



FACHHOCHSCHULE TRIER
FACHBEREICH VERSORGUNGSTECHNIK



Abschlussbericht zum
Forschungsvorhaben

Vergleichende Analyse
ausgeführter Holzhackschnitzel-
feuerungen in Rheinland-Pfalz

im Auftrag der
Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
Forstliche Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz, Schloss, 67705 Trippstadt

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. (FH) Bernd Franzen
Dipl.-Ing. (FH) Sascha Palzer

Betreuer:

Prof. Dr. M. Schlich

Trier, im Oktober 2000

Vorwort

Die Studie mit dem Thema „Vergleichende Analyse ausgeführter Holzhackschnitzelfeuerungen in Rheinland-Pfalz“ soll einen Überblick über die in diesem Bundesland eingesetzten Feuerungsanlagen zur thermischen Nutzung von Holz bzw. Holzhackschnitzeln geben. Die vorgestellten Holzfeuerungsanlagen mit ihren Daten über Anlagentechnik, Betriebserfahrungen und Wirtschaftlichkeit sollen für potentielle Betreiber als Informationsgrundlage und Anreiz zum verstärkten Einsatz der thermischen Biomassenutzung dienen.

Die fachliche Betreuung seitens der Fachhochschule Trier oblag Herrn Prof. Dr. Manfred Schlich.

Die Verfasser möchten sich an dieser Stelle bei all denjenigen, die am Zustandekommen der Studie beteiligt waren, vor allem bei den Betreibern der untersuchten Anlagen, herzlich bedanken.

Weiterer Dank gebührt unseren Lebensgefährtinnen, die uns während der Ausarbeitung begleitet und unterstützt haben.

Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Studie wurden mehrere automatisch beschickte Holzfeuerungsanlagen in Rheinland-Pfalz untersucht, um den derzeitigen Stand der Technik der thermischen Biomassenutzung durch eine vergleichende Analyse der gesammelten Daten festzustellen und optimale technische Lösungen vorzustellen bzw. interessierten Personen zugänglich zu machen.

Der Schwerpunkt der Untersuchung lag dabei auf Holzhackschnitzelfeuerungsanlagen im kommunalen Bereich ab 50 kW Nennleistung, Holzfeuerungsanlagen im Bereich der holzbe- und –verarbeitenden Industrie und Holzkraftwerke ab 300 kW Nennleistung.

Dabei wurde wie folgt vorgegangen:

- Feststellung der zu untersuchenden Anlagen,
- Entwicklung von Erhebungsbögen zur Datenerfassung,
- Aufnahme der Anlagedaten vor Ort,
- Vergleichend Analyse der Daten.

Die Auswertung der gesammelten Daten führte zu folgenden Ergebnissen:

Einsatzbereiche:

Automatisch beschickte Holzfeuerungsanlagen werden überwiegend in der holzbe- und –verarbeitenden Industrie eingesetzt, um anfallende Holzreststoffe energetisch zu verwerten. Dadurch wird zum einen der Energiebedarf der Betriebe gedeckt und zum anderen werden Entsorgungskosten eingespart.

Im kommunalen, forstlichen und privaten Bereich gewinnen HHS-Feuerungsanlagen in jüngerer Zeit durch ein gestiegenes Umweltbewusstsein an Bedeutung. Mit staatlichen Förderprogrammen werden hier wirtschaftliche Anreize geschaffen.

Seit 1995 werden in Rheinland-Pfalz Biomassekraftwerke betrieben, in denen unbehandeltes Altholz zur Erzeugung von Wärme, Prozeßdampf und Elektrizität eingesetzt wird.

Brennstoffe und Brennstoffbevorratung:

Die größten Brennstoffgruppen sind Altholz und Sägenebenprodukte (SNP), neben Grünschnitt und Waldhackschnitzeln.

Die Brennstoffpreise variieren zwischen 0 DM/Sm³ für eigene SNP und 15 DM/Sm³ für zugekaufte Altholz- und Grünschnitt-HS, je nach Art und Herkunft. Durch die hohen Aufbereitungskosten liegen Wald-HS zwischen 20-30 DM/Sm³.

Zur Brennstofflagerung kommen in der Holzverarbeitenden Industrie Hochsilos zum Einsatz, in Biomassekraftwerken große Hallen, bei Kommunen und Privaten Tiefbunker, Räume in vorhandenen Gebäuden und Container.

Anlagentechnik:

Zur Feuerungsbeschickung mit Hackgut bis ca. 150mm werden überwiegend Stokerschnecken eingesetzt, daneben Gebläse für staubförmige Brennstoffe und Förderbänder bzw. hydraulische Stoker für grobstückige Brennstoffe bis 500 mm.

Die Feuerungsarten sind abhängig von der eingesetzten Brennstoffqualität und vom Einsatzbereich.

In Heißwasserkesseln werden überwiegend Rauchrohrwärmetauscher, in Dampfkesseln Wasserrohrwärmetauscher eingesetzt.

Trotz der insgesamt fortschrittlichen Anlagentechnik wird die Mehrzahl der untersuchten Anlagen manuell entascht. Bei neueren kleinen Anlagen setzen sich automatische Entaschungsschnecken durch, bei großen Anlagen über 5000 kW Nennleistung ist die Naßentaschung Stand der Technik.

Zur Abgasbehandlung werden in Anlagen bis 999 kW hauptsächlich Zyklonabscheider verwendet, ab 1000 kW kommen überwiegend Elektroabscheider und vereinzelt Gewebefilter zum Einsatz.

Wirtschaftlichkeit:

Die Wirtschaftlichkeit der HHS-Anlagen ist abhängig von der Anlagengröße, d.h. mit zunehmender Nennleistung sinken die Energiegestehungskosten. Ein entscheidender Faktor bei allen Anlagen ist die korrekte Auslegung der Anlagenleistung auf den Bedarf.

Die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, dass alle HHS-Anlagen über 60 kW Nennleistung wirtschaftlich betrieben werden, d.h. ihre spezifischen Energiegestehungskosten liegen unter denen einer vergleichbaren Ölheizung, bezogen auf den derzeitigen Preis von 80 Pf/l Heizöl EL und den daraus resultierenden Energiegestehungskosten.

Unter Berücksichtigung der Fördermaßnahmen für kommunale und private Anlagen ergeben sich auch für kleine Anlagen Einsparpotentiale.

Tabellen und Diagrammverzeichnis

Tabelle 6-0:	untersuchte Anlagen	14
Diagramm 7.1-1:	Anzahl der Betreiber nach Gruppen	50
Diagramm 7.2-1:	Brennstoffarten nach Art, Menge und Anlagenanzahl	52
Diagramm 7.2-2:	minimale und maximale Brennstoffpreise	53
Diagramm 7.3-1:	Arten der Brennstoffbevorratung	54
Diagramm 7.3-2:	Verfahren zur Beschickung der Brennstoffvorratsbehälter	56
Diagramm 7.3-3:	Anzahl verschiedener Siloaustragungen	57
Diagramm 7.4-1:	Hersteller der untersuchten Anlagen nach Leistungsbereich	58
Diagramm 7.4-2:	Beschickungssysteme nach Anzahl und Leistungsbereich	59
Diagramm 7.4-3:	Feuerungsarten nach Anzahl und Leistungsbereich	61
Diagramm 7.4-4:	Kesselarten nach Anzahl und Leistungsbereich	62
Diagramm 7.4-5:	Entaschungssysteme nach Leistungsbereichen	63
Diagramm 7.4-6:	Arten der Aschebehandlung nach Anlagenanzahl	64
Diagramm 7.4-7:	Abgasbehandlungssysteme nach Leistungsbereich	65
Diagramm 7.5-1:	Staubemissionen verschiedener Anlagen unter 1 MW	66
Diagramm 7.5-2:	Kohlenmonoxidemissionen Anlagen unter 1 MW	67
Diagramm 7.5-3:	Gesamtstaubemissionen verschiedener Anlagen > 1MW	68
Diagramm 7.5-4:	Kohlenmonoxidemissionen Anlagen > 1MW	69
Diagramm 7.5-5:	Stickoxidemissionen Anlagen > 1MW	70
Diagramm 7.5-6:	Gesamt-Kohlenstoffemissionen Anlagen > 1MW	71
Diagramm 7.6-1:	Einsatzzweck nach Leistungsbereichen	72
Diagramm 7.7-1:	Spezifische Investitionskosten gestaffelt nach Anlagengröße	73
Diagramm 7.7-2:	Spezifische Investitionen klassiert nach Leistungsbereichen	74
Diagramm 7.7-3:	Wartungsaufwand gestaffelt nach Anlagengröße	75
Diagramm 7.7-4:	Energiegestehungskosten gestaffelt nach Anlagengröße	76

Bilder- und Abbildungsverzeichnis

Bild 6-1:	Zima Duomat 800	17
Bild 6-2:	Multizyklon (2-fach)	17
Bild 6-3:	Lageplan „Alte Ziegelei“	18
Bild 6-4:	Bsp. Unterschubfeuerung [Kohlbach]	18
Bild 6-5:	Kraftwerk Borne Trierweiler-Sz	19
Bild 6-6:	Elektroabscheider	19
Bild 6-7:	EDH Biomassekraftwerk	20
Bild 6-8:	Vorschubrost mit Eintragschnecke	20
Bild 6-9:	Biomassekessel der EDH	20
Bild 6-10:	HHS-Anlage mit Beschickung und Abgasreinigung (Multizyklon)	21
Bild 6-11:	Dachboden mit Schubboden als Vorratsraum für SNP	21
Bild 6-12:	Kessel Fröling Lambdamatic 60	22
Bild 6-13:	Lagerraum mit dahinterliegendem Vorratsraum	22
Bild 6-14:	Auftragsunternehmer beim Hacken	23
Bild 6-15:	automatischer Ascheaustrag	23
Bild 6-16:	Gemeindehaus mit Kindergarten	24
Bild 6-17:	Feuerungsraum	24
Bild 6-18:	Mawerakessel u. Kesselbeschickung	25
Bild 6-19:	Rotationszyklon	25
Bild 6-20:	Produktbeispiel Pferdestall	26
Bild 6-21:	Spilling Motor	26
Bild 6-22:	Hochsilo für Spänevorrat	27
Bild 6-23:	Multizyklon	27
Bild 6-24:	Hunsrückhaus Frontansicht	28
Bild 6-25:	Bioflamm-Integralfeuerung	28
Bild 6-26:	Kesselhalle	29
Bild 6-27:	Feuerungsraum	29
Bild 6-28:	Wirtschaftsgebäude	30
Bild 6-29:	Kesselanlage Fa. Hansen	30
Bild 6-30:	Korn-Türen	31
Bild 6-31:	Betonsilo ca. 80 m ³	31
Bild 6-32:	Heizung Tiba- Müller	32
Bild 6-33:	Container mit Schubbodenaustrag	32
Bild 6-34:	Kraftwerk Mann Naturenergie	33
Bild 6-35:	Spilling-Motor und Generator	33
Bild 6-36:	Kesselanlage Fa. Mawera	34
Bild 6-37:	gemauertes Silo ca. 250 m ³	34

Bild 6-38:	Luftbild Betriebsgelände Fa. Mohr	35
Bild 6-39:	Silobeschickung per Schubboden	35
Bild 6-40:	Heizungsanlage Fa. Schmid AG	35
Bild 6-41:	Silo Fa. Niveau Fenster	36
Bild 6-42:	Siloaustrag für Kesselbeschickung und LKW-Befüllung	36
Bild 6-43:	Kessel Firma Weiss	37
Bild 6-44:	Schwere Austragsschnecke Silo	37
Bild 6-45:	Kesselhaus Pfälz. Parkettfabrik	38
Bild 6-46:	Kesselanlage mit Beschickung	38
Bild 6-47:	Prümer Holzbau	39
Bild 6-48:	Multizyklonabscheider	39
Bild 6-49:	Brennstoff der Klassen H1 und H2	40
Bild 6-50:	Naßentaschung	40
Bild 6-51:	geöffnete Vorvergaserkammer	41
Bild 6-52:	Feuerungsanlage [Bsp.Bioflamm]	41
Bild 6-53:	Betriebsgelände Steffen AG	42
Bild 6-54:	Einblasfeuerung Fa. Weiss Kessel	42
Bild 6-55:	Einblasfeuerung Fa.Lambion	43
Bild 6-56:	Multizyklonabscheider	43
Bild 6-57:	Kesselhaus mit Hochsilo	44
Bild 6-58:	Kessel mit Sekundärluftgebläsen	44
Bild 6-59:	Tiefbunker mit Schubbodenaustrag	45
Bild 6-60:	Blick in die Brennkammer	45
Bild 6-61:	Unterschubfeuerung [Mawera]	45
Bild 6-62:	Vorvergaserfeuerung Fa.Bioflamm	46
Bild 6-63:	Bunker mit Federaustragsystem	46
Bild 6-64:	Luftbild Westeifelwerke Weinsheim	47
Bild 6-65:	Prinzip Unterschubfeuerung [Schmid AG]	47
Bild 6-66:	Mawera Kessel	48
Bild 6-67:	Magnetabscheider nach Hacker	48
Abbildung 8.3-1:	Grundriss Bauhof der Stadt Andernach	82
Abbildung 8.3-2:	Grundrissausschnitt Variante 1	83
Abbildung 8.3-3:	Grundrissausschnitt Variante 2	84
Abbildung 8.3-4:	Grundrissausschnitt vorgeschlagene Variante	85

Verzeichnis der Abkürzungen und Einheiten

fm	Festmeter
Sm ³	Schüttkubikmeter
SNCR	selective non-catalytic reduction
SNP	Sägenebenprodukte
HS	Hackschnitzel
HHS	Holzhackschnitzel
Mg	Megagramm (früher Tonne)
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunden
i.S.	im Sinne
u	Holzfeuchte
w	Wassergehalt (auch x)
Wald-HS	Waldhackschnitzel

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Aufgabenstellung.....	2
3	Abgrenzung und Vorgehen.....	3
4	Frage- und Erhebungsbögen zur Datenerfassung	4
5	Aufnahme der Anlagedaten.....	13
6	Untersuchte Anlagen	14
7	Vergleichende Analyse der gesammelten Daten.....	49
7.1	Anlagenbetreibergruppen	49
7.2	Brennstoffe	51
7.2.1	Brennstoffarten und –massen	51
7.2.2	Brennstoffpreise	53
7.3	Brennstoffbevorratung.....	54
7.3.1	Brennstoffvorratsbehälter	54
7.3.2	Vorratsbehälterbeschickung.....	55
7.3.3	Vorratsbehälteraustragssysteme.....	57
7.4	Anlagentechnik.....	59
7.4.1	Anlagenhersteller	59
7.4.2	Feuerungsbeschickung	61
7.4.3	Feuerungsarten.....	63
7.4.4	Kesselarten	64
7.4.5	Entaschung	65
7.4.6	Aschebehandlung	66
7.4.7	Abgasbehandlung	67
7.5	Emissionswerte	68
7.5.1	Anlagen nach 1.BImSchV bis 999 kW Nennleistung.....	68
7.5.2	Anlagen nach 4.BImSchV ab 1000 kW Nennleistung	70
7.6	Einsatzzweck	74
7.7	Wirtschaftlichkeit	75
7.7.1	Spezifische Investitionskosten der Gesamtanlagen	75
7.7.2	Wartungsaufwand	77
7.7.3	Spezifische Energiegestehungskosten	78
8	Empfehlungen für Anlagentechnik und Betrieb	79
8.1	Hackschnitzelfeuerungsanlagen bis 300 kW Nennleistung	79
8.1.1	Auslegung der Anlagenleistung.....	79
8.1.2	Verfügbarer Brennstoff.....	80
8.1.3	Brennstoffbevorratung.....	80
8.1.4	Entaschungssysteme	81

8.2	Holzfeuerungsanlagen über 300 kW Nennleistung	82
8.2.1	Auslastung der Anlagen	82
8.2.2	Silouustrag und Feuerungsbeschickung	83
8.2.3	Platzverhältnisse	83
8.3	Empfehlungen zur Realisierung einer HHS-Anlage für den Bauhof der Stadt Andernach.....	84
8.3.1	Grundlagen	84
8.3.2	Empfehlung	87
9	Fazit und Ausblick	90
Anhang A	Anlagenbeschreibungen	92
Anhang B	Wirtschaftlichkeitsberechnungen.....	127
Anhang C	Energienutzung aus Holz	153
Anhang D	Vorschriften und Richtlinien	192
Anhang E	Adressenverzeichnisse	194
Anhang F	Verzeichnisse und Quellenangaben.....	198
Anhang G	Glossar	201
Anhang H	Herstellerinformationen	219

1 Einleitung

Vor dem Hintergrund der aktuellen gesellschaftlichen und politischen Diskussion über den Ausstieg aus der Kernenergie und Einsparung fossiler Brennstoffe wie Kohle, Erdöl und Erdgas gewinnen die regenerativen Energien in Zukunft eine besondere Bedeutung.

Die Bundesregierung hat sich bereits vor einigen Jahren, gestützt auf eine Untersuchung der Bundestag-Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ dazu verpflichtet, bis zum Jahr 2005 den CO₂-Ausstoß, bezogen auf das Jahr 1990, um 25 % zu senken.

Einen Beitrag dazu kann der vermehrte Einsatz von Holz als Brennstoff zur Erzeugung thermischer und elektrischer Energie leisten, da es als CO₂-neutraler Brennstoff gilt und, bezogen auf Deutschland, in ausreichender Menge vorhanden ist bzw. nachwächst.

In der Holzverarbeitenden Industrie wird dieses Prinzip seit einiger Zeit genutzt, um den Eigenbedarf an Energie über die bei der Produktion anfallenden Holzreste zu decken.

Mittlerweile sind aufgrund der technischen Entwicklung ausgereifte automatische Holzfeuerungsanlagen am Markt vorhanden, die auch für andere Anwendungsbereiche, z.B. Heizwerke mit Nahwärmeversorgung für den kommunalen Bereich, sinnvoll einzusetzen sind. Ein allgemeiner Überblick über die Energienutzung aus Holz findet sich in Anhang C.

Die vorliegende Studie „Vergleichende Analyse ausgeführter Holzhackschnitzelfeuerungen in Rheinland-Pfalz“ entstand durch die Initiative von Prof. Dr. Schlich von der Fachhochschule Trier und Prof. Dr. Keilen vom Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz (MUF) aus der Idee heraus, die in Rheinland-Pfalz betriebenen Holzfeuerungsanlagen zu untersuchen, um Aufschluss über die Entwicklung der Holzfeuerungsanlagen in den letzten Jahren zu erhalten.

2 Aufgabenstellung

Hauptziele der Studie sind, die derzeit in Rheinland-Pfalz erfolgreich betriebenen Anlagen zur thermischen Biomassenutzung, in diesem Fall automatisch beschickte Holzverbrennungsanlagen, zu untersuchen, den derzeitigen Stand der Technik festzustellen und Erfahrungen der Betreiber aufzunehmen.

Aus den gesammelten Daten und Informationen über die einzelnen Anlagen werden aus ökonomischer und ökologischer Sicht gute Anlagenkonzepte aufgezeigt und evtl. sinnvolle Verbesserungen vorgeschlagen.

Auf dieser Grundlage soll, eventuell im Anschluss an diese Studie, in Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz und der Transferstelle für rationelle und regenerative Energienutzung Bingen (TSB), ein Leitfaden für die thermische HHS-Nutzung erstellt werden.

Des weiteren wird im Rahmen dieser Arbeit für die TSB die Grundlage für eine Internetseite erstellt, in der verschiedene Anlagenkonzepte interessierten Personen vorgestellt und zugänglich gemacht werden.

Die wesentlichen Arbeitsschritte untergliedern sich wie folgt:

- Feststellung der zu untersuchenden Anlagen und erste Erfassung der behördlich verfügbaren Daten,
- Erstellung von Erhebungsbögen zur einheitlichen Datenaufnahme und Bewertung unter Betrachtung sämtlicher Prozessschritte von der Brennstoffbereitstellung bis zur energetischen Verwertung,
- Aufnahme der Anlagedaten vor Ort mit fotografischer Dokumentation inklusive Erfassung der Betreibererfahrungen,
- Auswertung der Daten im Hinblick auf optimale technische Lösungen für gegebene Prozess- und Nutzungsketten,
- Vorstellung der Ergebnisse.

3 Abgrenzung und Vorgehen

Untersucht werden kommunale HHS-Anlagen ab 50 kW, Holzverbrennungsanlagen in der Holzverarbeitenden Industrie und Holzkraftwerke zur Kraft-Wärme-Kopplung ab 300 kW Nennleistung. Diese Einschränkung ist nötig, um den Arbeitsumfang zeitlich zu begrenzen, reicht aber aus, um einen aussagefähigen Überblick zu erhalten.

Der Umfang der Untersuchung einzelner Anlagen erstreckt sich auf die Brennstoffbereitstellung, Brennstofflogistik, Lagerung und Bevorratung, Anlagentechnik von Siloaustragung bis zur Abgas- bzw. Reststoffbehandlung, Nutzenergiebereitstellung und –verteilung bis hin zu Betriebserfahrungen und ökologischen bzw. ökonomischen Aspekten der Holzfeuerungs technik.

Durch Abfragen verschiedener Informationsquellen konnte ein Überblick der in Rheinland-Pfalz betriebenen Holzfeuerungsanlagen in Form einer Adressenliste erstellt werden.

Die Vorarbeit dazu leistete Herr Dipl.-Ing. (FH) Jörg Wirtz von der TSB, der uns freundlicherweise eine Datensammlung zur Verfügung stellte. Diese Liste wurde von uns durch eine Internetrecherche, Referenzlisten verschiedener Anlagenhersteller sowie durch Informationen des MUF und Herrn Franz vom Forstamt Landau ergänzt.

Das weitere Vorgehen gliedert sich in folgende Teilabschnitte:

- Entwicklung von Erhebungsbögen zur Datenerfassung,
- Aufnahme der Anlagedaten vor Ort,
- Auswertung der Daten im Hinblick auf optimale technische Lösungen.

4 Frage- und Erhebungsbögen zur Datenerfassung

Zur einheitlichen und möglichst detaillierten Aufnahme der Anlagedaten und Betreibererfahrungen wurde ein Frage- und Erhebungsbogen erstellt, der mit dem MUF und Herrn Wirtz von der TSB besprochen und abgestimmt wurde.

Folgende Erhebungseckpunkte wurden dabei festgelegt:

- Brennstoffbezugsquelle und Transport,
- Brennstoffverbrauch,
- Zusatz-/Zweitbrennstoff,
- Brennstoffzusammensetzung, –qualität und –preis,
- Art der Brennstoffbevorratung,
- Ein- und Austragsystem, Lager und Vorratsbehälter,
- Feuerungsbeschickung,
- Technische Daten der Feuerungsanlagen,
- Nutzenergiebereitstellung und –verteilung,
- Abgas- und Aschebehandlung,
- Wartungs- und Personalaufwand,
- Zuverlässigkeit/Verfügbarkeit,
- Durchgeführte Verbesserungen und Verbesserungsvorschläge,
- Wirtschaftlichkeit.

Auf den folgenden Seiten wird ein beispielhaft ausgefüllter Erhebungsbogen vorgestellt.

Anlagenbetreiber/Standort: Fa. Beispiel, 99999 Beispielstadt

Ansprechpartner: Hr. XY

Datum: 09. 09.99

1. Bezugsquelle Brennstoff ?

- Forst x, Forstrevier Himmelblau
- Händler
- Zertifizierter Händler (Verpflichtung Gebrauchtholzleitlinie ?)
- selbst
- andere

2. Transport ?

- Transportunternehmen
- mittlere Entfernung 15 km
- Transportmittel Gemeindefahrzeug (LKW, 7,5 to)
- Volumen 20 m³
- Anlieferungshäufigkeit 1 mal jährlich
- Transportkosten 20 DM/Mg

3. Ungefähre bezogene Menge (Sm³/a bzw. Mg/a) ?

100 Mg/a

4. Zusatz-/Zweitbrennstoff ?

- Art Gas
- jährliche Menge (m³ ,l) 200 m³
- externer Kessel x
- integrierter Brenner

5. Art der Hackschnitzel ?

- Waldhackschnitzel x, 50 % Fichte / 50 % Buche
- Sägewerksnebenprodukte
- Altholz
- Straßenbegleitgrün/Treibholz
- sonstiges

6. Qualität der HHS ?

-Wassergehalt (w)	35 %
-Fremdstoffe	keine
-Größe	20-45 mm
-Form	länglich
-Qualitätsklasse (bei Altholz/SNP)	

7. Hacksystem (falls bekannt) ?

-mobil	x
-stationär	
-Trommelhacker	x
-Schneckenhacker	
-Scheibenradhacker	
-sonstige	

8. Brennstoffkosten ?

-HHS	25 DM/Sm³
-Zweitbrennstoff	0.05 DM/kWh

9. Lager ?

-Art	Halle
-Größe	200 m²

10. Befüllung des Lagers ?

-Förderband	
-Gebläse	
-Greifer	
-manuell	
-Abkippen	x
-Radlader	x

11. zusätzl. Trocknung ?

- natürlich x
- Gebläse
- sonst.
- Vortrocknung sinnvoll/techn.machbar
- Luftkollektor einsetzbar

12. Vorratsbehälter ?

- Hochsilo
- Tiefbunker x, 80 Sm³
- Umgebauter Raum

13. Austragssystem aus Lager in Vorratsbehälter ?

- Schubboden
- Federaustrag x
- Schnecke
- Kettenförderer
- Gebläse

14. Beschickungssystem Brenner ?

- kontinuierlich
- absetzig x
- Schnecke
- Gebläse
- Stoker
- Art der Rückbrandsicherung Wassereindüsung

15. Regelungssystem Feuerung / Abgas ?

-Art	Leistungsregelung / λ -Regelung
-Regelgröße(n)	VL-Temp. / Sauerstoff im Abgas
-Stellgrösse(n)	BS-Menge / Verbrennungsluft

16. Kesselanlage ?

Feuerungsart

-Unterschubfeuerung	
-Vorschub-/Treppenrostfeuerung	x
-Einblasfeuerung	

Technische Daten

-Baujahr	1999
-Hersteller	Heizflamme
-Anzahl Züge	3-Zug
-Feuerungswirkungsgrad	> 85 %
-Feuerungsleistung	120 kW
-Nennleistung	90 kW
-Betriebsstunden/a	> 8000

17. Wärmetauscher Kessel ?

- Art	Rauchrohr, liegend
-Fläche	200 m ²
-Temperaturspreizung VL / RL	20 °C

18. Wasserqualität Kesselwasser ?

- entcarbonisiert
- vollentsalzt
- Zusätze

19. Nutzenergiebereitstellung ?

-Wärmebedarf	140 kW
-monovalent	
-bivalent	x
-Dampferzeugung	
-kg/h	
-max. Temperatur	
-max. Druck	
-Prozessdampf	
-Stromerzeugung (kwh/a)	
-Heizwärme	x
-Warmwasser	x
-Warmwasserspeicher	x
-Speicherinhalt	1 m³
-zusätzl.Einspeisung möglich	x

20. Wärmeverteilung ?

-Nahwärmenetz	x
-Art der Rohre	eccoflex (Kunststoffmediumrohre)
-Gesamtrohrlänge	200 m
-Wärmeverlust ungünstigster Punkt	2 °C

21. Abgasbehandlung ?

-Entstaubung	Multizyklon
-Flugaschemenge	50 kg/a
-Entstickung	Rauchgasrezirkulation
-Reststoffentsorgung	Deponie
-Kosten	

22. Abgaswerte ?

-Abgasvolumenstrom	
-Gesamtstaub	70 mg/m³
-CO	n.n
-NO _x	
-SO ₂	

23. Abgaswärmenutzung ?

-vorhanden	
-techn. möglich	x

24. Verbrennungsasche ?

-Menge an Rostasche	50 kg/a
-Austragsystem	manuell
-Behandlung /Entsorgung/Verwertung	Kompostierung
-Kosten	

25. Wartungsaufwand für Anlagenkomponenten (Kostenaufwand DM/a oder Stundenaufwand) ?

-Wartungsvertrag / Zeitraum	
-Fernwartung	
-Art der Datenerfassung	
-Lager incl. Befüllung	
-Austragsystem Lager	
-Beschickungssystem Brenner	1 h/Monat
-Kessel	2 h/Monat
-Feuerung	
-Ascheaustrag	2 h/Monat
-Wärmetauscher	
-Abgaskomponenten	

26. Betriebsmittel / Ersatzteile ?

-Lagerhaltung Ersatzteile	Kleinteile
-Betriebsmittelvorrat	
-Betriebsmittelverbrauch	

27. Zuverlässigkeit / Verfügbarkeit ?

-Lager incl. Befüllung	
-Austragsystem Lager	
-Beschickungssystem Brenner	
-Kessel	
-Feuerung	
-Ascheaustrag	
-Wärmetauscher	
-Abgaskomponenten	gesamt gut

28. Bedienung der Anlage ?

-Personal	1 Person
-Stundenaufwand	0,5 h/d
-Ausbildung	Einweisung
-Bereitschaftsdienst	

29. Bedienerfreundlichkeit ?

-Kessel	
-Feuerung	hoch

31. Durchgeführte Verbesserungen / Vorschläge ?

- Lager incl. Befüllung
- Austragsystem Lager
- Beschickungssystem Brenner
- Kesselanlage
- Feuerung
- Ascheaustrag
- Wärmetauscher
- Abgaskomponenten

32. Investitionskosten der Anlage ?

- | | |
|-------------------|-----------|
| -Feuerungsanlage | 70.000 DM |
| -bauliche Anlagen | 20.000 DM |

33. Bemerkungen / Besonderheiten ?

5 Aufnahme der Anlagedaten

Um eine möglichst genaue Datenaufnahme zu gewährleisten, wurden persönlich die einzelnen in Frage kommenden Anlagen vor Ort besichtigt. Die Anlagedaten wurden im Gespräch mit den Betreibern bzw. beauftragten Personen aufgenommen und schriftlich in den Erhebungsbögen sowie fotodokumentarisch festgehalten.

Den Kontakt zu den Betreibern wurde durch ein kurzes Anschreiben (s.u.) hergestellt, welches die Aufgabenstellung und das Ziel der Studie beschrieb. Gleichzeitig wurde um einen Besichtigungstermin gebeten, der kurze Zeit später telefonisch vereinbart wurde.

Die Akzeptanz der Betreiber war sehr hoch. Von 46 angeschriebenen Betreibern erteilten 33 Anlagenbetreiber Zusagen zur Besichtigung. Das entspricht einer Rücklaufquote von 72%.

Leider war bei neun Anlagenbetreibern eine Terminvereinbarung aufgrund von Betriebsferien, Urlaub oder Krankheit der zuständigen Personen nicht möglich. In vier Fällen lag kein Interesse an einer Mitwirkung vor.

Im Zuge der Besichtigungen wurden außerdem zwei Gebrauchtholzrecyclinganlagen besucht, um einen Eindruck über die Aufbereitung von Gebrauchtholz, Grünschnitt und ähnlichen Sortimenten zu energetisch verwertbaren Holzhackschnitzeln zu gewinnen.

6 Untersuchte Anlagen

In nachstehender Tabelle 6-0 sind die untersuchten Anlagen mit den wichtigsten Kenngrößen alphabetisch nach Firmennamen zusammengestellt:

Nr.	Anlagenstandort	Einsatzbereich/ Produktion	Anlagen- hersteller	Baujahr	Nenn- leistung
1	Adams Holzbau/Fertigbau Brohltererstr. 17 56651 Niederzissen	Fertigelemente	Zima	1992	800 kW
2	Alte Ziegelei 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler (Neubaugebiet)	Betreiber: Residenzbau GmbH	Kohlbach	1999	300 kW
3	Borne Türenfabrik GmbH&Co Industriegebiet 54311 Trierweiler-Sirzenich	Türenelemente	Weiss	1992	7600 kW
4	Energie-Dienstleistungs GmbH Industriegebiet II 55768 Hoppstädten-Weiersbach	Energiedienstleister	Wulff	1996	13600 kW
5	Forstamt Entenpfuhl Forsttechn. Stützpunkt 55566 Bad Sobernheim	Forst	Pol-Zenith	1990	90 kW
6	Forstamt Hermeskeil Koblenzerstr. 71 54411 Hermeskeil	Forst	Fröling	1995	70 kW
7	Gemeinde Bergweiler 54518 Bergweiler	Kommune	WVT- Bioflamm	1996	100 kW
8	Gemeinde Ferschweiler 54668 Ferschweiler	Kommune	WVT- Bioflamm	1997	174 kW
9	Giovanella Holzverarb.-GmbH 57578 Elkenroth	Spanplatten	Mawera	1996	350 kW
10	Hans Kirst KG Hans-Wilhelm-Kirst-Str.1-4 56843 Irmenach	Pferdeboxen	Lambion	1981	3000 kW
11	Heep Fenster GmbH Bahnhofstr. 56414 Meudt	Fenster und Türen	nicht feststellbar		
12	Holzwerk Rockenhausen GmbH Kaiserslautererstr. 11 67806 Rockenhausen	Möbelzubehör	AVC/ Lambion	1993	1000 kW
13	Hunsrückhaus am Erbeskopf 54411 Deuselbach	Kommune	WVT- Bioflamm	1999	60 kW
14	Karl Krug Sargfabrik Siegenerstr. 61 57610 Altenkirchen	Särge	Mawera	1993	850 kW
15	Kirschbacher Hof (Fam. Götz) 66482 Kirschbacherhof	Landwirt	Hansen	1995	150 kW
16	Korn-Türen Neugärtenstr. 50 76891 Busenberg	Türen	BHSR- Spänex	1993	650 kW
17	Kreis Germersheim / Kandel Luitpoldplatz 1 76726 Germersheim	Kommune Betreiber: WAT Ing. GmbH	Tiba-Müller	1999	180 kW

Fortsetzung:

Nr.	Anlagenstandort	Zusatz	Anlagen-hersteller	Baujahr	Nenn-leistung
18	Mann Naturenergie Schulweg 8-14 57520 Langenbach	Gebrauchtholz- recycling und Energiedienstleister	Lambion	1995	3960 kW
19	Mertzlufft Fensterbau GmbH Mainzerstr. 1 76726 Germersheim	Fenster	Mawera	1997	350 kW
20	Mohr Holzbau GmbH Niederkircherstr.6 54295 Trier	Holzleimbinder	Schmid- Geul	1998	3000 kW
21	Niveau-Fenster GmbH Langenlahnerstr. 56457 Westerburg	Fensterbau	Mawera	1993	995 kW
22	Nolte-Möbel GmbH&Co. KG Konrad-Nolte-Str. 20 76725 Germersheim	Möbel	Weiss	1971 Umbau '92	10000 kW
23	Pfälzische Parkettfabrik GmbH Hauptstr. 252 67475 Weidenthal	Parkett	Weiss	1985	830 kW
24	Prümer Holzbau GmbH&Co. KG Prümtalstr. 23 54595 Prüm	Leimbinder	Polytechnik	1991	3500 kW
25	Rasselstein Hoesch GmbH Standort Neuwied 56562 Neuwied	Feinbleche	Weiss	1981	9500 kW
26	Rinnthaler Stuhl u. Tischfabrik Bahnhofstr.3 76857 Rinnthal	Stühle,Tische	WVT- Bioflamm	1993	882 kW
27 (a/b)	Steffen AG Johann-Steffen-Str. 56869 Mastershausen	Möbel	Weiss	1991	5500 kW
28	Teba Fenster/Türen GmbH Raiffeisenstr. 54411 Hermeskeil	Fenster/Türen	Lambion	1980	580 kW
29	Tombers-Hartholz GmbH&Co. KG 54552 Mehren	Möbelplatten- herstellung	Mawera	1996	3000 kW
30	VG Hachenburg / Oberschule Gartenstr. 11 57627 Hachenburg	Kommune	Mawera	1998	550 kW
31	VG Kirchen / duale Oberschule Lindenstr.8 57548 Kirchen/Sieg	Kommune	WVT- Bioflamm	1999	116 kW
32	Westeifelwerke GmbH Industriegebiet 54595 Weinsheim	Anerkannte Werk- statt für Behinderte	Geul- Schmid	1994	550 kW
33	Westeifelwerke GmbH Vulkanring 54568 Gerolstein	Anerkannte Werk- statt für Behinderte	Mawera	1990	300 kW
<u>Nennleistung gesamt: 72.587 kW</u>					

Um einen Eindruck über die Einsatzbereiche der Holzfeuerungsanlagen in Rheinland-Pfalz zu bekommen, sind die für diese Studie untersuchten Anlagen auf den nächsten Seiten in übersichtlicher Form beschrieben. Diese Darstellung kann von der TSB zur Gestaltung einer Internetseite verwendet werden.

Die genauen technischen Daten sowie Angaben über Betriebserfahrungen, Wartungs- und Bedienaufwand, Wirtschaftlichkeit , etc. befinden sich in Anhang A.

Hinweise zu den Anlagenbeschreibungen:

- Die CO₂-Einsparung wurde mit 2 kg/10 kWh erzeugter Energie berechnet.
- Ermittlung der Energiegestehungskosten siehe Anhang B.

Anlage 1

Adams Holzbau/ Fertigbau

Brohltererstr. 17, 56651 Niederzissen

Die Firma Adams stellt Holzfertighäuser her. Das Grundmaterial sind Holzbalken die durch mehrere Produktionsschritte in die gewünschte Form gebracht werden.

Beim bearbeiten der Hölzer fallen Sägespäne-, Hobelspäne sowie stückige Hölzer an, die entweder direkt von den Produktionsmaschinen in den Bunker abgesaugt werden oder zerkleinert und mittels Kettenförderer ins Brennstoffsilo transportiert werden.

Der Hobelspäne und zum Teil die Sägespäne werden an die Industrie verkauft. Die HHS werden mit einem Schuboden aus dem Brennstoffsilo in eine Transportschnecke geschoben. Diese transportiert die HHS zum Eintragsystem der Feuerung.



Bild 6-1: Zima Duomat 800

Die Rostasche wird manuell aus dem Feuerungsraum entnommen. Zur Entfernung der Flugasche setzt man einen Zyklon ein.

Anlagedaten:

Brennstoff	SNP
Brennstoffgröße	< 80 mm
Brennstoffverbrauch	1507 Mg/a (geschätzt)
Wassergehalt w	25-30 %
Hersteller	Zima
Typ	Unterschubfeuerung
Baujahr	1992
Nennleistung	800 kW
Zweitenergiesystem	nicht vorhanden
Nutzenergie	Heizwärme
Abgasbehandlung	Multizyklon



Bild 6-2: Multizyklon (2-fach)

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	150.000 DM*
Energiegestehungskosten	0,006 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	5,76 GWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 1152 Mg/a

(* = Feuerungsanlage + Austragsystem)

Anlage 2

Alte Ziegelei

53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler, (Baugebiet)

Im Wohngebiet „Alte Ziegelei“ wurden 64 Niedrigenergiehäuser errichtet. Ein zukunftsweisendes Energie und CO₂ sparendes Heizungssystem, verbunden mit Niedrigenergiestandard durch hohe Wärmedämmung reduzieren den Energieverbrauch auf ein Minimum. Die 300 kW große Holzfeuerungsanlage versorgt das Wohngebiet mit Heizwärme und Warmwasser. Als Brennstoff werden Holzhackschnitzel aus unbehandelten SNP eingesetzt.

Der im Tiefbunker (71 m³) befindliche Schubboden fördert den Brennstoff in einen Kettenförderer. Von dort aus gelangt der Brennstoff in einen hydraulischen Stoker, der den Brennstoff dosiert in den Brennraum drückt.



Bild 6-3: Lageplan „Alte Ziegelei“

Die Rostasche wird manuell entfernt.
Zur Entstaubung der Abgase wird ein Zyklon verwendet.

Anlagedaten:

Brennstoff	Altholz, unbeh.
Brennstoffgröße	< 60 mm
Brennstoffverbrauch	300 Mg/a (geschätzt)
Wassergehalt w	30-40 %
Hersteller	Kohlbach
Typ	Vorschubrostfeuerung
Baujahr	1999
Nennleistung	300 kW
Zweitenergiesystem	Spitzenlastgaskessel
Nutzenergie	Heizung, Warmwasser
Abgasbehandlung	Zyklon

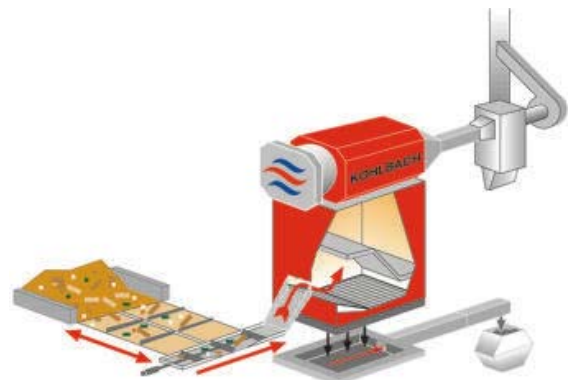


Bild 6-4: Bsp. Unterschubfeuerung [Kohlbach]

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	k.A.
Energiegestehungskosten	k.A.

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	1200 MWh _{BS} *
CO ₂ -Einsparung	ca. 240 Mg/a*

(* = geschätzt)

Anlage 3

Borne Türenfabrik

Industriegebiet, 54311 Trierweiler-Sirzenich

Die Borne Türenfabrik in Trierweiler-Sirzenich stellt Türelemente her. Zur Verwertung der anfallenden Reststoffe (Hölzer der Klassen H1 und H2) wird ein Wärmekraftwerk betrieben. Der erzeugte Dampf (8000 kg/h) wird in einer Turbine mit nachgeschaltetem Generator (1,3 MW) entspannt. Die erzeugte Elektrizität wird im eigenen Betrieb verwendet. Der Überschuss wird ins RWE-Netz eingespeist. Die Abwärme wird zur Deckung des Warmwasser- und Heizwärmebedarfs genutzt. Das Hochsilo wird mit HHS aus Produktionsresthölzern und aus dem Betrieb abgesaugten Spänen befüllt.



Bild 6-5: Kraftwerk Borne Trierweiler-Sz

Die Austragung des Brennstoffs aus dem Hochsilo erfolgt durch eine Austragschnecke. Ein Gebläse übernimmt den Weitertransport des Brennstoffs vom Hochsilo bis zum Eintragsystem (2 Stokerschnecken), dem ein Dosierbehälter vorgeschaltet ist. Die Kesselasche wird über ein Naßent- aschungssystem mit Kettenförderer aus- getragen. In einem Elektroabscheider werden die Staubpartikel aus dem Abgas enternt.

Anlagedaten:

Brennstoff	SNP,HS
Brennstoffgröße	<1,5 cm ³
Brennstoffverbrauch	ca. 6365 Mg/a
Wassergehalt w	10 %
Hersteller	Weiss
Typ	Vorschubfeuerung
Baujahr	1992
Nennleistung	7600 kW
Zweitenergiesystem	Thermoöl (Spänefeuerung)
Nutzenergie	Heizwärme, Warmwasser, Strom
Abgasbehandlung	Elektroabscheider



Bild 6-6: Elektroabscheider

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	7.5 Mio. DM
Energiegestehungskosten	k.A.

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	28,6 GWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 5730 Mg/a

Anlage 4

Energie-Dienstleistungs GmbH (EDH)

Industrieg. II, 55768 Hoppstädten Weiersbach

Die EDH ist ein Unternehmen, das sich mit der umwelt- und klimafreundlichen Energieumwandlung beschäftigt. Der Kundenkreis der EDH stammt aus den Bereichen Gewerbe, Industrie und Wohnungswirtschaft. Hier bietet die EDH die Lieferung der Energieträger Wasser, Dampf und Strom an. Die Anlage der EDH besteht aus einer Biomasse-Heizzentrale mit einer Turbine mit nachgeschaltetem Generator (1,43 MW_{el}) für den Grundlastbetrieb und zwei Blockheizkraftwerke (1,936 MW_{el}) für den Spitzenlastbetrieb. Die Biomasse stellt hier unbelastetes Altholz dar, genehmigt nach der 4. BImSchV.



Bild 6-7: EDH Biomassekraftwerk

Die Beschickung der Feuerung erfolgt mit 6 Stokerschnecken. Untenstehendes Bild zeigt den Brennraum mit einer Stokerschnecke im ausgebauten Zustand.



Bild 6-8: Vorschubrost mit Eintragschnecke

Anlagedaten:

Brennstoff	unbelastetes Altholz
Brennstoffgröße	20-100 mm
Brennstoffverbrauch	ca. 25.000 Mg/a
Wassergehalt w	10-20%
Hersteller	Wulff
Typ	Vorschubrostfeuerung
Baujahr	1996/97
Nennleistung	11 MW _{th} , 1,43 MW _{el}
Nutzenergie	Heizwärme, Strom Warmwasser, Dampf
Abgasbehandlung	Zyklon und Schlauchfilter

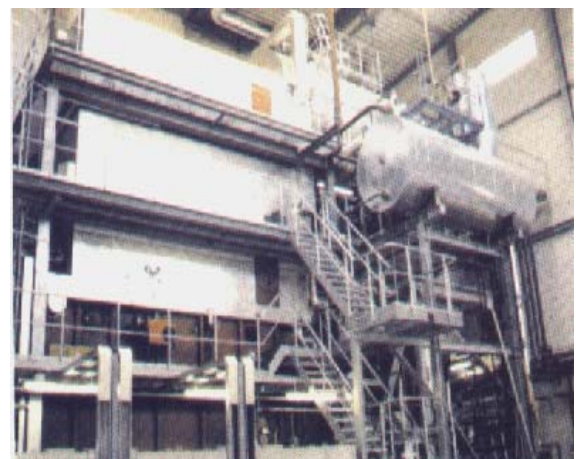


Bild 6-9: Biomassekessel der EDH

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	> 20 Mio. DM*
Energiegestehungskosten	k.A.

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	106,4 GWh _{BS} **
CO ₂ -Einsparung	21.280 Mg/a**

(* = incl. Wärme und Stromnetz)

(** = bezogen auf HHS-Verbrauch)

Anlage 5

Forstamt Entenpfuhl

Forsttech. Stützpunkt, 55566 Bad Sobernheim

Das Forstamt Entenpfuhl betreibt seit 1990 eine Holzhackschnitzelfeuerungsanlage, die als Pilotprojekt geplant wurde. Die HHS-Heizung wird mit Wald-HS und SNP beschickt. Mit der erzeugten Energie wird der Wärme- und Warmwasserbedarf der Forstamtsgebäude gedeckt. Es ist geplant die HHS-Anlage in ein anderes Gebäude zu verlegen um die Brennstofflagerung und -beschickung zu vereinfachen.

Zur Zeit werden die HHS auf einem Dachboden gelagert, der zu einem Vorratsraum mit Schubbodenaustragssystem ausgebaut ist. Der Vorratsraum wird mit einem manuell beschickten Gebläse befüllt. Die HHS werden vom Schubboden über eine Transportschnecke in einen Dosierbehälter gefördert. Ein hydraulischer Stoker nimmt den Brennstoff auf und schiebt ihn je nach Bedarf in den Brennraum.



Bild 6-10: HHS-Anlage mit Beschickung und Abgasreinigung (Multizyklon)

Die Asche wird manuell aus dem Brennraum entfernt.

Anlagedaten:

Brennstoff	Wald-HS, SNP
Brennstoffgröße	<40 mm
Wassergehalt w	ca.40%
Brennstoffverbrauch	ca.53 Mg/a
Hersteller	Pol-Zenith
Typ	Unterschubfeuerung
Baujahr	1990
Nennleistung	90 kW
Zweitenergiesystem	Ölkessel (Ersatz)
Nutzenergie	Heizung, Warmwasser
Abgasbehandlung	Multizyklon



Bild 6-11: Dachboden mit Schubboden als Vorratsraum für SNP

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	ca.100.000 DM
Energiegestehungskosten	0,073 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	192,2 MWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 38,4 Mg/a

Anlage 6

Forstamt Hermeskeil

Koblenzerstr. 71, 54411 Hermeskeil

Das Forstamt Hermeskeil besitzt eine HHS-Anlage der Firma Fröling und nutzt sie zur Wärmebereitstellung. Als Brennstoff werden ausschließlich Waldhackschnitzel aus dem eigenen Forst verwendet.

Der Jahresvorrat an Brennstoff wird auf dem Werkhof mit einem mobilen Hacker zerkleinert und in das Brennstofflager gefördert.

Je nach Bedarf wird der Vorratsbehälter (ca. 6 m³) befüllt. Ein Federrotationsaustrag mit Trogschnecke transportiert die HHS zur Stokerschnecke. Die HHS-Anlage kann optional mit Stückholz beschickt werden. Der Wärmetauscher kann von außen über einen Mechanismus gereinigt werden.



Bild 6-12: Kessel Fröling Lambdamatic 60

Die Asche wird manuell entfernt.

Besonderheit bei dieser Anlage ist, dass der Zyklon zur Abgasbehandlung im Kessel integriert ist.

Anlagedaten:

Brennstoff	Waldhackschnitzel
Brennstoffgröße	< 40 mm
Wassergehalt w	35-40%
Brennstoffverbrauch	ca. 70 Mg/a
Hersteller	Fröling
Typ	Unterschub-Wirbelkammer
Baujahr	1995
Nennleistung	60 kW
Zweitenergiesystem	Ölkessel
Nutzenergie	Heizung, Warmwasser
Abgasbehandlung	integrierter Zyklon



Bild 6-13: Brennstofflager mit dahinter liegendem Vorratsraum

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	67.000 DM
Energiegestehungskosten	0,041 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	245 MWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 49 Mg/a

Anlage 7

Gemeinde Ferschweiler

54668 Ferschweiler

Die Gemeinde Ferschweiler betreibt eine 205 kW große Hackschnitzelheizung und versorgt damit eine Mehrzweckhalle, einen Kindergarten sowie ein Gerätehaus der freiwilligen Feuerwehr mit Heizwärme und Warmwasser. Der eingesetzte Brennstoff besteht zu 40% aus Schwarten eines naheliegenden Sägewerks und 60% aus Waldhackschnitzeln aus dem Forstrevier Ernzen. Die Waldhölzer sowie die Schwarten werden in jährlich wiederkehrenden Einsätzen direkt im Wald bzw. vor dem HS-Lager von einem Auftragsunternehmer zerkleinert. Der Jahresvorrat an Hackgut wird in einem Lager bevorratet.



Bild 6-14: Auftragsunternehmer beim Hacken

Das Silo (ca. 45 m³) wird mit dem Gemeindefaktor nach Bedarf befüllt. Die im Silo montierte Austragung transportiert den Brennstoff zum Stokersystem.

Die Anlage ist mit einer automatischen Entaschung ausgerüstet.

Ein Zyklon reduziert die Staubgehalt im Abgas.

Anlagedaten:

Brennstoff	Wald-HS, SNP
Brennstoffgröße	10-40 mm
Wassergehalt w	< 40%
Brennstoffverbrauch	ca. 105 Mg/a
Hersteller	Bioflamm
Typ	Vorschubfeuerung
Baujahr	1997
Nennleistung	174 kW
Zweitenergiesystem	Ölkessel
Nutzenergie	Heizung, Warmwasser
Abgasbehandlung	Zyklon



Bild 6-15: automatischer Ascheaustrag

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	80.000 DM
Energiegestehungskosten	0,057 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	312,4 MWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 62,5 Mg/a

Anlage 8

Gemeinde Bergweiler
54518 Bergweiler

Um den Kindergarten und das Gemeindehaus in Bergweiler mit Heizwärme und Warmwasser zu versorgen wurde 1996 die bestehende Ölheizung, die den gestiegenen Energiebedarf nicht mehr decken konnte, um eine Holzfeuerungsanlage erweitert. Die HHS-Anlage deckt den Grundlastbedarf des Gebäudes. Das Forstamt Bergweiler stellt den Brennstoff in Form von Wald-HS zur Verfügung. Dazu wird Schwachholz grob aufgearbeitet, zum Gemeindebauhof transportiert, dort zu Hackschnitzeln aufbereitet und gelagert. Der Tiefbunker (40 m³) der HHS-Anlage wird je nach Bedarf mit einem Gemeindefahrzeug befüllt. Der Brennstoff gelangt über ein Rührfederaustragsystem zur Stokerschnecke.



Bild 6-16: Gemeindehaus mit Kindergarten

Die Feuerung verfügt über eine automatische Entaschungseinrichtung.
Die Abgase werden in einem Rotationszyklon entstaubt.

Anlagedaten:

Brennstoff	Wald-HS,
Brennstoffgröße	< 45 mm
Wassergehalt w	< 30%
Brennstoffverbrauch	ca. 63 Mg/a
Hersteller	Bioflamm
Typ	Vorschubfeuerung
Baujahr	1996
Nennleistung	100 kW
Zweitenergiesystem	Ölkessel
Nutzenergie	Heizung, Warmwasser
Abgasbehandlung	Rotationszyklon



Bild 6-17: Feuerungsraum

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	80.000 DM
Energiegestehungskosten	0,077 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	187,4 MWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 37,5 Mg/a

Anlage 9

Giovanella Holzverarbeitung GmbH
57578 Elkenroth

Der holzverarbeitende Betrieb Giovanella GmbH mit Sitz in Elkenroth nahe Bad Marienberg verarbeitet Hochdruckfaserplatten (HDF). Bei der Verarbeitung fallen Verschnittabfälle und Sägespäne der Klassen H1-H2 an. Die Menge an Reststoffen reicht aus um den Wärmebedarf der Firma mit einer HHS-Anlage zu decken.

Die Sägespäne und die zerkleinerten Verschnittabfälle werden mittels Gebläse in ein 100m³ großes Hochsilo gefördert. Eine Austragsschnecke in Verbindung mit einer Transportschnecke fördert den Brennstoff zur Kesselbeschickung



Bild 6-18: Mawerakessel u. Kesselbeschickung

Die Kesselasche wird manuell aus dem Feuerungsraum entnommen
Zur Entstaubung der Abgase kommt ein Rotationszyklon zum Einsatz.

Anlagedaten:

Brennstoff	Sanplatten-HS
Brennstoffgröße	1-10 mm
Wassergehalt w	< 10%
Brennstoffverbrauch	ca.180 Mg/a
Hersteller	Mawera
Typ	Unterschubfeuerung
Baujahr	1996
Nennleistung	350 kW
Zweitenergiesystem	nicht vorhanden
Nutzenergie	Heizung, Warmwasser
Abgasbehandlung	Rotationszyklon



Bild 6-19: Rotationszyklon

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	180.000 DM
Energiegestehungskosten	0,037 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	768,9 MWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 153,8 Mg/a

Anlage 10

Hans Kirst KG

Hans-Wilhelm-Kirst-Str. 1-4, 56843 Irmenach

Die Hans Kirst KG ist eine der führenden Pferdeboxen Hersteller in Deutschland. Die angelieferten Holzstämme werden in der firmeneigenen Sägerei geschnitten und in nachfolgenden Arbeitsschritten zu Balken Bretten usw. bis hin zu Pferdeställen verarbeitet. Bei der gesamten Fertigung fällt unbehandeltes Abfallholz an, dass durch Verbrennung in einem Wärmekraftwerk den Wärme- und Strombedarf der Firma deckt.

Die Nennleistung des Kessels beträgt ca. 3 MW. Der erzeugte Dampf wird in einem Spilling-Motor entspannt, der nachgeschaltete Generator erzeugt eine Leistung von 250 kW_{el}.



Bild 6-20: Produktbeispiel Pferdestall

Als Vorratsbehälter dient ein gemauertes Hochsilo (ca. 240 m³). Von der Siloaustragung gelangen die HHS über eine Steigschnecke in einen Dosierbehälter. Von dort fällt der Brennstoff in die Stokerschnecke.

Anlagedaten:

Brennstoff	SNP
Brennstoffgröße	1-50 mm
Wassergehalt w	< 12%
Brennstoffverbrauch	2330 Mg/a (geschätzt)
Hersteller	Lambion/ Buderus
Typ	Unterschubfeuerung
Baujahr	1981
Nennleistung	3000 kW
Zweitenergiesystem	nicht vorhanden
Nutzenergie	Heizung, Warmwasser, Strom
Abgasbehandlung	Zyklon



Bild 6-21: Spilling Motor

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	k.A.
Energiegestehungskosten	k.A.

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	10,5 GWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 2100 Mg/a

Anlage 12

Holzwerk Rockenhausen GmbH & Co. KG
Kaiserslautererstr. 11, 67806 Rockenhausen

Das Holzwerk Rockenhausen produziert verschiedene Produkte wie z.B.

Rolläden, Kleinmöbel, Massivholzkompone-
nten, Holzgitter und Schubkastensysteme.

Die Spezialität der Firma ist es jedoch, komplette Einbausets mit Frontblenden, Führungsleisten, Umlenkbögen, Endstäben und Griffleisten passend zum verwendeten Rollladen herzustellen. Für die Produktion wird Dampf benötigt, der durch Verbrennung eigener Reststoffe erzeugt wird.

Die anfallenden Reststoffe werden in einem Hochsilo (ca. 100m³) gelagert. Der Brennstoff wird mit einer Austragsschnecke aus dem Hochsilo zum Gebläse transportiert. Das Gebläse beschickt die Feuerung mit Brennstoff und Primärluft.



Bild 6-22: Hochsilo für Spänevorrat

Die Anlage ist nach 4.BImSchV 1.2 genehmigt.
Die Kesselasche wird manuell entfernt.
Zur Abgasreinigung wird in ein Multizyklon eingesetzt.

