

Christian Kern, Bernhard Widmann und Hans Schön, Freising;
Karl Maurer, Hohenheim, und Thomas Wilharm, Neusäß

Standardisierung von Rapsöl

Kraftstoff für pflanzenöлтаugliche Dieselmotoren

Ein verlässlicher Betrieb von umgerüsteten Dieselmotoren mit Pflanzenöl ist nur möglich, wenn eine bestimmte Qualität des Kraftstoffes definiert ist. Im Arbeitskreis „Dezentrale Ölgewinnung“ an der Landtechnik Weihenstephan wurde gemeinsam mit Vertretern der Motorenhersteller und Ölproduzenten, den Analyseinstituten, Anlagenbetreibern, Planungsbüros, Wissenschaftlern sowie Repräsentanten der Ministerien ein Standard für Rapsöl als Kraftstoff festgelegt. Der Standard umfaßt eine Reihe wichtiger Kennwerte, die die Eigenschaften und Inhaltsstoffe beschreiben und für den Betrieb der Motoren von Bedeutung sind. Der Standard besitzt einen vorläufigen Charakter, bis die Einhaltbarkeit der Grenzwerte bestätigt ist. Trotzdem bietet er bei Gewährleistungsfragen bereits jetzt eine gemeinsame Basis für die Motorenhersteller und Ölproduzenten.

Der Einsatz von Rapsöl als Treibstoff in umgerüsteten Dieselmotoren gewinnt aus Gründen des Boden- und Gewässerschutzes, vor allem aber wegen der Minderung der Kohlendioxidbelastung zunehmend an Bedeutung. Als besonderer Vorteil der naturbelassenen Pflanzenöle ergibt sich – im Vergleich zu den Pflanzenölmethylestern (PME) – eine günstigere Energiebilanz durch den Verzicht auf die Umesterung und die meist sehr geringen Transportstrecken bei dezentraler Ölgewinnung. Rapsöl ist damit prädestiniert für die dezentrale Energieversorgung, etwa in Blockheizkraftwerken.

Ein sicherer Betrieb der Motoren ist nur dann möglich, wenn bestimmte Eigenschaften und Inhaltsstoffe des Kraftstoffes konstant bleiben, diese in einem Standard definiert und überprüfbar sind. Sie

Dipl.-Ing.agr. Christian Kern und Dr. Bernhard Widmann sind Mitarbeiter, Prof. Dr. Dr. h.c. (AE) Hans Schön ist Leiter der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik der Technischen Universität München-Weihenstephan, Vöttinger Str. 36, 85354 Freising. Dipl.-Ing. Karl Maurer ist Leiter der Landesanstalt für Landw. Maschinen- und Bauwesen der Universität Hohenheim und Dr. Thomas Wilharm ist Geschäftsführer der Fa. ASG (Analytik Service Gesellschaft mbH, Neusäß).

werden mit Hilfe von Kennwerten beschrieben.

Die bislang von den Motorenherstellern herausgegebenen Spezifikationen unter-

Laufleistungen mit naturbelassenen, kaltgepreßten Ölen erreicht haben und folglich auch bestimmte Ölqualitäten den Anforderungen der Motoren genügen. Gelingt es, die dabei verwendeten Öle zu definieren, so ist eine Standardisierung möglich. Nachfolgend werden die Vorgehensweise zur Erarbeitung des Standards und die offenen Fragen dargestellt.

Vorgehensweise der Standardisierung

Sie untergliedert sich in folgende Schritte:

- Eine Zusammenstellung der bislang von den Motorenherstellern genannten Kennwerte und eine Einordnung entsprechend ihrer Aussage [1, 2, 3, 4] (39 Werte).

