





## Faktenblatt zum Emissionsverhalten von modernen Zentralheizungen

Im vorliegenden Faktenblatt werden vier moderne Heizungssysteme für die Raumwärmebereitstellung hinsichtlich Emissionen von Treibhausgasen und ausgewählter Luftschadstoffe verglichen. Alle Systeme sind zur Kombination mit einer Wärmeverteilung im Niedertemperaturbetrieb (Flächenheizung) vorgesehen, für Biomasseheizungen wird zusätzlich ein Pufferspeicher zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Reduzierung der Schadstoffemissionen berücksichtigt. Die Effizienz entspricht dem typischen Wertebereich des Jahresnutzungsgrades im gesamten Wärmebereitstellungssystem (aus Kesselwirkungsgrad, Verteil- und Stillstandsverlusten) und ist zudem abhängig von der Heizungsregelung.

Heizungssystem	Brennstoff	Effizienz	Beschreibung
 Öl-Blaubrenner-Kessel mit Brennwertechnik	Heizöl Extra Leicht aus fossilen Quellen	88 % (± 6 %)	Energieeffizienter Ölkessel mit Rückgewinnung der Abgaswärme in einem Hochleistungswärmetauscher (Brennwertechnik)
 Erdgas-Kessel mit Gebläsebrenner	Erdgas aus fossilen Quellen	95 % (± 6 %)	Energieeffizienter Gas-Kessel mit Gebläse zur Ansaugung der Verbrennungsluft und Verdichtung des Erdgas-Luft-Gemisches sowie Rückgewinnung der Abgaswärme in einem doppelwandigen Luft-Abgas-System (Brennwertechnik)
 Scheitholz-Kessel mit Gebläseunterstützung	Scheitholz und Holzbriketts aus Österreich	83 % (± 7 %)	Energieeffizienter Scheitholz-Kessel mit Gebläse zur Ansaugung der Verbrennungsluft zur Verbrennung der Holzgase unter sehr hohen Temperaturen
 Kessel für Holz-Pellets	Holz-Pellets aus Österreich	86 % (± 6 %)	Moderne Pellets-Kessel mit automatischem Betrieb von Zündsystem, Anlagensteuerung, Wärmetauscherabreinigung und Entaschung mit abgestufter Verbrennung

**Für einen ökologischen Vergleich** zwischen diesen unterschiedlichen Heizungssystemen müssen die gleichen Systemgrenzen vorliegen. Daher wird angenommen, dass jedes Heizsystem genau die gleiche Nutzwärme zur Verfügung stellt.

**Innerhalb dieser Systemgrenzen** werden nicht nur die direkten Emissionen des Verbrennungsvorganges berücksichtigt, sondern auch sämtliche vorgelagerten Emissionen entlang der Wertschöpfungskette der Bereitstellung des Brennstoffes. Für die fossilen Energieträger bedeutet das die Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus vom Erdöl- bzw. Erdgasfeld bis zum fertigen Brennstoff. Dieser Lebenszyklus beinhaltet somit die Rohöl- oder Erdgasförderung, sämtliche Transportbewegungen und alle notwendigen Schritte zur Produktion von Heizöl Extra Leicht und Erdgas (z.B. in der Raffinerie). Diese Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus wird auch für die biogenen Energieträger durchgeführt. Diesbezüglich werden der Biomasseanbau, die Forstarbeiten, der Transport und das Aufbereiten zu Scheitholz bzw. Holz-Pellets in der Bilanz berücksichtigt. Für jeden dieser Abschnitte werden sämtliche relevanten Energie- und Materialeinsätze mit Emissionen bilanziert.

**Nur bei Bilanzierung** sämtlicher während des Lebenszyklus anfallender Emissionen können die ökologischen Vorteile oder Nachteile systematisch miteinander in Beziehung gesetzt werden. Die Bezugsgröße ist jeweils dieselbe bereitgestellte Nutzwärme.

**Das Umweltbundesamt** hat aufbauend auf bestehenden Forschungsarbeiten das Modell GEMIS (Globales Emissionsmodell Integrierter Systeme) zur Erstellung von Umweltbilanzen für Österreich weiterentwickelt. GEMIS ist ein computergestütztes Instrument, mit dem die Umweltauswirkungen von unterschiedlichen Systemen und Prozessen einfach, präzise und umfassend berechnet und miteinander verglichen werden können.