Anlagedaten:

Brennstoff	SNP,
Brennstoffgröße	< 8 mm
Wassergehalt w	< 10%
Brennstoffverbrauch	1675 Mg/a (geschätzt)
Hersteller	Lambion
Typ	Einblasfeuerung
Baujahr	1974, Umbau 1993 (Fa. Christian)
Nennleistung	1000 kW
Zweitenergiesystem	Ölkessel
Nutzenergie	Prozessdampf, Heizung
Abgasbehandlung	Multizyklon



Bild 6-23: Multizyklon

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	k.A.
Energiegestehungskosten	k.A.

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	7,5 GWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 1507 Mg/a

Anlage 13

Hunsrückhaus

Am Erbeskopf, 54411 Deuselbach

Das Hunsrückhaus ist öffentliche Einrichtung und möchte interessierten Personen die Besonderheiten rund um den Erbeskopf näher bringen.

Angeboten werden:

- eine Ausstellung zu Natur und Umwelt,
- ein Erlebnisgelände,
- Exkursionen und Schulklassenprogramme,
- Tagungsräume.

Die Holzhackschnitzelheizung ist Teil eines Gesamtkonzepts zur regenerativen Energieerzeugung mittels Wärmepumpe, Solaranlage und HHS-Heizung. Die HHS-Anlage liefert etwa 40% des Jahresenergiebedarfs.

Der Hackschnitzelvorrat wird aus dem Tiefbunker (25m³) über ein Federaustragssystem mit integrierter Trogsschnecke zur Kesselbeschickung transportiert.



Bild 6-24: Hunsrückhaus Frontansicht

Zum Austrag der Rostasche ist eine automatische Entaschungsschnecke installiert. Die Flugasche wird in einem Rotationszyklon in einen Behälter abgeschieden.

Anlagedaten:

Brennstoff	Wald-HS
Brennstoffgröße	10-60 mm
Wassergehalt w	< 35%
Brennstoffverbrauch	ca. 35 Mg/a
Hersteller	Bioflamm
Typ	Vorschubrostfeuerung
Baujahr	1999
Nennleistung	60 kW
Zweitenergiesystem	Wärmepumpe und Solarkollektoren
Nutzenergie	Heizung, Warmwasser
Abgasbehandlung	Rotationszyklon



Bild 6-25: Bioflamm-Integralfeuerung

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	90.000 DM
Energiegestehungskosten	0,121 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	ca. 104 MWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 20,8 Mg/a

Anlage 14

Karl Krug Sargfabrik

Siegenerstr. 61, 57610 Altenkirchen

Die Karl Krug Sargfabrik ist ein Familien-Unternehmen, das ein eigenes Sägewerk betreibt und Särge produziert. Bei der Verarbeitung der Holzstämmе bis hin zum fertigen Produkt Sarg, fallen Hackschnitzel sowie Holzspäne an, die über eine Absauganlage ins Hochsilo transportiert werden.

Vom Hochsilo wird der Brennstoff je nach Bedarf, mittels Pendelaustragschnecke und Transportschnecke zum Holzkessel gefördert. Der Holzkessel deckt den Wärmebedarf der Trockenkammer und der Betriebsgebäude.

Diese Art der Energiebereitstellung wurde schon in der vorherigen Generation angewandt. Die Krug Sargfabrik erzeugte früher aus den Reststoffen Dampf, um den Wärmebedarf zu decken und verschiedene Maschinen antreiben zu können.



Bild 6-26: Kesselhalle

Mit zwei automatischen Ascheaustragschnecken wird die Kesselasche aus dem Brennraum entfernt und in einen Container gefördert.

Zur Abgasreinigung ist ein Multizyklon der Verbrennung nachgeschaltet.

Anlagedaten:

Brennstoff	SNP (Mehl, Späne, HS)
Brennstoffgröße	< 25 mm
Wassergehalt w	ca. 10%
Brennstoffverbrauch	ca. 470 Mg/a
Hersteller	Mawera
Typ	Unterschubfeuerung
Baujahr	1993
Nennleistung	850 kW
Zweitenergiesystem	nicht vorhanden
Nutzenergie	Heizung ,Warmwasser (Betrieb, Trockenk.)
Abgasbehandlung	Multizyklon



Bild 6-27: Feuerungsraum

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	350.000 DM*
Energiegestehungskosten	0,029 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	1,794 GWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 358,9 Mg/a

(* = Kesselanlage, Silo u. Austrag)

Anlage 15

Kirschbacher Hof

Fam. Götz, 66482 Kirschbacherhof

Der Kirschbacher Hof ist ein nach ökologischen Grundsätzen arbeitender Landwirtschaftsbetrieb mit ca. 107 ha Waldbesitz. Um mit eigenen Rohstoffen den Wärmebedarf der Betriebsgebäude decken zu können, wird das im eigenen Wald gefällte Holz zu Hackschnitzeln aufbereitet und in einer HHS-Feuerungsanlage eingesetzt.

Der Brennstoffvorrat für ein Jahr wird in einer Halle gelagert. Je nach Bedarf wird ein als Vorratsbunker ausgebauter Raum (ca. 40 m³) mit HHS befüllt. Ein Federaustragssystem mit Trogsschnecke liefert den Brennstoff zur Feuerungsbeschickung.



Bild 6-28: Wirtschaftsgebäude

Der Kessel kann optional mit Stückholz beschickt werden.

Die Feuerraumentaschung erfolgt manuell. In einem integrierten Zyklon werden die Staubpartikel aus dem Abgas entfernt.

Anlagedaten:

Brennstoff	Wald- HS
Brennstoffgröße	< 35 mm
Wassergehalt w	15-20 %
Brennstoffverbrauch	ca.315 Mg/a
Hersteller	Hansen
Typ	Unterschubfeuerung
Baujahr	1995
Nennleistung	180 kW
Zweitenergiesystem	integrierter Ölbrenner
Nutzenergie	Heizung ,Warmwasser
Abgasbehandlung	Zyklon



Bild 6-29: Kesselanlage Fa. Hansen

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	k.A.
Energiegestehungskosten	k.A.

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	1103 MWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 221 Mg/a

Anlage 16

Korn-Türen

Neugärtenstr. 50, 76891 Busenberg

Die Holzverarbeitung hat im waldreichen “Wasgau” eine lange Tradition. In dieser reizvollen Landschaft produziert Korn-Türen seit dem Jahre 1922.

Hergestellt werden Türen und Zargen, entweder einzeln oder als komplette Elemente. Bei der Produktion fallen Holzreststoffe in Form von Sägemehl und Spänen an, die direkt in ein Hochsilo (ca. 160 m³) abgesaugt werden. Holzstücke aus dem Zuschnitt werden in einem Trommelhacker zerkleinert und mittels Gebläse ins Silo gefördert.

Die Feuerungsbeschickung erfolgt über eine Stokerschnecke.



Bild 6-30: Korn-Türen

Die Kesselasche wird manuell aus dem Brennraum entnommen.

Die Abgase werden durch einen Gewebefilter geleitet.

Anlagedaten:

Brennstoff	SNP
Brennstoffgröße	1-12 mm
Wassergehalt w	<10 %
Brennstoffverbrauch	ca.168 Mg/a
Hersteller	BHSR-Spänex
Typ	Unterschubfeuerung
Baujahr	1993
Nennleistung	650 kW
Zweitenergiesystem	Ölbrenner/ Ölkessel
Nutzenergie	Heizung ,Warmwasser
Abgasbehandlung	Gewebefilter



Bild 6-31: Betonsilo ca. 160 m³

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	170.000 DM *
Energiegestehungskosten	0.043 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	640,7 MWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 128 Mg/a

(* = Investition ohne Silo)

Anlage 17

Kreisverwaltung Germersheim / Kandel
Luitpoldplatz 1, 76726 Germersheim

1998/99 wurde die Heizungsanlage der Gesamtschule Kandel saniert. Es wurden Überlegungen angestellt, welches Heizsystem am sinnvollsten wäre und man entschied sich für eine HHS-Anlage.

Es wurde ein Contracting-Vertrag mit der WAT (Wasser- und Abfalltechnik Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG) abgeschlossen, welche die Anlage 8 Jahre lang betreibt bis sie an die Kreisverwaltung übergeben wird. Zur Zeit laufen Versuche, mit welchen Brennstoffen die Anlage problemlos betrieben werden kann.

Als Vorratsbehälter dient ein Wechselcontainer mit 30 m³ Inhalt und Schubbodenaustrag. Eine Trogsschnecke fördert die HHS in einen Zwischenbehälter. Ein weiterer Schubboden im Zwischenbehälter, kombiniert mit einer Transportschnecke versorgt die Brennraumbeschickung.



Bild 6-32: Heizung Tiba- Müller

Die Anlage ist mit einer automatischen Entaschung ausgestattet.

Die Abgasreinigung erfolgt durch einen Zyklon.

Anlagedaten:

Brennstoff	Grünschnitt/ Altholz
Brennstoffgröße	< 35 mm
Wassergehalt w	< 25 %
Brennstoffverbrauch	200 Mg/a (berechnet)
Hersteller	Tiba-Müller
Typ	Vorschubfeuerung
Baujahr	1999
Nennleistung	180 kW
Zweitenergiesystem	Gasbrenner
Nutzenergie	Heizung ,Warmwasser
Abgasbehandlung	Zyklon



Bild 6-33: Container mit Schubbodenaustrag

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	150.000 DM
Energiegestehungskosten	0,070 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	700 MWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 140 Mg/a

Anlage 18

Mann Naturenergie GmbH & Co. KG

Schulweg 8-14, 57520 Langenbach b. Kirburg

Aufgrund der Tatsache, daß man sich bislang nicht auf die Qualitäten von Holzaufbereitungsbetrieben verlassen konnte, hat die Mann Naturenergie GmbH & Co. KG dies seit 1994 in die eigenen Hände genommen. Mit dem Bau des Biomasseheizkraftwerkes wurde 1994 begonnen. Seit 1995 besitzt die Firma den Genehmigungsstatus nach der 4. BImSchV 1.2 aa/bb für den Einsatz von Biomasse und Gebrauchtholz ohne schädliche Verunreinigungen. Das Biomasseheizkraftwerk erzeugt Strom und Wärme. Mit der damit zusammenhängenden Holzaufbereitung ist das Unternehmen Holzaufbereiter und -verwerter in einem. Folgende Brennstoffe werden genutzt:

- Landschaftspflegeschnitt
- Häckselgut
- Rinden
- Gebrauchtholz H1 und H2
- Unbehandeltes Restholz aus der Industrie

Die Kraft-Wärme-Kopplung erfolgt mittels Rostfeuerung und Spilling-Dampf-Motor. Der Abdampf der Anlage wird als Fernwärme genutzt. Hierdurch wird der Wirkungsgrad der Anlage enorm gesteigert.



Bild 6-34: Kraftwerk Mann Naturenergie

Anlagedaten:

Brennstoff	Grünschnitt / Altholz
Brennstoffgröße	< 500 mm
Wassergehalt w	< 25-30%
Brennstoffverbrauch	bis 20 t/a
Hersteller	Lambion (Kessel)
Typ	Vorschubrostfeuerung
Baujahr	1995
Feuerungsleistung	4,95 MW
Zweitenergiesystem	nicht vorhanden
Nutzenergie	Wärme, Strom
Abgasbehandlung	Multizyklon + Elektroabscheider

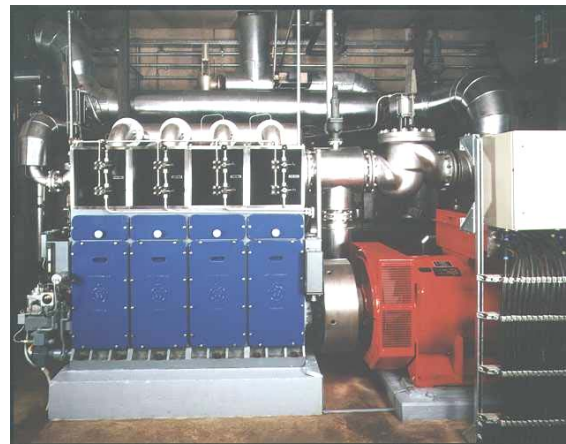


Bild 6-35: Spilling-Motor und Generator

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	k.A.
Energiegestehungskosten	k.A.

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	ca. 28 GWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 5600 Mg/a

(Quelle TSB Bingen)

Anlage 19

Merzlufft Fensterbau GmbH

Mainzerstr. 1, 76726 Germersheim

Merzlufft Fensterbau verwertet schon seit 1984 die anfallenden Reststoffe aus der Produktion thermischen in einer HHS-Feuerung um den Wärmebedarf der Firma zu decken. 1997 wurde die Brennkammer erneuert. Die bei der Bearbeitung erzeugten Holzspäne werden von einer Absauganlage ins Silo transportiert. Größere Holzstücke müssen zuerst in einem stationären Trommelhacker zerkleinert werden und gelangen dann durch ein Gebläse ins Silo. Die Austragung des Brennstoffs erfolgt mittels Pendelaustragschnecke. Über eine Transportschnecke gelangen die HHS in die Stokerschnecke.



Bild 6-36: Kesselanlage Fa. Mawera

Die Asche wird manuell aus dem Feuerraum ausgetragen. Für die Reinigung der Abgase sorgt ein Zyklonabscheider.

Anlagedaten:

Brennstoff	SNP
Brennstoffgröße	< 10 mm
Wassergehalt w	< 12%
Brennstoffverbrauch	ca. 100 Mg/a
Hersteller	Mawera
Typ	Unterschubfeuerung
Baujahr	1997, Aufsatz 1984
Nennleistung	350 kW
Zweitenergiesystem	nicht vorhanden
Nutzenergie	Heizung
Abgasbehandlung	Zyklon



Bild 6-37: gemauertes Silo ca. 250 m³

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	60.000 DM *
Energiegestehungskosten	0,043 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	384,4 MWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 76,9 Mg/a

(* = nur Feuerung und Brennstoffaustrag)

Anlage 20

Mohr Holzbau GmbH

Niederkirchenerstr. 6, 54295 Trier

1948 wurde die Zimmerei Mohr als Einmann Unternehmen gegründet. Heute beschäftigt die Firma Mohr Holzbau GmbH insgesamt 75 Mitarbeiter mit einer Hallenfläche von ca. 18000 m². Hergestellt wird hier BS-Holz und Konstruktionsholz. Bei der Herstellung fallen Holzreststoffe an, die teilweise brikettiert und verkauft werden.

Der Rest gelangt in ein Hochsilo. Da diese Menge jedoch nicht ausreicht um den Wärmebedarf des Betriebes mit einer HHS-Anlage zu decken, werden zusätzlich unbehandelte Altholz-HS mitverbrannt. Bei Anlieferung werden die HHS auf einen befahrbaren Schubboden abgekippt und über ein Fördersystem ins Hochsilo transportiert. Ein im Hochsilo integrierter Schubboden-austrag speist die Brennstoffbeschickung.



Bild 6-38: Luftbild Betriebsgelände Fa. Mohr

Die anfallende Rostasche wird automatisch ausgetragen. Die Flugasche wird in einem Multizyklon abgeschieden.



Bild 6-39: Silobeschickung per Schubboden

Anlagedaten:

Brennstoff	Altholz- HS unbehand.
Brennstoffgröße	< 120 mm
Wassergehalt w	< 20-30%
Brennstoffverbrauch	ca. 2010 Mg/a
Hersteller	Schmid AG
Typ	Vorschubfeuerung
Baujahr	1998
Nennleistung	3000 kW
Zweitenergiesystem	k.A.
Nutzenergie	Heizung (Trockenk., Betrieb), Warmwasser
Abgasbehandlung	Multizyklon



Bild 6-40: Heizungsanlage Fa. Schmid AG

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	470.000 DM *
Energiegestehungskosten	0,021 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	6,25 GWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 1250 Mg/a

(* = nur Feuerungsanlage)

Anlage 21

Niveau-Fenster GmbH

Langenlahnerstr. , 56457 Westerburg

Die von Niveau- Fenster GmbH ausgewählten Hölzer wie Kiefer, Eiche, Meranti oder Niangon werden vor der Verarbeitung getrocknet. So bleiben sie bei allen Klima- und Witterungseinflüssen stets stabil und in Form. Niveau stellt nicht nur Fenster sondern auch Türen her. Bei der Verarbeitung des Rohmaterials zu Fenstern und Türen fallen Holzreststoffe an, die in der firmeneigenen HHS-Anlage verbrannt werden. Aus der entstehenden Wärme wird der Heizwärme- und Warmwasserbedarf des Betriebes gedeckt.

Das Silo wird mittels Gebläse befüllt. Der Siloaustrag ist so konstruiert das neben der Kesselbeschickung auch Container befüllt werden können.



Bild 6-41: Silo Fa. Niveau Fenster

Die Abgase werden in einem Zyklon gereinigt.

Anlagedaten:

Brennstoff	SNP
Brennstoffgröße	30-40 mm
Wassergehalt w	ca. 10%
Brennstoffverbrauch	1675 Mg/a
Hersteller	Mawera
Typ	Unterschubfeuerung
Baujahr	1993
Nennleistung	995 kW
Zweitenergiesystem	nicht vorhanden
Nutzenergie	Heizung, Warmwasser
Abgasbehandlung	Zyklon



Bild 6-42: Siloaustrag für Kesselbeschickung und LKW-Befüllung

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	k.A.
Energiegestehungskosten	k.A.

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	7,54 GWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 1508 Mg/a

Anlage 22

Nolte-Möbel GmbH & Co. KG

Konrad-Nolte-Str. 20, 76725 Germersheim

Der Hauptsitz der Nolte-Gruppe befindet sich heute in Germersheim am Rhein. Das ursprünglich 1956 von Konrad Nolte gegründete Zweigwerk diente zunächst als Zulieferer von Sperrholzplatten für den damaligen Stammsitz in Rheda / Westfalen. Doch bereits zwei Jahre später, 1958, begann Nolte-Möbel in Germersheim Schlafzimmer zu produzieren. Nach und nach wurde die Produktpalette um Jugendzimmer und Systemschränke erweitert. Die anfallenden Spanplatten-HS werden in einem Weiss-Kessel verbrannt und die dadurch erzeugte Wärme als Heizwärme für die Betriebshallen genutzt. Der Brennstoff wird mit einer schweren Austragsschnecke in ein Rohrsystem gefördert, durch das er pneumatisch zur Feuerungsbeschickung transportiert wird.



Bild 6-43: Kessel Firma Weiss

Zur Abgasreinigung wird ein Elektroabscheider eingesetzt.

Anlagedaten:

Brennstoff	Spanplatten-HS
Brennstoffgröße	1-12 mm
Wassergehalt w	ca. 10%
Brennstoffverbrauch	2680 Mg/a
Hersteller	Weiss
Typ	Unterschubfeuerung
Baujahr	1971, erneuert 1992
Nennleistung	10 MW
Zweitenergiesystem	Ölkessel (13 MW)
Nutzenergie	Heizwärme
Abgasbehandlung	Elektroabscheider



Bild 6-44: Schwere Austragsschnecke Silo

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	4,5 Mio. DM
Energiegestehungskosten	0,055 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	10,25 GWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 2050 Mg/a

Anlage 23

Pfälzische Parkettfabrik GmbH
Hauptstr. 252, 67475 Weidenthal

Die Pfälzische Parkettfabrik GmbH in Weidenthal produziert Parkett. Der Betrieb hat ein eigenes Sägewerk zur Herstellung des Grundmaterials aus ganzen Stämmen.

Das zugeschnittene Holz hat einen hohen Wassergehalt und muss in einer Trockenkammer getrocknet werden. Der benötigte Energiebedarf in Form von Wärme wird mit einer Holzfeuerungsanlage, die mit Holzreststoffen aus der Produktion beschickt wird, erzeugt.

Zusätzlich wird der Warmwasser- und Heizbedarf der Betriebsgebäude gedeckt.

Die anfallenden Reststoffe werden mit einem Gebläse in das Hochsilo gefördert.

Über eine Trogschnecke wird der Brennstoff aus dem Silo ausgetragen. Ein Kettenförderer übernimmt den weiteren Transport zur Stokerschnecke.



Bild 6-45: Kesselhaus Pfälz. Parkettfabrik

Die Asche wird manuell ausgetragen.
Das Abgas wird in einem Zyklon entstaubt.

Anlagedaten:

Brennstoff	SNP
Brennstoffgröße	1-10 mm
Wassergehalt w	ca. 28%
Brennstoffverbrauch	1675 Mg/a
Hersteller	Weiss
Typ	Unterschubfeuerung
Baujahr	1985
Nennleistung	830 kW
Zweitenergiesystem	k.A.
Nutzenergie	Heizung (Trocknung), Warmwasser
Abgasbehandlung	Zyklon



Bild 6-46: Kesselanlage mit Beschickung

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	k.A.
Energiegestehungskosten	k.A.

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	6,7 GWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 1340 Mg/a

Anlage 24

Prümer Holzbau Kuckel GmbH & Co. KG
Prümtalstr.23, 54595 Prüm

Der Prümer Holzbau Kuckel GmbH & Co. KG stellt Holzleimbinder her. Mit den anfallenden Resthölzern wird eine Holzfeuerungsanlage der Firma Polytechnik betrieben die den nötigen Wärme- und Warmwasserbedarf der Firma deckt.

Späne und Sägemehl werden über eine Absauganlage in ein Brennstoffsilo gefördert. Stückerige Holzreste gelangen nach einer Zerkleinerung zusammen mit Spänen und Sägemehl in einen Dosierbehälter. Von dort aus gelangt der Brennstoff über eine Stokerschnecke in die Feuerung.



Bild 6-47: Prümer Holzbau

Der Ascheaustrag geschieht manuell.
Die Anlage ist genehmigt nach der 4.BImSchV, Anhang 1.2.
Zur Abgasbehandlung wird ein 3-fach-Multizyklon verwendet.

Anlagedaten:

Brennstoff	SNP
Brennstoffgröße	- 60 mm
Wassergehalt w	< 10%
Brennstoffverbrauch	525 Mg/a (geschätzt)
Hersteller	Polytechnik
Typ	Unterschubfeuerung
Baujahr	1991
Nennleistung	3500 kW
Zweitenergiesystem	nicht vorhanden
Nutzenergie	Heizung, Warmwasser
Abgasbehandlung	Multizyklon



Bild 6-48: Multizyklonabscheider

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	k.A.
Energiegestehungskosten	k.A.

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	2,16 GWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 432 Mg/a

Anlage 25

Rasselstein Hoesch GmbH

Standort Neuwied, 56562 Neuwied

Zur Dampferzeugung betreibt die Rasselstein Hoesch GmbH im Feinblechwerk Neuwied seit 1982 unter anderem einen Altholzkessel, der jährlich ca. 15.000 Mg Restholz verbrennt. Die Anlage ist genehmigt entsprechend der 4. BImSchV Anhang 1.2 aa/bb. Die Hölzer, zum größten Teil aus Verpackungen stammend, werden mit Hilfe eines Hackers grob zerkleinert bevor sie in den Kessel gelangen. Die Rasselstein Hoesch GmbH hat sich der Verbundinitiative Altholz Rheinland-Pfalz angeschlossen, wodurch die Qualität des verwendeten Altholzes gesichert ist. Das Holz wird auf einem Treppenrost verbrannt und die Rauchgase in einem nachgeschalteten Elektroabscheider gereinigt.



Bild 6-49: Brennstoff der Klassen H1 und H2

Für 2000/2001 ist ein neuer Kessel mit einer Leistung von 20 tD/h und einer nachgeschalteten Dampfturbine geplant, der im Rahmen eines Contractingprojektes betrieben werden soll.

Anlagedaten:

Brennstoff	Altholz H1-H2
Brennstoffgröße	< 400 mm
Wassergehalt w	ca. 30%
Brennstoffverbrauch	ca. 15.000 Mg/a
Hersteller	Weiss
Typ	Vorschubrostfeuerung
Baujahr	1981
Nennleistung	ca. 6500 kW
Zweitenergiesystem	Gasbrenner
Nutzenergie	Prozessdampf
Abgasbehandlung	Multizyklon+ Elektroabscheider



Bild 6-50: Naßentaschung

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	ca. 5,0 Mio DM
Energiegestehungskosten	0,015 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	67,5 GWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca.13.500 Mg/a

Anlage 26

Rinnthaler Stuhl- und Tischfabrik
Bahnhofstr. 3, 76857 Rinnthal

In der Rinnthaler Stuhl- und Tischfabrik werden aus heimischen Holz, Stühle und Tische hergestellt. Die anfallenden Holzspäne werden direkt von den Produktionsmaschinen abgesaugt und in ein Hochsilo transportiert. Zur thermischen Verwertung der Holzreststoffe wird eine Vorvergaserfeuerungsanlage des Herstellers WVT-Bioflamm eingesetzt. Der Brennstoff wird mit einer Pendelschnecke aus dem Silo in eine Transportschnecke gefördert, der eine Stokerschnecke zur Feuerungsbeschickung nachgeschaltet ist. Die entstehende Wärme reicht aus um den Wärme- und Warmwasserbedarf des Betriebes zu decken.



Bild 6-51: geöffnete Vorvergaserkammer

Die Feuerungsanlage verfügt über eine automatische Ascheaustragsschnecke, die Asche wird in einen separaten Behälter gefördert. Die Abgasbehandlung erfolgt mit einem Multi-zyklon.

Anlagedaten:

Brennstoff	SNP
Brennstoffgröße	10-25 mm
Wassergehalt w	< 15 %
Brennstoffverbrauch	1508 Mg/a (geschätzt)
Hersteller	WVT-Bioflamm
Typ	Vorschubrostfeuerung
Baujahr	1993
Nennleistung	882 kW
Zweitenergiesystem	k. A.
Nutzenergie	Heizung, Warmwasser
Abgasbehandlung	Multizyklon



Bild 6-52: Feuerungsanlage [Bsp. Bioflamm]

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	150.000 DM
Energiegestehungskosten	0,006 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	6,79 GWh _{BS} *
CO ₂ -Einsparung	ca. 1357 Mg/a

(* = geschätzt)

Anlage 27a+b

Steffen AG

Johann Steffen Str. , 56869 Mastershausen

Johann Steffen gründete am 1. April 1938 einen Schreinerbetrieb. Schon damals stand das Konzept fest: Schlafraummöbel in Serienproduktion und nicht als Einzelstücke zu produzieren.

Heute beschäftigt das Unternehmen ca. 500 Mitarbeiter, um die Schlafraummöbel in fünf Produktschienen:

Tradition, Landhaus, Modern, Komfort und Schranksysteme zu fertigen. Um die Resthölzer, die bei der Produktion anfallen weiter zu nutzen, werden sie in zwei Kesseln verbrannt. Mit der erzeugten Energie der 1,5 MW-Anlage werden Pressen und Lackierung versorgt, die 4 MW-Anlage deckt den Heizwärme- und Warmwasserbedarf des Betriebes.



Bild 6-53: Betriebsgelände Steffen AG

Anlagedaten zweite Anlage:

Brennstoff	Spanplatten- HS
Brennstoffgröße	< 10 mm
Wassergehalt w	< 10 %
Brennstoffverbrauch	ca. 17.000 Mg/a beide Anlagen
Hersteller	Weiss
Typ	Unterschubfeuerung
Baujahr	1991
Nennleistung	1500 kW
Zweitenergiesystem	Ölbrenner
Nutzenergie	Thermoöl für Pressen und Lackierung
Abgasbehandlung	Kiesbettfilter



Bild 6-54: Einblasfeuerung Fa. Weiss Kessel

Anlagedaten erste Anlage:

Brennstoff	Spanplatten- HS
Brennstoffgröße	< 10 mm
Wassergehalt w =	< 10 %
Brennstoffverbrauch	ca. 17000 Mg /a beide Anlagen
Hersteller	Weiss
Typ	Einblasfeuerung
Baujahr	1991
Nennleistung	4000 kW
Zweitenergiesystem	Ölbrenner
Nutzenergie	Heizung, Warmwasser
Abgasbehandlung	Kiesbettfilter

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	k.A.
Energiegestehungskosten	k.A.

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	76 GWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca.15.200 Mg/a

Anlage 28

Teba Fenster und Türen GmbH
Raiffeisenstr., 54411 Hermeskeil

Vor mehr als 25 Jahren wurde in Hermeskeil unweit der saarländischen Grenze das Unternehmen TEBA GmbH gegründet. Ursprünglich als Gesellschaft für den Handel mit Fenstern, Türen, Teppichen und weiteren Bauelementen konzipiert, entwickelte sich die Firma zu einem kleinen handwerklichen Fenster und Türen produzierenden Betrieb. Schließlich entstand daraus ein mittelständischer Markenhersteller mit mehr als 200 Mitarbeitern. Die Palette der Produkte, die Kunden bei der Firma TEBA erwerben können, ist groß. Im Werk Hermeskeil werden Holzfenster sowie Holztüren gefertigt. Die Angebotspalette enthält weiterhin Holz/Aluminiumfenster, Aluminiumfenster, TEBA Kunststofffenster sowie Wintergärten. Bei der Produktion der Holzfenster und -türen werden die Holzreststoffe mit einer Absauganlage in ein Silo transportiert. Da das Silo ca. 150-200 m vom Heizkessel entfernt steht beschickt einen Gebläse den Heizkessel. Die entstehende Wärme wird zur Heizwärme- und Warmwasserbereitstellung genutzt.



Bild 6-55: Einblasfeuerung Fa.Lambion

Anlagedaten:

Brennstoff	SNP
Brennstoffgröße	3-20 mm
Wassergehalt w	< 10 %
Brennstoffverbrauch	335 Mg/a
Hersteller	Lambion
Typ	Einblasfeuerung
Baujahr	1980
Nennleistung	582 kW
Zweitenergiesystem	k. A.
Nutzenergie	Heizung, Warmwasser
Abgasbehandlung	Multizyklon



Bild 6-56: Multizyklonabscheider

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	170.000 DM
Energiegestehungskosten	0,015 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	1,281 GWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 256 Mg/a

Anlage 29

Tombers-Hartholz GmbH & Co. KG
54552 Mehren

Die Firma Tombers-Hartholz GmbH & Co. KG betreibt zur Möbelherstellung eine eigene Sägerei. Das naturbelassene Restholz aus der Sägerei und der Produktion werden dabei zu Erzeugung von Heißwasser (120°) in einer eigenen Holzverbrennungsanlage eingesetzt. Die Wärme wird zur Raumheizung und zur Trocknung der zu verarbeiteten Hölzer genutzt, wobei die Trockenkammer auf einer Temperatur von ca. 90° gehalten wird.

Das Brennstoffsilos wird befüllt über:

- a) Späneabsaugung aus der Produktion,
- b) ein Becherwerk für Hackgut.

Aus dem Silo gelangt der Brennstoff über eine Pendelschneckenaustragung und eine Transportschnecke zu einem Doppeleinschubsystem.

Der Ascheaustrag erfolgt automatisch durch zwei Austragsschnecken.



Bild 6-57: Kesselhaus mit Hochsilo

Die Anlage ist genehmigt nach 4.BImSchV 1.2. Zur Abgasreinigung wird ein Elektroabscheider eingesetzt.

Anlagedaten Anlage:

Brennstoff	SNP, HS
Brennstoffgröße	12-35 mm
Wassergehalt w	< 10 %
Brennstoffverbrauch	5025 Mg /a
Hersteller	Mawera
Typ	Unterschubfeuerung
Baujahr	1996
Nennleistung	3000 kW
Zweitenergiesystem	kein
Nutzenergie	Heißwasser
Abgasbehandlung	Elektroabscheider



Bild 6-58: Kessel mit Sekundärluftgebläsen

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	1,976 Mio DM
Energiegestehungskosten	0,014 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	19,22 GWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca.4000 Mg/a

Anlage 30

VG Hachenburg / Duale Oberschule
Gartenstr. 11, 57627 Hachenburg

In der Hauptschule Hachenburg war eine sanierungsbedürftige Heizungsanlage, bestehend aus zwei erdgasbefeuelten Kesseln (Bj. 1973, Nennleistung je 600 kWth) installiert. Aus technischer Sicht bestand einerseits die Möglichkeit die vorhandene erdgasbefeuelte Anlage durch eine neue zu ersetzen. Andererseits könnte auch eine automatische Holzhackschnitzelheizung in Verbindung mit einem Spitzenkessel zum Einsatz kommen. Für beide Varianten wurden Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen angestellt. Aufgrund der ökonomischen und ökologischen Vorteile entschied sich die Verbandsgemeinde für die Holzhackschnitzel-Variante [TSB]. Der HHS-Kessel (600 kW) deckt den Grund- und Mittellastwärmebedarf der Schule. Ein zusätzlicher Gaskessel (400 kW) ist zur Abdeckung der Spitzenlast installiert.



Bild 6-59: Tiefbunker mit Schubbodenaustrag

Der Brennstoff wird in einem 60 m³ -Tiefbunker mit Schubbodenaustrag bevorratet. Über einen Kettenförderer und zwei Transportschnecken gelangt der Brennstoff in die Stokerschnecke. Die Verbrennungsasche wird manuell entfernt. Zur Abgasbehandlung ist ein Zyklon nachgeschaltet.

Anlagedaten Anlage:

Brennstoff	Altholz H1-H2
Brennstoffgröße	ca. 40 mm
Wassergehalt w	< 45 %
Brennstoffverbrauch	ca. 380 Mg/a
Hersteller	Mawera
Typ	Unterschubfeuerung
Baujahr	1998
Nennleistung	550 kW
Zweitenergiesystem	Gasbrenner
Nutzenergie	Heizung, Warmwasser
Abgasbehandlung	Zyklon



Bild 6-60: Blick in die Brennkammer

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	435.000 DM
Energiegestehungskosten	0,058 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	1,125 GWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca.225 Mg/a

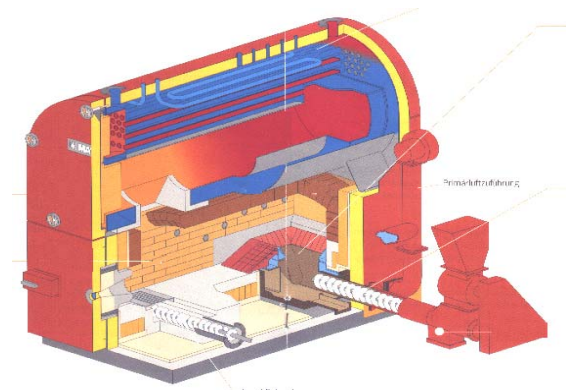


Bild 6-61: Unterschubfeuerung [Mawera]

Anlage 31

VG Kirchen / Duale Oberschule
Lindenstr. 8, 57548 Kirchen/ Sieg

Zur Zeit wird der Neubau der dualen Oberschule Kirchen durchgeführt.

Im Zuge der Baumaßnahmen wurde eine Anlage mit Holzfeuerung und Brennwertnutzung eingebaut.

Die neue Holzhackschnitzelheizung mit einem Abgaswärmerückgewinnungssystem (Thermoskop) ist seit Frühjahr 2000 montiert. Ein Probelauf wurde bereits erfolgreich durchgeführt.

Als Brennstoff sollen Waldhackschnitzel eingesetzt werden

Anlagedaten:

Brennstoff	Wald HS
Brennstoffgröße	10-40 mm
Wassergehalt w	< 50 %
Brennstoffverbrauch	140 Mg/a (geschätzt)
Hersteller	WVT-Bioflam
Typ	Vorschubrostfeuerung
Baujahr	1999/2000
Nennleistung	116 kW
Zweitenergiesystem	integrierter Ölbrenner
Nutzenergie	Heizung,
Abgasbehandlung	Multizyklon



Bild 6-62: Vorvergaserfeuerung Fa.Bioflam

Ein Tiefbunker mit einem Füllvolumen von 40 m³ bevorratet den Brennstoff.

Das Hackgut wird mit einem rotierendem Federaustragssystem mit integrierter Trog-schnecke in eine Transportschnecke gefördert, die den Brennstoff zur Stokerschnecke fördert.

Die Entaschung des Brennraums erfolgt über eine automatische Entaschungsschnecke.



Bild 6-63: Bunker mit Federaustragssystem

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	226.100 DM
Energiegestehungskosten	0,082 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	465,5 MWh _{BS}
CO ₂ -Einsparung	ca. 93,1 Mg/a

Anlage 32

Westeifelwerke GmbH

Industriegebiet, 54595 Weinsheim

Die Westeifelwerkstätte GmbH in Weinsheim ist, wie die Westeifelwerkstätte in Gerolstein, eine soziale Einrichtung für Behinderte. In Weinsheim werden jedoch nicht Paletten repariert sondern Holzmöbel, unter anderem für Städte und Kommunen (z.B. Parkbänke) hergestellt. Mit den anfallenden Holzreststoffen wird eine HHS-Feuerungsanlage betrieben, die den Heizungs- und Warmwasserbedarf der Betriebsgebäude deckt. Es müssen jedoch Holzreststoffe (unbehandelte SNP) zugekauft werden, da die eigenen Reststoffe nicht zur Deckung des Jahresenergiebedarfs ausreichen.



Bild 6-64: Luftbild Westeifelwerke Weinsheim

Die Kesselanlage befindet sich direkt unter dem Brennstoffsilo. Die Beschickung erfolgt über eine Pendelaustragsschnecke, nachgeschalteter Transportschnecke und Stokerschnecke in den Feuerraum. Zur Abgasreinigung wird ein Zyklon verwendet.

Anlagedaten:

Brennstoff	SNP
Brennstoffgröße	2-5 mm
Wassergehalt w	< 10%
Brennstoffverbrauch	ca. 750 Mg/a *+147,4 Mg/a (zugekauft)
Hersteller	Schmid AG
Typ	Unterschubfeuerung
Baujahr	1994
Nennleistung	550 kW
Zweitenergiesystem	elektrischer Warmwasserboiler
Nutzenergie	Heizung, Warmwasser
Abgasbehandlung	Zyklon

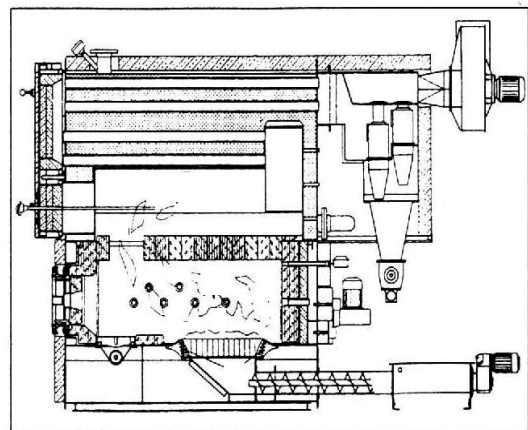


Bild 6-65: Prinzip Unterschubfeuerung
[Schmid AG]

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	k.A.
Energiegestehungskosten	k.A.

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	4050 MWh _{BS} *
CO ₂ -Einsparung	ca. 810 Mg/a *

(* = geschätzt)

Anlage 33

Westeifelwerke GmbH

Vulkanring, 54568 Gerolstein

Die Westeifelwerke GmbH in Gerolstein ist eine anerkannte Werkstatt für Behinderte. Ein Aufgabengebiet ist die Reparatur von gebrauchten Holzpaletten. Die reparaturbedürftigen Paletten werden von umliegenden Firmen zu den Westeifelwerken gebracht.

Dort werden sie erneuert. Die bei der Reparatur anfallenden Reststoffe werden zerkleinert und teils zu Briketts verarbeitet, die verkauft werden. Der größte Teil wird als Brennstoff für die HHS-Heizung verwendet, die den Wärmebedarf des Betriebes deckt.



Bild 6-66: Mawera Kessel

Nach der Zerkleinerung gelangt das Hackgut durch ein Gebläse in ein Hochsilo (200 m³). Die Pendelschneckeaustragung am Siloboden transportiert den Brennstoff zu einem zweiten Gebläse, welches die Stokerschnecke beschickt.

Ein Rotationszyklon sorgt für die Einhaltung der vorgeschriebenen Abgaswerte.

Anlagedaten:

Brennstoff	SNP, Paletten-HS
Brennstoffgröße	5-20 mm
Wassergehalt w	< 15%
Brennstoffverbrauch	502Mg/a (geschätzt)
Hersteller	Mawera
Typ	Unterschubfeuerung
Baujahr	1990
Nennleistung	300 kW
Zweitenergiesystem	Gaskessel
Nutzenergie	Heizung, Warmwasser
Abgasbehandlung	Rotationszyklon



Bild 6-67: Magnetabscheider nach Hacker

Wirtschaftlichkeit:

Investitionskosten	ca. 46.200 DM*
Energiegestehungskosten	0,007 DM/kWh

Umweltvorteile:

Primärenergieeinsparung	2259 MWh _{BS} **
CO ₂ -Einsparung	ca.452 Mg/a **

(* = nur Kesselanlage ohne Silo und Hacker)

(**= geschätzt)

7 Vergleichende Analyse der gesammelten Daten

Im folgenden Kapitel sind die Ergebnisse der Begehung und Datenaufnahme von 34 automatischen Holzfeuerungsanlagen in Rheinland-Pfalz zusammengefasst und zur Veranschaulichung in Diagrammform dargestellt.

7.1 Anlagenbetreibergruppen

Die Anlagenbetreiber werden in folgende Gruppen eingeteilt:

- Holzverarbeitende Betriebe,
- Kommunen,
- Biomassekraftwerke,
- Forstämter,
- Private.

In Diagramm 7.1-1 ist die Anzahl der Anlagenbetreiber sortiert nach Betreibergruppen aufgetragen.

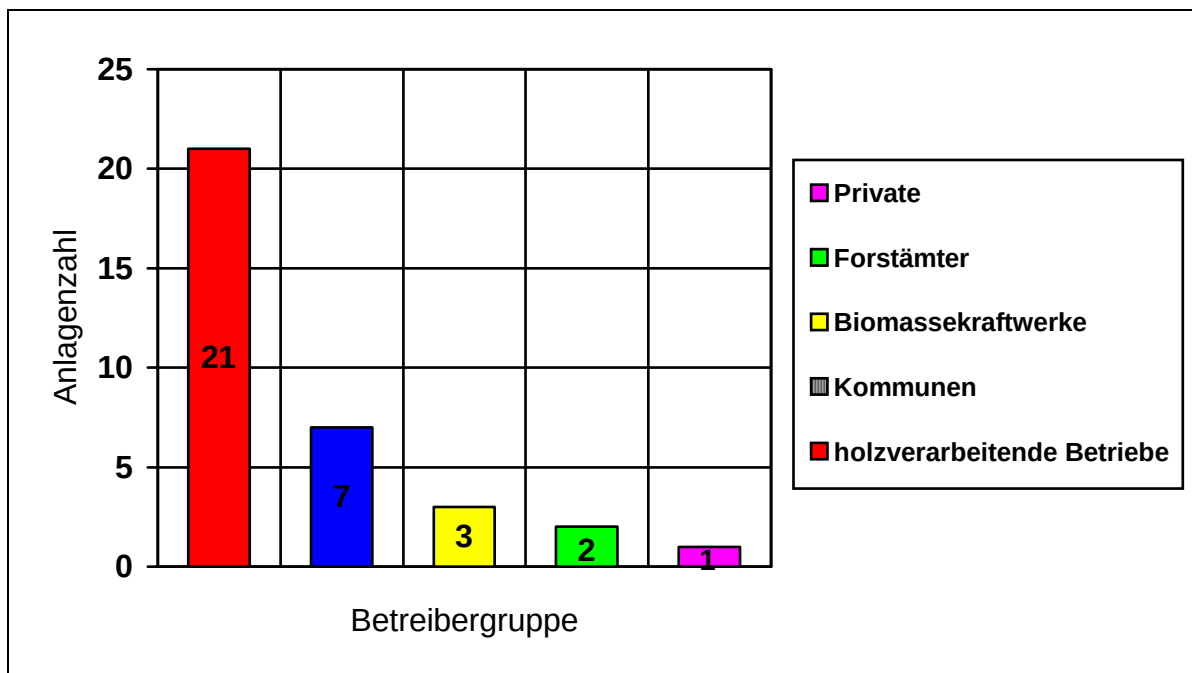


Diagramm 7.1-1: Anzahl der Betreiber nach Gruppen

Während der Untersuchung der Anlagen stellte sich heraus, dass der größte Teil -21 Anlagen- von der Holzverarbeitenden Industrie betrieben wird, wie aus Diagramm 7.1-1 ersichtlich. Sie verwerten ihre eigenen Reststoffe und erzeugen damit Energie. Diese Art der Reststoffnutzung wird seit Jahrzehnten erfolgreich praktiziert und hat maßgeblichen Einfluss auf die technische Entwicklung der automatischen Holzfeuerungsarten.

Bereits Ende der Achtzigerjahre wurde damit begonnen, automatische Holzhackschnitzelanlagen zur Wärmeversorgung forstlicher Einrichtungen zu installieren. Zur Zeit werden zwei HHS-Heizungen über 50 kW Nennleistung in Forstgebäuden betrieben.

Im kommunalen Bereich betreibt man erst seit kurzer Zeit HHS-Heizungen. Trotzdem konnten bereits sieben Anlagen besichtigt werden.

Weiterhin wurden drei Biomassekraftwerke untersucht und eine Anlage zur Versorgung eines landwirtschaftlichen Hofes.

7.2 Brennstoffe

Die in Holzfeuerungsanlagen verbrannten Brennstoffgruppen unterscheiden sich nach Herkunft, Qualität und im Preis.

7.2.1 Brennstoffarten und –massen

Die eingesetzten Brennstoffe werden in folgende Gruppen eingeteilt:

- Sägenebenprodukte (SNP),
- Waldhackschnitzel,
- Altholz,
- SNP/Altholz-Gemenge,
- Grünschnitt/Altholz-Gemenge.

Die jährlich verbrannten Brennstoffmassen der untersuchten HHS-Anlagen für die verschiedenen Brennstoffgruppen betragen für:

- SNP 41.477 Mg/a,
- Wald-HS 780 Mg/a,
- Altholz 49.525 Mg/a,
- SNP/Altholz 9.024 Mg/a,
- Grünschnitt/Altholz 20.070 Mg/a.

In Diagramm 7.2-1 ist die Verteilung der eingesetzten Brennstoffe, bezogen auf die Anzahl der untersuchten Anlagen (schmale Balken) und die jährlich verbrauchte Brennstoffmasse nach Brennstoffgruppen (breite Balken) dargestellt.

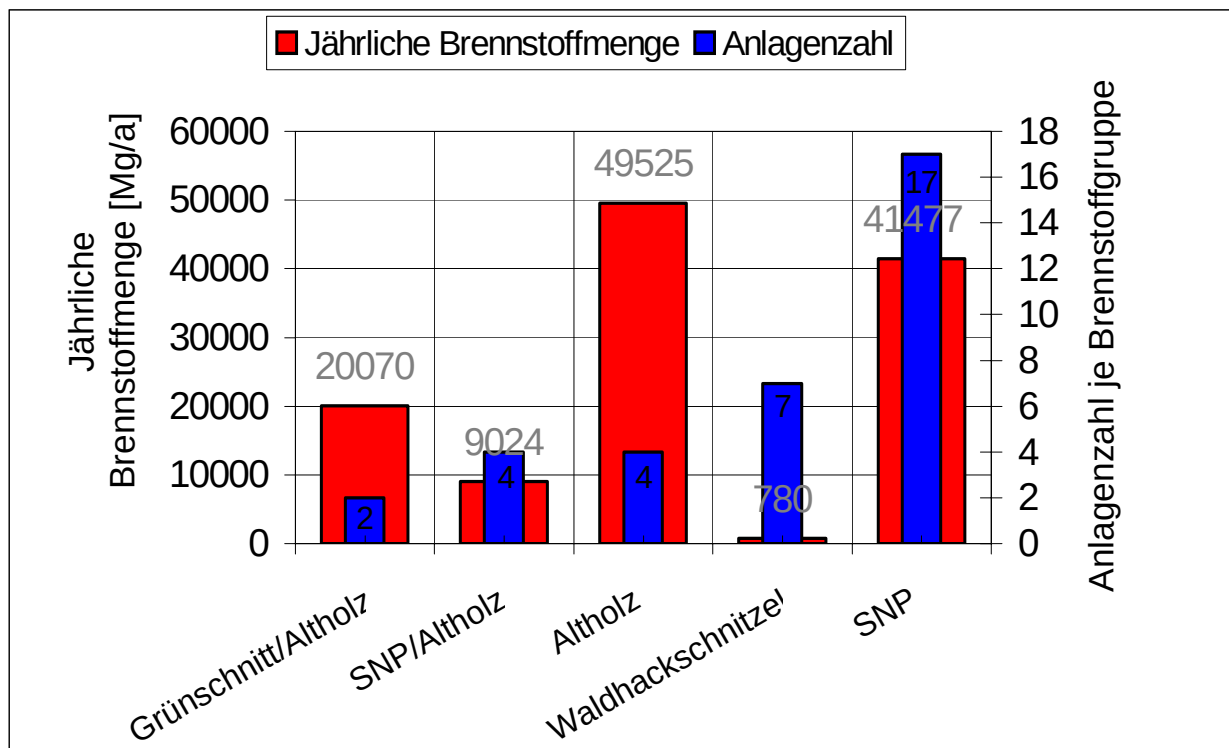


Diagramm 7.2-1: Brennstoffarten nach Art, Menge und Anlagenanzahl

Der, bezogen auf die Anlagenzahl, am häufigsten eingesetzte Brennstoff sind Sägenebenprodukte, d.h. Sägemehl, Späne und gehackte Resthölzer der holzverarbeitenden Betriebe, die an Ort und Stelle thermisch verwertet werden.

Waldhackschnitzel werden verstärkt in Holzhackschnitzelfeuerungsanlagen von Kommunen, Forstämtern sowie privaten Waldbesitzern eingesetzt.

In einer kommunalen Anlage laufen derzeit Versuche mit verschiedenen Brennstoffen. Momentan wird die Feuerung mit einem Altholz/Grünschnitt-Gemenge beschickt. Der Einsatz von Waldhackschnitzeln wird in Erwägung gezogen. Weiterhin wird ein Altholz/Grünschnitt-Mix in einem Biomassekraftwerk eingesetzt.

Vier Anlagenbesitzer, die nicht über eigenen Brennstoff verfügen, setzen das im Vergleich zu Waldhackschnitzeln günstigere Altholz ein, das von Gebrauchtholzaufbereitern bereitgestellt wird.

Da bei vier Anlagen der Energiebedarf nicht aus vollständig eigener Quelle gedeckt werden kann, wird Altholz zugekauft.

7.2.2 Brennstoffpreise

Die festgestellten Preise für Holzhackschnitzel unterscheiden sich teilweise erheblich.

In Diagramm 7.2-2 sind die festgestellten Brennstoffpreise für die verschiedenen Brennstoffe aufgetragen.

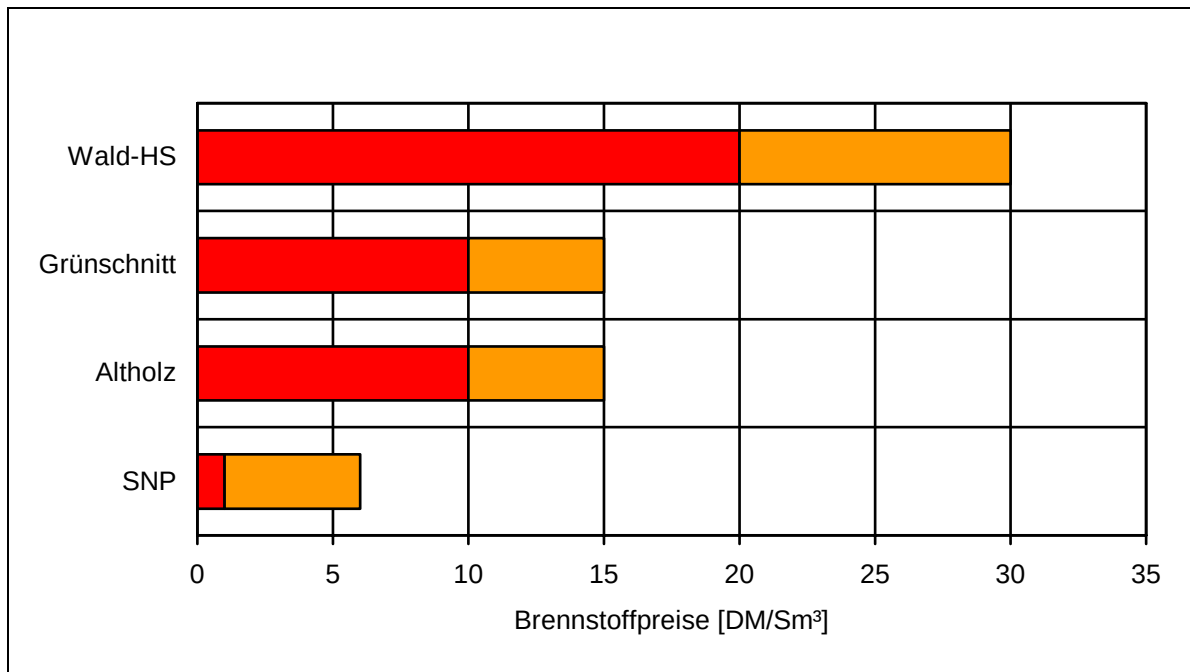


Diagramm 7.2-2: minimale und maximale Brennstoffpreise

Aufgrund der hohen Aufbereitungskosten liegt der Preis für Waldhackschnitzel bei ca. 25 DM/Sm³. Grünschnitt und Altholz werden in der Regel von Gebrauchtholzrecyclingfirmen angenommen und zu Hackschnitzeln aufbereitet. Diese werden zum Preis von 10-15 DM/Sm³ angeboten.

SNP in Form von Sägemehl, Spänen bzw. Hackgut verursachen keine Brennstoffkosten, sofern sie als Reststoffe beim Anlagenbetreiber anfallen und vor Ort verfeuert werden. Mancherorts werden sie für weniger als 5 DM/Sm³ zum Verkauf angeboten.

7.3 Brennstoffbevorratung

Um die Brennstoffversorgung der Feuerungsanlagen sicherzustellen, werden verschiedene Systeme zur Bevorratung verwendet.

7.3.1 Brennstoffvorratsbehälter

Brennstoffvorratsbehälter werden in folgende Gruppen eingeteilt:

- Hochsilo,
- Tiefbunker,
- vorhandene Räume,
- Hallen,
- Container.

In Diagramm 7.3-1 sind die verschiedenen Brennstoffbevorratungsarten nach der Häufigkeit ihres Einsatzes aufgetragen.

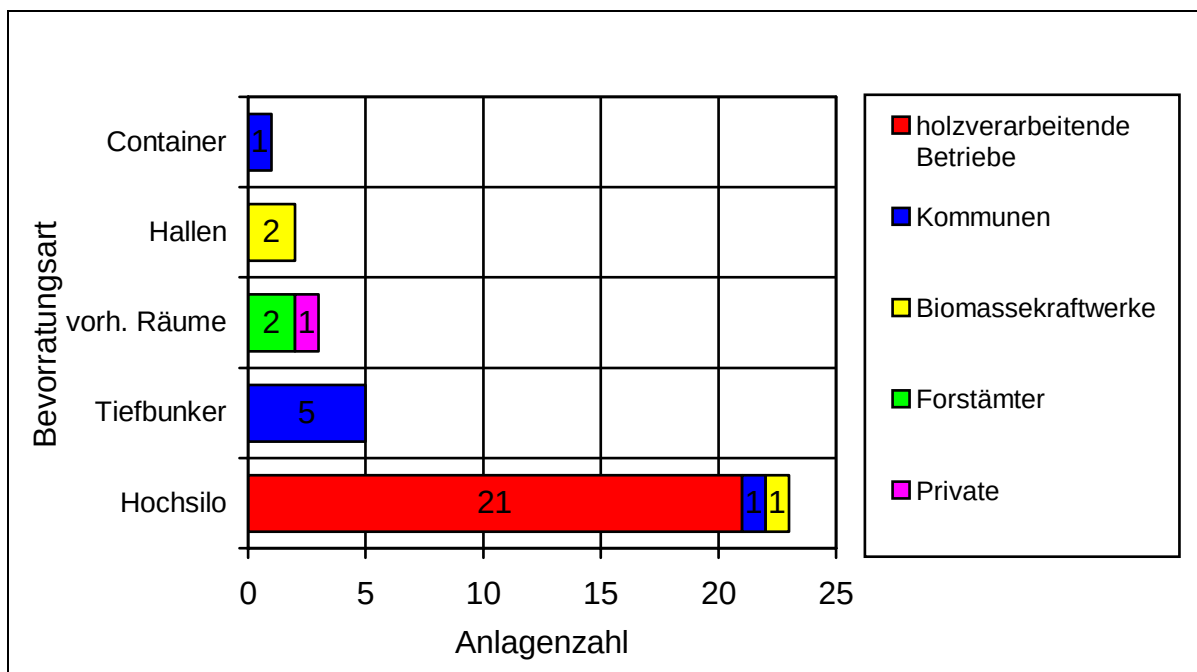


Diagramm 7.3-1: Arten der Brennstoffbevorratung

In allen holzverarbeiteten Betrieben werden Hochsilos zur Brennstoffbevorratung eingesetzt. Sie werden über die Absauganlage der Produktion und zum Teil zusätzlich über andere Fördersysteme befüllt. Die Volumina variieren zwischen 100 und 1600 m³.

Aufgrund der einfachen Befüllung wird in fünf kommunalen Anlagen, die auf Brennstoffanlieferung angewiesen sind, der Tiefbunker mit 25-80 m³ Inhalt bevorzugt.

Drei Anlagenbesitzer bevorraten den Brennstoff in umgebauten, bereits vorhandenen Räumen. Dadurch konnten Investitionskosten eingespart werden.