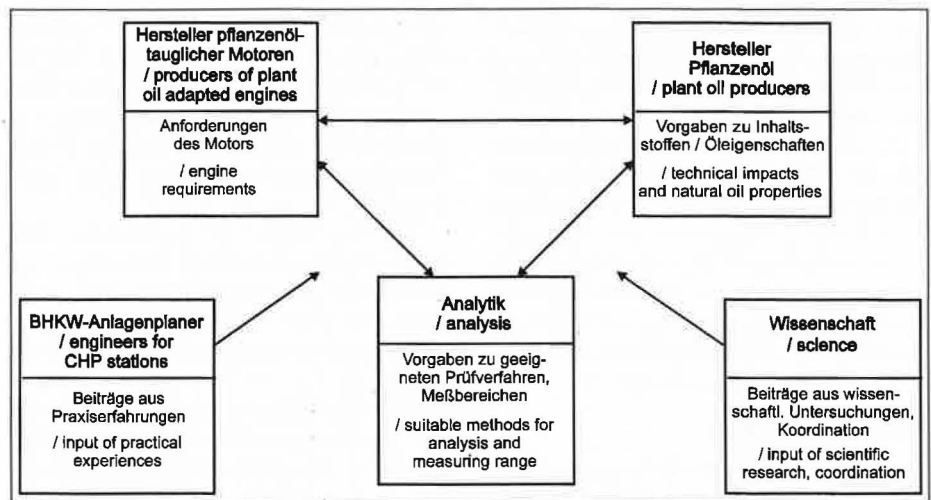


Bild 1: Beteiligte Gruppen bei der Festlegung eines Standards für Rapsölkraftstoff für pflanzenöлтаugliche Dieselmotoren

Fig. 1: Groups participating in setting a standard for rape seed oil as a fuel in adapted diesel engines

scheiden sich sowohl in den Kennwerten und Grenzwerten als auch in den vorgeschriebenen Prüfverfahren. Diese unterschiedlichen Vorgaben führten zu erheblichen Verunsicherungen der Anlagenbetreiber und der Ölproduzenten bei Gewährleistungsfragen.

Ziel des Arbeitskreises „Dezentrale Ölgewinnung“ an der Landtechnik Weihenstephan war es daher, die verschiedenen Vorgaben in einem allgemein akzeptierten Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff in pflanzenöлтаuglichen Dieselmotoren zu vereinigen. Das Gremium setzte sich aus rund 60 Teilnehmern zusammen, darunter die Vertreter der in Bild 1 genannten Gruppen.

Zu Beginn der Arbeiten wurde die Frage diskutiert, ob Pflanzenöl überhaupt als Kraftstoff standardisierbar sei, da – insbesondere bei der Ölgewinnung in dezentralen Kleinanlagen – eine hohe Schwankungsbreite ihrer Eigenschaften und Inhaltsstoffe erwartet wurde [2]. Dieser These steht entgegen, daß die pflanzenöлтаuglichen Motoren bereits hohe

- Eine Auswahl von 15 relevanten Kennwerten, wobei Überschneidungen in der Aussage vermieden wurden.
- Die Grenzwertfestlegung bestand darin, einerseits die Auswirkungen bestimmter Öleigenschaften und Inhaltsstoffe abzuschätzen, andererseits die Streubreite der Werte zu prüfen. Die Grenzwerte wurden schließlich so festgesetzt, daß sie den Mindestanforderungen der Motoren und den naturgegebenen Eigenschaften der Öle entsprechen.
- In zwei weiteren Sitzungen wurden geeignete Prüfverfahren ausgewählt und verschiedene Grenzwerte erneut auf ihre Einhaltbarkeit hin überprüft.

Da zwischen verschiedenen Pflanzenölen Unterschiede in ihrer Eignung als Kraftstoff bestehen (Gesamtverkokung und Jodzahl) wurde der Standard nur auf Rapsöl bezogen. Für andere Pflanzenöle kann zukünftig entweder eine Erweiterung oder die Aufstellung eines zusätzlichen Standards erfolgen.

In Anlehnung an die bereits bestehenden Bezeichnungen und Abkürzungen

für Dieselkraftstoff (DK) und Rapsölmethylester (RME) sowie Pflanzenölmethylester (PME) wurde für Rapsöl (kaltgepreßt oder Vollraffinat) die Bezeichnung Rapsölkraftstoff (RK) gewählt.

