

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 einer zunehmenden Preisanstieg 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 Steine in den Weg legen.

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 war die Aufbruchsstimmung unter den Ackerbauern dahin und eine deutliche Ernüchterung machte sich breit: Die Getreidepreise sind seither wieder im Keller, was den Brennstoff Getreide erneut aufs Tablett bringt. Allerdings haben im Zuge der Finanzkrise auch der Heizölpreise 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.

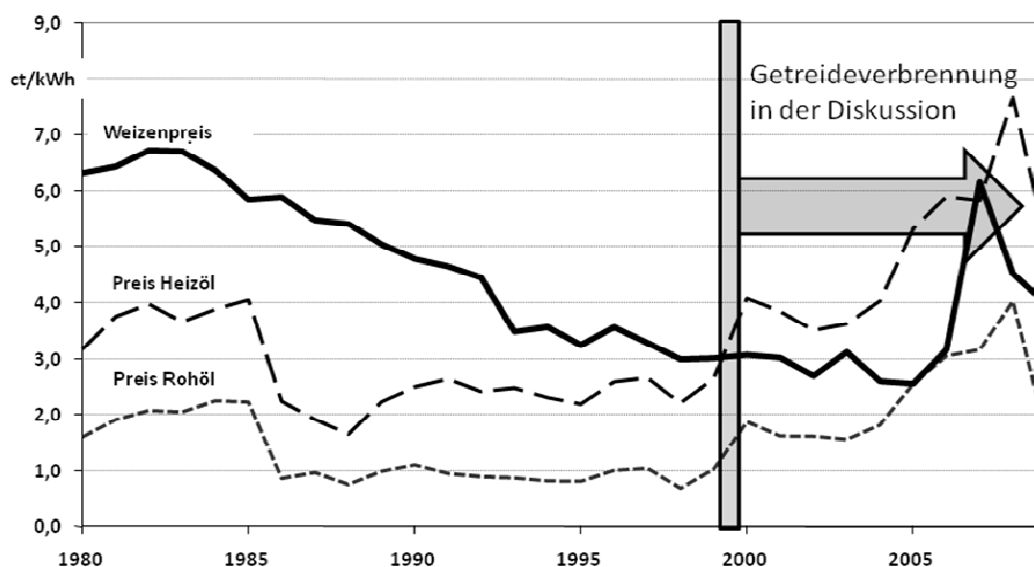


Abbildung 1: Entwicklung des Energie und Agrarmarktes, nach Rau, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues, Technische Universität München, 2009

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 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 relativ wenig Lagervolumen. Zudem besitzt es eine gute Rieselfähigkeit und eine große Homogenität, so dass hier 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 von Nöten, 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.

Inhaltstoffe

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 Chlorgehalt, 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 4 bis 5mal 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, optimaler Weise 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 Hackschnitzel 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 Rauchgasrezirkulation unterstützt die kühlende Wirkung. Bevorzugt werden zudem der Einsatz von bewegten Schub-, Rost- oder Räumelemente, 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 erhöhten 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, sodass sekundäre **Entstaubungseinrichtungen** von Nöten werden, wie elektrostatische Abscheider oder Feinstaubfilter. Diese sind für den kleinen Leistungsbereich mit gleichzeitig hohen Staubfrachten leider noch nicht ausgereift und werden damit noch nicht serienmäßig angeboten. Filtertechnik- und Heizanlagenhersteller arbeiten derzeit eng zusammen um kostengünstige und von Kinderkrankheiten weitgehend befreite Lösungen auf den Markt zu bringen.