Zur Bevorratung großer Brennstoffmengen in Biomassekraftwerken finden einseitig offene und befahrbare Hallen Verwendung.

Versuchsweise wird in einer kommunalen Anlage ein 40m³-Wechselcontainer mit integriertem Austragsystem eingesetzt.

7.3.2 Vorratsbehälterbeschickung

Die Arten der Vorratsbehälterbeschickung werden eingeteilt in:

- Gebläse,
- Kettenförderer+Gebläse,
- Abkippen von LKW,
- Radlader,
- Kettenförderer manuell beschickt,
- Gebläse manuell beschickt.

Die Art der Beschickung ist je nach Behältersystem verschieden.

In Diagramm 7.3-2 werden die einzelnen Methoden der Vorratsbehälterbeschickung der jeweiligen Behälterarten angezeigt.

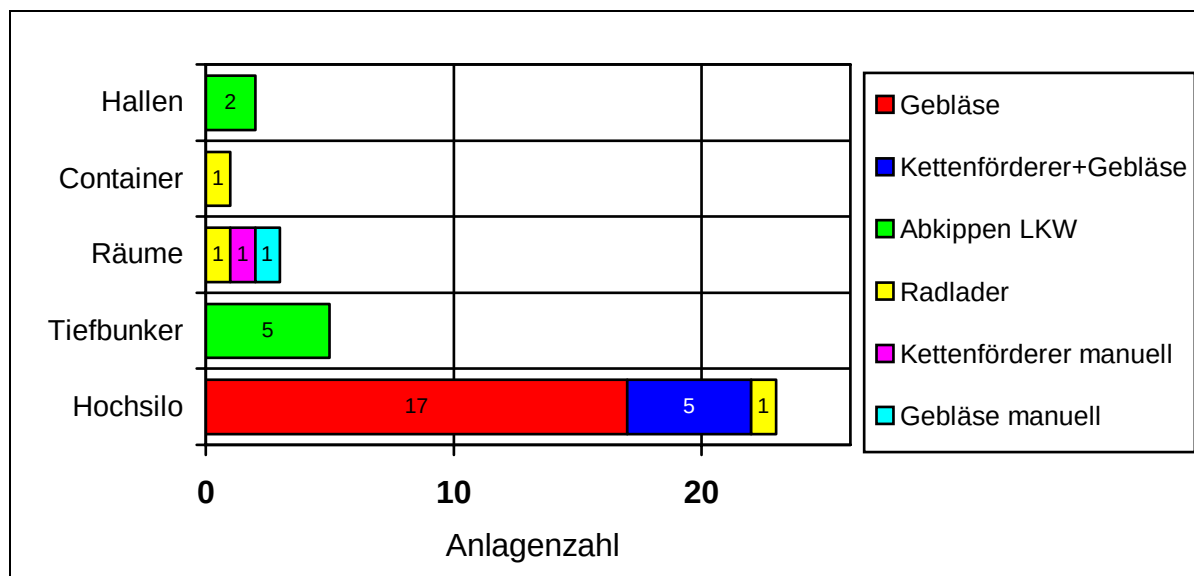


Diagramm 7.3-2: Verfahren zur Beschickung der Brennstoffvorratsbehälter

Hochsilo:

Das Hochsilo wird am häufigsten mittels Gebläse befüllt. Es ist die einfachste Art die bei der Produktion anfallenden Hackschnitzel direkt von den Maschinen zum Hochsilo zu befördern.

In einigen Betrieben werden zusätzlich Kettenförderer eingesetzt, die gröbere Hackschnitzel in das Hochsilo transportieren.

Eine Ausnahme stellt die Befüllung mittels Radlader aus einem separaten Lager dar. Die Einfüllkante liegt dort etwa in 3 Meter Höhe.

Tiefbunker und Hallen:

Die Anlagenbetreiber, die den Brennstoff außerbetrieblich beziehen, besitzen je nach Anlagengröße, Tiefbunker im Falle von Kommunen oder große Hallen in Biomassekraftwerken. Diese können schnell und problemlos durch Abkippen der Hackschnitzel vom LKW befüllt werden.

Räume und Container:

Container werden zu einem zentralen Hackschnitzelplatz transportiert, dort mit dem Radlader befüllt und wieder zurück zur Feuerungsanlage gebracht.

Umgebaute Räume zur Brennstoffbevorratung werden je nach Lage mit Gebläse, Radlader oder manuell beschickten Kettenförderern befüllt.

7.3.3 Vorratsbehälteraustragssysteme

Vorratsbehälteraustragssysteme werden in folgende Gruppen eingeteilt:

- Pendelschneckenausrag,
- Schubbodenausrag,
- Rührfederausrag,
- schwere Drehschnecke,
- liegende Trogsschnecke.

In Diagramm 7.3-3 ist die Häufigkeitsverteilung der bei den untersuchten Anlagen eingesetzten Bunkerausragssysteme dargestellt.

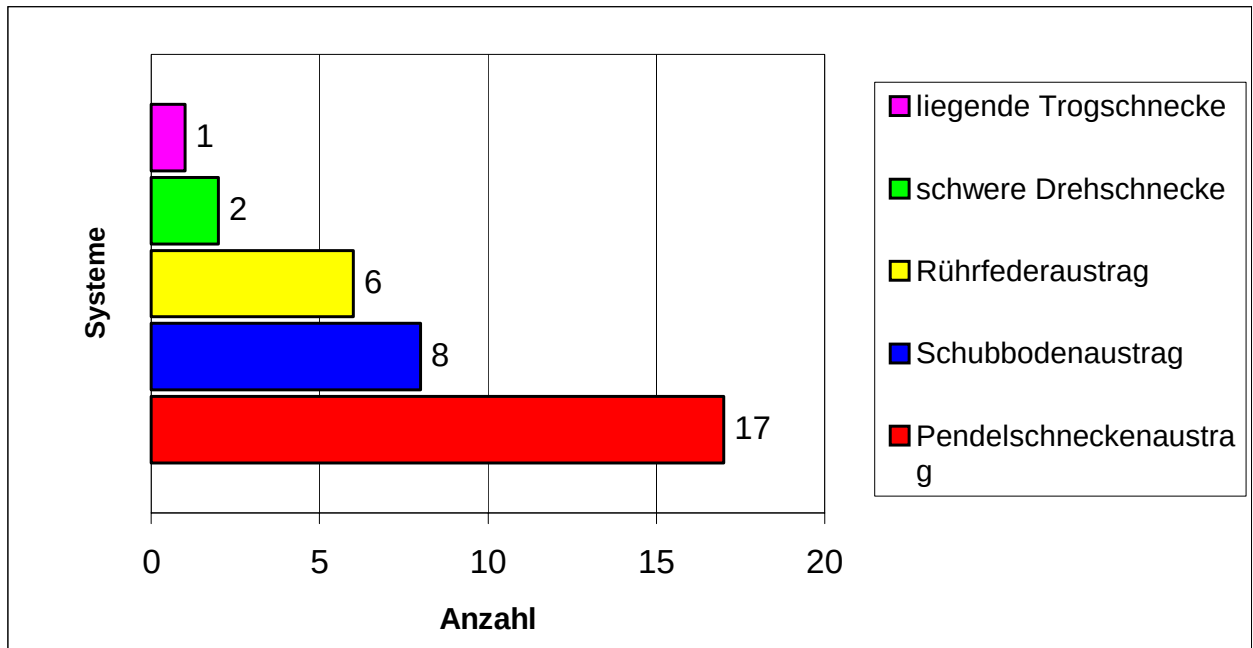


Diagramm 7.3-3: Anzahl verschiedener Siloaustragungen

Die eingesetzte Variante ist von der Bunkerart und vom eingesetzten Brennstoff abhängig. Das am häufigsten genutzte Austragssystem ist die Pendelastragsschnecke. Sie findet ihre Verwendung ausschließlich in den Hochsilos der Holzverarbeitenden Betriebe, die überwiegend mit Sägemehl und Spänen befüllt sind.

In zwei Betrieben mit sehr großen Hochsilos wird die schwere Drehschnecke eingesetzt. Sie ist für einen Silodurchmesser von bis zu 12 Metern geeignet und kann bis zu 500 m³/h Brennstoff fördern.

Die Schubbodenaustragung wird zum Austrag von groben Brennstoffen wie Altholzhackschnitzeln in Holzkraftwerken und Waldhackschnitzeln in den kleineren kommunalen und forstlichen Anlagen mit rechteckigen Bunkern eingesetzt. Überwiegend bei Anlagen, in denen der Vorratsbunker in bestehende Räumlichkeiten integriert ist, wird die kostengünstige Rührfederaustragung verwendet.

Eine Ausnahme stellt die liegende Trogsschnecke dar, die unterhalb einer trichterförmigen Ausformung des Bunkerbodens angebracht ist und dort den Brennstoff aufnimmt.

7.4 Anlagentechnik

In diesem Kapitel wird unterschieden in:

- Anlagenhersteller,
- Feuerungsbeschickung,
- Feuerungsarten,
- Kesselarten,
- Entaschung,
- Aschebehandlung,
- Abgasbehandlung.

7.4.1 Anlagenhersteller

Die Untersuchung der Holzfeuerungen ergab ein Spektrum von 13 verschiedenen Herstellerfirmen für Holzfeuerungsanlagen. Davon sind zwei in der Schweiz ansässig, vier in Österreich und sieben in Deutschland.

Die Anlagenhersteller sind in folgenden Leistungsbereichen vertreten:

- Bioflamm 50-999 kW,
- Fröling 50-299 kW,
- Hansen 50-299 kW,
- Kohlbach 300-999 kW,
- Mawera 300-4999 kW,
- Polytechnik 1000-4999 kW,
- Polzenith 50-299 kW,
- Spänex 300-999 kW,
- Tiba-Müller 50-299 kW,
- Weiss 1000-10000 kW,
- Wulff/Lambion 300-10000 kW,
- Zima 300-999 kW.

Diagramm 7.4-1 zeigt die Häufigkeit der Anlagenhersteller in den verschiedenen Leistungsbereichen:

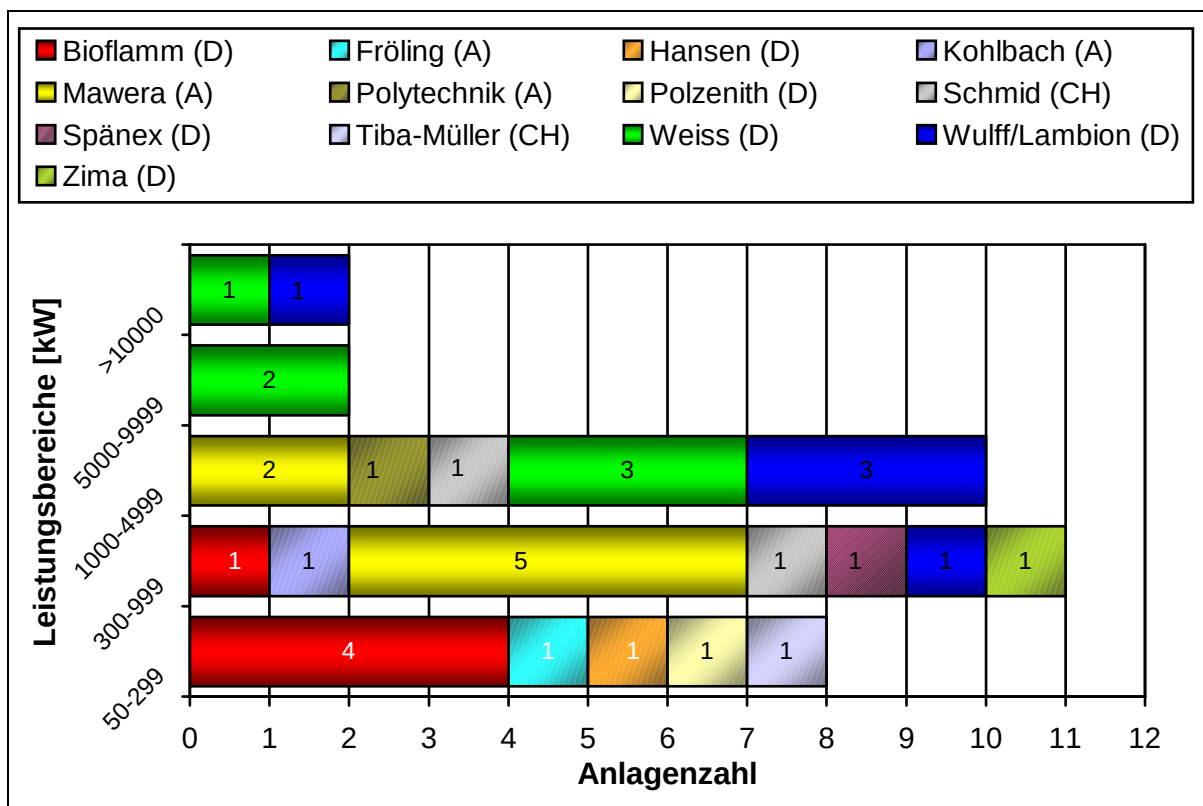


Diagramm 7.4-1: Hersteller der untersuchten Anlagen nach Leistungsbereich

Die Hälfte der Anlagen im Bereich 50-299 kW stammt von der Firma Bioflamm, die andere Hälfte teilen sich die Anbieter Tiba, Polzenith, Hansen und Fröling.

Der Bereich 300-999 kW wird von der Firma Mawera dominiert. Anteilig vertreten sind die Firmen Bioflamm, Kohlbach, Schmid, Spänex, Lambion und Zima.

Von 1000-4999 kW sind noch einige Anlagen von Mawera, Schmid und Polytechnik vertreten.

Den Bereich ab 5000 kW teilen sich die Hersteller Wulff (ehemals Lambion) und Weiss.

7.4.2 Feuerungsbeschickung

Die Feuerungsbeschickungssysteme werden in folgende Gruppen eingeteilt:

- hydraulischer Stoker,
- Stokerschnecke,
- Gebläse,
- Förderband+Schleuse,
- hydraulischer Stoker+Schleuse.

In Diagramm 7.4-2 sind die Feuerungsbeschickungssysteme nach Anzahl und Leistungsbereich aufgetragen.

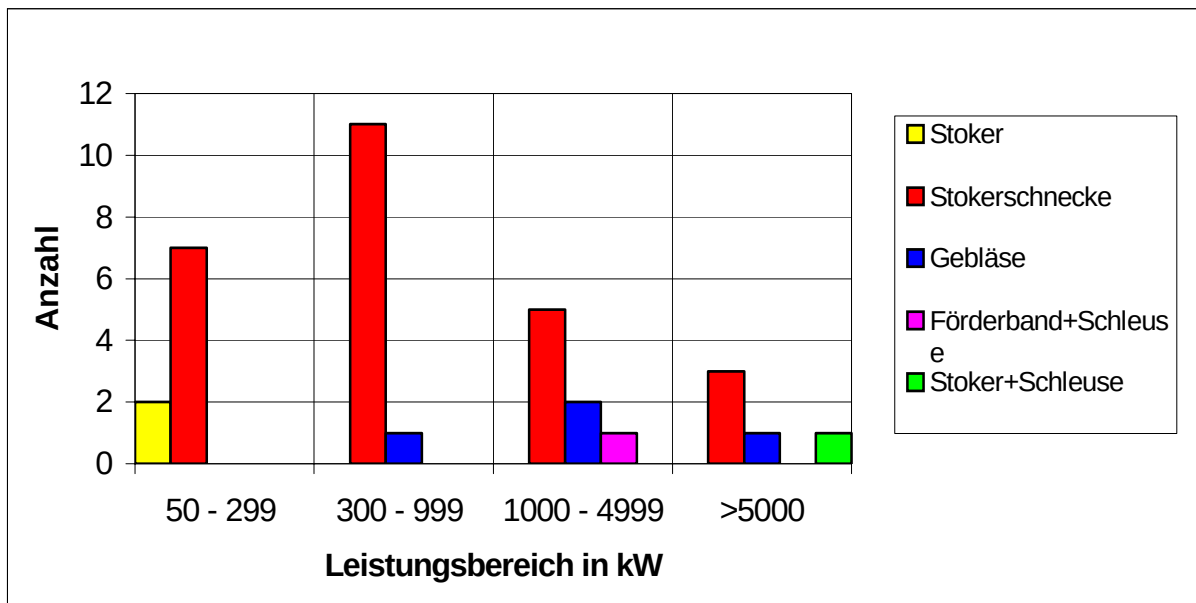


Diagramm 7.4-2: Beschickungssysteme nach Anzahl und Leistungsbereich

In den untersuchten Anlagen konnte eine Abhängigkeit der verwendeten Feuerungsbeschickungssysteme von der Nennleistung festgestellt werden.

Die Stokerschnecke findet über den gesamten Leistungsbereich Verwendung. Der Einsatzschwerpunkt liegt im Leistungsspektrum von 300-999 kW. Dort werden fast alle Anlagen mit Stokerschnecken beschickt.

Auch bei den Anlagen unter 300 kW, also den überwiegend kommunalen Anlagen, ist die Stokerschnecke Stand der Technik.

In zwei Anlagen unter 300 kW wird der hydraulische Stokerschieber eingesetzt, der gegenüber der Schnecke robuster, aber auch ca. 10 % teurer ist.

Insgesamt vier Anlagen mit Einblasfeuerungen werden direkt durch Gebläse beschickt.

In zwei Anlagen, beide Rostfeuerungen, wird die Beschickung durch Schleusen in Verbindung mit einem Förderband oder einem hydraulischen Stoker realisiert.

7.4.3 Feuerungsarten

Die Feuerungsarten lassen sich wie folgt einteilen:

- Unterschubfeuerung,
- Vorschubrostfeuerung,
- Einblasfeuerung.

Diagramm 7.4-3 gibt einen Überblick über die Feuerungsarten in den verschiedenen Leistungsbereichen.

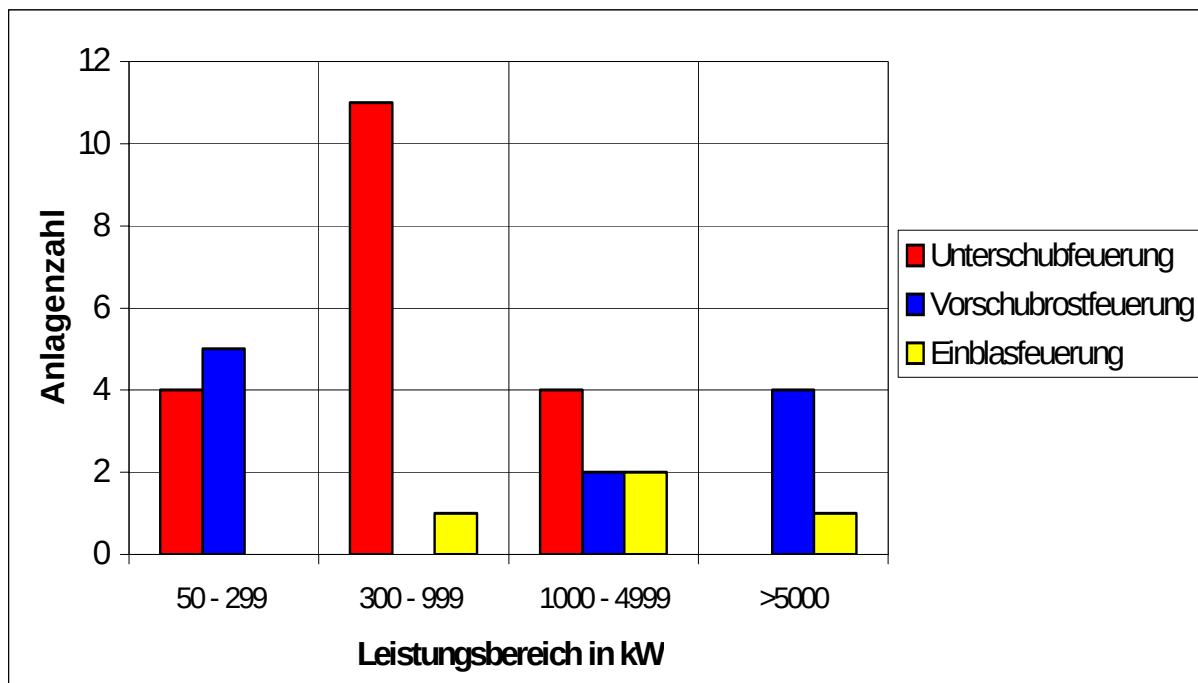


Diagramm 7.4-3: Feuerungsarten nach Anzahl und Leistungsbereich

Im Bereich 50-299 kW, typisch für kommunale und forstliche Anwendungen, werden Vorschubrostfeuerungen und Unterschubfeuerungen bevorzugt.

Die Unterschubfeuerung gewinnt im Bereich 300-999 kW an Bedeutung, in dem überwiegend trockene Sägenebenprodukte (SNP) als Brennstoff dienen.

Die Einblasfeuerung, besonders für staubförmige Brennstoffe mit über 50 % Staubanteil geeignet, wird in diesem Bereich nur einmal eingesetzt.

In größeren Anlagen von 1000-4999 kW finden sich alle drei Feuerungssysteme. Ab 5000 kW spielt die Vorschubrostfeuerung in Kraftwerken zur Stromerzeugung aus Alt- und Gebrauchtholz eine große Rolle.

7.4.4 Kesselarten

Die eingesetzten Kessel sind wie folgt eingeteilt:

- Rauchrohrkessel liegend,
- Rauchrohrkessel stehend,
- Wasserrohrkessel liegend,
- Wasserrohrkessel stehend.

In Diagramm 7.4-4 sind die Kesselarten nach Anzahl und Leistungsbereich eingeteilt.

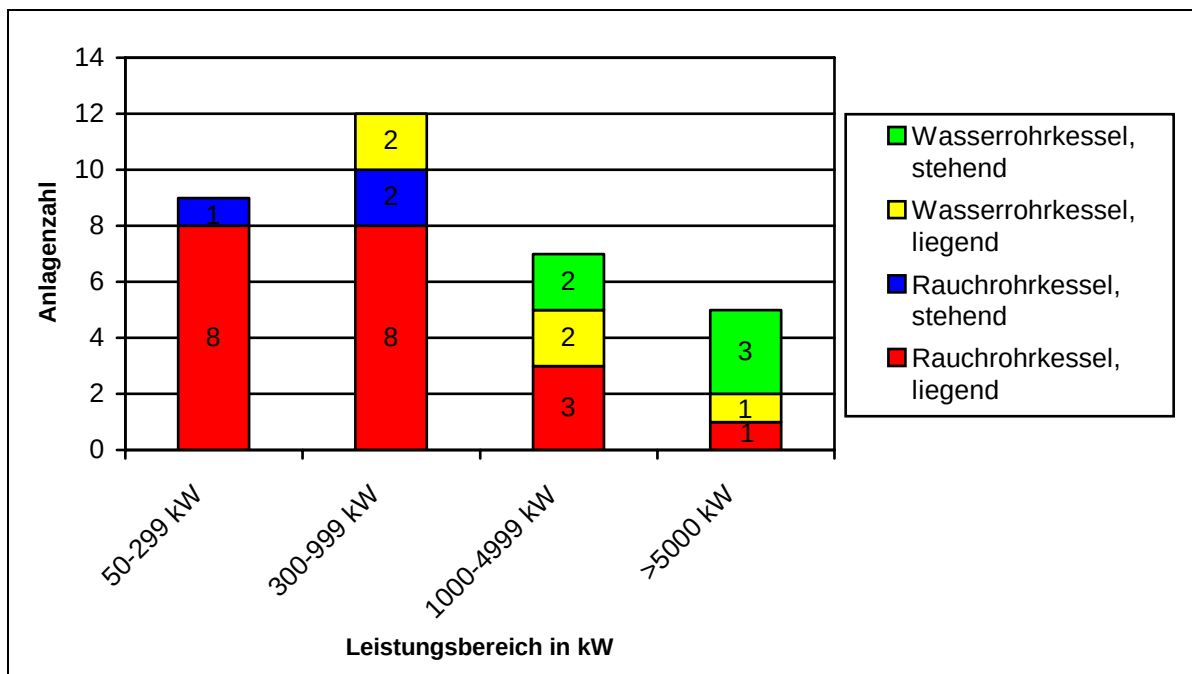


Diagramm 7.4-4: Kesselarten nach Anzahl und Leistungsbereich

Der mit Abstand am häufigsten eingesetzte Kesseltyp der untersuchten Heißwassererzeuger ist der liegende Rauchrohrkessel bei 19 Anlagen bis 4999 kW.

Seltener eingesetzt wird der stehende Rauchrohrkessel.

Die großen Anlagen zur Dampferzeugung sind bis auf eine Ausnahme mit Wasserrohrkesseln ausgerüstet.

7.4.5 Entaschung

Die Entaschungssysteme sind eingeteilt in folgende Gruppen:

- Entaschungsschnecke,
- Nassentascher mit Kettenförderer,
- manuelle Entaschung.

Diagramm 7.4-5 zeigt die Verteilung der Entaschungssysteme nach Leistungsbereichen.

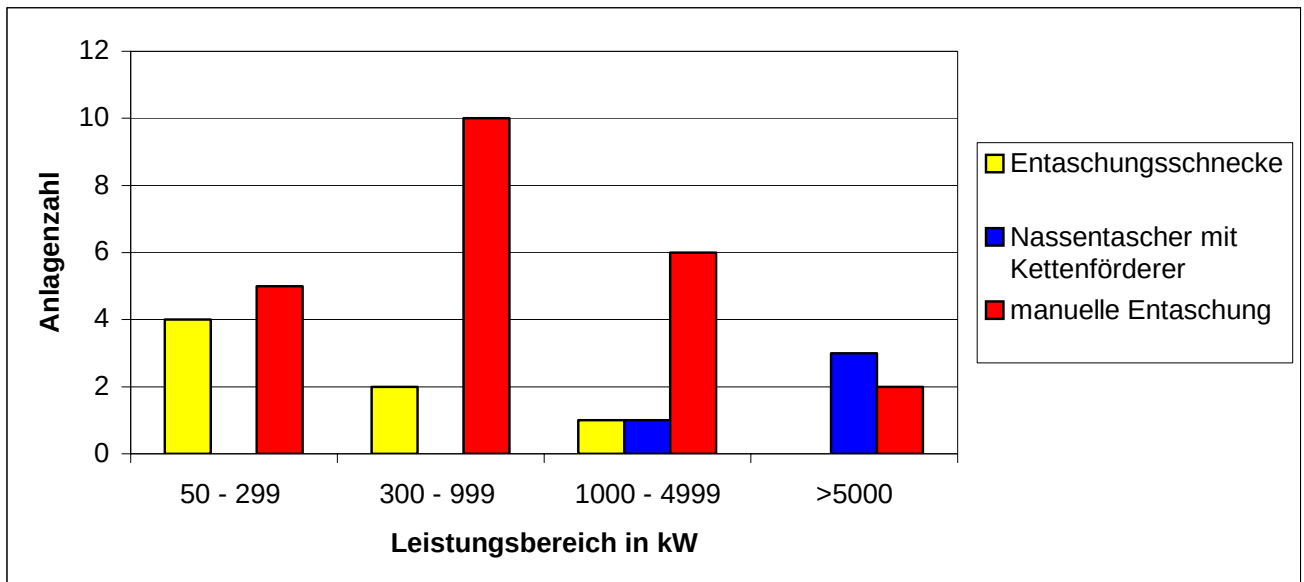


Diagramm 7.4-5: Entaschungssysteme nach Leistungsbereichen

Trotz der insgesamt sehr fortschrittlichen Anlagentechnik ist der Anteil der manuellen Entaschung vor allem in den Leistungsbereichen von 300-999 kW und 1000-4999 kW relativ hoch, wie Diagramm 7.4-5 zeigt.

Bei kleineren Anlagen bis 299 kW neuerer Bauart, setzt sich die Feuerraumentaschung mittels automatischer Entaschungsschnecken durch.

Ab einer Anlagengröße von 4950 kW dominieren Naßentaschungssysteme, die in Verbindung mit Rostfeuerungen eingesetzt werden.

7.4.6 Aschebehandlung

Die Aschebehandlung wird in folgende Gruppen eingeteilt:

- Deponierung,
- Ausbringung als Dünger,
- Kompostierung,
- Verbrennung,
- Sondermülldeponie.

Diagramm 7.4-6 zeigt Anzahl der Behandlungsarten.

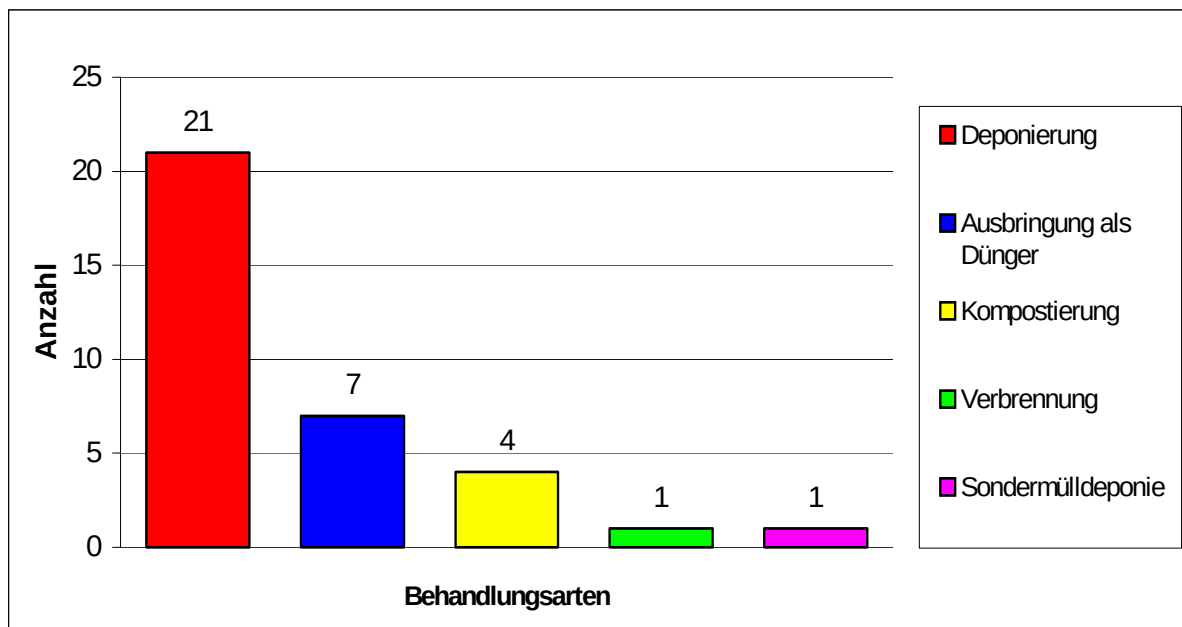


Diagramm 7.4-6: Arten der Aschebehandlung nach Anlagenanzahl

Bei der Reststoffbehandlung in Form von Rost- und Flugasche kommen unterschiedliche Methoden zum Einsatz.

Überwiegend werden anfallende Aschen auf Hausmülldeponien deponiert.

Die Betreiber kleinerer Anlagen, die ausschließlich Waldhackgut oder unbehandeltes Holz verbrennen, nutzen die Möglichkeit die Asche entweder als Dünger auszubringen oder zu kompostieren.

In Ausnahmefällen werden die Reststoffe der Müllverbrennung zugeführt oder zur Sondermülldeponie verbracht. Dies resultiert nicht etwa aus einer hohen Schadstoffbelastung, sondern aus politischen Rahmenbedingungen, wie beim Gespräch mit den Anlagenbetreibern festgestellt wurde.

7.4.7 Abgasbehandlung

Zur Abgasbehandlung kommen folgende Systeme zum Einsatz:

- Zyklon,
- Rotationszyklon,
- Multizyklon,
- Gewebefilter,
- Elektroabscheider,
- Kiesbettfilter.

In Diagramm 7.4-7 erkennt man, dass der Einsatz des jeweiligen Reinigungssystems vom Leistungsbereich und der immissionsschutzrechtlichen Einstufung (siehe Anhang D) abhängig ist.

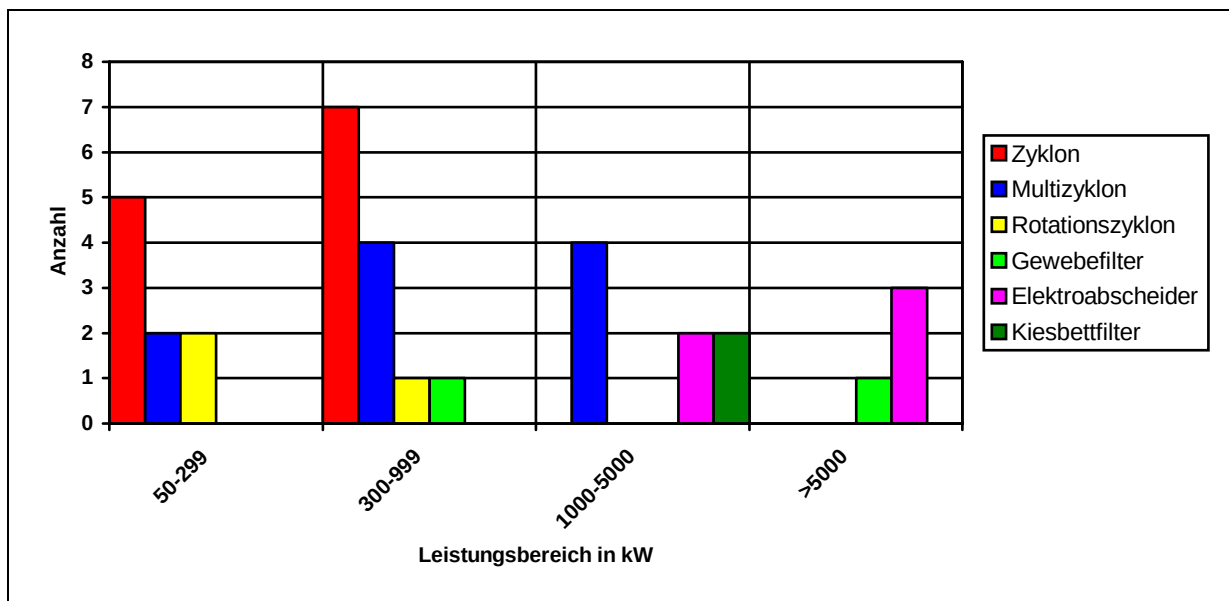


Diagramm 7.4-7 Abgasbehandlungssysteme nach Leistungsbereich

Von 50-999 kW werden überwiegend Zyclone eingesetzt, da ihre Investitionskosten gering sind und sie durch ihre kompakte Bauweise wenig Raum benötigen. Der Multizyklon wird aufgrund seiner höheren Abscheideleistung bei größeren Anlagen bis max. 5 MW eingesetzt.

Die Gruppe der Zyclone können die Emissionsgrenzwerte der 1. BImSchV einhalten. Bei einem Leistungsbereich über 1000 kW gelten die strengerer Grenzwerte der 4.BImSchV. Zum Einsatz kommen hier hauptsächlich Elektroabscheider neben Gewebefiltern und Kiesbettfiltern.

7.5 Emissionswerte

In diesem Kapitel werden die HHS-Anlagen unterschieden in Anlagen nach 1.BImSchV und 4.BImSchV.

7.5.1 Anlagen nach 1.BImSchV bis 999 kW Nennleistung

Holzfeuerungen unter 1000 kW Nennleistung sind nicht genehmigungsbedürftig. Die maßgebliche immissionsschutzrechtliche Vorschrift ist die 1. Bundes-Immissionschutzverordnung. In ihr sind die Emissionsgrenzwerte (siehe Anhang C) festgelegt, die in den beiden folgenden Diagrammen dargestellt sind.

7.5.1.1 Staubemissionen

Für die Staubemissionen liegt der Grenzwert bei 150 mg/m³ Abgas. Dieser Wert wurde von allen Anlagen, deren Abgaswerte zur Verfügung standen, teilweise um mehr als die Hälfte unterboten, wie nachstehendes Diagramm zeigt.

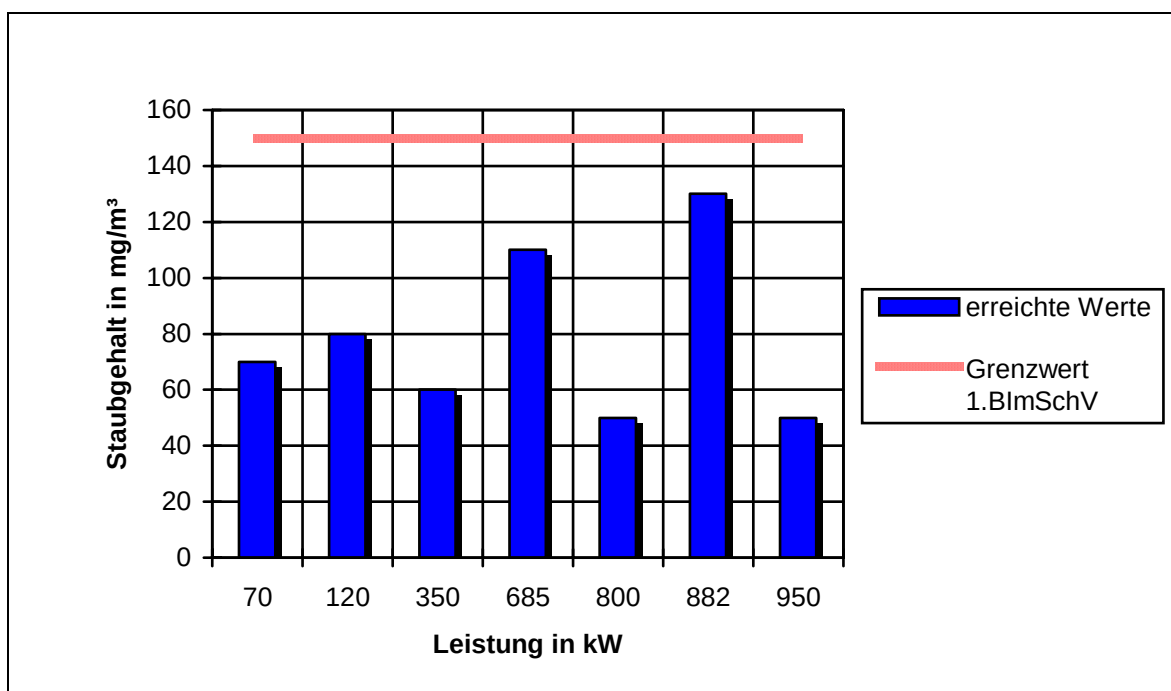


Diagramm 7.5-1: Staubemissionen verschiedener Anlagen unter 1000 kW

7.5.1.2 Kohlenmonoxidemissionen

Bei den Kohlenmonoxidemissionen sind die Grenzwerte nach Anlagengröße und Brennstoffgruppe verschieden. In Diagramm 7.5-2 ist dies farblich abgestuft. Die Grenzwerte sind durch den helleren Hintergrund dargestellt.

Mit Ausnahme einer Anlage wurden alle Werte weit unterschritten.

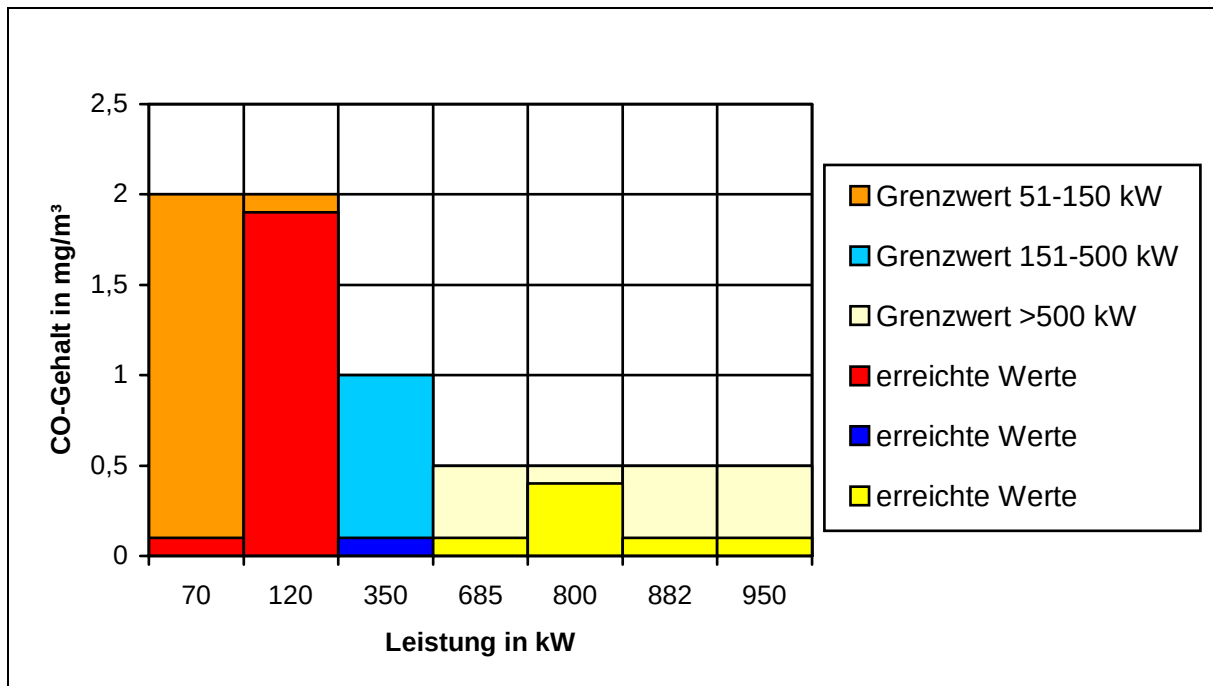


Diagramm 7.5-2: Kohlenmonoxidemissionen verschiedener Anlagen unter 1000 kW

7.5.2 Anlagen nach 4.BImSchV ab 1000 kW Nennleistung

Holzfeuerungen ab 1000 kW Nennleistung sind genehmigungsbedürftig. Die Emissionsgrenzwerte sind nach der TA-Luft definiert.

Festgelegt sind Grenzwerte für Staub, Kohlenmonoxid, Stickoxide und Kohlenstoff (siehe Anhang C).

7.5.2.1 Gesamtstaubemissionen >1 MW

In Diagramm 7.5-3 sind die erreichten Staubemissionswerte einiger Anlagen dargestellt. Die vorgegebenen Grenzwerte sind eingehalten bzw. dank moderner Staubabscheidetechnologien weit unterschritten.

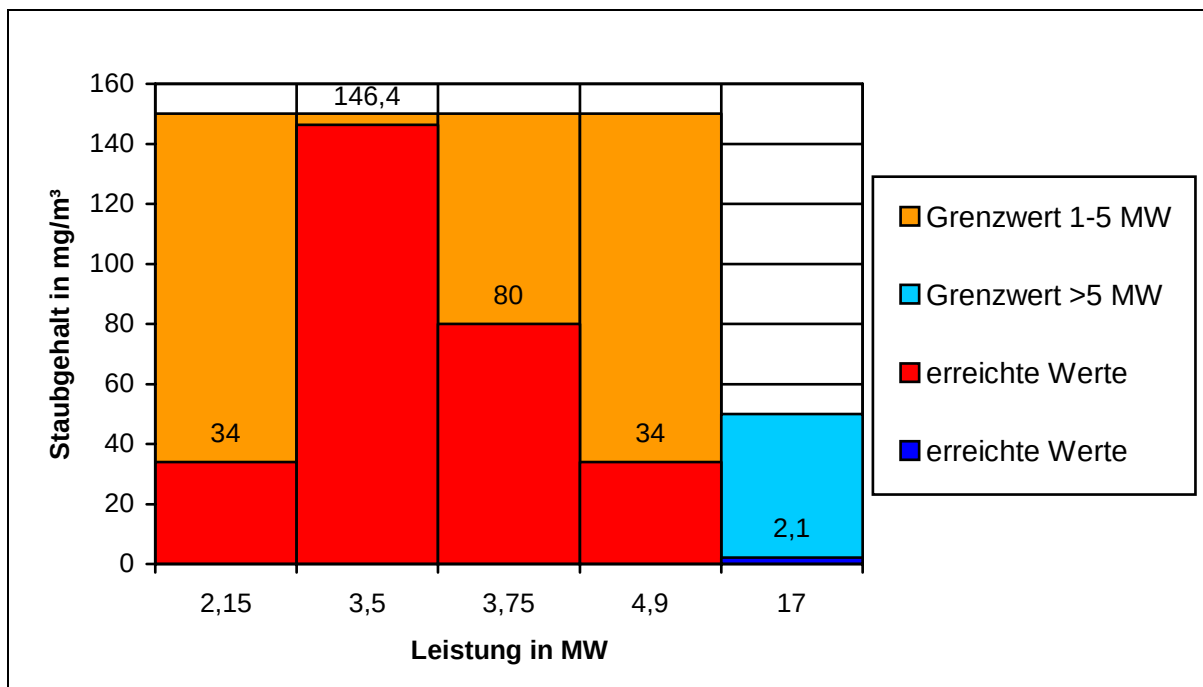


Diagramm 7.5-3: Gesamtstaubemissionen verschiedener Anlagen > 1MW

7.5.2.2 CO-Emissionen >1MW

Die in Diagramm 7.5-4 dargestellten Werte für Kohlenmonoxidemissionen unterbieten den Grenzwert der TA-Luft um ein Vielfaches und zeugen von einer ausgereiften Verbrennungsluftführung.

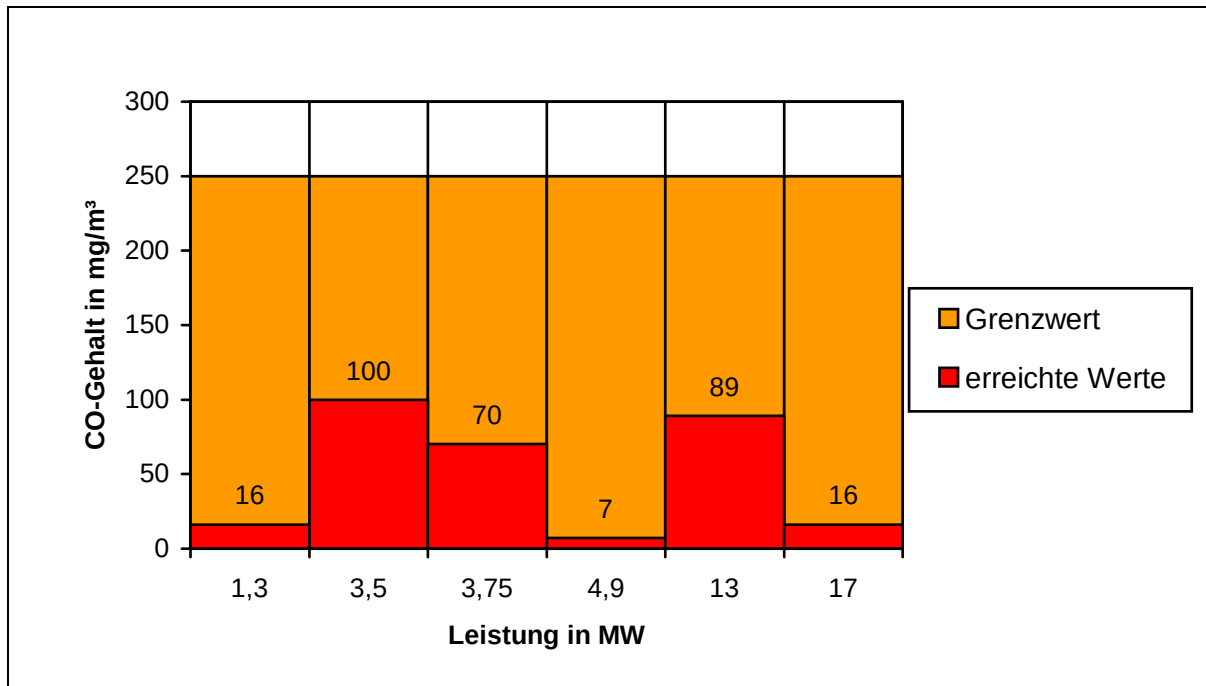


Diagramm 7.5-4: Kohlenmonoxidemissionen verschiedener Anlagen > 1MW

7.5.2.3 NO_x Emissionen

Diagramm 7.5-5 zeigt die Stickoxidemissionswerte. Auch hier wird der Grenzwert eingehalten bzw. durch Minderungstechnologien wie Verbrennungstemperaturführung, Rauchgasrückführung oder SNCR-Technik (Ammoniak-eindüsung) unterboten.

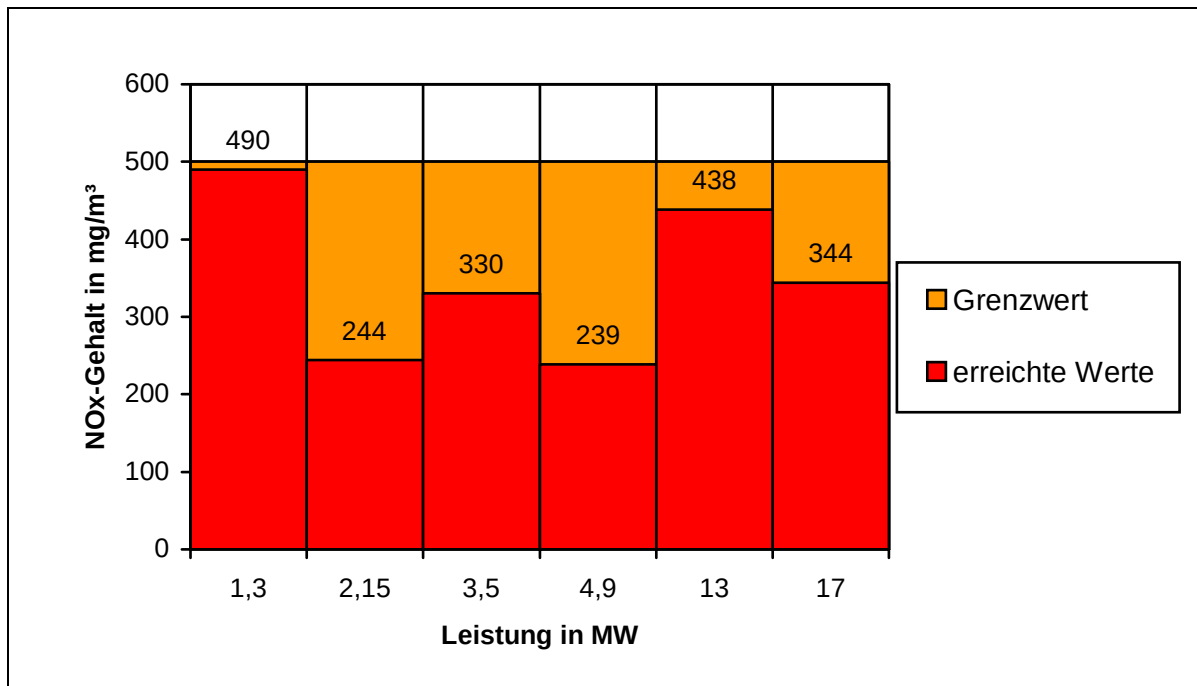


Diagramm 7.5-5: Stickoxidemissionen verschiedener Anlagen > 1MW

7.5.2.4 Gesamt-Kohlenstoffemissionen

Diagramm 7.5-6 zeigt die Emissionswerte für Kohlenstoff der Anlagen >1MW.

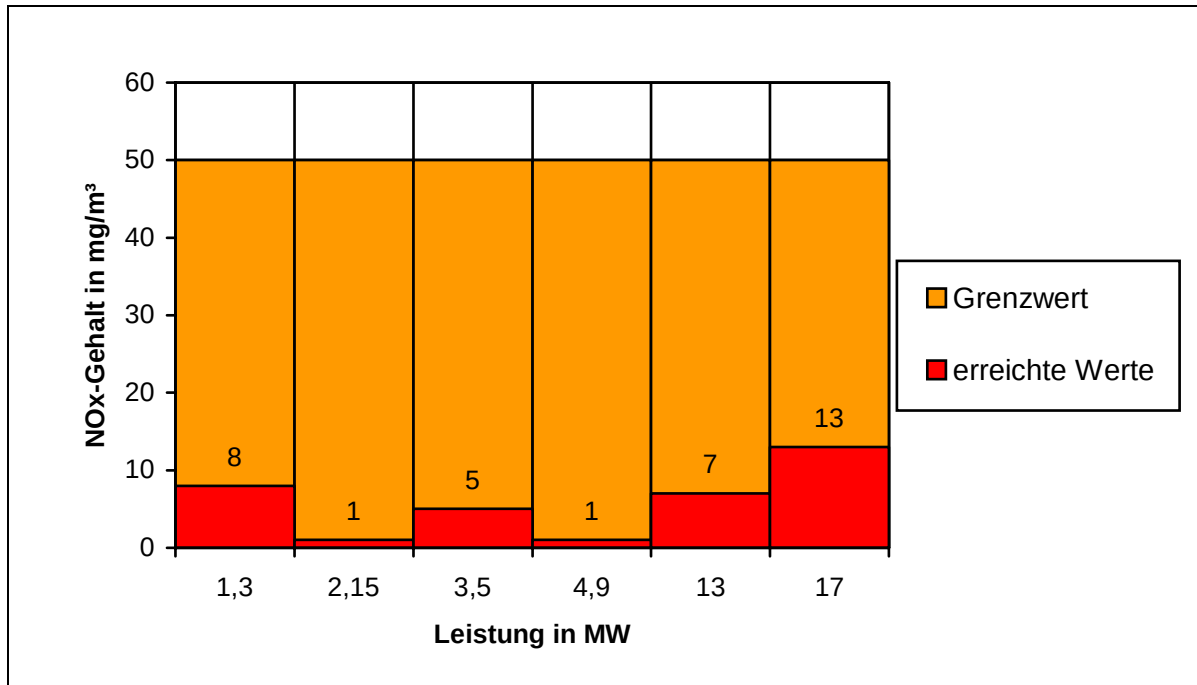


Diagramm 7.5-6: Gesamt-Kohlenstoffemissionen verschiedener Anlagen > 1MW

Die Gesamt-Kohlenstoffemissionen sind aufgrund des guten Ausbrandes der Brennstoffe durchschnittlich um Faktor 5 geringer als erlaubt und damit als sehr gut zu bewerten.

7.6 Einsatzzweck

Der Einsatzzweck der untersuchten Anlagen gliedert sich in folgende Bereiche:

- Heizung,
- Warmwasser+Heizung,
- Prozessdampf,
- Prozessdampf+Heizung,
- Stromerzeugung+Heizung (KWK),
- Prozesswärme.

In Diagramm 7.6-1 ist der Einsatzzweck der untersuchten Anlagen nach Anzahl und Leistungsbereich aufgetragen.

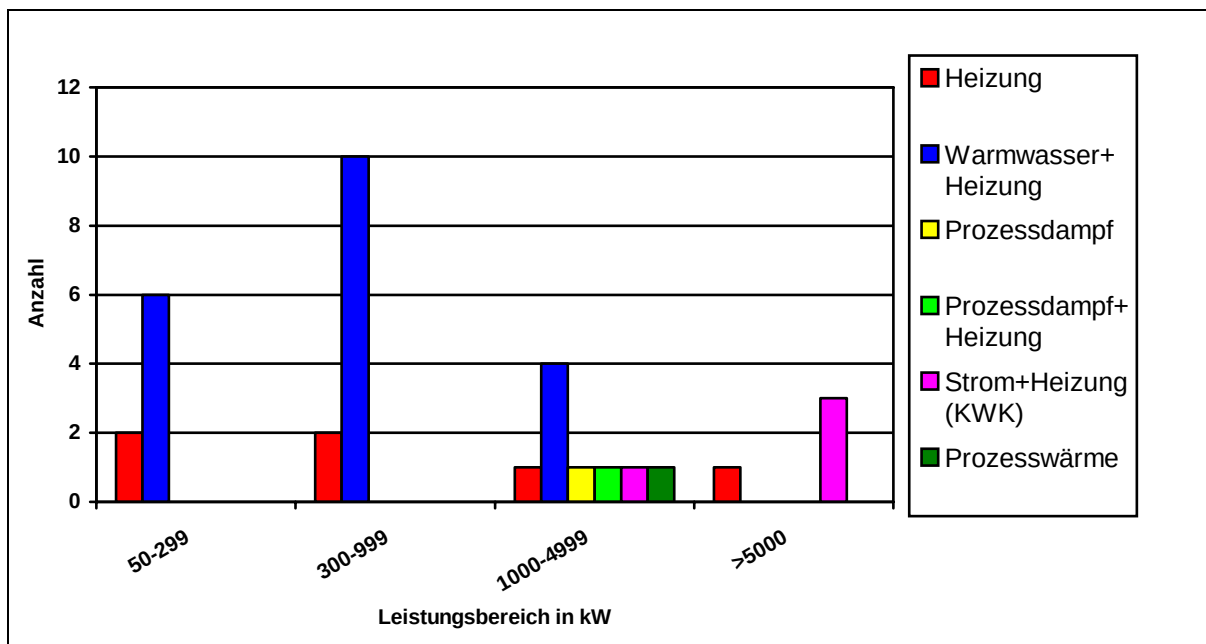


Diagramm 7.6-1: Einsatzzweck nach Anzahl und Leistungsbereich

Wie im Diagramm zu erkennen ist, werden alle untersuchten Holzfeuerungsanlagen im Bereich von 50-999 kW zu Heizzwecken bzw. zur Brauchwasserbereitung genutzt.

Über 50 % der Anlagen größer 1000 kW werden zu Heizzwecken und zur Warmwasserbereitung eingesetzt; die restlichen Anlagen zur Prozessenergiebereitstellung in Form von Dampf, Wärme und Elektrizität.

