

Abgasemissionen biogasbetriebener Blockheizkraftwerke

Das Emissionsaufkommen landwirtschaftlicher Biogas-BHKW mit Zündstrahlmotoren wurde untersucht. Die Emissionsgrenzwerte der TA Luft konnten dabei von keinem Aggregat vollständig eingehalten werden. Die Grenzwerte für Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von ≥ 1 MW können nach dem Ermessen der Genehmigungsbehörde auch bei baurechtlichen Genehmigungsverfahren kleinerer Anlagen angewandt werden. Für diese sind praxisorientiertere Emissionsbegrenzungen einhaltbar. Optimierte Motoreinstellungen und regelmäßige Wartungsarbeiten könnten das Emissionspotenzial erheblich senken.

Dipl.-Ing. agr. Markus Schlattmann und Dipl.-Ing. Mathias Effenberger sind wissenschaftliche Mitarbeiter in der Abteilung Umweltechnik der Landnutzung an der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik (Leiter: Dr. agr. Andreas Gronauer), Am Staudengarten 3, 85354 Freising, e-mail: schlattmann@tec.agrar.tu-muenchen.de. Die Arbeiten wurden vom BStMLuU finanziert und fachlich vom Bayerischen Landesamt für Umweltschutz begleitet.

Referierter Beitrag der LANDTECHNIK, die Langfassung finden Sie unter LANDTECHNIK-NET.com.

Schlüsselwörter

Abgas, Emissionen, Biogas, Blockheizkraftwerk

Keywords

Exhaust gases, emissions, biogas, combined heat and power plant

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 02614 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/lo-cal/fliteratur.htm> abrufbar.

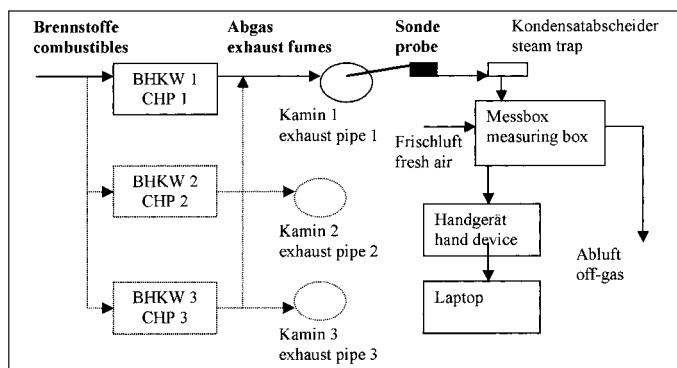
Die Nutzung regenerativer Energien gewinnt mit dem absehbaren Erschöpfen fossiler Energievorräte und der Treibhausgasproblematik zunehmend an Bedeutung. Die Bemühungen, Alternativen zu fossilen Energieträgern zu finden, wurden in den letzten Jahren verstärkt. Die Nutzung von Biogas in Blockheizkraftwerken stellt eine dieser Alternativen dar. Blockheizkraftwerke lassen sich in einem weiten Leistungsbe- reich von wenigen kW bis mehreren hundert kW betreiben [1]. Diese Möglichkeit der Leistungsanpassung an den jeweiligen Bedarf schafft die Grundlagen für eine Ausweitung der dezentralen Energieversorgung. In Bayern wurde eine deutlich steigende Zahl von Anlagenerrichtungen und -erweiterungen beobachtet [2]. In diesem Zusammenhang gewinnen jedoch auch die bei der Verbrennung des Biogases in den Motoren entstehenden Abgase an Bedeutung.

Rechtliche Rahmenbedingungen

Rechtliche Grundlagen für die Begrenzung dieser Abgasemissionen legt das Bundes-Immissionsschutzgesetz sowie die TA Luft. Konkrete Emissionsgrenzwerte der novel- lierten TA Luft [3] sind in Tabelle 1 wieder- gegeben. Diese Werte gelten für Anlagen unter 3 MW Feuer- wärmeleistung

Bild 1: Schematische Übersicht über die Messanordnung

Fig. 1: Schematic overview of measuring setup



Tab. 1: Grenzwerte nach TA Luft (Empfehlungen des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz in Klammern) für Verbrennungsmotoren geringer Leistung

Table 1: Limiting values according to TA Luft (recommendation of Bavarian Environmental Protection Agency in brackets) for low power combustion engines

Motorart	Kohlenmonoxid CO [g m ⁻³]	Stickoxide NO _x als NO ₂ [g m ⁻³]	Schwefeloxid SO ₂ [g m ⁻³]
Zündstrahlmotor	2,0 (2,0)	1,0 (1,5)	0,35 (0,35)
Gasottomotor	1,0 (1,0)	0,50 (0,50)	0,35 (0,35)