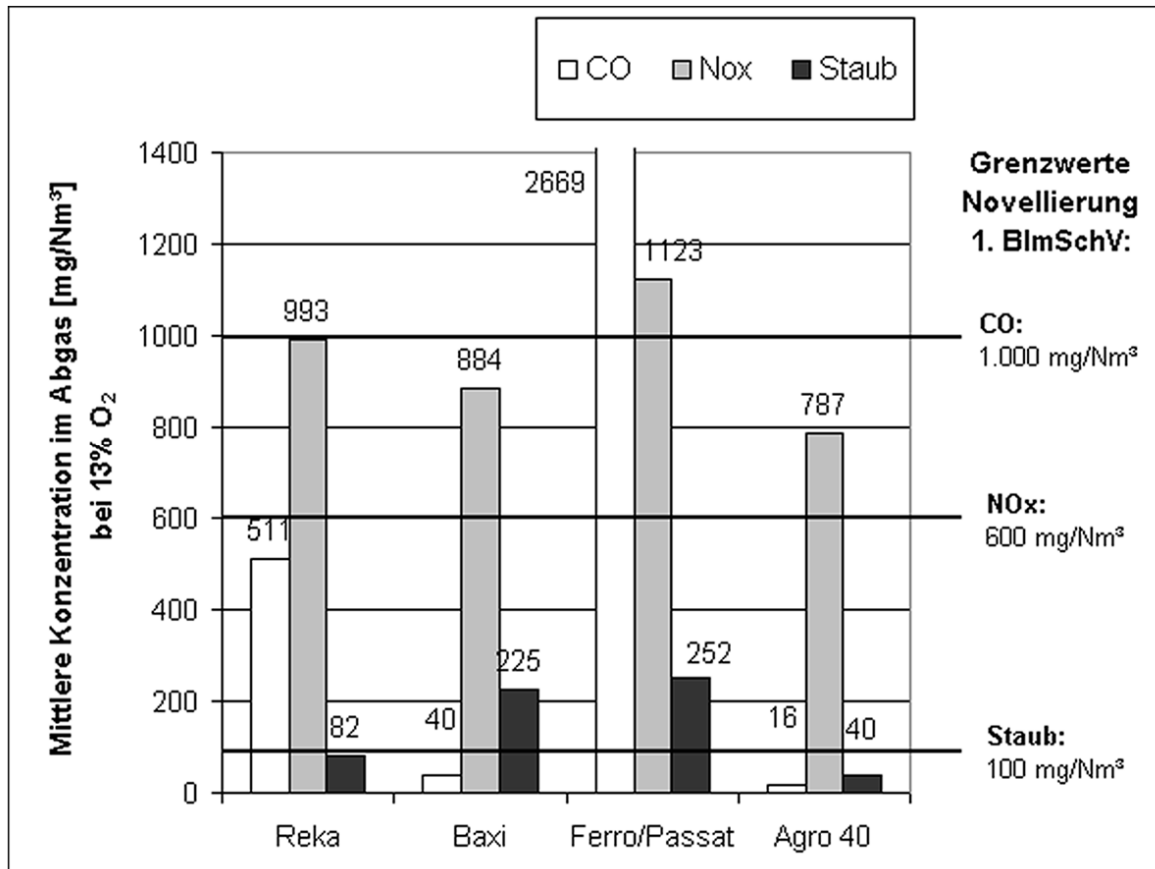


Abbildung 2: Emissionsmessungen der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft an vier Feuerungsanlagen <100 kW mit dem Brennstoff Getreide (Durchschnittswerte); eigene Darstellung nach (1)

Im Kleinf Feuerungsbereich 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 Produkten gibt.

Rechtliche Rahmenbedingungen

Welcher Brennstoff in Deutschland verbrannt werden darf und welche Emissionsgrenzwerte bei einer bestimmten Anlagengröße eingehalten werden müssen, ist in den Bundesimmissionsschutzverordnungen (BlmSchV) geregelt. Unter anderem wird hier zwischen naturbelassenem Holz, Presslingen aus naturbelassenem Holz sowie Stroh und ähnlichen pflanzlichen Stoffen unterschieden. In einem Kommentar zur 1. BlmSchV (**Kleinf Feuerungsverordnung**) ist genauer definiert, was unter „Stroh und ähnlichen pflanzlichen Stoffen“ zu verstehen ist, nämlich Biomasse wie Stroh, Miscanthus, Schilf, Heu und Maisspindeln. **Getreideganzpflanzen, Getreidekörner oder auch Pressrückstände von Ölsaaten sind daher kein Regelbrennstoff** für Anlagen, die unter die 1. BlmSchV fallen. Zudem dürfen Halmgüter in Anlagen unter 15 kW Feuerungswärmeleistung generell nicht verbrannt werden und ab 100 kW Feuerungswärmeleistung sind sie bereits genehmigungsbedürftige Anlagen nach der 4. BlmSchV. Diese müssen die wesentlich schärferen Grenzwerte der TA-Luft einhalten. Deshalb erlaubt der Gesetzgeber seit langem in Verbrennungsanlagen dieser Größenordnung auch das Verbrennen von Getreidekörnern.

