

Heizen mit Getreide

Diese Ausarbeitung informiert Sie über die Besonderheiten des Brennstoffes Getreide, die technischen Anforderungen und die rechtliche Situation in Deutschland.

Ausgangssituation

Seit Ende des letzten Jahrtausends ist in Deutschland das Bedürfnis der Menschen nach Wärme oder Energie höher bewertet als das Bedürfnis nach Nahrung – eine Folge des Preisverfalls auf den Getreidemärkten sowie eines zunehmenden Preisanstiegs auf den fossilen Brennstoffmärkten. Im Jahr 2005 kosteten Getreidekörner bezogen auf ihren Energieinhalt nur etwa die Hälfte des Heizöls. Dies heizte vor allem in landwirtschaftlichen Kreisen die Diskussion um die thermische Nutzung von Getreidekörnern an, was in Deutschland aber auch kritische Stimmen hervorrief. Neben ethischen Bedenken in der Bevölkerung sind es vor allem die Behörden, die aus Immissionsschutzrechtlichen Gründen dem Verbrennen von Getreide in Kleinfeuerungen skeptisch gegenüber stehen.

Der enorme Anstieg der Getreidepreise im Wirtschaftsjahr 2007/2008 brachte kurzzeitig das Interesse an der Getreideverbrennung zum Erliegen und die „Teller-Tank-Diskussion“ ins Rollen. Spätestens Mitte 2008 normalisierten sich die Agrarmärkte wieder: Die Getreidepreise sind seither auf deutlich niedrigerem Niveau, was den Brennstoff Getreide erneut aufs Tablett bringt. Allerdings hat im Zuge der Finanzkrise auch der Heizölpreis etwas nachgegeben. Experten rechnen damit, dass zukünftig mit stärkeren Schwankungen sowohl auf den Agrar-, als auch Energiemärkten zu rechnen ist. Zudem wird eine zunehmende Kopplung dieser beiden Märkte vermutet.

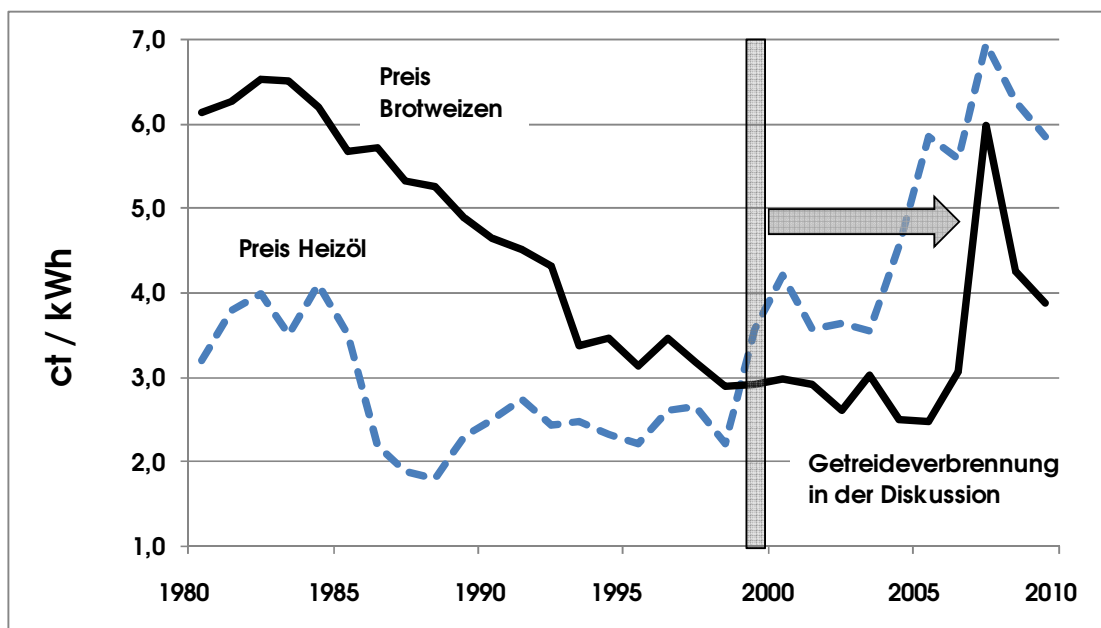


Abbildung 1: Entwicklung des Energie- und Agrarmarktes (Preise: Statistisches Bundesamt, ZMP, eigene Darstellung)