**GEMIS berücksichtigt alle wesentlichen Prozesse** angefangen von der Primärenergie- und Rohstoffgewinnung, bis zur Nutzenergie- und Stoffbereitstellung inklusive der notwendigen Hilfsenergie und dem Materialaufwand zur Herstellung von Energieanlagen und Transportsystemen; GEMIS berechnet somit neben den direkten Emissionen auch die vorgelagerten Prozessemissionen.

Es werden die Emissionen folgender Schadstoffe der vier Heizungssysteme berechnet:

**a) Treibhausgas-Äquivalente (THG)** bewerten Treibhausgas-Emissionen von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Lachgas (N<sub>2</sub>O) und fluorierten Gasen (F-Gase) nach deren Einfluss auf den Energiehaushalt der Atmosphäre durch die Absorption von Infrarot-Strahlung. Die vom Menschen verursachten Treibhausgas-Emissionen sind für die ungewöhnlich ausgeprägte und rasche Erwärmung der Erdatmosphäre verantwortlich.

- Die Treibhausgas-Emissionen werden mengenmäßig von CO<sub>2</sub> aus der Verbrennung von fossilen Brenn- und Treibstoffen bestimmt.
- Bei Verbrennung von Biomasse freigesetztes CO<sub>2</sub> wird bilanzmäßig als klimaneutral bewertet.

Ein rascher und vollständiger Ausstieg aus der Verwendung von fossilen Brennstoffen ist notwendig, um die Erderwärmung auf unter 2°C zu begrenzen.





**b) Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>)** entstehen bei Verbrennungsprozessen in Verbrennungsmotoren (PKW, LKW) und Feuerungsanlagen. Studien zeigen einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Langzeitbelastung durch NO<sub>2</sub> und der Mortalität, Spitalweisungen und Atemwegssymptomen. Zusammen mit flüchtigen Kohlenwasserstoffen sind Stickstoffoxide für die sommerliche Ozonbildung verantwortlich und sie tragen auch zur Feinstaubbelastung bei. Stickstoffdioxide führen zur Überdüngung und Versauerung von Böden und in geringem Maße auch von Gewässern.

**c) Feinstaub (PM<sub>2,5</sub>)** beschreibt Partikelemissionen mit einem Durchmesser kleiner als 2,5 µm und wird überwiegend in den Sektoren Verkehr, Energie und Industrie sowie bei der Raumwärmebereitstellung für Gebäude emittiert. Die Belastung durch PM<sub>2,5</sub> führt zu einer Reihe von negativen gesundheitlichen Auswirkungen, wie Erhöhung der Sterblichkeit, kardiovaskulären Effekten und Atemwegserkrankungen. Feinstaub kann in das Lungengewebe und in den Blutkreislauf eindringen und dort weitere negative Wirkungen entfalten.

**d) Flüchtige Organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC)** werden größtenteils durch die Verdunstung von Lösemitteln (in Farben, Lacken und Klebstoffen) und von Treibstoffen sowie durch unvollständige Verbrennungsvorgänge freigesetzt. NMVOC sind vor allem für ihren Beitrag zur Ozonbildung von Bedeutung. Die direkten Emissionen von Scheitholz-Kesseln während der Heizperiode sind von geringer Relevanz für Umwelt und Gesundheit.

Die Tabelle 1 gibt einen Überblick der anfallenden gesamten Emissionen, jeweils pro TJ Nutzwärme.





**Tabelle 1: Gesamte Emissionen je TJ Nutzwärme für unterschiedliche moderne Heizungssysteme**

Heizungssystem	Gesamte Emissionen*			
	THG [t/TJ]	PM <sub>2,5</sub> [kg/TJ]	NO <sub>x</sub> [kg/TJ]	NM VOC [kg/TJ]
 Öl-Blaubrenner-Kessel mit Brennwertechnik	105,3 (98,6 – 113,0)	5,1 (4,8 – 5,5)	56,5 (52,9 – 60,6)	5,1 (4,8 – 5,5)
 Erdgas-Kessel mit Gebläsebrenner	79,1 (74,4 – 84,4)	1,8 (1,7 – 1,9)	51,6 (48,5 – 55,1)	4,0 (3,8 – 4,3)
 Scheitholz-Kessel mit Gebläseunterstützung	8,3 (7,7 – 9,1)	49,5 (45,6 – 54,0)	114,8 (105,9 – 125,4)	91,0 (84,0 – 99,4)
 Kessel für Holz-Pellets	11,3 (10,5 – 12,1)	24,5 (22,9 – 26,4)	111,0 (103,7 – 119,3)	18,7 (17,5 – 20,1)

\* Angaben für typischen Wertebereich des Jahresnutzungsgrades in Klammern

Die Tabelle 2 zeigt die anfallenden direkten Emissionen, jeweils pro TJ Nutzwärme.

