



# Saubere Verbrennung

**Die Verbrennungsqualität und die Brennstoffausnutzung bei Biomassekesseln haben sich in den letzten Jahren stark verbessert. Durch Ersatz alter Allesbrenner gegen moderne Biomasseheizkessel lassen sich Schadstoffemissionen um 90 Prozent reduzieren.**

Die Installation von Kesseln, Öfen und Herden, die mit Holz beheizt werden, hat in den letzten 25 Jahren einen starken Aufschwung erfahren. Insbesondere automatisch beschickte Pelletkessel haben einen regelrechten Boom erlebt. Seit 2001 wurden in Österreich mehr als 350.000 Biomasse-Zentralheizungen mit einer Gesamtleistung von etwa 9.600 MW installiert: 185.000 Pelletskessel, 108.000 Stückholzkessel und 61.000 Hackgutfeuerungen. Dabei haben Holzheizkessel eine durchschnittliche Lebensdauer von etwa 40 Jahren. Zusätzlich werden in Österreich jährlich 15.000 bis 20.000 mit Holz befeuerte Herde, Pellets- und Kaminöfen sowie rund 10.000 Kachelöfen verkauft. Diese Steigerung des Anlagenbestands hat jedoch nicht zu einer Erhöhung der Emissionen geführt, im Gegenteil: Die Feinstaubemissionen im Sektor Kleinverbrauch (Haushalte, Gewerbe, öffentliche Gebäude) sind seit 2001 um über 20 % zurückgegangen, seit 1990 sogar um etwa 40 %. Verantwortlich dafür ist die signifikante Optimierung der Qualität der Holzverbrennung, in erster Linie durch österreichische Hersteller von Öfen und Kesseln. Die Entwicklung der Prüfstandsergebnisse von Kohlenmonoxid-Emissionen – erhoben von der Kesselprüfstelle des BLT Wieselburg – veranschaulicht die beeindruckende Verbesserung der Verbrennungsqualität in den vergangenen Jahren.



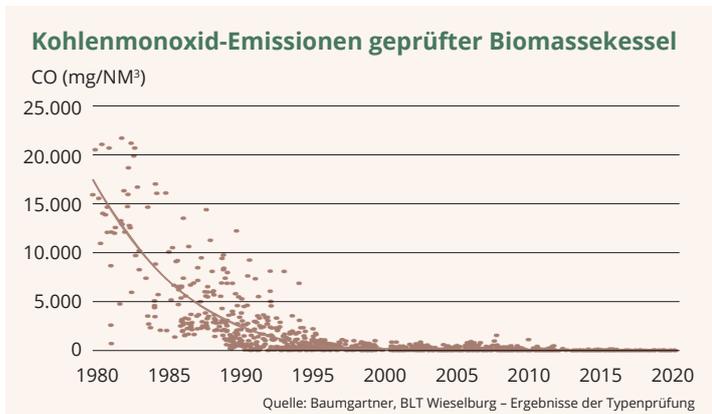
In der Kesselprüfstelle der BLT Wieselburg werden die Biomassekessel auf Herz und Nieren getestet.

Foto: BLT Wieselburg

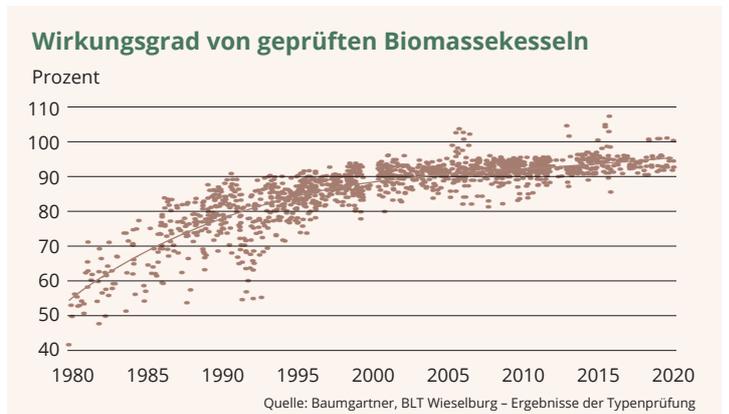
## Optimale Brennstoffausnutzung

Neben der Optimierung der Verbrennungsqualität hat in den vergangenen Jahren gleichzeitig die Energieeffizienz bei der Holzverbrennung weiter zugelegt. Aufgrund intensiver Entwicklungen der Industrie weisen Biomassekessel heute eine optimale energetische Brennstoffausnutzung auf, die kaum mehr zu steigern ist. Wie bei den Kohlenmonoxid-Werten kann diese