Wichtige Brennstoffeigenschaften

Preiswerte Brennstofffraktionen

Einmal abgesehen vom Ausnahmejahr 2007/2008 bewegten sich die Preise für marktfähiges Getreide in den letzten 15 Jahren meist zwischen 80 und 150 € / t. Auf den Heizwert des Getreides bezogen, entspricht dies einer Preisspanne von 2,0 bis 3,7 Cent/kWh und Getreidekorn ist somit seit etwa 1999 deutlich günstiger zu beziehen als Heizöl. Selbst der spezielle Anbau von Energiegetreide zur Eigenversorgung erscheint unter diesen Umständen sinnvoll.

Noch interessanter sind aber minderwertige Getreidepartien, die z. T. nicht mehr im Nahrungs- und Futtermittelsektor nutzbar sind, wie Abgänge aus der Getreideaufbereitung (Abputz, Siebweizen), Auswuchsgetreide oder mit Schädlingen bzw. Pilzsporen belastetes Getreide. Gerade auch Mühlen, Landhandel oder Saatguthersteller, bei denen größere Mengen dieser Sortimente anfallen, haben den Wunsch, diese auch vorteilhaft energetisch nutzen zu können.

Gute mechanische/physikalische Eigenschaften

Getreide hat für einen Biobrennstoff mit einer Schüttdichte von 750 kg/m³ eine, im Vergleich zu anderen alternativen Brennstoffen, hohe Dichte und benötigt somit wenig Lagervolumen. Zudem besitzt es eine gute Rieselfähigkeit und eine große Homogenität, so dass eine optimale Transport- und Dosierfähigkeit gegeben ist. Sogar der Begriff "Naturpellets" wird hin und wieder aus diesen Gründen für Getreidekörner verwendet. Hinsichtlich der Zuführung des Brennstoffes vom Brennstofflager zur Stockerschnecke des Heizkessels, die den Brennstoff unmittelbar in den Brennraum einbringt, gibt es sehr günstige und robuste Lösungen mittels Schwerkraft. Raumaustragungen, wie sie für brückenbildende Brennstoffe wie Hackschnitzel eingesetzt werden, sind nicht unbedingt vonnöten, können aber ins Auge gefasst werden, um eine möglichst breite Brennstoffflexibilität zu erhalten. Eine Unterbringung des Brennstofflagers im Keller eines Wohnhauses ist mit Vorsicht zu genießen, da man sich leicht Ungeziefer ins Haus holen kann.

Der Heizwert von Getreide ist mit dem von Holzbrennstoffen vergleichbar. Durch den tendenziell geringeren Wassergehalt liegt er bei Getreide mit ca. 4 kWh/kg sogar leicht höher als bei ofentrockenem Holz. Ein Liter leichtes Heizöl lässt sich somit rechnerisch durch 2,5 kg Getreide ersetzen.

Inhaltsstoffe

Bis zum Brennraum der Feuerungsanlage ist das Getreidekorn den Holzpellets mehr als ebenbürtig und besticht durch das einfache Handling. Im Verbrennungsverhalten unterscheiden sich Körner aber wesentlich von holzartigen Biomassen, was bei einem Einsatz in herkömmlichen Pellet- oder Hackgutfeuerungen in der Regel zu Problemen führt. Die Ursache hierfür liegt in den unterschiedlichen Gehaltsanteilen der Brennstoffelemente, wobei besonders die hohen Asche-, Stickstoff- und Chlorgehalte, sowie das Verhältnis der Elemente Kalium/Calcium entscheidend sind. Der im Vergleich zum Calcium hohe Gehalt an Kalium im Korn beeinflusst das Ascheerweichungsverhalten negativ. Tabelle 1 stellt relevante Inhaltsstoffe für verschiedene Brennstoffe gegenüber.