Tabelle 2: Emissionsauflagen bei der Verbrennung von „Stroh und ähnlichen pflanzlichen Stoffen“

	1. BlmSchV derzeit noch gültig	4. BlmSchV (TA Luft)	Ausnahmeregelung in Bayern für Getreide (gültig seit 2005)		Novellierung 1. BlmSchV Verordnungsentwurf	
					1. Stufe	2. Stufe ab 2015
Gültig für Anlagenleistung (kW _{NWL})	15-99	100-1.000	15-50	50-99	4-99	4-99
O ₂ -Bezugswert (%)	13	11	13		13	13
Staub (mg/Nm ³)	150	50	100 / 75*	75	100	20
CO (mg/Nm ³)	4.000	250	1.000	500	1.000 / (250*)	400 / (250*)
NO _x (mg/Nm ³)	---	500	500*	500*	600*	500*
HCl (mg/Nm ³)	---	30	---	---	---	---
SO ₂ (mg/Nm ³)	---	350	---	---	---	---
Dioxine / Furane (ng/Nm ³)	---	0,1	---	---	0,1*	0,1*
Sonstiges	---	---	Nur für Land- und Forstwirtschaft und agrar-gewerblicher Sektor; ein Jahr chloridfreie Düngung		Zugelassen ist nur nicht als Lebensmittel bestimmtes Getreide wie Getreidekörner und Getreidebruchkörner, Getreideganzpflanzen, Getreideausputz, Getreidespelzen und Getreidehalmreste sowie Pellets aus den vorgenannten Brennstoffen. Einsatz nur in Betrieben der Land- und Forstwirtschaft und agrar-gewerblichen Sektor	

*Einhaltung muss durch ein Prüfzeugnis nach DIN EN 303-5 belegt werden

Im Jahr 2005 hat das Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz den Genehmigungsbehörden in **Bayern** eine Richtschnur vorgelegt, nach der sie eine **Ausnahmegenehmigung** nach § 20 der 1. BImSchV zur Verbrennung von Getreidekörnern erteilen können. Wesentliche Punkte des Schreibens werden in Tabelle 2 genannt. Diese Ausnahmeregelung soll in Bayern so lange gelten, bis in Berlin im Rahmen einer Novellierung der 1. BImSchV über die Einordnung von Getreide als Regelbrennstoff entschieden wird. Der Deutsche Bundestag hat am 3. Juli 2009 nach jahrelangem Tauziehen einem Verordnungsentwurf zugestimmt, der nun noch dem Bundesrat zur Beschlussfassung zugeleitet werden muss.

Getreide ist als Regelbrennstoff genannt, allerdings mit zwei wesentlichen Einschränkungen. Zum einen soll nur nicht als Lebensmittel bestimmtes Getreide wie Getreidekörner und Getreidebruchkörner, Getreideganzpflanzen, Getreideausputz, Getreidespelzen und Getreidehalmreste sowie Pellets aus den vorgenannten Brennstoffen zugelassen sein. Zum anderen wird auch der Nutzerkreis stark begrenzt. Lediglich Betriebe der Land- und Forstwirtschaft, des Gartenbaus und in Betrieben des agrarwirtschaftlichen Sektors, die Umgang mit Getreide haben, insbesondere Mühlen und Agrarhandel, können den Brennstoff Getreide nutzen.

In Tabelle 2 sind die einzuhaltenden Grenzwerte nach der noch derzeit gültigen 1. BImSchV, die Anforderungen für genehmigungsbedürftige Anlagen nach der TA-Luft sowie die speziell in Bayern für den Brennstoff Getreide gültigen Vorgaben gegenübergestellt. Die letzten beiden Spalten in der Tabelle zeigen auf, welche Anforderungen der Gesetzgeber wohl zukünftig von Stroh und Getreideheizungen verlangen wird. Dabei ist vorgesehen, die Grenzwerte in zwei Stufen zu verschärfen. Die Stufe 2 mit einem für den heutigen Stand der Technik höchst ambitionierten Staubgrenzwert von 20 mg/Nm³ soll für alle Biomassefeuerungen gelten, die ab dem Jahr 2015 in Betrieb gehen. Diese Forderung ist gleichbedeutend mit einer Filterpflicht für alle Biomassefeuerungen, denn auch Scheitholz- und Hackschnitzelkessel werden diese Grenzwerte nicht zuverlässig einhalten können.

Weiterführende Informationen

Getreide- und Strohfeuerungen stehen im Focus verschiedener Forschungsprojekte und Felduntersuchungen. Interessante Ergebnisse sind unter anderem unter www.tll.de/ainfo/pdf/pell0506.pdf und www.tfz.bayern.de/sonstiges/15951/bericht_13_gesch_tzt.pdf einzusehen. Darüber hinaus finden Sie auf der CARMEN-Homepage unter <http://www.carmen-ev.de/dt/energie/bezugsquellen/schlackereichekessel.html> eine Liste von Kesselherstellern, die Biomassefeuerungen für aschereiche Brennstoff anbieten.

Für weitere Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung:

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.