Ab 5000 kW gewinnt die Kraft-Wärme- Kopplung (KWK) an Bedeutung. Die erzeugte Energie, Wärme und Elektrizität wird entweder selbst genutzt oder zur Versorgung Dritter verwendet.

7.7 Wirtschaftlichkeit

In nachfolgenden Diagrammen sind die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnungen (siehe Anhang B) dargestellt. Es konnten nicht alle Anlagen berechnet werden, da nicht genügend Angaben zur Verfügung gestellt wurden.

7.7.1 Spezifische Investitionskosten der Gesamtanlagen

In Diagramm 7.7-1 sind die spezifischen Investitionskosten der Holzfeuerungsanlagen inklusive Bunker, Beschickung, Regelung und Abgassystem über der Anlagengröße aufgetragen.

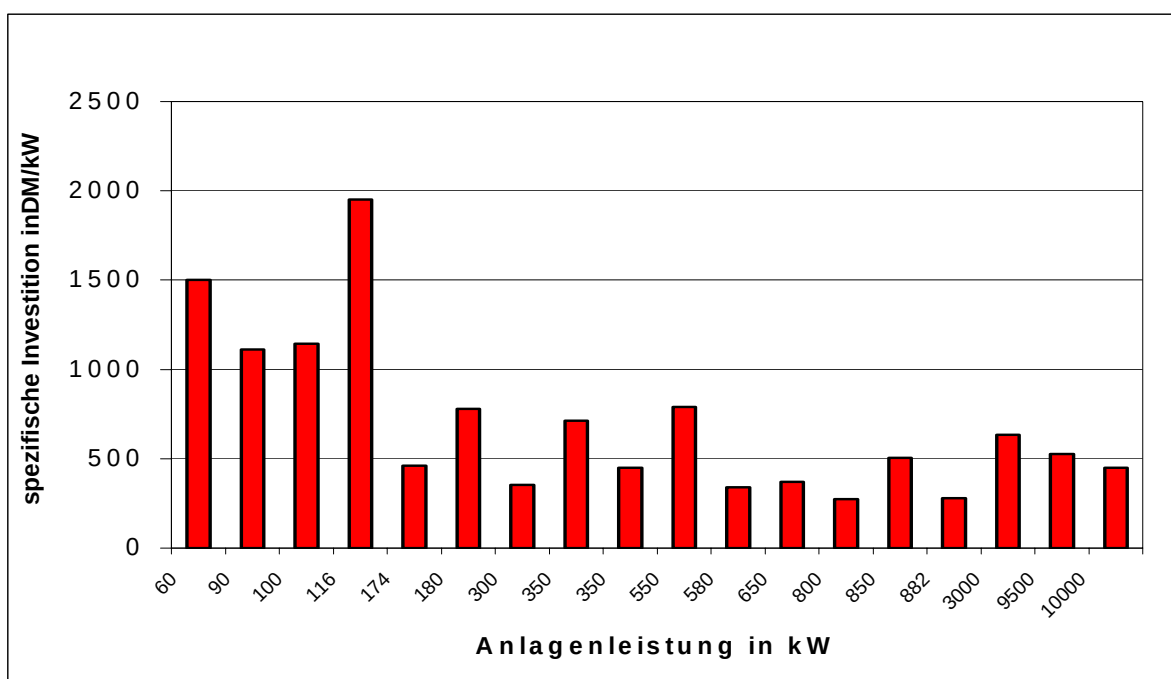


Diagramm 7.7-1: Spezifische Investitionskosten gestaffelt nach Anlagengröße

Mit zunehmender Anlagengröße verringern sich die spezifischen Kosten erheblich, woraus sich eine höhere Wirtschaftlichkeit ergibt.

Die ermittelten Kosten bewegen sich zwischen 600 und 1500 DM/kW für Kleinanlagen unter 300 kW und 400 bis 600 DM/kW für größere Anlagen.

Einen Sonderfall stellt die 116 kW-Anlage dar. Sie ist die einzige mit einem Abgaswärmerückgewinnungssystem ausgerüstete und somit im Vergleich teuerste Anlage.

Weiterhin variieren die Investitionen für die Anlagenkomponenten je nach Hersteller.

Der Anstieg bei 882 kW lässt sich mit den ab diesem Leistungsbereich eingesetzten Dampferzeugern erklären, die aufgrund ihrer aufwendigeren Technik kostenintensiver als Heißwasserkessel sind.

Einen Überblick über die ermittelten Durchschnittsinvestitionen, klassiert nach Leistungsklassen, zeigt Diagramm 7.7-2.

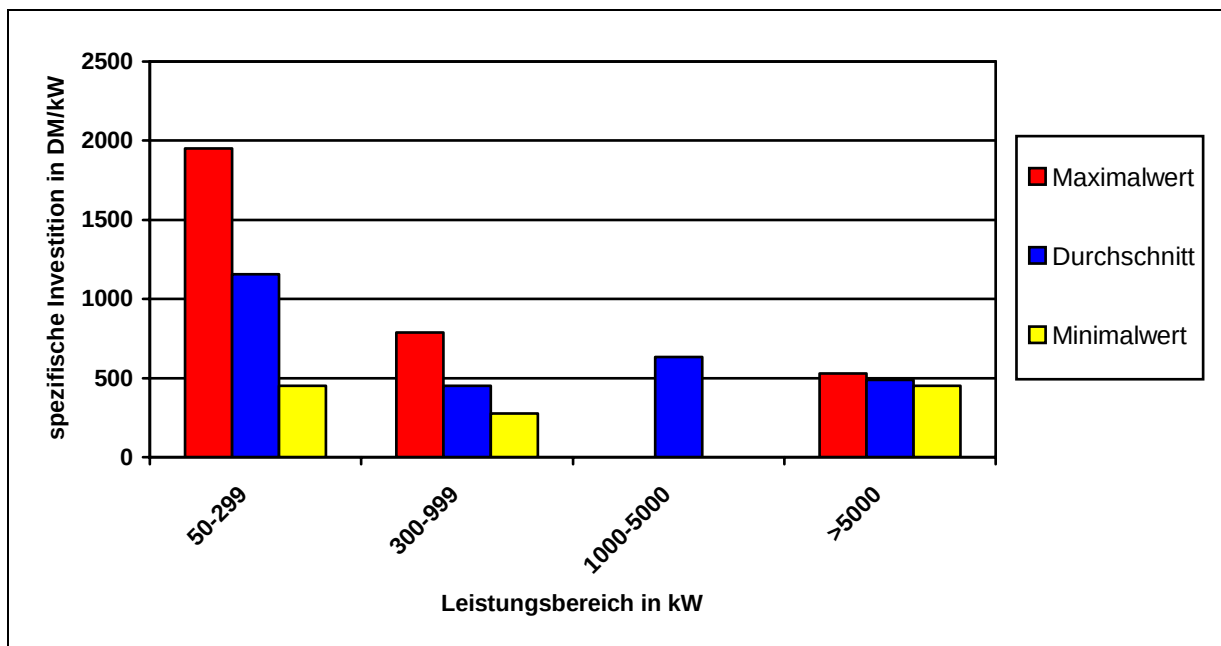


Diagramm 7.7-2: Spezifische Investitionen klassiert nach Leistungsbereichen

Neben den mittleren Investitionen pro kW installierte Leistung sind die Maximal- und Minimalwerte aufgetragen. Erkennbar ist, dass die Kosten hauptsächlich bei kleinen Anlagen bis 999 kW stark variieren. Dies ist einerseits auf die Ausrüstung der Anlagen zurückzuführen (Brennstoffbevorratung, Abgasbehandlung), andererseits auf die unterschiedliche Preisgestaltung der verschiedenen Hersteller.

Für den Bereich 1000-4999 kW konnte nur eine Angabe ermittelt werden, sie kann nur als Anhaltswert dienen.

7.7.2 Wartungsaufwand

Die Angaben über den Wartungsaufwand variieren zwischen 2h/Woche für moderne Kleinanlagen und bis zu 12 h/Woche für Großanlagen. Der Aufwand ist abhängig von der Größe der Anlage, der eingesetzten Brennstoffqualität, dem Anlagenalter und nicht zuletzt von den Vorgaben der Hersteller.

Sind keine automatischen Entaschungssysteme installiert, erhöht sich der Aufwand für die Wartung entsprechend.

Bei Kleinanlagen beschränkt sich die Wartung in der Regel auf wöchentliche Entaschung, monatliche Kesselreinigung und gelegentliches Abschmieren der Beschickungsantriebe.

Durch jährliche Revisionen, die neben der allgemeinen Wartung durchgeführt werden und 4 bis 6 Wochen andauern, ist der Stundenaufwand für Wartung bei Großanlagen wesentlich höher als bei kleineren.

Generell nimmt der Wartungsaufwand mit der Anlagengröße zu, wie aus Diagramm 7.7-3 ersichtlich ist.

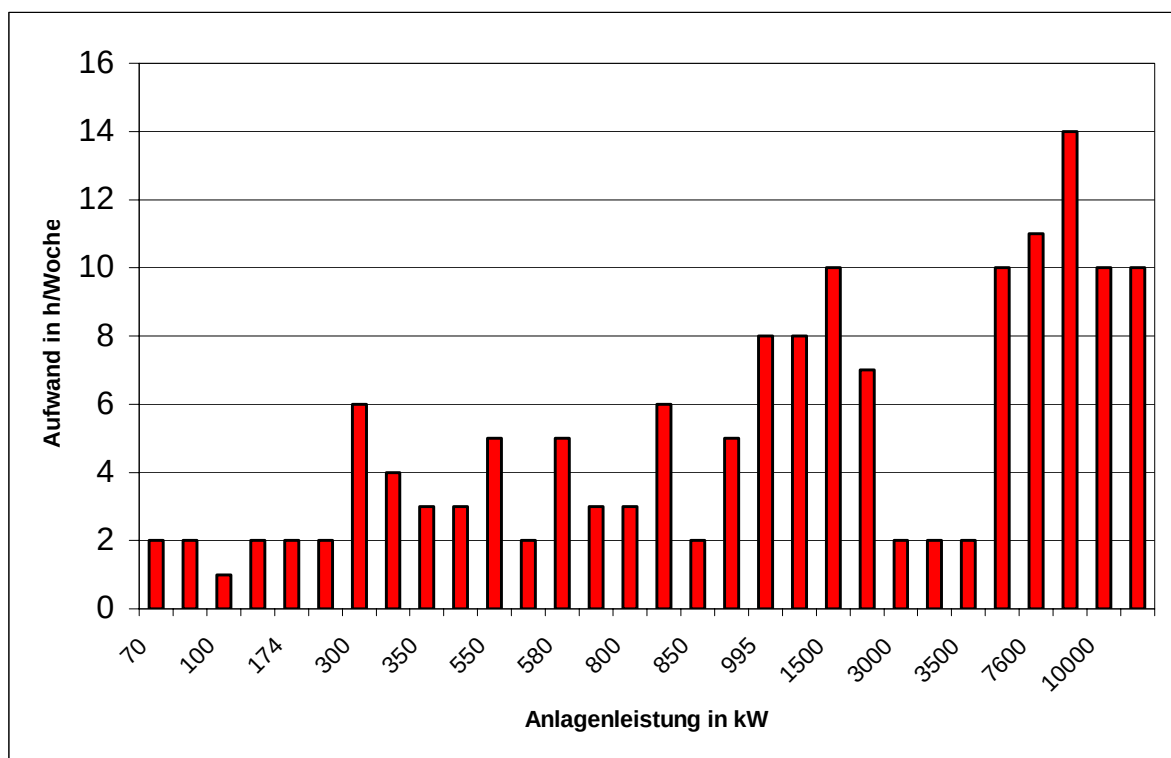


Diagramm 7.7-3: Wartungsaufwand gestaffelt nach Anlagengröße

7.7.3 Spezifische Energiegestehungskosten

Die Energiegestehungskosten setzen sich zusammen aus Investitionskosten, Betriebskosten sowie verbrauchsgebundenen und sonstigen Kosten (Vgl. Anhang B Wirtschaftlichkeitsberechnung).

Diagramm 7.7-4 zeigt die spezifischen Energiegestehungskosten gestaffelt nach der Anlagengröße.

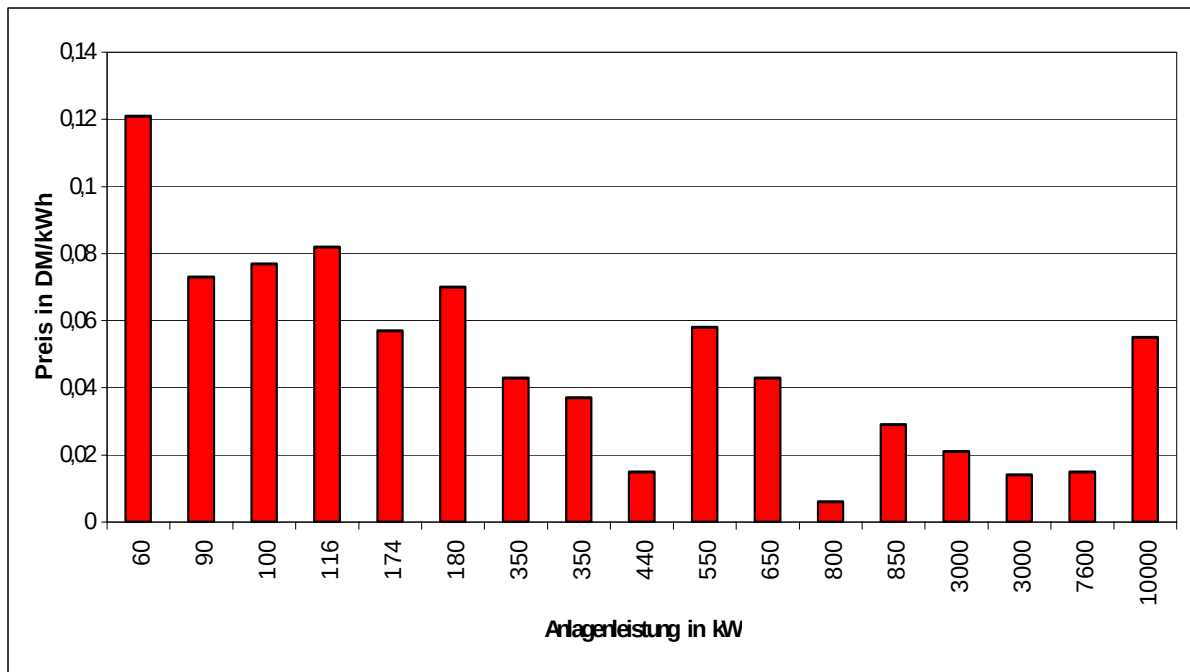


Diagramm 7.7-4: Energiegestehungskosten gestaffelt nach Anlagengröße

Mit zunehmender Anlagenleistung verringern sich die spezifischen Kosten von 0,12 DM/kWh bis zu 0,01 DM/kWh. Dabei sind etwaige Erlöse aus Energieverkauf und Einsparungen bei der Restholzentorgung nicht berücksichtigt.

Es ist erkennbar, dass einige Anlagen höher liegen als der Trend. Das ist zurückzuführen auf eine nicht optimale Auslastung der Anlagen.

8 Empfehlungen für Anlagentechnik und Betrieb

Dieses Kapitel gibt Empfehlungen für:

- Hackschnitzelfeuerungsanlagen bis 300 kW Nennleistung
- Hackschnitzelfeuerungsanlagen über 300 kW Nennleistung

Einen Gesamtüberblick zur energetischen Nutzung von Holz findet sich in Anhang C.

8.1 Hackschnitzelfeuerungsanlagen bis 300 kW Nennleistung

HHS-Feuerungsanlagen mit einer Nennleistung von unter 300 kW werden überwiegend im kommunalen Bereich eingesetzt.

Die für diese Studie untersuchten Anlagen entsprechen weitestgehend dem aktuellen Stand der Technik.

Bei einem geringen Teil der Anlagen sind trotzdem Probleme aufgetreten, die (nach Ansicht der Verfasser), durch eine sorgfältigere Planung vermeidbar gewesen wären.

Dies sind im einzelnen:

- Falsche Auslegung der Anlagenleistung,
- Störungen in Feuerungsbeschickung und Verbrennung verursacht durch nicht angepasste Brennstoffqualität,
- nicht optimal ausgelegte Brennstoffbevorratungsbehälter,
- ungeeignete räumliche Anordnung,
- umständliche Entaschungseinrichtungen.

Um solche Probleme zu vermeiden, die letztendlich die Wirtschaftlichkeit der Heizungsanlage herabsetzen, ist es wichtig bereits im Vorfeld der Realisierung einer Holzfeuerungsanlage die nachstehend erläuterten Punkte in die Planung einzubinden.

8.1.1 Auslegung der Anlagenleistung

Zur Bestimmung der benötigten Anlagenleistung ist es unumgänglich, den Wärmebedarf des zu versorgenden Objektes in Form von Heizwärme und ggf. Brauchwasser möglichst genau zu ermitteln bzw. durch den beauftragten Planer ermitteln zu lassen. Eine Auslegung in Anlehnung an die Nennleistung evtl. zu

ersetzender Heizungsanlagen führt in der Regel zu einer Überdimensionierung aufgrund der höheren Wirkungsgrade moderner Heizungssysteme.

Im Idealfall wird die Nennleistung der Holzheizungsanlage auf die Grundlastversorgung (ca. 25-40 % des Gesamtwärmebedarfs) ausgelegt und mit einem Zweitenergiesystem zur Abdeckung der Spitzenlast gekoppelt. Hierfür kommen konventionelle Gas- oder Ölfeuerungen in Frage. Eine weitere Option für Kleinanlagen im Wohnhausbereich ist die sogenannte Holz-Sonne-Kopplung. Dieses System besteht aus einem Kombispeicher für Heizungs- und Brauchwasser, der von einem Holzkessel und Solarkollektoren gespeist wird.

Durch die Auslegung auf den Grundlastbedarf können mit der Holzfeuerung im Optimalfall 3500-4000 Vollaststunden erreicht werden, d.h. sie kann im günstigsten Lastbereich für die Verbrennung von über 40 % der Nennleistung gefahren werden. Dies wirkt sich auf Wartungsaufwand und Emissionswerte durch verbesserten Ausbrand der Holzhackschnitzel positiv aus.

8.1.2 Verfügbarer Brennstoff

Vor Auswahl des Feuerungssystems und der dazugehörigen Beschickung sollte geprüft werden, welche Brennstoffqualitäten eingesetzt werden. Durch Anfragen bei regionalen Forstämtern oder Brennstoffhändlern kann diese Frage bereits im Vorfeld geklärt werden. Wichtig sind, neben der Holzart, die Korngrößenverteilung und der Wassergehalt.

Nicht jede Feuerungsart ist für jede Brennstoffqualität geeignet. So ist zum Beispiel die von der Investition her günstigere Unterschubfeuerung nur für trockene und nicht zu grobe Brennstoffe geeignet, während die Vorschubrostfeuerung hinsichtlich Feuchte (bis zu 50 % Wassergehalt) und Qualität toleranter ist.

8.1.3 Brennstoffbevorratung

Besondere Beachtung verdient auch die Brennstoffbevorratung. Der Vorratsbehälter muss auf einen Vollastbetrieb von 5-10 Tagen ausgelegt sein, um Perioden in denen keine Anlieferung erfolgen kann (z.B. Feiertage) zu überbrücken. Wenn längere Lieferverträge abgeschlossen werden, ist es vorteilhaft, die Containergröße des Lieferanten, in der Regel 40 Sm³, bei der Auslegung zu berücksichtigen, wenn dadurch keine unverhältnismäßigen Mehrkosten entstehen.

Die Lage und Konstruktion des Vorratsbehälters so zu wählen, dass eine reibungslose Befüllung gewährleistet wird. Der schönste Tiefbunker taugt nichts ohne LKW-Zufahrtsmöglichkeit.

Weiterhin ist es aus Gründen der Betriebssicherheit ratsam, die Kopplung von Siloaustragung und Brennerbeschickung so einfach wie möglich und ohne große Richtungsänderungen und Entfernungen zu gestalten. Wenn der Einsatz relativ grober Brennstoffe vorgesehen ist, sollte das Brennstofftransportsystem etwas stärker dimensioniert sein, um ständiges Abschalten durch Überlastung zu verhindern.

Sofern es bauliche Voraussetzungen und ästhetische Ansprüche zulassen, können zur Brennstoffbevorratung und –versorgung Wechselcontainer mit integriertem Austragssystem anstelle von kostenintensiven Betonsilos eingesetzt werden. Auch hier sollte die Kapazität für 5-10 Tage Vollastbetrieb ausreichen.

Die Lagerung eines Hackschnitzelvorrats für eine Heizperiode, z.B. in einer Halle, empfiehlt sich nur, wenn eine kontinuierliche Lieferung nicht möglich ist und geeignete Geräte zur regelmäßigen Befüllung des Pufferbehälters verfügbar sind, da sonst die zusätzlichen Kosten in keinem Verhältnis zum Nutzen stehen

8.1.4 Entaschungssysteme

Viele Hackschnitzelfeuerungen werden optional mit automatischen Entaschungsschnecken ausgeliefert, die anfallende Rostasche aus der Feuerung in spezielle Behälter transportieren. Soweit die Theorie.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass sich dadurch der Wartungsaufwand nur unwesentlich verringert. Trotz automatischer Entaschung müssen Feuerung und Kessel ab und an manuell gereinigt werden. Bei einem Ascheanfall von 1-2 Gewichts-% des eingesetzten Brennstoffs, was bei einer 300 kW-Anlage in etwa 20 l Rostasche pro Woche entspricht, lohnt sich der finanzielle Mehraufwand für einige Minuten Zeitersparnis nicht.

Außerdem erscheint es nicht sinnvoll, die Antriebswelle für die Entaschungsschnecke durch den Sammelbehälter für die Asche zu führen, um dessen Leerung zu erschweren, wie es speziell bei einem Anlagenhersteller aufgefallen ist.

8.2 Holzfeuerungsanlagen über 300 kW Nennleistung

Im Bereich der holzbe- und –verarbeitenden Industrie werden automatische Holzfeuerungsanlagen überwiegend in den Leistungsbereichen 300-999 kW (nicht genehmigungsbedürftig) und 1000-4999 kW (genehmigungsbedürftig) betrieben. Dieser auf die Anlagenanzahl bezogen sehr große Bereich hat maßgeblich zur technischen Entwicklung der automatischen Holzfeuerungen beigetragen, wovon auch die Kleinanlagen profitieren.

Generell gilt es bereits bei der Planung die gleichen Grundsätze wie bei den kleineren Anlagen zu beachten.

Eine Ausnahme ist die Brennstoffbevorratung. Aus Platzgründen werden fast ausschließlich Hochsilos verwendet, die mit einer geringen Grundfläche auskommen und über die Späneabsaugung aus der Produktion, ggf. mit zusätzlichen Einrichtungen, mit Brennstoff beschickt werden.

Aufgetretene Probleme liegen meist in:

- Auslastung der Anlagen,
- Siloaustrag und Feuerungsbeschickung,
- erschwerte Wartung durch unzureichende Platzverhältnisse.

8.2.1 Auslastung der Anlagen

Einige der untersuchten Anlagen scheinen zu groß dimensioniert, d.h. sie werden aus Gründen der Versorgungssicherheit auf den maximalen Energiebedarf, z.B. für Trockenkammern, ausgelegt. Dies mag aus wirtschaftlicher Sicht günstiger sein als die Installation eines Zweitenergiesystems zur Spitzenlastabdeckung, führt aber bei manchen Anlagentypen zu einem schlechten Ausbrand und den damit verbundenen Nachteilen wie erhöhten Emissionswerten, starke Schlackebildung und hohem Aufwand für Reinigung. Davon betroffen sind vor allem sogenannte Vorvergaserfeuerungen, die durch übermäßige Schlackebildung im Schwachlastbereich zu Störungen neigen. In solchen Fällen sollte bei evtl. geplanter Neuanschaffung die Installation eines Spitzenlastkessels in Betracht gezogen werden.

8.2.2 Siloaustrag und Feuerungsbeschickung

Eine weitere potentielle Fehlerquelle ist die Siloaustragung bzw. Feuerungsbeschickung. Sorgt bei kleinen Anlagen zu grober Brennstoff für Probleme, so ist es hier das oft sehr feinkörnige Brennmaterial, das unter bestimmten Voraussetzungen zur Verdichtung und Brückenbildung neigt, d.h. die Siloaustragung fördert den Brennstoff ohne dass höherliegende Schichten nachrutschen und läuft leer bzw. Beschickungseinrichtungen verstopfen an den Übergabetrichtern zwischen zwei Rohrschnecken.

Gegen Brückenbildung im Silo gibt es kein Patentrezept.

Während der Untersuchung hat sich jedoch gezeigt, dass Rundsilos, ausgerüstet mit Pendelschnecken oder schweren Austragsschnecken, weniger zur Brückenbildung neigen als Rechtecksilos mit den gleichen Systemen, dort bleiben in den Siloecken Brennstoffwände zurück. In mit Schubböden ausgerüsteten Rechtecksilos wird der Brennstoff auf der ganzen Grundfläche ausgetragen, was der Brückenbildung entgegenwirkt.

Die Übergabeeinrichtungen zwischen Transport- und Beschickungsschnecken sind in der Regel trichterförmig. Sie können verstopfen, wenn mehr Brennstoff eingebracht als von der Beschickung gefördert wird und sich dadurch ein „Pfropfen“ aus verdichtetem Material bildet.

Abhilfe schafft hier eine sorgfältige Abstimmung der Förderschnecken oder ausreichend dimensionierte Übergabeeinrichtungen. Die einfachste Lösung sind unkomplizierte, mit möglichst wenig Richtungsänderungen konstruierte Beschickungen, sofern es die räumliche Anordnung von Silo und Kesselanlage zulässt.

8.2.3 Platzverhältnisse

Ein häufiges Problem vor allem nachgerüsteter Anlagen sind unzureichende Platzverhältnisse im Kesselraum. Aufgrund der betrieblichen Voraussetzungen ist dies häufig unvermeidbar, oder es werden die Investitionen für ein ausreichend großes Kesselhaus gescheut. Wartung und Betrieb der Anlage werden dadurch erschwert, und der personelle Aufwand erhöht sich entsprechend.

Bei einem Mehraufwand von 2 Stunden wöchentlich, angesetzt mit 70 DM und einer Nutzungsdauer von 20 Jahren ergibt sich z.B. ein Betrag von fast 150000 DM, unter Berücksichtigung von Lohnsteigerungen weitaus mehr.

8.3 Empfehlungen zur Realisierung einer HHS-Anlage für den Bauhof der Stadt Andernach

Basierend auf der Diplomarbeit „Konzeptstudie einer Holzhackschnitzel-Feuerung zur Wärmebereitstellung am Beispiel des Bauhofes der Stadt Andernach“ [21] werden in diesem Kapitel mehrere Varianten zur Realisierung einer HHS-Feuerung für den Bauhof der Stadt Andernach vorgestellt.

8.3.1 Grundlagen

Im Rahmen dieser Studie wurde u.a. untersucht, ob unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten die Wärmeversorgung des Bauhofes der Stadt Andernach auf Basis einer Holzfeuerung realisiert werden kann.

Abbildung 8.3-1 zeigt den Grundriss des Bauhofs.

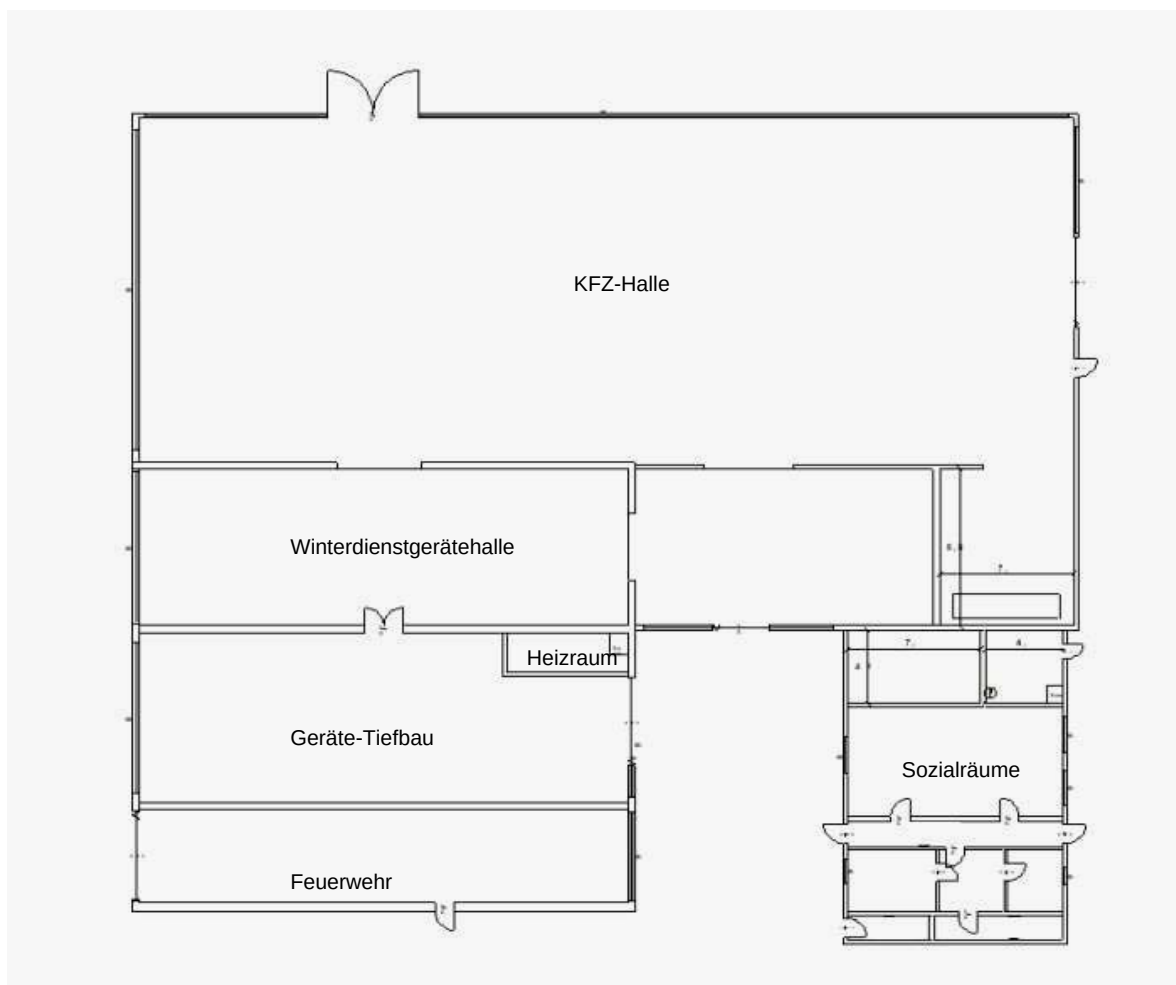


Abb. 8.3-1 Grundriss Bauhof der Stadt Andernach [21]

Bei der energetischen Analyse des Gebäudes ergab sich ein Wärmebedarf von 223 kW. Setzt man einen Wirkungsgrad moderner HHS-Feuerungen von 90% an, ergibt sich die benötigte Anlagenleistung von 250 kW.

Nach dem anschließenden Vergleich der verschiedenen Möglichkeiten zu Aufstellung einer HHS-Feuerung und dem dazugehörigem Lager wurden zwei Varianten ausgewählt. Das Hauptunterscheidungskriterium ist der Aufstellungsort.

Variante 1:

Aufstellungsort für die Feuerung ist der alte Heizraum 1 und die Winterdienstgerätehalle für die Brennstoffbevorratung in Form eines rechteckigen Silos, wie in Abbildung 8.3-2 zeigt.

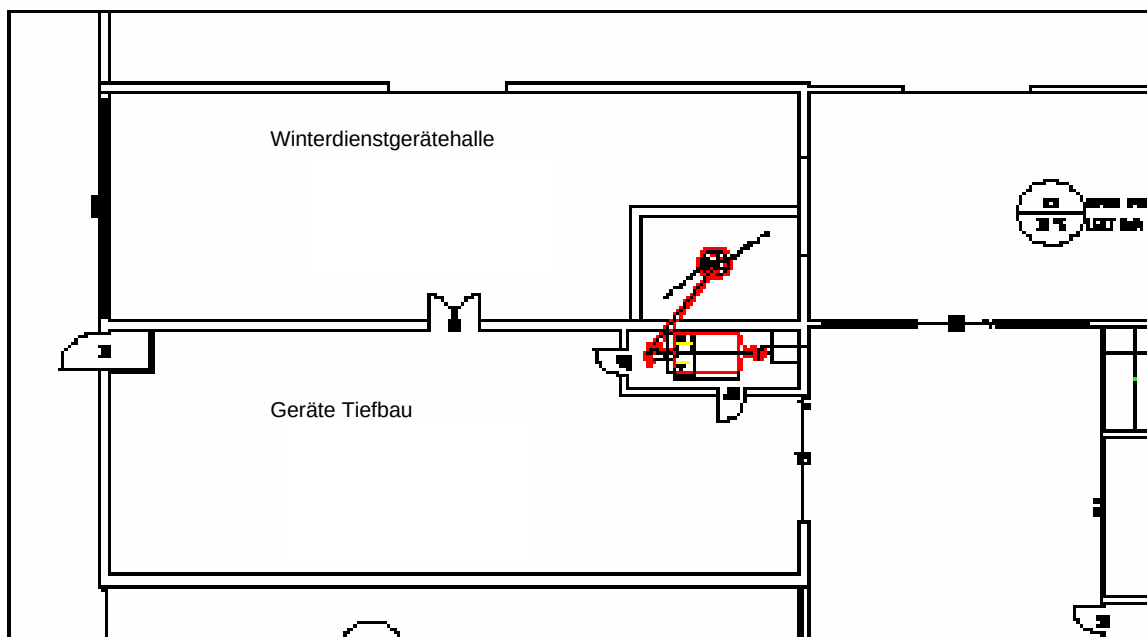


Abb. 8.3-2 Grundrissausschnitt Variante 1 [21]

Bei Betrachtung der ersten Variante zeigen sich drei Nachteile:

- Der vorhandene Heizraum mit ca. 6 * 2 Metern Grundfläche ist nicht ausreichend groß, um Wartungs- und Reparaturarbeiten ohne größere Behinderungen durchzuführen,
- Bei der Anlieferung des Brennstoffs verursacht die ungünstige Lage des Silos ein Eingreifen in den Betrieb des Bauhofes,
- Die angelieferten HHS können aufgrund der Silohöhe nicht direkt vom Lieferanten in das Silo gefüllt werden. Zur Befüllung sind zusätzliche Fördereinrichtungen notwendig, die meist manuell bedient werden müssen, was den Arbeitsaufwand erhöht. Bei Einsatz eines Radladers in der Halle werden Lärm, Abgase und Störungen des Betriebsablaufs verursacht.

Variante 2:

In diesem Fall wird in der Halle Geräte-Tiefbau ein neuer Heizraum eingerichtet (siehe Abbildung 8.3-3). Der Brennstoff wird in einem neu zu errichtendem Silo auf dem Parkplatz zur Ahlmannstraße hin gelagert.

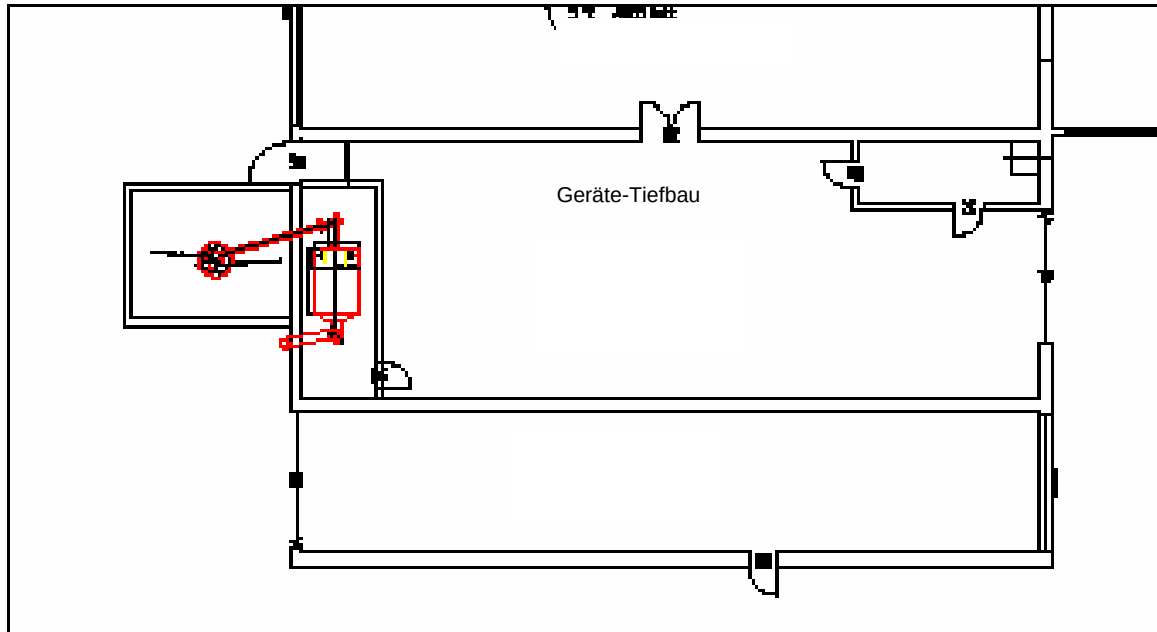


Abb. 8.3-3 Grundrissausschnitt Variante 2 [21]

Auch die zweite Variante hat einige Nachteile:

- Es muss ein Kamin an der Außenwand und ein neuer Heizraum errichtet werden, was die Investition erhöht,
- Durch das Brennstoffsilo fallen mindestens zwei Parkplätze weg.

Dem gegenüber stehen zwei Vorteile:

- Durch das Silo im Außenbereich ist die Anlieferung von Brennstoff unabhängig vom Betrieb des Bauhofes,
- Der neue Heizraum kann an die anlagenspezifischen Anforderungen angepasst werden.

8.3.2 Empfehlung

Ausgehend von Variante zwei wurde ein weiterer Vorschlag zur Realisierung einer HHS-Feuerungsanlage für den Bauhof der Stadt Andernach entwickelt.

a) Räumliche Anordnung der Anlagenkomponenten

Anders als in Variante zwei der Diplomarbeit „Konzeptstudie einer Holzhackschnitzelfeuerung zur Wärmebereitstellung am Beispiel des Bauhofes der Stadt Andernach“ [21] wird die HHS-Feuerungsanlage und das Brennstoffsilo in die Halle Geräte-Tiefbau integriert. Der Ausschnitt aus dem Lageplan (Abbildung 8.3-4) zeigt die räumliche Anordnung der Anlagenkomponenten.

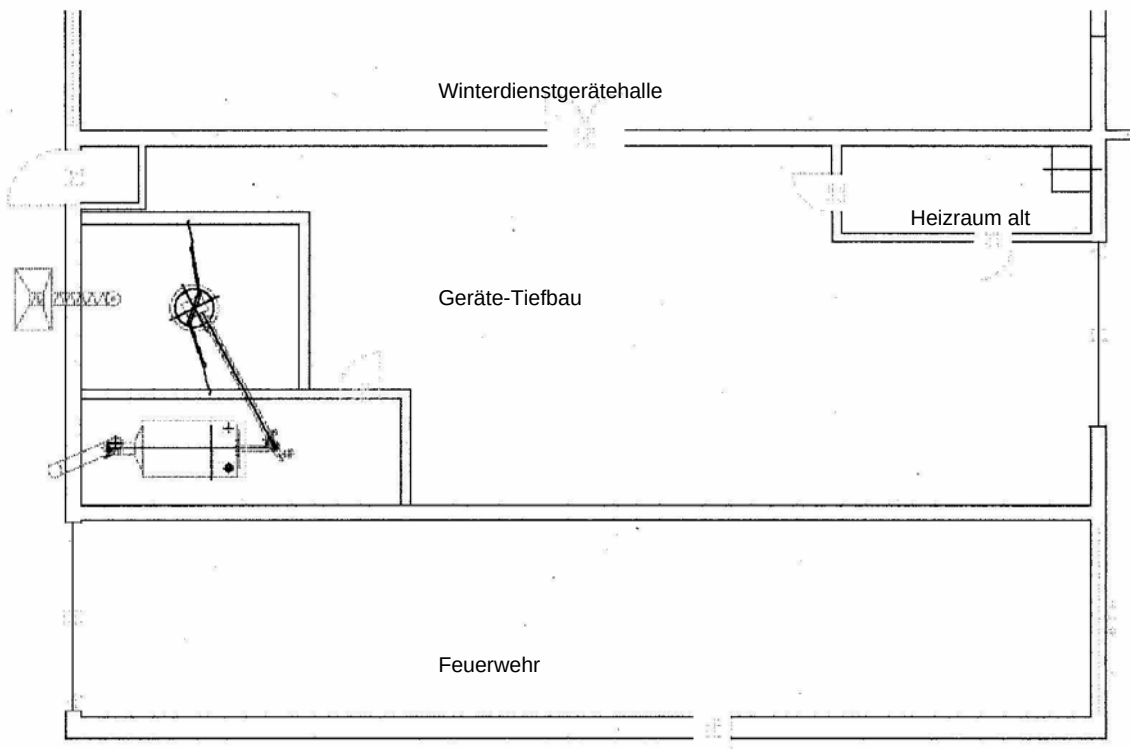


Abb.8.3-4: Grundrissausschnitt vorgeschlagene Variante

Vorteile:

- Brennstoffbeschickung von außen ist unabhängig vom Betrieb des Bauhofs,
- Der neue Heizraum kann an die anlagenspezifischen Anforderungen angepasst werden,
- kein Verlust der Parkplätze,
- Silobefüllung wahlweise von innen oder außen möglich,
- Im Vergleich zu Variante 2 kein Fundament und Wetterschutz nötig.

Nachteile:

- Es muss ein Kamin an der Außenwand und ein neuer Heizraum errichtet werden, was die Investition erhöht,
- Verlust von ca. 25 m² Hallenfläche für das Silo.

b) Anlagentechnik

Silobeschickung:

Zur Silobeschickung kann entweder ein Radlader oder eine Eintragsschnecke verwendet werden. Das Silo kann von außen befüllt werden. Dadurch wird der Betrieb des Bauhofes nicht gestört.

Siloaustrag:

Aufgrund der hohen Investitionskosten für einen Schubbodenausstrag mit den dafür nötigen Tiefbauarbeiten ist es empfehlenswert, ein Rührfederausstragssystem (ca. 50% günstiger als Schubboden) mit integrierter Transportschnecke zur Austragung des Brennstoffs aus dem Silo zu installieren. Durch eine schräge Anordnung im Silo kann auf einfache Weise der zur Beschickung nötige Höhenunterschied zum Stokersystem erreicht werden.

Feuerungsbeschickung:

Zur Feuerungsbeschickung empfiehlt sich die Stokerschnecke mit vorgeschalteter Zellschleuse, die direkt mit der Siloaustragsschnecke gekoppelt wird. Im Vergleich zu einem robusteren hydraulischen Stokersystem ist diese Variante um etwa 10% preisgünstiger und wird auch von der überwiegenden Zahl der Feuerungsanlagenhersteller verwendet.

Feuerungsart:

Da in der Feuerung unter anderem Waldhackschnitzel eingesetzt werden sollen, die je nach Lagerung Wassergehalte von bis zu 40% aufweisen ist der Einsatz einer Vorschubrostfeuerung vorteilhaft.

Anders als Unterschubfeuerungen, die relativ trockene Brennstoffe benötigen, sind Vorschubrostfeuerungen hinsichtlich der Brennstoffqualität vielseitiger verwendbar, d.h. der Ausbrand verbessert sich durch Vortrocknung des Brennstoffs auf dem Rost. Allerdings ist für eine Vorschubrostfeuerung mit etwas höheren Investitionen zu rechnen. Soll dennoch eine Unterschubfeuerung eingesetzt werden, empfiehlt sich eine Vortrocknung des Hackguts auf unter 30% Wassergehalt. Damit verbunden ist eine Erhöhung des Heizwertes und eine Verringerung des Asche- bzw. Schlackeanfalls mit positiver Wirkung auf Betriebssicherheit und Wartungsaufwand.

Ascheaustrag:

Einige Hersteller bieten automatische Entaschungseinrichtungen an, die bei der vorgesehenen Anlagengröße von 250 kW nicht notwendig sind, da sie den Wartungsaufwand aufgrund des relativ geringen Ascheanfalls nicht wesentlich verkürzen. Durch einen Verzicht können ggf. Investitionskosten eingespart werden

Abgasbehandlung:

Zur Entstaubung der Abgase in einer Feuerungsanlage dieser Größe genügt in der Regel ein Zyklonabscheider, der bei korrekter Auslegung den nach 1.BImSchV geforderten Grenzwert für Staub von 150 mg/m³ einhält.

9 Fazit und Ausblick

Fazit

Die vorliegende Studie hat gezeigt, dass automatisch beschickte Holzfeuerungsanlagen in Rheinland-Pfalz schon seit Jahren erfolgreich eingesetzt werden. Eine wichtige Rolle in der technischen Entwicklung der Anlagen spielen die Anforderungen der holzbe- und –verarbeitenden Industrie, die zu einer ständigen Weiterentwicklung der Feuerungssysteme beitragen. Die heute am Markt verfügbaren HHS-Feuerungsanlagen erfüllen hohe Anforderungen an Bedienung, Verbrennungstechnik und Emissionsminderung.

Von dieser Entwicklung profitieren die Anlagen für den Einsatz in Kommunen, im Forst und im privaten Bereich. In Bezug auf Bedienung, Komfort und Zuverlässigkeit erreichen sie annähernd den Standard von konventionellen Heizungssystemen.

Besonders Kommunen setzen immer häufiger auf die Energiequelle Holz zur Versorgung öffentlicher Einrichtungen. Der Brennstoff kann vielerorts aus eigenem Waldbesitz bereitgestellt werden, wodurch sich eine Wertschöpfung für die Region ergibt.

In Rheinland-Pfalz hat sich mittlerweile ein Energieholzmarkt aufgebaut. Dadurch ist eine Versorgungssicherheit mit verschiedenen Holzbrennstoffarten gewährleistet.

Im Laufe der Untersuchung hat sich jedoch herausgestellt, dass die Anschaffung einer Holzfeuerungsanlage im Vergleich zu konventionellen Heizungssystemen mit höheren Investitionskosten verbunden ist.

Trotz der hohen Investitionskosten kann eine gut ausgelegte HHS-Anlage die Energiegestehungskosten einer vergleichbaren Ölheizung unterbieten.

Aufgetretene Probleme bei einzelnen Anlagen sind meist zurückzuführen auf nicht angepasste Brennstoffqualität, falsche Auslegung der Anlagenleistung und unzureichende räumliche Anordnung der Heizzentrale sowie der Brennstoffbevorratung.

Ausblick

Während dieser Studie mit einem Bearbeitungszeitraum von vier Monaten war es nicht möglich, alle in Rheinland-Pfalz betriebenen HHS-Feuerungsanlagen vor Ort zu untersuchen. Dennoch wurden 2/3 der bekannten Anlagen mit einer Nennleistung über 300 kW aufgenommen.

In zukünftigen Studien könnte diese Untersuchung fortgesetzt und auf kleinere Anlagen, die hier unberücksichtigt blieben, ausgeweitet werden.

Weiterhin wäre es sinnvoll, auch Holzpellettheizungen und handbesockte Anlagen zu untersuchen, um einen Gesamtüberblick der Holzfeuerungsanlagen in Rheinland-Pfalz zu erstellen.

Anhang A **Anlagenbeschreibungen**

Daten der untersuchten Holzfeuerungsanlagen

Nachstehende Seiten beinhalten die aufgenommenen Daten für jede der untersuchten Holzfeuerungsanlagen in Tabellenform. Sie dienen als Grundlage für die Auswertung in Kapitel 7.

Die Daten entsprechen den Originaldaten der Erhebungsbögen und sind z.T. durch eigene berechnete Werte ergänzt (im Einzelfall angegeben).

Die Tabellen teilen sich auf in die Abschnitte:

- Brennstoff,
- technische Anlagedaten,
- Energiebereitstellung,
- Austrags- und Beschickungssysteme,
- Reststoffbehandlung,
- Abgasbehandlung,
- Betreibererfahrungen

Anlage 1

Adresse/Standort

Adams Holzbau- Fertigbau
Brohltererstr.17
56651 Niederzissen
Hr. Adams, Tel.: 02636/9311-0

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

SNP, unbeh., < 80 mm, w 25-30 %

Bezugsquelle

eigene Reststoffe

BS-lagerung

keine

BS-verbrauch/a

1507 Mg/a geschätzt

BS-preis

-

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1992

Hersteller

Zima

Typ

Unterschubfeuerung Duomat 800

Feuerungsleistung

1000 kW

Nennleistung

800 kW

Kesselart

3-Zugkessel

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

ca. 6000 h/a

Zweitenergiesystem

kein

Nutzenergie

Heizwärme (Betriebsgebäude)

Energieverteilung

Nahwärmenetz, Kupferleitung isoliert

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

4 Betonsilos, 2*200 m³, 2*125 m³ s.U.

Beschickung Silo/Bunker

HHS-B.=Hacker>2*Kettenförderer

Sägemehl b.=Gebläse, BS-B.2*Kettenförderer

Brennstoffbunker=Schubboden>Schnecke

Austragung Silo/Bunker

Beschickung Feuerung

Stokerschnecke

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Deponierung

Abgasbehandlung

Multizyklon 2-fach

Reststoffbehandlung

Deponierung

Abgaswerte

k.A.

Verfügbarkeit

hoch

Wartungsaufwand

2 h/Woche

Wirtschaftlichkeit

100.000,- Anlage + 50.000,- Austragung

Betriebserfahrungen

gut

durchgeführte Verbesserungen

Schubboden geändert

Verbesserungsvorschläge

HHS-Silo mit Brennstoffsilos koppeln

(HHS soll in Zukunft mitverbrannt werden)

HHS und Sägemehl wurden bisher verkauft

Anmerkung

Anlage 2

Adresse/Standort

Alte Ziegelei
53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler
Hr.Nieman, Tel: 0177/8326817

falls abweichend: Betreiber

Residenz-Bau GmbH

eingesetzte Brennstoffqualität

Altholz-HS, 10-40 mm, unbeh., w bis 50 %

Bezugsquelle

Fa. Flohr, Neuwied

BS-lagerung

Offenlager bei Händler

BS-verbrauch/a

525 Mg/a geschätzt

BS-preis

ca. 75 DM/Mg

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1999

Hersteller

Kohlbach, A

Typ

Vorschubrostfeuerung

Feuerungsleistung

375 kW

Nennleistung

300 kW

Kesselart

3-Zug-Rauchrohr

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

k.A.

Zweitenergiesystem

externer Gaskessel bei Kleinlast

Nutzenergie

Heizung, Warmwasser Neubaugebiet

Energieverteilung

Nahwärmenetz, ecoflex-Rohr

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

Tiefbunker, Beton, 71 Sm³

Beschickung Silo/Bunker

Abkippen von LKW

Austragung Silo/Bunker

hydr. Schubboden > Kettenförderer

Beschickung Feuerung

hydr. Stoker

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Kompostierung

Abgasbehandlung

Zyklon

Reststoffbehandlung

Restmüll

Abgaswerte

k.A.

Verfügbarkeit

k.A.

Wartungsaufwand

ges. 6h/Woche

Wirtschaftlichkeit

k.A.

Betriebserfahrungen

k.A.

durchgeführte Verbesserungen

Einfüllkante Bunker durch Balken ersetzt
(können entfernt werden)

Verbesserungsvorschläge

Vortrocknung der HS, z.B. durch Absaugung aus Kesselhaus

Anmerkung:

erst seit Anfang 2000 in Betrieb

Anlage 3

Adresse/Standort

Klaus Borne Türenfabrik GmbH & Co.
Industriegebiet
54311 Trierweiler-Sirzenich
Tel.: 0651/8106-00

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

SNP, unbeh., bis 1,5 cm³, w 10 %

Bezugsquelle

eigene Produktionsreste

BS-lagerung

300 m², teilüberdacht

BS-verbrauch/a

ca.19.000 Sm³/a (6365 Mg/a)

BS-preis

k.A.

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1992

Hersteller

Weiss

Typ

Vorschubrostfeuerung

Feuerungsleistung

7.600 kW

Nennleistung

8000 kg Dampf/h

Kesselart

4-Zug-Dampfkessel

Wirkungsgrad

75-80 % (th)

Betriebsstunden/a

> 8000

Zweitenergiesystem

Thermoölanlage 700 KW (Spänefeuerung)

Nutzenergie

Elektrizität und Heizwärme/Warmwasser

Energieverteilung

Nahwärmenetz und Strom für Betrieb
Überschuss Strom ins RWE-Netz eingespeist

Beschickung Lager

LKW+Stapler

Brennstoffvorratsbehälter

Betonhochsilo, 300 m³

Beschickung Silo/Bunker

Kratzkettenförderer

Austragung Silo/Bunker

Gebläse in Dosierbehälter

Beschickung Feuerung

2 Schnecken

Ascheaustrag

Naßentaschung (Kettenförderer)

Aschebehandlung

Deponierung

Abgasbehandlung

Elektrofilter, Rauchgasrückführung

Reststoffbehandlung

Deponierung

Abgaswerte

Staub < 50 mg/m³

Verfügbarkeit

hoch

Wartungsaufwand

alle 6-8 Wo Reinigung(4-5 h)+täglich 1-2 h

Wirtschaftlichkeit

Amortisationsdauer < 5 Jahre

Betriebserfahrungen

Bedienungskomfort mäßig, starke Staub-
entwicklung beim Hacken

durchgeführte Verbesserungen

Arbeitsbühne für Wartung erweitert
Wartungsklappen Dosiereinrichtung eingeb.

Verbesserungsvorschläge

Heizung Kesselwarte, Dosierung optimieren,
bessere Absaugung am Hacker

Anlage 4

Adresse/Standort

Energie- Dienstleistungs- GmbH (EDH)
Industriegebiet II
55768 Hoppstädten- Weiersbach
Hr. Scherer, Tel.:06728/40377

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

Altholz-HS, unbeh., 2-50 mm, w 10-20 %

Bezugsquelle

verschiedene Holzaufbereiter

BS-lagerung

Halle 2500 m²

BS-verbrauch/a

25.000 Mg/a

BS-preis

k.A.

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1996

Hersteller

Wulf

Typ

Vorschubrost mit Unterwind

Feuerungsleistung

13,6 MW

Nennleistung

11,0 MW(th), 1,43 MW (el.)

Kesselart

3-Zug-Rauchrohrkessel

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

8.000 h/a

Zweitenergiesystem

2*Gas betriebenes BHKW, ges.2,6 MWth

Nutzenergie

Dampf>Elektrizität, Heiz- und Warmwasser

Energieverteilung

Nahwärmenetz, Einspeisung ins RWE-Netz

Beschickung Lager

Abkippen von LKW

Brennstoffvorratsbehälter

Halle ca.300 m³+ 4m³ Dosierbehälter

Beschickung Silo/Bunker

Radlader, Schubboden

Austragung Silo/Bunker

Schubboden>Rüttelförderer>2*Steigförderer
mit Magnetabscheider in Dosierbehälter

Beschickung Feuerung

6 Eintragsschnecken

Ascheaustrag

Naßascher>Steigförderer

Aschebehandlung

Entsorgungsfirma>Untertagedeponie

Abgasbehandlung

Zyklon + Schlauchfilter

Reststoffbehandlung

Entsorgungsfirma>Untertagedeponie

Abgaswerte

Ges.Staub 2,1mg/m³, NOx 344mg/m³,
CO 16mg/m³, SO2 125mg/m³, Cges.<13mg/m³

Verfügbarkeit

sehr gut

Wartungsaufwand

4 Wochen /a, 3 Schichtbetrieb

Wirtschaftlichkeit

k.A.

Betriebserfahrungen

gut

durchgeführte Verbesserungen

-

Verbesserungsvorschläge

-

Anmerkung

Brennstoffzufuhr umständlich

Anlage 5

Adresse/Standort

Forstamt Entenpfuhl
Forsttechn. Stützpunkt
55566 Bad-Sobernheim
Hr. Zimmermann, Tel.: 06756/265oder325

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

Wald-HS/SNP, unbeh., <40mm, w ca.40%

Bezugsquelle

Decker Karl, Morbach

BS-lagerung

offenes Lager

BS-verbrauch/a

ca.150 Sm³ (53Mg/a)

BS-preis

ca. 10-25 DM/Sm³

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1990

Hersteller

Pol-Zenith

Typ

CNT-090 Unterschub

Feuerungsleistung

112 kW

Nennleistung

90 KW

Kesselart

Rauchrohr

Wirkungsgrad

Betriebsstunden/a

ca. 4000

Zweitenergiesystem

Ölkessel(Ersatz) + W´wasserboiler

Nutzenergie

Heizung, W´wasser(überwiegend)

Energieverteilung

Stahlrohr, isoliert

Beschickung Lager

z.Zt. Nicht genutzt

Brennstoffvorratsbehälter

umgebauter Dachboden, ca.80 Sm³

Beschickung Silo/Bunker

landw. Gebläse

Austragung Silo/Bunker

Schubbodeneinheit >Austragschnecke

Beschickung Feuerung

Stokersystem

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Dünger

Abgasbehandlung

Multizyklon

Reststoffbehandlung

Deponierung

Abgaswerte

k.A.