Tabelle 1: Inhaltsstoffe naturbelassener Biobrennstoffe (aus Hartmann u. a. 2000: Naturbelassene biogene Festbrennstoffe – umweltrelevante Eigenschaften und Einflussmöglichkeiten)

Biobrennstoffe	Heizwert (wf) (kWh/kg)	Aschegehalt (wf) (%)	Erweichungs- punkt der Asche (°C)	N (%)	Cl (mg/kg TS)	S (mg/kg TS)
Nadelholz allg.	5,23	0,79	1.398	0,14	87	234
Laubholz allg.	5,11	0,55	1.265	0,49	163	402
Getreidestroh	4,78	5,68	960	0,47	2.503	737
Rapsstroh	4,76	6,20	1.273	0,84	4.668	2.703
Getreideganzpflanzen	4,76	4,24	886	1,16	1.807	1.370
Getreidekörner allg.	4,72	2,26	709	1,96	660	1.050
Rapskörner	7,35	4,60	-	3,94	-	1.000
Rapspresskuchen	5,77	6,30	-	4,98	340	2.744
Landschaftspflegeheu allg.	4,83	5,71	1.061	1,14	3.112	1.581
Miscanthus	4,90	3,91	973	0,73	2.240	1.514
Wiesenheu allg.	4,74	7,09	918	1,26	7.588	1.650

Auswirkungen auf den Anlagenbetrieb

Die einschlägigen Erfahrungen mit der Monoverbrennung von Getreidekörnern zeigen, dass folgende kurz zusammengefassten Beeinträchtigungen auftreten können:

- erhöhter Reinigungsaufwand wegen des vier- bis fünfmal höheren Aschegehaltes (kürzere Ascheentsorgungsintervalle, erhöhte Staubablagerungen am Wärmetauscher)
- Verschlackungen durch verklebte bzw. geschmolzene Asche bei üblichen Brennraumtemperaturen > 1000°C (Behinderung der Luftzuführung, der Rostfunktion und der Ascheaustragung, massive Ascheanbackung an Bauteilen)
- Verminderung der Kesselleistung um bis zu 30% durch unvollständigen Ausbrand der Asche und erhöhten Abgastemperaturen
- schwere Entzündbarkeit von Getreidekörnern (meist lässt nur der Gluterhalt das automatische Hochfahren der Anlage zu)
- Geruchsemissionen, insbesondere beim Anfahren der Anlage und im Teillastbereich
- erhöhtes Korrosionsrisiko bei Unterschreitung des Taupunktes durch höheren Chlorgehalt
- erhöhtes Emissionspotential vor allem bei Staub und Stickoxiden

Brennstoff- und Anlagenmodifizierung

Ascheanfall und Verschlackung

Zwei Lösungsansätze hinsichtlich der Verschlackungsneigung von Getreide werden verfolgt. Beim ersten Ansatz versucht man, den **Brennstoff** zu modifizieren. Eine Zugabe von etwa 2% Branntkalk reicht aus, um eine Anhebung des Ascheschmelzpunktes zu erwirken. Dabei ist eine gute und gleichmäßige Zudosierung zum Brennstoff notwendig, optimalerweise mit einem eigenen Dosierungsaggregat kurz vor der Stockerschnecke. Von einer Zumischung des Kalkes im Vorratsbunker ist wegen der ungenauen Verteilung und der Staubentwicklung abzuraten. Der ohnehin beachtliche Ascheanfall wird durch den Zuschlagstoff natürlich nochmals erhöht.

Auch das Mischen von Getreidekorn mit trockenen Hackschnitzeln oder Holzpellets reduziert die Verschlackungsprobleme. Voraussetzung ist auch hier eine gute Durchmischung, die in der Regel nur mit zwei Austragungsschnecken zu erreichen ist.

