betreibern und Recherchen bei Anlagenbauern und Herstellern von Rauchgasreinigungsanlagen. Zusätzlich wurde von der Kommunalkredit Public Consulting GmbH (KPC) dankenswerterweise ein umfangreicher Datensatz zu geförderten Biomasseanlagen zur Verfügung gestellt.

Ziel dieser Studie ist es, den Stand der Technik von Biomasseanlagen im angegebenen Leistungsbereich hinsichtlich der Emissionen in die Luft zu beschreiben. Dazu werden „good practice examples“ von Anlagen dargestellt.

2 RECHTSBESTAND IN ÖSTERREICH UND AUSGEWÄHLTEN LÄNDERN

2.1 Rechtsbestand in Österreich

2.1.1 Bundesgesetze

Emissionsschutzgesetz für Kesselanlagen (EG-K), Luftreinhalte-VO für Kesselanlagen (LRV-K)

Die beiden Normen regeln u. a. die Genehmigung, den Betrieb, die Luftemissionen und die Überwachung von Dampfkesselanlagen und Gasturbinen (Gasturbinen im Solo-Betrieb ab einer Brennstoffwärmeleistung > 50 MW).

Gemäß **Emissionsschutzgesetz für Kesselanlagen (EG-K)** bedürfen Dampfkesselanlagen ab einer Brennstoffwärmeleistung (BWL) von 50 kW der Genehmigung durch die Behörde. Emissionsgrenzwerte müssen zwar im Genehmigungsbescheid enthalten sein, sind im EG-K für ausgewählte biogene Brennstoffe (das sind konkret Holz, Torf, Hackgut, Rinde, Holzreste) aber erst ab einer Brennstoffwärmeleistung von 150 kW festgelegt (siehe Tabelle 1). Für Neuanlagen (Datum der Inbetriebnahme nach 1987 und vor dem 27. November 2002) mit einer Brennstoffwärmeleistung > 50 MW gelten die Anhänge III bis VII, Abschnitt A der EU-Richtlinie zur Begrenzung der Schadstoffemissionen von Großfeuerungsanlagen in die Luft (Großfeuerungsanlagenrichtlinie, GFA-RL), sofern sie über die Anforderungen des EG-K hinausgehen (Abschnitt B für Neuanlagen, welche ab dem 27. November 2002 genehmigt wurden).

Die Dampfkesselanlage kann auch mehrere Kessel umfassen, wenn diese gleichzeitig betrieben und die Rauchgase über einen gemeinsamen Schornstein abgeleitet werden, oder wenn diese zueinander in einem räumlichen Zusammenhang stehen.

Tabelle 1: Grenzwerte des EG-K für Emissionen aus Dampfkesselanlagen < 50 MW beim Einsatz von Holz, Torf, Hackgut, Rinde oder Holzresten.

Parameter	Brennstoffwärmeleistung	EG-K, Emissionsgrenzwert (in mg/Nm ³) ¹⁾
Staub	50 kW–150 kW	kein Grenzwert
	150 kW–2 MW	150
	2 MW–5 MW	120
	> 5 MW	50
CO	50 kW–2 MW	kein Grenzwert
	> 2 MW	250
NO _x (als NO ₂)	50 kW–50 MW	kein Grenzwert
Org. C	50 kW–500 kW	150
	500 kW–1 MW	100
	> 1 MW	50

¹⁾ Die Werte sind bei mit Holzbrennstoffen befeuerten Dampfkesselanlagen auf 13 % Volumenkonzentration Sauerstoff im Rauchgas bezogen.

Die Art der Emissionsmessung (kontinuierlich oder diskontinuierlich) ist im Genehmigungsbescheid festzulegen. Gemäß EG-K ist für Anlagen ab einer BWL von 1 MW mindestens alle fünf Jahre, ab einer BWL von 2 MW mindestens alle drei Jahre eine Messung jener Emissionswerte vorzunehmen, für die Grenzwerte vorgeschrieben worden sind. Für kleinere Anlagen gibt es diesbezüglich keine Bestimmungen.

Für Anlagen mit Abscheideaggregaten und einer BWL > 2 MW sind die für die Abscheideleistung maßgeblichen Größen einer laufenden Messung zu unterziehen (das sind z. B. die Filterspannung oder der Druckabfall; Anmerkung: die Aufzeichnung der Klappenstellung für einen allfälligen Bypassbetrieb ist davon nicht berührt).

Bei der jährlichen Überwachung sind die Anlage und jene Komponenten zu berücksichtigen, welche für die Emissionen und deren Kontrolle relevant sind, und es sind die Messergebnisse und Messregistrierungen zu kontrollieren.

In der **Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen (LRV-K)** werden u. a. Grenzwerte für Anlagen festgelegt, welche nach dem 1. Jänner 1989 in Betrieb genommen wurden. Der Einsatz von bestimmten Holzbrennstoffen ist direkt durch Grenzwerte geregelt (Holzbrennstoffe sind gemäß § 19(1) naturbelassenes Holz in Form von Stücken und Scheiten, bindemittelfreie Holzbriketts, Hack-schnitzel, Späne, Sägemehl oder Schleifstaub sowie Rinde, Reisig und Zapfen. Des Weiteren zählt dazu innerbetrieblich anfallendes Restholz aus der gewerblichen Holzbe- und -verarbeitung und von Baustellen, soweit das Holz nicht druckimprägniert ist und keine Halogenverbindungen enthält).

Tabelle 2: Grenzwerte der LRV-K für Emissionen aus Dampfkesselanlagen < 50 MW beim Einsatz von Holzbrennstoffen.

Parameter	Brennstoffwärmeleistung	LRV-K, Emissionsgrenzwert (in mg/Nm ³ ¹⁾
Staub	50 kW–2 MW	150
	2 MW–5 MW	120 (bis 1997)//50 (ab 1997)
	> 5 MW	50
CO	50 kW–100 kW	kein Grenzwert
	100 kW–5 MW	250
	> 5 MW	100
NO _x (als NO ₂)	50 kW–100 kW	kein Grenzwert
	100 kW–10 MW	250–500 ²⁾
	10 MW–50 MW	200–350 ²⁾
Org. C	50 kW–100 kW	kein Grenzwert
	> 100 kW	50

¹ Die Werte sind bei mit Holz befeuerten Dampfkesselanlagen auf 13 % Volumenkonzentration Sauerstoff im Rauchgas bezogen.

² in Abhängigkeit vom Brennstoff

Kontinuierliche Emissionsmessungen sind für Staub und CO ab einer BWL von 10 MW, für NO_x und SO₂ ab einer BWL von 30 MW vorgesehen. Für Anlagen mit Abscheideaggregaten und einer BWL > 2 MW sind die für die Abscheideleistung maßgeblichen Größen einer laufenden Messung zu unterziehen (das sind z. B. die Filterspannung oder der Druckabfall; Anmerkung: Die Aufzeichnung der Klappenstellung für einen allfälligen Bypassbetrieb ist davon nicht berührt).

Feuerungsanlagenverordnung (FAV)

Die Feuerungsanlagenverordnung gilt für genehmigungspflichtige und bereits genehmigte gewerbliche Betriebsanlagen, in denen Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung von 50 kW oder mehr verwendet werden. Unter Feuerungsanlagen werden technische Einrichtungen verstanden, in denen – zum Zweck der Gewinnung von Nutzwärme – Brennstoffe (fest, flüssig, gasförmig, Sonderbrennstoffe) verbrannt und deren Verbrennungsgase über eine Abgasführung abgeleitet werden – einschließlich der allenfalls angeschlossenen oder nachgeschalteten Abgasreinigungsanlagen.

Ob mehrere Feuerungsanlagen, die in einem engen räumlichen Zusammenhang stehen oder die mit demselben Brennstoff und in der Regel gleichzeitig betrieben werden, als gemeinsame Feuerungsanlage mit einer Brennstoffwärmeleistung betrachtet werden kann, hat die Behörde zu entscheiden.

Feuerungsanlagen sind anlässlich ihrer Inbetriebnahme einer erstmaligen Prüfung zu unterziehen. Die erstmalige Prüfung hat in der Erbringung des Nachweises zu bestehen, dass die Feuerungsanlage den Anforderungen der Verordnung entspricht. Bei der jährlichen Prüfung sind die Feuerungsanlagen hinsichtlich jener Anlagenteile, die für die Emissionen oder deren Begrenzung von Bedeutung sind, zu besichtigen und auf etwaige Mängel zu kontrollieren. Die CO-Emissionen sind in jedem Fall zu bestimmen und es ist auch festzustellen, ob der zulässige Brennstoff verfeuert wird.

Bei Feuerungsanlagen mit einer BWL von 1 bis 2 MW ist mindestens alle fünf Jahre, ab einer BWL von 2 MW mindestens alle drei Jahre eine Messung jener Emissionswerte vorzunehmen, für die Grenzwerte vorgeschrieben worden sind. Für kleinere Anlagen gibt es diesbezüglich (bis auf die erstmalige Prüfung und die jährliche Bestimmung der CO-Emissionen) keine Bestimmungen.

Kontinuierliche Emissionsmessungen sind in Abhängigkeit von der Anlagengröße – analog zu den Bestimmungen der LRV-K (siehe oben) – durchzuführen

Die FAV unterscheidet in Bezug auf biogene Brennstoffe zwischen konventionellen festen Brennstoffen (darunter naturbelassenes Holz, Rinde, Reisig sowie Reste von Holzwerkstoffen und Holzbauteilen, deren Bindemittel, Härter, Beschichtungen und Holzschutzmittel schwermetall- und halogenfrei sind) und Sonderbrennstoffen (alle anderen biogenen Brennstoffe).

Tabelle 3: Emissionsgrenzwerte laut Feuerungsanlagenverordnung für Holzfeuerungsanlagen (Sauerstoffbezug: 13 %).

Schadstoff (in mg/m ³)	Holzfeuerungsanlagen					
	Brennstoffwärmeleistung (MW)					
	0,05– ≤ 0,1	> 0,1–0,35	> 0,35–2	> 2–5	> 5–10	> 10
Staub	150	150	150	50 ¹⁾	50	50
CO	800 ²⁾	800	250	250	100	100
NO _x	200-300 ³⁾ /200-250 ⁴⁾ /350–500 ⁵⁾					
HC	50	50	20	20	20	20

¹⁾ seit dem 1. Jänner 2002

²⁾ Bei Teillastbetrieb mit 30 % der Nennwärmeleistung darf der Grenzwert um bis zu 50 % überschritten werden.

³⁾ Buche, Eiche, naturbelassene Rinde, Reisig, Zapfen; Grenzwert 200 mg/Nm³ bei Anlagen > 10 MW

⁴⁾ sonstiges naturbelassenes Holz; Grenzwert 200 mg/Nm³ bei Anlagen > 10 MW

⁵⁾ Reste von Holzwerkstoffen oder Holzbauteilen, deren Bindemittel, Härter, Beschichtungen und Holzschutzmittel schwermetall- und halogenverbindungsfrei sind; 350 mg/Nm³ ab einer Brennstoffwärmeleistung von > 5 MW

Von der Gewerbeordnung (und somit von der FAV) ausgenommen sind landwirtschaftliche Biomasseanlagen < 4 MW (vgl. § 2 GewO, Abs. 4). Diese Anlagen sind bundesweit nicht einheitlich geregelt. Sie werden auf Länderebene mittels Bescheid geregelt.

Abfallverbrennungsverordnung (AVV)

Die AVV legt Anforderungen an den Stand der Verbrennungstechnik, an Eingangskontrollen, Emissionsmessungen und an die Betriebsbedingungen der Anlage fest.

Die Abfallverbrennungsverordnung gilt für

- genehmigungspflichtige und nach Maßgabe § 19 für bereits genehmigte Abfall- und Altölbehandlungsanlagen gemäß §§ 28 oder 29 AWG;
- gewerbliche Betriebsanlagen gemäß § 74 Abs. 1 GewO und
- Dampfkesselanlagen gemäß § 1 Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen (LRG-K),

in denen Abfälle verbrannt oder mitverbrannt werden.

Damit sind auch Biomasseanlagen, in denen Abfälle verbrannt oder mitverbrannt werden, von der AVV erfasst.

Die AVV legt in Abhängigkeit von der Art der Verbrennungs- bzw. Mitverbrennungsanlage Grenzwerte für verschiedene luftverunreinigende Schadstoffe fest. Dabei handelt es sich zum Teil um feste Grenzwerte, zum Teil um Grenzwerte, die nach einer Mischungsregel zu berechnen sind.

Entsprechend § 3 Z. 4 der AVV gelten folgende Stoffströme als Biomasse:

1. Produkte land- und forstwirtschaftlichen Ursprungs aus pflanzlichem Material oder Teilen davon, die zur energetischen Rückgewinnung verwendet werden können, sowie
2. die folgenden im § 2 Abs. 2 Z. 1 genannten Abfälle:
 - a) pflanzliche Abfälle aus der Land- und Forstwirtschaft;
 - b) pflanzliche Abfälle aus der Nahrungsmittelindustrie, falls die erzeugte Wärme genutzt wird;
 - c) faserige pflanzliche Abfälle aus der Herstellung von natürlichem Zellstoff und aus der Herstellung von Papier aus Zellstoff, falls sie am Herstellungsort verbrannt werden und die erzeugte Wärme genutzt wird;
 - d) Holzabfälle mit Ausnahme solcher, die infolge einer
 - Behandlung mit Holzschutzmitteln oder
 - Beschichtunghalogenorganische Verbindungen oder Schwermetalle enthalten können und zu denen insbesondere solche Holzabfälle aus Bau- und Abbruchabfällen gehören;
 - e) Korkabfälle.

Unter Punkt 2. lit. d) der obigen Aufzählung fallen naturbelassene, unbehandelte oder schadstofffrei behandelte Holzabfälle, die in der ÖNORM S 2100 („Abfallverzeichnis“), ausgegeben am 10. Oktober 2005, enthalten sind.

Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L)

Im Immissionsschutzgesetz Luft ist der dauerhafte Schutz der menschlichen Gesundheit, des Tier- und Pflanzenbestandes, ihrer Lebensgemeinschaften und Lebensräume sowie von Kultur- und Sachgütern vor schädlichen Luftschadstoffen als übergeordnetes umweltpolitisches Ziel festgesetzt, ebenso die vorsorgliche Verringerung der Immission von Luftschadstoffen.

Das IG-L sowie die VO gemäß § 3 IG-L sehen dafür einen umfassenden Katalog an Grenz- und Zielwerten für unterschiedliche Schadstoffe (darunter NO₂, PM10, CO und Benzo(a)pyren) vor.

Des Weiteren enthält das IG-L die Verpflichtung, bei Überschreitungen der Grenzwerte Maßnahmen zur Reduktion der Immissionsbelastung zu treffen. Dabei sind jene Emittenten bzw. Emittentengruppen zu berücksichtigen, die im Beurteilungszeitraum einen nennenswerten Einfluss auf die Immissionsbelastung gehabt haben und einen nennenswerten Beitrag zur Immissionsbelastung, insbesondere im Zeitraum der Überschreitung des Immissionsgrenzwerts, geleistet haben.

Die für den Vollzug des IG-L verantwortliche Instanz ist der Landeshauptmann.

Emissionshöchstmengengesetz Luft (EG-L)

Das Ziel des Emissionshöchstmengengesetzes Luft ist die Begrenzung der emittierten Frachten bestimmter Luftschadstoffe (NO_x, SO₂, NMVOC und NH₃) durch Festlegung nationaler Emissionshöchstmengen. Diese müssen bis 2010 erreicht und dürfen danach nicht mehr überschritten werden. Während bei SO₂,

NMVOG und NH₃ die Ziele des EG-L voraussichtlich erreicht werden, ist im Fall von NO_x mit einer massiven Überschreitung des Zielwertes zu rechnen. Maßgebliche Quelle der NO_x-Emissionen ist der Verkehr; der Bereich der stationären Anlagen und insbesondere die Biomasseanlagen tragen aber auch einen relevanten Anteil zu den Gesamtemissionen bei.

Derzeit laufen auf EU-Ebene Arbeiten zur Revision der Emissionshöchstmengenrichtlinie (NEC-RL), die den Zeitraum 2010 bis 2020 umfassen wird. Die EU-Kommission plant, auch Emissionshöchstmengen für PM_{2,5} festzulegen.

2.1.2 Landesgesetze

Niederösterreich

Für Biomasseanlagen größer als 400 kW, die nicht unter die Gewerbeordnung fallen, ist eine Baubewilligung nach § 14 NÖ Bauordnung notwendig. Im Bauverfahren werden die Emissionsgrenzwerte festgelegt, bei der Festlegung der Grenzwerte orientieren sich die Sachverständigen am Stand der Technik (z. B. Feuerungsanlagen-Verordnung, TA Luft; pers. Mitteilung Hr. DI Peter Einsiedler, NÖ LR).

Salzburg

In Salzburg gelten für bestimmte Anlagen (landwirtschaftliche Anlagen, private Anlagen) ebenfalls die Grenzwerte der Feuerungsanlagen-Verordnung. Diese sind Bestandteil des baubehördlichen Bewilligungsbescheides (pers. Mitteilung Hr. Mag. Günter Dussing, Sbg. LR).

2.2 Schweiz

2.2.1 Luftreinhalte-Verordnung, Schweiz 2007

Die Schweizer Luftreinhalte-VO (LRV) wurde im Jahr 2007 novelliert und enthält folgende Maßnahmen:

Holzfeuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung bis 350 kW dürfen nur noch in Verkehr gebracht werden, wenn ihre Konformität mit den entsprechenden Produktnormen der EU nachgewiesen ist und wenn sie zudem modernen lufthygienischen Anforderungen genügen.

Bei automatischen Holzfeuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung über 70 kW werden die Staubgrenzwerte der LRV um einen Faktor 3–5 gesenkt. Die Anlagen müssen abhängig von ihrer Größe mit modernen Verbrennungssystemen und/oder wirksamen Entstaubungseinrichtungen ausgerüstet sein. Die neuen Staubgrenzwerte werden nach Anlagegröße zeitlich gestuft eingeführt (2008 bis 2012).

Der seit 1985 gültige allgemeine Emissionsgrenzwert für Gesamtstaub von 50 mg/Nm³ entsprach nicht mehr dem Stand der Technik und wurde auf 20 mg/Nm³ gesenkt (ab einem Massenstrom von 0,2 kg/h).

Die Mindestgröße für Altholzfeuerungen beträgt 350 kW, d. h. Altholz darf in kleineren Anlagen nicht mehr eingesetzt werden.

Aus Gründen der Kohärenz wird der Staubgrenzwert für Anlagen zum Verbrennen von Altholz, Papier- und ähnlichen Abfällen bis bzw. über 10 MW auf 20 bzw. 10 mg/Nm³ reduziert. Für Anlagen über 10 MW werden analog dazu auch die Grenzwerte für die Emissionen von Stickoxiden angepasst.

Tabelle 4: Grenzwerte laut LRV für die Emissionen von Staub, gültig für Holzbrennstoffe.

	Emissionsgrenzwert für Gesamtstaub (in mg/Nm ³)			
	> 70–500 kW	> 500 kW–1 MW	> 1–10 MW	> 10 MW
Sauerstoffgehalt (%vol)	13	13	11	11
ab 1. September 2007	150	150	20	10
ab 1. Januar 2008	150	20	20	10
ab 1. Januar 2012	> 120 kW: 50 < 120 kW: 100	20	20	10

Für NO_x gilt ein Grenzwert von 250 mg/Nm³ (Anlagengröße: bis 10 MW; Sauerstoffgehalt: bis 1 MW: 13 %, ab 1 MW: 11 %) bzw. für größere Anlagen von 150 mg/Nm³.

Als Holzbrennstoffe gelten:

- Naturbelassenes stückiges Holz einschließlich anhaftender Rinde, insbesondere Scheitholz, Holzbriketts, Reisig und Zapfen;
- naturbelassenes nichtstückiges Holz, insbesondere Holzpellets, Hackschnitzel, Späne, Sägemehl, Schleifstaub und Rinde;
- Restholz aus der holzverarbeitenden Industrie und dem holzverarbeitenden Gewerbe, soweit das Holz nicht druckimprägniert ist und keine Beschichtungen aus halogenorganischen Verbindungen enthält.

Nicht als Holzbrennstoffe gelten:

- Altholz aus Gebäudeabbrüchen, Umbauten oder Renovationen, Restholz von Baustellen, Altholz aus Verpackungen einschließlich Paletten und alte Holz-möbel sowie Gemische davon mit Holzbrennstoffen nach Absatz 1;
- alle übrigen Stoffe aus Holz, wie:
 - Altholz oder Holzabfälle, die mit Holzschutzmitteln nach einem Druckverfahren imprägniert wurden oder Beschichtungen aus halogen-organischen Verbindungen aufweisen,
 - mit Holzschutzmitteln wie Pentachlorphenol intensiv behandelte Holzabfälle oder Altholz,
 - Gemische von solchen Abfällen mit Holzbrennstoffen nach Absatz 1 oder Altholz nach Buchstabe a.

Für bestehende Anlagen, die aufgrund der vorliegenden LRV-Änderung sanierungspflichtig werden, aber die bisherigen Emissionsbegrenzungen erfüllen, werden Sanierungsfristen von 5 bis 10 Jahren gewährt. Für Holzfeuerungen besteht eine generelle Sanierungsfrist von 10 Jahren. Für diese Anlagenklasse (70–500 kW) treten die neuen Staubgrenzwerte ab 2012 in Kraft; demzufolge müssen diese Anlagen spätestens 2022 saniert sein.

Die folgenden Bestimmungen gelten für Anlagen, in denen **feste biogene Abfälle und Erzeugnisse der Landwirtschaft** allein oder zusammen mit Holzbrennstoffen verbrannt oder thermisch zersetzt werden.

Für diese Abfälle und Erzeugnisse wird die Realisierung moderner Feuerungen für biogene Brennstoffe klar geregelt. Die Emissionsgrenzwerte entsprechen den neuen Grenzwerten für Holzfeuerungen über 500 kW.

Die erforderliche Anlagengröße muss analog zu den Altholzfeuerungen mindestens 350 kW betragen. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass die umweltgerechte Verbrennung biogener Abfälle weitaus schwieriger als zum Beispiel das Verbrennen von reinem Holz ist. Entsprechend aufwendiger müssen auch die technischen Einrichtungen zur Abgasreinigung sein. Diese Voraussetzungen sind sowohl betrieblich wie auch technisch und wirtschaftlich nur ab einer bestimmten Anlagengröße gegeben.

Tabelle 5: Staubgrenzwerte laut LRV für die Verbrennung von Abfällen aus der Landwirtschaft.

	Emissionsgrenzwert für Gesamtstaub (in mg/Nm ³)		
	> 1 MW	> 1–10 MW	> 10 MW
Sauerstoffgehalt (%vol)	13	11	11
ab 1. September 2007	20	20	10

2.3 Deutschland

2.3.1 TA Luft 2002

Die Technische Anleitung Luft dient dem Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen und der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, um ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu erreichen. Die enthaltenen Vorschriften sind im Zuge der Genehmigung von Anlagen zu beachten.

Hinsichtlich der Begrenzung von Schadstoffemissionen sind sie auf genehmigungsbedürftige Anlagen anzuwenden, für die es keine Anforderungen zur Vorsorge und zur Ermittlung von Emissionen an luftverunreinigenden Stoffen in Rechtsverordnungen der Bundesregierung gibt. Demzufolge ist die TA-Luft bei Biomasseanlagen im Leistungsbereich von 1 bis 50 MW (im Fall von naturbelassenem Holz), bzw. ab einer Anlagengröße von 0,1 MW (bei Einsatz von sonstigen Holzarten) anzuwenden.

Als generelle Anforderung für die Staubemissionen ist festgelegt, dass die im Abgas enthaltenen staubförmigen Emissionen den Massenstrom von 0,20 kg/h oder die Massenkonzentration von 20 mg/m³ nicht überschreiten dürfen. Auch bei Einhaltung oder Unterschreitung eines Massenstroms von 0,20 kg/h darf im Abgas die Massenkonzentration 0,15 g/m³ nicht überschritten werden.

Für NO_x gilt eine Begrenzung des Massenstromes oder der Konzentration von 1,8 kg/h, bzw. 350 mg/Nm³.