Optimierung auch durch über lange Zeiträume aufgezeichnete Prüfstandsergebnisse nachgewiesen werden. Durch den Einsatz modernster Geräte und deren sachgerechten Betrieb werden die Staubemissionen aus Kessel und Öfen während der nächsten Jahre weiter stark sinken. Bis 2050 lassen sich ausgehend von den Berechnungen des Umweltbundesamtes und dem Wärmekunftsszenario der EEG TU Wien die Staubemissionen aus Kleinfeuerungen



Kohlenmonoxid-Emissionen moderner Biomassekessel als Leitmission für die Qualität der Verbrennung unter Prüfbedingungen



Die Energieeffizienz bei der Holzverbrennung wurde in den vergangenen 40 Jahren immer weiter gesteigert.

trotz des Ausstiegs aus fossilen Heizsystemen um 90 % verringern, wobei durch den stetigen Fortschritt der Technik eine zusätzliche Reduktion zu erwarten ist.

### Österreichische Technologien weltweit an der Spitze

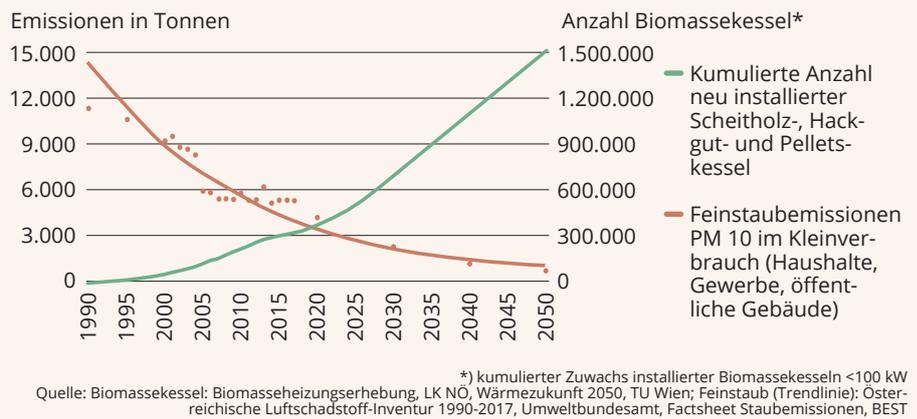
Die österreichischen Kesselhersteller im Bereich Hackgut, Pellets und Scheitholz, aber auch die Ofenindustrie und das Hafnergewerbe sind seit Jahrzehnten weltweit technologisch führend. Sie setzen etwa 80 % ihrer Produktion im Ausland ab. So kommen zum Beispiel zwei von drei in Deutschland installierten Biomassefeuerungen aus Österreich, wobei Deutschland, Frankreich und Italien für die österreichischen Biomassekessel-Produzenten die größten Exportmärkte darstellen.

Die österreichische Ofenbranche hat in den letzten Jahren ebenfalls intensive Verbesserungen der Verbrennungsqualität erzielt. Dies gilt sowohl für industriell hergestellte Öfen und Herde als auch für individuell errichtete Anlagen, wie Kachelöfen. Der Erfolg dieser Bemühungen zeigt sich unter anderem auch darin, dass bereits viele Produkte die anspruchsvollen Anforderungen des Österreichischen Umweltzeichens für Holzheizungen (UZ 37) erfüllen.

### Emissionen aus Holzverbrennung

Die Verbrennung von Holz erzeugt wie alle Verbrennungen Emissionen. Ein Teil dieser Emissionen ist gasförmig,

### Entwicklung der Anzahl neu installierter Scheitholz-, Hackgut- und Pellets-kessel sowie der Feinstaubemissionen bei Haushalten und Kleingewerbe



Obwohl die Leistung installierter Biomassekessel in den letzten Jahren um ein Vielfaches gestiegen ist, sind die Feinstaubemissionen im Hausbrand rückläufig – dieser Trend wird sich fortsetzen.

ein anderer Anteil liegt in fester Form vor. Einige der Emissionen sind unvermeidbar, da sie ein Produkt der vollständigen Verbrennung sind und aus den Bestandteilen des Holzes zwangsläufig entstehen. Zu den vollständigen Verbrennungsprodukten bei der Holzverbrennung zählen vor allem Kohlendioxid (bei Holz CO<sub>2</sub>-neutral), Wasser und Stickoxide.