Der zweite Ansatz schließt **konstruktive Maßnahmen an der Feuerungsanlage** selbst ein. Kesselhersteller von halmgutfähigen Kleinfeuerungsanlagen versuchen, die Verbrennungstemperatur im Glutbettbereich möglichst unter der spezifischen Ascheerweichungstemperatur von Getreide zu halten (~ 800°C) um Verschlackungen zu vermeiden. Die Kühlung durch die Primärluft reicht hierzu nicht aus, deshalb werden in Getreideanlagen häufig wassergekühlte Brennraum- bzw. Rostelemente eingesetzt. Auch der Einbau einer Rauchgaszirkulation unterstützt die kühlende Wirkung. Bevorzugt werden zudem der Einsatz von bewegten Schub-, Rost- oder Räumelementen, die für eine kontinuierliche Bewegung im Glutbett sorgen und so Anbackungen und die Bildung zu großer Schlackebrocken vermeiden. Die ausgebrannten Körner müssen schnell und zuverlässig über eine leistungsstarke Ascheeinheit ausgetragen werden. Große externe Aschebehälter sind zu empfehlen, um das Wartungsintervall zu erhöhen. Auch zweistufige Verbrennungssysteme, in denen die Entgasungszone und der Ausbrand des Kohlenstoffes örtlich voneinander getrennt wurden, sind am Markt erhältlich. Dieser Aufbau lässt eine optimale Temperaturführung zu und hat zugleich einen sehr positiven Effekt auf das Staubemissionsverhalten. Prinzipiell sollten Getreideheizungen nicht ohne automatische Wärmetauscherreinigungen ausgeliefert werden.

Korrosion

Die Kornbestandteile Chlor und Kalium erhöhen das Korrosionsrisiko, insbesondere dann, wenn es betriebsbedingt häufig zu Taupunktunterschreitungen im Rauchgasweg kommt. Dem will man durch den Einsatz dicker Stähle und säurebeständiger Materialien entgegenwirken, die allerdings die Anlagen verteuern. Andere Hersteller setzen auf die entgegengesetzte Karte. Der Verschleiß wird hingenommen, dafür werden die besonders betroffenen Anlagenteile leicht austauschbar gebaut. Getreide nimmt während seines Wachstums Chlor z. B. aus chloridhaltigen Düngemitteln auf und lagert es in seiner Pflanzenmasse ein, vorwiegend allerdings ins Stroh, was dem Stroh ein weit höheres Korrosionspotential als dem Korn beschert. Der Landwirt kann also mit seinem Düngungsverhalten den Chlorgehalt des Kornes beeinflussen.

Emissionsbegrenzung

Getreidekörner sind sehr aschereich. Die feinen und leicht flüchtigen Aschebildner werden mit dem Rauchgas mitgerissen, lagern sich zum Teil in dicken Schichten, meist als Salze im Kessel ab, werden aber auch als Staub bzw. Feinstaub durch den Kamin emittiert. Die Einhaltung der geforderten Emissionsgrenzwerte für **Staub** stellen

eine besondere Herausforderung dar. Primäre Maßnahmen am Kesselaufbau reichen bei einigen Fabrikaten nicht aus, so dass sekundäre **Entstaubungseinrichtungen** vonnöten wären, wie elektrostatische Abscheider oder Feinstaubfilter. Diese sind für den kleinen Leistungsbereich mit gleichzeitig hohen Staubfrachten im Rohgas leider noch nicht ausgereift und werden derzeit nicht serienmäßig angeboten. Filtertechnik- und Heizanlagenhersteller arbeiten jedoch eng zusammen, um kostengünstige und von Kinderkrankheiten weitgehend befreite Lösungen auf den Markt zu bringen.