In der TA Luft ist die Verbrennung von unbehandeltem Holz unter „Anlagen zur Erzeugung von Strom, Dampf, Warmwasser, Prozesswärme oder erhitztem Abgas in Feuerungsanlagen durch den Einsatz von Kohle, Koks einschließlich Petrolkoks, Kohlebriketts, Torfbriketts, Brenntorf oder naturbelassenem Holz mit einer Feuerungswärmeleistung von weniger als 50 MW“ geregelt.

Folgende Parameter sind für die Verbrennung von unbelastetem Holz in der TA Luft begrenzt (alle Werte sind auf einen Sauerstoffgehalt von 11 % bezogen):

Gesamtstaub

Die staubförmigen Emissionen im Abgas dürfen folgende Massenkonzentrationen nicht überschreiten:

- a) Bei Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von 5 MW oder mehr: **20 mg/m³**.
- b) Bei Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von weniger als 5 MW: **50 mg/m³**.
- c) Bei Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von weniger als 2,5 MW, die ausschließlich naturbelassenes Holz einsetzen: **100 mg/m³**.

Kohlenmonoxid

Die Emissionen an Kohlenmonoxid im Abgas dürfen die Massenkonzentration 0,15 g/m³ nicht überschreiten.

Bei Einzelfeuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung von weniger als 2,5 MW gilt der Emissionswert nur bei Betrieb mit Nennlast.

Stickstoffoxide

Die Emissionen an Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid im Abgas dürfen folgende Massenkonzentrationen, angegeben als Stickstoffdioxid, nicht überschreiten:

- bei Einsatz von naturbelassenem Holz 0,25 g/Nm³,
- bei Einsatz von sonstigen Brennstoffen
 - bei Wirbelschichtfeuerungen 0,30 g/Nm³,
 - bei sonstigen Feuerungen in Anlagen mit einer Feuerwärmeleistung
 - von 10 MW oder mehr 0,40 g/Nm³,
 - von weniger als 10 MW 0,50 g/Nm³.

Organische Stoffe

Bei Einsatz von naturbelassenem Holz dürfen die Emissionen an organischen Stoffen im Abgas die Massenkonzentration 10 mg/m³, angegeben als Gesamtkohlenstoff, nicht überschreiten.

2.3.2 Bundes-Immissionsschutzgesetz

Zweck des BImSchG ist es, Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen (wie Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge) zu schützen. Das BImSchG wurde zuletzt 1990 neu gefasst und im April 1997 geändert. Es enthält Vorgaben und Vorschriften u. a. für die Errichtung und den Betrieb von Feuerungsanlagen. Eine immissionschutzrechtliche Genehmigung nach dem BImSchG ist für alle Anlagen erforderlich, die *"in besonderem Maße geeignet sind, schädliche Umwelteinwirkungen hervorzurufen"*.

In der **ersten Bundesimmissionsschutzverordnung (1. BImSchV)** werden kleine und mittlere Feuerungsanlagen geregelt, welche keiner Genehmigung nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes bedürfen. Hierzu zählen Heizungsanlagen und Einzelraumfeuerungsanlagen wie Kaminöfen, Kachelöfen, Herde und offene Kamine in einem Leistungsbereich bis 1 MW (im Fall von naturbelassenem Holz), bzw. 0,1 MW (bei Einsatz von sonstigen Holzarten).

Die Novelle der 1. BImSchV wurde am 3. Juli 2009 vom deutschen Bundestag beschlossen und am 22. März 2010 veröffentlicht. Hauptziel der Novelle ist eine deutliche Reduzierung der Feinstaubemissionen mit einer neuen Generation von Feuerungsanlagen sowie die Einbeziehung der bestehenden Anlagen in das Gesamtkonzept. Neue Feuerungsanlagen sollen anspruchsvolle Staubgrenzwerte einhalten. Bestehende Anlagen müssen ebenfalls bestimmte Staubgrenzwerte einhalten oder mit einem Filter nachgerüstet werden bzw. unterliegen einem lang angelegtem Austauschprogramm. In der folgenden Tabelle werden Grenzwerte für Staub- und CO-Emissionen der Novelle der 1. BImSchV wiedergegeben (Sauerstoffbezug: 13 %).

Tabelle 6: Staub- und CO-Emissionen des Entwurfes zur Novelle der 1. BImSchV (O₂-Gehalt: 13 %).

	Brennstoff	Nennwärmeleistung (in kW)	Staub (in mg/Nm ³)	CO (in mg/Nm ³)
Anlagen, die ab dem 22. März 2010 errich- tet werden	naturbelassenes stückiges und nicht stückiges Holz ^{1,2}	≥4 ≤ 500	100	1.000
		>500	100	500
	Holzbriketts, Holzpellets ³	≥4 ≤ 500	60	800
		>500	60	500
	gestrichenes, lackiertes oder beschichtetes Holz, Span-, Faserplatten ^{4,5}	≥30 ≤ 100	100	800
		> 100 ≤ 500	100	500
>500		100	300	
	Stroh, sonstige nach- wachsende Rohstoffe ^{6,7}	≥4 < 100	100	1.000

	Brennstoff	Nennwärmeleistung (in kW)	Staub (in mg/Nm³)	CO (in mg/Nm³)
Anlagen, die nach dem 31.12.2014 errichtet werden	naturbelassenes stückiges und nicht stückiges Holz; Holzbri- ketts, Holzpellets ^{1, 2, 3}	≥4	20	400
	gestrichenes, lackiertes oder beschichtetes Holz, Span-, Faserplatten ^{4, 5}	≥30 ≤ 500	20	400
		>500	20	300
	Stroh, sonstige nach- wachsende Rohstoffe ^{6, 7}	≥4 < 100	20	400

¹ naturbelassenes stückiges Holz einschließlich anhaftender Rinde, insbesondere in Form von Scheitholz und Hackschnitzeln, sowie Reisig und Zapfen

² naturbelassenes nicht stückiges Holz, insbesondere in Form von Sägemehl, Spänen und Schleifstaub, sowie Rinde

³ Presslinge aus naturbelassenem Holz in Form von Holzbriketts nach DIN 51731, Ausgabe Oktober 1996, oder in Form von Holzpellets nach den brennstofftechnischen Anforderungen des DINplus-Zertifizierungsprogramms „Holzpellets zur Verwendung in Kleinfeuerstätten nach DIN 51731-HP 5“, Ausgabe August 2007, sowie andere Holzpellets aus naturbelassenem Holz mit gleichwertiger Qualität

⁴ gestrichenes, lackiertes oder beschichtetes Holz sowie daraus anfallende Reste, soweit keine Holzschutzmittel aufgetragen oder infolge einer Behandlung enthalten sind und Beschichtungen keine halogenorganischen Verbindungen oder Schwermetalle enthalten

⁵ Sperrholz, Spanplatten, Faserplatten oder sonst verleimtes Holz sowie daraus anfallende Reste, soweit keine Holzschutzmittel aufgetragen oder infolge einer Behandlung enthalten sind und Beschichtungen keine halogenorganischen Verbindungen oder Schwermetalle enthalten

⁶ Stroh und ähnliche pflanzliche Stoffe, nicht als Lebensmittel bestimmtes Getreide wie Getreidekörner und Getreidebruchkörner, Getreideganzpflanzen, Getreideaussputz, Getreidespelzen und Getreidehalmreste sowie Pellets aus den vorgenannten Brennstoffen

⁷ sonstige nachwachsende Rohstoffe, soweit diese folgende Anforderungen einhalten

- für den Brennstoff müssen genormte Qualitätsanforderungen vorliegen,
- die Emissionsgrenzwerte nach Anlage 4 Nummer 2 müssen unter Prüfbedingungen eingehalten werden (Anmerkung: NO_x: 600 mg/Nm³, bzw. ab 2014: 500 mg/Nm³; CO: 250 mg/Nm³),
- beim Einsatz des Brennstoffes im Betrieb dürfen keine höheren Emissionen an Dioxinen, Furanen und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen als bei der Verbrennung von Holz auftreten; dies muss durch ein mindestens einjähriges Messprogramm an den für den Einsatz vorgesehenen Feuerungsanlagentyp nachgewiesen werden,
- beim Einsatz des Brennstoffes im Betrieb müssen die Anforderungen nach § 5 Abs. 1 eingehalten werden können, dies muss durch ein mindestens einjähriges Messprogramm an dem für den Einsatz vorgesehenen Feuerungsanlagentyp nachgewiesen werden.

Die **13. BImSchV** enthält Bestimmungen für Anlagen ab einer Größe von 50 MW und ist somit für den Leistungsbereich dieser Studie nicht relevant.

2.4 Weitere Europäische Staaten

Niederlande

In den Niederlanden gelten derzeit folgende Grenzwerte für die Verbrennung von Biomasse (Netherlands Emission Guidelines for air, clean waste wood²).

Tabelle 7: Grenzwerte Verbrennung von nicht verunreinigter Biomasse, Niederlande (O₂-Gehalt: 11 %).

Anlagengröße (in MW)	Staub (in mg/Nm ³)	CO (in mg/Nm ³)	Gesamt-C (in mg/Nm ³)	NO _x (in mg/Nm ³)
≤ 0,5	100			
0,5–1,5	50	2.000		
1,5–5	25	250	50	
> 2,5				400

Auch in den Niederlanden werden die relevanten Gesetze derzeit überarbeitet.

²<http://www.infomil.nl.aspx/get.aspx?xdl=/views/infomil/xdl/page&ItmIdt=164452&SitIdt=225&VarIdt=92>

3 FÖRDERINSTRUMENTE

3.1 UFI – Betriebliche Umweltförderung Inland

Im Rahmen der betrieblichen Umweltförderung im Inland (UFI), abgewickelt über die Kommunalkredit Public Consulting GmbH (KPC), wurden Förderschielen etabliert, die die Verbreitung von energieeffizienten und emissionsarmen Biomasseanlagen forcieren sollen. Die betriebliche Umweltförderung im Inland bietet im Bereich der energetischen Nutzung von Biomasse Förderungen in folgenden Bereichen an (Stand November 2009):

- Biomasse (Einzelanlagen, Mikronetze, Nahwärmesysteme und Kraft-Wärme-Kopplungen);
- energetische Nutzung biogener Abfälle.

Mögliche Förderwerber sind sämtliche natürlichen und juristischen Personen, die unternehmerisch tätig sind und keine anderen Förderungssysteme, insbesondere die Landwirtschaftsförderung, in Anspruch nehmen. Die Förderhöhe ist unterschiedlich für die einzelnen Förderungskategorien (Biomasse Einzelanlagen < 400 kW, Biomasse-Mikronetze, Biomasse-Nahwärmesysteme) festgelegt und beträgt max. 20–25 % der umweltrelevanten Investitionskosten. Bei Einsatz von regional aufgebrachtem Waldhackgut kann ein Zuschlag von max. 5 % vergeben werden. Bei Biomasse-KWK-Anlagen zur Ökostromerzeugung beträgt die Förderung max. 10 % der umweltrelevanten Investitionskosten bei Nutzung von 100 % der technisch zur Verfügung stehenden Abwärme. Bei geringerer Wärmenutzung wird der Fördersatz proportional gekürzt. Bei Einsatz von regional aufgebrachtem Waldhackgut kann ein Zuschlag von max. 5 % vergeben werden. Biomasse-Einzelanlagen < 400 kW Nennwärmeleistung werden in Form eines pauschalierten Investitionszuschusses in Abhängigkeit von der Kesselnennleistung gefördert.

Mit 1. Oktober 2007 traten bezüglich einer Förderung neue Grenzwerte für Staub- und NO_x-Emissionen aus Biomasse-Feuerungsanlagen ab 500 kW in Kraft. Die Anlagenklasse 500–1.000 kW wurde mit 1. Oktober 2009 auf 400–1.000 kW erweitert.

Projekte, die nach diesem Zeitpunkt eingereicht wurden, müssen als Fördervoraussetzung die im Folgenden genannten Bedingungen einhalten. Für die Anwendung der Kriterien wird der Anlagenbegriff laut FAV oder EG-K herangezogen.

Tabelle 8: UFI-Grenzwerte seit 01.10.2007 bzw. 01.10.2009.

Nennleistung	400– 1.000 kW	1.000– 2.000 kW	2.000– 5.000 kW	5.000– 10.000 kW	> 10.000 kW
Staub					
Grenzwert neu [mg/Nm ³]	75	50	20	10	10
NO_x					
Grenzwert neu [mg/Nm ³]	250	250	200	200	100

Grenzwerte bezogen auf 13 % O₂ im Abgas bei Volllast

Wird für die Leistungskategorie 400–1.000 kW freiwillig der Staubgrenzwert von 50 mg/Nm³ unterschritten, wird ein Zuschlag von 5 % auf die Investitionskosten für die Heizzentrale ohne Fernwärmenetz, aber maximal 20.000 € gewährt.

Die Grenzwertbestimmungen für NO_x gelten für holzartige Biomasse. Beim Einsatz von Sonderbrennstoffen (z. B. biogene Reststoffe aus der Nahrungsmittelindustrie, Stroh, Holzabfälle usw.) wird auf die brennstoffspezifischen Eigenschaften und Bescheidgrenzwerte Rücksicht genommen.

Für Biomasseanlagen < 400 kW gilt ein Staubgrenzwert von 100 mg/Nm³ als Grundlage für die Förderung.

Die Zahl der bewilligten Förderansuchen 2005 bis 2008 hat sich wie folgt entwickelt:

Genehmigte Biomasse Einzelanlagen und Biomasse Nahwärmesysteme (alle Leistungsklassen):

- 2005..... 521
- 2006..... 1.022
- 2007..... 1.016
- 2008..... 879

Die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte wird mittels Auszahlungsbedingung im Förderungsvertrag sichergestellt und ist vom Förderwerber im Rahmen der Endabrechnung des Projektes mittels Messgutachten nachzuweisen. Diese Messgutachten sind von Zivilingenieuren, akkreditierten Stellen, öffentlichen Untersuchungsanstalten oder technischen Büros – sofern sie die Befugnis dazu haben – zu erstellen.

3.2 Österreichisches Programm zur Entwicklung des ländlichen Raumes – Energie aus Biomasse

Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft fördert im Rahmen des "Österreichischen Programms für die Entwicklung des ländlichen Raums" Maßnahmen im Bereich Biomasse, Biogas und andere Energiealternativen, die von landwirtschaftlichen Betrieben umgesetzt werden. Für alle Projekte mit einem Investitionsvolumen über 250.000 € wird die Projektbeurteilung und das Fördergutachten von der Kommunalkredit Public Consulting durchgeführt. Die Einreichung der Projekte erfolgt direkt bei den zuständigen Stellen in den Bundesländern. Förderungsgegenstände sind Biomassefernwärme, einschließlich Kleinanlagen (Mikronetze) bis zu einer Investitionskostenobergrenze von 500.000 € binnen drei Jahren.³

Förderadressaten sind primär land- und forstwirtschaftliche Betriebe. Projektträger oder Vereinigungen müssen einen Anteil von mindestens 51 % Land- und Forstwirten aufweisen.

³ <http://land.lebensministerium.at/article/articleview/64050/1/24325>

4 ENTWICKLUNGEN UND TRENDS IM ANLAGENPARK IN ÖSTERREICH

In Österreich wurde Biomasse vornehmlich zur Wärmebereitstellung genutzt, erst ab dem Jahr 2003 kam es – bedingt durch die Ökostromförderung – zu einem merkbaren Anstieg der Stromproduktion aus Biomasse (allerdings wurden in den Anlagen der Papier- und Zellstoffindustrie sowie der Holzverarbeitenden Industrie schon wesentlich länger Ablauge, Rinde, Schlämme aus der Abwasserreinigung und andere biogene Reststoffe energetisch genutzt). Seit 2007 steigt auch die Produktion von Treibstoffen aus Biomasse.

Den größten Anteil an der Wärmebereitstellung aus Biomasse hält nach wie vor der Haushaltsbereich, gefolgt von der Industrie sowie den Nah- und Fernwärmenetzen (STATISTIK AUSTRIA 2009).

Nahwärme/Fernwärme

Seit dem Ende der 80er-Jahre steigt der Wärmeabsatz in Biomasse-Nah/Fernwärmesystemen stark an, die Wachstumsraten lagen in manchen Jahren im zweistelligen Bereich. Erst seit dem Jahr 2003 sind die Steigerungsraten deutlich geringer. Die Entwicklung der Biomasse-Nah/Fernwärmesysteme ist unmittelbar auf Investitionszuschüsse des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und der Bundesländern zurückzuführen. Abbildung 1 zeigt den Verlauf des Umwandlungseinsatzes in Biomasse-Fernheizwerken.

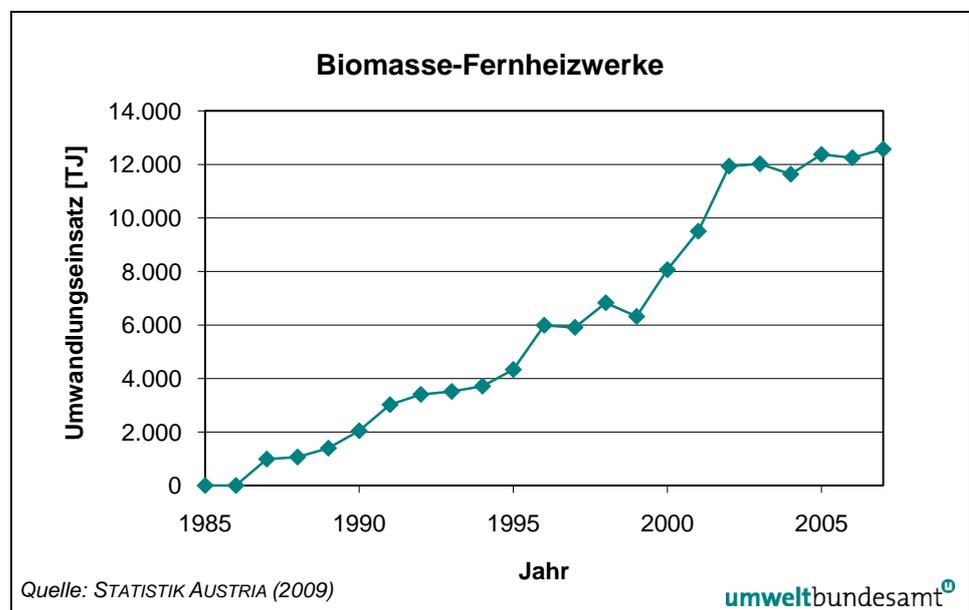


Abbildung 1: Umwandlungseinsatz in Biomasse-Fernheizwerken.

Ökostromproduktion

Die Förderung der Ökostromproduktion aus bestimmten biogenen Energieträgern (mit Ausnahme von Ablauge, Klärschlämmen, Tiermehl) durch Einspeisetarife führte seit dem Jahr 2001 und besonders seit der Novelle im Jahr 2004 zu einem deutlichen Anstieg des Einsatzes von Biomasse zur Verstromung. Durch die Ökostromnovelle 2006 wurde ein Effizienzkriterium für den Brennstoffnutzungsgrad von 60 % eingeführt, welches nur mit einem bestimmten Ausmaß der Wärmeauskopplung zu erreichen ist. Auf der anderen Seite wurden die Förderbedingungen derart verändert, dass der weitere Ausbau der Ökostromproduktion praktisch zum Erliegen kam (siehe Abbildung 2).

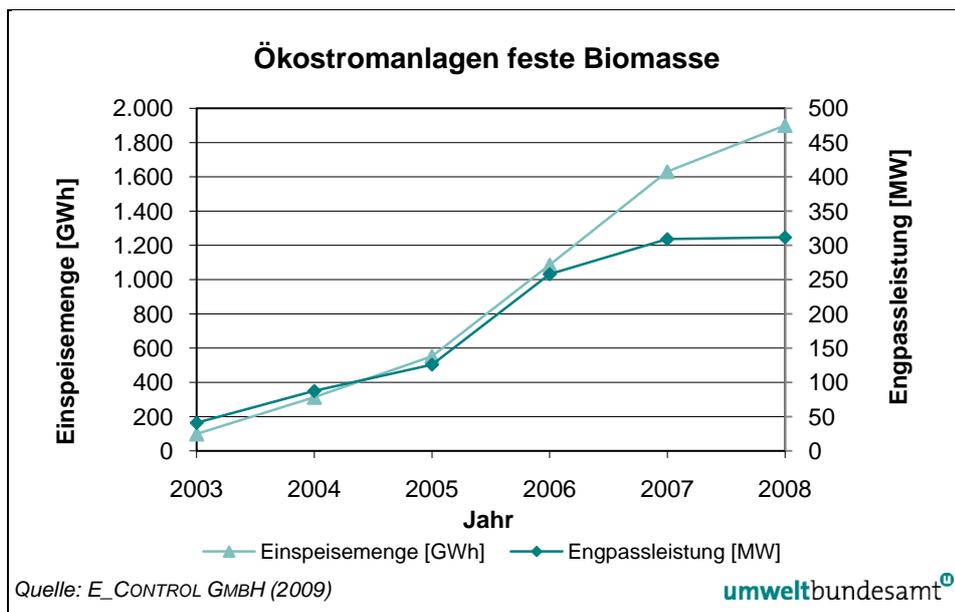


Abbildung 2: Ökostromproduktion aus fester Biomasse.

Anlagenkategorien

Anlagen mit einer Leistung von über 100 kW versorgen in der Regel Kommunalbauten, Mehrgeschoßwohnbauten, Nah- oder Fernwärmenetze sowie Gewerbe- und Industrieanlagen mit Wärme. Biomasse-Heizkraftwerke sind vorwiegend Anlagen mit einer Brennstoffwärmeleistung größer als 4 MW (NÖ LANDES-LANDWIRTSCHAFTSKAMMER 2008).

Die Biomasse-Heizungserhebung 2007 (NÖ LANDES-LANDWIRTSCHAFTSKAMMER 2008) zeigt die Gesamtentwicklung der automatisch beschickten Biomasseanlagen und teilt diese in folgende Kategorien ein:

- Kleinanlagen (bis 100 kW)
- mittlere Anlagen (> 100–1.000 kW)
- Anlagen > 1 MW

Die technische Entwicklung bei Holzfeuerungen im kleinen Leistungsbereich zur Wärmeerzeugung, die vorwiegend in Haushalten eingesetzt wird, hat in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht. So können heute vollautomatische Holzfeuerungen (Hackschnitzelfeuerungen und Pelletsfeuerungen) mit hohem Bedienungskomfort verwendet werden.

Der Trend zu den modernen Holzheizungen hat sich auch in den letzten Jahren deutlich fortgesetzt, jedoch wurden im Jahr 2007 erstmals weniger Anlagen verkauft als in den Jahren zuvor. Tabelle 9 zeigt die Gesamtentwicklung der automatisch beschickten Biomassefeuerungsanlagen (Hackgut-, Pellets- und Rindenfeuerungen), beginnend mit dem Jahr 1980 bis 2007. Stückholzkessel und Pelletskaminöfen sind in dieser Tabelle nicht enthalten.

Tabelle 9: Entwicklung der verkauften, automatischen Holzfeuerungsanlagen¹ in Österreich (Quelle: NÖ LANDES-LANDWIRTSCHAFTSKAMMER 2008).

		1980– 1990	1991– 2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Summe
Kleinanlagen	Anzahl	8.057	25.319	7.276	6.884	7.751	8.932	12.730	14.416	6.971	98.336
(bis 100 kW)	Leistung (in kW)	353.837	920.570	196.703	190.897	222.745	251.859	364.360	397.359	216.993	3.115.323
<i>Davon Pelletszentral heizungen</i>	Anzahl		7.342	4.932	4.492	5.193	6.077	8.874	10.467	3.915	51.292
Mittlere Anlagen	Anzahl	1.389	1.919	301	223	332	369	653	777	522	6.485
(über 100 bis 1 MW)	Leistung (in kW)	412.638	551.806	70.272	66.407	93.885	90.002	222.400	226.946	157.663	1.892.019
Großanlagen	Anzahl	178	284	54	26	36	43	78	82	88	869
(über 1 MW)	Leistung (in kW)	340.688	681.433	130.613	71.400	124.950	221.810	336.500	320.430	197.900	2.425.724
Gesamtzahl		9.624	27.522	7.631	7.133	8.119	9.344	13.461	15.275	7.581	105.690
Leistung (in kW)		1.107.163	2.153.809	397.588	328.704	441.580	563.671	923.260	944.735	572.556	7.433.066

¹ ohne Stückguthheizungen und Pelletskaminöfen

Die installierte Gesamtleistung der verkauften Hackgut-, Pellets- und Rindenfeuerungen aller drei Leistungskategorien erreichte mit Ende 2007 7.433 MW. Diese Zahl lässt allerdings keine Rückschlüsse auf die Gesamtkapazität der tatsächlich betriebenen Anlagen zu. Hierzu müssten nähere Informationen zu Art und Häufigkeit des Kesseltausches vorliegen.