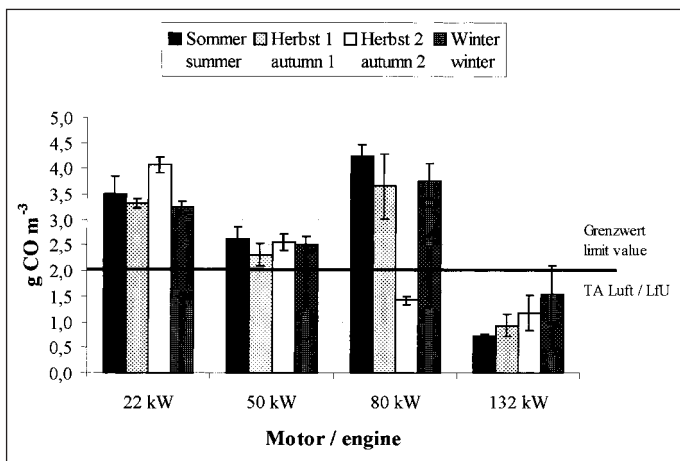


Bild 2: Mittlere Kohlenmonoxid-Emissionen der untersuchten Motoren (mit Standardabweichungen der CO-Emissionen des jeweiligen Untersuchungszeitraumes)

Fig. 2: Mean carbon monoxide emissions of the investigated engines (with standard deviations of the CO-emissions during each measuring period)

Tab. 2: Untersuchte Motoren nach Leistungsklassen

Table 2: Investigated engines in power classes

Leistung [kW _{el.}]	Zylinderzahl	Hubraum [l]	Repr. Leistungsklasse [kW _{el.}]
22	3	2,9	<34
50	4	4,6	34-66
80	6	6,0	67-99
132	6	12,0	>99

werte bei biogasbetriebenen Kleinanlagen wird der Praxis im Allgemeinen unterstellt, ist jedoch bisher durch längerfristige Messungen weder bestätigt noch widerlegt worden. Somit steht bei den Untersuchungen die Fragestellung im Vordergrund, in welchen Größenordnungen sich die Emissionen an Kohlenmonoxid, Stickstoffoxiden und Schwefeldioxyden biogasbetriebener BHKW bewegen und wie sich diese im Hinblick auf die Grenzwerte der novellierten TA Luft einordnen lassen.

Messplan und Messobjekte

Um einen Langzeitüberblick über die Emissionen der gemessenen BHKW zu erhalten, wurde jeweils eine Messung im Sommer und eine im Winter durchgeführt. Dazwischen erfolgten jeweils zwei Messungen in der Übergangszeit. Die Abgasuntersuchungen wurden an vier Zündstrahlmotoren verschiedener Leistungsklassen vorgenommen. Jede Messreihe umfasste pro Aggregat fünf bis sieben Einzelmessungen. Die Abgasmessungen erfolgten mit dem Messgerät TESTO 350. Dieses mobile Messgerät erfasst neben weiteren Abgasparametern die Komponenten CO, NO_x und SO₂. Die vier untersuchten Aggregate unterschiedlicher Leistung wurden nach den Ergebnissen einer Umfrage unter bayerischen Biogasanlagenbetreibern ausgewählt (Tab. 2). Die Messungen konzentrierten sich auf Zündstrahlmotoren, wel-

che in der Praxis häufiger anzutreffen sind als Gasotomotoren [2]. Außerdem weisen Zündstrahlmotoren ein deutlich ungünstigeres Emissionsverhalten auf. Die entstehenden Motorabgase wurden am Kamin gemessen. Einen schematischen Überblick über die Messanordnung gibt Bild 1. Die gemessenen Daten wurden gemäß TA Luft auf 5%-Bezugssauerstoffgehalt normiert.