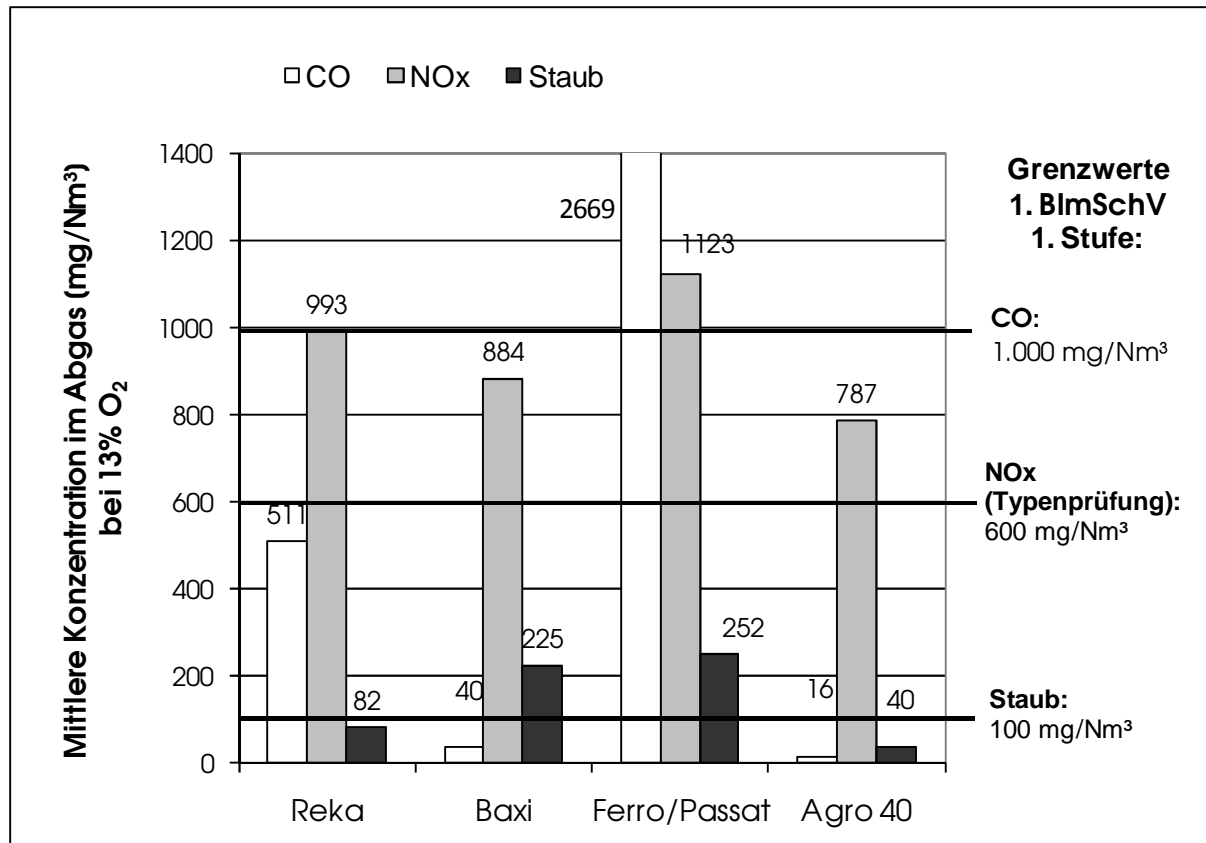


Abbildung 2: Emissionsmessungen der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft an vier Feuerungsanlagen <100 kW mit dem Brennstoff Getreide (Durchschnittswerte); eigene Darstellung nach (1)

Im Kleinfeuerungsbereich sind die Möglichkeiten, durch technische Anpassungen **Stickstoffemissionen** zu begrenzen, sehr gering. Ansätze hierzu liegen im Bereich einer verbesserten Luftstufung. Da die NOx-Emissionen stark mit dem Gehalt an Stickstoff im Brennstoff korrelieren, sollten für die Verbrennung nur Getreidepartien mit geringen Eiweißgehalten Verwendung finden. Aus Umwelt- und Gesundheitsgründen stehen zudem mögliche **HCl-, Dioxin- und Furan-Emissionen** aus Getreidefeuerungen in der Diskussion, die bei ungünstigen Betriebszuständen aus dem Brennstoffchlor gebildet werden können. Abbildung 2 zeigt das große Emissionspotential von Getreidefeuerungen, stellt aber auch deutlich dar, dass es große Unterschiede zwischen den einzelnen Heizkesseln gibt. Auch die Getreideart beeinflusst das Verbrennungsverhalten wesentlich.

Rechtliche Rahmenbedingungen

Mit Inkrafttreten der Novelle der 1. Bundesimmissionsschutzverordnung (1. BImSchV) am 22.03.2010 ist die Verbrennung von Getreide in Kleinfeuerungsanlagen bundesweit einheitlich neu geregelt. Erstmals wurde Getreide unter § 3 Abs. 1 Nummer 8 in die Liste der Regelbrennstoffe aufgenommen. Neben Kohle, naturbelassenen Hölzern, Stroh und ähnlichen pflanzlichen Stoffen ist nun auch die Verfeuerung von „nicht als Lebensmittel bestimmtem Getreide wie Getreidekörnern und Getreidebruchkörnern, Getreideganzpflanzen, Getreideausputz, Getreidespelzen und Getreidehalmresten sowie Pellets aus den vorgenannten Brennstoffen“ in Anlagen kleiner 100 kW Feuerungswärmeleistung zulässig.