Automatisch befeuerte Anlagen im Leistungsbereich unter 100 kW

Die hohen Absatzzahlen bei automatisch befeuerten Anlagen unter 100 kW der Jahre 2005 und 2006 wurden im Jahr 2007 nicht erreicht.

Einen deutlichen Rückgang gab es bei den Pelletsheizungen. Waren es im Jahr 2006 noch 10.467 errichtete Anlagen, so wurden im Jahr 2007 nur 3.915 Anlagen errichtet (NÖ LANDES-LANDWIRTSCHAFTSKAMMER 2008). Im Jahr 2007 war jedoch der Preis für Pellets besonders hoch. Im Jahr 2008 gab es laut Biomasseverband⁴ wieder steigende Verkaufszahlen bei den Pelletsanlagen (BIOMASSEVERBAND 2009).

⁴ <http://www.biomasseverband.at/biomasse>

Anlagen im Leistungsbereich über 100 kW und über 1 MW

Die Errichtung von Biomassefeuerungen im Leistungsbereich über 100 kW bis 1 MW hat seit 2002 deutlich zugenommen (siehe Abbildung 3). Einen Rückgang gab es im Jahr 2007 (522 Anlagen) im Vergleich zu 2006 (777 Anlagen). Die meisten Anlagen über 100 kW wurden in der Größenordnung von 101 bis 500 kW verkauft. Die durchschnittliche Kesselnennwärmeleistung sank 2007 bei Anlagen von 101 bis 500 kW auf 218 kW (2006: 230 kW) und lag bei Anlagen von 501 bis 1 MW bei 654 kW.

Bei Anlagen über 1 MW gab es auch im Jahr 2007 einen Zuwachs. Mit 82 verkauften Anlagen im Jahr 2006 und 88 im Jahr 2007 ist der Trend seit 2003 steigend. Die durchschnittliche Kesselleistung der abgesetzten Anlagen lag hier im Jahr 2007 bei 2,25 MW (2006: 3,9 MW), jedoch sind die Leistungsgrößen sehr unterschiedlich (NÖ LANDES-LANDWIRTSCHAFTSKAMMER 2008).

Das derzeit größte Biomasseheizkraftwerk in Österreich („Wald-Biomassekraftwerk Wien-Simmering“) ging 2006 in Betrieb und hat eine Brennstoffwärmeleistung von 65,7 MW. Der Biomassebedarf beträgt 600.000 Srm (Schüttraummeter) pro Jahr. Dies entspricht 190.000 t bzw. 245.000 fm Biomasse (UMWELTBUNDESAMT 2008).

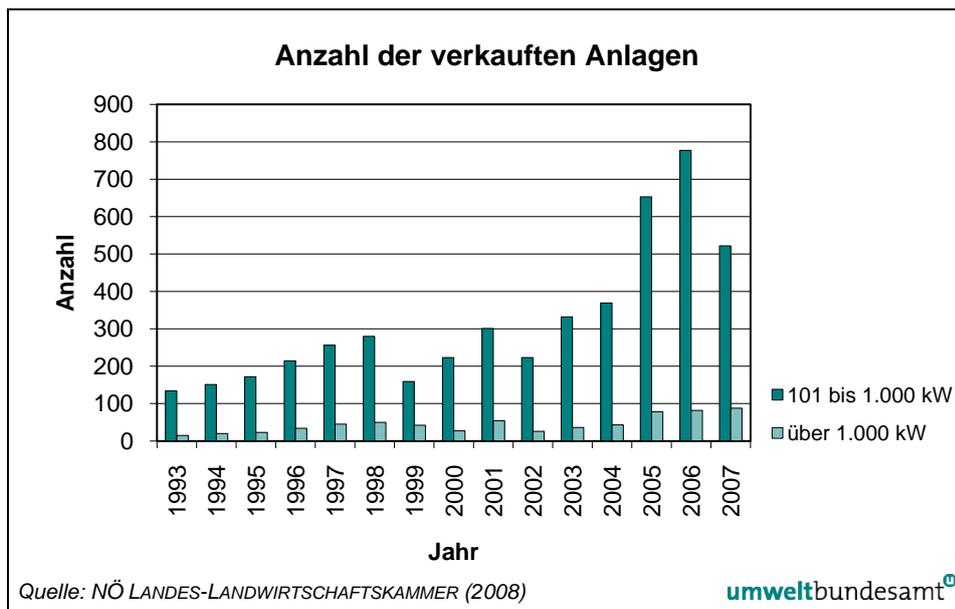


Abbildung 3 Anlagen im Leistungsbereich über 100 kW und über 1 MW.

Pelletsanlagen über 100 kW und über 1 MW

Aus technischer Sicht ist der Einsatz von Pellets auch in größeren Anlagen möglich. Für das Jahr 2006 wurde daher erstmalig versucht, den Einsatz von Pellets in Anlagen mit einer Leistung über 100 kW darzustellen. Aufgrund der geringen Aussagekraft (den Herstellern ist in der Regel nicht bekannt, welcher Brennstoff letztendlich zum Einsatz kommt), wurden diese Daten im Jahr 2007 nicht mehr erhoben (NÖ LANDES-LANDWIRTSCHAFTSKAMMER 2008). Im Zuge dieser Studie werden zwei Pelletsanlagen im Leistungsbereich von 800 kW und 1,5 MW beschrieben (siehe Kapitel 10).

Energiekorn-Heizanlagen

Bis zum Ansteigen der Getreidepreise im Sommer 2007 war das Interesse an Energiekorn-Heizanlagen gegeben. Diese Anlagen sind zumeist für Pellets und/oder Hackgut typengeprüft.

Es ist für den Anlagenhersteller nicht feststellbar, ob eine Anlage zur Verbrennung von Energiekorn oder Pellets angekauft wurde. Im Jahr 2007 wurden rund 480 für den Einsatz von Energiekorn geeignete Heizanlagen verkauft und somit etwas mehr als im Jahr 2006. Das Interesse brach allerdings ab dem Sommer 2007 schlagartig ab, da sich die landwirtschaftlichen Rohstoffe verteuerten. Absatzgebiete waren Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark und vereinzelt das Burgenland (NÖ LANDES-LANDWIRTSCHAFTSKAMMER 2008).

Im Vergleich zu naturbelassenem Holz enthält Energiekorn hohe Konzentrationen an Chlor, Stickstoff, Schwefel und Asche und hat daher ein entsprechendes Schadstoffbildungspotenzial für NO_x, SO₂, Feinstaub und organische Verbindungen wie z. B. Dioxine/Furane, Benzol oder PAK. Energiekorn ist außerdem nur für bestimmte Anlagen geeignet, da aufgrund des niedrigen Ascheerweichungspunktes die Gefahr der Verschlackung besteht. Genau aus dieser Problematik heraus wird an der Normung von Energiekorn mit vergleichsweise niedrigeren Stickstoff- und Chlorgehalten gearbeitet (ON 2006).

5 TECHNOLOGIEN ZUR VERBRENNUNG UND ENERGIERÜCKGEWINNUNG

5.1 Feuerungstechnologien

Feste Biomasse wird in Feuerungsanlagen im Leistungsbereich einiger kW bis hin zu Großfeuerungsanlagen (z. B. in Wirbelschichtkesseln mit bis zu 100 MW Brennstoffwärmeleistung) eingesetzt.

Die gängigsten Verbrennungstechnologien sind folgende:

- Haushaltsbereich (wenige kW bis ca. 100 kW)
 - Kaminofen
 - Kachelofen
 - Heizkessel
- Gewerblicher Bereich (ca. 100 kW bis 400 kW)
 - Warmluftofen
 - Schachtfeuerung
 - Einblasfeuerung
 - Vorofenfeuerung
 - Unterschubfeuerung
- Anlagen in den Sektoren Industrie und Energie (ca. 0,5 MW bis > 100 MW)
 - Wirbelschichtfeuerung
 - Vorschubrostfeuerung
 - Einblasfeuerung

Die Vergasung von Biomasse (inklusive der Gasreinigung und der weiteren Nutzung) wird kommerziell noch nicht angewendet, eine Versuchsanlage wird z. B. in Güssing betrieben. Ebenfalls im Versuchsstadium sind Stirlingmotor-Blockheizkraftwerke, die mit fester Biomasse (z. B. Pellets) befeuert werden.

Im Haushaltsbereich werden vornehmlich Scheitholz, Hackgut oder Pellets eingesetzt, während in gewerblichen und industriellen Anlagen zusätzlich Produktionsrückstände (z. B. Sägenebenprodukte, unbelastete Holzreste) und auch Abfälle (z. B. kontaminierte Holzreste, Altholz) zur Energierückgewinnung verbrannt werden.

Forschungsbedarf gibt es im Bereich der Optimierung des Verbrennungsprozesses in Abhängigkeit des Brennstoffes zur Verbesserung des Emissionsverhaltens und zur weitestgehenden Vermeidung von Korrosion und Verschlackung.

Um eine möglichst vollständige Verbrennung zu erzielen, müssen Feuerung und Brennstoff aufeinander abgestimmt sein. Phasen mit unvollständiger und daher emissionsreicher Verbrennung (das sind die Anbrand- und die Abbrandphase) sind möglichst kurz zu halten. Insbesondere bei kleinen Anlagen ist ein instationärer Betrieb oder Teillastbetrieb zu vermeiden.

5.1.1 Schachtf Feuerung

Die Schachtf Feuerung stellt die einfachste Feuerungstechnologie dar. Sie kommt ausschließlich in einem Leistungsbereich unterhalb 400 kW zum Einsatz und wird folglich nicht im Detail beschrieben.

5.1.2 Rostfeuerung für holzartige Biomassen

Die Rostfeuerung stellt die dominierende Feuerungstechnologie im Leistungsbereich von 1–100 MW dar. Neben dem Wander-, Rückschub- und Treppenrost ist der Vorschubrost die am weitesten verbreitete Bauart. Eine schematische Darstellung einer Vorschubrostfeuerung ist in Abbildung 4 dargestellt.

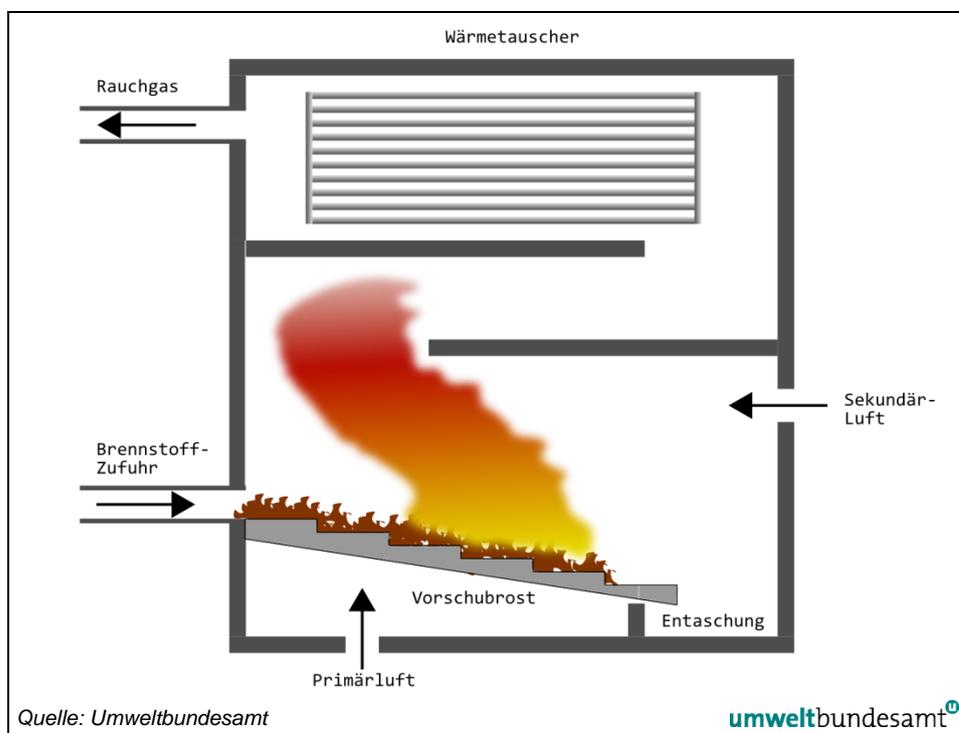


Abbildung 4: Allgemeines Verfahrensschema – Rostfeuerung.

Der Brennstoff (prinzipiell können Holz, Rinde, Stroh und Ganzpflanzen eingesetzt werden) wird mittels einer mechanischen Einrichtung (Förderschnecke, Fallschacht, Hydraulikstoker etc.) auf den Rost aufgegeben und durch Vor- und Rückwärtsbewegungen der Rostelemente weiterbefördert. Am Anfang des Rostes erfolgt die Trocknung des Brennstoffes, im mittleren Bereich findet die Vergasung und im Endbereich der Ausbrand der entstandenen Holzkohle statt. Am Rostende erfolgt eine automatische Entschung. Die Primärluft wird unterhalb und die Sekundärluft oberhalb des Rostes eingeblasen. Für eine verbesserte Verbrennung kann der Bereich unterhalb des Rostes zusätzlich unterteilt werden, um der Trocknungs-, Entgasungs- und Brandzone die jeweils optimale Primärluftmenge zuzuführen.

Diese Form der Feuerung ermöglicht eine optimale Anpassung an das Abbrandverhalten des eingesetzten Brennstoffes und stellt nur geringe Ansprüche an die Stückigkeit.

Aufgrund der großen Menge an Brennstoff im Feuerraum ist diese Methode im Vergleich zu Unterschubfeuerungen schlechter regelbar und für schnelle Lastwechsel weniger geeignet. Durch die hohen Investitionskosten für die aufwändige Anlagentechnik sind Rostfeuerungen erst ab einer Brennstoffwärmeleistung von 1 MW wirtschaftlich einsetzbar.

5.1.3 Rostfeuerung für Halmgüter

Basierend auf der Technologie der Rostfeuerung können auch halmartige Biomassen in so genannten Zigarrenbrennern verfeuert werden. Die Brennstoffballen werden hierbei an deren Stirnseite gezündet und anschließend langsam in den Brennraum geschoben. Abfallende, noch unverbrannte Strohlagen fallen dabei auf den Rost und werden dort vollständig verbrannt. Die entstehende Asche wird hier, wie bei der Rostfeuerung für holzartige Biomassen, mit dem Rost ausgetragen.

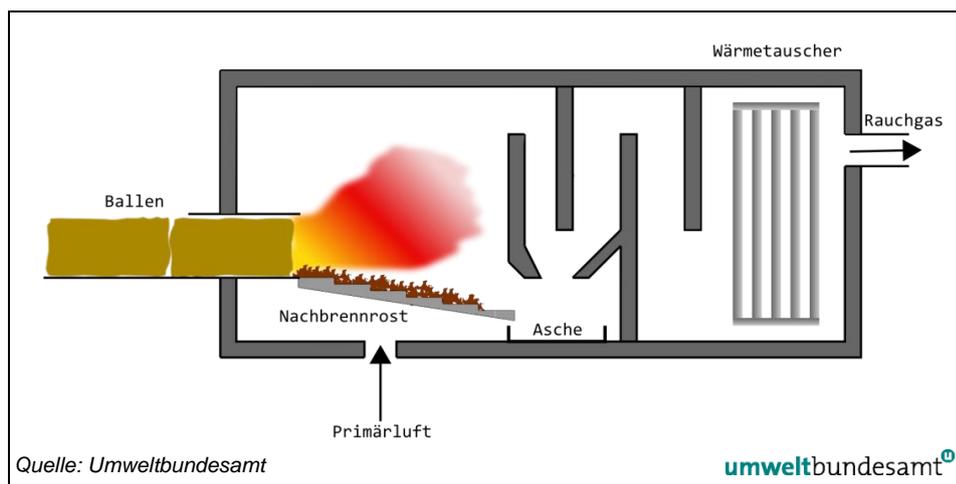


Abbildung 5: Allgemeines Verfahrensschema – Zigarrenbrenner.

Eine Besonderheit ergibt sich aufgrund der im Vergleich zu Holz niedrigeren Ascheerweichungs- und Sintertemperaturen. Um ein Zusammenbacken des Brennstoffes und damit eine Beeinträchtigung des Luftdurchtrittes durch den Rost zu verhindern, muss die Temperatur im Feuerraum unterhalb von 800–900 °C gehalten werden bzw. eine Wasserkühlung der Roststäbe durchgeführt werden.

5.1.4 Vorofenfeuerung

Bei der Vorofenfeuerung sind der Bereich für Eintrag, Trocknung sowie Entgasung des Brennmaterials (Vorofen) und die Verbrennung des Schwelgases (Flammraum) räumlich voneinander getrennt.

Im Entgasungsraum wird mittels dosierter Luftzufuhr (Primärluft) der eingesetzte Brennstoff teilweise verbrannt und der restliche Brennstoff vergast. Das dadurch entstehende Schwelgas wird mit Sekundärluft vermischt und anschließend im Flammenraum vollständig verbrannt. Die heißen Rauchgase werden durch einen Wärmetauscher geleitet, in dem die Energie an ein Wärmeträgermedium abgegeben wird.

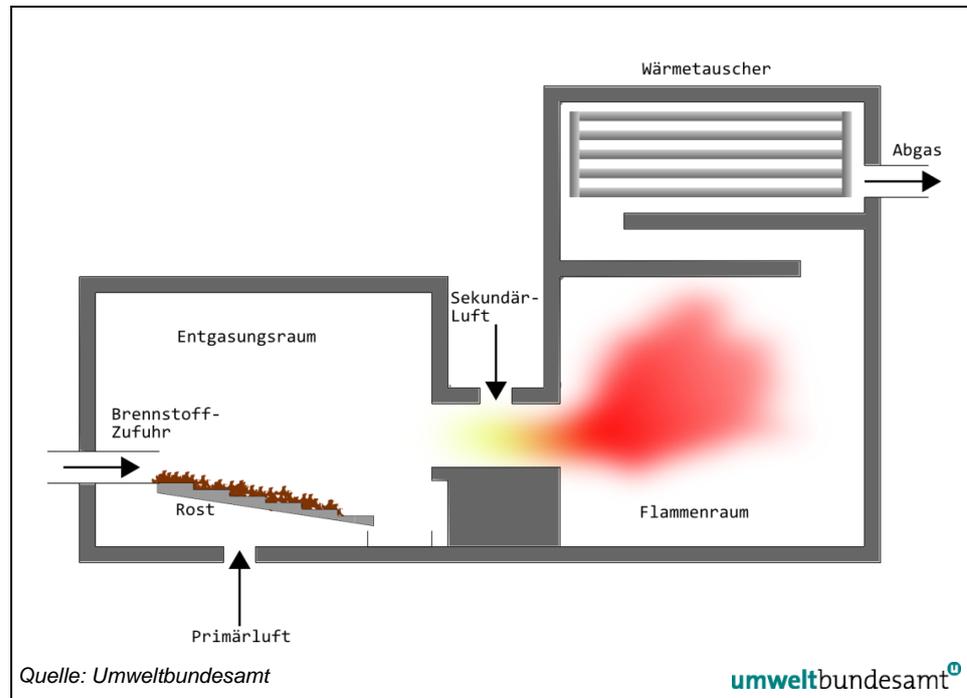


Abbildung 6: Allgemeines Verfahrensschema – Vorofenfeuerung.

Vorofenfeuerungen sind besonders für holzartige Brennstoffe in Form von Hackschnitzeln geeignet und können vollautomatisch kontinuierlich betrieben werden. Durch diese Verfahrensweise werden hohe Verbrennungstemperaturen erzielt, welche in einer emissionsarmen Verbrennung resultieren.

Das angebotene Leistungsspektrum dieser Technologie liegt im Bereich von 20 kW bis 3 MW.

5.1.5 Unterschubfeuerung

Bei der Unterschubfeuerung wird der Brennstoff mittels einer Stokerschnecke von unten einer Brennraummulde (Retorte) zugeführt. In der Mulde wird der Brennstoff getrocknet, entgast und anschließend unter Primärluftzufuhr vergast. Die entstandenen Gase werden zusammen mit der eingeblasenen Luft durch die aufliegende Glutschicht geleitet, dabei gezündet und brennen im darüber liegenden Feuerraum unter Zufuhr von Sekundärluft vollständig aus.

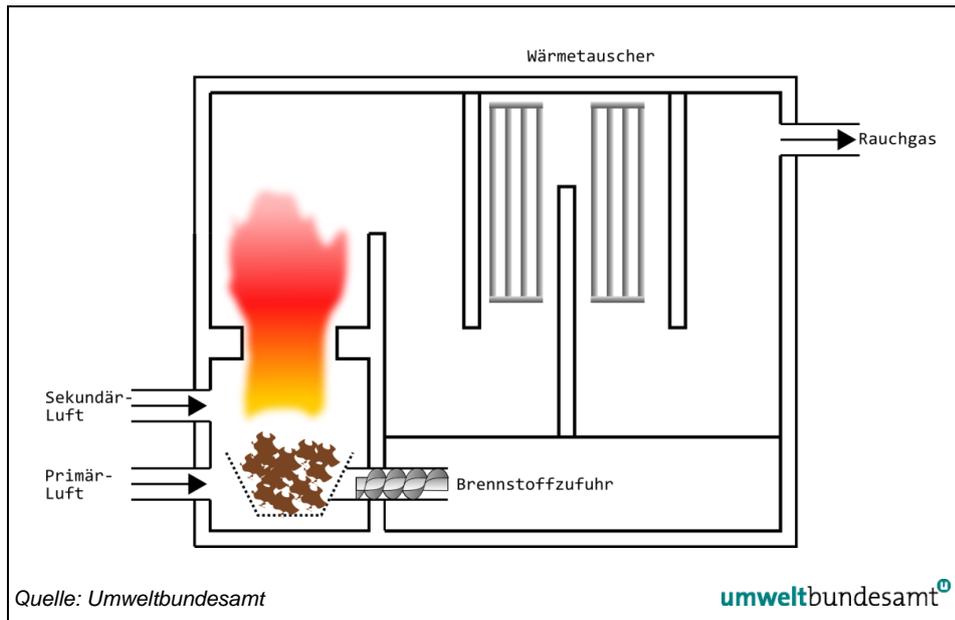


Abbildung 7: Allgemeines Verfahrensschema – Unterschubfeuerung.

Durch eine abgestimmte kontinuierliche Brennstoff- und Luftzufuhr sowie die geringe Brennstoffmenge im Feuerraum ist diese Feuerungsmethode gut regelbar und auch im Teillastbetrieb effizient und emissionsarm einsetzbar.

Unterschubfeuerungen werden in einem Leistungsbereich von 20 kW bis 2 MW eingesetzt und sind für Hackschnitzel, Späne und teilweise auch für Halmgut-pellets und staubförmige Brennstoffe geeignet.

5.1.6 Pelletheizung

Pellets als Brennstoff weisen einen hohen Energiegehalt von 4,7–4,9 kWh kg⁻¹ sowie eine einheitliche Form und Größe auf, wodurch sie schüttfähig und folglich leicht zu handhaben sind. Das benötigte Raumvolumen für den Lagertank ist damit auch wesentlich geringer als für andere Brennstoffe aus Biomasse. Zwei Kilogramm Pellets besitzen einen ähnlichen Energiegehalt wie ein Liter Öl oder 1 m³ Erdgas.

Pelletheizungen sind im Allgemeinen eine Weiterentwicklung der Hackschnitzelanlagen (Unterschubfeuerung, Querschubfeuerung, Walzenrostsystem, Fallschachtf Feuerung).

5.1.7 Wirbelschichtfeuerung

Bei der Wirbelschichtfeuerung wird zwischen stationärer und zirkulierender Wirbelschicht unterschieden. Diese Technologie eignet sich für stark unterschiedliche Brennstoffe und Abfälle, eine Vorbehandlung (Homogenisierung) ist allerdings zwingend erforderlich. Aufgrund des vergleichsweise hohen Aufwands für die Brennstoffaufbereitung ist sie erst ab einer Leistungsgröße von 10 MW (stationär) bzw. 30 MW (zirkulierend) wirtschaftlich einsetzbar.