Verfügbarkeit

nach Umbau Schubboden hoch

Wartungsaufwand

gering

Wirtschaftlichkeit

k.A.

Betriebserfahrungen

Anlage O.K., Arbeitsraum eng, Bedienung gut

durchgeführte Verbesserungen

Schubboden verstärkt

Verbesserungsvorschläge

Silobefüllung verbesserungswürdig,
Umbau in größere Halle (vorh.) angedacht
Einsatz v. Wald-HS

Anlage 6

Adresse/Standort

Forstamt Hermeskeil
Koblenzerstr. 71
54411 Hermeskeil
Hr. Jäger, Tel.: 06503/9279-22

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

Wald-HS, Nadelh., <40mm, w 35-40%

Bezugsquelle

eigenes Rest- u. Derbholz

BS-lagerung

belüftete Halle, ca 120 Sm³

BS-verbrauch/a

ca. 200 Sm³ (70Mg/a)

BS-preis

22-25 DM/Sm³

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1995

Hersteller

Fröling

Typ

Unterschub-Wirbelkammer ,Lambdamatic 60

Feuerungsleistung

70 kW

Nennleistung

60 kW

Kesselart

Rohrwärmetauscher m. integr. Zyklon

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

ca. 6000

Zweitenergiesystem

Ölhzg.FA-Gebäude

Nutzenergie

Heizung Werkstattgebäude

Energieverteilung

Stahlrohr, isoliert

Beschickung Lager

Hackergebläse

Brennstoffvorratsbehälter

Vorratsbunker, ca.6 Sm³

Beschickung Silo/Bunker

Förderband, manuell beschickt

Austragung Silo/Bunker

Bodenrührwerk >Förderschnecke

Beschickung Feuerung

Stokerschnecke

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Deponie

Abgasbehandlung

integr. Zyklon

Reststoffbehandlung

Deponie

Abgaswerte

Staub: 0.07g/m³ ;CO: 0,0g/m³

Verfügbarkeit

hoch

Wartungsaufwand

ca. 2h / Wo

Wirtschaftlichkeit

Invest. 67.000 DM

Betriebserfahrungen

problemlos, BS-Austrag Lager arbeitsintensiv

durchgeführte Verbesserungen

-

Verbesserungsvorschläge

weitergehende Automatisierung des BS -Aus-
trages

Anlage 7

Adresse/Standort

Gemeinde Bergweiler (Bürgerhaus,Kinderg.)
FR Bergweiler/ Kempelterstr.5
54518 Bergweiler
Hr.Gorges, Tel.: 06571/29227

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

Wald-HS, <45mm, w <30%

Bezugsquelle

Forst, FR Bergweiler

BS-lagerung

Gemeindebauhof (gepl.) z.Zt. Ganze Stämme
im Wald

BS-verbrauch/a

180 Sm³ (63Mg/a)

BS-preis

30,-/Sm³

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1996

Hersteller

WVT Bioflamm

Typ

Integralfeuerung, D-3E

Feuerungsleistung

125 kW

Nennleistung

100 kW

Kesselart

3-Zug-Stahlheizkessel

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

ca. 4000

Zweitenergiesystem

vorh. Ölkessel, 60 KW für Notfall

Nutzenergie

Heizung und Warmwasser

Energieverteilung

Zentralheizung, Stahlrohr isoliert

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

Erdsilo gemauert,ca.40 Sm³

Beschickung Silo/Bunker

Abkippen von LKW bzw. Gemeindefzg.

Austragung Silo/Bunker

Rührfederaustrag> Transportschnecke

Beschickung Feuerung

Stokerschnecke

Ascheaustrag

Austragsschnecke

Aschebehandlung

Ausbringung in Wald

Abgasbehandlung

Rotationszyklon

Reststoffbehandlung

Ausbringung in Wald

Abgaswerte

Staub 0,08g/m³, CO 2,0 g/m³

Verfügbarkeit

hoch

Wartungsaufwand

1h/Befüllung Bunker

Wirtschaftlichkeit

Gesamt 80.000,-, Förderung Land 17.390,-,
RWE (ProKom) 37.500,-

Betriebserfahrungen

gut

durchgeführte Verbesserungen

-

Verbesserungsvorschläge

Ascheaustrag umständlich
angestrebt: Fernüberwachung

Anlage 8

Adresse/Standort

Gemeinde Ferschweiler
Turnhalle/Kindergarten

FR Erzen, Hr.Becker, Tel.: 06523/1292

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität Bezugsquelle

40% SNP, 60% Wald-HS, 10-40mm, w <40%
Gemeindew. und Sägewerk(geliefert als
Schwarten)

BS-lagerung

halbseitig offene Halle, 250 Sm³

BS-verbrauch/a

250- 300 Sm³

(105Mg/a)

BS-preis

ca. 25 DM/Sm³ (Aufbereitung)

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1997

Hersteller

Bioflamm

Typ

Integralfeuerung B-EB4

Feuerungsleistung

205 kW

Nennleistung

174 kW

Kesselart

3 Zug Stahlheizkessel

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

Winterbetrieb

Zweitenergiesystem

Ölkessel 70 KW für Schwachlastbetrieb

Nutzenergie

Heizung/Warmwasser

Turnh.,Kinderg.,Gerätehaus

Energieverteilung

Nahwärmenetz , Kupfer+Stahlrohr

Beschickung Lager

Abkippen v. Anhänger,Einschieben m.
Frontlader

Brennstoffvorratsbehälter

gem. Silo, ca. 45 Sm³,

Beschickung Silo/Bunker

Befüllung m. Frontlader

Austragung Silo/Bunker

Federaustrag mit Schnecke

Beschickung Feuerung

Stokerschnecke

Ascheaustrag

Schnecke in Behälter, manuell

Aschebehandlung

Düngung

Abgasbehandlung

Zyklon

Reststoffbehandlung

Düngung

Abgaswerte

k.A.

Verfügbarkeit

hoch, auch bei Schwachlast

Wartungsaufwand

gering, hoch für Lager+Bunker

Wirtschaftlichkeit

komplett 80000 DM, 50% Förderung

Betriebserfahrungen

Anlage gut, Lager+Bunker aufwendig

durchgeführte Verbesserungen

Rampe für Silobeschickung

Verbesserungsvorschläge

vereinfachte Lager- und Silobefüllung

Anmerkung

Arbeitsintensive Brennstoffbereitstellung

Anlage 9

Adresse/Standort

Giovanella Holzverarbeitungs-GmbH
57578 Elkenroth
Hr. Giovanella, Tel.: 02747/2922 oder 7665

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

Spanplatten-HS, 1-10mm, w < 10%

Bezugsquelle

eigene Reststoffe

BS-lagerung

kein Lager

BS-verbrauch/a

ca. 180 Mg/a

BS-preis

-

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1996

Hersteller

Mawera

Typ

Unterschub FU 350RIA

Feuerungsleistung

440 kW

Nennleistung

350 kW

Kesselart

3-Zug-Flammrohr

Wirkungsgrad

88%

Betriebsstunden/a

ca. 8000

Zweitenergiesystem

-

Nutzenergie

Heizung, Warmwasser

Energieverteilung

Stahlrohr, isoliert, ca. 200m

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

Silo, 100m³

Beschickung Silo/Bunker

Gebälse

Austragung Silo/Bunker

Pendelaustragschnecke

Beschickung Feuerung

Schnecke>Fallschacht >Stokerschnecke

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Deponie

Abgasbehandlung

Multizyklon

Reststoffbehandlung

Deponie

Abgaswerte

k.A.

Verfügbarkeit

hoch

Wartungsaufwand

alle 2 Wo Reinigung

Wirtschaftlichkeit

Invest.:180.000 (ohne Silo)

Betriebserfahrungen

gut

durchgeführte Verbesserungen

-

Verbesserungsvorschläge

autom. Ascheaustrag

Anlage 10

Adresse/Standort

Hans Kirst KG
Hans-Wilhelm-Kirst-Str. 1-4
56843 Irmenach
Hr. Schneider, Tel.: 06541/6045

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

SNP, unbeh., 10-50mm, w <12%

Bezugsquelle

eigene Reststoffe

BS-lagerung

Halle, 300m² für BS-Überschuss

BS-verbrauch/a

5025Mg/a geschätzt

BS-preis

-

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1981

Hersteller

Lambion

Typ

Unterschubfeuerung

Feuerungsleistung

ca. 3,75 MW

Nennleistung

ca. 3 MW

Kesselart

Buderus omnical DDM-SRW

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

>8000h

Zweitenergiesystem

kein

Nutzenergie

Heizung + Elektrizität(ca. 250 KW)

Energieverteilung

Nahwärmenetz
Stahlrohr

Beschickung Lager

Kettenfördersystem

Brennstoffvorratsbehälter

Silo, gemauert, 240 Sm³

Beschickung Silo/Bunker

Gebläse(Späne), Schnecke+Förderband(HS)
ab

Hacker

Austragung Silo/Bunker

Austragschnecke>Schnecke>Steigschnecke
>Fallrohr>Vorratsbehälter

Beschickung Feuerung

Stokerschnecke

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Kompostierung

Abgasbehandlung

Zyklon

Reststoffbehandlung

Kompostierung

Abgaswerte

k.A.

Verfügbarkeit

hoch

Wartungsaufwand

mittel

Wirtschaftlichkeit

k.A.

Betriebserfahrungen

gut

durchgeführte Verbesserungen

k.A.

Verbesserungsvorschläge

-

Anlage 11

Adresse/Standort

Heep Fenster GmbH
Bahnhofstr.
56414 Meudt
Hr. Rübel, Tel.: 06435/9627-0

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

SNP, unbeh., 2-10mm, w 10%

Bezugsquelle

Späne v. Niveau-Fenster Westerburg GmbH

BS-lagerung

einseitig offene Halle, ca. 400m³

BS-verbrauch/a

ca. 3000 Sm³/a (1000Mg/a)

BS-preis

-

techn. Daten Feuerungsanlage

konnten nicht festgestellt werden**

Baujahr

etwa 1970

Hersteller

k.A.

Typ

Einblasfeuerung

Feuerungsleistung

k.A.

Nennleistung

k.A.

Kesselart

Wasserrohr

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

k.A.

Zweitenergiesystem

Nutzenergie

Heizung / Warmwasser

Energieverteilung

Stahlrohr

Beschickung Lager

LKW +Stapler

Brennstoffvorratsbehälter

Hochsilo Beton

Beschickung Silo/Bunker

Gebläse (aus Lager +Absaugung Betrieb)

Austragung Silo/Bunker

Schnecke

Beschickung Feuerung

Saugzuggebläse

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Deponie

Abgasbehandlung

Zyklon

Reststoffbehandlung

Deponie

Abgaswerte

k.A.

Verfügbarkeit

hoch, zuverlässig

Wartungsaufwand

1h /d + 4h / Wo Bunker füllen im Winter

Wirtschaftlichkeit

Betriebserfahrungen

befriedigend

durchgeführte Verbesserungen

Regelung ergänzt

Verbesserungsvorschläge

nicht Std. d. T.

Anmerkung

** Kein Typenschild vorhanden

Anlage 12

Adresse/Standort

Holzwerk Rockenhausen GmbH
Kaiserslauterer Str.11
67806 Rockenhausen
Hr. Barthel, Tel.: 06361/9232-0

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

SNP, unbeh., <8mm, w ca. 10%

Bezugsquelle

eigene Reststoffe

BS-lagerung

kein Lager

BS-verbrauch/a

1675 Mg/a geschätzt

BS-preis

-

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1974, Umbau 1993 Fa.Christian

Hersteller

Lambion

Typ

Vorbrennkammer mit Gliederkopf

Feuerungsleistung

1,3 MW

Nennleistung

1 MW

Kesselart

3-Zug-Rauchrohr

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

> 8000

Zweitenergiesystem

Ölkessel

Nutzenergie

Prozessdampf 2600kg/h, Heizung

Energieverteilung

Stahlrohr, isoliert

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

Betonsilo, ca.100m³

Beschickung Silo/Bunker

Gebläse

Austragung Silo/Bunker

Pendelschnecke >Schnecke

Beschickung Feuerung

Gebläse (gleichz. Primärluft)

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Deponie

Abgasbehandlung

Multizyklon, Abgasrückführung

Reststoffbehandlung

Deponie

Abgaswerte

Verfügbarkeit

gut

Wartungsaufwand

1h/d, alle 4Wo 1d

Wirtschaftlichkeit

k.A.

Betriebserfahrungen

gut

durchgeführte Verbesserungen

Verbesserungsvorschläge

-

Anlage 13

Adresse/Standort

Hunsrückhaus
Am Erbeskopf
54411 Deuselbach
Hr. Barthel, Tel.: 06504/778

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

Wald-HS, 10-60mm, w<35%

Bezugsquelle

Landwirt, Longkamp

BS-lagerung

BS-verbrauch/a

100 Sm³ berechnet (35 Mg/a)

BS-preis

15-20,-/Sm³

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1999

Hersteller

WVT Bioflam

Typ

Integalf Feuerung D-2-E

Feuerungsleistung

71 kW

Nennleistung

60 kW

Kesselart

Vielzug-Stahlheizkessel

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

ca. 4000 Volllaststunden berechnet

Zweitenergiesystem

Wärmepumpe und Solarkollektor
sollen 60% des Energiebedarfs abdecken
Heizung und Warmwasser

Nutzenergie

Energieverteilung

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

Betontiefbunker, ca. 25Sm³

Beschickung Silo/Bunker

Abkippen von LKW

Austragung Silo/Bunker

Federrotationsaustrag> Transportschnecke

Beschickung Feuerung

Stokerschnecke

Ascheaustrag

Austragsschnecke

Aschebehandlung

Dünger

Abgasbehandlung

Rotationszyklon

Reststoffbehandlung

Dünger

Abgaswerte

keine vorhanden

Verfügbarkeit

Probelauf problemlos

Wartungsaufwand

k.A.

Wirtschaftlichkeit

90.000,- HHS

Betriebserfahrungen

k.A.

durchgeführte Verbesserungen

-

Verbesserungsvorschläge

Ascheaustrag verbesserungswürdig

Anlage 14

Adresse/Standort

Karl Krug Sargfabrik
Siegenerstr. 61
57610 Altenkirchen
Hr. Krug, Tel.: 02681/4216

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

SNP, unbeh., <25mm, w 10%

Bezugsquelle

eigene Reststoffe

BS-lagerung

BS-verbrauch/a

1424Mg/a geschätzt

BS-preis

-

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1993

Hersteller

Mawera

Typ

Unterschub FU 1100 RA

Feuerungsleistung

950 kW

Nennleistung

850 kW

Kesselart

3 Zug-Flammrohr

Wirkungsgrad

> 85%

Betriebsstunden/a

ca. 2500

Zweitenergiesystem

kein

Nutzenergie

Heizung, Warmwasser Betrieb u.
Trockenkammer

Energieverteilung

Nahw`-netz, Stahlrohr, isoliert

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

Betonsilo, 150m³

Beschickung Silo/Bunker

Gebälse

Austragung Silo/Bunker

Pendelaustragschnecke >Transportschnecke

Beschickung Feuerung

Stokerschnecke

Ascheaustrag

2 Austragschnecken> Sammelschnecke>
Steigsch.

Aschebehandlung

Dünger

Abgasbehandlung

Multizyklon, 2-fach mit Bypass

Reststoffbehandlung

Dünger

Abgaswerte

Staub: <0,5 g ; CO : 0,1 g/m³

Verfügbarkeit

sehr zuverlässig

Wartungsaufwand

alle 400h Reinigung (2-3h)

Wirtschaftlichkeit

Invest: 350.000,- komplett + 80.000,- Silo

Betriebserfahrungen

sehr gut

durchgeführte Verbesserungen

-

Verbesserungsvorschläge

-

Anmerkung

aus Gründen der Versorgungssicherheit etwas
überdimensioniert

Anlage 15

Adresse/Standort

Kirschbacher Hof
66482 Kirschbacherhof (bei Zweibrücken)

Hr. Götz,
Tel.:06339/7281

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

Wald-HS, Bu., Ei., <35mm, w 15-20%

Bezugsquelle

Eigener Waldbesitz, ca. 107 ha

BS-lagerung

Halle, belüftet, ca. 200m²

BS-verbrauch/a

315 Mg/a

BS-preis

k.A.

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1995

Hersteller

Hansen

Typ

Unterschub-Vorbrennkammer St 180

Feuerungsleistung

180 KW

Nennleistung

150 kW

Kesselart

Rauchrohr

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

> 6000

Zweitenergiesystem

integrierter Ölbrenner

Nutzenergie

Heizung, Warmwasser

Energieverteilung

Nahw`-netz, Stahlrohr, isoliert

Beschickung Lager

Frontlader + Förderband

Brennstoffvorratsbehälter

Bunker, gemauert, ca.40m³

Beschickung Silo/Bunker

Frontlader

Austragung Silo/Bunker

Federaustrag mit Schnecke

Beschickung Feuerung

Stokerschnecke

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Kompostierung

Abgasbehandlung

Zyklon

Reststoffbehandlung

Kompostierung

Abgaswerte

k.A.

Verfügbarkeit

mittel-gut

Wartungsaufwand

2h / Wo

Wirtschaftlichkeit

k.A.

Betriebserfahrungen

in Anfangsphase schlecht abgestimmt, sonst
mittel

durchgeführte Verbesserungen

Abstimmung der Regelung

Verbesserungsvorschläge

BS-verteiler im Feuerraum verbessern
Ausbrand optimieren

Anmerkung

Scheitholzbestückung möglich

Anlage 16

Adresse/Standort

Korn-Türen
Neugärtenstr.50
76891 Busenberg
Hr. Hellmann, Tel.:06391/9223-0

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

SNP, unbeh.,1-12mm, w <10%

Bezugsquelle

eigene Reststoffe, unbehandelt

BS-lagerung

kein Lager

BS-verbrauch/a

ca. 500 Sm³ (168Mg)

BS-preis

-

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1993

Hersteller

BHSR-Spänex

Typ

Unterschub, SRW-U650

Feuerungsleistung

810 kW

Nennleistung

650 kW

Kesselart

Mehrzugkessel, senkr. Heizflächen

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

ca. 2600 Vollaststunden

Zweitenergiesystem

Ölkessel, 760 KW, ca.60.000l/a

Nutzenergie

Heizung ,Warmwasser

Energieverteilung

Stahlrohr, isoliert,ca.500m

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

Betonsilo, 160m³

Beschickung Silo/Bunker

Gebläse (Betrieb-, Hackerabsaugung)

Austragung Silo/Bunker

Schnecke

Beschickung Feuerung

Stokerschnecke

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

MVA

Abgasbehandlung

Gewebefilter

Reststoffbehandlung

MVA

Abgaswerte

Gesamtstaub: 0,05 g/m³ ; CO : 0.4g/m³

Verfügbarkeit

sehr hoch

Wartungsaufwand

Vertrag: jährl. Inspekt., 3h/Wo

Reinigung(selbst)

Wirtschaftlichkeit

Invest.: 170.000 incl.Absaugung

Betriebserfahrungen

gut

durchgeführte Verbesserungen

Ringleitung zw. Silo und Heizkessel

Lambda-Sonde nachgerüstet

Verbesserungsvorschläge

Anlage 17

Adresse/Standort

Kreisverwaltung Germersheim / Anlage Kandel

Luitpoldplatz 1

76726 Germersheim

Hr. Dr. Esser, Tel.: 07274/53-330

falls abweichend: Betreiber

WAT Ingenieur-GmbH&Co. KG, Karlsruhe

Kleinoberfeld 5, 76135 Karlsruhe

Hr. Welsch, Tel.: 0721/9872-0

eingesetzte Brennstoffqualität

Restholz unbehandelt/Grünschnitt-HS , evtl.

Wald-HS

Bezugsquelle

über WAT

BS-lagerung

kein eig. Lager

BS-verbrauch/a

200 Mg berechnet

BS-preis

k.A.

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1999

Hersteller

Tiba-Müller AG

Typ

Vorschubrostfeuerung MR A8-WT-NOx

Feuerungsleistung

225 kW

Nennleistung

180 kW

Kesselart

Rauchrohrkessel

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

k.A.

Zweitenergiesystem

Gaskessel 465 KW (Notfall, Spitzenlast)

Nutzenergie

Heizung / Warmwasser

Energieverteilung

Kupfer, isoliert

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

Wechselcontainer, 30m³ mit Schubboden

Beschickung Silo/Bunker

Radlader

Austragung Silo/Bunker

Schubboden > Schnecke > Zwischenbunker

Beschickung Feuerung

Schubboden > Schnecke > Stokerschnecke

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Deponierung

Abgasbehandlung

Zyklon

Reststoffbehandlung

Deponierung

Abgaswerte

k.A.

Verfügbarkeit

gut

Wartungsaufwand

Wirtschaftlichkeit

Invest.: 150.000 DM incl. 40.000 Förderung

Betriebserfahrungen

k.A.

durchgeführte Verbesserungen

-

Verbesserungsvorschläge

-

Anmerkung

Contractingvertrag 8 Jahre mit WAT

Anlage 18

Adresse/Standort

Mann Naturenergie GmbH & Co. KG
Schulweg 8-14
57520 Langenbach
Hr. Döring, Tel.: 02661/6262-52

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

unbehandeltes Gebrauchtholz/ Grünschnitt,
bis 500mm, w 30%

Bezugsquelle

eigenes Gebrauchtholzrecycling

BS-lagerung

offen+Halle

BS-verbrauch/a

20000 Mg/a

BS-preis

k.A.

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1995

Hersteller

Lambion

Typ

Vorschubrostfeuerung

Feuerungsleistung

4,95 MW

Nennleistung

6 Mg Dampf/h

Kesselart

3 Zug-Rauchrohr

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

>8000 h/a

Zweitenergiesystem

-

Nutzenergie

Elektrizität+Wärme

Energieverteilung

Nahwärmenetz

Beschickung Lager

per LKW / Radlader

Brennstoffvorratsbehälter

Halle

Beschickung Silo/Bunker

LKW/ Radlader

Austragung Silo/Bunker

Schubboden>Vibrorinne>Förderbänder

Beschickung Feuerung

Schubboden, Förderbänder

Ascheaustrag

Naßentaschung

Aschebehandlung

Deponierung Klasse 1

Abgasbehandlung

2 Multizyklone+Elektrofilter

Reststoffbehandlung

Deponierung

Abgaswerte

k.A.

Verfügbarkeit

Gut

Wartungsaufwand

1h tägliche Kontrolle (Kesselanlage, Spilling,
Holztransport)

Wirtschaftlichkeit

k.A.

Betriebserfahrungen

Nach eigenen Anpassungen seit 1997 sehr gut

durchgeführte Verbesserungen

Diverse Optimierungen

Verbesserungsvorschläge

-

Anlage 19

Adresse/Standort

Mertzlufft Fensterbau GmbH
Mainzerstr. 1
76726 Germersheim
Hr. Mertzlufft, Nikolaus, Tel.: 07274/7021-0

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

SNP, unbeh., <10mm, w <12%

Bezugsquelle

eigene Reststoffe

BS-lagerung

kein Lager

BS-verbrauch/a

ca. 300 Sm³ (100 Mg/a)

BS-preis

-

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1997 (Kesselaufsatz 1984)

Hersteller

Mawera

Typ

Unterschub FU 350 RIA

Feuerungsleistung

440 kW

Nennleistung

350 kW

Kesselart

3-Zug-Flammrohr

Wirkungsgrad

88%

Betriebsstunden/a

ca. 5000

Zweitenergiesystem

W`wasserboiler <20KW

Nutzenergie

Heizung

Energieverteilung

Stahlrohr, isoliert

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

gemauertes Silo, 250m³

Beschickung Silo/Bunker

Gebälse

Austragung Silo/Bunker

Pendelaustragschnecke

Beschickung Feuerung

Schnecke>Fallschacht>Stokerschnecke

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Kompostierung

Abgasbehandlung

Zyklon

Reststoffbehandlung

Kompostierung

Abgaswerte

Verfügbarkeit

sehr hoch

Wartungsaufwand

alle 14 Tage Reinigung

Wirtschaftlichkeit

Invest.: 60.000,- (Feuerung, BS-austrag)

Betriebserfahrungen

positiv, problemlose Anlage

durchgeführte Verbesserungen

-

Verbesserungsvorschläge

-

Anlage 20

Adresse/Standort

Mohr Holzbau GmbH
Niederkircherstr. 6
54295 Trier
Hr. Clemens, Tel.:0651/86091

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

Altholz-HS, unbeh., bis 120mm, w 20-30%

Bezugsquelle

ART Trier; geringer Teil eigene SNP

BS-lagerung

kein

BS-verbrauch/a

ca. 2010 Mg/a

BS-preis

k.A.

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1998

Hersteller

Schmid AG

Typ

Vorschubrostfeuerung UTSR "Low NOx"

Feuerungsleistung

3500 kW

Nennleistung

3000 kW

Kesselart

3-Zug-Rauchrohrkessel

Wirkungsgrad

> 85%

Betriebsstunden/a

> 8000h/a

Zweitenergiesystem

HHS-Kessel, 1400 kW

Nutzenergie

Heizung (Betrieb + Trockenkammern), W`wasser

Energieverteilung

Nahwärmenetz, Stahlrohr isoliert

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

Betonhochsilo, 600 Sm³

Beschickung Silo/Bunker

Abkipfstelle mit Schubboden > Schnecke

> Kratzkettenförderer

Austragung Silo/Bunker

Schubboden > Schnecke > Kettenförderer

Beschickung Feuerung

Dosierschnecke > Stokerschnecke

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Deponierung

Abgasbehandlung

Multizyklon / Rauchgasrückführung

Reststoffbehandlung

Deponierung

Abgaswerte

Gesamtstaub: 146,4 mg/m³ ; CO: 100 mg/m³

NOx: 330 mg/m³ ; Cges. < 5 mg/m³

Verfügbarkeit

Gesamt: hoch, Beschickung: mittel

Wartungsaufwand

1 Tag alle 2 Monate

Wirtschaftlichkeit

Investition: 400.000 DM (nur Kesselanlage)

Betriebserfahrungen

allg. gut ; BS-Fördersystem störanfällig

durchgeführte Verbesserungen

Getriebe Beschickungssystem angepasst

Materialflußüberwachung optimiert

Verbesserungsvorschläge

Siloaustrag/ Beschickung könnte einfacher konstruiert werden

Anmerkung:

eig. Restst. werden z.T. brikettiert u. verkauft

Anlage 21

Adresse/Standort

Niveau-Fenster Westerburg GmbH
Langenlahnerstr.
56457 Westerburg
Hr. Bauer, Tel.: 02663/2901-0

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

SNP, unbeh., 30-40mm, w 10%

Bezugsquelle

BS-lagerung

offenes Lager f. Grobmaterial

BS-verbrauch/a

1675 Mg/a

BS-preis

-

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1993

Hersteller

Mawera

Typ

Unterschubfeuerung FU 1400 RA

Feuerungsleistung

995 kW (gedrosselt)

Nennleistung

1400 kW

Kesselart

3-Zug-Flammrohrkessel

Wirkungsgrad

>85%

Betriebsstunden/a

ca. 1200 Vollaststunden

Zweitenergiesystem

-

Nutzenergie

Heizung/ Warmwasser

Energieverteilung

Nahwärmenetz

Stahlrohr

Beschickung Lager

LKW / Stapler

Brennstoffvorratsbehälter

Betonhochsilo, ca.250m³

Beschickung Silo/Bunker

Gebläse

Austragung Silo/Bunker

Pendelschnecke

Beschickung Feuerung

Stokerschnecke

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Deponierung

Abgasbehandlung

Zyklon

Reststoffbehandlung

Deponierung

Abgaswerte

k.A.

Verfügbarkeit

hoch

Wartungsaufwand

8h / Woche (umgerechnet)

Wirtschaftlichkeit

k.A.

Betriebserfahrungen

gut

durchgeführte Verbesserungen

k.A.

Verbesserungsvorschläge

-

Anlage 22

Adresse/Standort

Nolte-Möbel GmbH & Co. KG
Konrad Nolte-Str. 20
76725 Germersheim
Hr. Felder, Tel.: 07274/51725

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

Spanplatten-HS, 1-12mm, w 10-12%

Bezugsquelle

eigene Reststoffe

BS-lagerung

offenes Lager, 300m²

BS-verbrauch/a

ca. 8.000 Sm³/a (2700Mg/a)

BS-preis

-

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1971, in 1992 auf Std.d.T. umgebaut

Hersteller

Weiss

Typ

Vorschubrostfeuerung

Feuerungsleistung

13 MW

Nennleistung

10 MW

Kesselart

3-Zug-Wasserrohr

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

ca. 2700 Vollaststunden

Zweitenergiesystem

Ölkessel (Notfall) 13
MW

Nutzenergie

Heizwärme

Energieverteilung

Nahwärmenetz,
Stahlrohr

Beschickung Lager

Stapler

Brennstoffvorratsbehälter

3 Betonsilos a 1000m³

Beschickung Silo/Bunker

Kettenförderer
>Gebläse

Austragung Silo/Bunker

Pendelschnecke >Gebläse >Dosierbehälter

Beschickung Feuerung

Stokerschnecke

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Deponie

Abgasbehandlung

Elektrofilter, Rauchgasrückführung

Reststoffbehandlung

Deponie

Abgaswerte

NOx: 438mg/m³ ; CO: 89mg/m³ ; Corg. 7mg/m³

Verfügbarkeit

hoch, robuste Anlage

Wartungsaufwand

3 Wo/a Revision, 1 mal /a Inspektion (Weiss)

Wirtschaftlichkeit

Investition: 4-5 Mio DM

Betriebserfahrungen

gut, z.T. enger Arbeitsraum

durchgeführte Verbesserungen

Umbau 1992 f. 1.8 Mio DM

Stokerschnecke verlängert, Wartungsklappen

Verbesserungsvorschläge

-

Anlage 23

Adresse/Standort

Pfälzische Parkettfabrik GmbH
Hauptstr. 252
67475 Weidenthal
Hr. Wilke,
Tel.:06329/333

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

SNP, unbeh., 1-10mm, w <12% +<45% (1:1)

Bezugsquelle

eigene Reststoffe

BS-lagerung

kein Lager

BS-verbrauch/a

1675 Mg/a geschätzt

BS-preis

-

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1985

Hersteller

Weiss

Typ

Unterschubfeuerung

Feuerungsleistung

830 kW

Nennleistung

1000 kW (Kessel)

Kesselart

3-Zug-Wasserrohr

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

>8000

Zweitenergiesystem

-

Nutzenergie

Heizung (Trockner), Warmwasser

Energieverteilung

Stahlrohr, isoliert

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

Betonsilo, 120m³

Beschickung Silo/Bunker

Gebälse

Austragung Silo/Bunker

Schnecke>Trogkettenförderer

Beschickung Feuerung

Stokerschnecke

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Sondermülldeponie

Abgasbehandlung

Zyklon

Reststoffbehandlung

Sondermülldeponie

Abgaswerte

Verfügbarkeit

sehr hoch

Wartungsaufwand

jährl.Insp. + wöchentl. 6h Reinigung

Wirtschaftlichkeit

k.A.

Betriebserfahrungen

gut

durchgeführte Verbesserungen

Trogkette eingebaut, Feuerraumüberwachung

Verbesserungsvorschläge

-

Anlage 24

Adresse/Standort

Prümer Holzbau Kuckel GmbH & Co KG
Prümtalstr. 23
54595 Prüm
Hr. Lerche, Tel.: 06551/9506-0

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

SNP, 10-60mm, w<10%

Bezugsquelle

eigene Abfälle

BS-lagerung

keine

BS-verbrauch/a

480Mg/a geschätzt

BS-preis

-

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1991

Hersteller

Polytechnik

Typ

LS3000 Unterschubfeuerung

Feuerungsleistung

3748 kW

Nennleistung

3500 W

Kesselart

3 Zugkessel, liegender Rohrbündel-WT

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

8000 h/a

Zweitenergiesystem

kein

Nutzenergie

Heizwärme,
Warmwasser

Energieverteilung

Nahwärmenetz, Stahlrohr isoliert ca.400m

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

Silo V=500m³

Beschickung Silo/Bunker

Gebläse (Absaugung der Späne vom Betrieb)

Austragung Silo/Bunker

Pendelschnecke>Transportschnecke,
Hackerschnecke>Dosierbehälter
Stokerschnecke

Beschickung Feuerung

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Deponierung, ca.150l/Woche

Abgasbehandlung

Multizyklon

Reststoffbehandlung

Deponierung, ca.100l/Woche

Abgaswerte

Staub 0,08g/m³ CO 0,7 g/m³

Verfügbarkeit

hoch

Wartungsaufwand

eigene Wartung

Wirtschaftlichkeit

keine Angaben, 2000 WT erneuert
ca.300.000,-

Betriebserfahrungen

gelegentlich Brückenbildung in Silo

durchgeführte Verbesserungen

zur Reinigung der Züge wurde Austragsrohr
montiert

Verbesserungsvorschläge

-

Anlage 25

Adresse/Standort

Rasselstein Hoesch GmbH
Standort Neuwied
56562 Neuwied
Hr. David, Hr.Heuft, Tel.: 02631/81-0

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

Altholz-HS H1-H2, <400mm, w ca.30 %

Bezugsquelle

Fa. Flohr, Neuwied

BS-lagerung

offene Lagerung

BS-verbrauch/a

ca. 15.000 Mg/a

BS-preis

--

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1981

Hersteller

Weiss

Typ

Trepenrostfeuerung

Feuerungsleistung

ca.6,5 MW

Nennleistung

8000 kg Dampf/h

Kesselart

3-Zug-Naturumlauf

Wirkungsgrad

75-80%

Betriebsstunden/a

> 8000

Zweitenergiesystem

Erdgasbrenner, für 6 Mg Dampf/h

Nutzenergie

Prozessdampf

Energieverteilung

Stahlrohr, isoliert

Beschickung Lager

Abkippen v. LKW

Brennstoffvorratsbehälter

Stahl, ca. 100m³

Beschickung Silo/Bunker

Radlader >Rüttelrinne >Kammerförderband

Austragung Silo/Bunker

2 * Plattenförderband

Beschickung Feuerung

Schleuse m. Feuerklappen >Stoker

Ascheaustrag

Naßentascher > Ascheschnecke > Container

Aschebehandlung

Deponie

Abgasbehandlung

Zyklon + E-filter

Reststoffbehandlung

Deponie

Abgaswerte

Einhaltung TA-Luft

Verfügbarkeit

Sehr hoch, Naßentaschung mittel

Wartungsaufwand

alle 2Wo Reinigung, 2Wo Revision

Wirtschaftlichkeit

Invest.: ca. 5 Mio,-

Betriebserfahrungen

gut

durchgeführte Verbesserungen

Beschickung, Überhitzer gepanzert, E-filter, Rußbläser Pressluft

Verbesserungsvorschläge

Anlage 26

Adresse/Standort

Rinnthaler Stuhl- u. Tischfabrik
Bahnhofsstr. 3
76857 Rinnthal
Hr. Armbrorst, Tel.: 06346/1002

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

SNP, unbeh., 10-25mm+Staub, w <15%
eigene Reststoffe (Absaugung, Verschnitt)

Bezugsquelle

kein Lager

BS-lagerung

BS-verbrauch/a

1508 Mg/a geschätzt

BS-preis

-

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1993

Hersteller

WVT Bioflamm

Typ

Vorvergasung: B9-E, Kessel: V-9/A

Feuerungsleistung

882 kW

Nennleistung

900 kW (Kessel)

Kesselart

3-Zug-Rauchrohr

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

Winterbetrieb

Zweitenergiesystem

Nutzenergie

Heizwärme, Warmwasser f. Betrieb u. Büro

Energieverteilung

Stahlrohr, isoliert

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

Betonsilo, ca. 250m³

Beschickung Silo/Bunker

Absaugung>Filter>Schnecke>Gebläse

Austragung Silo/Bunker

Pendelaustragschnecke>schnecke

Beschickung Feuerung

Schnecke>Stokerschnecke

Ascheaustrag

Austragsschnecke>Behälter>manuell

Aschebehandlung

Entsorgungsfirma

Abgasbehandlung

Multizyklon

Reststoffbehandlung

Entsorgungsfirma

Abgaswerte

Gesamtstaub: 0,13g/m³, CO: 0,1g/m³

Verfügbarkeit

gut-gering (häufig abschalten wg. Schlacke)

Wartungsaufwand

jährl. Inspektion, oft Reinigen Vorvergaser

Wirtschaftlichkeit

Invest.: 150.000 DM

Betriebserfahrungen

hoch, Entaschung unzureichend, Schlacke

durchgeführte Verbesserungen

Verbesserungsvorschläge

kleinere Anlage + Zweitsystem besser

Anlage 27a

Adresse/Standort

Steffen AG
Johann-Steffen Str.
56869 Mastershausen
Hr. Rewig, Tel.:06545/81-0

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

Spanplatten-HS, <10mm, w<10%

Bezugsquelle

eigene SNP, Resthölzer

BS-lagerung

keine

BS-verbrauch/a

ca.17000 Mg für beide Anlagen

BS-preis

-

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1991

Hersteller

Weiss

Typ

Einblasfeuerung

Feuerungsleistung

4,9 MW

Nennleistung

4,0 MW

Kesselart

3-Zug

Wirkungsgrad

81-82%

Betriebsstunden/a

>8000

Zweitenergiesystem

Ölbrenner, ca.55000l/a

Nutzenergie

Heizung und Warmwasser

Energieverteilung

Nahwärmenetz, Stahlrohr isoliert, ca. 1km

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

2* Silo mit 250m³ und 1500m³

Beschickung Silo/Bunker

Gebälse

Austragung Silo/Bunker

Pendelaustragschnecke>Transportschnecke>

Beschickung Feuerung

Gebälse

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Deponierung

Abgasbehandlung

Kiesbettfilter, Rauchgasrückführung

Reststoffbehandlung

Deponierung

Abgaswerte

Staub 34mg/m³, CO <7mg/m³, NO₂ 239mg/m³
Cges. <1mg/m³

Verfügbarkeit

Beschickung hoch, Kessel mittel

Wartungsaufwand

1/2Tag beide Anlagen

Wirtschaftlichkeit

k.A.

Betriebserfahrungen

gut

durchgeführte Verbesserungen

-

Verbesserungsvorschläge

-

Anlage 27b

Adresse/Standort

Steffen AG
Johann-Steffen Str.
56869 Mastershausen
Hr. Rewig, Tel.:06545/81-0

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

Spanplatten-HS, 0,5-5mm, w< 10%

Bezugsquelle

eigene SNP, Resthölzer

BS-lagerung

keine

BS-verbrauch/a

siehe 27a

BS-preis

-

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1991

Hersteller

Weiss

Typ

Unterschubfeuerung

Feuerungsleistung

2,15 MW

Nennleistung

1,5 MW

Kesselart

3-Zug

Wirkungsgrad

Betriebsstunden/a

>8000

Zweitenergiesystem

Ölbrenner

Nutzenergie

Thermoöl für Pressen und Lackierung

Energieverteilung

siehe 27a

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

2* Silo mit 250m³ und 1500m³

Beschickung Silo/Bunker

Gebälse

Austragung Silo/Bunker

Pendelaustragschnecke>Transportschnecke>

Beschickung Feuerung

Zwischenbehälter>Transportschnecke

Stokerschnecke

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Deponierung

Abgasbehandlung

Kiesbettfilter, Rauchgasrückführung

Reststoffbehandlung

Deponierung

Abgaswerte

Staub 34mg/m³, CO <7mg/m³, NO₂ 244mg/m³

Cges. <1mg/m³

Verfügbarkeit

Beschickung hoch, Kessel mittel

Wartungsaufwand

1/2Tag beide Anlagen

Wirtschaftlichkeit

k.A.

Betriebserfahrungen

gut

durchgeführte Verbesserungen

-

Verbesserungsvorschläge

-

Anlage 28

Adresse/Standort

Teba Fenster +Türen GmbH
Raiffeisenstr.
54411 Hermeskeil
Hr. Reuter, Tel.:06503/9165-0

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

SNP, unbeh., 3-20mm, w < 10%

Bezugsquelle

eig. Betrieb + Zukauf
(1:1)

BS-lagerung

kein Lager

BS-verbrauch/a

ca. 1000 Sm³ (335Mg/a)

BS-preis

10 DM /Sm³

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1980

Hersteller

Lambion

Typ

Einblasfeuerung

Feuerungsleistung

582 kW

Nennleistung

460 kW

Kesselart

3-Zug -Flammrohrkessel

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

ca.3800 Vollaststunden

Zweitenergiesystem

-

Nutzenergie

Heizung, Warmwasser

Energieverteilung

Stahlrohr, isoliert +WT, ca.300m Rohrlänge

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

Silo, gemauert,250m³ , Betonsilo 500m³ (neu)

Beschickung Silo/Bunker

Absaugung>Transportgebläse

Austragung Silo/Bunker

Pendelaustragschnecke > Saugzug

Beschickung Feuerung

Gebläse

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Deponie

Abgasbehandlung

Multizyklon, 3-fach

Reststoffbehandlung

Deponie

Abgaswerte

k.A.

Verfügbarkeit

hoch

Wartungsaufwand

ca. 1h /d

Wirtschaftlichkeit

Invest.: 100.000,- (Heizung+Siloaustrag)

Betriebserfahrungen

gut

durchgeführte Verbesserungen

Feuerraumüberwachung

Fremdkörperabscheider

Verbesserungsvorschläge

Neuanschaffung geplant, neues Silo mit

darunterliegendem Heizraum bereits

vorhanden

Anlage 29

Adresse/Standort

Tombers-Hartholz GmbH & Co KG

54552 Mehren

Hr. Tombers, Tel.: 06592/3085

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

SNP, unbeh, 12-35mm, w<10%

Bezugsquelle

eigene, Überschuß verkauft (7,-/rm)

BS-lagerung

keine

BS-verbrauch/a

15.000 Sm³ (5025Mg/a)

BS-preis

-

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1996

Hersteller

Mawera

Typ

Doppelte Unterschubfeuerung FU 3000 RA

Feuerungsleistung

3500 kW

Nennleistung

3000 kW

Kesselart

3-Zug-Flammrohr

Wirkungsgrad

90%

Betriebsstunden/a

>8000

Zweitenergiesystem

kein

Nutzenergie

Heißwasser für Heizung und Trockenkammer

Energieverteilung

Nahwärmenetz, Stahlrohr isoliert

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

Hochsilo, ca.1600m³

Beschickung Silo/Bunker

Gebälse + Trogförderer

Austragung Silo/Bunker

Pendelaustragsschnecke>Transportschnecke

>Doppelschnecke

Beschickung Feuerung

2*Stokerschnecke

Ascheaustrag

Austragschnecke>Transportschnecke>Cont.

Aschebehandlung

Deponierung (Düngereinsatz möglich)

Abgasbehandlung

Elektrofilter

Reststoffbehandlung

Deponierung

Abgaswerte

k.A.

Verfügbarkeit

99%

Wartungsaufwand

2h/Woche

Wirtschaftlichkeit

1.976 Mio. DM, Amortisationsdauer 3Jahre

Betriebserfahrungen

durchgeführte Verbesserungen

-

Verbesserungsvorschläge

-

Anlage 30

Adresse/Standort

VG Hachenburg / duale Oberschule
Gartenstr. 11
57627 Hachenburg
1.BG Hr.Groß, Tel.:02662/801-103

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

z.Zt. Altholz-HS, ca.40mm, w bis 45%

Bezugsquelle

Fa. Mann, Langenbach

BS-lagerung

kein eigenes Lager

BS-verbrauch/a

ca. 400Mg/a

BS-preis

k.A.

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1998

Hersteller

Mawera

Typ

Unterschubfeuerung FU 550 RIA

Feuerungsleistung

650 kW

Nennleistung

550 kW

Kesselart

3-Zug Flammrohrkessel

Wirkungsgrad

88%

Betriebsstunden/a

ca. 3000

Zweitenergiesystem

Gaskessel für Übergangszeit u.

Spitzenlast, 400 kW

Nutzenergie

Heizung / Warmwasser

Energieverteilung

Nahwärmenetz (ben.Turnhalle Anschluß gepl.)

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

Betontiefbunker, 60m³

Beschickung Silo/Bunker

Abkippen von LKW

Austragung Silo/Bunker

Schubboden >Kettenförder >2 Transport-
rohrschnellen

Beschickung Feuerung

Stokerschnecke

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Deponie

Abgasbehandlung

Zyklon

Reststoffbehandlung

Deponie

Abgaswerte

k.A.

Verfügbarkeit

hoch (BS-abhängig)

Wartungsaufwand

1,5h/d + 2mal /a Reinigung

Wirtschaftlichkeit

Investition:435.000DM incl.68395,- Förderung

Betriebserfahrungen

Reinigung/Ascheaustrag schwierig, häufige
Störungen durch zu groben BS bzw. Fremdst.

durchgeführte Verbesserungen

Verbesserungsvorschläge

bessere BS-Qualität einsetzen

Anlage 31

Adresse/Standort

VG Kirchen / Duale Oberschule
Lindenstr. 8
57548 Kirchen/Sieg
Hr. Reifenrath, Tel.:02741/688406

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

HHS-Anlage noch nicht in Betrieb!
Waldhackschnitzel, 10-40mm, w bis 50%
Forst und Händler
bei Forst/Händler
140 Mg/a geschätzt
k.A.

Bezugsquelle

BS-lagerung

BS-verbrauch/a

BS-preis

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1999/2000

Hersteller

WVT Bioflam

Typ

Vorvergaser U-3/A

Feuerungsleistung

137 kW

Nennleistung

116 kW

Kesselart

Vielzug- Stahlheizkessel

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

k.A.

Zweitenergiesystem

Ölbrenner integriert
Weißhaupt Vorschwenkbrenner
Heizwärme
Zentralheizung für
Schule

Nutzenergie

Energieverteilung

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

Beschickung Silo/Bunker

Betontiefbunker V=40m³
Abkippen von LKW

Austragung Silo/Bunker

Federrotationsaustrag >2*Transportschnecke

Beschickung Feuerung

Stokerschnecke

Ascheaustrag

Aschebehandlung

Schnecke
Deponierung o. Kompostierung

Abgasbehandlung

Reststoffbehandlung

Abgaswerte

Multizyklon und Thermoskop für WRG
Deponierung
z.Z. noch nicht vorhanden

Verfügbarkeit

Wartungsaufwand

Wirtschaftlichkeit

Betriebserfahrungen

Wartungsvertrag mit WVT, Reinigung Hausm.
226.100,- incl.69.183,- Förderung
k.A.

durchgeführte Verbesserungen

-

Verbesserungsvorschläge

Anmerkung

Eintrag-und Entaschungssystem optimieren
LKW-Zufahrt knapp bemessen

Anlage 32

Adresse/Standort

Westeifelwerke GmbH
Industriegebiet
54595 Weinsheim
Hr. Jax, Tel.:06591/16241

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

SNP, unbeh., 2-5mm, w <10%

Bezugsquelle

eigene+Zukauf aus Belgien!!!

BS-lagerung

keine eigene

BS-verbrauch/a

Zugekauft 440 Sm³ (147,4Mg/a)

BS-preis

k.A.

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1994

Hersteller

Schmid AG

Typ

Unterschubfeuerung UTSK 550-21

Feuerungsleistung

685 kW

Nennleistung

550 kW

Kesselart

3-Zug

Wirkungsgrad

k.A.

Betriebsstunden/a

>8000

Zweitenergiesystem

Notfall elek.für Warmwasser

Nutzenergie

Heizwärme und Warmwasser

Energieverteilung

Zentralheizung, Stahlrohr isoliert

Beschickung Lager

Brennstoffvorratsbehälter

Hochsilo

Beschickung Silo/Bunker

Gebälse

Austragung Silo/Bunker

Pendelaustragschnecke>Transportschnecke

Beschickung Feuerung

>Fallrohr

Stokerschnecke

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Deponierung

Abgasbehandlung

Zyklon

Reststoffbehandlung

Deponierung

Abgaswerte

Staub 0,11g/m³, CO 0,1 g/m³

Verfügbarkeit

hoch

Wartungsaufwand

1h/Wo. Entaschung, 2,5h/Mo. Reinigung

Wirtschaftlichkeit

k.A.

Betriebserfahrungen

problemlos, gut

durchgeführte Verbesserungen

-

Verbesserungsvorschläge

-

Anlage 33

Adresse/Standort

Westeifelwerke GmbH
Vulkanring
54568 Gerolstein
Hr. Disch, Tel.:06591/16200

falls abweichend: Betreiber

eingesetzte Brennstoffqualität

SNP, Paletten-HS, 5-20mm, w<15%

Bezugsquelle

eigene Reststoffe

BS-lagerung

Halle, ca.60m² und Offenlager ca. 40m²

BS-verbrauch/a

502Mg/a geschätzt

BS-preis

-

techn. Daten Feuerungsanlage

Baujahr

1990

Hersteller

Mawera

Typ

Unterschubfeuerung FU 300 TRA

Feuerungsleistung

350 kW

Nennleistung

300 kW

Kesselart

3-Zug-Flammrohr

Wirkungsgrad

85%

Betriebsstunden/a

>8000

Zweitenergiesystem

Gaskessel 350 KW (Notfall)

Nutzenergie

Heizung und Warmwasser

Energieverteilung

Zentralheizung, Stahlrohr isoliert

Beschickung Lager

Stabler

Brennstoffvorratsbehälter

Betonsilo, ca.200m³

Beschickung Silo/Bunker

manuell>Hacker>Gebläse

Austragung Silo/Bunker

Pendelschnecke>Gebläse>Fallschacht

Beschickung Feuerung

Stokerschnecke

Ascheaustrag

manuell

Aschebehandlung

Deponierung

Abgasbehandlung

Rotationszyklon

Reststoffbehandlung

Deponierung

Abgaswerte

Staub 0,06g/m³, CO 0,1g/m³

Verfügbarkeit

hoch

Wartungsaufwand

2h/Wo.

Wirtschaftlichkeit

Kesselanlage ohne Silo 46.200,-

Betriebserfahrungen

gut, Ausnahme Hackerbeschickung

durchgeführte Verbesserungen

-

Verbesserungsvorschläge

Leitungsführung Brennstoffzufuhr

Anmerkung

Überschuß wird brikettiert und verkauft

Anhang B **Wirtschaftlichkeitsberechnungen**

Wirtschaftlichkeitsberechnungen

Auf den folgenden Seiten finden sich Wirtschaftlichkeitsberechnungen für insgesamt 17 Holzfeuerungsanlagen, die als Grundlage zur Gegenüberstellung der spezifischen Investitions- und Energiegestehungskosten in Kapitel 7.7 dienen. Für die übrigen 17 Anlagen konnte Aufgrund fehlender Angaben über die Investitionskosten keine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt werden.

Die Berechnung erfolgt nach VDI-Richtlinie 2067 und enthält die Komponenten:

- Kapitalgebundene Kosten
- Verbrauchsgebundene Kosten
- Betriebsgebundene Kosten
- Sonstige Kosten

Die Kapitalkosten werden anhand der Kosten-Annuitätsmethode bestimmt. Dadurch werden Verzinsung und Tilgung der Investition für Heizungsanlagen und bauliche Einrichtungen berücksichtigt. Dabei wird eine Nutzungsdauer von 20 Jahren für die Heizanlage bzw. 50 Jahren für bauliche Einrichtungen angesetzt. Der Zinssatz wird mit 8 % angenommen.

Die verbrauchsgebundenen Kosten teilen sich auf in Brennstoffkosten und Kosten für elektrische Hilfsenergie, die mit 1% der Nennleistung angenommen wird.

Für die Ermittlung der Betriebskosten werden 2 % der Investition für Wartung und Instandhaltung angesetzt.

Sonstige Kosten, etwa Versicherungsbeiträge, Steuern und Abgaben werden nicht berücksichtigt, da hierüber keine Angaben gemacht wurden.

Das Ergebnis dieser Vollkostenrechnung sind die Jahreskosten, die umgelegt auf die jährlich erzeugte Energie, zu den spezifischen Energiegestehungskosten in DM/kWh führen und so eine Vergleichbarkeit ermöglichen.

Die Berechnungen sind in Tabellenform ausgeführt und teilen sich auf in:

- Basisdaten (Betreiber, Anlagenleistung, Brennstoffdaten),
- Kostengruppen (Kapital-, Verbrauchs-, Betriebs- und sonstige Kosten),
- Jahreskosten,
- Spezifische Energiegestehungskosten,
- Vergleichskosten für Energie aus Öl,
- Amortisationsdauer (statisch ohne Verzinsung, dynamisch mit Verzinsung).

Die Energiegestehungskosten für ölbefeuerte Anlagen wurden anhand von nachfolgendem Diagramm, das auf Grundlage von Literaturangaben [8] und einem Heizölpreis von 0,85 DM/l (Stand August 2000) erstellt wurde, berechnet:

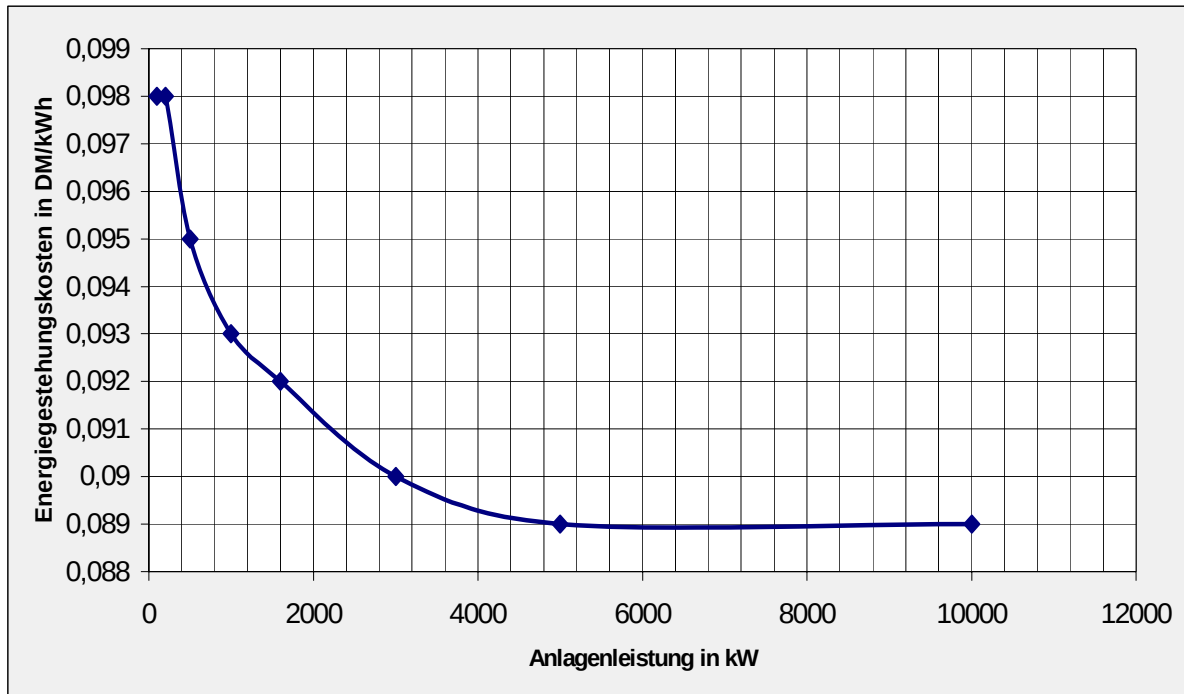


Diagramm B-1: Energiegestehungskosten für ölbefeuerte Wärmeerzeuger gestaffelt nach Anlagenleistung

Für Anlagen, bei denen keine Investitionskosten für bauliche Einrichtungen(Silo) angegeben wurden bzw. nicht in den Anlageninvestitionskosten enthalten sind, wurde ein Durchschnittswert angenommen.

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 1 (nicht gefördert)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Adams Holzbau-Fertigbau, Niederzissen			
Feuerungsleistung	1000		kW	
Nennleistung	800		kW	
Vollbenutzungsstunden	6782		h	
Brennstoffart	SNP			
BS-Heizwert	4,5		kwh/kg	
Dichte	0,335		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	4499		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	150000	20	8	15285
A2. Bauliche Anlagen	70000	50	8	5719
A3.				
	Zwischensumme A1.-A3.			21004
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	0	DM/Sm³		0
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		8139
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			8139
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		3000
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			3000
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				32143
jährl. erzeugte Energie	5764906	kwh		
Energiegestehungskosten	0,006	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,094	DM/kWh		541901
jährliche Einsparung				509758
Amortisation stat. (a)			Jahre	0,43
Amortisation dyn. (a)			Jahre	0,46

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 5 (ohne Förderung)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Forstamt Entenpfehl			
Feuerungsleistung	115		kW	
Nennleistung	90		kW	
Vollbenutzungsstunden	1966		h	
Brennstoffart	SNP			
BS-Heizwert	4,5		kwh/kg	
Dichte	0,335		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	150		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	100000	20	8	10190
A2. Bauliche Anlagen		50	8	0
A3.				
	Zwischensumme A1.-A3.			10190
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	10	DM/Sm³		1500
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		265
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			1765
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		2000
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			2000
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				13955
jährl. erzeugte Energie	192206	kwh		
Energiegestehungskosten	0,073	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,099	DM/kWh		19028
jährliche Einsparung				5073
Amortisation stat. (a)			Jahre	19,71
Amortisation dyn. (a)			Jahre	n.n.