Andere Emissionen wiederum resultieren aus unvollständiger Verbrennung und müssen möglichst vermieden werden. Zu diesen Verbrennungsprodukten zählen vor allem Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe und organische Anteile des Feinstaubes. Intensive Forschungstätigkeit und Innovationen haben in den vergangenen Jahren zu

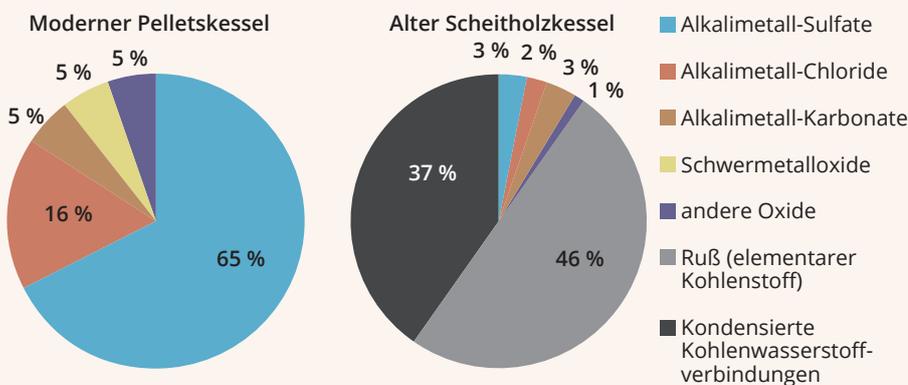
einer massiven Verringerung dieser Emissionen geführt.

### Der Feinstaub

Feinstaubemissionen sind ein sehr komplexes Thema. Es handelt sich hierbei nicht um eine einzelne Substanz, wie dies zum Beispiel bei Kohlenmonoxid der Fall ist. Vielmehr geht es um einen Mix unterschiedlichster, teils organischer, teils anorganischer Stoffe. Anorganisch sind zum Beispiel Salze, die bei der Verbrennung aus Bestandteilen der Asche entstehen können. Bei den organischen Substanzen gibt es eher harmlose Komponenten, bei sehr schlechter Verbrennung können allerdings auch toxische Substanzen entstehen. Organische Schadstoffe können bei nahezu vollständigen Verbrennungsbedingungen vermieden werden.

Feinstäube aus alten, schlecht geregelten oder unsachgemäß betriebenen Biomassefeuerungen, aber auch Feinstäube aus alten Ölheizungen enthalten einen hohen Anteil an Partikeln aus unvollständiger Verbrennung. Diese Partikel sind gesundheitsrelevant, weil sie eine hohe Zytotoxizität aufweisen. Dagegen sind Partikel aus ordnungsgemäß betriebenen automatisierten Biomassekesseln und Öfen hauptsächlich anorganisch und weisen damit eine signifikant geringere oder sogar nicht nachweisbare Zytotoxizität auf. Bei modernen Anlagen liegt der Anteil von anorganischen Salzen bei über 90 %. Moderne Anlagen reduzieren