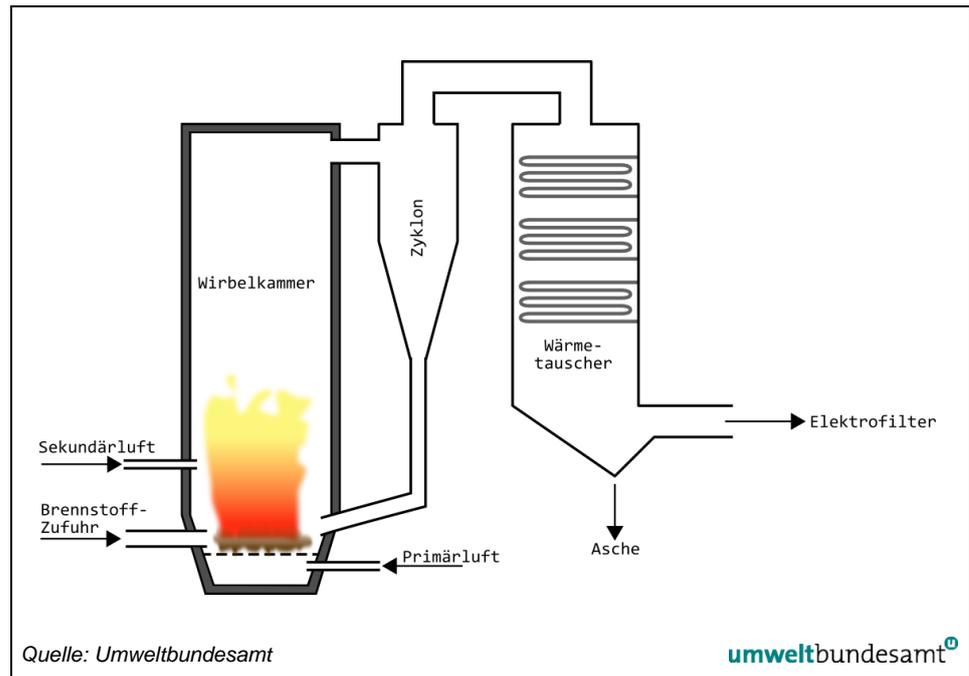


Abbildung 8: Allgemeines Verfahrensschema – zirkulierende Wirbelschicht.

5.2 Technologien zur Energierückgewinnung

Biomasseanlagen werden zur Produktion von Wärme und/oder Strom eingesetzt. Während die Wärmegewinnung bereits seit Langem praktiziert wird, erlangte die (gekoppelte) Erzeugung von Strom erst in den letzten Jahren Bedeutung (mit Ausnahme einiger industrieller Anlagen). Im Vergleich zu konventionellen Energieanlagen sind die erreichbaren Dampfparameter niedriger, was sich vor allem bei kleineren Anlagen in deutlich niedrigeren elektrischen Wirkungsgraden niederschlägt.

5.2.1 Biomasseheizwerk

In einem Biomasseheizwerk wird die Brennstoffenergie ausschließlich in Wärme umgewandelt, welche anschließend über Nah- oder Fernwärmenetze zu den Verbrauchern geliefert wird. Die erreichbaren Wirkungsgrade liegen im Bereich von 80–85 % (siehe z. B. EVN 2004a, b).

5.2.2 Biomasse-(Heiz)Kraftwerk (KWK-Anlagen)

Die derzeit am weitesten verbreitete Technologie der Energieumwandlung ist der Dampfprozess. Dabei wird die Brennstoffwärme zur Verdampfung von Wasser eingesetzt, im Fall eines Biomasse-Kraftwerks wird der Dampf anschließend in einer Turbine zu Strom umgewandelt.

Einer der großen Nachteile des Dampfprozesses ist der geringe elektrische Wirkungsgrad bei niedrigen Dampfdrücken und -temperaturen. Das heißt, hohe Wirkungsgrade werden üblicherweise nur in großen, technisch aufwendigen Anlagen erreicht. Konkret erzielen kleine Anlage elektrische Wirkungsgrade von 15–25 % (bei reiner Stromerzeugung), größere Anlagen (Brennstoffwärmeleistung > 20 MW) können Wirkungsgrade von bis zu 35 % aufweisen.

Der Dampfprozess kann entweder nur zur Stromerzeugung oder auch zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung verwendet werden. Bei größeren Anlagen und variabler Nachfrage nach Wärme werden in der Regel Entnahme-Kondensationsturbinen eingesetzt, die eine höchstmögliche Variation des Verhältnisses Strom- zu Wärmeproduktion erlauben. Bei kleineren Systemen oder einer konstanten Wärmenachfrage kommen oftmals Gegendruckdampfturbinen zur Anwendung, bei denen das Verhältnis Strom- zu Wärmeproduktion konstant bleibt.

Der Brennstoffnutzungsgrad liegt bei der gekoppelten Produktion in Abhängigkeit von der Wärmeabgabe bei maximal 90 %. Der Dampfturbinenprozess lässt sich ab einer Leistung von 1 MW_{el} wirtschaftlich betreiben, unterhalb dieser Leistungsgrenze werden der ORC-Prozess (Organic Rankine Cycle Prozess) und bei Anlagen unter 100 kW_{el} auch der Stirlingmotor eingesetzt.

Beim ORC-Prozess wird statt Wasser ein organisches Arbeitsmedium (z. B. Silikonöl) verwendet, welches einen gegenüber Wasser niedrigeren Siedepunkt aufweist. Die erzielbaren Dampfparameter und damit die elektrischen Wirkungsgrade sind vergleichsweise gering (15–20 %), der ORC-Prozess wird daher vornehmlich im kleinen Leistungsbereich bei niedrigen Drücken und Temperaturen betrieben. Bei Nutzung der Wärme sind Brennstoffnutzungsgrade von 90 % möglich.

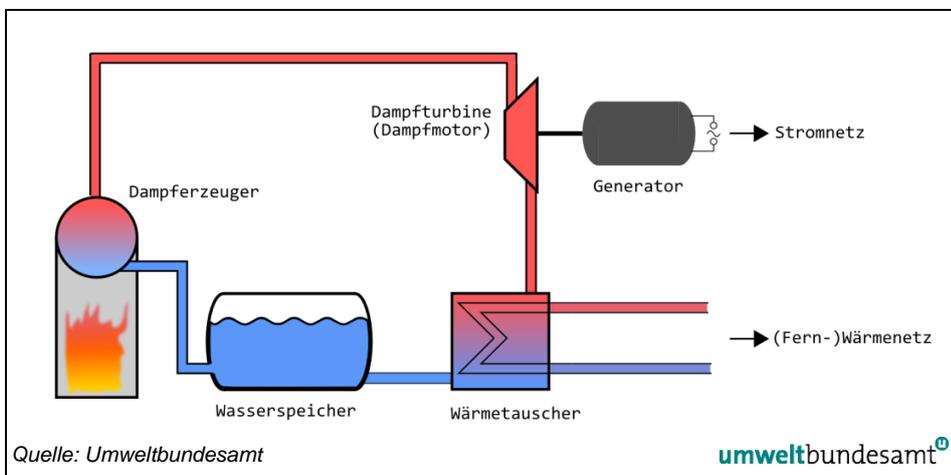


Abbildung 9: Allgemeines Anlagenschema – KWK-Anlage.

Eine derzeit noch nicht weit verbreitete Technologie stellt der Einsatz von Wärmerückgewinnungsanlagen, meist Rauchgaskondensationsanlagen, dar. Dadurch können sonst ungenützte Wärmeinhalte des Rauchgases (vor allem bei energetischer Nutzung von feuchteren Brennstoffen) über einen Kondensator auf ein Niedertemperaturnetz (Wasser-Glykolgemisch) übertragen und weiter genutzt werden.⁵

⁵ <http://www.scheuch.at>

6 EINFLUSSGRÖSSEN AUF DAS EMISSIONSVERHALTEN (NO_x, STAUB, CO, VOC)

Die wichtigsten Kenngrößen zur Charakterisierung eines Holzbrennstoffes bezüglich der Verbrennung sind Art, Stückgröße und Brennstofffeuchte.

Primäres Ziel bei allen Feuerungen ist es, eine möglichst vollständige Verbrennung zu realisieren. Dies wird umso schwieriger, je inhomogener der Brennstoff ist und je instationärer die Feuerung betrieben wird. In Abbildung 10 sind die wichtigsten Verbindungen im Rauchgas von Holzfeuerungen dargestellt (BAUMBACH et al. 1998).

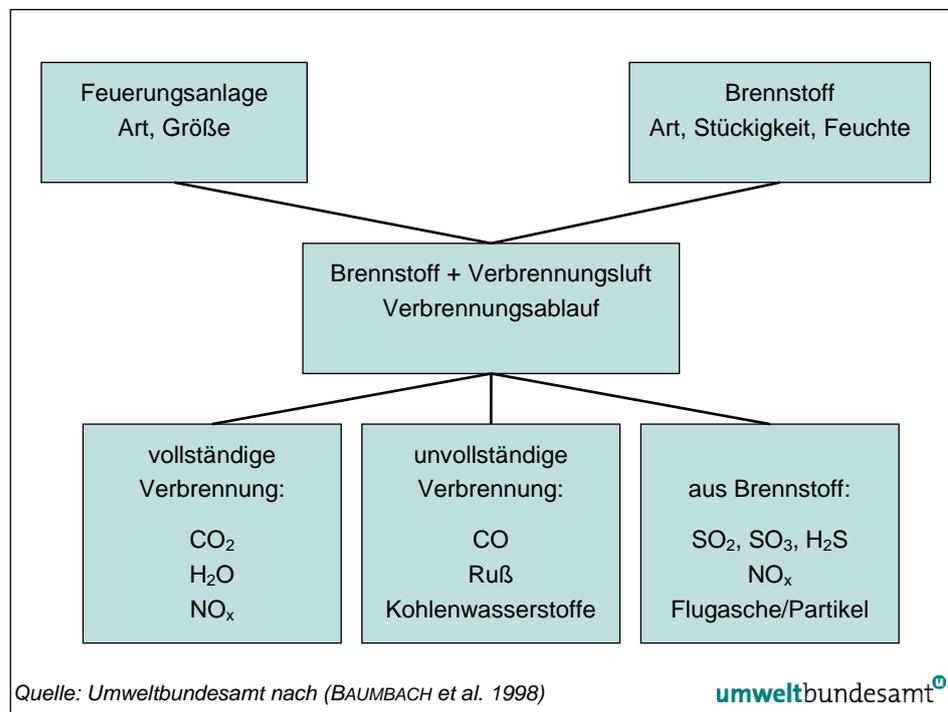


Abbildung 10: Zusammensetzung des Rauchgases von Holzfeuerungen.

Die bei der Verbrennung entstehenden Gase und Rückstände (Flug- und Kesselasche) hängen von der Art der Feuerung und dem eingesetzten Brennstoff ab. Für eine vollständige Verbrennung müssen Feuerung und Brennstoff bestmöglich aufeinander abgestimmt sein. Ist einer der Parameter nicht optimal, hat das einen unvollständigen Ausbrand zur Folge, was erhöhte Emissionen nach sich zieht. Weder Emissionen noch Aschen lassen sich durch eine vollständige Verbrennung völlig vermeiden. Schadstoffe müssen durch geeignete Technologie gering gehalten bzw. durch Abgasreinigungsmaßnahmen (z. B. Filter) entfernt werden.

Grundsätzlich gilt: Je größer die Anlage, desto besser sind die Möglichkeiten zur Regelung der Brennstoffzufuhr und der Verbrennungsluftführung, wodurch niedrigere Emissionskonzentrationen für Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe erreicht werden können.

Dies bedeutet aber nicht, dass mit Feuerungen kleiner Leistung kein guter Ausbrand erzielt werden kann.

6.1 Brennstoffqualität

Folgende Faktoren beeinflussen die entstehenden Emissionen:

6.1.1 Art des Brennstoffes

Waldhackgut, Hackgut, Rinde, Stückholz, Späne, Pellets, Stroh, Energiekorn etc.

6.1.2 Qualität des Brennstoffes

Der Verbrennungsprozess kann umso besser gesteuert werden, je homogener der Brennstoff ist. Das eingesetzte Material sollte daher gut dosierbar sein und eine gleichmäßige Stückigkeit aufweisen. Im Leistungsbereich ab 400 kW finden sich vollautomatisch beschickte Feuerungssysteme. Zusätzlich sollte das eingesetzte Material auf die jeweilige Kesseltechnologie abgestimmt sein.

Die entstehenden Emissionen hängen stark vom eingesetzten Brennstoff ab. Biomasse mit wenig Heizwert und hohen Schwermetall- und N-Gehalten (wie z. B. Nadeln) verursacht bei der Verbrennung hohe Staub-, NO_x- und Schwermetall-Emissionen und sollte daher nur in Feuerungsanlagen mit effizienter Rauchgasreinigung eingesetzt werden.

Spanplatten zum Beispiel weisen je nach Bindemittel und Beschichtung (z. B. Melamin) einen weit höheren Stickstoffgehalt als naturbelassenes Holz auf, was zu hohen NO_x-Emissionen führen kann.

Stroh hat einen relativ hohen Ascheanteil und im Vergleich zu Holz höhere Gehalte an Chlor, Schwefel und Stickstoff. Problematisch sind auch die niedrigen Ascheerweichungs- und Sintertemperaturen.

6.1.3 Heizwert und Wassergehalt der Biomasse

Bezogen auf die Masse (kg) des Holzes ist der Heizwert bei allen Holzarten annähernd gleich. Nadelhölzer weisen aufgrund des Lignin- und Harzgehaltes geringfügig höhere Werte auf. Da die Laubhölzer jedoch eine höhere Dichte besitzen, ist deren Heizwert je Volumeneinheit (fm, rm, Srm) deutlich höher. Noch größeren Einfluss auf den Heizwert hat jedoch der Wassergehalt des Holzes. Dieser sollte zwischen 15 und 25 % liegen, um eine optimale Verbrennung zu erzielen. Erreichen lässt sich dieser Wassergehalt durch gute Lufttrocknung des Holzes bei einer Lagerdauer von rund zwei Jahren. Frisch geschlagenes Holz hingegen enthält bis zu 50 % seines Gewichtes an Wasser.

Der Zusammenhang Wassergehalt von Biomasse und Heizwert wird in Tabelle 10 und Abbildung 11 abgebildet (AEA et al. 2006):

Tabelle 10: Umrechnung: Heizwert, Wassergehalt und Feuchtigkeit von Holz (Quelle: AEA et al. 2006).

Biomasse	Wassergehalt	Brennstoff	Heizwert* in kWh
Holz (Erntezustand)	50–60 %	Fichte	1.400/rm
Holz (einen Sommer gelagert)	25–35 %	Weiß-Kiefer	1.660/rm
Holz (mehrere Jahre gelagert)	12–25 %	Lärche	1.800/rm
Stroh (Erntezustand)	15 %	Buche	1.960/rm
		Eiche	2.060/rm
		Laubholz	3,9/kg
		Nadelholz	4,1/kg
		Pellets	4,8/kg
		Rinde	600/Srm
		HG Fichte	790/Srm
		HG Buche	1.100/Srm

* Heizwert bezogen auf 20 % Wassergehalt, Pellets 8 %, Rinde 50 %

1 Festmeter (fm) Holz = 1 m³ feste Holzmasse

1 Raummeter (rm) Holz = 1 m³ geschichtete Holzscheiter (Länge 1 m)

1 Schüttraummeter (Srm) = 1 m³ geschüttetes Hackgut, Pellets oder Stückholz

1 fm ~ 1,4 rm, 1 fm ~ 2,5 Srm Hackgut, 1 Srm Pellets ~ 650 kg

$$\text{Wassergehalt} = \frac{\text{Masse (Wasser)}}{(\text{Masse (Wasser)} + \text{Masse (Holz)})} \text{ (in \%)}$$

$$\text{Feuchtigkeit} = \frac{\text{Masse (Wasser)}}{(\text{Masse (Trockensubstanz Holz)})} \text{ (in \%)}$$

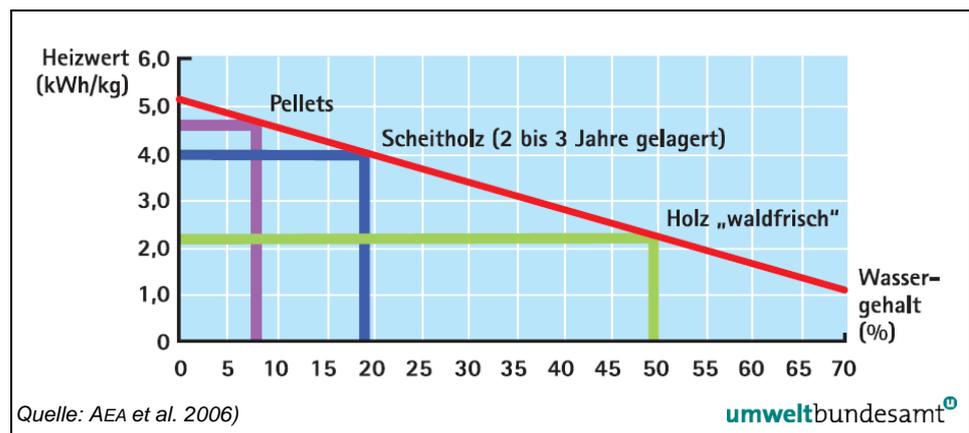


Abbildung 11: Heizwert in Abhängigkeit vom Wassergehalt.

6.2 Anlagengröße

Die Anforderungen an die Qualität der verwendeten Biomasse steigen mit sinkender Anlagengröße. Insbesondere bei kleinen Heizwerkanlagen bis 500 kW können Wassergehalte über 35 % und wechselnde Stückigkeit Störungen im Verbrennungsprozess bzw. in den Fördereinrichtungen verursachen. Anlagen ab 500 kW Brennstoffwärmeleistungen sind in der Regel für eine gewisse Brennstoffqualität ausgelegt und können alleine durch die Größe des Feuer-raumes und die dadurch gegebene Pufferwirkung kleinere Schwankungen des Heizwertes oder des Aschegehaltes ausgleichen. Auch sind die Regelungsmöglichkeiten weitaus besser als bei kleinen Anlagen.

Zusätzlich ist der Einbau von sekundären Rauchgasreinigungsmaßnahmen (wie z. B. Elektrofilter) bei größeren Anlagen wirtschaftlich leichter durchführbar.

6.3 Lastbedingungen

Ein häufiger Lastwechsel bzw. ein instationärer Betrieb führt zu höheren Emissionen und geringeren Wirkungsgraden.

6.4 Zustand der Anlage

Auch der allgemeine Zustand der Anlage beeinflusst das Emissionsverhalten. Als relevante Parameter sind hier der Verschmutzungsgrad des Kessels und des Rauchgasweges sowie die Dichtheit des Rauchgasweges zu nennen.

7 TECHNOLOGIEN ZUR LUFTREINHALTUNG

7.1 Primärmaßnahmen

Unter Primärmaßnahmen zur Minderung der Emissionen werden Methoden zur Optimierung der Brennstoffbeschickung und der Verbrennung (Verbrennungstemperatur, Verweildauer der Brenngase im Feuerraum, ausreichende Verwirbelung der Brenngase mit ausreichender Luftzufuhr, Abgasrückführung, Einbauten im Feuerraum etc.) zusammengefasst. Damit können vor allem die Konzentrationen von Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffen, Stickoxiden und Staub im Rauchgas gesenkt werden.

Das Vermeiden von Lastwechseln und Teillastbetrieb (z. B. durch den Einsatz von Entnahme-Kondensationsturbinen bei KWK-Anlagen oder Pufferspeichern) senkt ebenfalls die Emissionen.

7.2 Sekundärmaßnahmen

Mittels Sekundärmaßnahmen werden Schadstoffe, welche in den Rauchgasen enthalten sind, nachträglich reduziert bzw. entfernt. Die derzeit bei der Biomasseverbrennung eingesetzten Maßnahmen im Leistungsbereich bis 10 MW betreffen ausschließlich die Reduktion von Staub (das SNCR⁶-Verfahren wird bei der Mitverbrennung von Abfällen eingesetzt).

Die dafür angewendeten Technologien sind Fliehkraftabscheider, Rauchgaskondensationsanlagen, Elektrofilter und Gewebefilter.

7.2.1 Fliehkraftabscheider (Zyklon)

Der Fliehkraftabscheider bzw. Zyklon stellt die einfachste und günstigste Methode zur Entstaubung von Rauchgas dar. Er besteht aus einem sich nach unten verjüngenden Zylinder mit einer tangentialen Zuführung für das Rohgas, einem zentralen Tauchrohr für das Reingas und einer Austragungseinrichtung für den abgeschiedenen Feststoff (siehe Abbildung 12).

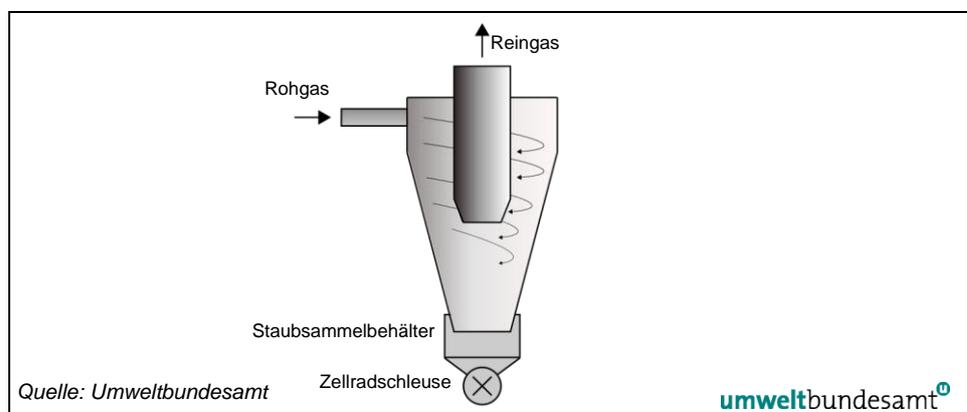


Abbildung 12: Allgemeines Verfahrensschema – Fliehkraftabscheider.

⁶ Selektive nicht-katalytische Reduktion (engl. Selective Non Catalytic Reduction)

Aufgrund der tangentialen Anströmung der Abscheidekammer wird eine zirkulierende Strömung erzeugt und die Feststoffpartikel werden durch die Fliehkraft nach außen getragen. Am Gehäuse werden sie abgebremst und fallen in den Staubsammelbehälter. Das gereinigte Rohgas wird durch das mittige Tauchrohr abgeleitet.

Bei der Ausführung als Multizyklon, der aus mehreren kleineren parallel angeordneten Zyklonen (100–250 mm Durchmesser) besteht, lassen sich aufgrund der größeren Beschleunigung (kleinerer Radius) bessere Abscheideleistungen als bei einem einfachen Zyklon gleicher Baugröße erreichen. Mittels Fliehkraftabscheidern lassen sich Staubkonzentration von unter 150 mg/Nm^3 im Reingas erzielen.

Funken- und Rotationsabscheider sowie Tangential- und Axialzyklonanlagen werden heute aufgrund der begrenzten Abscheideleistung und aus sicherheitstechnischen und wirtschaftlichen Überlegungen meist mit weiterführenden Entstaubungs- und Rauchgasreinigungsanlagen kombiniert.

7.2.2 Elektrofilter

Bei Elektrofiltern wird der Abgasstrom durch ein starkes elektrisches Feld geleitet, in welchem die Staubteilchen zuerst ionisiert und anschließend aufgrund der verursachten Ladung an die Niederschlagselektroden gezogen und dort abgeschieden werden. Die angelegte Spannung zwischen Sprühkathode und Niederschlagselektrode (Gehäusewand) liegt im kV-Bereich (ca. 20–70 kV). Zur Reinigung des Filters wird regelmäßig der abgesetzte Feststoff durch Klopfen gelöst und anschließend ausgetragen.

