

Abgaspartikelfiltersysteme für rapsölbetriebene Blockheizkraftwerke

Rapsölbetriebene BHKW zeichnen sich durch die besonders effiziente Nutzung regenerativer landwirtschaftlicher Energieträger aus. Dennoch sind schädliche Abgasemissionen wie Partikel zu minimieren. Deshalb wurde die Funktion von Dieselpartikelfiltern bei einem rapsölbetriebenen BHKW untersucht. Die ermittelte Partikelmasseminderung beträgt bis zu 98 %. Jedoch steigen bereits nach kurzer Einsatzdauer Abgasgedrueck und damit auch Kraftstoffverbrauch sowie Abgasemissionen an. Ausbau und Reinigung des Filters sind daraufhin erforderlich. Für einen praxisgerechten Wartungsaufwand ist die Optimierung von Dieselpartikelfiltersystemen notwendig.

Dipl.-Ing. agr. Klaus Thuneke und Dipl.-Ing. agr. Kathrin Stotz sind wissenschaftliche Mitarbeiter, Heiner Link ist Technischer Angestellter des Aufgabenbereichs Biogene Kraft-, Schmier- und Verfahrensstoffe im Technologie- und Förderzentrum, Schulgasse 18, 94315 Straubing; e-mail: klaus.thuneke@tfz.bayern.de

Schlüsselwörter

Rapsölkraftstoff, BHKW, Abgas, Partikelfilter

Keywords

Rapeseed oil fuel, CHP, exhaust gas, particulate filter

Pflanzenöлтаugliche Blockheizkraftwerke (BHKW) werden derzeit stark nachgefragt. Gründe dafür sind zum einen der gestiegene Heizölpreis und zum anderen die erhöhte Stromeinspeisevergütung von bis zu 19,33 Cent pro Kilowattstunde nach dem Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien („Erneuerbare-Energien-Gesetz“) [1]. Trotz vielfältiger Vorteile, die die Nutzung von Rapsölkraftstoff in BHKW mit sich bringt, ist es ebenso wie beim Einsatz von Heizöl notwendig, gesundheitsrelevante Abgaskomponenten, insbesondere Partikelemissionen zu minimieren. Erste Untersuchungen zeigen, dass der aus Gründen der Luftreinhaltung angestrebte Zielwert für Staubemissionen von 20 mg/Nm³ dann eingehalten werden kann, wenn Abgaspartikelfiltersysteme eingesetzt werden [2]. Zum Einsatz von Abgaspartikelfiltersystemen bei Pflanzenöl-Motoren mit geringer Leistung ist bisher aber noch wenig bekannt.

Zielsetzung

Ziel einer Forschungsarbeit, die vom Bayerischen Landesamt für Umwelt, Augsburg,

und vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, München, gefördert wurde, war es, aussichtsreiche Dieselpartikelfiltersysteme in einem mit Rapsöl betriebenen BHKW geringer Leistung im Dauereinsatz zu untersuchen und dabei wichtige Betriebs- und Emissionsdaten zu ermitteln, um Ergebnisse zur Einsatztauglichkeit und den Partikelmasseabscheideraten dieser Abgasreinigungstechnologie bei rapsölbetriebenen BHKW zu gewinnen.

Vorgehensweise

Ein mit Rapsöl betriebenes Blockheizkraftwerk (8 kW_{el}, 15 kW_{th}) wurde mit fünf verschiedenen Abgaspartikelfiltersystemen, die für den Einsatz bei mit Dieselpartikelfiltern betriebenen Motoren entwickelt worden waren, zeitlich nacheinander ausgerüstet (Tab. 1). Mit jedem dieser Partikelfiltersysteme erfolgte eine Daueruntersuchung, bei der die Abgaskomponenten Kohlendioxid (CO₂), Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffoxide (NO_x), Kohlenwasserstoffe (C_nH_m) und Staub wiederholt erfasst und relevante Betriebspara-