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 5 (Förderung 25% geschätzt)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Forstamt Entenpfehl			
Feuerungsleistung	115		kW	
Nennleistung	90		kW	
Vollbenutzungsstunden	1966		h	
Brennstoffart	SNP			
BS-Heizwert	4,5		kwh/kg	
Dichte	0,335		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	150		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	100000	20	8	7642,5
A2. Bauliche Anlagen		50	8	0
A3. Gefördert mit	25000	(geschätzt)		
	Zwischensumme A1.-A3.			7642,5
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	10	DM/Sm³		1500
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		265
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			1765
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		2000
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			2000
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				11408
jährl. erzeugte Energie	192206	kwh		
Energiegestehungskosten	0,059	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,099	DM/kWh		19028
jährliche Einsparung				7620
Amortisation stat. (a)			Jahre	13,12
Amortisation dyn. (a)			Jahre	n.n.

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 7 (ohne Förderung)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Gemeinde Bergweiler			
Feuerungsleistung	125		kW	
Nennleistung	100		kW	
Vollbenutzungsstunden	1764		h	
Brennstoffart	WHS			
BS-Heizwert	3,5		kWh/kg	
Dichte	0,35		Mg/Sm ³	
Brennstoffmenge/a	180		Sm ³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungskosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	80000	20	8	8152
A2. Bauliche Anlagen		50	8	0
A3.				
	Zwischensumme A1.-A3.			8152
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	25	DM/Sm ³		4500
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		265
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			4765
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		1600
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			1600
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				14517
jährl. erzeugte Energie	187425	kWh		
Energiegestehungskosten	0,077	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,099	DM/kWh		18555
jährliche Einsparung				4038
Amortisation stat. (a)			Jahre	19,81
Amortisation dyn. (a)			Jahre	n.n

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 7 (mit Förderung)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Gemeinde Bergweiler			
Feuerungsleistung	125		kW	
Nennleistung	100		kW	
Vollbenutzungsstunden	1764		h	
Brennstoffart	WHS			
BS-Heizwert	3,5		kwh/kg	
Dichte	0,35		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	180		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	80000	20	8	2557,69
A2. Bauliche Anlagen		50	8	0
A3. Gefördert mit	54900			
	Zwischensumme A1.-A3.			2557,69
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	25	DM/Sm³		4500
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		265
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			4765
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		1600
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			1600
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				8922
jährl. erzeugte Energie	187425	kwh		
Energiegestehungskosten	0,048	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,099	DM/kWh		18555
jährliche Einsparung				9633
Amortisation stat. (a)			Jahre	8,30
Amortisation dyn. (a)			Jahre	14,19

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 8 (ohne Förderung)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Gemeinde Ferschweiler			
Feuerungsleistung	205		kW	
Nennleistung	174		kW	
Vollbenutzungsstunden	1793		h	
Brennstoffart	WHS			
BS-Heizwert	3,5		kWh/kg	
Dichte	0,35		Mg/Sm ³	
Brennstoffmenge/a	300		Sm ³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungskosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	80000	20	8	8152
A2. Bauliche Anlagen		50	8	0
A3.				
	Zwischensumme A1.-A3.			8152
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	25	DM/Sm ³		7500
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		468
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			7968
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		1600
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			1600
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				17720
jährl. erzeugte Energie	312375	kWh		
Energiegestehungskosten	0,057	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,099	DM/kWh		30925
jährliche Einsparung				13205
Amortisation stat. (a)			Jahre	6,06
Amortisation dyn. (a)			Jahre	8,61

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 8 (mit Förderung)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Gemeinde Ferschweiler			
Feuerungsleistung	205		kW	
Nennleistung	174		kW	
Vollbenutzungsstunden	1793		h	
Brennstoffart	WHS			
BS-Heizwert	3,5		kWh/kg	
Dichte	0,35		Mg/Sm ³	
Brennstoffmenge/a	300		Sm ³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungskosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	80000	20	8	4076
A2. Bauliche Anlagen		50	8	0
A3. Gefördert mit	40000			
	<i>Zwischensumme A1.-A3.</i>			4076
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	25	DM/Sm ³		7500
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		468
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	<i>Zwischensumme B1.-B4.</i>			7968
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		1600
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	<i>Zwischensumme C1.-C4.</i>			1600
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	<i>Zwischensumme D1.-D3.</i>			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				13644
jährl. erzeugte Energie	312375	kWh		
Energiegestehungskosten	0,044	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,099	DM/kWh		30925
jährliche Einsparung				17281
Amortisation stat. (a)			Jahre	4,63
Amortisation dyn. (a)			Jahre	6,01

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 9 (nicht gefördert)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Giovannella Holzverarbeitungs GmbH, Elkenroth			
Feuerungsleistung	440		kW	
Nennleistung	350		kW	
Vollbenutzungsstunden	2056		h	
Brennstoffart	SNP			
BS-Heizwert	4,5		kwh/kg	
Dichte	0,335		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	600		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	180000	20	8	18342
A2. Bauliche Anlagen	70000	50	8	5719
A3.				
	Zwischensumme A1.-A3.			24061
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	0	DM/Sm³		0
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		1079
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			1079
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		3600
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			3600
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				28740
jährl. erzeugte Energie	768825	kwh		
Energiegestehungskosten	0,037	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,096	DM/kWh		73807
jährliche Einsparung				45067
Amortisation stat. (a)			Jahre	5,55
Amortisation dyn. (a)			Jahre	7,62

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 13 (ohne Förderung)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Hunsrückhaus am Erbeskopf			
Feuerungsleistung	71		kW	
Nennleistung	60		kW	
Vollbenutzungsstunden	1725		h	
Brennstoffart	WHS			
BS-Heizwert	3,5		kwh/kg	
Dichte	0,35		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	100		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	90000	20	8	9171
A2. Bauliche Anlagen		50	8	0
A3.				
	Zwischensumme A1.-A3.			9171
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	15	DM/Sm³		1500
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		155
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			1655
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		1800
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			1800
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				12626
jährl. erzeugte Energie	104125	kwh		
Energiegestehungskosten	0,121	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,099	DM/kWh		10308
jährliche Einsparung				-2318
Amortisation stat. (a)			Jahre	-38,83
Amortisation dyn. (a)			Jahre	-18,35

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 13 (Förderung 25% geschätzt)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Hunsrückhaus am Erbeskopf			
Feuerungsleistung	71		kW	
Nennleistung	60		kW	
Vollbenutzungsstunden	1725		h	
Brennstoffart	WHS			
BS-Heizwert	3,5		kwh/kg	
Dichte	0,35		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	100		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	90000	20	8	6878,25
A2. Bauliche Anlagen		50	8	0
A3. Gefördert mit	22500	(geschätzt)		
	Zwischensumme A1.-A3.			6878,25
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	15	DM/Sm³		1500
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		155
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			1655
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		1800
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			1800
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				10334
jährl. erzeugte Energie	104125	kwh		
Energiegestehungskosten	0,099	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,099	DM/kWh		10308
jährliche Einsparung				-25
Amortisation stat. (a)			Jahre	-3578
Amortisation dyn. (a)			Jahre	-73,55

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 14 (nicht gefördert)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Karl Krug Sargfabrik, Altenkirchen			
Feuerungsleistung	950		kW	
Nennleistung	850		kW	
Vollbenutzungsstunden	2222		h	
Brennstoffart	SNP			
BS-Heizwert	4,5		kwh/kg	
Dichte	0,335		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	1400		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	350000	20	8	35665
A2. Bauliche Anlagen	80000	50	8	6536
A3.				
	Zwischensumme A1.-A3.			
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	0	DM/Sm³		0
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		2833
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		7000
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				52034
jährl. erzeugte Energie	1793925	kwh		
Energiegestehungskosten	0,029	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,094	DM/kWh		167732
jährliche Einsparung				115698
Amortisation stat. (a)			Jahre	3,72
Amortisation dyn. (a)			Jahre	4,58

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 16 (nicht gefördert)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Korn-Türen, Busenberg			
Feuerungsleistung	750		kW	
Nennleistung	650		kW	
Vollbenutzungsstunden	1005		h	
Brennstoffart	SNP			
BS-Heizwert	4,5		kwh/kg	
Dichte	0,335		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	500		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	170000	20	8	17323
A2. Bauliche Anlagen	70000	50	8	5719
A3.				
	Zwischensumme A1.-A3.			23042
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	0	DM/Sm³		0
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		980
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			980
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		3400
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			3400
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				27422
jährl. erzeugte Energie	640688	kwh		
Energiegestehungskosten	0,043	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,094	DM/kWh		60225
jährliche Einsparung				32803
Amortisation stat. (a)			Jahre	7,32
Amortisation dyn. (a)			Jahre	11,44

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 17 (ohne Förderung)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Kreis Germersheim, Anlage Kandel			
Feuerungsleistung	220		kW	
Nennleistung	180		kW	
Vollbenutzungsstunden	1670		h	
Brennstoffart	Altholz, unb.+	Grünschnitt		
BS-Heizwert	3,5		kwh/kg	
Dichte	0,35		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	300		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	140000	20	8	14266
A2. Bauliche Anlagen		50	8	0
A3.				
	Zwischensumme A1.-A3.			14266
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	15	DM/Sm³		4500
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		451
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			4951
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		2800
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			2800
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				22017
jährl. erzeugte Energie	312375	kwh		
Energiegestehungskosten	0,070	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,098	DM/kWh		30613
jährliche Einsparung				8596
Amortisation stat. (a)			Jahre	16,29
Amortisation dyn. (a)			Jahre	n.n

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 17 (mit Förderung)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Kreis Germersheim, Anlage Kandel			
Feuerungsleistung	220		kW	
Nennleistung	180		kW	
Vollbenutzungsstunden	1670		h	
Brennstoffart	Altholz, unb.+	Grünschnitt		
BS-Heizwert	3,5		kwh/kg	
Dichte	0,35		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	300		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	140000	20	8	10190
A2. Bauliche Anlagen		50	8	0
A3. Gefördert mit	40000			
	Zwischensumme A1.-A3.			10190
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	14	DM/Sm³		4200
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		451
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			4651
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		2800
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			2800
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				17641
jährl. erzeugte Energie	312375	kwh		
Energiegestehungskosten	0,056	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,098	DM/kWh		30613
jährliche Einsparung				12972
Amortisation stat. (a)			Jahre	10,79
Amortisation dyn. (a)			Jahre	25,87

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 19 (nicht gefördert)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Mertzluft Fensterbau GmbH, Germersheim			
Feuerungsleistung	440		kW	
Nennleistung	350		kW	
Vollbenutzungsstunden	1028		h	
Brennstoffart	SNP			
BS-Heizwert	4,5		kwh/kg	
Dichte	0,335		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	300		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	85000	20	8	8661,5
A2. Bauliche Anlagen	70000	50	8	5719
A3.				
	Zwischensumme A1.-A3.			14380,5
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	0	DM/Sm³		0
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		540
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			540
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		1700
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			1700
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				16620
jährl. erzeugte Energie	384413	kwh		
Energiegestehungskosten	0,043	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,096	DM/kWh		36904
jährliche Einsparung				20283
Amortisation stat. (a)			Jahre	7,64
Amortisation dyn. (a)			Jahre	12,28

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 20 (nicht gefördert)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Mohr Holzbau GmbH, Trier			
Feuerungsleistung	3500		kW	
Nennleistung	3000		kW	
Vollbenutzungsstunden	2100		h	
Brennstoffart	Altholz,unb.	z.T. SNP		
BS-Heizwert	3,5		kwh/kg	
Dichte	0,35		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	6000		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	470000	20	8	47893
A2. Bauliche Anlagen	80000	50	8	6536
A3.				
	Zwischensumme A1.-A3.			54429
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	10	DM/Sm³		60000
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		9450
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			69450
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		9400
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			9400
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				133279
jährl. erzeugte Energie	6247500	kwh		
Energiegestehungskosten	0,021	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,090	DM/kWh		562275
jährliche Einsparung				428996
Amortisation stat. (a)			Jahre	1,28
Amortisation dyn. (a)			Jahre	1,41

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 22 (nicht gefördert)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Nolte Möbel GmbH & Co. KG, Germersheim			
Feuerungsleistung	12500		kW	
Nennleistung	10000		kW	
Vollbenutzungsstunden	965		h	
Brennstoffart	SNP			
BS-Heizwert	4,5		kwh/kg	
Dichte	0,335		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	8000		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	4500000	20	8	458550
A2. Bauliche Anlagen		50	8	0
A3.				
	Zwischensumme A1.-A3.			458550
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	0	DM/Sm³		0
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		14472
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			14472
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		90000
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			90000
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				563022
jährl. erzeugte Energie	10251000	kwh		
Energiegestehungskosten	0,055	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,089	DM/kWh		912339
jährliche Einsparung				349317
Amortisation stat. (a)			Jahre	12,88
Amortisation dyn. (a)			Jahre	n.n.

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 25 (nicht gefördert)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Rasselstein Hoesch GmbH, Standort Neuwied			
Feuerungsleistung	9500		kW	
Nennleistung	7600		kW	
Vollbenutzungsstunden	5674		h	
Brennstoffart	Altholz, unb.			
BS-Heizwert	3,5		kwh/kg	
Dichte	0,35		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	44000		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	5000000	20	8	509500
A2. Bauliche Anlagen		50	8	0
A3.				
	Zwischensumme A1.-A3.			509500
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	0	DM/Sm³		0
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		64680
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			64680
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		100000
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			100000
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				674180
jährl. erzeugte Energie	45815000	kwh		
Energiegestehungskosten	0,015	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,089	DM/kWh		4077535
jährliche Einsparung				3403355
Amortisation stat. (a)			Jahre	1,47
Amortisation dyn. (a)			Jahre	1,62

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 28 (nicht gefördert)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Teba Fenster & Türen GmbH, Hermeskeil			
Feuerungsleistung	582		kW	
Nennleistung	440		kW	
Vollbenutzungsstunden	2590		h	
Brennstoffart	SNP			
BS-Heizwert	4,5		kwh/kg	
Dichte	0,335		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	1000		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	100000	20	8	10190
A2. Bauliche Anlagen	70000	50	8	5719
A3.				
	Zwischensumme A1.-A3.			15909
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	0	DM/Sm³		0
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		1710
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			1710
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		2000
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			2000
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				19619
jährl. erzeugte Energie	1281375	kwh		
Energiegestehungskosten	0,015	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,095	DM/kWh		121731
jährliche Einsparung				102112
Amortisation stat. (a)			Jahre	1,66
Amortisation dyn. (a)			Jahre	1,86

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 29 (nicht gefördert)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	Tombers Hartholz GmbH & Co. KG, Mehren			
Feuerungsleistung	3500		kW	
Nennleistung	3000		kW	
Vollbenutzungsstunden	6461		h	
Brennstoffart	SNP			
BS-Heizwert	4,5		kwh/kg	
Dichte	0,335		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	15000		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	1976000	20	8	201354,4
A2. Bauliche Anlagen		50	8	0
A3.				
	Zwischensumme A1.-A3.			201354,4
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	0	DM/Sm³		0
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		29073
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			29073
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		39520
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			39520
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				269948
jährl. erzeugte Energie	19220625	kwh		
Energiegestehungskosten	0,014	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,090	DM/kWh		1729856
jährliche Einsparung				1459908
Amortisation stat. (a)			Jahre	1,35
Amortisation dyn. (a)			Jahre	1,49

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 30 (ohne Förderung)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	VG Hachenburg, Duale Oberschule			
Feuerungsleistung	650		kW	
Nennleistung	550		kW	
Vollbenutzungsstunden	2037		h	
Brennstoffart	Altholz, unb.			
BS-Heizwert	3,5		kwh/kg	
Dichte	0,35		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	1081		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	435000	20	8	44326,5
A2. Bauliche Anlagen		50	8	0
A3.				
	Zwischensumme A1.-A3.			44326,5
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	10	DM/Sm³		10810
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		1681
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			12491
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		8700
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			8700
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				65517
jährl. erzeugte Energie	1125591	kwh		
Energiegestehungskosten	0,058	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,095	DM/kWh		106931
jährliche Einsparung				41414
Amortisation stat. (a)			Jahre	10,50
Amortisation dyn. (a)			Jahre	23,84

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 30 (mit Förderung)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	VG Hachenburg, Duale Oberschule			
Feuerungsleistung	650		kW	
Nennleistung	550		kW	
Vollbenutzungsstunden	2037		h	
Brennstoffart	Altholz, unb.			
BS-Heizwert	3,5		kwh/kg	
Dichte	0,35		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	1081		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	435000	20	8	37357,0
A2. Bauliche Anlagen		50	8	0
A3. Gefördert mit	68395			
	Zwischensumme A1.-A3.			37357,0
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	10	DM/Sm³		10810
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		1681
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			12491
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		8700
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			8700
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				58548
jährl. erzeugte Energie	1125591	kwh		
Energiegestehungskosten	0,052	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,095	DM/kWh		106931
jährliche Einsparung				48383
Amortisation stat. (a)			Jahre	8,99
Amortisation dyn. (a)			Jahre	16,51

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 31 (ohne Förderung)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	VG Kirchen, Duale Oberschule			
Feuerungsleistung	137		kW	
Nennleistung	116		kW	
Vollbenutzungsstunden	3997		h	
Brennstoffart	WHS			
BS-Heizwert	3,5		kwh/kg	
Dichte	0,35		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	400		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs- kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	226100	20	8	23039,59
A2. Bauliche Anlagen		50	8	0
A3.				
	Zwischensumme A1.-A3.			23039,59
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	25	DM/Sm³		10000
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		696
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			10696
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		4522
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			4522
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				38257
jährl. erzeugte Energie	465500	kwh		
Energiegestehungskosten	0,082	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,099	DM/kWh		46085
jährliche Einsparung				7827
Amortisation stat. (a)			Jahre	28,89
Amortisation dyn. (a)			Jahre	n.n.

Wirtschaftlichkeitsberechnung Anlage 31 (mit Förderung)				
Basisdaten				
Anlagenbetreiber	VG Kirchen, Duale Oberschule			
Feuerungsleistung	137		kW	
Nennleistung	116		kW	
Vollbenutzungsstunden	3997		h	
Brennstoffart	WHS			
BS-Heizwert	3,5		kwh/kg	
Dichte	0,35		Mg/Sm³	
Brennstoffmenge/a	400		Sm³	
Kostengruppen und Kostenarten	Anschaffungs-kosten in DM	Nutzungsdauer in Jahren	Kapitalzins in %	Jahreskosten in DM/a
A. Kapitalgebundene Kosten				
A1. Feuerungsanlage mit Zubehör	226100	20	8	15988,11
A2. Bauliche Anlagen		50	8	0
A3. Gefördert mit	69200			
	Zwischensumme A1.-A3.			15988,11
B. Verbrauchsgebundene Kosten				
B1. Brennstoff incl. Transport	25	DM/Sm³		10000
B2. Kosten für el. Hilfsenergie		1% der Nennleistung/a		696
B3. Sonstige Kosten				
B4.				
	Zwischensumme B1.-B4.			10696
C. Betriebsgebundene Kosten				
C1. Bedienungsaufwand				
C2. Wartung und Instandhaltung		2% der Inv./a		4522
C3. Schornsteinf./Emissionsmess.				
C4.				
	Zwischensumme C1.-C4.			4522
D. Sonstige Kosten				
D1. Versicherung				
D2. Steuern und Abgaben				
D3.				
	Zwischensumme D1.-D3.			0
E. Jahreskosten (Summe A,B,C,D)				31206
jährl. erzeugte Energie	465500	kwh		
Energiegestehungskosten	0,067	DM/kWh		
Energiegestehung Ölheizung	0,099	DM/kWh		46085
jährliche Einsparung				14879
Amortisation stat. (a)			Jahre	15,20
Amortisation dyn. (a)			Jahre	n.n.

Anhang C *Energienutzung aus Holz*

1 Energienutzung aus Holz

1997 trugen Mineralöle mit einem Anteil von 40%, Naturgase 21 %, Steinkohle 14 %, Braunkohle 11 % und Kernenergie 13 % zur Deckung des Primärenergiebedarfs bei. Der Beitrag der erneuerbaren Energien wie Wasserkraft, Windenergie und Biomasse ist trotz des Anstiegs auf ca. 2 % weiterhin noch sehr gering. Es ist erklärtes politisches Ziel, diesen Anteil deutlich zu erhöhen [nach 15].

Einen Beitrag dazu kann der vermehrte Einsatz von Holz zur Erzeugung thermischer und elektrischer Energie leisten.

Holz ist, im Gegensatz zu fossilen Energieträgern, hinsichtlich der CO₂-Bilanz neutral, da bei der Verbrennung von Holz die gleiche Menge CO₂ freigesetzt wird, die zuvor beim Pflanzenwachstum gebunden wurde [7].

Rheinland-Pfalz ist mit ca. 41 % Waldfläche (ca. 820000 ha) eines der walddreichsten Bundesländer, wie Abbildung C-1 zeigt.

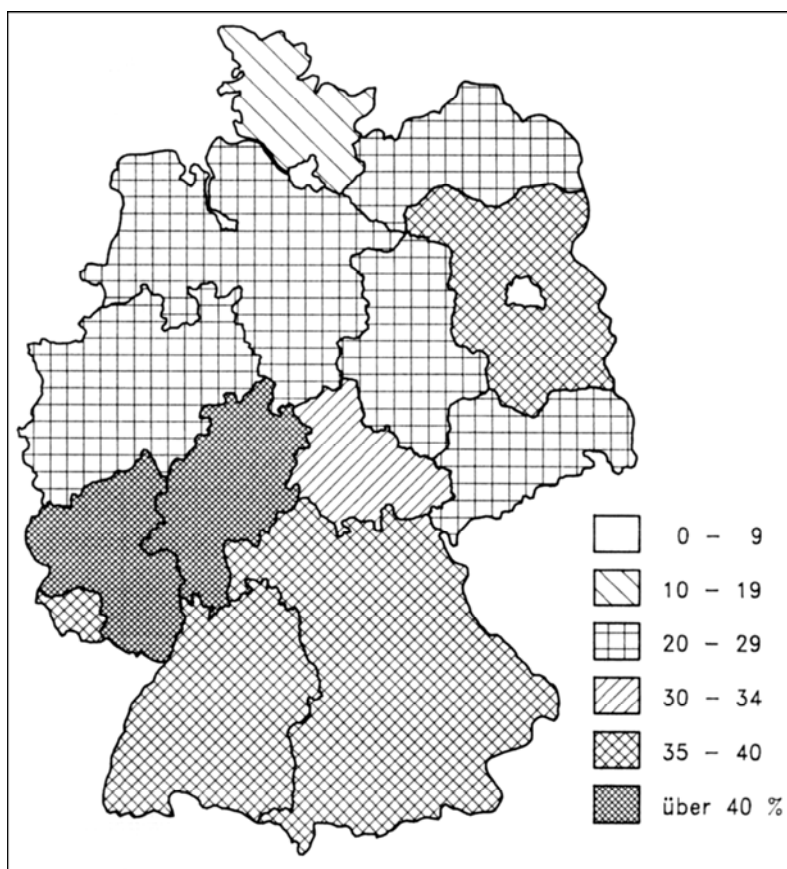


Abb.C-1: Bewaldung in Deutschland[9]

Etwa 73 % der Waldfläche befindet sich im Besitz der öffentlichen Hand, der Rest in Privatbesitz. Die forstwirtschaftliche Nutzung beruht auf dem Grundsatz der Nachhaltigkeit, d.h. der Wald wird so bewirtschaftet, dass seine Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion gegenwärtig und zukünftig in vollem Umfang garantiert wird.

Bei jedem Eingriff in den Wald, z.B. Durchforstung und bei jeder Weiterverarbeitung des Holzes fallen Resthölzer an, die nicht weiter genutzt werden können. Diese Resthölzer können, sofern eine stoffliche Verwertung wirtschaftlich nicht mehr sinnvoll ist, entweder als Stückholz oder Holzhackschnitzel (HHS) für Energiezwecke genutzt werden.

HHS sind Holzstücke bis max. 300mm, die durch spezielle Hackmaschinen aus forstlichem Restholz (Schwachholz, Abraum, etc.), Sägenebenprodukten (SNP, z.B.: Verschnitt, Späne aus der Be- und Verarbeitung) oder Altholz (z.B.: Verpackungsholz, Bauholz, Abbruchholz, etc.) erzeugt werden.

HHS haben im Vergleich zu Stückholz mehrere Vorteile:

- z.T. vollmechanisierte Aufarbeitung möglich,
- problemloser Transport, Lagerung,
- automatische Beschickung der Feuerungsanlage,
- verbesserte Brennstoffeigenschaften,
- Automatisierung des Anlagenbetriebes möglich (Beschickung),
- regelbare Steuerung des Verbrennungsvorganges (Emissionsminderung).

Deshalb wird in den folgenden Kapiteln verstärkt auf die Energiebereitstellung aus HHS eingegangen.

In HHS–Anlagen können folgende Holzsortimente eingesetzt werden:

- Schwachholz und Waldrestholz aus forstwirtschaftlicher Produktion,
- Holzabfälle aus Sägewerken und Schreinereien (SNP),
- Grün- und Heckenschnitt aus der Landschaftspflege,
- Abfallholz (z.B. Paletten, Bauholz).

Abbildung C-2 zeigt die energetisch nutzbaren Potentiale in Rheinland-Pfalz:

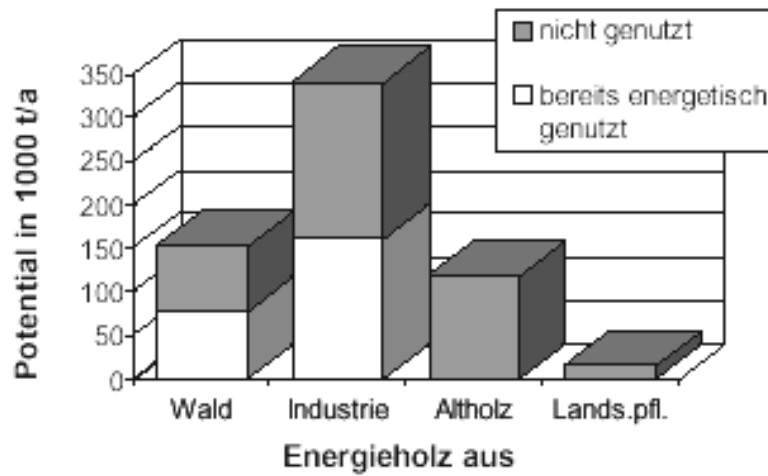


Abb. C-2: Energieholzpotential [19]

Aus dem Diagramm ist zu erkennen, dass das vorhandene Energieholzpotential zur Zeit nicht optimal genutzt wird.

1.1 Energetische Eigenschaften des Brennstoffs Holz

Die Eigenschaften des Rohstoffes Holz werden im wesentlichen von dessen besonderem Aufbau und seiner chemischen Zusammensetzung beeinflusst. Holz ist keine homogene chemische Substanz, sondern ist aus einer Vielzahl von Zellen aufgebaut. Die Hauptelemente des trockenen Holzes sind Kohlenstoff (ca. 50 %), Sauerstoff (ca. 43 %), Wasserstoff (ca. 6 %), in geringem Maße Stickstoff (unter 1 %) und aschebildende Mineralstoffe (unter 1 %) [9].

Für die Verbrennung von HHS sind die physikalischen Eigenschaften wie Brenn- und Heizwert, Wassergehalt, Form und Größe von besonderer Bedeutung.

1.1.1 Brenn- und Heizwert

Der Brennwert (H_o) ist die auf die Brennstoffmenge bezogene Energie, die bei vollständiger Verbrennung bei konstantem Druck frei wird, wenn die Verbrennungsprodukte auf die Bezugstemperatur zurückgekühlt werden.

Er beinhaltet auch die Kondensationsenthalpie des bei der Verbrennung entstehenden Wasserdampfes.

Der Heizwert (H_u) ist die auf die Brennstoffmenge bezogene Energie, die bei vollständiger Verbrennung bei konstantem Druck frei wird, wenn die Verbrennungsprodukte auf die Bezugstemperatur zurückgekühlt werden, der Wasserdampf jedoch dampfförmig gedacht bleibt.

Brenn- und Heizwert unterscheiden sich also durch die Energie, die bei Kondensation des vom Brennstoff herrührenden Wassers bei Bezugstemperatur frei wird [5].

$$H_u = H_o - x \cdot r$$

H_u	Heizwert	kJ/kg
H_o	Brennwert	kJ/kg
x	Wassergehalt	%
r	Verdampfungsenthalpie	kJ/kg

In der Praxis wird meist der Heizwert angegeben, da in konventionellen Feuerungen die Kondensationsenthalpie selten genutzt wird.

Aufgrund der ähnlichen chemischen Zusammensetzung der verschiedenen Holzarten unterscheiden sich ihre Heizwerte bei gleichem Wassergehalt nur gering. Da die verschiedenen Holzarten jedoch eine unterschiedliche Dichte besitzen, erhält man einen nicht unbedeutenden Unterschied in der Energiedichte (kWh/Sm^3). In den folgenden Tabellen sind das Gewicht und die entsprechenden Heizwerte je Mengeneinheit für die wichtigsten Holzarten (Fichte, Kiefer, Eiche und Buche) bei unterschiedlichen Wassergehalten aufgeführt.

Tab. C-1: Fichte, Atrogewicht 430 kg/fm

Wassergehalt	Unterer Heizwert	1 Festmeter (fm)		1 Raummeter (rm), 1rm=0,7fm		1 Schüttkubikmeter (Sm^3), 1fm=2,5 Sm^3	
x (%)	kWh/kg	kg	kWh	kg	kWh	kg	kWh
15	4,329	506	2189	354	1532	202	876
20	4,035	538	2169	376	1518	215	868
25	3,740	573	2144	401	1501	229	857
30	3,446	614	2117	430	1482	246	847
35	3,151	661	2084	463	1459	265	834
40	2,856	717	2047	502	1433	287	819
45	2,562	782	2003	547	1402	313	801
50	2,267	860	1950	602	1365	344	780
55	1,973	955	1883	668	1318	382	753
60	1,678	1075	1804	753	1263	430	722

Tab. C-2: Kiefer, Atrogewicht 510 kg/fm

Wassergehalt	Unterer Heizwert	1 Festmeter (fm)		1 Raummeter (rm), 1rm=0,7fm		1 Schüttkubikmeter (Sm^3), 1fm=2,5 Sm^3	
x (%)	kWh/kg	kg	kWh	kg	kWh	kg	kWh
15	4,329	600	2596	420	1817	240	1039
20	4,035	638	2572	446	1801	255	1029
25	3,740	680	2534	476	1780	272	1017
30	3,446	729	2511	510	1785	292	1005
35	3,151	784	2472	549	1730	314	989
40	2,856	850	2428	595	1700	340	971
45	2,562	927	2375	649	1663	371	953
50	2,267	1020	2312	714	1619	408	925
55	1,973	1132	2234	793	1564	453	894
60	1,678	1275	2139	893	1498	510	856

Tab. C-3: Eiche/Buche, Atrogewicht 680 kg/fm

Wassergehalt	Unterer Heizwert	1 Festmeter (fm)		1 Raummeter (rm), 1rm=0,7fm		1 Schüttkubikmeter (Sm³), 1fm=2,5Sm³	
x (%)	kWh/kg	kg	kWh	kg	kWh	kg	kWh
15	4,057	800	3244	560	2271	320	1298
20	3,779	850	3212	595	2249	340	1285
25	3,500	906	3173	635	2221	363	1269
30	3,222	972	3131	680	2192	389	1252
35	2,943	1046	3078	732	2155	418	1231
40	2,664	1134	3020	793	2114	453	1208
45	2,386	1236	2950	865	2065	494	1180
50	2,107	1360	2866	952	2006	544	1146
55	1,829	1510	2761	1057	1933	604	1104
60	1,550	1700	2635	1190	1845	680	1054

Tabellen nach [10]

1.1.2 Wassergehalt (x) und Holzfeuchte (u)

Die im Brennstoff enthaltene Wassermenge kann auf zwei Arten angegeben werden. Dies sind zum einen der Wassergehalt x und zum anderen der Feuchtegehalt u .

Die Bestimmung des Wassergehaltes erfolgt nach DIN 51 718.

Wassergehalt und Feuchte lassen sich wie folgt berechnen:

$$x = \frac{m_w}{m_f} \quad u = \frac{m_w}{m_{tr}} = \frac{m_w}{m_f - m_w}$$

m_w Masse des Wassers

m_f Masse des feuchten Brennstoffs

m_{tr} Masse des trockenen Brennstoffs

Der Wassergehalt x ist definiert als das Verhältnis der Masse des Wassers zur gesamten Masse des feuchten Brennstoffes. Er kann Werte zwischen 0 und 1 (0–100 %) annehmen.

Der Feuchtegehalt u ist dagegen das Verhältnis der Masse des Wassers zur Masse des trockenen Brennstoffes. Er kann Werte zwischen 1 und unendlich annehmen.

Die Umrechnung der Werte erfolgt über folgende Formeln:

$$u = \frac{x}{1 - x} \quad x = \frac{u}{1 + u}$$

Wichtig für die Praxis ist die Abhängigkeit des Heizwertes vom Wassergehalt, da man diesen durch die Art der Aufbereitung beeinflussen kann. Wie in Abbildung C-3 dargestellt, ist der Heizwert des Brennstoffes linear vom Wassergehalt abhängig. Da das im Holz eingelagerte Wasser bei der Verbrennung erst verdampft werden muß und dazu zusätzliche Energie benötigt wird, sinkt mit steigendem Wassergehalt der Heizwert.

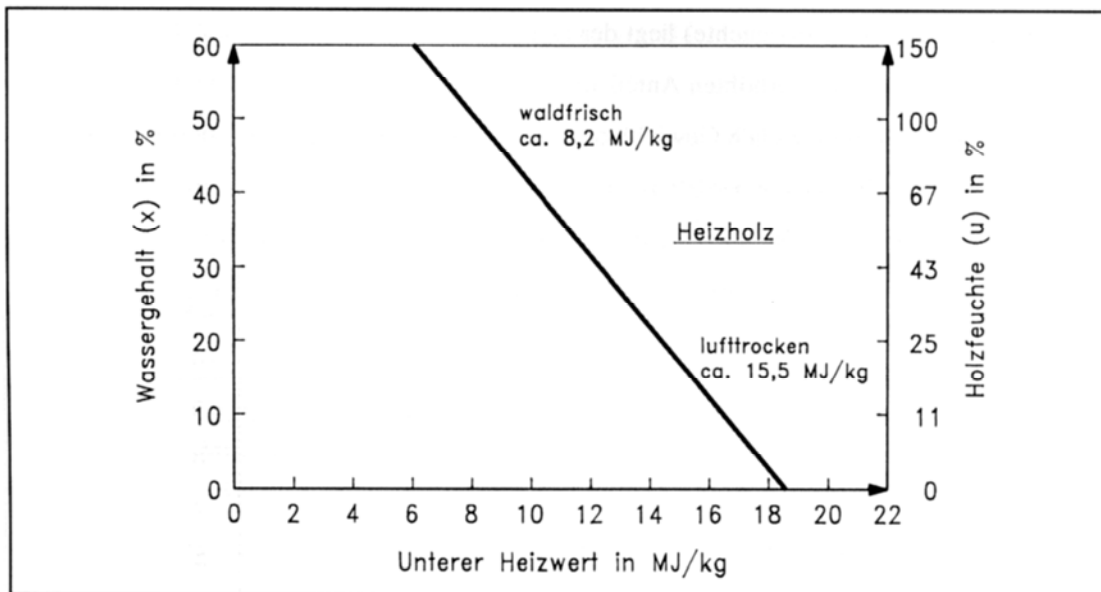


Abb. C-3 : Abhängigkeit des Heizwertes vom Wasser- und Feuchtegehalt [16]

Nachstehende Formel zeigt den Zusammenhang zwischen Heizwert und Wassergehalt:

$$H_U = H_{U(xf)} * \frac{100 - x}{100} - 0,0244 * x$$

H_u	Heizwert feucht,	MJ/kg
$H_{u(xf)}$	Heizwert trocken,	MJ/kg
x	Wassergehalt,	%

Der Wassergehalt bei frischgeschlagenem Waldholz liegt bei etwa 50-60 %. Durch eine Lagerzeit von ca. 7–8 Monaten sinkt der Wassergehalt auf 20–30 % („lufttrocken“) ab, wodurch sich der volumenbezogene Heizwert entsprechend erhöht und die spezifischen Emissionen bei der Verbrennung gesenkt werden.

In neueren HHS–Feuerungsanlagen kann Brennstoff mit Wassergehalten von bis zu 50 % eingesetzt werden. Aus wirtschaftlichen Gründen ist jedoch eine Reduzierung des Wassergehaltes durch Trocknung sinnvoll und anzustreben.

1.1.3 Qualitätskriterien und Einteilung

In Deutschland existiert zur Zeit, abgesehen von der DIN 51731 für Holzbriketts und Pellets, noch keine einheitliche Normung für Brennstoffe aus Holz. Für den Bereich der Waldhackschnitzel lässt sich die österreichische Önorm M 7133 heranziehen. Tabelle C-4 teilt das Hackgut abhängig von Größe, Wassergehalt, Schüttdichte und dem Aschegehalt in verschiedene Klassen ein.

Tab.C-4: Zusammenstellung der Grenzwerte und Zuordnungskriterien zu den österreichischen Hackgutklassen nach Önorm M 7133

A) Hackgutklasse	Zulässige Massenanteile und jeweilige Bandbreite für Teilchengröße (Siebanalyse) in mm				zulässige Extremwerte für Teilchen	
	max. 20 %	60 – 100 %	max. 20 %	max. 4 %	max. Querschnitt	max. Länge
G 30	> 16	16 – 2,8	2,8 – 1	< 1	3 cm ²	8,5 cm
G 50	> 31,5	31,5 – 5,6	5,6 – 1	< 1	5 cm ²	12 cm
G 100	> 63	63 – 11,2	11,2 – 1	< 1	10 cm ²	25 cm

	Hackgutklasse	Klassengrenzen	Erläuterungen
B) Wassergehaltsklassen: (Wassergehalt bezogen auf feuchte Masse)	W 20	< 20 %	„lufttrocken“
	W 30	20 – 30 %	„lagerbeständig“
	W 35	30 – 35 %	„beschränkt lagerbeständig“
	W 40	35 – 40 %	
	W 50	40 – 50 %	„feucht“
C) Schüttdichteklassen: (Angaben für wasserfreien Zustand)	S 160	< 160 kg/m ³	„geringe Schüttdichte“
	S 200	160 – 250 kg/m ³	„mittlere Schüttdichte“
	S 250	> 250 kg/m ³	„hohe Schüttdichte“
D) Aschegehaltsklassen:	A 1	> 1 %	„geringer Aschegehalt“
	A 2	1 – 5 %	„erhöhter Aschegehalt“

Die energetische Nutzung von Rest- und Gebrauchthölzern als Brennstoff wird künftig an Bedeutung zunehmen.

Nach Ablauf einer Übergangsfrist der technischen Anleitung für Siedlungsabfälle (TASi) ist spätestens im Jahr 2005 eine Ablagerung von Holz ohne Vorbehandlung auf Deponien nicht mehr zulässig. Der Entwurf der Bundesverordnung über die Entsorgung von Altholz formuliert in § 8 sogar, dass Altholz, welches nicht anderweitig verwertet werden kann, zum Zwecke der Beseitigung thermisch zu behandeln ist.

Im Hinblick auf die energetische Verwertung und die thermische Beseitigung von Holzabfällen gilt das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) und je nach Feuerungsanlagentyp die Vorschriften der Verordnungen:

1. BImSchV über nicht-genehmigungsbedürftige Kleinf Feuerungsanlagen kleiner 1 MW Nennleistung,

4. BImSchV über genehmigungsbedürftige Anlagen mit den Anhängen:

1.2 für Althölzer ohne Holzschutzmittel und ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung (größer 1 MW),

1.3 für Althölzer mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung, aber ohne Holzschutzmittel (größer 100 kW),

17. BImSchV soweit mit Holzschutzmitteln behandeltes Gebrauchtholz verbrannt werden soll.

Die Anforderungen an den Holzeinsatzstoff für Verbrennungsanlagen, die den Verordnungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) unterliegen, kann nach dem Entwurf der Altholzverordnung (28.02.2000) in 3 Gruppen dargestellt werden, wie in Tabelle C-5 dargestellt.

Tab.C-5: Einteilung für Holz in Verbrennungsanlagen

Gruppe H1	Gruppe H2		Gruppe H3	
Naturbelassenes Holz	Holz, Sperrholz, Spanplatten, Faserplatten, verleimtes Holz, auch gestrichen, lackiert und beschichtet sowie daraus anfallende Reste (außer halogenorgan. Beschichtung)		Holz mit halogenorganischer Beschichtung	mit Holzschutzmitteln behandeltes Holz
< 1000 kW	50 bis 1000 kW	ab 1000 kW	ab 100 kW	ab 100 kW
1. BImSchV		4. BImSchV 1.2	4. BImSchV 1.3	17. BImSchV

Eine genaue Zuordnung zu den drei Gruppen ist aus nachfolgender Positivliste ersichtlich:

Gruppe H1: Abfälle von unbehandeltem Holz:

Naturbelassen, d.h. lediglich mechanisch bearbeitetes, aber nicht verleimtes, beschichtetes, lackiertes, gestrichenes oder mit sonstigen organischen bzw. anorganischen Stoffen behandeltes Holz, dass bei seiner Verwendung nicht mehr als nur unerheblich mit holzfremden Stoffen verunreinigt wurde und der Abfalldefinition unterliegt.

Verpackungshölzer:

- Transportkisten
- Obstkisten
- Kabeltrommeln, Durchmesser > 1,20 m aus Neubeständen
- Holzsteigen
- Euro-Paletten

Baustellenhölzer:

- Vollhölzer

Abbruchhölzer:

- Dachbalken, Bohlen, Latten (unbehandelt)
- Verschalungen, Zierbalken (unbehandelt)

Altmöbel:

- Tisch, Stühle, Schränke, etc. aus Vollholz (unbehandelt)

Innenausbau:

- Türen, Türzargen, aus Vollholz (unbehandelt)
- Konstruktionshölzer

Gruppe H2: Abfälle von behandeltem Holz ohne schädliche Verunreinigungen:

Verleimte und beschichtete (keine visuell erkennbaren halogenorganischen Beschichtungen), lackierte, gestrichene und sonstige behandelte Holzabfälle ohne schädliche Verunreinigungen.

Verpackungshölzer:

- Paletten mit Verbundmaterialien

Baustellenhölzer:

- Holzwerkstoffe
- Schalhölzer
- Holzverbundmaterialien

Abbruchhölzer:

- Paneele (Profilbretter für die Raumausstattung)
- Spanplatten
- Dielen
- Bretterverschalungen

Altmöbel:

- Möbel aus Spanplatten
- Regalbretter

Innenausbau:

- Türen, Türzargen, aus Holzwerkstoffen

Gruppe H3: Abfälle von behandeltem Holz mit schädlichen Verunreinigungen:

Verleimte und beschichtete (mit visuell erkennbaren halogenorganischen Beschichtungen), lackierte, gestrichene und sonstige behandelte Holzabfälle mit schädliche Verunreinigungen.

Verpackungshölzer:

- Munitionskisten
- Obstkisten (behandelt)
- Kabeltrommeln aus Altbeständen

Außenbau:

- Außentüren und Außenbretter
- Fensterrahmen, Fensterstöcke
- Fensterladen
- Holzbalkone
- Geräteschuppen
- Palisaden
- Carports
- Zäune
- Pergolen

Sondersortimente:

- Industriefußböden
- Bahnschwellen
- Zäune
- Garagentore
- Imprägnierte Pfähle
- Lärm- und Sichtschutzwände
- Leitungsmasten

1.2 Aufbereitung und Herstellung von Holzhackschnitzeln

Holzsortimente zur energetischen Nutzung fallen sehr oft in unterschiedlicher und bisweilen stark wechselnder Stückigkeit an. Dies gilt in besonderem Maße für Gebrauchtholzsortimente, die zumeist einen mehr oder weniger großen Anteil an Fremdstoffen wie Eisen- und Nichteisenmetalle, Kunststoffartikel oder Mineralien (Steine, Erden) enthalten können. So unterschiedlich Stückigkeit, Feuchte, Verschmutzungsgrad und Ansprüche an die Qualität des fertigen Materials sein können, so vielgestaltig sind auch die technischen Möglichkeiten der Aufarbeitung [13].

In der Holzverarbeitung anfallendes Sägemehl oder Späne können ohne weitere Aufbereitung in Holzfeuerungsanlagen eingesetzt werden.

Zur Aufarbeitung von Waldhackschnitzeln werden mobile Hackaggregate mit manueller oder mechanischer Beschickung eingesetzt. Die Hacker werden an Traktoren bzw. Schlepper angebaut oder auf Geräteträger aufgesetzt. Abbildung C-4 zeigt solch eine mobile Einheit, bei der das aufzubereitende Holz mit einem hydraulischen Greifer manipuliert wird.

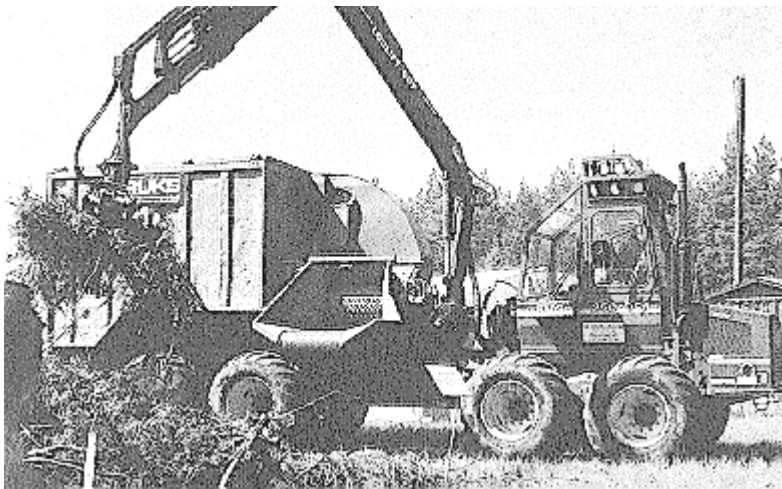


Abb.C-4: Mobile Hackeinheit [10]

Stationäre Hacker werden an Aufbereitungsplätzen von Gebrauchtholz-recyclingbetrieben und in der Holzindustrie installiert, ebenso können mobile Maschinen zeitweilig vor einem HHS-Lager stehen, um dort zuvor gesammeltes Rohmaterial bei wiederkehrenden Einsätzen aufzuarbeiten.

Es werden drei grundsätzliche Hackertypen unterschieden:

- Scheibenhacker: Auf der angetriebenen Welle sitzt eine schwere Schwungscheibe mit 2–4 Hackmessern. Die Wurfschaufeln auf der Rückseite fördern das Hackgut zum Auswurfrohre.

Scheibenhacker

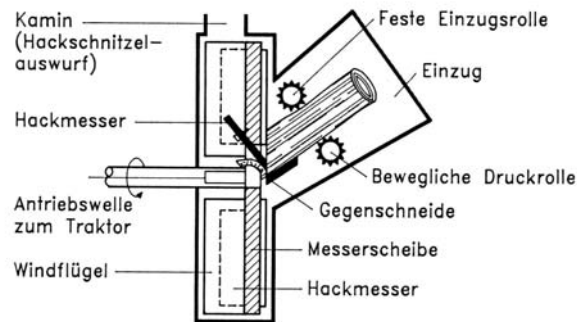


Abb.C-5: Scheibenhacker [10]

- Trommelhacker: Auf einer rotierenden Trommel sind 2–20 Hackmesser angeordnet.

Trommelhacker

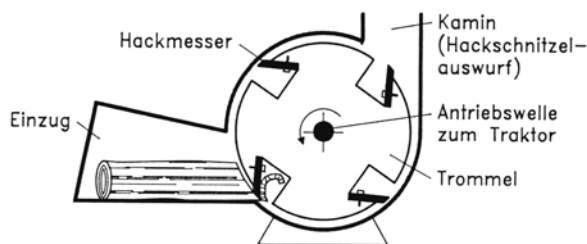


Abb.C-6: Trommelhacker [10]

- Schneckenhacker: Sie erzeugen Grobhackschnitzel, sind selbststeinziehend, werden jedoch selten eingesetzt.

Schneckenhacker

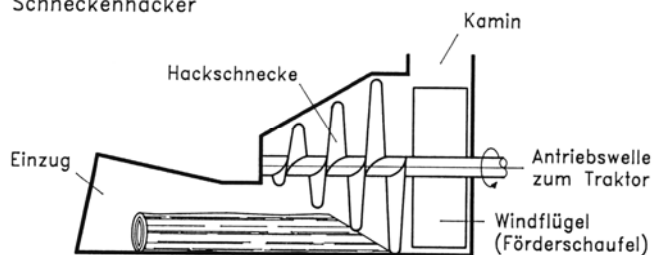


Abb.C-7: Schneckenhacker [10]

Nach der Größe werden Hackmaschinen eingeteilt in:

- Kleinhacker (20-100 KW Antriebsleistung)
- Mittlere Klasse (100-200 KW Antriebsleistung)
- Großhacker (200-550 KW Antriebsleistung)

Der Energieaufwand für die Holzzerkleinerung liegt zwischen 1 und 3 % des Heizwertes der aufbereiteten HHS.

1.3 Lagerung und Trocknung

Zur Sicherstellung der Versorgung über einen längeren Zeitraum ist es notwendig, eine entsprechende Menge Brennstoff zu bevorraten. Dazu können verschiedene Lagersysteme Verwendung finden.

1.3.1 Lagersysteme

a) Offene Lagerung

Im einfachsten Fall lassen sich HHS auf einer befestigten Fläche lagern und mit z.B. einem Radlader manipulieren.

Vorteil:

geringe Investitionskosten bei vorhandener Fläche,

Nachteil:

- a. hoher Platzbedarf,
- b. Heizwertverminderung durch Witterungseinflüsse,
- c. hohe Manipulationskosten.

b) Überdachte Lagerung

Um HHS witterungsunabhängig zu lagern empfiehlt sich eine Überdachung. Die günstigste Variante ist ein einfaches Schleppdach oder die Nutzung vorhandener Kapazitäten. Aufwendiger sind eigens errichtete Hallen, entweder in Holz-, Blech- oder Betonbauweise. Bei der Auswahl der Halle ist auf eine ausreichende Belüftung zu achten, um die natürliche Trocknung zu beschleunigen.

Bei beiden Systemen ist ein Vorratsbehälter mit automatischem Austragsystem unumgänglich. Dieser sollte auf etwa 10 Vollasttage ausgelegt sein und muß je nach Bedarf mit Brennstoff beschickt werden.

Bei kleineren Anlagen kann auf eigene Lagerflächen verzichtet werden, sofern diese beim Brennstofflieferanten vorhanden sind. Hier ist nur ein Vorratsbehälter mit Austragung notwendig, der je nach baulichen Gegebenheiten als Hochsilo, Tiefbunker oder Wechselcontainer ausgeführt sein kann.

Zur Trocknung der Hackschnitzel können verschiedene Verfahren angewendet werden.

Die Verfahren lassen sich nach Art der Trocknungsenergie wie folgt einteilen:

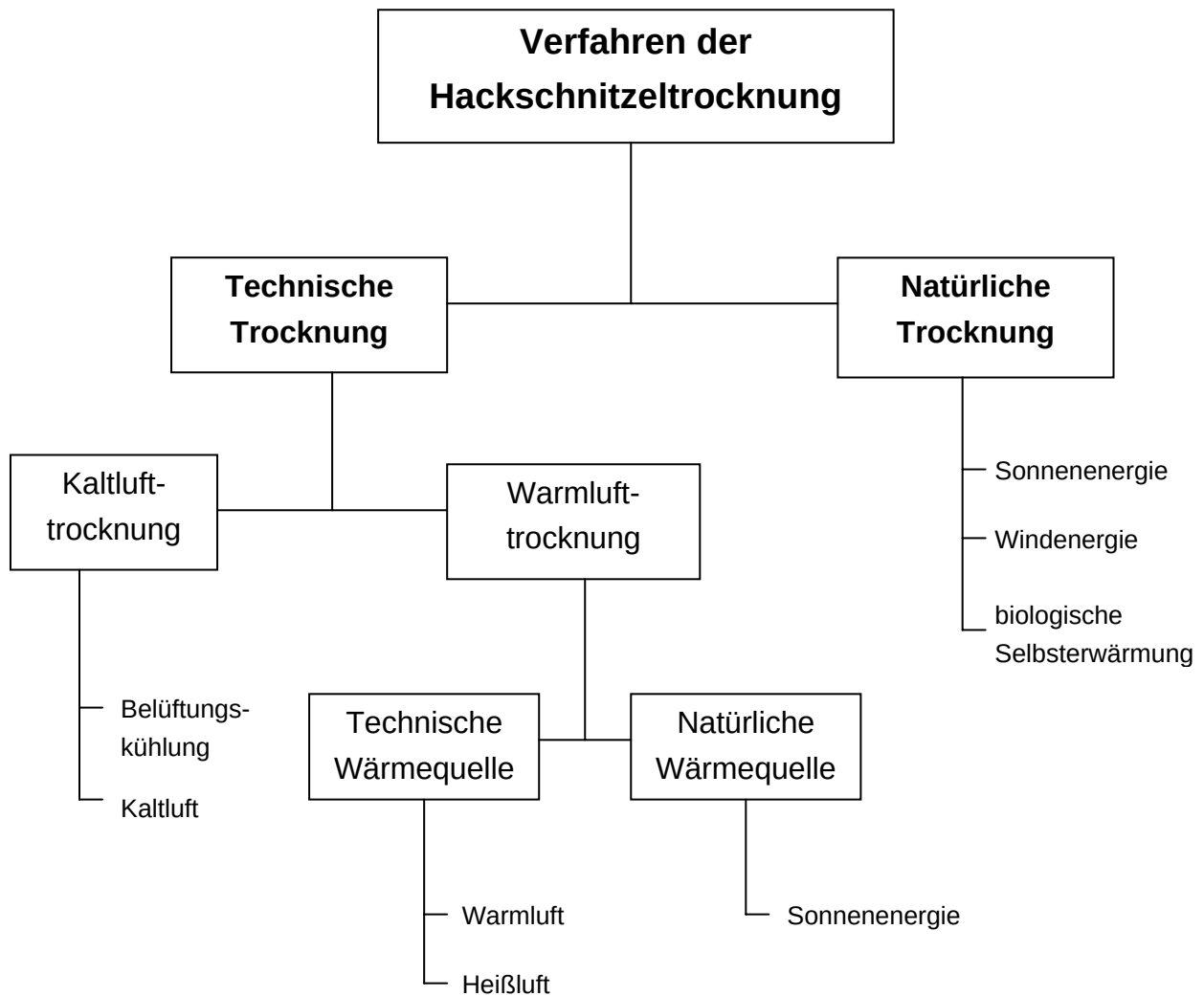


Diagramm C-1: Einteilung der Trocknungsverfahren [12]

1.3.2 Natürliche Trocknung

Die natürliche Trocknung nutzt die Konvektionsströmung der Luft. Diese entsteht durch das Bestreben der Luft, Feuchtigkeits- und Temperaturunterschiede auszugleichen. Zu den natürlichen Wärmequellen für die Trocknung zählen Sonne, Wind und Wärme aus biologischen Umsetzungsprozessen [12].

a) Trocknung durch Sonnenenergie

Durch Ausbringen der HHS auf eine befestigte Fläche können diese bei Sonnenschein innerhalb eines Tages trocknen. Es sind keine besonderen technischen Einrichtungen nötig. Durch den hohen Flächenbedarf und manuellen Arbeitsaufwand ist dieses Verfahren nur für kleinere Mengen geeignet.

b) Trocknung durch Windenergie

Lagern der HHS in einem winddurchlässigen, nach oben geschlossenen Lager bewirkt eine weitgehend witterungsunabhängige Trocknung binnen 3–6 Monaten.

1.3.3 Technische Trocknung

Die technische Trocknung beruht auf der maschinellen Erzeugung eines Luftstroms. Zum einen kann die Luft erwärmt werden (Belüftungstrocknung), zum anderen kann sie kalt durch die HHS-Schüttung geleitet werden. Dabei werden die HHS unter einem Dach gelagert [12].

a) Kaltbelüftung

Außenluft wird durch die HHS geleitet. Dazu ist ein Gebläse mit Leitungssystem notwendig. Das Verfahren ist nur in der wärmeren Jahreszeit sinnvoll und aufgrund des technischen Aufwands relativ teuer.

b) Belüftungskühlung

Die Belüftungskühlung ist eine Kombination von Kaltbelüftung und Selbsterwärmung der HHS im Wechsel. Sie ist im Gegensatz zu Verfahren a) ganzjährig einsetzbar.

c) Trocknung durch Solarenergie

Mit diesem Verfahren wird über Sonnenkollektoren erwärmte Luft durch ein Leitungssystem in die HHS-Schüttung geleitet. Durch die hohen Investitionskosten für Kollektoren ist dieses Verfahren sehr teuer.

d) Verfahren mit künstlicher Wärmequelle

Bei dieser Methode werden die HHS mit angewärmter Luft durchlüftet. Durch die hohen Temperaturen (etwa 40–130 °C bei Warmlufttrocknung) sehr kurze Trocknungszeit. Durch den hohen finanziellen Aufwand nur für Trocknung größeren Maßstabs geeignet.

Alternativ kann die Abwärme aus der Feuerungsanlage genutzt werden, z.B. Abstrahlungswärme des HHS-Kessels oder Abgaswärmerückgewinnung.