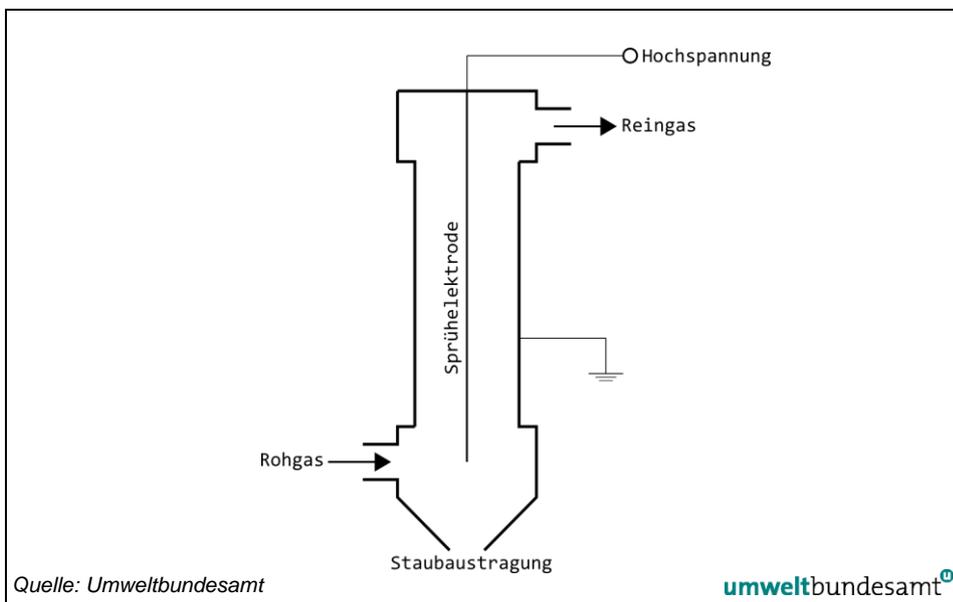


Abbildung 13: Allgemeines Verfahrensschema – Elektrofilter.

Mit Elektrofiltern können Reingaskonzentrationen von unter 20 mg/m^3 erreicht werden, bei Neuanlagen oder bei Einsatz von drei elektrischen Feldern hintereinander sind auch Abscheidegrade von bis zu 99 % und Reingaskonzentrationen

onen von 10 mg/Nm³ erreichbar. Ihr Anwendungsbereich reicht von 1.500 m³/h (entsprechend einer BWL von rund 0,3 MW) bis weit über 500.000 m³/h (entsprechend einer BWL von über 110 MW).⁷

Unter Umständen ist es notwendig, dem Elektrofilter einen Zyklon vorzuschalten, um die Brandgefahr zu verringern.

7.2.3 Gewebefilter

Das Prinzip der Gewebefilter zur Staubreinigung besteht darin, dass das staubhaltige Rohgas durch ein poröses Medium geleitet wird, welches für die Staubpartikel undurchgängig ist. Die üblichste Ausführung für Gewebefilter sind Schlauchfilter (siehe Abbildung 14), da bei diesen der notwendige Raumbedarf, im Verhältnis zur Filterfläche, geringer ist als bei anderen Bauformen.

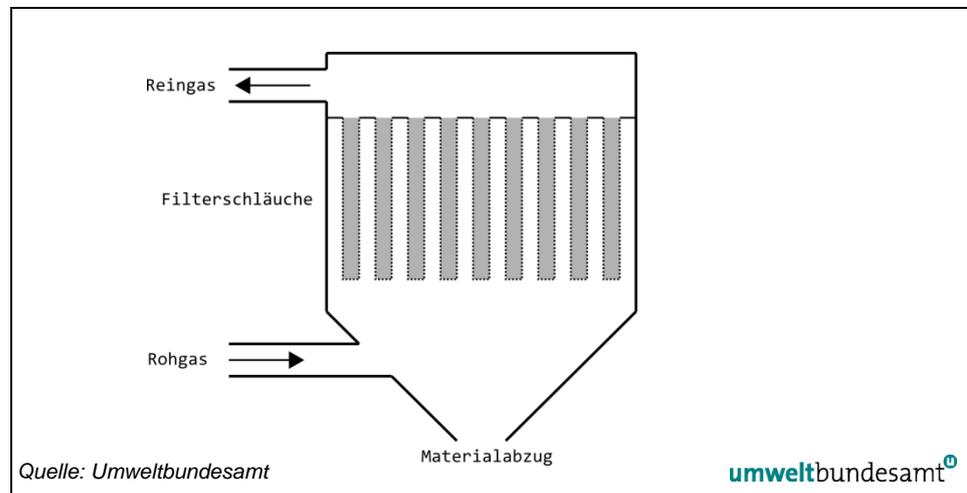


Abbildung 14: Allgemeines Verfahrensschema – Gewebefilter.

Ein Schlauchfilter besteht aus einer oder mehreren Reihen senkrecht angeordneter Filterschläuche. Das Rohgas strömt durch die Schläuche, die Feststoffpartikel setzen sich an der Außenseite ab und bilden dort den Filterkuchen. Die Reinigung des Filters erfolgt in regelmäßigen Abständen, zumeist pneumatisch durch Umkehrung des Druckgefälles. Eine mechanische Reinigung durch Rütteln oder Klopfen ist ebenfalls möglich. Die Feststoffe sammeln sich in einem Trichter unterhalb der Filterschläuche und werden von dort ausgetragen.

Die Auswahl des Filterschlauchmaterials richtet sich nach der Gaszusammensetzung, der Betriebstemperatur, der Staubbeladung, der Filterflächenbelastung, der Art der Brennstoffe sowie der Betriebsweise. Schlauchfilter werden als Kompaktentstauber sowie als Ein- und Mehr-Kammerfilteranlagen gebaut.

Die Kriterien Dichtheit und Vermeidung von Ablagerungen sind hinsichtlich der Betriebssicherheit und der Anlagensicherheit wesentlich. Undichtheiten im Rauchgasweg führen zu Falschlufteintrag und in weiterer Folge u. a. zu Korrosion und Brandgefahr.

⁷ <http://www.scheuch.at>

Im Vergleich zu Zyklon und Elektrofilter zeichnen sich die Gewebefilter durch eine sehr hohe Abscheideleistung aus, die eine Staubkonzentration im Reingas unter 5–10 mg/Nm³ ermöglichen.

Um der Gefahr von Glimmbränden durch Funkenflug bei Holzfeuerungen entgegenzuwirken, müssen Zusatzeinrichtungen wie Wärmetauscher, Zykclone oder eine Funkenlöschanlage vorgeschaltet werden.

7.2.4 Rauchgaskondensation

Beim Einsatz feuchter Brennstoffe (> 30 % Wassergehalt) kann die zur Wärmerückgewinnung eingesetzte Rauchgaskondensationsanlage auch zur Entstaubung genützt werden. Das Rauchgas wird mittels eines (Multi-)Zyklons vorge reinigt und anschließend wird die Feuchtigkeit auskondensiert, wobei im Gasstrom verbliebene Staubpartikel als Kondensationskeime wirken und zusammen mit dem Kondensat an den Wärmetauscherflächen abgeschieden werden.

Mit dieser Methode lässt sich eine Reingaskonzentration von < 50 mg/Nm³ erzielen. Nachteil dieser Methode ist, dass sie sehr aufwendig und kostenintensiv ist. Des Weiteren ist bei Fernwärmesystemen eine niedrige Rücklauftemperatur (< 40 °C) notwendig, um wirtschaftlich eine möglichst vollständige Kondensation zu erzielen. Das als Abwasser anfallende Kondensat ist gegebenenfalls nachzubehandeln, da die Abgaspartikel zur Bildung von Schlämmen führen.

8 FERNHEIZWERKE DER EVN

Die Energie Versorgung Niederösterreich (EVN) betreibt oder betreut in Niederösterreich eine Reihe von Biomasse-befeuerten Fernheizwerken, welche seit 2008 als EVN Wärme Betrieb von der EVN Wärme GmbH geführt werden. Davor wurden sie jeweils als Heizwerkgruppen Ost und West in das EMAS-Standortverzeichnis aufgenommen (EVN 2004a, b).

Die Emissionsdaten ausgesuchter Anlagen werden im Folgenden dargestellt und diskutiert.

8.1 Heizwerke mit Multizyklonen zur Entstaubung

Nach Auskunft der EVN Wärme GmbH werden in der Regel Anlagen unter 2 MW Leistung mit Multizyklonen zur Entstaubung ausgerüstet (siehe Tabelle 11).

Tabelle 11: Anlagen mit Multizyklonen zur Entstaubung (O₂-Gehalt: 13 %; Quelle. EVN 2004a, b).

Fernheizwerk	Leistung (in MW)	Brennstoff	Baujahr	CO (in mg/Nm ³)			NO _x (in mg/Nm ³)			Staub (in mg/Nm ³)			Kohlenwasserstoffe (in mg/Nm ³)		
				2001	2004	2008	2001	2004	2008	2001	2004	2008	2001	2004	2008
Pottenstein	1,5	Rinde, Hackgut	1997	190	143	57	205	187	95	136	133	57,3	1,7	< 2	2
Mank	1,5	Rinde, Hackgut	1996	18	4	45	198	102	125	115	65	95	3	< 2	< 1
	1,5	Rinde, Hackgut	1999	30	22	70	244	102	139	88	85	97,3	<1	< 2	< 1
Pyhra	1,5	Rinde, Hackgut	2000	119	38	36	207	207	209	116	114	56,7	18,5	< 2	–
Schwarzenbach*	0,35	Hackgut	1991	76	8	–	136	234	–	115,5	102,8	–	1,2	35	–
	0,125	Hackgut	1991	480	475	–	124	179	–	99,6	61,7	–	4,4	24,1	–
St. Veit/Gölsen	1	Rinde, Hackgut	1991	48	6,8	8	152	157	188	62,9	52,9	89	7,6	< 2	–
Gföhl	1,5	Rinde, Hackgut	1998	137	137	42	209	209	144	104,2	104,2	33	13,4	13,4	–
Rotheau	0,75	Rinde, Waldhackgut	2000	–	18	15	–	191	187	–	34	83	–	7	5

* Die Anlage Schwarzenbach wurde stillgelegt.

Die mittels Multizyklonen erreichten Staub-Emissionswerte aus den Einzelmessungen der Anlagen der EVN Wärme Betrieb liegen in Abhängigkeit von Anlagenzuständen bzw. Messzeitpunkten zwischen 33 und 136 mg/Nm³. Unterschiede zwischen den Anlagen bzw. in den Zeitreihen werden von der EVN Wärme GmbH wie folgt begründet (pers. Mitteilung der EVN Wärme GmbH):

In **Pottenstein** wurde durch Optimierung der Regelung und durch eine bessere Anlagenauslastung eine Reduktion der CO-, NO_x- und Staub-Emissionen erzielt.

Die Unterschiede im Emissionsverhalten der Anlagen **Gföhl** und **Rotheau** werden von der EVN Wärme GmbH auf den Anlagenzustand zurückgeführt: Während in Gföhl die Messung unmittelbar nach der Revision und Kesselreinigung stattfand, war die Anlage in Rotheau vor der Messung rund 3 Monate in Betrieb. Durch die vergleichsweise höhere Kesselverschmutzung liegen die Staub-Emissionswerte im typischen Bereich für Multizyklonanlagen.

Die niedrigeren Staub-Emissionswerte der Anlage in **Pyhra** werden ebenfalls der Kesselreinigung zugeschrieben.

Die anderen Emissionswerte spiegeln die typischen Schwankungen von Emissionseinzelmessungen wider.

8.2 Heizwerke mit Elektrofiltern zur Entstaubung

Die größeren Fernheizwerke (in der Regel ab einer Brennstoffwärmeleistung von > 2 MW) der EVN Wärme GmbH sind mit Elektrofiltern ausgerüstet (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12: Anlagen mit Elektrofiltern zur Entstaubung. (O₂-Gehalt: 13 %; Quelle: EVN 2004a, b).

Fernheizwerk	Leistung (in MW)	Brennstoff	Baujahr	CO (in mg/Nm ³)			NO _x (in mg/Nm ³)			Staub (in mg/Nm ³)			Kohlenwasserstoffe (in mg/Nm ³)		
				2001	2004	2008	2001	2004	2008	2001	2004	2008	2001	2004	2008
Krumbach	1,5	Rinde, Hackgut	1993	12	17	7	232	199	158	39	< 2	3	5,1	< 2	–
Civitas Nova Wr. Neustadt	5	Rinde, Hackgut	1999	40	10	83	185	215	92	16	< 3	5,8	2	< 2	2
Bruck/Leitha	4,5	Rinde, Hackgut	1999	2,5	8	125	189	224	117	1	7,2	6,5	3	2	–
	1,5	Rinde, Hackgut	1999	5	30	14	203	211	163	5	7,9	6,9	1	2	–
Allentsteig	2	Sägennebenprodukte	1998	76	33	96	208	145	115	11	5,7	< 2	9	2,3	5
	5	Rinde, Hackgut	1998	74	74	96	115	115	115	1,6	1,6	< 2	3,7	3,7	5
Zwettl	2,3	Rinde, Waldhackgut	2003	–	12	61	–	131	159	–	3,1	6	–	< 2	–

In **Krumbach** war im Jahr 2001 noch kein Elektrofilter installiert, die Reduktion der anderen Schadstoff-Emissionen ist das Ergebnis der Installation eines neuen Biomassekessels im Jahr 2002.

Das verbesserte Emissionsverhalten betreffend NO_x der Anlage **Civitas Nova Wr. Neustadt** wird von der EVN Wärme GmbH als Folge der Brennstoffumstellung von Rinde auf Hackgut gesehen.

Die Streuung der Messwerte der anderen Anlagen wird auf die Wechselwirkungen Anlagenzustand, Brennstoffqualität und Lastbedingungen zurückgeführt.

8.3 Schlussfolgerungen

Anhand der verfügbaren Daten lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Die Installation eines Elektrofilters ist bei Anlagen ab 1,5 MW Leistung seit vielen Jahren erprobt.
- Mit Elektrofiltern können Staub-Emissionswerte $< 10 \text{ mg/Nm}^3$ erreicht werden.
- Unmittelbar nach der Kesselreinigung sind auch mit Multizyklonen Emissionswerte $< 50 \text{ mg/Nm}^3$ erreichbar. Nach längerem Betrieb ohne Reinigung nähern sich die Emissionswerte wieder dem Bereich von $80\text{--}120 \text{ mg/Nm}^3$.
- Ein verkürztes Reinigungsintervall führt folglich zu deutlichen Emissionsreduktionen.
- Durch Optimierung der Regelungstechnik und der Brennstoffzufuhr sind in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle NO_x -Emissionen von $100\text{--}150 \text{ mg/Nm}^3$ erreichbar; der Wert von 200 mg/Nm^3 wird von gut eingestellten Anlagen im untersuchten Leistungsbereich ($< 10 \text{ MW}$) nicht überschritten.
- Bei gut eingestellten Anlagen können die CO-Emissionswerte im einstelligen Bereich liegen.
- Eine Erhöhung der Messhäufigkeit (bzw. bei größeren Anlagen die kontinuierliche Messung) von NO_x , Staub und CO führt zu einer häufigeren und besseren Optimierung der Regelung der Anlagen und unterstützt die Emissionsreduktion.
- Die Streuung von Emissionseinzelmessung ist im Wesentlichen auf das Zusammenwirken von Anlagenzustand, Anlagenregelung, Brennstoffqualität und Lastbedingungen zurückzuführen und kann beträchtlich sein.

9 GEFÖRDERTE ANLAGEN IM LEISTUNGSBEREICH VON 400 KW BIS 10 MW

In diesem Kapitel werden gewerbliche Biomassefeuerungsanlagen beschrieben, für die zwischen 2002 und 2007 eine Förderung aus den Mitteln der betrieblichen Umweltförderung im Inland (UFI) genehmigt und ausbezahlt wurde. Die Kommunalkredit Public Consulting GmbH (KPC) stellte dafür einen Datensatz für 193 Biomassefeuerungsanlagen zur Verfügung. Die betrachteten Anlagen wurden bis auf 7 Anlagen vor dem 1. Oktober 2007 zur Förderung beantragt, wodurch die strengeren Grenzwerte (gültig ab Antragstellung 1. Oktober 2007) nicht auf diese Projekte anzuwenden waren.⁸

Die Umweltförderung im Inland unterscheidet zwischen drei verschiedenen förderbaren Projektarten⁹:

- Biomasse-Einzelanlagen: Automatisch beschickte Biomassefeuerungsanlagen und Stückholzkessel in Zentralheizungssystemen und Mikronetze zur kleinräumigen bzw. innerbetrieblichen Wärmeversorgung.
- Biomasse-Nahwärme: Heizzentrale inklusive Wärmeverteilnetz zur großräumigen Wärmeversorgung.
- Biomasse-Kraft-Wärme-Kopplung: Anlagen zur kombinierten Strom- und Wärme-Erzeugung ggf. inklusive Wärmeverteilnetz.

9.1 Geförderte Anlagen nach Größe

Die Anlagen wurden zum Zwecke der Untersuchung hinsichtlich ihrer Brennstoffwärmeleistung in verschiedene Leistungsklassen unterteilt. Diese Unterteilung orientierte sich an der Feuerungsanlagenverordnung (FAV) bzw. an den UFI-Förderkriterien, wobei die Leistungsgrenzen jeweils den unteren Klassen zugeordnet werden. Hier ist jedoch zu beachten, dass sich die Klasseneinteilung in der FAV auf die Brennstoffwärmeleistung (BWL) der Feuerungsanlage (welche aus mehreren Einzelanlagen bestehen kann) bezieht, während die UFI-Förderkriterien auf die Nennleistung der Feuerungsanlage abzielen. Da die meisten Feuerungsanlagen auf runde Nennleistungen (z. B. 500 oder 1.000 kW) ausgelegt werden und die BWL um ca. 15 % (abhängig vom Wirkungsgrad) höher ist, fallen viele Anlagen bezüglich der UFI-Förderung in eine im Vergleich zur FAV niedrigere Kategorie.

Aus Abbildung 15 ist ersichtlich, dass rund drei Viertel der ausgewerteten Anlagen im Leistungsbereich 0,4–2 MW liegen.

⁸ Aufgrund der teilweise langen Umsetzungszeiträume der Projekte und der damit bedingten langen Zeitspanne zwischen Projektantragstellung bei der KPC und der Projektabrechnung, sind Emissionsdaten für Anlagen, die den strengeren Emissionsgrenzwerten der UFI unterliegen, erst Ende des Jahres 2009 zu erwarten.

⁹ Seit 1. Oktober 2009 wird die Anlagenkategorie „Biomasse-Mikronetze“ aus der Kategorie Biomasse-Einzelanlagen herausgelöst und als eigene Anlagenkategorie geführt.

Hinsichtlich der Gesamt-Brennstoffwärmeleistung spielen jedoch die großen Anlagen die dominierende Rolle: So haben alleine die zwölf Anlagen > 10 MW eine summierte Brennstoffwärmeleistung von 262 MW (45 % der untersuchten Kapazität), die Anlagen im Leistungsbereich 5–10 MW repräsentieren rund 20 % der gesamten Brennstoffwärmeleistung, die verbleibende Kapazität teilt sich nahezu gleich auf die anderen Kategorien auf.

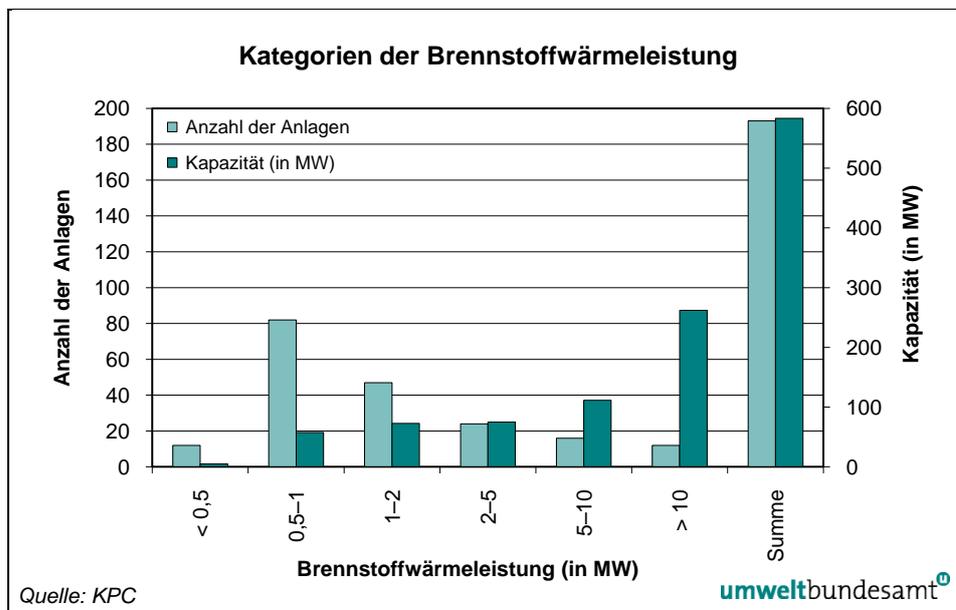


Abbildung 15: Brennstoffwärmeleistung und summierte Brennstoffwärmeleistung, 2002–2007.

Die weiteren Untersuchungen beschränken sich auf die Anlagenkategorien von 0,4–10 MW. In diesem Bereich sind 181 Anlagen mit einer summierten Brennstoffwärmeleistung von 321 MW enthalten.

9.2 Emissionsgrenzwerte in Bescheiden

Die Emissionsgrenzwerte und die Emissionen sind auf einen Sauerstoffgehalt von 13 % bezogen.

9.2.1 Staub

Abbildung 16 gibt einen Überblick der vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerte für Staub.

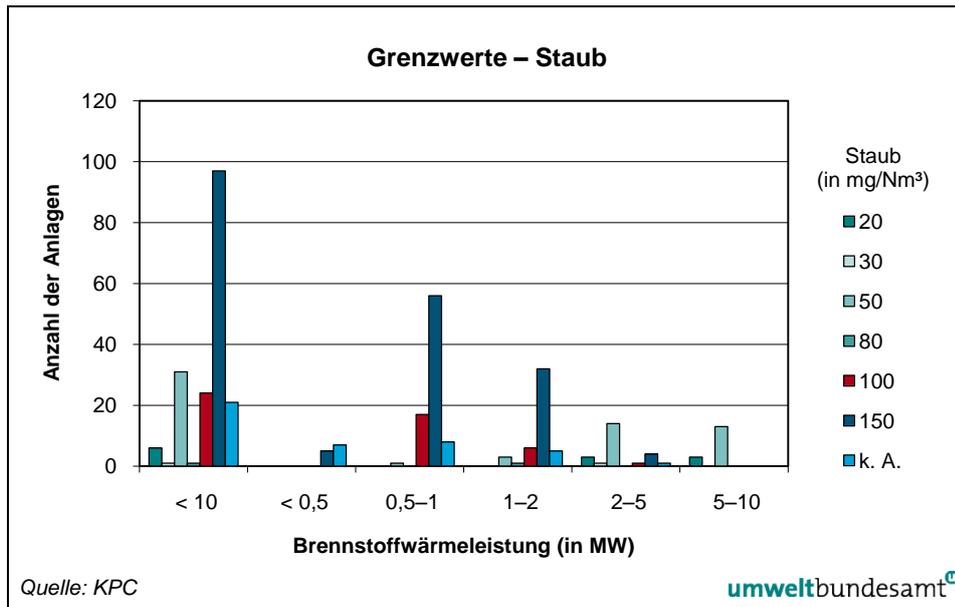


Abbildung 16: Staub-Grenzwerte lt. Bescheid, 2002–2007.

Für fünf Anlagen im **Leistungsbereich von 0,4–0,5 MW** gilt der in der FAV bzw. der LRV-K verordnete Emissionsgrenzwert von 150 mg Staub/Nm³. Für sieben Anlagen in diesem Leistungsbereich wurden keine Angaben zum behördlich vorgeschriebenen Grenzwert übermittelt.