### Chemische Zusammensetzung von Feinstaubemissionen – Gesundheitsrelevanz

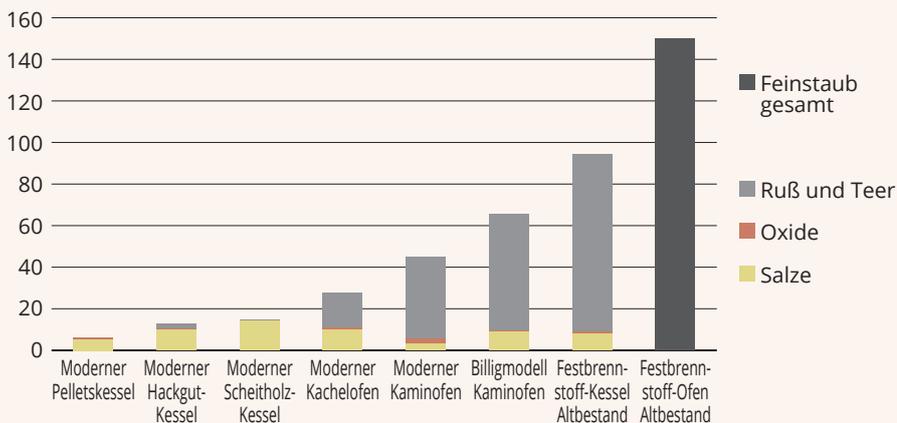


Quelle: BIOS BIOENERGIESYSTEME GmbH, 2022: Pelletfeuerungen – relevante technologische Entwicklungen zur Emissionsreduktion; Studie im Auftrag des Österreichischen Biomasseverbandes und von proPellets Austria

Feinstaub aus modernen Anlagen mit vollständiger Verbrennung ist bezüglich der Zusammensetzung deutlich weniger gesundheitsrelevant, da er hauptsächlich aus Salzpartikeln besteht.

## Feinstaubemissionen von Holzheizungen und chemische Zusammensetzung auf Basis Lastzyklusmessungen

Feinstaub PM 1 (mg/MJ)



Quelle: KELZ Joachim, BRUNNER Thomas, OBERNBERGER Ingwald, 2012: Emissionsfaktoren und chemische Charakterisierung von Feinstaubemissionen moderner und alter Biomasse-Kleinf Feuerungen über typische Tageslastverläufe. In: Environmental Sciences Europe 2012, 24:11; \*Festbrennstoffofen Altbestand, Wieser M, 2004: Emissionsfaktoren als Grundlage für die österreichische Luftschadstoff-Inventur, Bericht BE-254, Umweltbundesamt, Wien, Österreich

Während Feinstaubemissionen moderner Biomasseheizungen überwiegend anorganisch und damit nicht gesundheitsschädigend sind, erzeugen alte Allesbrenner auch toxische Substanzen.

dadurch sowohl die absolute Menge an Feinstaub als auch deren schädlichen Auswirkungen. Der Tausch eines alten Festbrennstoffkessels gegen einen neuen Kessel ermöglicht eine Reduktion der Feinstaubemissionen von mehr als 90 %.

Wichtiges Unterscheidungsmerkmal der Feinstaubemissionen ist ihre Größe. Eine häufig verwendete Bezeichnung ist „PM 10“. Darunter versteht man Feinstaubemissionen mit einem (Äquivalent)-Durchmesser von weniger als 10 Mikrometer ( $\mu\text{m}$ ). Dies entspricht einem hundertstel Millimeter und ist deutlich geringer als der Durchmesser eines einzelnen menschlichen Haars.

### Einfluss von Wetterbedingungen

Neben den genannten chemischen Unterschieden spielt für die Auswirkung der Feinstaubemissionen auch die klimatische Situation eine entscheidende Rolle. So ist in Österreich zum Beispiel Graz als Feinstaub-Hochburg bekannt. Das liegt nicht daran, dass dort mehr Feinstaub produziert wird als anderswo. Vielmehr befindet sich die steirische Landeshauptstadt in einer Kessellage, in der es vor allem in den Wintermonaten zu einer Inversionswetterlage kommen kann, in der praktisch kein Luftaustausch mit der Umgebung passiert. Die Stadt Wien wiederum liegt in einer starken Westwindzone.

Folge ist, dass die in Wien gemessenen Feinstaubwerte zu 75 % nicht aus dem Stadtgebiet und zu 60 % nicht einmal aus Österreich stammen. Maßnahmen, die ausschließlich in Wien direkt getroffen werden, haben also einen recht geringen Einfluss auf die in der Stadt gemessenen Werte.

### Richtig heizen

Händisch beschickte Holzfeuerungen müssen für einen optimalen Betrieb auch vorschriftsmäßig beheizt werden.



Richtiges Ein- und Nachheizen von Holzöfen reduziert Feinstaubemissionen um mehr als 50 %.