Aufgrund des erhöhten Emissionspotentials hat der Gesetzgeber allerdings den Einsatz an verschiedene Bedingungen geknüpft:

Zum einen dürfen diesen Brennstoff nach § 5 Abs. 3 der 1. BImSchV lediglich Betriebe der Land- und Forstwirtschaft, des Gartenbaus und Betriebe des agrargewerblichen Sektors, die Umgang mit Getreide haben, insbesondere Mühlen und Agrarhandel, nutzen. Zum anderen dürfen Regelbrennstoffe der Nummer 8 nur in automatisch beschickten Feuerungsanlagen eingesetzt werden, die nach Angaben des Herstellers für diese Brennstoffe geeignet sind und die im Rahmen der Typprüfung mit diesen Brennstoffen geprüft wurden. Dabei muss der Hersteller über das Typenprüfzeugnis belegen, dass Schadstoffgrenzwerte für Dioxine und Furane sowie Stickoxide, die später im Praxisbetrieb vom Kaminkehrer nicht mehr gemessen werden, eingehalten werden können. (vgl. § 5 Abs. 3 und Anlage 4 Nr. 2 der 1. BImSchV).

Tabelle 2: Emissionsanforderungen bei der Verbrennung von Festbrennstoffen nach der 1. BImSchV vom 26.01.2010

Anlagenleistung	Brennstoff	Bezugs-sauerstoff Vol.% O ₂	Grenzwerte		
			CO g/Nm ³	Staub mg/Nm ³	NO _x mg/Nm ³
Stufe 1: Heizkessel, die nach dem 22.03.2010 errichtet werden					
ab 4 kW bis 1 MW	Naturbelassenes Holz (Scheitholz, Hackschnitzel)	13	1 bzw. 0,5 *	100	-
ab 4 kW bis 1 MW	Holzpellets (DINplus-Qualität)	13	0,8 bzw. 0,5 *	60	-
ab 4 kW bis 100 kW	Stroh, Heu, Miscanthus, Getreide, Spelzen **	13	1 bzw. 0,5 *	100	600 Prüfstand
Stufe 2: Heizkessel, die nach dem 31.12.2014 errichtet werden ***					
ab 4 kW bis 1 MW	Naturbelassenes Holz	13	0,4	20	-
ab 4 kW bis 100 kW	Stroh, Heu, Miscanthus, Getreide, Spelzen *	13	0,4 Prüfstand: 0,25	20	500 Prüfstand

* Grenze bei 500 kW

** zusätzl. Begrenzungen PCDD/F 0,1 ng TE/Nm³ bei Typenprüfung

*** bei Scheitholzfeuerungen nach dem 01.01.2017

In Tabelle 2 sind die Emissionsgrenzwerte der 1. BImSchV für Zentralheizungsanlagen, die ab 22.03.2010 in Betrieb gehen bzw. gegangen sind, dargestellt. Ab dem Jahr 2015 ist mit der 2. Stufe der Grenzwertverschärfung für Neuanlagen ein für den heutigen Stand der Technik höchst ambitionierter Staubgrenzwert von 20 mg/Nm³ vorgesehen. Diese Anforderung ist gleichbedeutend mit einer Filterpflicht für die meisten Biomassefeuerungen, denn auch Scheitholz- und Hackschnitzelkessel werden diesen Grenzwert im Praxisbetrieb voraussichtlich allein mit Primärmaßnahmen nicht zuverlässig einhalten können. Es sei aber nochmals betont, dass diesen scharfen Staubgrenzwert nur Feuerungen, die ab dem 01.01.2015 in Betrieb gehen, einhalten müssen. Für Anlagen, die nach dem 22.03.2010 und vor dem 31.12.2014 errichtet werden oder wurden, gelten die Grenzwerte der Stufe weiter.