Im **Leistungsbereich 0,5–1 MW** haben 18 von 82 Anlagen einen strengeren Staub-Grenzwert als die in der FAV/LRV-K vorgesehenen 150 mg/Nm³ – in den meisten Fällen 100 mg/Nm³. Eine Anlage ist mit 50 mg/Nm³ begrenzt (Anmerkung: die neuen Emissionsgrenzwerte der UFI sehen für Förderungsanträge in diesem Leistungsbereich ab dem 1. Oktober 2007 einen Grenzwert von 75 mg/Nm³ vor; siehe Kapitel 3.1)

Auch für Anlagen im **Leistungsbereich 1–2 MW** (47 untersuchte Anlagen) wurde in der Regel der Emissionsgrenzwert aus der FAV/LRV-K von 150 mg/Nm³ in den Bescheiden übernommen. In Summe sieben Anlagen haben Grenzwerte von 80 bzw. 100 mg/Nm³, drei von 50 mg/Nm³ (neue Emissionsgrenzwerte der UFI für Förderungsanträge ab dem 1. Oktober 2007: 50 mg/Nm³; siehe Kapitel 3.1). Für den Bereich **2–5 MW Brennstoffwärmeleistung** (24 untersuchte Anlagen) galt in der FAV bis zum 31. Dezember 2001 ein Emissionsgrenzwert von 100 mg/Nm³, danach wurde dieser Wert auf 50 mg/Nm³ reduziert (Laut LRV-K gilt dieser Wert bereits ab 1997). Alle untersuchten Anlagen in diesem Leistungsbereich setzen Waldhackgut, Sägerestholz und/oder Rinde als Brennstoffe ein. Für 14 Anlagen dieser Leistungsklasse wurde der niedrigere Grenzwert gemäß Feuerungsanlagenverordnung vorgeschrieben. Eine Anlage muss 30 mg/Nm³ (Brennstoff: Biertreber) und drei Anlagen müssen 20 mg/Nm³ einhalten (neue Emissionsgrenzwerte der UFI für Förderungsanträge ab dem 1. Oktober 2007: 20 mg/Nm³; siehe Kapitel 3.1). Für vier Projekte dieser Leistungsklasse wurde ein Grenzwert von 150 mg Staub/Nm³ vorgeschrieben, nähere Details dazu sind nicht bekannt.

Im **Leistungsbereich 5–10 MW** (16 untersuchte Anlagen) müssen die meisten Anlagen den Grenzwert der FAV/der LRV-K von 50 mg/Nm³ einhalten, drei werden mit einem Grenzwert von 20 mg/Nm³ betrieben, davon zwei KWK-

Anlagen am selben Standort (letztere bilden unter Umständen eine Dampfkesselanlage; neue Emissionsgrenzwerte der UFI für Förderungsanträge ab dem 1. Oktober 2007: 10 mg/Nm³; siehe Kapitel 3.1)

9.2.2 Stickoxide

Abbildung 17 gibt einen Überblick der vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerte für NO_x.

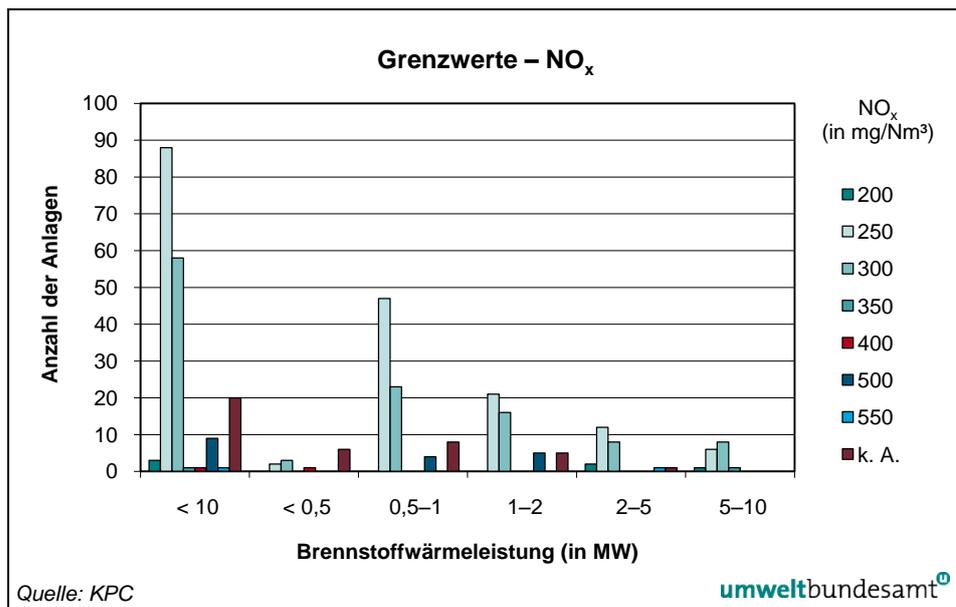


Abbildung 17: NO_x-Grenzwerte lt. Bescheid, 2002–2007.

Für die weitaus meisten Anlagen im untersuchten Leistungsbereich bis 10 MW wurden NO_x-Grenzwerte von 250 bzw. 300 mg/Nm³ vorgeschrieben. Diese entsprechen den Grenzwerten der FAV bzw. der LRV-K.

Drei Anlagen – bestimmt für den Einsatz von Sägerestholz und/oder Waldhackgut – müssen einen strengeren Grenzwert (200 mg/Nm³) einhalten, als in der FAV/der LRV-K für naturbelassenes Holz festgelegt ist (200 mg/Nm³ entsprechen den neuen Emissionsgrenzwerten der UFI für Förderungsanträge ab dem 1. Oktober 2007; siehe Kapitel 3.1).

Besonders hervorzuheben sind noch eine Holzvergaser-KWK (< 0,5 MW) mit einem Grenzwert von 400 mg/Nm³, sowie insgesamt neun Anlagen der Leistungsklassen 0,5–1 MW bzw. 1–2 MW mit einem Grenzwert von 500 mg/Nm³. Dieser Wert entspricht dem in der FAV/der LRV-K festgelegten Grenzwert für den Einsatz von schwermetall- und halogenverbindungsfreien Resten von Holzwerkstoffen oder Holzbauteilen. Im Unterschied dazu werden bei sieben der neun Anlagen Hackschnitzel und bei je einer Waldhackgut bzw. Sägerestholz als Einsatzstoffe angegeben.

Die Anlage mit dem höchsten bescheidmäßig genehmigten Grenzwert (550 mg/Nm³) ist die einzige untersuchte Anlage, die Birtreber als Brennstoff einsetzt.

9.2.3 Kohlenmonoxid

Abbildung 18 gibt einen Überblick der vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerte für CO.

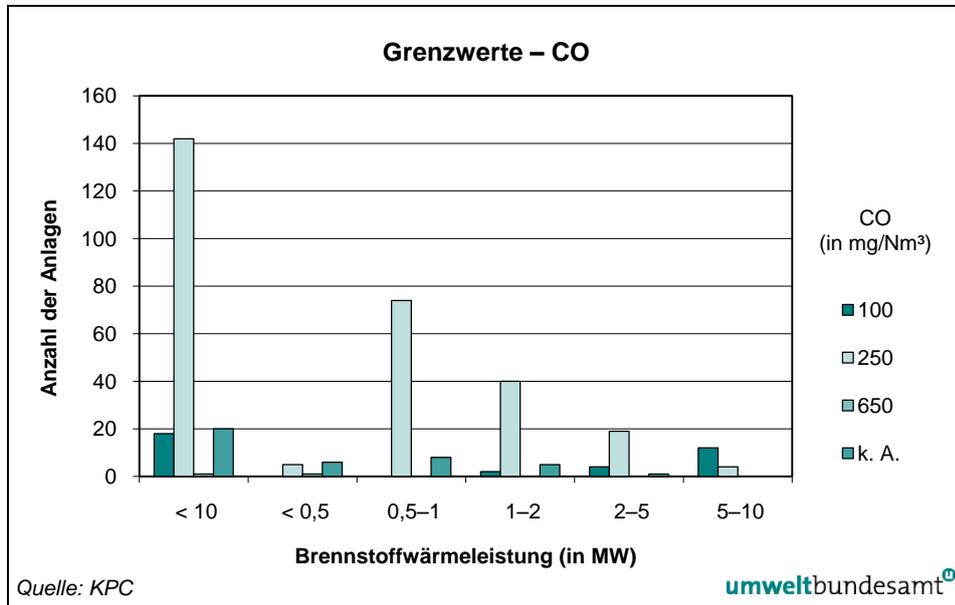


Abbildung 18: CO-Grenzwerte lt. Bescheid, 2002–2007.

Für Anlagen zwischen 350 kW und 5 MW gilt laut FAV ein CO-Grenzwert von 250 mg/Nm³ (dieser Grenzwert gilt für Dampfkesselanlagen laut LRV-K bereits ab 100 kW), für Anlagen größer als 5 MW ist sowohl in der FAV als auch in der LRV-K ein Grenzwert von 100 mg/Nm³ festgelegt.

In den meisten Fällen (78 %) wurde ein CO-Grenzwert von 250 mg/Nm³ in den Bescheid übernommen.

In den Leistungsklassen zwischen 1 und 5 MW müssen insgesamt sechs Anlagen den strengeren Grenzwert von 100 mg CO/Nm³ einhalten. In der Klasse 5–10 MW (16 untersuchte Anlagen) wurde einem Viertel der Anlagen im Bescheid mit 250 mg CO/Nm³ der bundesweit gültige Grenzwert für Anlagen mit niedrigerer Brennstoffwärmeleistung vorgeschrieben. Alle diese Anlagen haben eine Nennleistung von max. 5 MW, als Brennstoffe werden Waldhackgut, Hackschnitzel bzw. Biomasse angegeben.

9.2.4 Organische Verbindungen

Abbildung 19 gibt einen Überblick der vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerte für gasförmige organische Verbindungen.

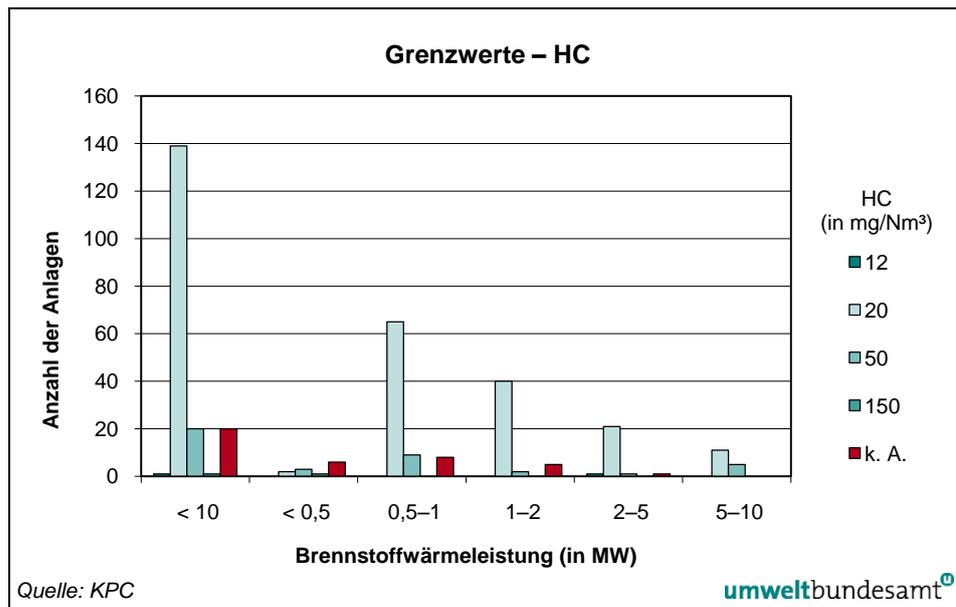


Abbildung 19: HC-Grenzwerte lt. Bescheid, 2002–2007.

Laut FAV gilt für Feuerungsanlagen größer als 350 kW Brennstoffwärmeleistung und somit für alle betrachteten Anlagen ein Grenzwert von 20 mg/Nm³. Für Dampfkessel > 0,1 MW gilt gemäß LRV-K ein Grenzwert von 50 mg/Nm³. Daher werden die einzelnen Leistungsbereiche hier nicht getrennt betrachtet.

In den meisten Fällen (77 %) wurde ein Grenzwert von 20 mg/Nm³ in den Bescheid übernommen.

20 Anlagen dürfen lt. Bescheid max. 50 mg/Nm³ emittieren, es dürfte sich daher um Dampfkesselanlagen handeln. Die mit Birtreibern befeuerte Anlage muss mit 12 mg/Nm³ einen vergleichsweise strengen Grenzwert einhalten.

9.3 Emissionen in die Luft

Bei den in weiterer Folge untersuchten Emissionsdaten handelt es sich um die Ergebnisse von Einzelmessungen.

9.3.1 Beurteilung von Emissionseinzelmessungen

Die Ergebnisse von Emissionseinzelmessungen werden v. a. beeinflusst

- von den angewendeten Messverfahren,
- von der Anordnung der Messstellen,
- vom Verschmutzungsgrad des Rauchgasweges,
- vom Verschmutzungsgrad des Kessels,
- von der Einstellung der Brennstoffzufuhr,
- von der Einstellung der Luftzufuhr,
- von der Qualität des Brennstoffes,

- von den Lastbedingungen,
- von der Dichtheit des Rauchgasweges,
- vom allgemeinen Anlagenzustand.

Wird die Emissionseinzelmessung an einem gewarteten und gereinigten Kessel unmittelbar nach der Revision oder bei der Inbetriebnahme durchgeführt, sind die gemessenen Emissionswerte niedriger als nach längerem Betrieb der Anlage. Die Beurteilung des Emissionsverhaltens einer Anlage setzt daher die Kenntnis oben erwähnter Parameter voraus.

9.3.2 Staub

Volllastbetrieb

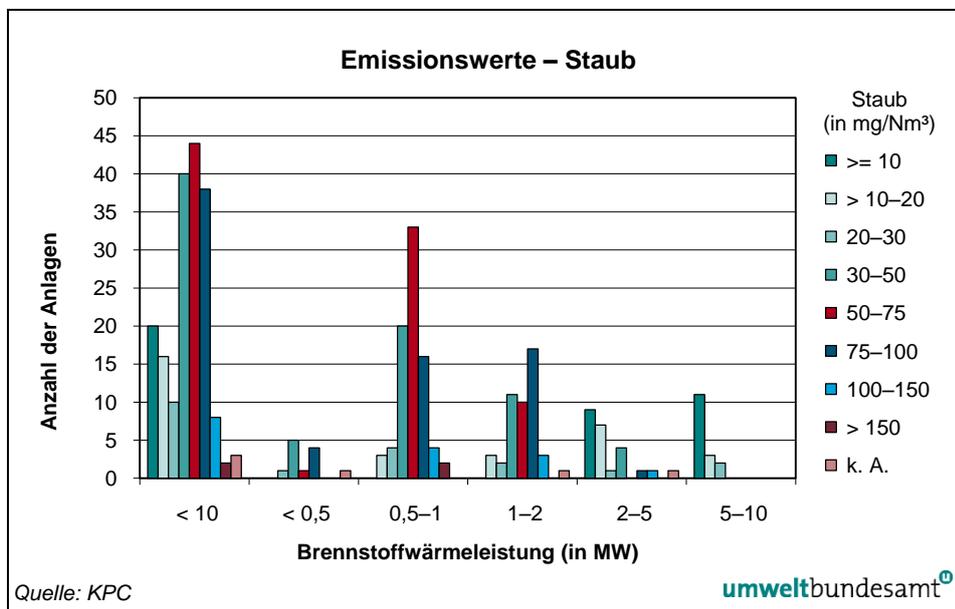


Abbildung 20: Staubemissionen im Volllastbetrieb, 2002–2007.

Alle 12 untersuchten Anlagen im Leistungsbereich von **0,4–0,5 MW** unterschreiten den FAV-Grenzwert von 150 mg/Nm³ deutlich, die Hälfte von ihnen liegt auch unter 50 mg/Nm³.

Aus dem Datenpool kann in dieser Leistungsklasse kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Entstaubungstechnologie und den gemessenen Emissionen abgeleitet werden, da nicht alle Betreiber Angaben dazu gemacht haben. Bei vier Anlagen wird ein Multizyklon eingesetzt, bei je einer eine interne Entstaubung¹⁰ bzw. ein Rauchgaswäscher. Die beiden Pelletskessel in diesem Leistungsbereich emittieren 68 bzw. 88 mg/Nm³.

¹⁰ Dabei erfolgt die Entstaubung im Kessel, z. B. durch Einbau von Wirbulatoren in den Abgaszug, ohne dass eine separate Entstaubungstechnologie wie E-Filter oder Zyklon nachgeschaltet wird.

Im **Leistungsbereich 0,5–1 MW** wird bei 59 Anlagen ein Zyklon eingesetzt (Durchschnittskonzentration 70 mg/Nm³), bei 17 eine interne Entstaubung (Durchschnitt 61 mg/Nm³) und bei einer Anlage eine Wärmerückgewinnung. Alle sieben mit Pellets befeuerten Anlagen emittieren zwischen 30 und 60 mg/Nm³ unabhängig von der Entstaubungstechnologie.

Im **Leistungsbereich 1–2 MW** ist die Verteilung ähnlich wie im Leistungsbereich 0,5–1 MW. Drei Anlagen emittieren mehr als 100 mg/Nm³. 16 von 47 Anlagen, darunter die beiden pelletsbefeuerten Anlagen, liegen unter dem neuen UFI-Grenzwert von 50 mg/Nm³. Die beiden Rindenkessel emittieren 17 bzw. 89 mg/Nm³, der mit Hobelspänen befeuerte Kessel 92 mg/Nm³. Drei Anlagen reinigen die Abgase durch interne Entstaubung, die übrigen durch einen Multi-zyklon (Fliehkraftabscheider).

Bei den **Anlagen von 2–5 MW** halten zwei Drittel der Anlagen den seit 1. Oktober 2007 geltenden UFI-Grenzwert von 20 mg/Nm³ ein (Anmerkung: Die Anlagen wurden vor dem Stichtag 1. Oktober 2007 zur Förderung beantragt, wodurch die neuen strengeren Grenzwerte nicht anzuwenden waren). Davon setzten 13 von 14 Anlagen einen E-Filter zur Entstaubung ein. Drei weitere Anlagen erfüllen bereits den neuen UFI-Grenzwert, da ihre Nennleistung bei max. 2 MW liegt. Etwas mehr als ein Drittel liegt auch unter 10 mg/Nm³, die besten drei bei 2 bzw. 3 mg/Nm³.

Im **Leistungsbereich 5–10 MW** setzen 11 Anlagen einen E-Filter zur Rauchgasreinigung ein, tlw. in Kombination mit einem Multizyklon. Die Emissionen liegen in diesen Fällen unter 10 mg/Nm³.

Teillastbetrieb

Bei 142 Anlagen konnte eine Auswertung der Emissionen im Teillastbetrieb durchgeführt werden. In rund 80 % der Fälle sind die Emissionen im Teillastbetrieb geringer als unter Vollastbedingungen.

9.3.3 Stickoxide

Volllastbetrieb

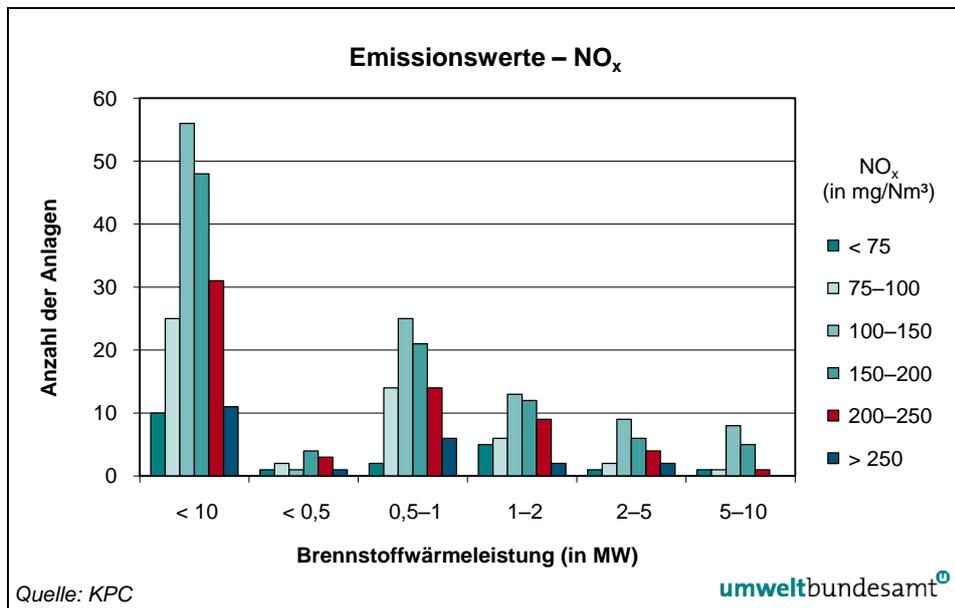


Abbildung 21: NO_x-Emissionen im Volllastbetrieb, 2002–2007.

Ein Pelletskessel im Leistungsbereich von **0,4–0,5 MW** hat NO_x-Emissionen von nur 51 mg/Nm³. Zwei weitere Anlagen liegen unter 100 mg/Nm³, der Großteil jedoch zwischen 150 und 250 mg/Nm³. Die höchsten NO_x-Emissionen weist ein Holzvergaser auf KWK-Basis auf. Auch dieser hält mit 337 mg NO_x/Nm³ den Grenzwert im Bescheid (400 mg/Nm³) ein.

In der Leistungsklasse von **0,5–1 MW** haben 16 Anlagen NO_x-Emissionen bis 100 mg/Nm³, darunter befinden sich sechs von sieben mit Holzpellets befeuerte Kessel. Sechs Anlagen haben Emissionen über 250 mg/Nm³.

Die Anlagen mit den niedrigsten NO_x-Emissionen befinden sich in der Leistungsklasse von **1–2 MW**. Diese Anlagen weisen Emissionen von 17, 34 bzw. 52 mg/Nm³ auf und werden mit Rinde, Hackschnitzel bzw. Sägerestholz befeuert. Acht weitere Anlagen emittieren weniger als 100 mg/Nm³, darunter befindet sich ein Pelletskessel. Ein weiterer Pelletskessel sowie ein mit Hobelspänen befeuerter Kessel emittieren etwas über 100 mg/Nm³, der zweite Rindenkessel in diesem Leistungsbereich 191 mg/Nm³. Die übrigen liegen zum überwiegenden Teil im Bereich von 100 bis 250 mg/Nm³.

Im **Leistungsbereich 2–5 MW** haben drei Anlagen Emissionen < 100 mg/Nm³, davon eine nur 58 mg/Nm³. Beinahe alle übrigen emittieren zwischen 100 und 250 mg/Nm³.

Von den 16 Anlagen zwischen **5 und 10 MW** hat eine sägerestholzbefeuerte Anlage mit 69 mg/Nm³ die niedrigsten Emissionen. Der überwiegende Teil emittiert jedoch im Bereich von 100 bis 200 mg/Nm³, darunter ein Kessel, der laut Angaben ausschließlich mit Rinde befeuert wird (161 mg/Nm³). Eine Anlage emittiert mehr als 200 mg/Nm³.

Teillastbetrieb

Da sich die NO_x- und CO-Emissionen wechselseitig beeinflussen und sich kein signifikanter Unterschied zwischen Teillast- und Vollastbedingungen erkennen ließ, wurde von einer detaillierten Untersuchung abgesehen.

9.3.4 Kohlenmonoxid

Vollastbetrieb

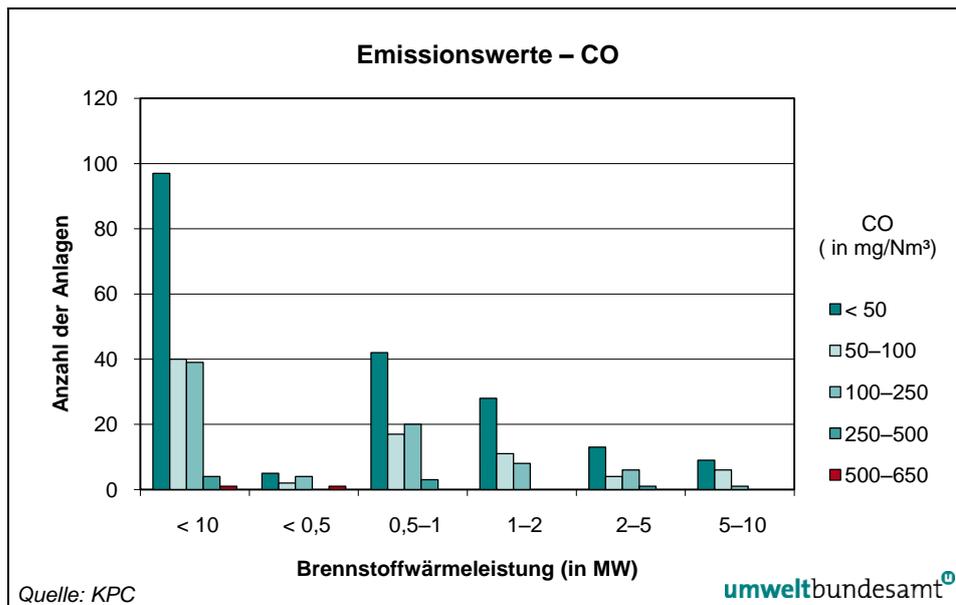


Abbildung 22: CO-Emissionen im Vollastbetrieb, 2002–2007.