Erarbeiteter RK-Qualitätsstandard

Die festgelegten Kennwerte, Grenzwerte und Prüfverfahren sind *Bild 2* zu entnehmen. Bei der Aufstellung des Standards haben die in *Tabelle 1* aufgeführten Hersteller pflanzenölauglicher Motoren mitgewirkt und ihn ratifiziert.

Die Kriterien für die Auswahl der einzelnen Kennwerte sind dem Protokoll des Arbeitskreises zu entnehmen [2]. Sofern es sinnvoll erschien, wurden aus Gründen der Einheitlichkeit Prüfverfahren ausgewählt, die bereits in der Norm für Dieselkraftstoff (DIN, EN 590) und/oder der Vornorm für Pflanzenölmethylester (DIN V 51606) aufgeführt sind. Im folgenden sollen nur drei Kennwerte diskutiert werden, bei denen Anpassungen der Prüfverfahren notwendig sind.

1. Cetanzahl

Die Cetanzahl gibt die Zündwilligkeit des Kraftstoffes wieder und ermöglicht Rückschlüsse auf die Emissionen. Sie kann sich beispielsweise während der Lagerung, im Zuge verschiedener Umwandlungsprozesse des Öls verändern [2].

Voraussetzung für die Aufnahme des Kennwertes ist jedoch eine Anpassung des ursprünglich für Dieselkraftstoff vor-

gesehen Prüfverfahrens. Erste Untersuchungen zeigen, daß eine Cetanzahl für Rapsöl bei einer Erhöhung des Düsenab-spritzdruckes und einer Vorwärmung des Kraftstoffes zwar ermittelt werden kann, ein dauerhafter Betrieb des konventionellen Prüfmotors jedoch nicht möglich ist [4]. Aufgrund der veränderten Einstellungen kann die so ermittelte Cetanzahl nicht mit derjenigen von Dieselkraftstoff verglichen werden. Eine Ermittlung dieses Kennwertes kann nur in einem für Pflanzenöl adaptierten Motor erfolgen.

2. Kälteverhalten

Die Wintertauglichkeit beim Dieselkraftstoff wird durch Kennwerte wie Cloudpoint (CP), Cold-Filter-Plugging-Point (CFPP) sowie Pourpoint (PP) beschrieben, die auf die Ausfällung von Paraffinen bei der Abkühlung abzielen; letztere sind jedoch im Rapsöl nicht enthalten. Daher wurde ein von der Firma ASG entwickeltes Verfahren („Kälteverhalten“) gewählt, das auf der Simulation der Fließfähigkeit in einem Kraftstoffleitungssystem beruht und somit den praktischen Verhältnissen besser gerecht wird. Der Grenzwert hierzu kann erst nach weiteren Laboruntersuchungen festgelegt werden.

3. Gesamtverschmutzung

Dieser Kennwert erlaubt eine Aussage über Verschleißerscheinungen und Verstopfungen des Kraftstofffilters. Erste Untersuchungen deuten an, daß der Grenzwert von 25 mg/kg sowohl mit Vollraffinat als auch mit kaltgepreßtem Rapsöl eingehalten werden kann.

Partikel mit einer mittleren Größe über 5 µm können zu einer Verstopfung des Kraftstofffilters führen, weshalb diese Fraktion als getrennter Kennwert vorläufig in den Standard mit aufgenommen wurde. Sollte sich jedoch in weiteren Versuchen

Tab. 1: Beteiligte Hersteller pflanzenölauglicher Motoren an der Standardisierung und ihre Bestätigung

Table 1: Manufacturers of plant oil adapted diesel engines participating in standardization and their confirmation

Firma	Bestätigung / Einschränkungen
AMS (Antriebs- und Maschinentechnik Schönebeck)	ja
Elsbett	ja
KHD (Klöckner Humboldt Deutz/ Henkelhausen)	ja; Wassergehalt für Lagerung zu hoch, max. 500 mg/kg wünschenswert
TMW (Thüringer Motorenwerke Nordhausen)	ja
VWP (Vereinigte Werkstätten für Pflanzenöltechnik)	ja

herausstellen, daß nur geringfügige Unterschiede zur Gesamtverschmutzung mit einem 0,8 µm-Filter vorhanden sind, kann der Kennwert entfallen.