**Tabelle 2: Direkte Emissionen je TJ Nutzwärme für unterschiedliche moderne Heizungssysteme**





Heizungssystem	Direkte Emissionen*			
	THG** [t/TJ]	PM <sub>2,5</sub> [kg/TJ]	NO <sub>x</sub> [kg/TJ]	NM VOC [kg/TJ]
 Öl-Blaubrenner-Kessel mit Brennwertechnik	85,5 (80,1 – 91,8)	1,4 (1,3 – 1,5)	22,7 (21,3 – 24,4)	0,19 (0,18 – 0,21)
 Erdgas-Kessel mit Gebläsebrenner	58,5 (55,0 – 62,4)	0,17 (0,16 – 0,18)	16,8 (15,8 – 18,0)	0,21 (0,20 – 0,22)
 Scheitholz-Kessel mit Gebläseunterstützung	2,9 (2,7 – 3,2)	48,2 (44,4 – 52,6)	96,4 (88,9 – 105,3)	90,4 (83,3 – 98,7)
 Kessel für Holz-Pellets	1,5 (1,4 – 1,6)	17,7 (16,5 – 19,0)	69,8 (65,2 – 75,0)	4,7 (4,3 – 5,0)

\* Angaben für typischen Wertebereich des Jahresnutzungsgrades in Klammern

\*\* Bei Verbrennung von Biomasse freigesetztes CO<sub>2</sub> wird bilanzmäßig als klimaneutral bewertet, weshalb nur CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O zu den direkten THG-Emissionen der Biomassekessel beitragen.

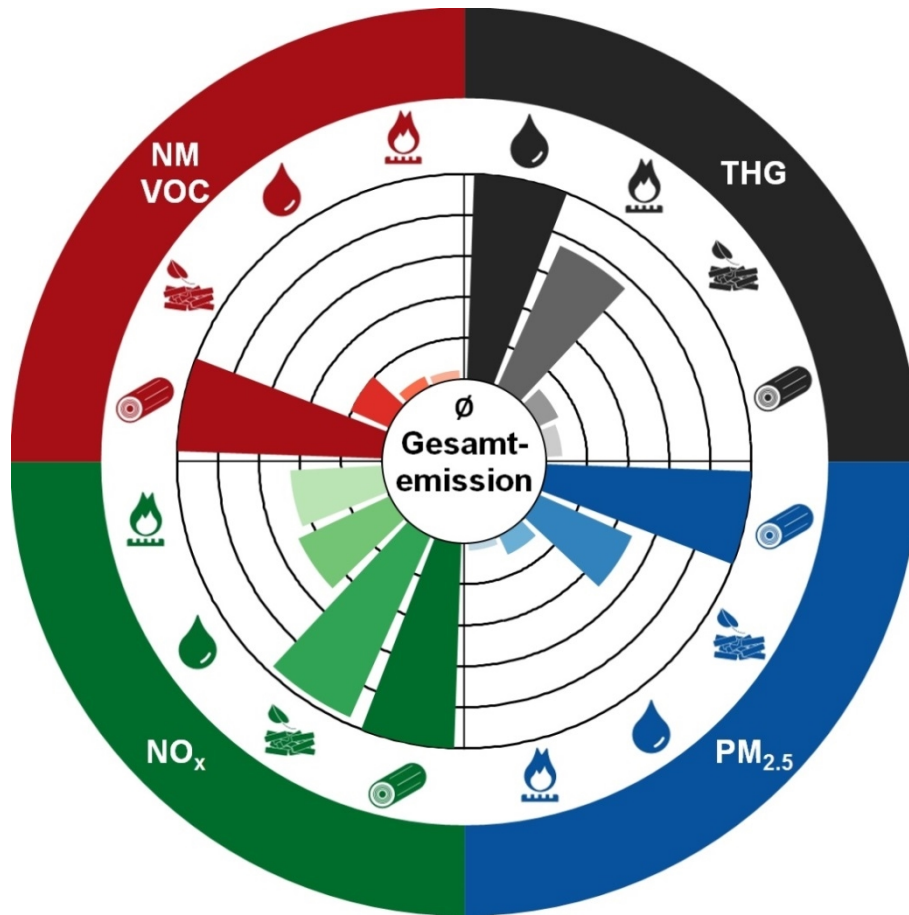
Die Tabelle 3 zeigt die anfallenden vorgelagerten Emissionen, jeweils pro TJ Nutzwärme.