In der kleinsten untersuchten Leistungsklasse emittieren die meisten Anlagen weniger als 200 mg/Nm³, die besten vier Anlagen kommen auf 15 mg/Nm³.

Im **Leistungsbereich von 0,5–1 MW** liegen knapp mehr als die Hälfte unter 50 mg/Nm³, darunter acht Anlagen unter 10 mg/Nm³.

Die Anlagen zwischen **1–2 MW** emittieren alle weniger als 250 mg/Nm³, davon vier mehr als 15 mg/Nm³. Die besten fünf Anlagen liegen unter 10 mg/Nm³, darunter beide Pelletskessel dieser Leistungskategorie und eine mit Rinde befeuerte Anlage. Der mit Hobelspänen befeuerte Kessel emittiert 213 mg/Nm³.

Bei den Anlagen im Leistungsbereich zwischen **2 und 5 MW** ist die Streuung der Emissionswerte ähnlich wie in den anderen betrachteten Leistungsklassen. Drei Kessel emittieren weniger als 10 mg/Nm³.

Für Holzfeuerungsanlagen **5–10 MW** gilt ein Grenzwert von 100 mg/Nm³. Die beste Anlage emittiert 6 mg/Nm³, der Rindenkessel 14 mg/Nm³.

Teillastbetrieb

Da sich die NO_x- und CO-Emissionen wechselseitig beeinflussen und sich kein signifikanter Unterschied zwischen Teillast- und Vollastbedingungen erkennen ließ, wurde von einer detaillierten Untersuchung abgesehen.

9.3.5 Organische Verbindungen

Volllastbetrieb

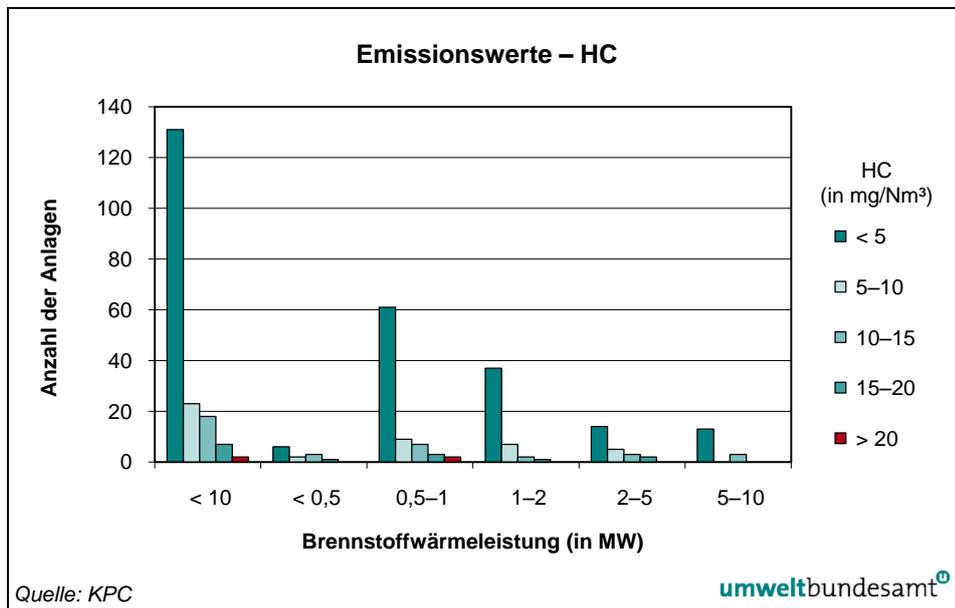


Abbildung 23: HC-Emissionen im Volllastbetrieb, 2002–2007.

Die Kessel mit einer BWL von max. 0,5 MW emittieren zwischen 1 und 18 mg/Nm³, die Hälfte der Anlagen emittieren weniger als 5 mg/Nm³.

In den Kategorien von **0,5–10 MW** emittieren drei Viertel der Anlagen 5 mg/Nm³ oder weniger, wobei die besten Kessel jeweils bei 1 oder 2 mg/Nm³ liegen.

Teillastbetrieb

Bezüglich organischer Verbindungen war kein Unterschied im Emissionsverhalten erkennbar.

9.4 Förderbare Anlagentypen

Das Programm Umweltförderung im Inland (UFI) unterscheidet drei förderbare Anlagenarten¹¹:

- Biomasse-Einzelanlagen
- Biomasse-Nahwärme
- Biomasse-Kraft-Wärme-Kopplung

Beim Großteil der geförderten Projekte handelt es sich um **Biomasse-Einzelanlagen**, die als Zentralheizung ein Objekt oder in Form von Mikronetzen kleinräumig mehrere Objekte versorgen. Aufgrund des in der Regel geringeren

¹¹ Seit 1. Oktober 2009 wird die Anlagenkategorie „Biomasse-Mikronetze“ aus der Kategorie Biomasse-Einzelanlagen herausgelöst und als eigene Anlagenkategorie geführt.

Wärmebedarfs des versorgten Objekts bzw. der versorgten Objekte dominiert dieser Anlagentyp v. a. in den Gruppen mit kleinerer Brennstoffwärmeleistung (Anteil in den Leistungsklassen unter 2 MW: jeweils rund 75 %). In den Klassen zwischen zwei und 10 MW wird ca. ein Viertel der geförderten Anlagen in Form von Zentralheizungen bzw. Mikronetzen errichtet. Bei den Anlagen über 10 MW wurde keine derartige Anlage umgesetzt.

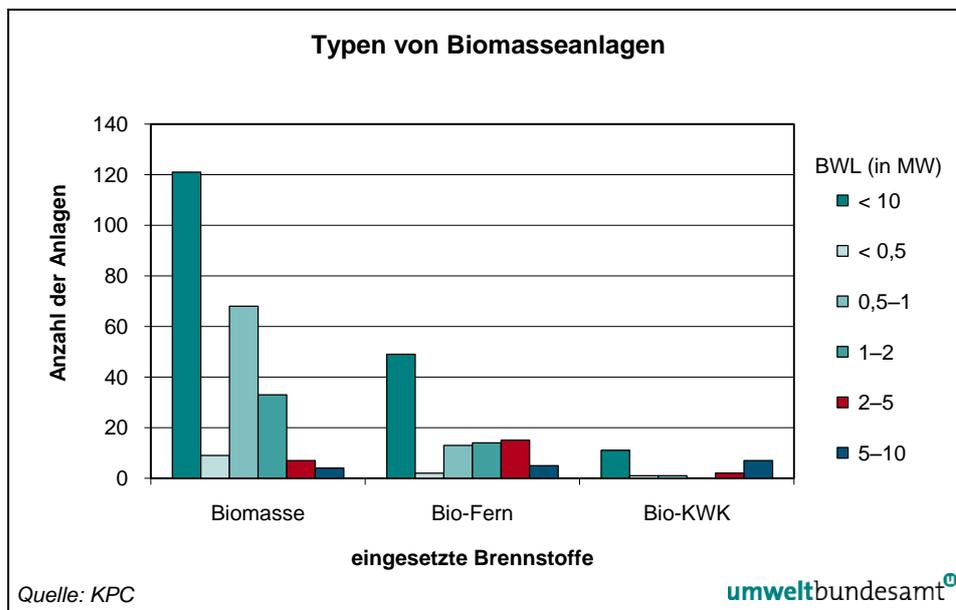


Abbildung 24: Überblick über geförderte Anlagentypen (Biomasse-Einzelanlagen, Bio-Fernwärmanlagen, Biomasse KWK-Anlagen), 2002–2007.

Die **Biomasse-Fernwärmeprojekte** dominieren in der Klasse 2–5 MW mit einem Anteil an den geförderten Projekten von über 60 %. Zu höheren und niedrigeren Brennstoffwärmeleistungen hin ist der Anteil stark abnehmend, so dass unter 0,5 MW nur zwei bzw. eines von jeweils zwölf geförderten Projekten unter diese Kategorie fällt.

Biomasse-KWK-Anlagen können sowohl der Eigenversorgung dienen als auch netzgekoppelt ausgeführt werden. Projekte dieser Art werden derzeit aus Kostengründen selten im kleinen Leistungsbereich errichtet. Nur zwei Anlagen mit einer Brennstoffwärmeleistung unter 2 MW wurden gefördert. Die meisten der elf geförderten Projekte im Bereich bis 10 MW liegen in der Brennstoffwärmeleistungsklasse 5–10 MW, weitere elf Anlagen über 10 MW gehören zu dieser Kategorie.

Von den gesamt 22 KWK-Anlagen stellten eine Anlage 2002, elf Anlagen 2003, acht Anlagen 2004 und zwei Anlagen 2005 den Förderungsantrag bei der KPC. Die Konzentration auf die beiden Jahre 2003 und 2004 ist darauf zurückzuführen, dass nur Anlagen, denen die für die Errichtung notwendigen Genehmigungen in den Jahren 2003 und 2004 erteilt worden sind, unter das Förderregime des Ökostromgesetzes 2002 und der dazugehörigen Verordnung fallen. In den Folgejahren herrschten keine für die Anlagenbetreiber attraktiven Einspeisebedingungen mehr, sodass nur mehr sehr wenige Biomasse-KWK-Anlagen errichtet wurden.

9.5 Geförderte Anlagen nach Branchen

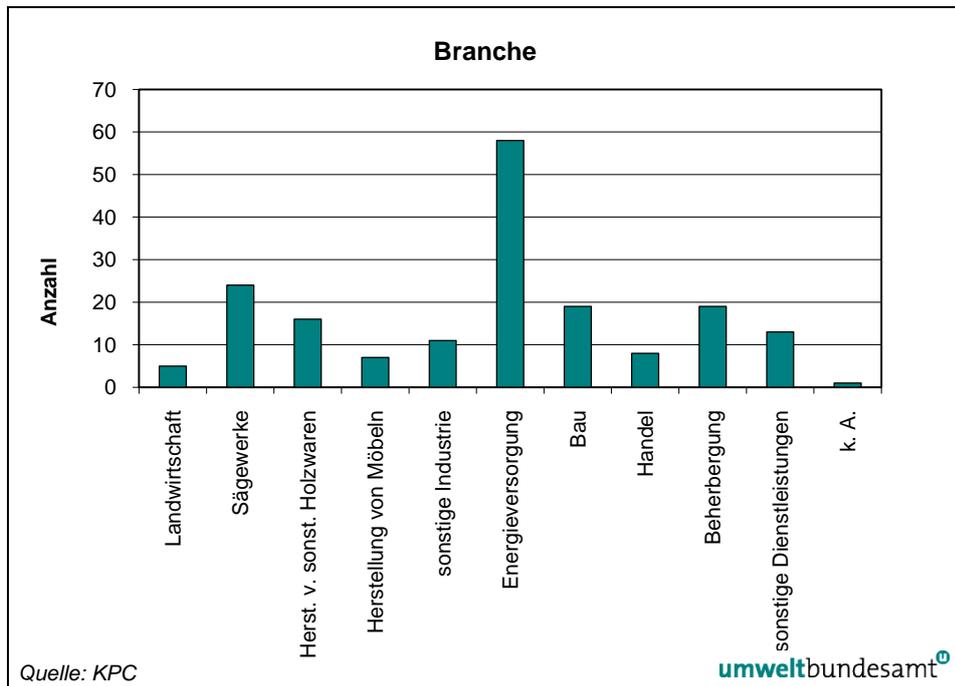


Abbildung 25: Geförderte Biomasseanlagen nach Branchen, 2002–2007.

Abbildung 25 zeigt die Verteilung der betrachteten Anlagen auf verschiedene Branchen. Die meisten Anlagen (knapp 60) wurden von Energieversorgern errichtet, davon sind zwei Drittel der größeren Projekte den Leistungsbereichen 2–5 und 5–10 MW zuzuordnen. Abgesehen von einer Anlage eines Sägewerks fallen bis zu einer BWL von 10 MW alle KWK-Anlagen sowie der Großteil der Fernwärmeprojekte in die Branche Energieversorgung. Möglicherweise sind darunter jedoch Anlagen von Industriebetrieben, die die Energieversorgung an externe Betreiber ausgelagert haben.

Neben der Energieversorgung spielen die Branchen Sägewerke (24 Anlagen), Bau und Beherbergung (jeweils 19 Anlagen) eine große Rolle bei den errichteten Biomasseanlagen. In der Branche Beherbergung wurden ausschließlich Projekte < 1 MW umgesetzt.

Darüber hinaus wurden nur in den Branchen Herstellung von sonstigen Holzwaren, Handel und Herstellung von Möbeln mehr als fünf Biomasseanlagen errichtet. Die übrigen Projekte verteilen sich auf sonstige Industrie- und Dienstleistungsbranchen sowie auf die Landwirtschaft.

9.6 Geförderte Anlagen nach Brennstoffen

Aufgrund der uneinheitlichen Angaben der Betreiber zu den eingesetzten Brennstoffen ist es nicht möglich, alle Anlagen, die die Brennstoffe Waldhackgut, Sägerestholz bzw. Rinde einsetzen, vollständig zu erfassen. Darüber hinaus werden in vielen Anlagen mehrere verschiedene Brennstoffe eingesetzt. Daher wurden lediglich die Betriebe, in denen andere biogene Brennstoffe sowie ausschließlich Rinde eingesetzt werden, getrennt ausgewiesen und die übrigen in der Kategorie „Waldhackgut, Sägerestholz, Rinde“ zusammengefasst.

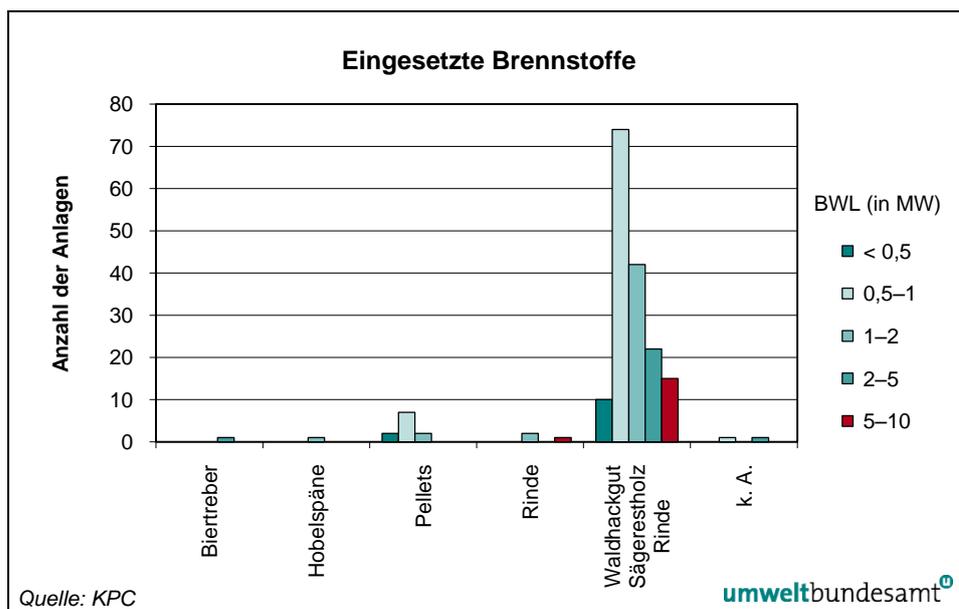


Abbildung 26: In geförderten Biomasseanlagen eingesetzte Brennstoffe, 2002–2007.

Abbildung 26 zeigt die Verteilung auf die in den betrachteten Anlagen eingesetzten Brennstoffe. Naturgemäß entfällt der Großteil auf die Sammelkategorie „Waldhackgut, Sägerestholz, Rinde“. Daneben sind nur die Pelletsanlagen zahlenmäßig von Bedeutung, jedoch nur bis zu einer Brennstoffwärmeleistung von 2 MW – die größte Anlage hat eine BWL von 1,8 MW. Die meisten Pelletsfeuerungsanlagen werden im Dienstleistungsbereich errichtet, eine von einem Industriebetrieb und eine im Landwirtschaftsbereich.

In zwei Anlagen (sowie in einer > 10 MW) wird ausschließlich Rinde als Brennstoff eingesetzt, in je einer Anlage Hobelspäne bzw. Birtreber.

9.7 Geförderte Anlagen nach Bundesländern

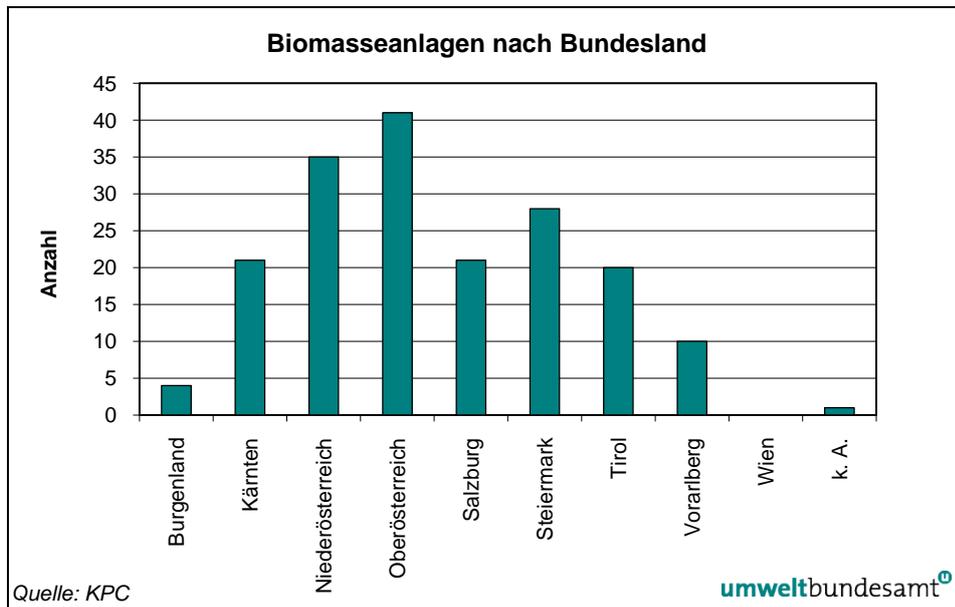


Abbildung 27: Geförderte Biomasseanlagen nach Bundesländern, 2002–2007.

Die Aufteilung auf die Bundesländer entspricht in etwa den Flächenverhältnissen der Bundesländer. In den flächenmäßig größten Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark wurden auch die meisten Biomassefeuerungsanlagen errichtet. Die überproportional große Anzahl an Anlagen in Salzburg, Tirol und Kärnten ist darauf zurückzuführen, dass in diesen Bundesländern viele Anlagen in Hotelleriebetrieben gefördert wurden. In Wien gab es unter den untersuchten Anlagen kein einziges realisiertes Projekt.

9.8 Geförderte Anlagen nach Herstellern

Zwei Hersteller haben in Summe die Feuerungsanlagen für 83 von 181 betrachteten Projekten geliefert, drei weitere jeweils zwischen 15 und 20 Anlagen. Diese fünf haben einen Anteil von gesamt 87 %. Insgesamt haben 22 Hersteller Feuerungsanlagen abgesetzt, die meisten davon jedoch nur eine oder sehr wenige. Tabelle 13 und Tabelle 14 geben einen Überblick der häufigsten am österreichischen Markt vertretenen Anlagenhersteller.

Es ist eindeutig die Spezialisierung der meisten Hersteller auf mehr oder weniger große Leistungsbereiche erkennbar. So konzentriert sich z. B. ein Hersteller auf den Leistungsbereich von 0,5 MW bis max. 2 MW und ein weiterer auf Anlagengrößen von 1–10 MW.

Tabelle 13: Hersteller von Biomasseanlagen, Leistungsbereich ab 400 kW (Auswahl).

Hersteller Biomasseanlagen	Leistungsbereich	Webpage
Agro Forst & Energietechnik GmbH	200 kW–10 MW	http://www.agro-ft.at/
Aldavia	500 kW–30 MW	http://www.aldavia.com/
Austrian Energy and Environment	> 1 MW	www.aee.vatech.co.at
Binder	bis 20 MW	http://www.binder-gmbh.at/
Biokompakt Heiztechnik	bis 400 kW	http://www.biokompakt.com/
Endress	bis 1.100 kW	http://www.endress-feuerungen.de/
Fröling	bis 1.000 kW	http://www.froeling.com/
Gilles	bis 5.000 kW	http://www.gilles.at/
Heftberger Systemenergie	alle Bereiche	–
Köb	bis 1.250 kW	http://www.koeb-holzfeuerungen.com
Kohlbach	400 kW–10 MW	http://www.kohlbach.at
Kurri	> 1 MW	http://www.kurri.com
Ligno Heizsysteme GmbH	bis 1.100 kW	http://ligno.at
MAWERA	bis 13 MW	http://www.mawera.at
Pandis GmbH	> 1 MW	–
Polytechnik GmbH & CoKG	> 1 MW	http://www.polytechnik.com
Schmid Holzfeuerungen GmbH	bis 25 MW	http://www.holzfeuerung.ch/
Urbas Maschinenfabrik GmbH	> 1 MW	http://www.urbas.at/

Tabelle 14: Hersteller von Biomasseanlagen bis 400 kW (Auswahl).

Hersteller Biomasseanlagen	Leistungsbereich	Webpage
ARCA	2–100 kW	http://www.arca-heizkessel.de
ATMOS	15–49 kW	http://www.atmos.cz/
BAXI	bis 50 kW	–
Biogen GmbH	Haushalt	–
Biotech	bis 100 kW	http://www.pelletsworld.com/
Bösch	bis 150 kW (Holz)	http://www.boesch.at/
Buderus	< 100 kW	http://www.buderus.at/
Calimax	bis 10 kW	http://www.calimax.com/de-pelletofen.shtml
Eder	bis 30 kW	http://eder.leisach.com
EN-Tech Energietechnikproduktion GmbH	bis 70 kW	http://www.en-tech.at/
ETA Heiztechnik	bis 200 kW	http://www.eta.co.at/
EVOTHERM	bis 190 kW	http://www.evotherm.at/heizanlagen.html
Extraflame	bis 10 kW	http://www.lanordica-extraflame.com
Guntamatic	bis 100 kW	http://www.guntamatic.com/produkte.htm
Haas+Sohn Ofentechnik GmbH	< 15 kW	http://www.haassohn.com/
Hafnertec	< 15 kW	http://www.hafnertec.com/
Hafner Umwelanlagenbau GmbH	Produktion in Bozen	www.desa.at
Hager Energietechnik GmbH	Haushalt	–

Hersteller Biomasseanlagen	Leistungsbereich	Webpage
Hargassner	bis 100 kW	http://www.hargassner.at/heiztechnik.htm
HDG Bavaria	bis 25 kW	http://www.hdg-bavaria.com/
Heitzmann	< 100 kW	http://www.heitzmann.ch/
Heizomat	bis 200 kW	http://www.heizomat.at
Herz	bis 65 kW	http://www.herz-feuerung.com/
Hoval	bis 50 kW (Holz, Pellets, ...)	http://www.hoval.at
Künzel	bis 15 kW	http://www.kuenzel.de/
KWB (bzw. Kierer)	bis 300 kW	http://www.kwb.at
Lindner & Sommerauer	bis 150 kW	http://www.sl-heizung.at/
Lohberger	bis 25 kW	http://www.lohberger.com/
Manglberger	Haushalt	http://www.manglberger.at
ÖkoFEN	bis 220 kW	http://www.pelletsheizung.at
Olymp-OEM-Werke GmbH	Haushalt	http://www.olymp.at
Passat Energi	bis 90 kW	http://www.passat.dk
Perhofer GmbH	bis 15 kW	http://www.perhofer.at
Pöllinger Heizungstechnik GmbH	15–230 kW	http://www.poellinger.at
Ponast	Haushalt	http://www.ponast-pelletkessel.de
Reka	< 10 kW	http://www.reka.com
RIKA	Haushalt; Kamin- Pelletsöfen	http://www.rika.at/
SHT	bis 52 kW	http://www.sht.at
Sieger	Haushalt	http://www.sieger.net
Solarfocus	bis 20 kW	http://www.solarfocus.at
Spänex	Anlagen speziell für Späne, Holzstaub	http://www.spaenex.de/
Strebel-Thermostrom	Haushalt, Pelletskessel bis ca. 300 kW	http://www.strebel.at/
Tropenglut	bis 80 kW	http://www.tropenglut.com/
Verner	Haushalt	http://www.getreideheizung.eu
Windhager Zentralheizung	bis 100 kW	http://www.windhager.com
Wodtke	Haushalt	http://www.wodtke.com/
Wolf GmbH (Produktion in D)	Haushalt	http://www.wolf-heiztechnik.at/

10 GOOD PRACTICE EXAMPLES

Aus den in Kapitel 9 untersuchten Biomasseanlagen, die eine Förderung aus den Mitteln der betrieblichen Umweltförderung im Inland erhalten haben und deren Daten von der KPC zur Verfügung gestellt wurden, werden einige Anlagen mit niedrigen Emissionswerten näher beschrieben. Auf Besonderheiten hinsichtlich der Anlagentechnologie, des Wirkungsgrades, der Auslastung sowie der Netzverluste bei Nah- und Fernwärmeprojekten wird näher eingegangen.