1.4 Feuerungsanlagentechnik

Die im folgenden betrachteten wesentlichen Punkte der Feuerungsanlagentechnik sind:

- Brennstoffzuführung,
- Feuerungssysteme.
- Abgasreinigung.

1.4.1 Brennstoffzuführung

Die Brennstoffzuführung gliedert sich in:

- Silo- und Bunkeraustragssysteme,
- Brennstofftransportsysteme,
- Feuerungsbeschickung.

1.4.1.1 Silo- und Bunkeraustragssysteme

Aufgabe der Siloaustragssysteme ist die automatische Austragung des Brennstoffs aus dem Silo bzw. Bunker entsprechend den Anforderungen des Regelsystems der Feuerung und die Bereitstellung an eine Transporteinrichtung bzw. die Kesselbeschickung. Bei der Auswahl des Austragssystems sind die spezifischen Gegebenheiten wie Größe und Form des Silos und die Stückigkeit des Brennstoffs zu beachten.

Im wesentlichen werden drei Arten von Austragssystemen unterschieden:

- Schubbodenaustrag,
- Pendelschneckenaustrag,
- Rührfederaustrag.

Schubbodenaustrag:

Abbildung C-8 zeigt ein typisches Schubbodensystem in der Draufsicht.

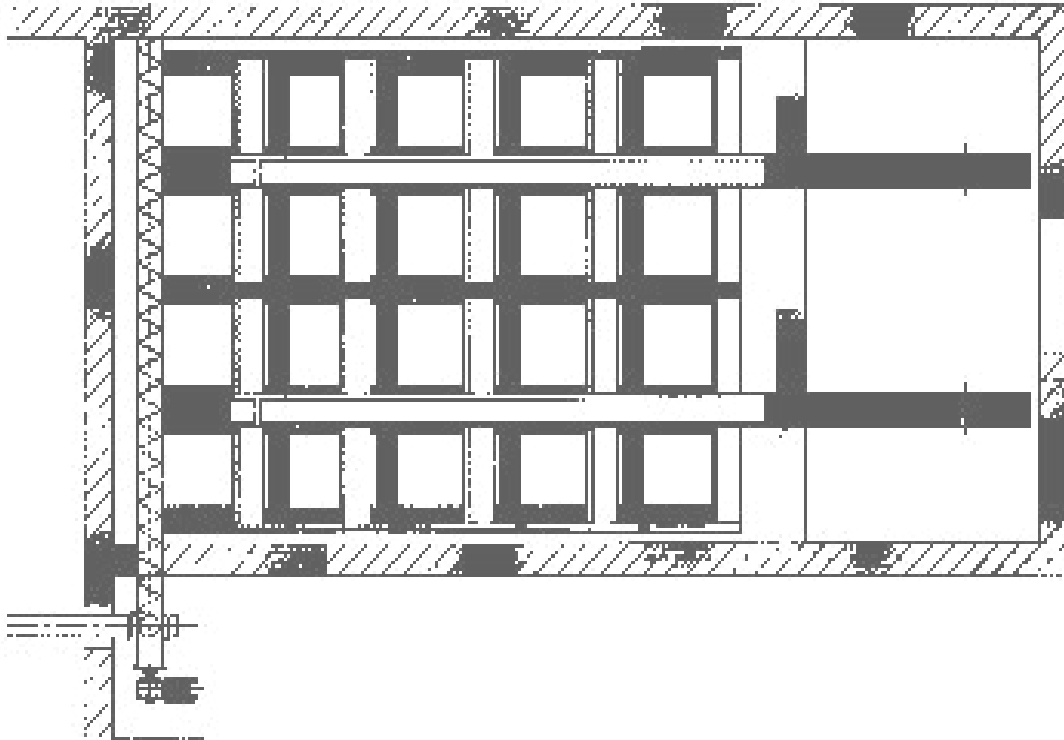


Abb.C-8: Schubbodenaustrag [Fa. Spänex]

Ein Schubbodenaustrag besteht aus einer oder mehreren Schubstangen, die mit keilförmigen Querstreben besetzt sind und sich hydraulisch angetrieben vor- und zurück bewegen. Bei der Rückwärtsbewegung gleiten die Streben durch ihre Keilform unter dem Brennstoff durch, bei der Vorwärtsbewegung wird ein Teil des Brennstoffs mitgenommen und fällt in eine Rinne. Der weitere Transport wird entweder durch eine Trogschnecke, eine Vibro-Rinne oder einen Kettenförderer übernommen. Schubböden werden meist in großflächigen, rechteckigen Silos eingesetzt. Sie zeichnen sich durch ihre Robustheit und Zuverlässigkeit aus, haben jedoch einen relativ hohen Fremdenergiebedarf und sind in der Regel teurer als andere Systeme. Sie eignen sich besonders für grobstückige Brennstoffe.

Pendelschneckenaustrag:

Abbildung C-9 zeigt Schnitt durch ein Pendelschneckenaustragsystem, integriert in einem Silo mit darunter liegender Heizzentrale

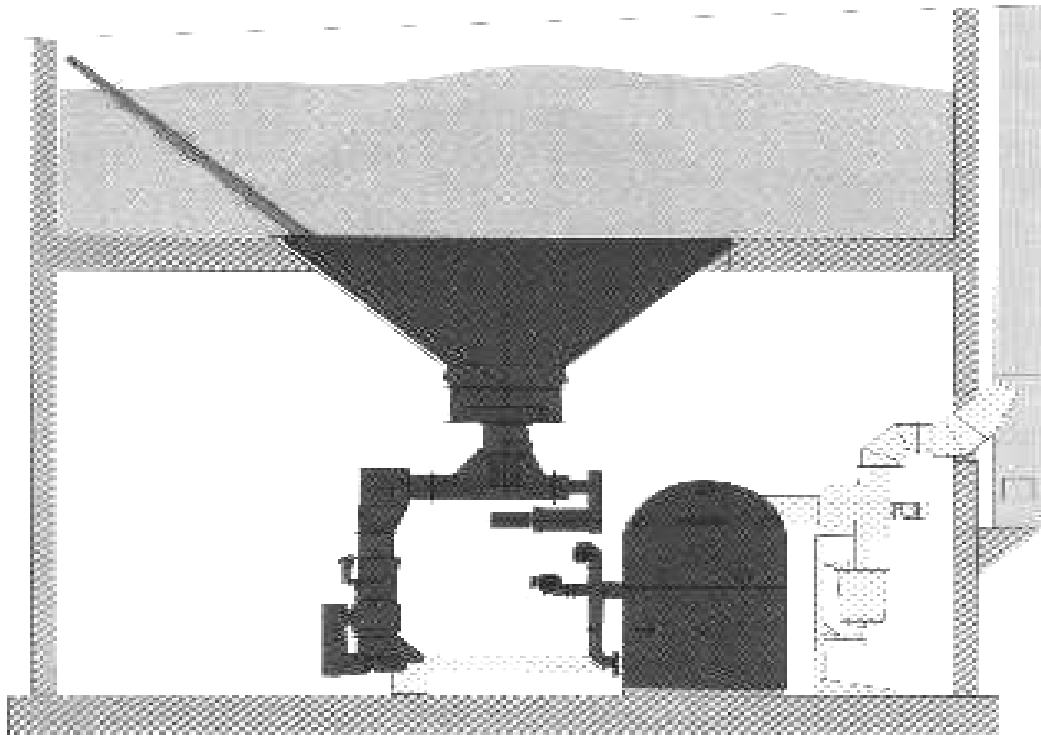


Abb.C-9: Pendelschneckenaustrag mit darunterliegendem Heizraum [Fa. Mawera]

Herzstück der Pendelschneckenaustragung ist eine umlaufende Schnecke, die über ein Kardangelenk angetrieben wird und den Brennstoff durch Rotation im Silo zur Mitte hin transportiert, wo er an ein Förder- oder Beschickungssystem übergeben wird. Dabei passt sich die Schnecke in ihrer Neigung dem Füllstand an, was die Antriebsmechanik schont. Ihr Einsatzgebiet sind runde und rechteckige Hochsilos bis 12 m Durchmesser und 30 m Höhe, idealerweise mit einem darunter liegendem Heizraum, wie auf Abbildung C-9 zu sehen. Vorteilhaft sind Robustheit und die relativ geringen Investitionskosten. Sie sind geeignet für staub- bis hackschnitzelgroße Brennstoffe. Für sehr große Silos und Austragsleistungen eignen sich direkt am Siloboden rotierende Schnecken, die jedoch einen größeren Energieaufwand erfordern.

Rührfederaustrag:

Untenstehende Abbildung C-10 zeigt die typische Anordnung einer Rührfederaustragung.

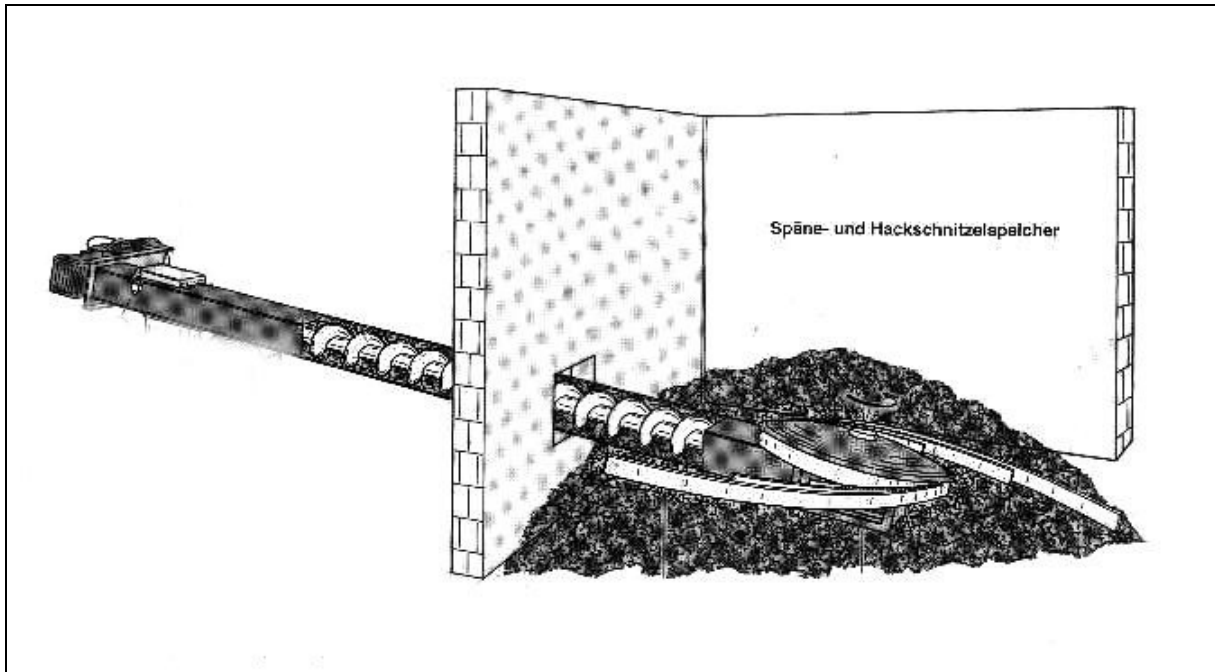


Abb.C-10: Rührfederaustrag [Fa. HDG-Bavaria]

Diese Art der Austragung ist besonders geeignet für kleinere Silos und Umbauten in bestehenden Räumlichkeiten. Ein rotierender Teller mit federbelasteten Gelenkarmen, die sich dem Silofüllstand anpassen, fördert den Brennstoff in eine Trogsschnecke, die wiederum die Kesselbeschickung speist. Das System ist für kleinere rechteckige oder runde Silos geeignet, bis 5 m Durchmesser und 4 m Füllhöhe. Der Vorteil liegt in der flexiblen Anwendung und den geringen Investitionskosten. Nachteilig ist, dass die Silokapazität durch die meist schräge Anordnung nicht vollständig genutzt wird. Dies ist zumindest dann der Fall, wenn sich Brennstoffsilo und Heizraum auf einer Ebene befinden.

1.4.1.2 Brennstofftransportsysteme

Je nach baulichen Voraussetzungen muß zwischen Austragssystem und Brennstoffbeschickung eine weitere Fördereinrichtung zur Überwindung von Distanzen oder Richtungsänderung installiert werden. Dabei gilt der Grundsatz: „Weniger ist mehr“, da jede weitere Fördereinrichtung die Störempfindlichkeit des Gesamtsystems erhöht. Zum Einsatz kommen hier entweder Schneckenförderer, die bei nicht zu großen Entfernungen für alle schüttfähigen Brennstoffe geeignet sind oder Kettenförderer, mit denen auch größere Distanzen und Richtungsänderungen problemlos durchführbar sind. Sie können allerdings nicht für staubförmige Brennstoffe verwendet werden. Eine Sonderstellung nehmen Gebläsesysteme ein. Mit ihnen ist ein Transport auch über große Distanzen und viele Richtungsänderungen möglich. Bei zu starken Richtungsänderungen, z.B. 90°-Bögen, kommt es häufig zu Erosion im Transportsystem. Im Falle einer installierten Einblasfeuerung sind sie zur direkten Feuerungsbeschickung geeignet.

1.4.1.3 Feuerungsbeschickung

Bei der Feuerungsbeschickung wird unterschieden in Stokersysteme und Einblasungen. Stokersysteme, meist als Rohrschnecken konstruiert, sind direkt am Kessel angebracht und haben die Aufgabe, je nach Bedarf den Brennstoff dosiert in die Feuermulde bzw. auf den Verbrennungsrost zu schieben. Robuster aber auch teurer sind hydraulische Stoker, die sich vor- und zurück bewegen, dabei Brennstoff aus dem darüber liegenden Dosierbehälter aufnehmen und in den Feuerraum drücken.

Eine spezielle Art der Beschickung ist die direkte Einblasung, bei der feinkörnige Brennstoffe zusammen mit der Primärluft in den Feuerraum eingeblasen werden. Dieses System wird vorrangig bei größeren Anlagen in der Holzverarbeitenden Industrie in Kombination mit der Absauganlage für Sägemehl und Späne verwendet. In die Beschickung integriert sind sogenannte Rückbrandsicherungen. Sie sollen ein Zurückbrennen in Richtung des Silos verhindern. Diese Rückbrandsicherungen sind meist doppelt ausgeführt. Zum einen durch temperaturgesteuerte Wassereindüsung in die Beschickungseinrichtung, zum anderen durch Zellradschleusen oder Brandschutzklappen an der Übergabe zwischen Siloaustrag und Beschickung. Die Zellradschleusengehäuse sind in der Regel nach oben hin trichterförmig erweitert und erfüllen so eine Puffer- bzw. Dosierfunktion.

1.4.2 Feuerungssysteme

Es gibt eine Vielzahl von unterschiedlichen Feuerungsprinzipien und Bauarten mit verschiedenen Einsatzschwerpunkten. Die technischen Unterschiede in den Feuerungssystemen liegen in den Siloaustragungen, Transporteinrichtungen zur Feuerung und in der Art der Rostkonstruktion. Automatisch beschickte Feuerungssysteme erreichen bessere Emissionswerte und sind wirtschaftlicher, da sie kontinuierlich und störungsfrei beschickt werden können [16].

Sie bestehen aus der Feuerung selbst und einem nachgeschalteten oder aufgesetzten Heisswasser- oder Dampfkessel und lassen sich in verschiedene Grundtypen aufteilen.

Am weitesten verbreitet sind drei Arten:

- Vorschubrostfeuerungen
- Unterschubfeuerungen
- Einblasfeuerungen

1.4.2.1 Vorschubrostfeuerung

Bei der Vorschubrostfeuerung wird der Brennstoff über ein Stokersystem auf den Rost geschoben. Die Rostelemente sind beweglich und fördern den Brennstoff durch den Feuerraum. Von unten wird die Primärluft über drehzahlgeregelte (bei neueren Anlagen) Gebläse eingebracht, die auch die Funktion der Rostkühlung übernimmt. In jüngerer Zeit gewinnt auch der wassergekühlte Rost an Bedeutung [12].
Nachstehende Abbildung C-11 zeigt eine typische Vorschubrostfeuerung:

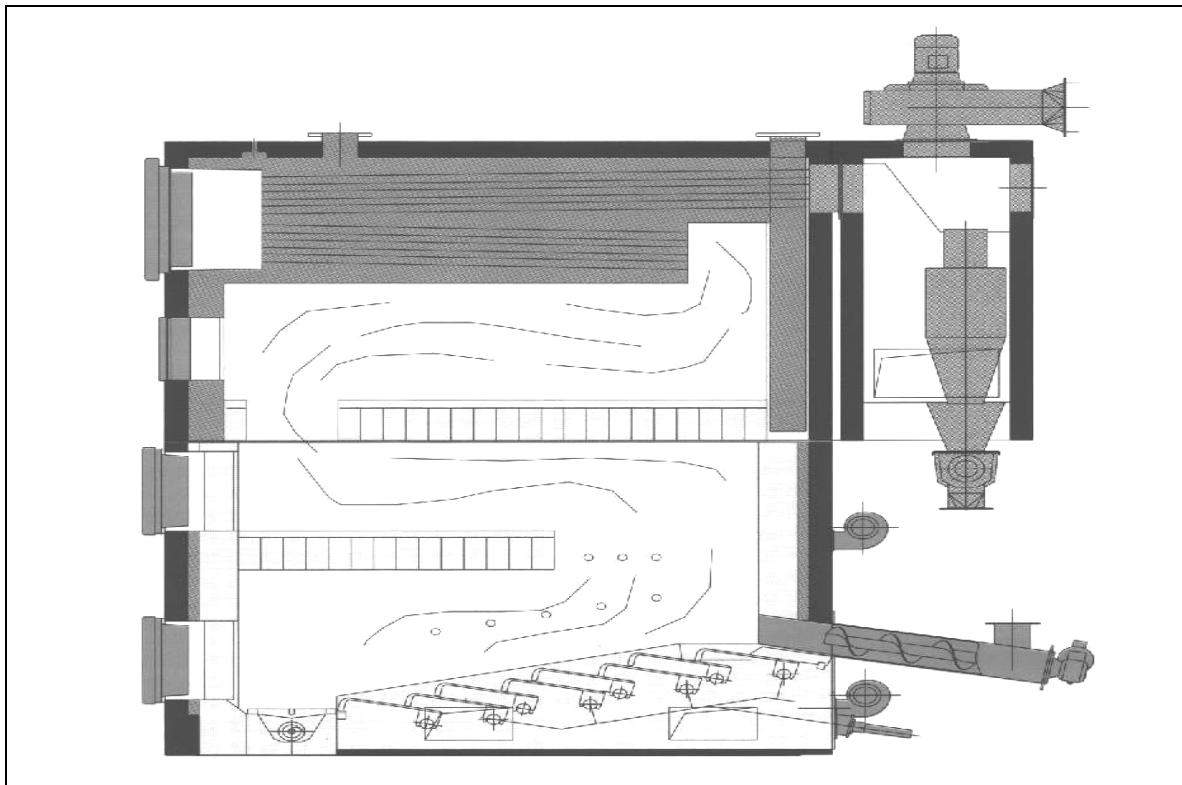


Abb.C-11: Schnitt durch eine Vorschubrostfeuerung [Fa. Spänex]

Am Anfang des Rostes wird der Brennstoff durch die hohe Temperatur im Feuerraum vorgetrocknet, vergast und verbrennt bis zum Rostende vollständig. Über dem Rost wird Sekundärluft zugeführt um einen möglichst vollständigen Ausbrand und damit geringe Emissionen zu erreichen.

Der Hauptvorteil der Rostfeuerung liegt in der großen Toleranz hinsichtlich des Brennstoffs. Vorschubrostfeuerungen sind gut geeignet für grobe Brennstoffe mit hohem Asche- und Wassergehalt. Nachteilig sind die im Vergleich höheren Investitionen und die etwas träge Regelgeschwindigkeit.

Je nach Bauart wird unterschieden in Treppen- oder Walzenrostfeuerungen. Ihr Einsatzbereich reicht von Kleinanlagen bis hin zu Heizkraftwerken und Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).

1.4.2.4 Unterschubfeuerungen

Bei der Unterschubfeuerung wie sie Abbildung C-12 zeigt, wird der Brennstoff durch das Stokersystem von unten in eine spezielle Mulde, die Retorte, gefördert.

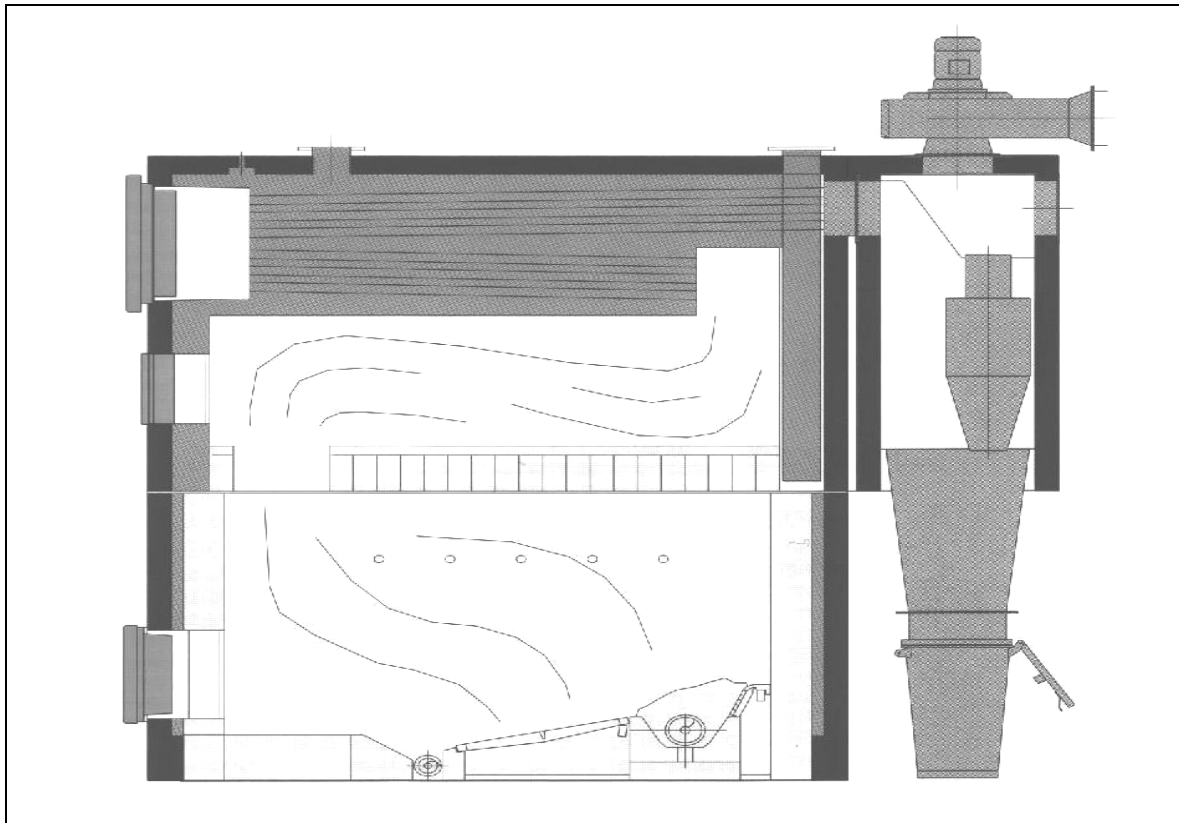


Abb. C-12: Schnitt durch eine Unterschubfeuerung [Fa. Spänex]

Für den Weitertransport sorgt der Druck des nachgeschobenen Brennstoffs. Ebenfalls in die Retorte wird die Primärluft eingeblasen. In der Retorte findet die Ausgasung des Brennstoffs statt, der dann oberhalb in der Brennkammer vollständig ausbrennt.

Die Vortrocknung des nachfolgenden Brennstoffs ist weniger intensiv als bei der Rostfeuerung, weshalb diese Feuerungsart überwiegend für trockene Brennstoffe geeignet ist, wie sie z.B. in der Holzverarbeitenden Industrie anfallen. Bei ausreichender Vortrocknung ist diese Feuerungsart auch für Waldhackschnitzel geeignet.

Durch die einfache Bauart sind die Investitionen für eine Unterschubfeuerung geringer als für die Vorschubrostfeuerung. Auch die Regelbarkeit ist durch den trockenen Brennstoff besser.

Die typische Leistung liegt bei 50 bis 5000 kW, in Ausnahmefällen bis 10000 kW.

1.4.2.3 Einblasfeuerungen

Einblasfeuerungen findet man häufig bei Anlagen in der Holzverarbeitenden Industrie. Sie werden dort zur Verbrennung von Holzstaub und feinen Spänen eingesetzt.

Nachstehende Abbildung C-13 zeigt ein Einblasfeuerungssystem der Fa. Mawera.

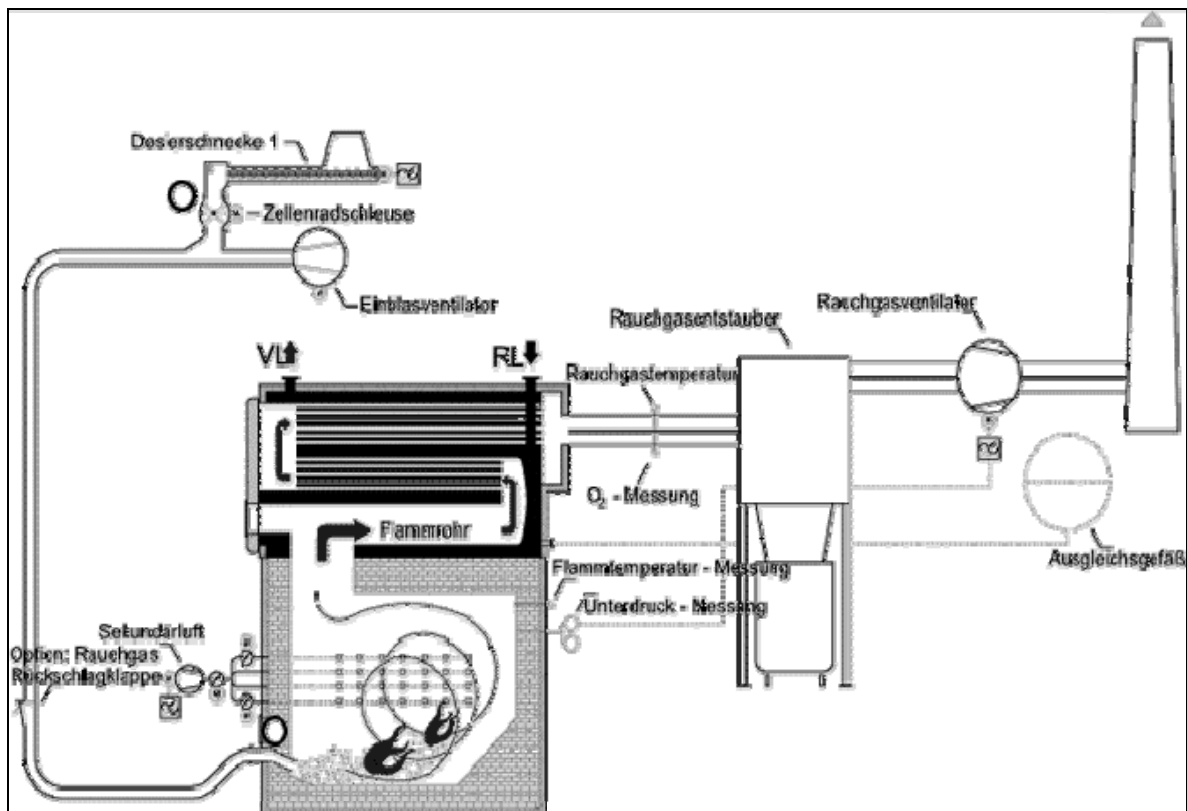


Abb. C-13: Einblasfeuerung [Fa. Mawera]

Durch eine spezielle Muffel wird Brennstoff zusammen mit der Primärluft in die Brennkammer eingeblasen und unter dosierter Sekundärluftzugabe verbrannt.

Vorteil der Einblasfeuerung ist der gute Ausbrand aufgrund der guten Durchmischung von Brennstoff und Verbrennungsluft und damit geringe Emissionswerte sowie eine gute Regelbarkeit. Ihr Einsatzgebiet beginnt bei ca. 1000 kW.

Weitere Feuerungsarten sind zum Beispiel: Vorofen- / Vorvergaserfeuerungen, Wirbelschichtfeuerungen und Kombinationen aus den bisher beschriebenen Anlagentypen. Wegen der geringen Verbreitung dieser Sonderformen wird an dieser Stelle auf eine nähere Beschreibung verzichtet.

1.4.3 Abgasreinigung

Dieses Kapitel beschreibt die Emissionen der Holzfeuerungsanlagen und Verfahren zur Abgasreinigung.

1.4.3.1 Emissionen

Da bei der Verbrennung von Holz wie bei jeder Verbrennung Emissionen anfallen und gesetzliche Emissionswerte eingehalten werden müssen, verfügen die HS-Feuerungsanlagen über eine nachgeschaltete Abgasreinigung.

Die zulässigen Emissionsgrenzwerte richten sich nach der Feuerungswärmeleistung und ggf. nach der Brennstoffgruppe. Eine Übersicht zeigt folgende Tabelle:

Tab.C-5: Emissionsgrenzwerte für Holzfeuerungen [8]

Brennstoffe	Brennstoff-Gruppe 4) stückiges naturbelassenes Holz einschließlich anhaftender Rinde, wie Scheitholz, Hackschnitzel, Reisig und Zapfen 5) nicht stückiges naturbelassenes Holz z.B. Sägemehl, Späne, Schleifstaub oder Rinde 5a) Preßlinge aus naturbelassenem Holz in Form von Holzbriketts entsprechend DIN 51731 oder vergleichbare Holzpellets oder andere Preßlinge aus naturbelassenem Holz mit gleichwertiger Qualität		Brennstoff-Gruppe 6) gestrichenes, lackiertes oder beschichtetes Holz sowie daraus anfallende Reste, soweit keine Holzschutzmittel verwendet wurden und Beschichtungen nicht aus halogenorganischen Verbindungen bestehen. 1) 7) Sperrholz, Spanplatten, Faserplatten oder sonst verleimtes Holz sowie daraus anfallende Reste soweit keine Holzschutzmittel verwendet wurden und Beschichtungen nicht aus halogenorganischen Verbindungen bestehen. 1)	
	> 15 kW ³⁾ bis < 1 MW	1 MW bis < 50 MW	≥ 50 kW bis < 1 MW	1 MW bis < 50 MW
Feuerungswärmeleistung ²⁾				
Anwendung	1. BImSchV	TA-Luft Abschnitt 3.3.1.2.1	1. BImSchV	TA-Luft Abschnitt 3.3.1.3.1
Bezugswert	13 % O ₂	11 % O ₂	13 % O ₂	11 % O ₂
Staub	150 mg/m ³	< 5 MW: 150 mg/m ³ ≥ 5 MW: 50 mg/m ³	150 mg/m ³	< 5 MW: 150 mg/m ³ ≥ 5 MW: 50 mg/m ³
CO	bis 50 kW 4g/m ³ über 50-150 kW 2g/m ³ über 150-500 kW 1g/m ³ über 500 kW 0,5 g/m ³	250 mg/m ³ < 2,5 MW nur bei Nennlast	bis 100 kW 0,8 g/m ³ über 100 - 500 kW 0,5g/m ³ über 500 kW 0,3 g/m ³	250 mg/m ³ < 2,5 MW nur bei Nennlast
NO _x (NO ₂)	-	500 mg/m ³ 4) (Wirbelschichtfeuerung 300 mg/m ³)	-	500 mg/m ³ 4) (Wirbelschichtfeuerung 300 mg/m ³)
Gesamt C	-	50mg/m ³	-	50mg/m ³
SO ₂ und SO ₃	-	-	-	-
Halogenverbindungen	-	-	-	30 mg/m ³ Chlorwasserstoff 5) 5 mg/m ³ Fluorwasserstoff
Sonstige Anforderungen	Grauwert heller I nach Ringelmannskala	Kontinuierliche Messung: 5 bis 25 MW >25 MW: Staub+CO	Grauwert heller I nach Ringelmannskala	Kontinuierliche Messung: 5 bis 25 MW Abgastrübung >25 MW: Staub+CO

1) Einsatz nur in Betrieben der Holzbe- und -verarbeitung gestattet
2) 1 MW = 1000 kW = 860.000 kcal/h. Die Abgrenzung für die verschiedenen Holzbrennstoffe nach der Feuerungswärme-Leistung ergibt sich aufgrund der 1. BImSchV und der 4. BImSchV/TA-Luft.
3) Kleinanlagen bis 15 kW. "Altanlagen" bis 22 kW Nennwärmeleistung. Kochherde und Kachelöfen ohne Heizeinsatz (Grundöfen) dürfen nur mit naturbelassenem, stückigem Holz einschließlich anhaftender Rinde betrieben werden (z.B. Scheitholz, Hackschnitzel sowie Reisig und Zapfen). Die Grenzwerte für Staub und CO entfallen bei diesen Feuerungsanlagen.
4) Möglichkeiten zur weiteren Verminderung durch feuerungstechnische Maßnahmen sind auszuschöpfen
5) Weitere Angaben und Anforderungen bezüglich Halogenverbindungen siehe Abschnitt 3.1.6. der TA-Luft
Anmerkung: Handbeschickte Feuerungsanlagen mit flüssigem Wärmeträgermedium sind grundsätzlich bei Vollast zu betreiben. Hierzu ist in der Regel ein Wärmespeicher erforderlich. Ausgenommen sind Feuerungen, die die Anforderungen auch bei Teillast erfüllen. Bei handbeschickten Feuerungen muß der Brennstoff darüber hinaus lufttrocken sein. Offene Kamine dürfen nur gelegentlich betrieben werden. In offen betriebenen Feuerungsanlagen darf nur naturbelassenes stückiges Holz verbrannt werden.

Die bei der Verbrennung entstehenden Schadstoffe lassen sich in Emissionen aus vollständiger und unvollständiger Verbrennung einteilen:

a) Emissionen aus vollständiger Verbrennung

- Kohlenstoffdioxid (CO_2)
- Stickoxide (NO_x)
- Asche, anorganischer Staub
- Schwefeldioxid (SO_2)

b) zusätzliche Emissionen aus unvollständiger Verbrennung

- Kohlenwasserstoffe
- Kohlenstoffmonoxid (CO)
- Stickstoffverbindungen (HCN , NH_3)
- unverbrannte Partikel (org. Staub)

CO₂-Emissionen:

Ein Produkt der vollständigen Verbrennung ist Kohlenstoffdioxid (CO_2), ein klimarelevanter Schadstoff, der nicht zu den Luftschadstoffen im engeren Sinn gezählt wird, da er in der natürlichen Umgebung vorhanden ist. Holz verbrennt nahezu CO_2 -neutral. Wird der kumulierte Energieaufwand, d.h. neben den Emissionen durch Verbrennung auch die vorgelagerten Prozessschritte wie Bearbeitung und Transport etc. mit berücksichtigt, so treten durch den Betrieb der Maschinen auch CO_2 -Emissionen auf.

NO_x-Emissionen:

Unter den NO_x -Emissionen versteht man die Schadstoffe Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid. Die Hauptquelle der Stickoxidemissionen bei der Holzfeuerung ist der im Brennstoff enthaltene Stickstoff. Dieser ist in Form von Proteinen und Aminosäuren gebunden.

Der Stickstoffanteil liegt, je nach Holzart zwischen 0,04-0,2 Gewichts-%.

Maßgeblich beeinflusst wird die Stickoxidbildung von der Verbrennungstemperatur und der Verweilzeit der Rauchgase.

CO-Emissionen:

Kohlenmonoxid entsteht bei der Verbrennung unter Luftmangel. Die Ursachen dafür liegen meist in einer ungenügenden Durchmischung unverbrannter Gase mit der Verbrennungsluft und einer zu geringen Verbrennungstemperatur.

Flugstaub und Flugasche:

Unter Flugstaub und Flugasche versteht man ein Verbrennungsprodukt vornehmlich aus Feststofffeuerungen, das von Verbrennungsgasen mitgeführt bzw. mechanisch mitgerissen wird oder beim Abkühlen aus dem Dampfzustand kondensiert. Hierbei kann es sich um Asche, Staub und Schwebstoffe handeln. Mit Hilfe moderner Filtertechniken (z.B. Elektro- oder Gewebefilter) kann Flugstaub aus dem Abgas abgeschieden werden.

1.4.3.2 Abgasreinigungsverfahren

Um die vorgegebenen Emissionsgrenzwerte im Abgas nach dem 1. bzw. 4. Bundes-Immissionsschutzgesetz einhalten zu können werden folgende Abgasreinigungsverfahren in Holzfeuerungen angewendet:

- Zyklon oder Multizyklon,
- Elektrofilter,
- Gewebefilter.

Seltener eingesetzt werden:

- Kiesbettfilter,
- Rauchgaskatalysator (RGKA),
- Keramikfilter.

In untenstehender Tabelle sind die verschiedenen Verfahren zur Emissionsminderung mit ihren typischen Vor- und Nachteilen gegenübergestellt:

Tab. C-6: Vergleich verschiedener Abgasreinigungsverfahren [IGEÜ, Neuried]

	ZYKLON	E-FILTER	G-FILTER	KIESBETTFILTER	RGKA	KERAMIKFILTER
Investitionskosten	+ niedrig	○ mittel	○ mittel	- hoch	- hoch	-- sehr hoch
Betriebskosten	+ praktisch keine	○ Stromeigenbedarf	○ Druckluft für Abreinigung, Ersatzschläuche	- Förderluft, Druckluft	+ niedrig	- Druckluft für Abreinigung, Ersatzkerzen
Sorption	- nicht geeignet	- nur mit vorgeschaltetem Reaktor	+ sehr gut geeignet	○ möglich	+ Naßwäsche	- nicht möglich wegen hoher Temperatur
Abscheidegrad Staub	- sehr unterschiedlich min. 50...150 mg/m ³	○ je nach Ausführung min. 5...50 mg/m ³	+ sehr gut geeignet min. 0,5...2 mg/m ³	○ mittel min. 20 mg/m ³	+ gut geeignet (2...5 mg/m ³)	+ gut geeignet (2...5 mg/m ³)
Abscheidung HCl, SO ₂	- nicht geeignet	- nur mit vorgeschaltetem Reaktor	+ sehr gut geeignet	+ gut geeignet	+ sehr gut geeignet	- in diesem Temperaturbereich nicht möglich
Temperaturbereich	+ bis > 1.000 °C	+ 150...350 °C	○ 130...240 °C	○ 130...300 °C	○ 100...250 °C	○ 240...800 °C
Druckverlust	+ niedrig (3...8 mbar)	+ niedrig (1,5...3 mbar)	- hoch (12...16 mbar)	- hoch (10...15 mbar)	○ mittel (4,5...6,4 mbar)	- hoch (je nach Ausführung) (15...50 mbar)
Verwertung der Rückstände	+ gut	○ je nach Temperatur gut möglich	○ je nach Temperatur und Sorption	○ je nach Temperatur und Sorption	- Entsorgung	+ gut
De-novo-Synthese	○ je nach Temperatur	○ je nach Temperatur	+ nicht möglich	○ je nach Temperatur	+ nicht möglich	○ je nach Temperatur (Vermeidung möglich)

Kiesbettfilter, Rauchgaskatalysatoren sowie Keramikfilter kommen in der energetischen Verwertung von Holzhackschnitzeln nur selten zum Einsatz und werden deshalb hier nicht näher beschrieben.

Nachfolgend werden die wichtigsten Emissionsminderungssysteme erläutert.

Zyklon

Nachfolgende Abbildungen zeigen den prinzipiellen Aufbau eines Zyklons und einen in Betrieb befindlichen Zyklon.

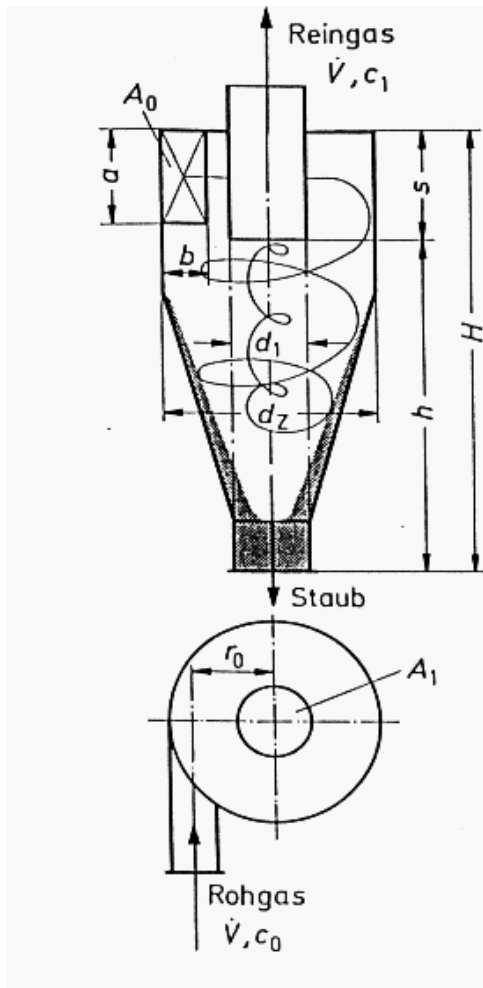


Abb.C-13: Prinzip Zyklon [Hemming]



Abb.C-14: Zyklon VG Kandel

Das staubführende Abgas wird entweder tangential oder über Leitschaufeln axial dem rotationssymmetrischen Abscheideraum zugeführt. In der Rotationsströmung wandern die Staubteilchen unter dem Einfluss der Zentrifugalkräfte und der Schwerkraft nach außen und nach unten. Sie gelangen z.B. in einem Staubsammelbehälter, indem sie sich absetzen können.

Das gereinigte Gas verlässt nach der Umkehr den Abscheider durch ein in der Zyklonachse angeordnetes Tauchrohr, wie in Abbildung C-13 dargestellt.

Der Zyklon wird bei HS-Feuerungsanlagen bis 1000 kW eingesetzt, da er den geforderten Staubgehalt von 150 mg/m^3 einhält. Zudem sind die Investitionskosten sowie der Wartungsaufwand sehr niedrig.

Die strengeren Anforderungen der 4. BimSchV kann er in der Regel nicht einhalten.

Multizyklon

Nachfolgende Abbildungen zeigen den prinzipiellen Aufbau eines Multizyklons und einen in Betrieb befindlichen 3-fach Multizyklon.

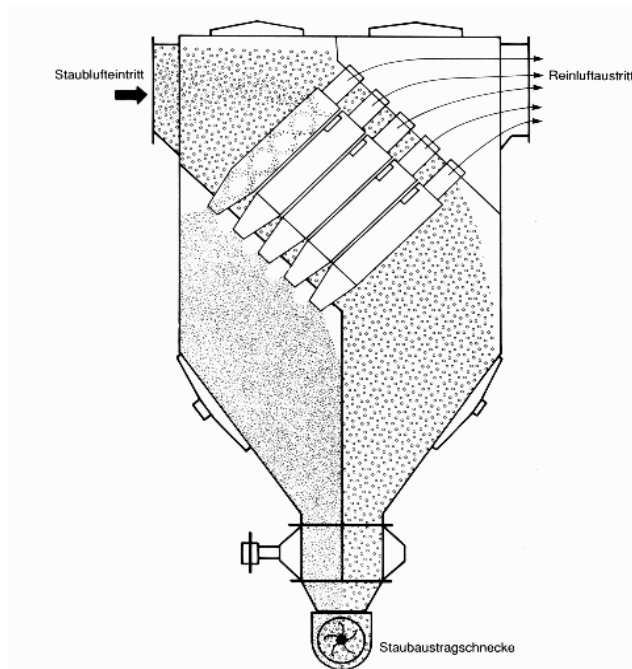


Abb.C-15: Prinzip Multizyklon [2]



Abb.C-16: Multizyklon Fa. Teba in
Hermeskeil

Zur Abscheidung kleinerer Korngrößen muss man die Zentrifugalbeschleunigung erhöhen. Dies erreicht man durch Verringerung des Bahnradius bzw. des Zyklon-Durchmessers. Eine Erhöhung der Gasgeschwindigkeit scheidet aus wirtschaftlichen Gründen aus. Da kleine Zyklone einen geringen Gasdurchsatz erlauben, vereinigt man viele kleine Zyklone zu einem Multizyklon.

Abbildung C-15 zeigt einen Multizyklonentstauber, der auch bei feinen Partikeln hohe Abscheidegrade erreicht. Der Entstauber besteht aus einer Anzahl von Kleinstzyklonen mit 20 cm Außendurchmesser, die, je nach der anfallenden Gasmenge, zu mehreren Blocks zusammengefügt werden.

Ein ähnliches Prinzip ist die Parallelschaltung mehrerer Kleinzyklone, wie in Abbildung C-16 ersichtlich.

Der Abscheidegrad für Kleinstpartikel liegt höher als bei einem einfachen Zyklon.

Drehströmungsentstauber: (Rotationszyklon)

Abbildungen C-17 und C-18 zeigen den Prinzipaufbau und einen eingebauten Rotationszyklon.

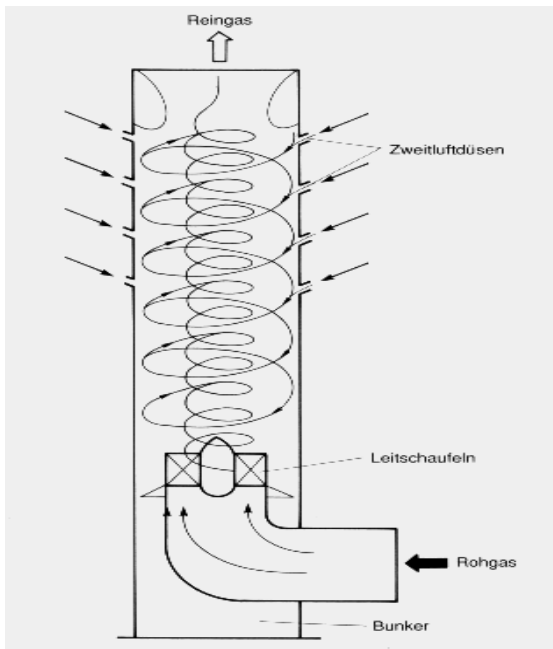


Abb.C-17: Prinzip Rotationszyklon [2] Abb.C-18: Rotationszyklon [Mawera]

Im Drehströmungsentstauber wirken zwei konzentrische Drallströmungen, die den gleichen Drehsinn haben, aber axial entgegengesetzt gerichtet sind. Den prinzipiellen Aufbau zeigt Abbildung C-17. Die innere Drallströmung wird durch das Rohgas gebildet, das durch einen Drallkörper mit einem feststehenden Leitgitter in Rotation gesetzt wird. Die äußere Drallströmung wird durch tangential eingeblasene Zweitluft erzeugt. Der Staub wird aus dem Rohgas infolge der Fliehkraft herausgeschleudert, gelangt in den Bereich der abwärts strömenden Zweitluft und wird mit ihr in den Bunker transportiert. Als Zweitluft kann ein Teil des Rohgases, Umgebungsluft oder Reingas verwendet werden.

Der Rotationszyklon liegt von der Abscheideleistung zwischen Zyklon und Multizyklon.

Elektroabscheider

Elektrische Abscheider gehören zu den wirksamsten Gasreinigungsapparaten. Sie zeichnen sich durch eine hohe Abscheidewirksamkeit und vielseitige Einsatzmöglichkeit aus. Die Funktionsweise hängt weitgehend von physikalischen und chemischen Einflussfaktoren ab. Allgemein kann man sagen, dass Partikelgrößen bis zu Bruchteilen eines μm erfasst werden und dass man hohe Abscheidegrade über 99,9% erreichen kann. Der Druckverlust eines

Elektroabscheiders liegt in der Größenordnung von 1-4 mbar.

Einzelelektroabscheider können bis zu Gasmengen von mehr als $10^6 \text{ m}^3/\text{h}$ (0°C , 1013 mbar) ausgelegt werden.

Elektrische Abscheider werden meist erst bei einer Feuerungswärmeleistung ab ca. 4-5 MW eingesetzt, da Zykclone die Emissionsanforderungen nicht mehr erreichen.

Die Investitionskosten sowie die Betriebskosten liegen etwa in der Mitte der Abscheidertypen (Vgl.Tab C-6).

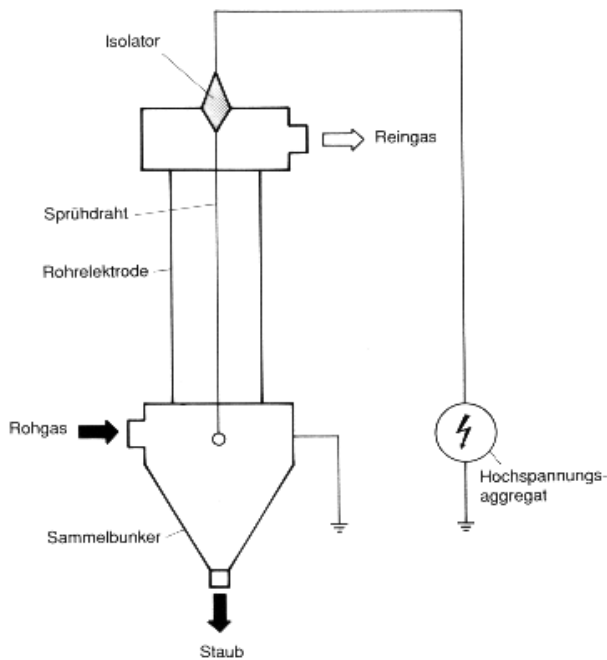
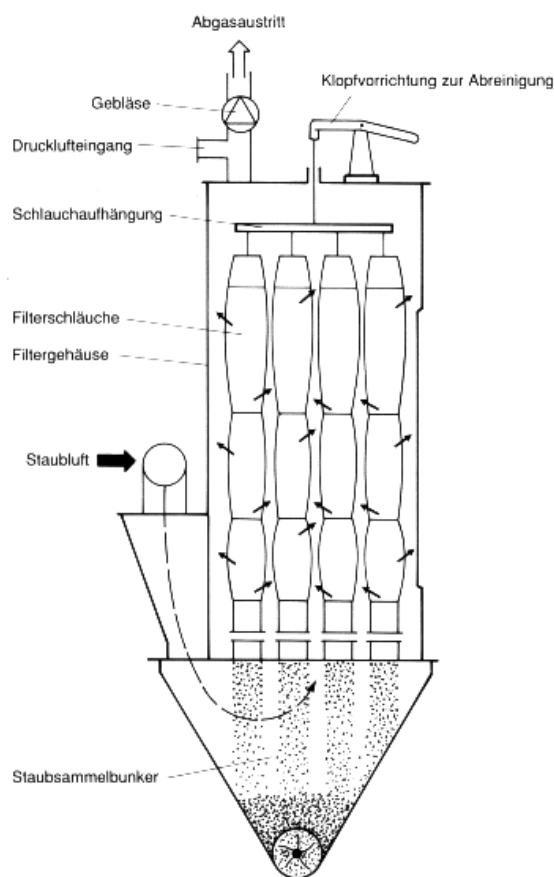


Abb.C-19 Prinzipaufbau Elektroabscheider [2]

Gewebefilter (Bsp. Schlauchfilter)

In einem geschlossenen Gehäuse hängt, je nach geforderter Leistung, eine Anzahl von Filterschläuchen. Der untere Teil des Gehäuses ist als Staubbunker ausgebildet. In ihn strömt während des Filtrvorgangs die Staubluft durch den Einlaß ein. Die groben Partikel fallen aus und werden mit dem bereits abgeschiedenen Staub durch eine Austragsvorrichtung entfernt. Die Staubluft strömt dann durch die Filterschläuche, läßt den Staub ab und verläßt, von einem Gebläse gefördert, den Entstauber durch den Austritt. Wenn die Filterschicht zu dick wird und dadurch der Druckverlust steigt, wird der Filter zur Abreinigung stillgelegt. Hierzu wird der Ausgang durch eine Klappe geschlossen und durch einen dafür vorgesehenen Anschluss Druckluft eingeblasen, die den Schlauch in umgekehrter Richtung durchspült. Gleichzeitig werden die Schläuche mit der Klopfvorrichtung über die Aufhängung durchgeschüttelt, so dass die Filtratschicht abfällt.



durchspült. Gleichzeitig werden die Schläuche mit der Klopfvorrichtung über die Aufhängung durchgeschüttelt, so dass die Filtratschicht abfällt.

Eine Filteranlage für kontinuierliche Prozesse muss deshalb aus mehreren solcher Filtereinheiten bestehen, da ein Filter immer während der Reinigungsperiode ausfällt.

Gewebefilter, wie zum Beispiel der Schlauchfilter, werden erst bei Anlagen ab einer Feuerungsleistung von über 5 MW verwendet. Sie besitzen eine Abscheidegüte von 0,2-5 mg/m³.

Abb.C-20: Prinzip des Schlauchfilters [2]

1.5 Reststoffe

Nachstehend sind die bei der Holzverbrennung anfallenden Reststoffe und die rechtliche Situation bezüglich Entsorgung bzw. Verwertung beschrieben

1.5.1 Asche

Bei der Verbrennung von Holz fallen naturgemäß Reststoffe in Form von Asche an. Diese besteht überwiegend aus mineralischen und anorganischen Bestandteilen des Holzes. Die anfallende Menge hängt dabei stark von Art und Zusammensetzung des eingesetzten Brennmaterials ab. Unterschiede bestehen auch zwischen den verschiedenen Baumarten. So liefert ein Festmeter Buchenholz etwa dreimal so viel Asche wie ein Festmeter Fichtenholz [9].

Der Ascheanfall beträgt z.B. für Sägespäne 0,5 bis 1,1 Gewichts-% der Brennstofftrockensubstanz, für Waldhackgut mit Rinde 1,0 bis 2,5 Gewichts-%.

Je nach Ort des Anfalls werden zwei Hauptfraktionen unterschieden:

Rostasche und Flugasche.

1.5.1.1 Rostasche

Rostasche fällt im direkten Verbrennungsbereich der Feuerung an. Sie besteht hauptsächlich aus mineralischen Rückständen und eventuell im Brennstoff enthaltenen Verunreinigungen. Ihr Anteil am Gesamtaufkommen liegt zwischen 30% bei Sägespänefeuerung und 90 % bei Hackgutfeuerung.

1.5.1.2 Flugasche

Flugasche, die in nachgeschalteten Abscheidern zurückbleibt, besteht überwiegend aus anorganischen Bestandteilen. Der Anteil liegt zwischen 70 % bei Spänefeuerung und 10 % bei Hackgutfeuerung.

1.5.2 Rechtssituation

Laut Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz ist Holzasche prinzipiell Abfall, der entweder verwertet oder entsorgt werden muss, wobei die Verwertung, solange sie schadlos erfolgt, Vorrang genießt. Aufgrund des hohen Nährstoffgehaltes von Holzaschen scheint eine Verwertung als Düngemittel, z.B. Ausbringung im Wald oder auf Feldern, zweckmäßig. Dies trifft allerdings nur auf Aschen unbehandelter Hölzer zu und muss im Einzelfall geprüft werden, da es derzeit an konkreten rechtlichen Vorgaben fehlt. Flugaschen können teilweise mit Schwermetallen belastet sein und werden deshalb nicht als Dünger eingesetzt.

Als weitere Möglichkeit kommt die Kompostierung in Betracht. Auch hier sollte im Einzelfall geprüft werden.

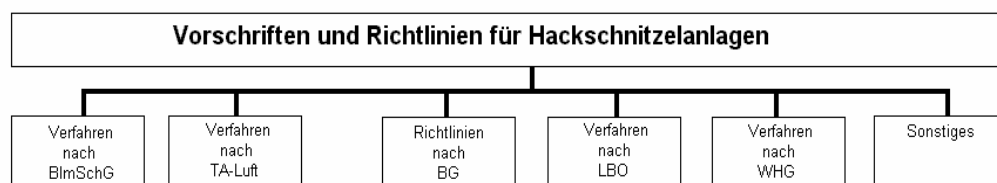
Scheiden diese Möglichkeiten aufgrund von Schadstoffbelastung oder regionalen Vorschriften aus, bleibt nur noch die Entsorgung der Asche über die zuständigen Entsorgungsbetriebe.

Generell lässt sich feststellen, dass zumindest die Rostasche aus kleineren Anlagen, die mit Waldhackschnitzeln oder unbehandelten Sägenebenprodukten befeuert werden, in der Regel kompostiert oder als Dünger ausgebracht werden kann.

Anhang D Vorschriften und Richtlinien

Vorschriften und Richtlinien

Bei der Konzeption neuer Hackschnitzel-Anlagen sind umfassende Vorschriften zu berücksichtigen. Im folgenden Diagramm D-1 wird ein Überblick der für Hackschnitzel-Anlagen zu beachtende Punkte gegeben, die ein Betreiber im Rahmen der genehmigungsrechtlichen Planung des Projektes zu berücksichtigen hat.



Diagr.D-1: Vorschriften und Richtlinien für HHS-Anlagen [8]

- BImSchG Bundesimmissionsschutzgesetz
- BG Berufsgenossenschaft
- TA-Luft Technische Anleitung Luft
- LBO Landesbauordnung
- WHG Wasserhaushaltsgesetz

Verfahren nach Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG / TA Luft)

Die Holzfeuerungsanlagen unter 1000 kW Nennleistung sind nicht genehmigungsbedürftig. Die maßgebliche Vorschrift ist die 1. Bundes-Immissionsschutzverordnung. Allerdings müssen solche Anlagen beim Landratsamt angemeldet werden.