Weitere Untersuchungen

Die vollständige Beantwortung der eingangs gestellten Frage nach der Standardisierbarkeit von Rapsöl ist erst dann möglich, wenn die Grenzwerte der vorliegenden Liste eingehalten werden können. Diese Überprüfung ist Gegenstand weiterer Untersuchungen, wobei die Schwankungsbreite der Eigenschaften und Inhaltsstoffe in einem Ringversuch an mehreren Ölgewinnungsanlagen in der Praxis erfaßt wird. Darüber hinaus werden die bereits genannten Prüfverfahren weiterentwickelt (Cetanzahl, Kälteverhalten) und die noch offenen Grenzwerte festgelegt. Von besonderer Bedeutung ist die Entwicklung geeigneter Schnelltests und Vorschriften zur Probenahme, die eine häufigere, stichprobenartige Überprüfung der Ölqualität in der Praxis ermöglichen.

Bei der Aufstellung des Standards standen bislang die motortechnischen Anforderungen an das Öl im Vordergrund. Zukünftig werden die Auswirkungen der Inhaltsstoffe und Eigenschaften auf die Emissionen stärker zu berücksichtigen sein.

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 97204 erhältlich.

Schlüsselwörter

Standardisierung von Rapsöl, Rapsölkraftstoff in pflanzenölauglichen Dieselmotoren

Keywords

Standardization of rape seed oil, diesel fuel substitute, adapted diesel engines

LTV-Arbeitskreis dezentrale Pflanzenölgewinnung Weihenstephan			
Vorläufiger Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff (RK-Qualitätsstandard) Preliminary Quality Standard for Rape Seed Oil as a Fuel in Adapted Diesel Engines			
Eigenschaften / Inhaltsstoffe Properties / Contents	Einheiten Unit	Grenzwerte Limiting Value min. max.	Prüfverfahren Testing Method
Dichte / Density (15 °C)	g/ml	0,90 - 0,93	ISO 3675
Kin. Viskosität / kin. Viscosity (40°C)	mm ² /s	38	ISO 3104
Flammpunkt / Flash Point by / nach Pensky-Martens	°C	300	ISO 2719
Heizwert / Calorific Value	kJ/g	35	DIN 51 900 T3
Zündwilligkeit (Cetanzahl) / Cetane Number	-	38	ISO 5165
Koksrückstand / Carbon Residue by / nach Conradson	Masse-%	0,03	ISO 10370
Kälteverhalten / Low Temperature Behaviour	°C	noch festzulegen / to be determined	DIN V 51 608
Gesamtverschmutzung / Particulate Matter	mg/kg	25	DIN 51 419
Gesamtverschmutzung mit / Particulate Matter / 5 µm-Filter	mg/kg	noch festzulegen / to be determined	nach DIN 51 419
Asche / Ash	Masse-%	0,02	ISO 6245
Wassergehalt / Water Content	mg/kg	1000	ASTM D 1744
Phosphorgehalt / Phosphorus Content	mg/kg	25	DIN 51 363 T1
Schwefelgehalt / Sulfur Content	Masse-%	0,03	ASTM D 5453
Neutralisationszahl / Neutralization Number	mg KOH/g	1,5	DIN 51 558 T1
Jodzahl / Iodine Number	g/100g	120	DIN 53 241

Bild 2: Fassung des RK-Qualitätsstandards vom 22. August 1996 [2]

Fig. 2: Standard for Rape-Seed-Oil as a substitute for diesel fuel in adapted engines, issued August 22nd 1996