Bei den zur Verfügung gestellten Messberichten handelte es sich jeweils um **Einzelmessungen** (siehe dazu Anmerkungen in Kapitel 9.3.1).

10.1 Einzelanlagen

Beispiel 1

Ein Kärntner Gartenbaubetrieb wird durch einen Biomassekessel mit 550 kW Nennleistung mit Wärme versorgt. Jährlich werden ca. 3.220 MWh Sägerestholz verfeuert. Die Auslastung ist mit über 5.000 Volllaststunden pro Jahr sehr hoch.

Die Emissionswerte im Volllast- und im Teillastbetrieb des Kessels sind in Tabelle 15 dargestellt.

Tabelle 15: Emissionswerte eines Biomasse-Kessels (in mg/Nm³) (Quelle: KPC).

	Staub	CO	NO_x	HC
Volllast	43	6	121	5
Teillast	45	12	112	5

Die Werte in der Tabelle beziehen sich auf trockenes Abgas bei 1.013 mbar und einem Sauerstoffgehalt des Abgases von 13 Vol.-% O₂. Ergebnisse einer Einzelmessung.

Die Abgase werden durch einen Fliehkraftabscheider entstaubt, so dass die Reingaskonzentrationen sowohl in Voll- als auch in Teillast unter 50 mg/Nm³ liegen. Auch die CO-Emissionen sind sehr gering. Die NO_x-Emissionen liegen ebenfalls unter dem Durchschnitt der betrachteten Anlagen im Leistungsbereich < 1 MW.

10.2 Heizwerke

Beispiel 1

Dieses im Jahr 2005 errichtete Biomasse-Fernwärmewerk versorgt 35 Objekte, darunter alle öffentlichen Gebäude einer Vorarlberger Gemeinde. Bei einer Nennleistung von 1.100 kW erreicht es einen Jahresnutzungsgrad von ca. 80 %.

Der Kessel wird mit Hackschnitzel befeuert, die Rauchgase werden mit Hilfe eines Multizyklons gereinigt.

Die Emissionswerte der Anlage sind in Tabelle 16 dargestellt.

Tabelle 16: Emissionswerte eines Biomasse-Heizwerkes (in mg/Nm³) (Quelle: KPC).

	Staub	CO	NO_x	HC
Volllast	49	18	134	7
Teillast	41	11	136	6

Die Werte in der Tabelle beziehen sich auf trockenes Abgas bei 1.013 mbar und einem Sauerstoffgehalt des Abgases von 13 Vol.-% O₂. Ergebnisse einer Einzelmessung.

Die Staubemissionen unterschreiten im Volllast- sowie im Teillastbetrieb den Grenzwert für eine UFI-Förderung von 50 mg/Nm³ (Anmerkung: Nachdem das Projekt vor 1. Oktober 2007 zur Förderung beantragt wurde, sind die neuen strengeren Grenzwerte der UFI nicht anzuwenden). Die CO-Emissionen sind mit Werten unter 20 mg/Nm³ sehr niedrig. Auch die NO_x-Emissionen und die HC-Emissionen liegen deutlich unter den Grenzwerten nach der FAV. Es bleibt allerdings abzuwarten, ob die guten Emissionswerte auch im Dauerbetrieb der Anlage eingehalten werden können.

Beispiel 2

Der mit Waldhackgut befeuerte Biomassekessel hat eine Nennleistung von 5 MW und erreicht einen Jahresnutzungsgrad von 84 %. Er dient als zentrale Erzeugungsanlage der Fernwärmeversorgung einer niederösterreichischen Stadt. An das ca. 10 km lange Fernwärmenetz sind öffentliche Gebäude und ca. 1.000 Wohneinheiten angeschlossen. Bei einer Wärmebelegung von 1,5 MWh/km betragen die Netzverluste 18 %. Als Ausfallsreserve und zur Spitzenlastabdeckung ist ein Gaskessel mit einer Nennleistung von 7 MW installiert. Dadurch erreicht der Biomassekessel ca. 4.000 Volllaststunden pro Jahr.

Die Emissionswerte des Biomassekessels sind in Tabelle 17 zu sehen.

Tabelle 17: Emissionswerte eines Biomasse-Heizwerkes (in mg/Nm³) (Quelle: KPC).

	Staub	CO	NO_x	HC
Volllast	2	6	104	2

Die Werte in der Tabelle beziehen sich auf trockenes Abgas bei 1.013 mbar und einem Sauerstoffgehalt des Abgases von 13 Vol.-% O₂. Ergebnisse einer Einzelmessung.

Durch den Einsatz eines Elektrofilters betragen die Staubemissionen laut Messbericht nur 2 mg/Nm³ und unterschreiten damit auch den neuen, seit Oktober 2007 geltenden Emissionsgrenzwert der betrieblichen Umweltförderung im Inland deutlich (Anmerkung: Nachdem das Projekt vor 1. Oktober 2007 zur Förderung beantragt wurde, sind die neuen strengeren Grenzwerte der UFI nicht anzuwenden). Auch die Emissionswerte für die anderen gemessenen Schadstoffe, insbesondere jene für CO und HC, liegen deutlich unter den Grenzwerten für Anlagen von 5 bis 10 MW Brennstoffwärmeleistung.

Beispiel 3

Das Biomasse-Fernwärmenetz mit einer Länge von 3,3 km versorgt 16 Objekte einer nö. Bezirksstadt mit Wärme. Die Grundversorgung wird von einem Biomassekessel mit 3 MW Nennleistung übernommen. Ein Gaskessel gleicher Leistung dient zur Spitzenlastabdeckung und als Ausfallsreserve. Er erzeugt ca. 10 % der Wärmemenge, was eine hohe Auslastung des Biomassekessels (ca. 4.000 Volllaststunden pro Jahr) bei günstigen Lastbedingungen ermöglicht.

Der Jahresnutzungsgrad des Biomassekessels beträgt 85 %. Er wird zu ca. zwei Drittel mit Rinde und zu ca. einem Drittel mit Waldhackgut und Sägenebenprodukten befeuert. Die Wärmebelegung des Fernwärmenetzes ist sehr hoch (3,5 MW/km), weswegen die Verluste nur knapp über 10 % ausmachen.

Die Emissionswerte im Volllastbetrieb des Biomassekessels sind in Tabelle 18 zu sehen.

Tabelle 18: Emissionswerte eines Biomasse-Heizwerks (in mg/Nm³) (Quelle: KPC).

	Staub	CO	NO _x	HC
Volllast	3	11	114	2

Die Werte in der Tabelle beziehen sich auf trockenes Abgas bei 1.013 mbar und einem Sauerstoffgehalt des Abgases von 13 Vol.-% O₂. Ergebnisse einer Einzelmessung.

Das Abgas wird durch einen Elektrofilter gereinigt. Die gemessenen Werte für Staub liegen mit 3 mg/Nm³ weit unter dem UFI-Emissionsgrenzwert (Anmerkung: Nachdem das Projekt vor 1. Oktober 2007 zur Förderung beantragt wurde, sind die neuen strengeren Grenzwerte der UFI nicht anzuwenden). Auch die CO-, NO_x- und HC-Emissionen sind deutlich niedriger als die Durchschnittswerte der betrachteten Biomassekessel im Leistungsbereich von 2 bis 5 MW.

10.3 KWK-Anlagen

In einem Tiroler Sägewerk wurde diese Biomasse-KWK-Anlage auf Basis eines ORC-Prozesses (Organic Rankine Cycle) errichtet, um den Wärmebedarf des Sägewerks für die Trockner und die Gebäude zu liefern. Sie ersetzt die beiden alten Biomassekessel des Sägewerks, von denen einer (3,5 MW Nennleistung) nunmehr die Spitzenlast abdeckt, sowie durch die Einspeisung von Strom ins öffentliche Netz ein altes Flüssiggas-Blockheizkraftwerk des lokalen Elektrowerks.

Der Thermoölkessel des KWK-Moduls hat eine Nennleistung von 6,0 MW. Das Thermoöl treibt über einen Wärmetauscher einen ORC-Prozess an, in dem über eine Turbine und einen Generator (1,1 kW_{el} Nennleistung) Strom erzeugt und Wärme an das Wärmenetz des Betriebs abgegeben wird. Der Wirkungsgrad der KWK-Anlage beträgt 86,5 %, der elektrische Wirkungsgrad bezogen auf den Brennstoffeinsatz 11,6 %. Weil der Wärmebedarf des Unternehmens relativ gleichmäßig besteht und die Lastspitzen durch den alten Biomassekessel abgedeckt werden, erreicht die Anlagen mehr als 5.000 Volllaststunden pro Jahr.

Als Brennstoff wird ausschließlich unbehandelte Biomasse (Hackgut, Sägespäne und Rinde) von umliegenden Bauern sowie aus dem Sägewerk eingesetzt. Der Brennstoff wird über Schubböden und Querförderer dem Rost zugeführt. Die Entaschung erfolgt durch Schubstangen und eine Förderschnecke. Die Rauchgastemperatur nach dem Thermoölkessel und dem Thermoöl-Economiser, der zur Steigerung des elektrischen Wirkungsgrades dient, beträgt rund 280 °C. Durch einen Warmwasser-Economiser und einen Verbrennungsluft-Vorwärmer werden die Rauchgase auf 170 °C abgekühlt. Die Staubabscheidung erfolgt in einem Elektrofilter, dem ein Multizyklon (nach dem Luftvorwärmer) vorgeschaltet ist.

Die Emissionswerte der KWK-Anlage sind in Tabelle 19 dargestellt.

Tabelle 19: Emissionswerte einer KWK-Anlage (in mg/Nm³) (Quelle: KPC).

	Staub	CO	NO_x	HC
Volllast	19	20	100	2
Teillast	6	3	105	1

Die Werte in der Tabelle beziehen sich auf trockenes Abgas bei 1.013 mbar und einem Sauerstoffgehalt des Abgases von 13 Vol.-% O₂. Ergebnisse einer Einzelmessung.

Die NO_x-, CO- und HC-Emissionen sind sehr gering und liegen klar unter dem Durchschnitt der betrachteten Anlagen. Die Staubemissionen sind unter Vollastbedingungen deutlich höher als in Teillast. Im Vollastbetrieb werden zwar die geltenden Grenzwerte aus der Feuerungsanlagenverordnung klar unterschritten, die Staubemissionen liegen aber über dem seit Ende 2007 geltenden Grenzwert der UFI für die Leistungsklasse von 5 bis 10 MW (10 mg/Nm³) (Anmerkung: Nachdem das Projekt vor 1. Oktober 2007 zur Förderung beantragt wurde, sind die neuen strengeren Grenzwerte der UFI nicht anzuwenden).

11 ABKÜRZUNGEN

AVV.....	Abfallverbrennungsverordnung
BIMSch-V.....	Bundes-Immissionsschutz-Verordnung
BWL.....	Brennstoffwärmeleistung
CO.....	Kohlenmonoxid
EG-K.....	Emissionsschutzgesetz für Kesselanlagen
EVN.....	Energie Versorgung Niederösterreich
FAV.....	Feuerungsanlagenverordnung
fm.....	Festmeter
IG-L.....	Immissionsschutzgesetz Luft
KPC.....	Kommunalkredit Public Consulting
KLI.EN.....	Klima- und Energiefonds
kW.....	Kilowatt
kWh.....	Kilowattstunde
KWK.....	Kraft-Wärme-Kopplung
LRV-K.....	Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen
mbar.....	Millibar
MW.....	Megawatt
MWh.....	Megawattstunden
Nm ³	Normkubikmeter
NO _x	Stickoxide
ORC-Prozess.....	Organic Rankine Cycle Prozess
rm.....	Raummeter
SNCR.....	Selektive nicht-katalytische Reduktion (engl. Selective Non Catalytic Reduction)
Srm.....	Schüttraummeter
UFI.....	Betriebliche Umweltförderung Inland
VOC.....	Volatile Organic Compounds
Vol.-%.....	Volumsprozent

12 LITERATURVERZEICHNIS

- AEA – Austrian Energy Agency, ÖKOSOZIALES FORUM ÖSTERREICH & ÖSTERREICHSICHER BIOMASSEVERBAND (2006): Basisdaten Bioenergie Österreich 2006.
- BAUMBACH, G.; ZUBERBÜHLER, U. & HEIN, K.R.G. (1998): Luftverunreinigungen aus Holzbrennstoffen, Thermische Nutzung von Holz in Baden Württemberg: Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen, Abteilung Reinhaltung der Luft, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 23, 70569 Stuttgart.
- E-CONTROL GMBH (2009): Ökostromstatistik 2009, www.e-control.at.
- EVN – Energie Versorgung Niederösterreich AG (2004a): Netz-Engineering Wärme, EMAS Umwelterklärung 2001 und 2004. EVN Heizwerksgruppe Ost.
- EVN – Energie Versorgung Niederösterreich AG (2004b): Netz-Engineering Wärme, EMAS Umwelterklärung 2001 und 2004. EVN Heizwerksgruppe West.
- NÖ LANDES-LANDWIRTSCHAFTSKAMMER (2008): Biomasse – Heizungserhebung 2007. NÖ Landes-Landwirtschaftskammer, Abt. Betriebswirtschaft und Technik, St. Pölten. Eigenverlag.
- STATISTIK AUSTRIA (2009): Energiebilanzen Österreich 1970–2007. Stand: 3. Dezember 2008.
- UMWELTBUNDESAMT (2008): Moser, G.: Business to business relations in der österreichischen Holzwirtschaft. Reports, Bd. Nr. REP-0165. Umweltbundesamt, Wien.

Rechtsnormen und Leitlinien

- Abfallverbrennung-Sammelverordnung (AVV; BGBl. II Nr. 389/2002 i.d.g.F): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit umfassend eine Verordnung über die Verbrennung von Abfällen (Abfallverbrennungsverordnung – AVV), eine Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, mit der die Verordnung über die Verbrennung von gefährlichen Abfällen geändert wird, eine Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit, mit der die Verordnung über die Verbrennung gefährlicher Abfälle in gewerblichen Betriebsanlagen geändert wird, eine Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit, mit der die Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen 1989 geändert wird und eine Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit über Altöle (Altölverordnung 2002).
- DIN 51731 (1996): Prüfung fester Brennstoffe – Preßlinge aus naturbelassenem Holz - Anforderungen und Prüfung. Deutsches Institut für Normung, Berlin.
- Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L; BGBl. I Nr. 34/2003): Bundesgesetz, mit dem ein Bundesgesetz über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe erlassen sowie das Ozongesetz und das Immissionsschutzgesetz Luft geändert werden.
- Emissionshöchstmengenrichtlinie (NEC-RL; RL 2001/81/EG): Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe. ABl. Nr. L 309/22.
- Emissionsschutzgesetz für Kesselanlagen (EG-K; BGBl. I Nr. 150/2004 i.d.g.F.): Bundesgesetz, mit dem ein Bundesgesetz über die integrierte Vermeidung und Verminderung von Emissionen aus Dampfkesselanlagen erlassen wird.

- Feuerungsanlagenverordnung (FAV; BGBl. II Nr. 331/1997): Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Bauart, die Betriebsweise, die Ausstattung und das zulässige Ausmaß der Emission von Anlagen zur Verfeuerung fester, flüssiger oder gasförmiger Brennstoffe in gewerblichen Betriebsanlagen.
- Gewerbeordnung 1994 (GewO; BGBl. Nr. 194/1994 i.d.g.F.): Kundmachung des Bundeskanzlers und des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten, mit der die Gewerbeordnung 1973 wiederverlautbart wird.
- Großfeuerungsanlagenrichtlinie (GFA-RL; RL 2001/80/EG): Richtlinie des Europäischen Parlament und des Rates vom 23. Oktober 2001 zur Begrenzung von Schadstoffemissionen von Großfeuerungsanlagen in die Luft. ABl. Nr. L 309.
- Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L; BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.g.F.): Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe, mit dem die Gewerbeordnung 1994, das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen, das Berggesetz 1975, das Abfallwirtschaftsgesetz und das Ozongesetz geändert werden.
- Immissionsgrenzwerte und Immissionszielwerte zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation (VO gemäß § 3 IG-L; BGBl. II Nr. 298/2001): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Immissionsgrenzwerte und Immissionszielwerte zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation.
- Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen (LRG-K; BGBl. Nr. 380/1988 i.d.g.F.): Bundesgesetz vom 23. Juni 1988 zur Begrenzung der von Dampfkesselanlagen ausgehenden Luftverunreinigungen.
- Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen (LRV-K; BGBl. Nr. 19/1989 i.d.g.F.): Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Begrenzung der von Dampfkesselanlagen ausgehenden Luftverunreinigungen.
- Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985 (LRV; AS **1986** 208).
- NÖ Bauordnung 1996 (LGBl. 8200-16).
- Ökostromgesetz-Novelle 2006 (BGBl. I Nr. 105/2006): Bundesgesetz, mit dem das Ökostromgesetz, das Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz und das Energie-Regulierungsbehördengesetz geändert werden.
- ON – Österreichisches Normungsinstitut (2006): VORNORM ÖNORM M 7139 „Energiekorn“, <http://www.on-norm.at/publish/3301.html>.
- ÖNORM S 2100 (2005): Abfallverzeichnis. Ausgabe 10. Oktober 2005. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BlmSchV; BGBl. I S. 490/1997 i.d.g.F.): Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes.
- Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen (13. BlmSchV; BGBl. I S. 719/1983 i.d.g.F.): Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes.
- Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft; GMBI. 2002, Heft 25–29, S. 511–605): Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz.

ANHANG 1: ZUSÄTZLICHE FÖRDERPROGRAMME

Kesseltausch, KLI.EN

Der Klima- und Energiefonds der Österreichischen Bundesregierung hat eine bundesweite Förderung für Holzzentralheizungen in privaten Wohngebäuden beschlossen. Die Förderung kann zusätzlich zu den bestehenden Förderungen in den Bundesländern in Anspruch genommen werden.

Privathaushalte konnten vom 1. April bis 31. Dezember 2008 für den Tausch und die Errichtung von Holzheizungen, die das Österreichische Umweltzeichen tragen, eine Förderung aus den Mitteln des Klima- und Energiefonds (KLI.EN) (abgewickelt durch die KPC) in Anspruch nehmen. Bei der Aktion werden Hackgut- oder Stückholzheizungen mit 400 € und mit Holzpellets befeuerte Anlagen mit 800 € gefördert. Voraussetzung ist, dass die Anlagen die modernsten und fortschrittlichsten Anforderungen der „**Umweltzeichenrichtlinie UZ 37 für Holzheizungen**“ des Lebensministeriums erfüllen und eine Nennleistung von maximal 50 kW aufweist.

Wohnbauförderung

Die Wohnbauförderung wird von den Bundesländern abgewickelt.

Für die Auszahlung der Wohnbaufördergelder durch die Länder gelten künftig neue Kriterien. Beim Neubau müssen Häuser, die Wohnbaufördermittel erhalten, ab 2012 sehr ambitionierte Wärmeschutzstandards einhalten: **36 kWh/m² pro Jahr** für ein Einfamilienhaus bzw. **20 kWh/m² pro Jahr** im mehrgeschossigen Wohnbau. Zusätzlich konnte man sich auf den Einsatz innovativer klimarelevanter Heizungs- und Warmwassersysteme als Förderungsvoraussetzung (insbesondere erneuerbare Energien, KWK-Fernwärme) einigen. In der Neubauförderung wird es nach einer für die Länder flexiblen Übergangsfrist zum Ausstieg aus der Ölheizung kommen. Das bedeutet, mit Öl beheizte neue Gebäude erhalten zukünftig keine Wohnbaufördermittel mehr.¹²

Ausgesuchte Beispiele für Landesförderungen im Bereich Biomasse

Das **Land Oberösterreich** fördert den Austausch von Kleinf Feuerungsanlagen zugunsten moderner Biomassefeuerungen durch „Einzelbetriebliche Biomasseheizanlagenförderung einschließlich Impulsförderung“.¹³

Förderungsgegenstand und Voraussetzungen

Einbau einer einzelbetrieblichen Hackgut-, Pellets- und Scheitholzfeuerungsanlage: Förderbar sind nur Heizanlagen, bei denen eine Typenprüfung hinsichtlich Leistung, Wirkungsgrad und Emission von einer autorisierten Prüfstelle, wie beispielsweise von der Bundesanstalt für Landtechnik in Wieselburg, vorliegt.

¹² <http://umwelt.lebensministerium.at/article/articleview/69950/1/1467>

¹³ siehe auch: http://www.land-oberoesterreich.gv.at/cps/rde/xchg/SID-3DCFCFC3-79B0CA91/ooe/hs.xsl/14460_DEU_HTML.htm

Die einschlägigen baubehördlichen, feuerpolizeilichen sowie die Bestimmungen des Öö. Luftreinhalte- und Energietechnikgesetzes und die landesgesetzlichen Emissionsgrenzwerte sind einzuhalten.

Es wird zwischen der allgemeinen Landesförderung für Hackgut-, Pellets- und Scheitholzfeuerungsanlagen sowie der landwirtschaftlichen Hackgut- und Scheitholzanlagenförderung unterschieden. Der Antrag ist mittels Formular an die Abteilung Land- und Forstwirtschaft zu richten.

Im Jahr 2007 wurden in Oberösterreich 3.778 Biomasse-Einzelanlagen gefördert. Davon waren 2.009 Pelletskessel, 836 Scheitholz und 933 Hackschnitzelanlagen. (Quelle: Vortrag DI Hermann Reingruber, Abteilung Land- und Forstwirtschaft, „Förderung von Energie aus Biomasse in Oberösterreich“, Leaderregion Pramtal, 8.10.2008)

Das **Land Niederösterreich** fördert energiesparendes und umweltschonendes Wohnen und bietet einen einmaligen Zuschuss für den Austausch eines Heizkessels basierend auf Biomasse und den Anschluss an Fernwärme.¹⁴

Informationen zu Förderungen für Biomasse-Anlagen in den einzelnen Bundesländern sind unter folgendem Link erhältlich: <http://www.eva.ac.at/esf/inhalt.htm>

¹⁴ <http://www.noel.gv.at/Bauen-Wohnen/Heizen-Energie/Heizkesseltausch-und-Fernwaermeanschluss-Foerderung.html>

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

Fax: +43-(0)1-313 04/5400

office@umweltbundesamt.at

www.umweltbundesamt.at

Im Report Biomassefeuerungsanlagen untersucht das Umweltbundesamt relevante Faktoren für die Luftschadstoffemissionen solcher Anlagen im Leistungsbereich von 400 kW bis 10 MW. Anhand von Vorzeigebispielen wird der Stand der Technik für den Betrieb der Anlagen und für die Messung sowie für die Minderung von Luftschadstoffen abgeleitet.

Der Report zeigt, dass die Anlagen, die regelmäßig gereinigt und gewartet werden, weniger Luftschadstoffe emittieren. Bei der Emissionsmessung sind die Regeln der Messtechnik anzuwenden. Eine höhere Messhäufigkeit bei allen Anlagen sowie eine kontinuierliche Messung der Schadstoffe Staub, Stickoxide und Kohlenmonoxid bei Anlagen mit einem Leistungsbereich von 10 MW ist zu empfehlen. Zur Minderung der Staubemissionen entspricht die Installation von sekundären Maßnahmen bei Anlagen ab 1 MW dem Stand der Technik.