Holzfeuerungsanlagen ab 1000 kW Nennleistung sind genehmigungsbedürftig. Dies gilt auch für mehrere kleinere Holzfeuerungsanlagen, die in einem räumlichen oder funktionalen Zusammenhang stehen, sofern ihre Gesamtleistung 1000 kW erreicht. Die maßgebliche Vorschrift ist die 4. Bundes-Immissionsschutzverordnung. Die Genehmigung ist beim zuständigen Landratsamt zu beantragen.

Vorschriften nach Berufsgenossenschaft (BG)

Schwerpunkt der Vorschriften der jeweiligen Berufsgenossenschaft sind der Schutz der mit dem Anlagenbetrieb beschäftigten Personen. Zur Verhütung von Unfällen bei Betrieb, Wartung und Instandhaltungsarbeiten sind verschiedene Unfallverhütungsvorschriften zu beachten.

Verfahren nach Wasserhaushaltsgesetz (WHG)

Ziel des Verfahrens nach dem Wasserhaushaltsgesetz ist die Überprüfung, ob im Zusammenhang mit dem Bau und Betrieb der geplanten Energieanlage eine Gefährdung des Grundwassers oder anderer Gewässer (z. B. Bäche, Seen) vorliegt und wie dieser vorgebeugt werden kann. Da im Verfahren nach BImSchG auch Schutzvorschriften für Grundwasser erfüllt werden müssen, ist ein gesondertes Verfahren nach dem WHG nur erforderlich, falls für den Betrieb wassergefährdende Stoffe in Anlagen aufbewahrt werden, welche im Sinne des BImSchG nicht der eigentlichen Energieanlage zuzurechnen sind.

Verfahren nach Landesbauordnung (LBO)

In den Bauordnungen der Länder ist die Errichtung von baulichen Anlagen gesetzlich geregelt. Da für Hackschnitzel-Anlagen ein Verfahren nach dem BImSchG einzuleiten ist, werden in diesem auch alle baurechtlichen Fragen geklärt. Ein gesondertes Verfahren nach der Landesbauordnung kommt auch hier nur für bauliche Anlagen zum Zuge, die nicht der eigentlichen Energieanlage im Sinne des BImSchG zuzurechnen sind. Soweit ein gesondertes Baugenehmigungsverfahren durchzuführen ist, gelten die üblichen baurechtlichen Verfahrensregeln. Für Hackschnitzelanlagen tritt insbesondere die Feuerungsanlagenverordnung in Kraft, in der alle Vorschriften hinsichtlich der Lagerung von Hackschnitzeln und der Bauausführung für Heizraum und Hochsilo geregelt sind. Diese können sich allerdings mit den Vorschriften des BImSchG überschneiden [8].

Anhang E **Adressenverzeichnisse**

Kontaktadressen mit Ansprechpartnern

Ministerium für Umwelt und Forsten

Kaiser-Friedrich-Straße 7

55116 Mainz

Ansprechpartner: MinR Dipl.-Ing. Gottfried Wirtz

Tel.: 06131/16-4644

Fax: 06131/16-4644

e-mail: gottfried.wirtz@muf.rlp.de

Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau

Stiftstraße 9

55116 Mainz

Ansprechpartner: Ltd.MinR Dipl.-Ing. Henner Graeff

Tel.: 06131/16-2114

Fax: 06131/16-2155

e-mail: Henner.graeff@mwwlw.rlp.de

Transferstelle für rationelle und regenerative Energienutzung-TSB

Berlinstraße 109

55411 Bingen

Ansprechpartner: Prof. Dr. Gunter Schaumann

Dipl.-Ing.(FH) Jörg Wirtz

Tel.: 06721/409-229

Fax: 06721/409-129

e-mail: wirtz@fh-bingen.de

Herstellerverzeichnis Holzhackschnitzelkessel

Fröling GmbH

Industriestr. 12
A-4710 Grieskirchen
Tel. 0043/7248/606-0 Fax /62387
Leistungsbereich 50-1000 kW

HDG Bavaria Heizkessel und Anlagenbau GmbH

Siemensstr. 6 und 22
D-84323 Massing
Tel. 08742/897-0 Fax /8159

Heizomat GmbH

Maicha 21
D-91710 Gunzenhausen
Tel. 09836/9797-0 Fax /979797

HESTIA Service GmbH Zillenber

Kappelstr. 12
D-86510 Ried bei Mering
Tel. 08208/1264 Fax 1514
Leistungsbereich 10-5.000 kW

Kohlbach Energiesysteme GmbH & Co.

Grazer Str. 26-28
A-9400 Wolfsberg
Tel. 0043/4352/2157-0 Fax /2157-11

Lambion GmbH

Auf der Walme 1
D-34454 Bad Arolsen
Tel. 05691/807-0 Fax /807-138

Mawera Holzfeuerungsanlagen GmbH & Co. KG

Neulandstr. 30

A-6971 Hard

Tel. 0043/5574/74301-0 Fax /74301-20

Mawera Kessel & Maschinen GmbH

Niederlassung Süddeutschland

Lindenstr. 6

D-89182 Bernstadt

Tel. 07348/7758+7759 Fax /5505

NOLTING Feuerungstechnik GmbH

Wiebuschstr. 15

32760 Detmold

Tel. 05231/9555-0 Fax /9555-55

Leistungsbereich 20-5.000 kW

Ökotherm GmbH

Träglhof Nr. 2

D-92242 Hirschau

Tel. 09608/9200-0 Fax /9200-11

Schmid GmbH & Co. KG Holzfeuerungen

Kettemerstr. 25

D-70794 Filderstadt

Tel. 0711/70956-0 Fax /7070956-10

Spänex / BHSR Energie- und Umwelttechnik GmbH

Industriestr. 1

D-32699 Exertal-Silixen

Tel. 05751/44035 Fax /44500

Tiba-Müller AG

Blechburgerstr.21

CH-4710 Balsthal

Tel. 0041/62/3861616 Fax. /3861615

Weiss Kessel- Anlagen- und Maschinenbau GmbH

Kupferwerkstr. 6

D-35684 Dillenburg-Frohnhausen

Tel. 02771/393-00 Fax /393-223

Leistungsbereich 500-25.000 kW

Wulff Deutschland GmbH Anlagentechnik Süd

Dieselstr. 12

D-61191 Rosbach v d Höhe

Tel. 06003/9418-0

WVT-Bioflam Wirtschafliche Verbrennungs-Technik GmbH

Bahnhofstr. 55-59

D-51491 Overath-Untereschbach

Tel. 02204/9744-0 Fax /9744-26

Leistungsbereich 15-6.000 kW

Zima W.Zirngibl GmbH

Badstr. 6

D-77855 Achern

Tel. 07841/3066 Fax /5687

Anhang F **Quellenangaben**

Quellenverzeichnis

[1] Arbeitsgemeinschaft f. sparsamen u. Umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.,
Daten und Faktensammlung zur Energiegewinnung aus Restholz,
Verlag Rationeller Energieeinsatz Hamburg, 1996

[2] Baumbach, Günter,
Luftreinhaltung, 3.Auflage,
Springer-Verlag, 1993

[3] Brenndörfer M., Dreiner K., Kaltschmitt M., Sauer N.,
Energetische Nutzung von Biomasse,
KTBL, 1994

[4] Bohn T., (Hrsg.),
Nutzung regenerativer Energie, Handbuchreihe Energie,
Verlag TÜV Rheinland, 1988

[5] Cerbe ; Hoffmann,
Einführung in die Thermodynamik, 10 Aufl.,
Hanser-Verlag München/Wien, 1994

[6] Fachinformationszentrum Karlsruhe,
**BINE Marktführer Energie, Erneuerbare Energien-Rationelle
Energieverwendung,**
C.F. Müller Verlag, 4.Auflage 1998

[7] Hessen Energie
Energienutzung aus Holzhackschnitzeln, Fachtext,
Gesellschaft für rationelle Energienutzung Wiesbaden, 1999

[8] Initiative Forst und Holz,
Holzenergie für Kommunen,
Forstabsatzfonds, 1998

- [9] Initiative Forst und Holz,
Moderne Holzfeuerungsanlagen,
Forstabsatzfonds, 1994
- [10] LWF Bericht Nr.11, Fischer M., Remler N.,
Kosten und Leistung bei der Bereitstellung von Waldhackschnitzeln,
Bayrische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 1998
- [11] LWF Bericht Nr. 14,
Eigenschaften von Holzaschen u. Möglichkeiten zur Wiederverwertung im Wald,
Bayrische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 1998
- [12] LWF Bericht Nr. 21,
Teilmechanisierte Bereitstellung, Lagerung und Logistik von Waldhackschnitzeln,
Bayrische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 1999
- [13] Marutzky R. ; Seeger K.,
Energie aus Holz und anderer Biomasse,
DRW–Verlag, 1999
- [14] Marutzky Rainer (Hrsg.),
Moderne Feuerungstechnik zur energetischen Verwertung von Holz u. Holzabfällen,
Springer–VDI–Verlag Düsseldorf, 1997
- [15] Umweltbundesamt (Hrsg.),
Jahresbericht, Umweltdaten Deutschland 1998,
Umweltbundesamt Berlin, 1999
- [16] VDI Berichte 851, VDI-Gesellschaft Energietechnik,
Regenerative Energien, Betriebserfahrungen u. Wirtschaftlichkeitsanalysen der Anlagen in Deutschland,
VDI-Verlag, Düsseldorf, 1991
- [17] VDI Berichte 1319, VDI-Gesellschaft Energietechnik,
Thermische Biomassenutzung–Technik und Realisierung,
VDI-Verlag, Düsseldorf, 1997

[18] Taurus Materialien Nr.1,

Wärme aus Holz, Wege zur Realisierung von Projekten am Bsp. der Region Trier,

TAURUS–Institut Trier

[19] Walter J.,

Projektblatt: Untersuchung der Nutzung von Holz u. Holzabfällen für den Einsatz in Energiesystemen in Rheinland-Pfalz,

TSB Bingen, 2000

[20] Wittkopf S.; von Weberau B,

Lagerung und Trocknung von Holzhackschnitzeln,

AFZ–Der Wald 54, 1999

[21] Faust S.; Steinmetz J.

Diplomarbeit: Konzeptstudie einer HHS-Feuerung am Beispiel des Bauhofes der Stadt Andernach,

FH-Trier, 1999

Anhang G

Glossar

Glossar

Die folgenden Begriffe sind alphabetisch geordnet.

Altholz Holzbauteile, -produkte und -materialien aus Gebäudeabbrüchen, Umbauten, Renovationen (z.B. Balken, Böden, Decken, Treppen, Fenster, Türen, Tische, Schränke, Stühle, Kisten, Paletten, Schalungen und Gerüste). Altholz kann naturbelassen, behandelt (z.B. Eisenbahnschwellen, Telefonmasten) und beschichtet (z.B. Furniere, Melaminbeschichtungen) sein. Je nach Behandlung und Beschichtung kann Altholz in unterschiedliche Klassen unterteilt werden, die nur in bestimmten Feuerungsanlagen verbrannt werden dürfen.

Amortisationsdauer Zeitpunkt, zu dem die mit einer Investition verbundenen Auszahlungen einschließlich des Investitionsbetrages durch die dadurch verursachten Einzahlungen bzw. Erlöse gedeckt werden.

Asche Bei der restlosen Verbrennung (Veraschen) von organischen Substanzen zurückbleibende anorganische Bestandteile. Es handelt sich hierbei um ein Gemisch von Carbonaten, Sulfaten, Phosphaten, Chloriden und Silicaten der Alkali- und Erdalkalimetalle sowie Eisenoxiden und dergleichen. Aufgrund ihres hohen Mineralstoffanteils können Holzaschen unter bestimmten Voraussetzungen als Düngemittel verwendet werden.

Aschegehalt ist die Menge an Verbrennungsrückstand, die beim Glühen des Brennstoffes unter festgesetzten Bedingungen entsteht, zumeist angegeben in Gewichts-Prozent. Bei vollständiger Verbrennung von Holz bleiben je 100 kg Brennstoff zwischen 0,2 und 0,6 kg Asche zurück.

Atmosphäre Die Atmosphäre ist die Lufthülle der Erde, sie wird in Schichten unterteilt. Die untere ist die Troposphäre, die sich bis in eine Höhe von etwa 12 km ausdehnt. Trockene Luft der Troposphäre setzt sich aus 78 % Stickstoff (N₂), 21 % Sauerstoff (O₂), 0,03 % Kohlenstoffdioxid (CO₂) und 0,97 % Edelgasen zusammen. Die Troposphäre enthält den größten Teil des atmosphärischen Wasserdampfs. Darüber befindet sich die Stratosphäre, die sich bis auf 50 km Höhe ausdehnt. Sie enthält die für das Leben auf der Erde wichtige, weil vor kurzweiliger UV-Strahlung schützende Ozon-Schicht, die durch Chlor-Fluor-Kohlenwasserstoffen (CFKW) – z.B. als Treibgas in Sprays, als Kältemittel oder andere Emissionen - gefährdet wird.

atro Abkürzung für "absolut trocken". Biomasse in absolut trockenem (d. h. wasserfreiem) Zustand kann nur durch künstliche Trocknung erreicht werden. Synonym wird auch der Begriff "wasserfrei" (wf) verwendet.

Bioenergie Sammelbegriff für Energieformen, die aus unterschiedlichen Arten von festen, flüssigen oder gasförmigen Biomassen gewonnen werden.

Biomasse Gesamtheit der durch Pflanzen und Tiere erzeugten organischen Substanz. Bei der Energiegewinnung aus Biomasse wird unterschieden zwischen speziell zur Energiegewinnung angebauten Pflanzen (Energiepflanzen), land- bzw. forstwirtschaftlichen Rückständen und/oder Nebenprodukten (z.B. Stroh, Gülle, Waldrestholz), Produkten der Landschaftspflege (z.B. Aufwuchs von Landschaftspflegeflächen), organischen Rückständen zur Verwertung bzw. Entsorgung aus industriellen oder (haus)wirtschaftlichen Prozessen (z.B. Bioabfall, Klärschlamm) oder um organische Produkte nach der Endnutzung (z.B. Altholz). Es kann sich dabei um Festbrennstoffe aus Lignozellulose (z.B. um schnellwachsende Baumarten), um zucker-, stärke- oder ölhaltige Pflanzen (z.B. Zuckerrüben, Kartoffeln, Raps) zur Erzeugung pflanzenbürtiger Kraftstoffe (z.B. Ethanol, Pflanzenöl, Pflanzenölmethylester) oder um gasförmige Energieträger (z.B. Biogas aus Gülle) zur Wärme- und Stromerzeugung handeln.

Biomassekraftwerk Anlage zur lokalen Erzeugung von Energie (Wärme und Strom) nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Mit einer stationären Kesselanlage, einer Dampfturbine oder einem Dampfmotor und nachgeschaltetem Generator wird Strom erzeugt. Die dabei entstehende Abwärme wird zur Warmwasserbereitung und zu Heizzwecken genutzt. Als Brennstoff kann Biomasse in Form von z.B. Holz oder Biogas eingesetzt werden.

Blockheizkraftwerk (BHKW) Anlage zur lokalen Erzeugung von Energie (Wärme und Strom) nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Mit einem stationären Verbrennungsmotor, einer kleinen Gasturbine oder einer Brennstoffzelle wird Strom erzeugt. Die dabei entstehende Abwärme wird zur Warmwasserbereitung und zu Heizzwecken genutzt. Als Brennstoff kann beispielsweise Dieselkraftstoff, Erdgas oder Pflanzenöl eingesetzt werden.

Brennholz Holz (mit oder ohne Rinde), das zum Einsatz als Brennstoff bestimmt ist. Dazu gehören neben dem 1 m langen Brennholz (Scheitholz, Prügel, Reisprügel) auch Schwarten, Spreißel und Hackschnitzel.

Brennwert H_o (früher oberer Heizwert) Als Brennwert (Symbol H_o) wird der Quotient aus der bei vollständiger Verbrennung einer bestimmten Brennstoffmenge freiwerdenden fühlbaren Wärmemenge und der Masse dieser Brennstoffmenge bezeichnet, wenn das bei der Verbrennung gebildete Wasser flüssig vorliegt und wenn die Temperatur des Brennstoffes vor der Verbrennung und die Temperatur der entstandenen Produkte nach der Verbrennung den jeweils festgelegten gleichen Wert hat. Das vor dem Verbrennen im Brennstoff vorhandene Wasser und das beim Verbrennen der wasserstoffhaltigen Verbindungen des Brennstoffs gebildete Wasser muss nach der Verbrennung in flüssigem Zustand und die Verbrennungsprodukte von Kohlenstoff und Schwefel gasförmig vorliegen. Eine Oxidation des Stickstoffs darf nicht stattfinden. Als bezogene Größen haben der spezifische bzw. der molare Heizwert die Dimension kJ/kg bzw. kJ/mol und der auf das Normvolumen bezogene die Dimension kJ/m³.

Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) 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 immissionsschutzrechtliche Genehmigung nach dem BImSchG ist für alle Anlagen erforderlich, die "in besonderem Maße geeignet sind, schädliche Umwelteinwirkungen hervorzurufen".

CO₂ siehe Kohlenstoffdioxid.

Derbholz Oberirdische Holzmasse ab 8 cm (früher 7 cm) Zopfstärke in Rinde. Das bei der Fällung am Stock bleibende Schaftholz zählt nicht dazu.

Elektroabscheider(-filter) In einem Elektrofilter werden feste oder flüssige Teilchen mit Hilfe elektrischer Kräfte aus einem Gasstrom entfernt. Sie sind besonders geeignet zur Entstaubung von großen Volumenströmen bei niedrigem Druckverlust.

Emissionen nennt man alle Absonderungen, die von festen oder beweglichen Anlagen (Maschinen, Kraftwerken, Autos) oder Stoffen (Abfall, Chemikalien usw.) in Form von Gas, Staub, Geräuschen, Strahlen, Wärme und Erschütterungen an die Umgebung (Umwelt) abgegeben werden. Zum Schutz von Menschen und Umwelt werden in Rechtsvorschriften (Technischen Anleitungen, z.B. TA Luft) Emissionsgrenzwerte festgelegt. Emissionen, die auf Mensch und Tier, Natur und Umwelt, Luft, Wasser oder Boden einwirken, werden an dem Ort, an dem sie eine

Wirkung entfalten, Immissionen genannt. Das Auftreten einer Immission unterscheidet sich meist erheblich von der Emission (z. B. wegen Verdünnung in der Atmosphäre oder biologischem Abbau im Wasser).

Energie kommt in der Natur in verschiedenen Formen vor. Energie kann man nicht herstellen oder vernichten, sondern nur von einer Form in eine andere umwandeln. So wird z.B. bei der Stromgewinnung aus Biomasse chemisch gebundene Sonnenenergie zuerst in Wärmeenergie, dann in mechanische Bewegungsenergie und schließlich in elektrische Energie überführt. Die Einheiten der Energie sind im internationalen Einheitensystem (SI, **S**ysteme **I**nternational d'Unites): Joule, Wattsekunde, Elektronenvolt u. Newtonmeter.

Energiehackgut Hackgut, das zur energetischen Nutzung bestimmt ist.

Energiepflanzen werden zum Zwecke der Energiegewinnung (z.B. Verbrennung) angebaut. Als Energierohstoff können die ganzen Pflanzen, Pflanzenteile oder Pflanzenabfälle eingesetzt werden.

Energiepolitik Die Summe der Maßnahmen, die von staatlicher Seite ergriffen werden, um Art und Umfang der Produktion, der Verteilung und des Verbrauchs von Energie zu beeinflussen. Beispiele sind Regelungen zur Sicherstellung einer umweltverträglichen Energieversorgung, die Besteuerung bestimmter Energien zur Preisbeeinflussung, das Einwirken auf die Wahl von Energieträgern durch Emissionsobergrenzen sowie internationale Verträge über den Im- und Export von Energieträgern. In ihren Auswirkungen betrifft die Energiepolitik jeden Bürger und jedes Unternehmen und wirkt in praktisch jeden Lebensbereich hinein. Sie ist eines der zentralen Felder auch der Umweltpolitik.

Energieträger Stoffe oder physikalische Erscheinungen, in denen Energie gespeichert ist.

Erdgas Brennbare, in der Erdkruste vorkommende, hauptsächlich aus gesättigten Kohlenwasserstoffen bestehende Gase, die je nach ihrer Herkunft unterschiedliche Zusammensetzung aufweisen. In erster Linie besteht Erdgas aus Methan (ca. 85 %). Der mittlere Heizwert (H_U) liegt zwischen 32 und 38 MJ/m³. Erdgas gilt als der umweltfreundlichste fossile Brennstoff wegen der geringen Schwefeldioxid- und Kohlenstoffdioxid-Emissionen bei seiner Verbrennung.

Erdöl ist einer der wichtigsten fossilen Rohstoffe, der zur Erzeugung von Benzin, Dieselkraftstoffen, Heizöl und Kunststoffen verwendet wird.

Erneuerbare Energien sind Energieträger, die "unendlich" lange zur Verfügung stehen, im Unterschied zu den fossilen Energieträgern (wie Kohle, Erdöl, Erdgas oder spaltbare Elemente), die an begrenzte Stoffvorräte gebunden sind. Zu den Erneuerbaren Energien zählen u.a. Sonnenenergie (Solarthermie, Photovoltaik), Wind- und Wasserkraft, Geothermie (Erdwärme) und die Energie aus der Verbrennung von Biomasse. In der Energieversorgung Deutschlands spielen die erneuerbaren Energien noch eine relativ geringe Rolle.

Feinhackgut Gehäckseltes Holz, das von wenigen Grobanteilen abgesehen aus Stücklängen unter 3 cm besteht.

Feinstflug- oder Gewebeasche Die Aschefraktion, die in (den Multizyklonen meist nachgeschalteten) Elektro- oder Gewebefiltern abgeschieden wird bzw. als Kondensatschlamm in Rauchgaskondensationsanlagen anfällt. Bei Biomasseheizwerken ohne entsprechende Apparate zur Feinstflugaschenabscheidung verbleibt diese als Reststaub im Rauchgas.

Festmeter (Fm) In der Forst- und Holzwirtschaft übliche Maßeinheit für die Holzmasse (Stammholz), die dem Rauminhalt eines Kubikmeters (m^3) entspricht.

Feuerungsanlagen sind Einrichtungen zur Erzeugung von Wärme durch Verbrennung von festen, flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen. Sie dienen zur Dampferzeugung oder Erwärmung von Wasser oder sonstigen Wärmeträgermedien für Industrie, Gewerbe oder Gebäudeheizungen. An Reststoffen aus Feuerungsanlagen fallen vor allem Aschen (Schlacken) und Filterstäube an.

Filter Technische Anlage zur Entfernung oder Verringerung von umweltrelevanten Emissionen (insbesondere Partikel). Üblicherweise werden in der Abluftreinigung Elektro-, Gewebe- und Keramikfilter verwendet.

Flugstaub und Flugasche Bezeichnung für ein Verbrennungsprodukt vornehmlich aus Feststofffeuerungen, das von Verbrennungsgasen mitgeführt bzw. mechanisch mitgerissen wird oder beim Abkühlen aus dem Dampfzustand kondensiert. Hierbei kann es sich um Asche, Staub und Schwebstoffe handeln. Mit Hilfe moderner Filtertechniken (z.B. Elektro- oder Gewebefilter) kann Flugstaub aus dem Abgas abgeschieden werden, er wird zur Flugasche. Die Flugasche enthält überwiegend SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , P_2O_5 sowie ziemlich alle anderen Metalle einschließlich ihrer natürlich vorkommenden radioaktiven Isotope. Je nach Filtertechnik kann mit dem Rauchgas verbliebener Reststaub durch den Kamin ausgetragen werden.

Fossile Brennstoffe bzw. Energieträger In der erdgeschichtlichen Vergangenheit aus Pflanzen entstandene feste, flüssige oder gasförmige Brennstoffe wie Kohle, Torf, Erdöl und Erdgas.

Fraktionierung Stufenweise Trennung eines Stoffgemisches in seine Bestandteile (Fraktionen) durch verschiedene Trennverfahren (z. B. Extraktion, Sedimentation, Siebung, Flotation, Kristallisation). Durch Siebanalysen können feste biogene Brennstoffe (z. B. Hackschnitzel) fraktioniert (d.h. in verschiedene Größenklassen eingeordnet) und in ihrem prozentualen Anteil ausgewiesen werden. Der Sägerestholzhandel in Deutschland verwendet in der Regel drei Lochsiebgrößen zur Fraktionierung: die Grob- (> 45 mm), Mittel- (5 bis 45 mm) und Feinfraktion (< 5 mm). Zusätzlich werden 2 mm und 8 mm Spaltsiebe eingesetzt.

Gewebefilter sind Oberflächenfilter, die aus lose aufgeschütteten oder fest miteinander verbundenen Faserschichten oder Körnern bestehen und zur Entstaubung eingesetzt werden. Beim Gewebefilter sollen möglichst wenig Staubpartikel aus dem Abgasstrom in das Filtermedium eindringen. Auf der Filteroberfläche entsteht mit der Zeit ein Staubkuchen, der das eigentliche, hochwirksame Filtermedium darstellt. Durch das allmähliche Anwachsen der Filterschicht entsteht ein Druckverlust im Abgasstrom. Deshalb muss der Staubkuchen von Zeit zu Zeit vom Filtermedium entfernt werden, z.B. durch automatische Druckimpulse.

Glühverlust Bezeichnung für die Gewichts-Differenz zwischen Abdampf- und Glührückstand bzw. zwischen Trockengewicht und Gewicht des Glührückstandes, je nachdem, ob man von flüssigen oder festen Stoffen ausgeht. Meist wird dieser Begriff verwendet für die Massendifferenz vor und nach der Konditionierung einer Probe während zwei Stunden bei 550°C bezogen auf die Ausgangsmasse. Der Glühverlust von Staub ist ein grobes Maß für den Gehalt an organischen Stoffen und gibt einen Hinweis auf die Vollständigkeit der Verbrennung.

Grob- oder Rostasche Im Verbrennungsteil der Feuerungsanlage anfallende Asche, die neben der Brennstoffasche auch mineralische Verunreinigungen des Brennstoffs (z. B. Sand, Erde, Steine) enthält. Insbesondere beim Einsatz von Rinde und Stroh als Brennstoff kann die Grobasche gesinterte Aschenteile und Schlackebrocken enthalten.

Grobhackgut Holzhackgut überwiegend mit Stücklängen über 3 cm.

Großbunde Transportfähige Bündel aus Schwarten und Spreißel vom Sägewerk.

Hackgut (Hackschnitzel) Maschinell zerkleinertes Holz mit und ohne Rinde bis zu einer maximalen Stücklänge von 30 cm.

Hackholz In manipulierbare Längen eingekürztes, (grob-)entastetes Derby- und/oder Reisholz, das zur Hackguterzeugung bestimmt ist.

Hackschnitzel, schwarz Rindenhaltige Hackschnitzel.

Hackschnitzel, weiß Hackgut ohne Rinde.

Hartholz Holz mit einer mittleren Darrdichte größer 550 kg/m^3 (Eiche, Buche, Birke, Ulme, Esche, Ahorn, Schwarzkiefer).

Heizkraftwerk Kraftwerk, das Strom und Nutzwärme erzeugt. Im Gegensatz zum Heizwerk, das nur Nutzwärme erzeugt.

Heizwert H_U (früher unterer Heizwert) Als Heizwert (Symbol H_U) wird der Quotient aus der bei vollständiger Verbrennung einer bestimmten Brennstoffmenge freiwerdende Wärmemenge und der Masse dieser Brennstoffmenge bezeichnet, wenn das bei der Verbrennung gebildete Wasser dampfförmig vorliegt und wenn die Temperatur des Brennstoffes vor der Verbrennung und die Temperatur der entstandenen Produkte nach der Verbrennung den jeweils festgelegten gleichen Wert hat.

Die Temperatur des Brennstoffs vor dem Verbrennen und die der Verbrennungsprodukte muss 25°C betragen. Zur Bestimmung des Heizwertes (H_U) muss das vor dem Verbrennen im Brennstoff vorhandene Wasser und das beim Verbrennen der wasserstoffhaltigen Verbindungen des Brennstoffs gebildete Wasser nach der Verbrennung im dampfförmigen Zustand und die Verbrennungsprodukte von Kohlenstoff und Schwefel gasförmig vorliegen. Eine Oxidation des Stickstoffs darf nicht stattfinden.

Als bezogene Größen haben der spezifische bzw. der molare Heizwert die Dimension kJ/kg bzw. kJ/mol und der auf das Normvolumen bezogene die Dimension kJ/m^3 . Größenmäßig ist der Heizwert kleiner als der Brennwert; er lässt sich aus diesem – nach DIN 51900 Tl. 1–3 (Aug. 1977) – mit Hilfe der Verdampfungsenthalpie des Wassers berechnen.

Holz-Briketts, -Pellets oder -Presslinge werden aus Schleifstaub und/oder Sägemehl durch mechanischen Druck hergestellt und dürfen keine chemischen Bindemittel enthalten.

Holzfeuchte Anteil des im Brennstoff enthaltenen Wassers, angegeben in Prozent der Masse, bezogen auf die Masse des wasserfreien Brennstoffes.

Hydraulikstoker Maschinelle Vorrichtung, die den Festbrennstoff Biomasse dosiert in den Feuerraum vorschiebt. Ein Flammenrückschlag aus dem Kesselraum wird verhindert, indem z.T. mehrere Klappen (sogenannte Rückschlagklappen) dem Stoker vorgelagert sind.

Immission Teil der Emission schädlicher Stoffe (Abgase aus Industrie, Straßenverkehr und Heizanlagen) sowie von Geräuschen, Erschütterungen, Gerüchen, Licht, Wärme und Strahlen, der auf Menschen, Tiere und Pflanzen sowie Sachgüter einwirkt. Ziel des gesetzlich geregelten Immissionsschutzes ist es, diese Immissionen so gering wie möglich zu halten. Dafür sind Immissionswerte festgelegt. Zentrale Vorschrift ist das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) mit seinen Verordnungen.

Industrieholz Rohholz, das mechanisch oder chemisch aufgeschlossen werden soll.

Industrierestholz Industrierestholz fällt als Produktionsrückstand bei der Holzbe- und -verarbeitung an. Es handelt sich um meist unbehandelte stückige Holzteile wie Holzschnitzel, Kappholz oder Ablängstücke aus Massivholz, Schwarten und Spreißel. Industrierestholz fällt vor allem bei Zimmereien, Schreinereien, Möbel- und Fertighausherstellern an.

Jahresdauerlinie Der stündliche Leistungsbedarf eines Versorgungsobjektes wird entsprechend der Außentemperatur für jede der 8760 Stunden des Jahres ermittelt und graphisch dargestellt. Dabei werden die Werte von links nach rechts absteigend zugeordnet. Der Flächeninhalt unterhalb der sich ergebenden Kurve entspricht dem Jahreswärmebedarf.

Kapitalwertmethode Dynamisches Verfahren der Investitionsrechnung.

Kappholz Kurze Holzstücke (mit oder ohne Rinde), die beim Abschneiden der Enden von Rund- oder Schnittholz anfallen.

Kessel- oder Wärmetauscherasche An Heißwasserkesseln oder Wärmetauscherrohren durch Kondensation und/oder Desublimierung von Alkalichloriden anfallende Asche. Die Ascheanlagerungen können durch Verwendung von Brennstoffen mit geringen Konzentrationen an K, Na, Cl und S sowie durch

automatische Abreinigungseinrichtungen (z. B. durch Druckluftstöße) weitgehend verhindert werden.

Kohlenstoffdioxid (CO₂) Farbloses, nicht brennbares, geruchloses und ungiftiges Gas, das mit ca. 0,03% natürlicher Bestandteil der Erdatmosphäre ist. CO₂ ist für langwellige Wärmestrahlen "undurchlässig". Somit verhindert es eine gleichgewichtige Abstrahlung der auf die Erde treffenden Sonnenstrahlen und ermöglicht damit die zum Leben notwendigen Temperaturen auf der Erdoberfläche bzw. in der Biosphäre. Als energetisch stabilste C-Verbindung ist das CO₂ die Schlüsselverbindung im Kohlenstoff-Kreislauf der Natur. Durch Assimilation wird es zusammen mit Wasser von Pflanzen mit Hilfe der Sonnenenergie bei der Photosynthese in energiereichere Kohlenhydrate überführt, wobei Sauerstoff frei wird. CO₂ dient damit als Grundsubstanz zum Aufbau aller organischen Verbindungen. Die Kohlenhydrate werden von tierischen Organismen als energieliefernde Substrate für deren Stoffwechsel aufgenommen, zu CO₂ und Wasser abgebaut und durch Atmung an die Außenluft abgegeben bzw. in Biomasse umgewandelt. Absterbende tierische und pflanzliche Organismen liefern beim aeroben Abbau ebenfalls CO₂, das entweder in die Atmosphäre abgegeben oder in Wasser gelöst wird, aus dem es als Carbonat-Gestein sedimentieren oder mit dem der Atmosphäre ausgetauscht werden kann.

Auch bei der energetischen Nutzung fossiler Energieträger (z. B. Kohle) wird CO₂ freigesetzt. Bei Verbrennung fossiler Energieträger reichert sich das vor Urzeiten fossil gebundene Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre über den natürlichen Gehalt hinaus an und kann zur Erwärmung des Erdklimas beitragen.

Kohlenstoffmonoxid (CO) Reiz-, farb- und geruchsloses Gas, das bei unvollständiger Verbrennung von organischen Verbindungen entsteht. Es wird in der Luft schnell zu Kohlenstoffdioxid umgewandelt. Es wirkt gesundheitsgefährdend, da es die Sauerstoffaufnahme des Blutes verhindert.

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) Energieerzeugungs- und Umwandlungsverfahren, bei dem gleichzeitig Strom und Wärme bereitgestellt wird. Durch die Nutzung der Abwärme, die beim Stromerzeugungsprozess in herkömmlichen Kraftwerken ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird, lässt sich der Energienutzungsgrad durch KWK entscheidend erhöhen (von 30 bis 45 % auf 80 bis 90 %). In Heizkraftwerken wird mit KWK gearbeitet. Als Blockheizkraftwerke werden kleinere, motorisch betriebene Heizkraftwerke bezeichnet, deren Motoren öl- oder gasbetriebene Verbrennungskraftmaschinen sind. Voraussetzung für den sinnvollen Einsatz der KWK ist der gleichzeitige Bedarf an Strom und Wärme sowie eine möglichst große Nähe des BHKW zum Endverbraucher.

Kraftwerk (Wärmekraftwerk) Anlage zur Umwandlung von Wärme hoher Temperatur in elektrische Energie.

Luftzahl Die Luftzahl λ ist das Verhältnis des zugeführten Luftsauerstoffs zum Sauerstoffbedarf. Eine Verbrennung mit $\lambda = 1$ bezeichnet man als stöchiometrische Verbrennung. Zur vollständigen Verbrennung muß die Luftzahl > 1 sein.

lutro Abkürzung für "lufttrocken": Gleichgewichtszustand zwischen Holzfeuchtigkeit und relativer Luftfeuchtigkeit, also kein statischer Zustand, sondern wechselnd, je nach Wechsel der relativen Luftfeuchtigkeit.

Maßeinheiten für Energie Nach dem Internationalen Einheitensystem (SI) ist "Joule" (J) die Einheit für Energie, Arbeit und Wärmemenge, "Watt" (W) die Einheit für Leistung, Energiestrom und Wärmestrom. Ein Joule ist definiert als Arbeit, die verrichtet wird, wenn der Angriffspunkt der Kraft 1 Newton (N) in der Richtung der Kraft um den Weg 1 m verschoben wird. 1 Newton ist dabei diejenige Kraft, die einem Körper der Masse 1 kg die Beschleunigung 1 m je Quadratsekunde erteilt. Ein Watt ist definiert als Leistung, bei der während der Zeit von 1 Sekunde die Energie von 1 Joule umgesetzt wird. Damit ist das Watt identisch mit 1 Joule pro Sekunde (1 Joule = 1 Wattsekunde). Demzufolge stellt Joule diejenige Arbeit dar, die bei einer Leistung von einem Watt während einer Sekunde produziert und/oder verbraucht wird.

Nachwachsende Rohstoffe Sammelbegriff für land- und forstwirtschaftlich erzeugte Rohstoffe wie Holz, Flachs, Raps, Zuckerstoffe und Stärke aus Rüben, Kartoffeln oder Mais, die nach der Aufbereitung einer weiteren technischen oder energetischen Anwendung zugeführt werden können. Auch tierische Rohstoffe wie Wolle und Leder lassen sich im weitesten Sinne zu dieser Kategorie zählen. Entscheidender Vorteil nachwachsender Rohstoffe im Vergleich beispielsweise zu Rohstoffen fossilen Ursprungs ist, dass sie prinzipiell unbegrenzt zur Verfügung stehen. Ein anderer Pluspunkt ist ihre CO₂-Neutralität bei der Verbrennung. Dies erklärt sich dadurch, dass das bei der Verbrennung von pflanzlichen Rohstoffen freiwerdende Kohlenstoffdioxid vorher von der Pflanze gebunden wurde. Die heute populärste Anwendung von nachwachsenden Rohstoffen ist der Einsatz von Holz in Feuerungen. Aber auch die chemische Industrie zeigt sich mehr und mehr interessiert, für die Bereitstellung ihrer Grundstoffe auf nachwachsende Rohstoffe zurückzugreifen und tut dies bereits heute in ganz beachtlichem Umfang. Auch wenn gerade in den letzten Jahren neue Produkte aus Nachwachsenden Rohstoffen auf den Markt gekommen sind - man denke nur an biologisch abbaubare Folien und Verpackungen - steht diese Branche erst am Anfang ihrer Entwicklung. Sicher ist es

notwendig, in jedem Einzelfall zu prüfen, ob der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen ökologisch wie ökonomisch wirklich sinnvoll ist; nicht in jedem Fall stellt ihr Einsatz nämlich die bessere Variante dar.

Naturbelassenes Holz Als naturbelassenes Holz bezeichnet man Holz, dass ausschließlich mechanischer Bearbeitung ausgesetzt und bei seiner Verwendung nicht mit Schadstoffen kontaminiert wurde. Hierzu zählt z.B. Waldrestholz.

Nennwärmeleistung Die Nennwärmeleistung ist die höchste von einer Feuerungsanlage im Dauerbetrieb nutzbare abgegebene Wärmemenge je Zeiteinheit.

Nettoenergiebilanz Gegenüberstellung aller Energiemengen, die für den Bau, den Betrieb und die Beseitigung eines Energiesystems benötigt werden, und derjenigen Energien, die von dem System im Laufe seiner Lebensdauer bereitgestellt werden. Ein Energiewandler mit negativer Energiebilanz verbraucht mehr Energie, als er bereitstellt.

NO_x Chemische Bezeichnung für → Stickstoffoxide mit verschiedenen Sauerstoffgehalten.

Nutzenergie Teil der Endenergie, die beim Verbraucher nach der letzten Umwandlung für den jeweiligen Nutzungszweck zur Verfügung steht und die dieser für die angestrebte Nutzung einsetzt (z.B. Licht für die Beleuchtung, mechanische Arbeit von Motoren, Wärme für die Raumheizung).

Nutzungsgrad Verhältnis der in einem Zeitraum (z.B. Jahr) nutzbar abgegebenen Energie zur gesamten zugeführten Energie.

Organische Rückstände fallen bei der Land- und Forstwirtschaft, der Industrie und den Haushalten an. Es zählen dazu: Abfall- und Restholz, Stroh, Gras, Laub, Dung, Klärschlamm und organischer Müll.

Organische Verbindungen Chemische Verbindungen mit einem Kohlenstoff-Grundgerüst, aus denen die belebte Natur aufgebaut ist. Etwa 90% der organischen Verbindungen bestehen aus C, H und O in wechselnden Mengenverhältnissen; Verbindungen, die nur aus C und H bestehen, heißen Kohlenwasserstoffe. Zahlreiche organische Verbindungen enthalten auch noch N, während S, P und die Halogene wesentlich seltener anzutreffen sind. Die Vielfalt und Vielzahl der organischen Verbindungen ist auf die besondere Fähigkeit der Kohlenstoff-Atome

zurückzuführen, untereinander Ketten und/oder Ringe zu bilden. Viele organische Verbindungen unterscheiden sich in ihrem Verhalten in der Umwelt und ihren Wirkungen auf Lebewesen erheblich. Besonders gefährlich sind Emissionen von solchen organischen Verbindungen, die in der Natur nicht abgebaut werden und sich im Organismus bzw. in der Umwelt anreichern.

Potential, erschließbares Das wirtschaftlich erschließbare Potential beschreibt den Anteil des → wirtschaftlichen Potentials, der unter realen Bedingungen erschlossen werden kann. Deshalb ist das erschließbare im Regelfall kleiner als das wirtschaftliche Potential. Es kann dann größer sein, wenn durch administrative Maßnahmen (z.B. Förderprogramme) eine Möglichkeit zur Nutzung regenerativer Energien unterstützt wird.

Potential, technisches Das technische Potential beschreibt den Anteil des theoretischen Potentials, der unter Berücksichtigung der gegebenen technischen Restriktionen nutzbar ist. Zusätzlich dazu werden die gegebenen strukturellen und ökologischen Restriktionen sowie gesetzliche Vorgaben berücksichtigt, da sie letztlich auch - ähnlich den technisch bedingten Eingrenzungen - "unüberwindbar" sind. Es beschreibt damit den zeit- und ortsabhängigen, primär aus technischer Sicht möglichen Beitrag einer regenerativen Energie zur Deckung der Energienachfrage. Da es wesentlich durch die technischen Randbedingungen bestimmt wird, ist es im Unterschied beispielsweise zu dem wirtschaftlichen Potential deutlich geringeren zeitlichen Schwankungen unterworfen. Das technische Potential wird immer in absoluten Werten angegeben, d.h., dass der heute bereits genutzte Anteil der jeweiligen Energieform darin enthalten ist.

Potential, theoretisches Das theoretische Potential beschreibt das in einer gegebenen Region innerhalb eines bestimmten Zeitraumes theoretisch physikalisch nutzbare Energieangebot (z.B. die in der gesamten Pflanzenmasse gespeicherte Energie). Es wird allein durch die gegebenen physikalischen Nutzungsgrenzen bestimmt und markiert damit die Obergrenze des theoretisch realisierbaren Beitrages zur Energiebereitstellung. Wegen unüberwindbarer technischer, ökologischer, struktureller und administrativer Schranken kann das theoretische Potential meist nur zu sehr geringen Teilen erschlossen werden. Ihm kommt deshalb zur Beurteilung der tatsächlichen Nutzbarkeit erneuerbarer Energien keine praktische Relevanz zu.

Potential, wirtschaftliches Das wirtschaftliche Potential beschreibt den ebenfalls zeit- und ortsabhängigen Anteil des technischen Potentials, der im jeweils betrachteten Energiesystem wirtschaftlich erschlossen werden kann. Da es sehr unterschiedliche Möglichkeiten gibt, die Wirtschaftlichkeit einer Technik zur Deckung

der Energienachfrage zu bestimmen, existieren immer eine Vielzahl unterschiedlichster wirtschaftlicher Potentiale. Zusätzlich dazu kommen noch sich laufend ändernde wirtschaftliche Randbedingungen (z.B. Ölpreisänderung, Veränderung der steuerlichen Abschreibungsmöglichkeiten).

Presslinge Aus Holz- und/oder Rindenteilchen erzeugte Pressformen (z.B. Briketts, Pellets) verschiedener Größe, die mit oder ohne Bindemittel hergestellt werden.

Primärenergie Primär- oder Rohenergie ist der Energiegehalt von → Primärenergieträgern.

Primärenergieträger sind Energieträger, die noch keiner Umwandlung unterworfen wurden. Primärenergieträger sind sowohl fossile Brennstoffe wie Stein- und Braunkohle, Erdöl und Erdgas sowie Kernbrennstoffe als auch erneuerbare Energien wie Wasserkraft, Sonnenenergie, Windkraft und Erdwärme.

Prozessenergie Energie meist in Form von Wärme im Temperaturbereich über 100 °C für gewerbliche und industrielle Produktions- und Fertigungsverfahren.

Raummeter (Rm) In der Forst- und Holzwirtschaft übliches Maß für 1 Kubikmeter aufgesetztes oder geschichtetes Holz unter Einschluss der Luftzwischenräume. Gelegentlich wird für Industrie- und Brennholz auch die Bezeichnung "Ster" oder "Schichtraummeter" verwendet.

Regenerative Energie Energieträger und -formen, die sich ständig auf natürliche Weise erneuern.

Reisholz Oberirdisches Holz mit weniger als 8 cm (früher 7 cm) Stärke in Rinde.

Restholz Fällt in Sägewerken (Rinde, Vollholz, Sägespäne) und weiterverarbeitenden Betrieben (Sägespäne, Hobelspäne, Splitter, stückige Abfälle, Ausschuss, verunreinigte Abfälle) an.

Rinde Ummantelung des Holzkörpers eines Baumstammes.

Rohdichte Quotient aus der Masse eines Holzkörpers und seinem Volumen einschließlich aller Hohlräume (Poren und Gefäße), bezogen auf einen bestimmten Wassergehalt.

Rohholz Gefälltes, entwipfeltes und entastetes Holz mit oder ohne Rinde, das auch abgelängt und/oder gespalten sein kann, jedoch noch nicht weiter bearbeitet und behandelt ist.

Rundholz Holz, das sich durch Querschneiden von Stamm und Ästen ergibt.

Sägespäne beim Sägen von Holz anfallende Späne bis ca. 0,5 cm.

Sauerstoff (O₂) Natürlicher Bestandteil der Atmosphäre. Farb- und geruchloses Gas, das mit fast allen Elementen außer Edelgasen reagiert. Seine Reaktionsprodukte nennt man Oxide. Sauerstoff ist lebensnotwendig für alle Lebewesen auf der Erde.

Scheiter Stückholz mit einer Länge von 25 bis 50 cm.

Schichtraummeter → Raummeter geschichteter Holzteile (z.B. →Scheiter).
Abkürzung: Rm, rm.

Schichtholz Sortiment aus Rund- und/oder Spaltholz, das nach Masse oder Stapelvolumen gemessen wird.

Schlacke Fester Verbrennungsrückstand; Asche, die geschmolzen war und wieder erstarrt ist.

Schüttraummeter Ein Kubikmeter Schüttgut (z.B. Hackgut, Sägespäne oder andere Granulate). Abkürzung: Sm³, Srm, SRm.

Schüttkubikmeter → Schüttraummeter : Sm³.

Schwarten Beim Einschneiden von Rundholz anfallende Randzonen

Schwefeldioxid (SO₂) ist ein farbloses, stechend riechendes Gas. Es entsteht überwiegend als unerwünschtes Nebenprodukt bei der Verbrennung schwefelhaltiger fossiler Energieträger wie Kohle oder Öl. SO₂ ist in der Atmosphäre einer Reihe von Umwandlungsprozessen unterworfen, als deren Folge beispielsweise schweflige Säure, Schwefelsäure, Sulfite, Sulfate u.a. Stoffe entstehen können. Diese führen vermisch mit Wasser und Salpetersäure (Stickstoffoxide) zur Bildung des sauren Regen, der für das Waldsterben mitverantwortlich ist. Natürliche Vorkommen an Schwefeldioxid finden sich u. a. in vulkanischen Gasen und teilweise im Erdgas. Gesetzliche Maßnahmen zur Entschwefelung von Verbrennungsanlagen sind im wesentlichen im Bundesimmissionsschutzgesetz (TA Luft) und in der

Großfeuerungsanlagenverordnung festgeschrieben. Es konnte dadurch erreicht werden, dass die SO₂-Emissionen in Deutschland von rund 3,7 Mio t im Jahre 1970 auf etwa 1 Mio t im Jahre 1990 zurückgingen.

Schwermetalle kommen in der Natur (Gesteine, Böden, Wasser, Pflanzen) nur in sehr geringen Konzentrationen vor. Die Quellen für die Schwermetall-Immissionen sind teils natürlichen Ursprungs (Vulkane, Verwitterung), teils anthropogen als Folge der Industrialisierung. Schwermetalle werden bei Verhüttungs- und Wärmegewinnungsprozessen, im Kraftfahrzeugverkehr, durch Korrosion technischer Bauwerke, im Bergbau und bei der Abfallbehandlung freigesetzt. In Böden können sich Schwermetalle durch Verwitterung, Immissionen und Abfallstoffe anreichern. Einige sind als Spuren- oder Mikronährstoffe für den Stoffwechsel von Mikroorganismen, Pflanzen und Tieren essentiell. Andererseits entfalten zahlreiche Schwermetalle, nicht nur als elementarer Staub, sondern besonders in Form der löslichen Salze schon in sehr geringen Konzentrationen toxische Wirkungen. Als giftig gelten insbesondere Blei, Cadmium und Quecksilber.

SNP siehe Restholz.

Spaltholz Holz, das sich durch Spalten von Rundholz ergibt.

Späne Fallen bei der Holzverarbeitung an und sind nur für spezielle Feuerungen geeignet.

Spreißel Beim Besäumen von Schnittholz anfallende Teile, die Reste der Rundholzoberfläche mit oder ohne Rinde zeigen.

Stamm Vom Wurzelstock getrennter, gezopfter und entasteter Schaft.

Staub/Partikel In der Luft verteilte feste Teilchen aus natürlichen oder vom Menschen zu verantwortenden Quellen. Feinstaub mit einer Teilchengröße unter fünf Mikrometern bleibt bis zu 14 Tagen in der Atmosphäre und kann in dieser Zeit über große Strecken transportiert werden.

Ster siehe Raummeter (Rm).

Stickstoffoxide (NO_x) Sammelbegriff für alle Oxide des Stickstoffs wie z.B. Stickstoffmonoxid NO, Distickstoffoxid N₂O und Stickstoffdioxid NO₂. Stickstoffoxide greifen die Schleimhäute der Atmungsorgane an und begünstigen Atemwegserkrankungen. In der Luft reagieren die Stickoxide in Verbindung mit

Wasser zu Salpetersäure und sind für den Sauren Regen mitverantwortlich und sind damit auch für Pflanzen schädlich. Stickstoffoxide tragen auch in komplizierter Weise zur Entstehung des photochemischen Smogs bei (Ozon).

Stickstoffoxide entstehen vor allem als ungewollte Nebenprodukte bei Verbrennungsprozessen mit hohen Temperaturen sowohl in Kraftfahrzeugmotoren und Kraftwerken wie auch in der chemischen Industrie bei der Düngemittelherstellung. In der Natur entsteht NO_x aus durch Bodenbakterien produziertem N₂O (Denitrifikation), insbesondere beträgt die N₂O-Produktion tropischer Regenböden etwa das 10fache normaler Böden. Das klimarelevante N₂O entsteht auch als Nebenprodukt bei der Denitrifikation (besonders bei starker Stickstoff-Düngung) und z.T. auch bei der Nitrifikation.

Stromeinspeisungsgesetz Im Stromeinspeisungsgesetz hat der Gesetzgeber die Abnahme und Vergütung von Strom geregelt, der aus erneuerbaren Energien stammt. Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) sind danach verpflichtet, den in ihrem Versorgungsgebiet erzeugten Strom abzunehmen und zu vergüten. Die Vergütung für Strom aus Biomasse beträgt mindestens 80 % des Durchschnittserlöses pro Kilowattstunde aus der Stromabgabe von EVU an Letztverbraucher. Zum Vergleich: Die Vergütung für Strom aus Sonnenenergie und Windkraft beträgt mindestens 90 % des Durchschnittserlöses.

Stromkennzahl (von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen) Verhältnis von elektrischer Leistung zu Wärmeleistung.

Stückholz Ofenfertiges Holz: für den Einsatz als Brennstoff aufbereitetes Holz

- kurzes Stückholz Stücklänge über 15 cm bis ca. 50 cm
- langes Stückholz Stücklänge über 50 cm bis ca. 100 cm.

TA Luft Abkürzung für Technische Anleitung (TA) zur Reinhaltung der Luft, eine Allgemeine Verwaltungsvorschrift auf der Grundlage des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Diese beinhaltet die Umsetzung der im letzteren nicht genauer festgelegten gesetzlichen Anforderungen für genehmigungsbedürftige Anlagen in Form von Grenzwerten. Die TA Luft von 1974 wurde 1983 erstmals novelliert. Dabei wurden nach dem eingeführten Vorsorgeprinzip Auflagen für genehmigungspflichtige Anlagen so formuliert, dass die Anforderungen um so schärfer wurden, je größer das Risikopotential der betroffenen Schadstoffe eingestuft wurde, sind unbedingt einzuhalten. Die TA Luft enthält einzuhaltende Emissionswerte, Grenzwerte, Immissionswerte und im besonderen Schwellenwerte für staub- und gasförmige Stoffe.

Treibhauseffekt bezeichnet die Eigenschaft der Atmosphäre, einfallendes sichtbares Licht weitgehend durchzulassen, die längerwellige Rückstrahlung (IR-Strahlung) der Erdoberfläche aber stärker zu absorbieren. Der natürliche T. der Erdatmosphäre hebt die durchschnittliche Temperatur der Erdoberfläche von ca. -18 auf ca. $+15$ °C. Damit verhält sich die Atmosphäre ähnlich wie das Glasdach eines Treibhauses. Der natürliche Treibhauseffekt der Erdatmosphäre geht zu zwei Dritteln auf Wasserdampf, zu einem Viertel auf Kohlenstoffdioxid, zu ca. 2 % auf Methan und zu rund einem Zehntel auf andere Klimawirksame Atmosphärenbestandteile zurück.

Wird heute von Treibhauseffekt gesprochen, ist oft eine weitere Erwärmung gemeint, die aufgrund der Konzentrationszunahme von Kohlenstoffdioxid, Methan, FCKW, Distickstoffoxid sowie anderen Spurengasen postuliert wird. Dabei sagen die meisten Modelle bei weiter anwachsender Bevölkerung in den nächsten 50 Jahren eine globale Temperaturerhöhung um 1,5 bis 4,5 °C voraus, je nach Annahme über Emissionen, ihre Wirkungen und die Wechselwirkungen mit anderen Umweltkompartimenten. Folgen von Temperaturerhöhungen sind z.B. das Steigen des Meeresspiegels durch das Abtauen des Polkappeneises oder eine Verschiebung der Klimazonen.

Trockensubstanz Nach dem Trocknen unter bestimmten Bedingungen verbleibender wasserfreier Anteil eines Stoffes. Die beim Trocknen eintretende Gewichtsabnahme eines Stoffes wird als Trockenverlust bezeichnet. Pflanzliche Frischsubstanz abzüglich (Roh)Wasser umfasst sowohl organische als auch anorganische Stoffe.

Verbrennungsluft Zur Verbrennung von Stoffen ist Sauerstoff notwendig, der aus der Umgebungsluft, welche der Verbrennung zugeführt wird, entnommen wird.

Vollastbenutzungsdauer Quotient aus der jährlich erzeugten Energie (z.B. Wärmemenge) und der Nennleistung einer Anlage zur Energieumwandlung.

Waldhackgut Hackgut, das aus → Hackholz hergestellt wird.

Waldrestholz Naturbelassenes und daher unbelastetes Holz, das direkt aus den Forsten stammt. Sowohl Stämme als auch daraus gewonnene Hackschnitzel werden als Waldrestholz bezeichnet.

Wassergehalt Anteil des im Brennstoff enthaltenen Wassers, angegeben in Prozent der Masse, bezogen auf die Masse des wasserhaltigen Brennstoffes.

Weichholz Holz mit einer mittleren Darrdichte bis 550 kg/m^3 (Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche, Erle, Weide und Pappel).

Wirkungsgrad Der Wirkungsgrad einer technischen Anlage (z.B. Kraftwerk) ist ein Maß für das Verhältnis des erreichten Nutzens gegenüber dem eingesetzten Aufwand oder auch das Verhältnis (der Quotient) aus nutzbarer Energie zu eingesetzter Energie. Der Wirkungsgrad ist dabei vor allem ein Kriterium für die Güte eines Prozesses.

Zellulose (Cellulose) ist sowohl von der Menge als auch von ihrer Verbreitung her das häufigste und bedeutendste Biopolymer in der Natur. Zellulose ist ein wasserunlösliches Polysaccharid der formalen Bruttozusammensetzung ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$). Nahezu alle Zellwände der lebenden und abgestorbenen Pflanzenteile bestehen aus Zellulose; diese verleiht den Pflanzen Festigkeit und macht sie gegen den Einfluss des Regens unempfindlich. Die Zellulose der verwesenden Pflanzenteile wird durch Bakterien und Pilze unter Aufbau körpereigener Stoffe zu Kohlenstoffdioxid und Wasser abgebaut. Im Holz ist die Zellulose (40 bis 50%) mit Lignin (20 bis 30%) und anderen Begleitsubstanzen (10 bis 30% Polyosen und andere Zellulosefreie Bestandteile sowie ca. 1% Mineralstoffe) vergesellschaftet.

Zündtemperatur Die niedrigste Temperatur, bei der sich ein dampfförmiges Luft/Lösemittel-Gemisch in einer genormten Apparatur an einer erhitzten Wand entzündet.

Zyklon Zyklone sind Fliehkraftabscheider, die Stäube aus der Luft oder aus Suspensionen entfernen.

Zyklonflugasche Als feine Partikel in den Rauchgasen mitgeführte feste, überwiegend anorganische Brennstoffbestandteile, die als Stäube im Wendekammer- und Wärmetauscherbereich der Feuerung sowie in, dem Kessel nachgeschalteten Fliehkraftabscheidern (Zyklonen) anfallen.

Anhang H

Herstellerinformationen