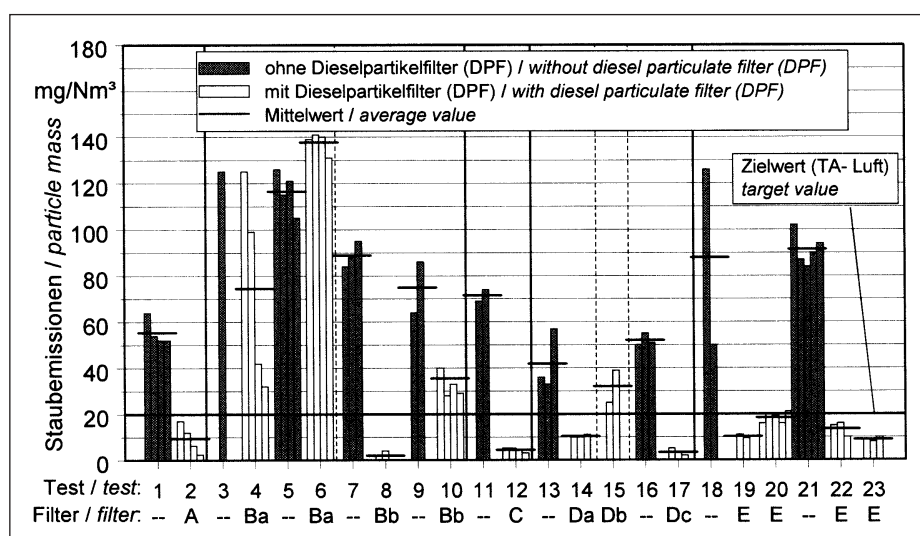


Bild 1: Staubemissionen eines rapsölbetriebenen BHKW (8 kW_{el}) ohne und mit diverser Dieselpartikelfilter (Halbstundenmittelwerte für Abgasnormbedingungen und 5 % O₂-Gehalt)

Fig. 1: Particle mass of a rapeseed oil fuelled CHP unit (8 kW_{el}) without and with different diesel particulate filters (half-hour average values for exhaust standard conditions, 5 % O₂)

meter wie Abgastemperaturen und Abgasdrücke kontinuierlich aufgezeichnet wurden. Daneben wurden Wartungsarbeiten am Partikelfilter dokumentiert und die Kraftstoff- und Motoröleigenschaften sowie die Partikelzusammensetzung bestimmt.

Ergebnisse

Die Staubemissionen von mit Rapsöl betriebenen BHKW können mit den getesteten Dieselpartikelfiltern zum Teil deutlich reduziert werden. Der angestrebte Zielwert für Staubemissionen (20 mg/Nm^3) wird in neun von 13 Fällen unterschritten (Bild 1). Sofern dieser Zielwert eingehalten wird, können im Vergleich zum Betrieb ohne Dieselpartikelfilter Reduktionsraten von 74 bis 98 % erreicht werden. Die größte Effektivität weist Partikelfilter „Bb“ im neuen Zustand auf, durch den die Staubemissionen von 89 mg/Nm^3 (Test 7) auf 2 mg/Nm^3 (Test 8) gesenkt werden. Nach 220 Betriebsstunden sinkt jedoch die Staubreduktion durch Filter „Bb“ von 98 auf 57 % (Test 10). Ursache dafür ist ein Schaden am Filter, der auf Grund von zu hohem Abgasgegendruck und/oder eines werkseitigen Defekts aufgetreten ist. Bei den aufeinanderfolgenden Einzelmessungen mit Filter „A“ und „Ba“ im neuen Zustand (Test 2 und 4) sinken die Staubemissionen. Offensichtlich verbessert sich die Abscheideleistung während der ersten Betriebsstunden in Folge des Aufbaus eines „Filterkuchens“ aus Staubpartikeln. Allerdings sind derartig große Unterschiede bei den Partikelmasseemissionen, wie beim Filter „Ba“ eher untypisch und deuten möglicherweise auch auf eine ungeeignete Filterausführung hin.

Mit Partikelfilter „Ba“ werden nach 132 Bh (Test 6) sogar höhere Staubemissionen als ohne Partikelfilter ermittelt. Ursache dafür ist eine Filterverstopfung, die einen hohen Abgasgegendruck mit starker Motorbelastung nach sich zieht. Ein Anstieg des Abgasgegendrucks von etwa 40 auf über 250 mbar ist auch bei anfänglich gut funktionierender kontinuierlicher Regeneration (Rußabbrand) bei allen getesteten Dieselpartikelfiltersystemen innerhalb von weniger als 200 Betriebsstunden zu beobachten. Ursachen dafür sind der erhöhte Ascheeintrag