Die Kleinf Feuerungsverordnung gilt für Anlagen zur Verbrennung naturbelassener Hölzer bis 1 MW Feuerungswärmeleistung. Werden dagegen Regelbrennstoffe nach § 3 Nummer 8 oder Nummer 13, also Brennstoffe wie Stroh, Miscanthus, Getreide oder sonstige nachwachsende Rohstoffe verbrannt, so sind die Feuerungsanlagen bereits ab 100 kW Feuerungswärmeleistung immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen. Diese Feuerungen finden sich wieder in der Spalte 2 Nr. 1.3 des Anhangs zur 4. Bundesimmissionsschutzverordnung (4. BImSchV), die im Wesentlichen die Art des Genehmigungsverfahrens festlegt. Von 100 kW bis 1 MW ist für Getreide- und Halmgutfeuerungen das vereinfachte Genehmigungsverfahren nach § 19 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) vorgesehen. Von 1 MW bis 50 MW ist das förmliche Genehmigungsverfahren mit Beteiligung der Öffentlichkeit gemäß § 10 des BImSchG anzuwenden, das gegebenenfalls auch eine Umweltverträglichkeitsprüfung mit einschließt.

Welche Emissionsgrenzwerte immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Getreide- und Halmgutfeuerungen, also Anlagen über 100 kW Feuerungswärmeleistung erwartet, ist in der Technischen Anleitung Luft (TA-Luft) festgelegt. Die Anforderungen hierzu sind abschließend in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3: Emissionsanforderungen bei der Verbrennung von Festbrennstoffen nach TA-Luft vom 24.07.2002

Anlagenleistung	Bezugs-sauerstoff Vol.% O ₂	Grenzwerte					
		CO g/Nm ³	Staub mg/Nm ³	NO _x mg/Nm ³	SO ₂ mg/Nm ³	HCl mg/Nm ³	Dioxine Furane ng/Nm ³
Naturbelassenes Holz							
1 - < 2,5 MW	11	0,15	100	250	-	-	-
2,5 - < 5 MW	11	0,15	50	250	-	-	-
Stroh und ähnliche Stoffe							
100 KW - < 1MW	11	0,25	50	500	350	30	0,1
1 < 50 MW	11	0,25	20	400	350	30	0,1

Weiterführende Informationen

Getreide- und Strohfeuerungen stehen im Fokus verschiedener Forschungsprojekte und Felduntersuchungen. Weiterführende Informationen finden Sie unter

- KTBL: Energetische Nutzung von Getreide in Kleinfeuerungsanlagen. Fachgespräch am 12.-13. Februar 2003 in Petersberg-Almendorf bei Fulda. 2003. ISBN: 3-7843-2160-7
- Vetter, A. et al.: Energetische Verwertung von Getreide und Halmgutpellets. Forschungsbericht. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. 2006
<http://www.tll.de/ainfo/pdf/pell0506.pdf>
- Hartmann, H. et al.: Getreidekörner als Brennstoff für Kleinfeuerungen – Technische Möglichkeiten und Umwelteffekte. Berichte aus dem TFZ 13. Straubing. 2007
http://www.tfz.bayern.de/sonstiges/15951/bericht_13_gesch_tzt.pdf

Darüber hinaus führt C.A.R.M.E.N. e.V. unter <http://www.carmen-ev.de/dt/energie/bezugsquellen/schlackereichekessel.html> eine Liste von Kesselherstellern, die Biomassefeuerungen für aschereiche Brennstoffe anbieten.

Für weitere Fragen steht Ihnen gerne zur Verfügung:

Sabine Hiendlmeier
C.A.R.M.E.N. e.V.
Schulgasse 18
94315 Straubing
Tel.: 09421/960-300
Fax: 09421/960-333
E-Mail: contact@carmen-ev.de
Internet: www.carmen-ev.de

Quelle:

(1) Hering, T.; Preisker, D.; Vetter, A.: Energetische Verwertung von Getreide und Halmgutpellets. Abschlussbericht zum gleichnamigen FNR-Förderprojekt. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. Eigenverlag. 2006.