**Tabelle 3: Indirekte Emissionen je TJ Nutzwärme für unterschiedliche moderne Heizungssysteme**

Heizungssystem	Vorgelagerte Emissionen*			
	THG [t/TJ]	PM <sub>2,5</sub> [kg/TJ]	NO <sub>x</sub> [kg/TJ]	NM VOC [kg/TJ]
 Öl-Blaubrenner-Kessel mit Brennwertechnik	19,8 (18,6 – 21,3)	3,7 (3,5 – 4,0)	33,7 (31,6 – 36,2)	5,0 (4,6 – 5,3)
 Erdgas-Kessel mit Gebläsebrenner	20,6 (19,4 – 22,0)	1,6 (1,5 – 1,7)	34,7 (32,7 – 37,1)	3,8 (3,6 – 4,0)
 Scheitholz-Kessel mit Gebläseunterstützung	5,4 (4,9 – 5,9)	1,3 (1,2 – 1,4)	18,4 (17,0 – 20,1)	0,7 (0,6 – 0,7)
 Kessel für Holz-Pellets	9,8 (9,2 – 10,5)	6,9 (6,4 – 7,4)	41,2 (38,5 – 44,3)	14,1 (13,1 – 15,1)

\* Angaben für typischen Wertebereich des Jahresnutzungsgrades in Klammern

**Gesamte Emissionen: Direkte und vorgelagerte Emissionen von modernen Zentralheizungen**



Heizungssystem	Beschreibung
 Öl-Blaubrenner-Kessel mit Brennwertechnik	Klimaschädliches Heizungssystem mit hohen direkten und indirekten THG-Emissionen aus Verbrennung bzw. Rohölgewinnung, Transport und Raffinerie. Vorgelagerte NO <sub>x</sub> -Emissionen höher als bei Stückholz. Geringe Emissionen von Feinstaub während der Verbrennung.
 Erdgas-Kessel mit Gebläsebrenner	Klimaschädliches Heizungssystem mit hohen direkten und indirekten THG-Emissionen aus Verbrennung bzw. Brennstoffgewinnung und Transport (Methanschleupf). Vorgelagerte NO <sub>x</sub> -Emissionen höher als bei Stückholz. Geringe Emissionen von Feinstaub während der Verbrennung.
 Scheitholz-Kessel mit Gebläseunterstützung	Klimafreundliches Heizungssystem ohne direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen* und mit geringen vorgelagerten THG-Emissionen. Hohe NMVOC-Emissionen. Vorgelagerte NO <sub>x</sub> -Emissionen überwiegend aus Einsatz von Dieseltreibstoff in der Forstwirtschaft. Hohe direkte Staubemissionen. Moderne Biomassekessel verursachen deutlich geringere direkte Luftschadstoffemissionen als Kessel im Altbestand (PM <sub>2.5</sub> , NMVOC).
 Kessel für Holz-Pellets	Klimafreundliches Heizungssystem ohne direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen* und mit geringen vorgelagerten THG-Emissionen. Hohe vorgelagerte NO <sub>x</sub> -Emissionen und NMVOC-Emissionen aus Einsatz von Dieseltreibstoff in der Forstwirtschaft und der Trocknung von Holz-Pellets. Mittlere direkte Staubemissionen während der Verbrennung.

\* Bei Verbrennung von Biomasse freigesetztes CO<sub>2</sub> wird bilanzmäßig als klimaneutral bewertet, weshalb nur CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O zu den direkten THG-Emissionen der Biomassekessel beitragen.

**Datenquellen:** GEMIS, OLI 2017, Endbericht „Emissionsfaktoren Raumwärme II“ (UMWELTBUNDESAMT 2017, 2018, eigene Berechnungen)