Foto: Österreichischer Kachelofenverband

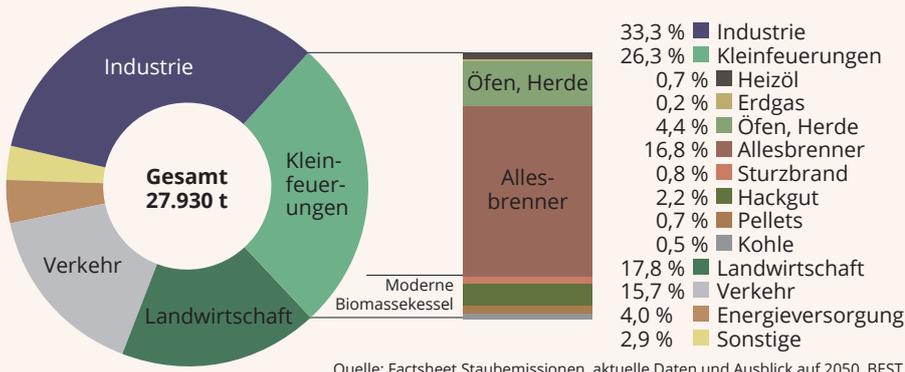
Dazu zählt auch die Verwendung des richtigen Brennstoffs. Dabei ist vor allem darauf zu achten, dass das Brennholz ausreichend trocken ist. Dies ist dann sichergestellt, wenn sein Wassergehalt maximal 20 % beträgt. Zwei Jahre getrocknetes Holz weist diese Eigenschaft auf. Im Feldversuch wurde nachgewiesen, dass durch richtiges Ein- und Nachheizen bei Öfen eine Emissionsreduktion von über 50 % erzielt werden kann. Schulungen zum sachgemäßen Anlagenbetrieb sind ein wesentlicher Hebel zur Reduktion der Feinstaubemissionen.

### Welche Sektoren verursachen Feinstaub?

In Österreich sind die Sektoren Industrie (33,3 %), Kleinverbrauch (26,3 %), Landwirtschaft (17,8 %) und Verkehr (15,7 %) für den Großteil der Staubemissionen verantwortlich. In der Industrieproduktion und bei Kleinf Feuerungen entstehen die Staubemissionen bei Verbrennungsprozessen (Öfen, Heizungen), wobei sie im Sektor Kleinverbrauch vor allem von manuell bedienten Kleinf Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe verursacht werden.

In der Industrieproduktion tragen auch die mineralverarbeitende Industrie und der Bergbau bzw. der Schüttgutumschlag zur Staubbelastung bei. Im Verkehrssektor gelangt einerseits Feinstaub aus Motoren – vorrangig Diesel – in die Luft, andererseits aber auch

## Verteilung der Feinstaubemissionen in Österreich 2017



Industrie, Verkehr und alte Allesbrenner sind die Hauptverursacher von Feinstaub in Österreich.

durch Brems- und Reifenabrieb und Aufwirbelung auf der Straße. In der Landwirtschaft wird Staub durch die Bearbeitung landwirtschaftlicher Nutzflächen und die Tierhaltung freigesetzt.

### Ersatz alter Heizungen

Besonders große Effekte kann der Ersatz alter Festbrennstoff-Anlagen (Öfen und Kessel) durch neue, moderne Feuerungen erzielen. Laut der Österreichischen Luftschadstoffinventur stammt der größte Anteil der Feinstaubemissionen PM10 aus sogenannten Allesbrennern, einer veralteten Bauform von Scheitholzkesseln, die aufgrund ihrer hohen Emissionen seit vielen Jahren nicht mehr verkauft werden dürfen. Dieser Kesseltyp verursacht zwei Drittel der gesamten Feinstaubemissionen aus Kleinfeuerungen. Im Gegensatz dazu liegt der Anteil der modernen Biomassekessel an den Feinstaubemissionen Österreichs nur bei 3,6 %, jener von Öfen und Herden beträgt 4,3 %. Der wesentlichste Aspekt für die Feinstaubreduktion ist, dass veraltete Feuerungsanlagen durch moderne, elektronisch geregelte, emissionsarme Feuerungen ersetzt werden.