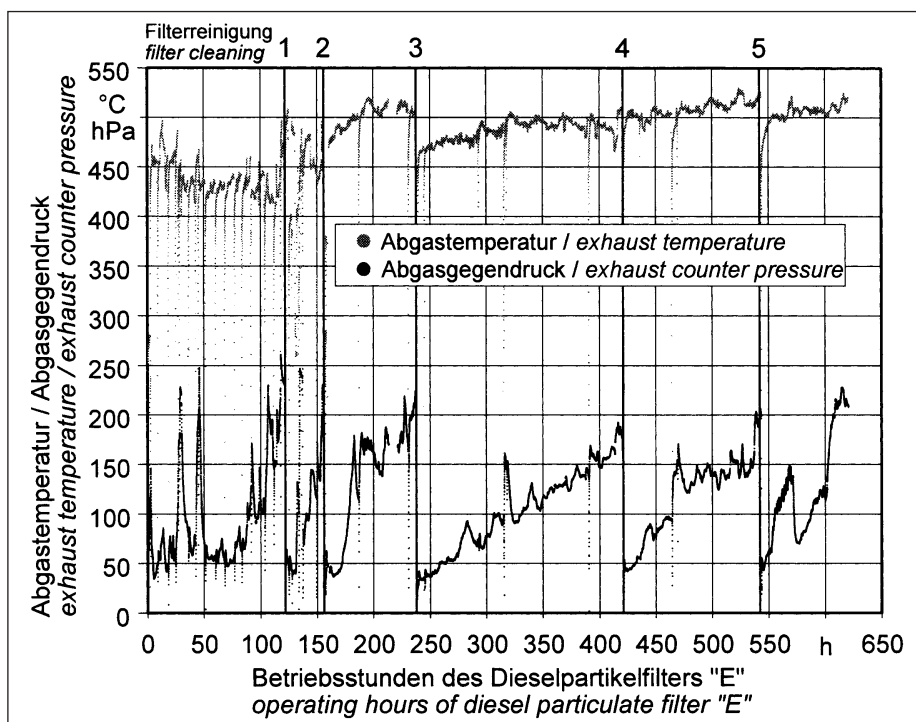


Bild 2: Abgasgegendruck und Abgastemperatur beim Einsatz von Dieselpartikelfiltersystem „E“ über 620 Betriebsstunden mit fünf Reinigungsunterbrechungen

Fig. 2: Exhaust counter pressure and exhaust temperature of diesel particulate filter system „E“ over 620 operating hours with five filter cleaning interruptions

auf Grund des im Rapsölkraftstoff enthaltenen Calciums und Phosphors (je ~ 5 bis 15 ppm) sowie eine abnehmende Regenerationsleistung, beispielsweise durch Belegung und damit Inaktivierung der katalytischen Beschichtung zur Senkung der Rußabbrandtemperatur.

Ein hoher Abgasgegendruck führt zu erhöhtem Kraftstoffverbrauch sowie zum Anstieg der Abgasemissionen. In Bild 2 sind der Abgasgegendruck und die Abgastemperatur über die Einsatzdauer vom Dieselpartikelfiltersystem „E“ dargestellt, welches mit 620 Stunden die insgesamt längste Betriebszeit aufweist. Das sehr kurze zweite Betriebsintervall ist auf den erhöhten Staubanfall eines defekten Oxidationskatalysators zurückzuführen.

Schlussfolgerungen

Dieselpartikelfiltersysteme können effektiv die Partikelmasseemissionen von rapsölbetriebenen Blockheizkraftwerken mindern, so dass der angestrebte Zielwert von 20 mg/Nm^3 eingehalten werden kann. Jedoch können auch fehlerhafte oder verstopfte

Partikelfilter zu einer Erhöhung von Kraftstoffverbrauch und Abgasemissionen führen und die Motorlebensdauer beeinträchtigen. Bei allen getesteten Dieselpartikelfiltersystemen sind häufig aufwändige Reinigungsmaßnahmen erforderlich. Um den Wartungsaufwand beim Einsatz von Partikelfiltersystemen in mit Pflanzenöl betriebenen BHKW zu reduzieren, sind größere Ascheaufnahmekapazitäten, eine einfachere Beseitigung der angesammelten Asche oder andere Abscheidesysteme erforderlich. Erst wenn die Wartungsintervalle deutlich verlängert werden können, kann der Einsatz von Abgaspartikelfiltersystemen in rapsölbetriebenen Aggregaten mit niedriger Leistung empfohlen werden. Hierzu ist die gegenseitige Abstimmung von Kraftstoff, Motor und Abgasreinigungssystem notwendig.

Die Autoren danken dem Bayerischen Landesamt für Umwelt, Augsburg, und dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, München, für die Finanzierung der Untersuchungen.

Literatur

- [1] - : Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich vom 21. Juli 2004, (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG), BGBl. Teil I Nr. 40 vom 31. 7. 2004, Seite 1918 ff.
- [2] Thuncke, K., H. Link, B. Widmann und E. Remmels: Pflanzenölbetriebene Blockheizkraftwerke. Abschlussbericht, Bd. Materialien Umwelt & Entwicklung Bayern 175. München: Hrsg. und Druck Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, München, 2002, 159 Seiten

Partikelfilter System	Filterbauweise	Filterregeneration Art der Unterstützung	Temperatur *)
A	keramischer Monolith	katalytische Beschichtung	$\sim 300 \text{ }^\circ\text{C}$
Ba, Bb	Draht-/Keramik-Filament-Gestrickwicklung	katalytische Beschichtung	$\sim 430 \text{ }^\circ\text{C}$
C	keramischer Monolith	keine	$\sim 650 \text{ }^\circ\text{C}$
Da, Db,	keramischer Monolith	NO_2 (Oxidationskatalysator)	$\sim 300 \text{ }^\circ\text{C}$
Dc			
E	Mikrofaser-Filterkerzen	katalytische Beschichtung	$\sim 450 \text{ }^\circ\text{C}$

*) gemäß Herstellerangaben

Tab. 1: Getestete Dieselpartikelfiltersysteme

Table 1: Tested Diesel particulate filter systems