Ergebnisse

Die mittleren Kohlenmonoxid-Emissionen einer Messreihe erreichten Werte von 0,7 g•m⁻³ beim größten Aggregat bis hin zu Werten von über 4,2 g•m⁻³ im Extremfall bei Teillastbetrieb (Bild 2). Die Stickstoffoxidemissionen verliefen mit durchschnittlichen Werten von 0,6 g•m⁻³ bis 1,9 g•m⁻³ gegenüber zu den CO-Emissionen des jeweiligen Motors (Bild 3). Ein nennenswerter Ausstoß an SO₂ konnte mit der verwendeten Messtechnik (Messbereich 0 bis 5000 ppm, Messgenauigkeit <5 ppm bei Werten unter 100 ppm) nicht nachgewiesen werden. Die SO₂-Emissionen waren im Gesamtdurchschnitt beim 50 kW_{el.}-Motor mit 0,04 g•m⁻³ am höchsten und lagen somit weit unter den geforderten 0,35 g•m⁻³ der TA Luft. Die Messwerte zeigten mit steigender Aggregatgröße einen Trend abnehmender CO-Emissionen. Dieser Trend scheint durch das 80 kW_{el.}-Aggregat scheinbar gebrochen (Bild 2). Dieser Motor wurde jedoch außer in Messreihe 3 im Teillastbetrieb betrieben und wies in den anderen Messreihen aufgrund der unvollständigen Verbrennung und der geringeren Verbrennungstemperaturen somit relativ hohe CO- und relativ geringe NO_x-Werte im Abgas auf. Die Messungen lieferten auch Hinweise, dass einzelne Motoreinstellungen und Wartungsarbeiten das Emissionsverhalten eines Motors positiv wie negativ beeinflussen. Ein systematischer Einfluss der Jahreszeit oder der Außentemperatur auf die Abgaswerte war nicht erkennbar. Dieses kann

damit begründet werden, dass die Verbrennungsluft üblicherweise vom Motor aus dem warmen Motoren-Aufstellungsraum angesaugt wird.

Einordnung der Ergebnisse

Die Vermutung, dass die Grenzwerte der TA Luft bei bestehenden, baurechtlich zu genehmigenden Kleinanlagen in der Praxis nicht vollständig eingehalten werden, konnte mit der durchgeführten Untersuchung an Zündstrahlmotoren bestätigt werden. Daher sollte beim derzeitigen technischen Stand von Kleinanlagen in baurechtlichen Genehmigungsverfahren nach dem Ermessen der Genehmigungsbehörden auf eine strikte Anlehnung an die TA Luft zu Gunsten des Ziels der Förderung umweltfreundlicher Energiegewinnung verzichtet werden. Stattdessen sollten für diese Kleinanlagen praxistauglichere Emissionsbegrenzungen, wie bereits vom Bayerischen Landesamt für Umweltschutz (LfU) empfohlen ([5], Tab. 1), herangezogen werden. Da die Emissionen eines Motors aufgrund variierender Bedingungen (Verfahrensablauf und somit Gasqualität, Motoreinstellung, Wartungszustand) im Praxisbetrieb beeinflusst werden, können häufigere Messungen erforderlich sein, um das Emissionsverhalten eines BHKW in Hinblick auf eine optimale Motoreinstellung hinreichend genau beurteilen zu können. Wie die statistischen Tests weiterhin ergeben haben, ist ein signifikanter Unterschied zwischen den Abgaswerten verschiedener Motoren gegeben, wobei eine Tendenz zu geringeren Emissionen bei größeren Aggregaten zu erkennen ist. Der aktuelle Trend zu BHKW-Modulen höherer Leistung [2] ist somit emissionsseitig positiv zu bewerten. Eine regelmäßige und fachkundige Wartung der Motoren, die in der Praxis bislang kaum durchgeführt wird, könnte ebenfalls dazu beitragen die Emissionsbegrenzungen einzuhalten.

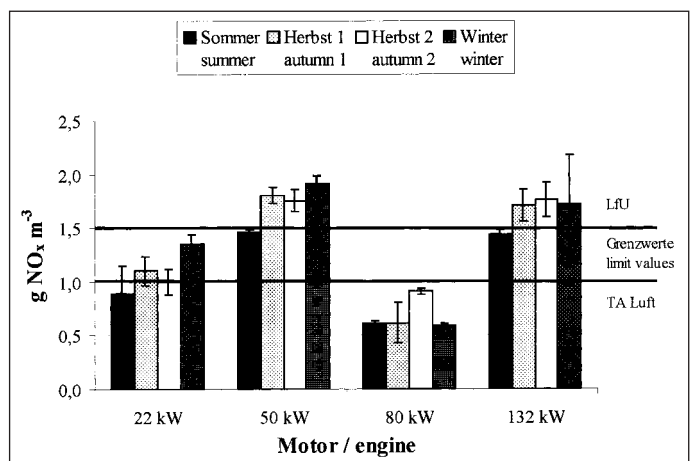


Bild 3: Mittlere Stickoxid-Emissionen der untersuchten Motoren (mit Standardabweichungen der NOx-Emissionen des jeweiligen Untersuchungszeitraumes)

Fig. 3: Mean nitric oxide emissions of the investigated engines (with standard deviations of the NOx-emissions during each measuring period)