### Luftschadstoffinventur nicht mehr up to date

Darüber hinaus muss die Modernisierung des Heizungsanlagenbestands in der Luftschadstoffinventur berücksichtigt werden, weil der in der aktuellen Luftschadstoffinventur herangezogene Anlagenbestand veraltet ist. Eine Aktualisierung führt zu einer Reduktion der den Kleinfeuerungen zugeschriebenen Feinstaubemissionen um 28%.

Bis 2050 sollte nach dem Wärmewende 2050-Szenario die PM10 Feinstaubemissionen aus Biomassefeuerungen um weitere 86 % absinken. Dies bedeutet eine Feinstaubreduktion um 90 % für die Sektoren Energieerzeugung durch Verbrennung in Kleinanlagen in privaten Haushalten sowie öffentlichen und privaten Dienstleistungsbetrieben. Durch den stetigen Fortschritt der Entwicklung der Biomassefeuerungen ist eine weitere Absenkung der Feinstaubemissionen zu erwarten.

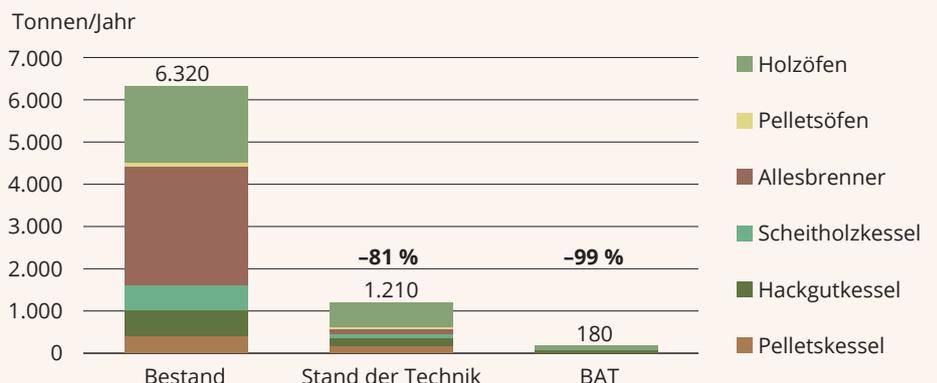
### Extrem gestufte Verbrennung nahezu staubfrei

Heute bereits am Markt befindliche Spitzentechnologien wie z.B. Brenn-

wertgeräte und Vergaserbrenner sowie Sekundärtechnologien zur Feinstaubminderung wurden in der Berechnung noch nicht berücksichtigt. Praktisch alle modernen Biomassekessel beruhen auf dem Konzept der gestuften Verbrennung (Luftstufung), um einen fast vollständigen Gasphasenausbrand zu erreichen und die Bildung von organischen Feinstäuben und Ruß zu vermeiden. Die extrem gestufte Verbrennung erfolgt nahezu staubfrei ohne Einsatz von Filtern. Substituiert man Altanlagen mit den hinsichtlich niedriger Staubemissionen besten derzeit verfügbaren Technologien (BAT), liegt die Emissionsminderung bei 99 %. Diese sollten vorzugsweise eingesetzt werden, da sie auf der optimierten Umsetzung von Primärmaßnahmen zur Emissionsminderung beruhen und nicht auf kostenintensiven Sekundärmaßnahmen wie Partikelfiltern.

Wesentlich bei der Bewertung von Emissionen ist eine ganzheitliche Betrachtung. Es ist unverzichtbar, dass sowohl CO<sub>2</sub>-Emissionen als auch der Feinstaubausstoß bewertet werden. Beiträge zu Klimaschutz, Unabhängigkeit der Energieversorgung, regionaler Wertschöpfung und Nachhaltigkeit dürfen ebenso wenig vernachlässigt werden. Die Verwendung von Holz als Brennstoff ist für eine in die Zukunft gerichtete Energieversorgung Österreichs unverzichtbar und zentral für das Gelingen der Energiewende. ■

## Staubemissionen durch Holzheizungen



Beim Ersatz veralteter durch moderne Biomasse-Heizsysteme können Staubemissionen um 80 % reduziert werden, bei Einsatz der besten derzeit verfügbaren Technologien (BAT) sogar um 99 %.



Mit Unterstützung vom  
 Bundesministerium  
 Land- und Forstwirtschaft,  
 Regionen und Wasserwirtschaft