

Klaus Thuncke, Anja Rocktäschel und Edgar Remmele, Freising

Wechselwirkung zwischen Rapsölkraftstoff und dem Motoröl

Die Eindickung des Motoröls ist ein bedeutendes Problem beim Betrieb von Pflanzenölmotoren in Aggregaten und Fahrzeugen. Häufige Ursache dafür ist der Eintrag größerer Mengen an Pflanzenölkraftstoff in das Motoröl aufgrund schlechter Verbrennungsgüte oder defekter Motorkomponenten.

Es scheint, dass die Öleindickung entweder durch Polymerisation oder durch ionische Bindung von oxidativ veränderten Pflanzenölmolekülen hervorgerufen wird. Bei der Alterung im Labor zeigt sich, dass der Viskositätsanstieg des Motoröls umso größer ist, je stärker das beigemischte Rapsöl vorgealtert ist. Bei unterschiedlichen Motorölen eines Herstellers kann bei konstanten Alterungsbedingungen der Viskositätsanstieg weniger stark oder stärker ausgeprägt sein.

Dipl.-Ing. agr. Klaus Thuncke ist wissenschaftlicher Mitarbeiter, Anja Rocktäschel ist Technische Angestellte und Dr. Edgar Remmele ist Leiter des Aufgabenbereichs Biogene Kraft-, Schmier- und Verfahrensstoffe im Technologie- und Förderzentrum, Dienststelle Freising, Vöttinger Straße 36, 85354 Freising; e-mail: klaus.thuncke@tfz.bayern.de Die Autoren danken dem Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten für die Finanzierung der Untersuchungen und der Firma Analytik-Service Gesellschaft, Augsburg für die gute Zusammenarbeit.

Schlüsselwörter

Rapsölkraftstoff, Motoröl, Motorölalterung

Keywords

Rapeseed oil fuel, motor oil, motor oil ageing

Pflanzenöl weist bei seiner Nutzung als Kraftstoff in dafür geeigneten Motoren bedeutende Vorteile auf. Allerdings kommt es auch immer wieder zu Betriebsstörungen, die für den Pflanzenölbetrieb typisch sind. Besondere Beachtung ist der schnellen Eindickung von Motoröl beizumessen. Eingedicktes Motoröl führt meist zum Ausfall der Motorschmierung; schwerwiegende Motorschäden wie Kolbenfresser sind die Folge. Analysen von Schadensfällen aus der Praxis deuten darauf hin, dass eine Öleindickung vor allem dann auftritt, wenn Pflanzenölkraftstoff in größerer Menge in das Motoröl gelangt. Es wird vermutet, dass neben der Menge auch die Qualität des eingetragenen Pflanzenöls sowie die Art des Motoröls Einfluss auf die Motoröleindickung haben. Die genauen Bildungsmechanismen sind jedoch weitgehend unbekannt, auch fehlen Hinweise über die Wirkung von Einflussgrößen auf das Motoröl wie Temperatur, Zusammensetzung des Blow-By Gases oder katalytische Metalloberflächen und Abrieb im Motor.

Zielsetzung

des Forschungsvorhabens, das vom Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten (BayStMLF) gefördert wird, ist es, die Wechselwirkungen zwischen Rapsöl und ausgewählten Motorölen im Labor und in der Praxis zu untersuchen, um Faktoren, die zur Öleindickung führen können, aufzudecken. Darauf aufbauend sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie zukünftig die Gefahr der Schmieröleindickung bei Pflanzenölmotoren verringert werden könnte.

Stand des Wissens

Gelangt bei pflanzenölbetriebenen Motoren Rapsölkraftstoff ins Motoröl, so reichert sich dieser dort an, weil Rapsöl anders als Dieselmotorkraftstoff bei den dort herrschenden Temperaturen nicht abdampft. Ursachen eines überdurchschnittlich hohen Eintrages von Pflanzenöl ins Motoröl können sein:

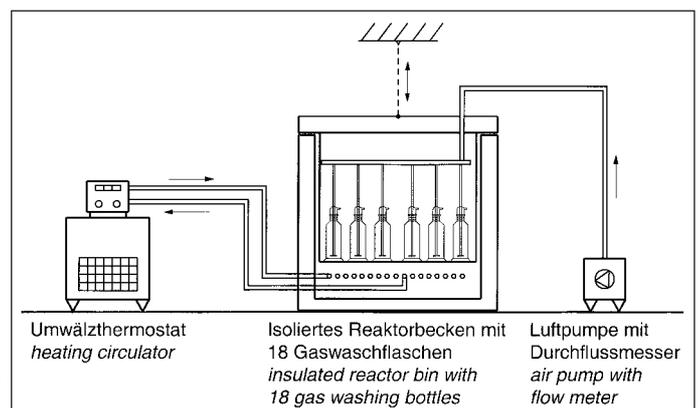
- defekte Einspritzdüsen
- defekte motorölgeschmierte Kraftstoff- und Einspritzpumpen
- ungenügend umgerüstete Motoren (schlechte Verbrennung)
- häufige Kaltstarts
- lange Ölwechselintervalle

Durch die Anreicherung des Pflanzenöls im Motoröl werden die darin befindlichen Additive verdünnt und zum Teil verbraucht, wodurch es zu einer beschleunigten Alterung des Motoröls kommt. Metalle (Oberflächen, Abrieb) und bestimmte chemische Verbindungen (Verbrennungsgase) wirken dabei als Katalysator. Im weiteren Verlauf der Ölalterung kann es unter bestimmten Bedingungen zu einer teilweisen, aber auch vollständigen Eindickung des Motoröls kommen. Ölpumpe, Ölleitungen und Spritzdüsen verstopfen, wodurch die Motorschmierung und -kühlung nur noch unzureichend erfolgt. Lagerschäden und Kolbenfresser sind die Folge.

Guapp (1937) [1] fand bei motorischen Untersuchungen heraus, dass der Kraftstoff mit der niedrigsten Iodzahl (Palmöl: 56) die geringste Rückstandsbildung im Schmieröl hervorruft, während der Kraftstoff mit der

Bild 1: Versuchsaufbau für die Probenalterung

Fig. 1: Experimental design for sample ageing



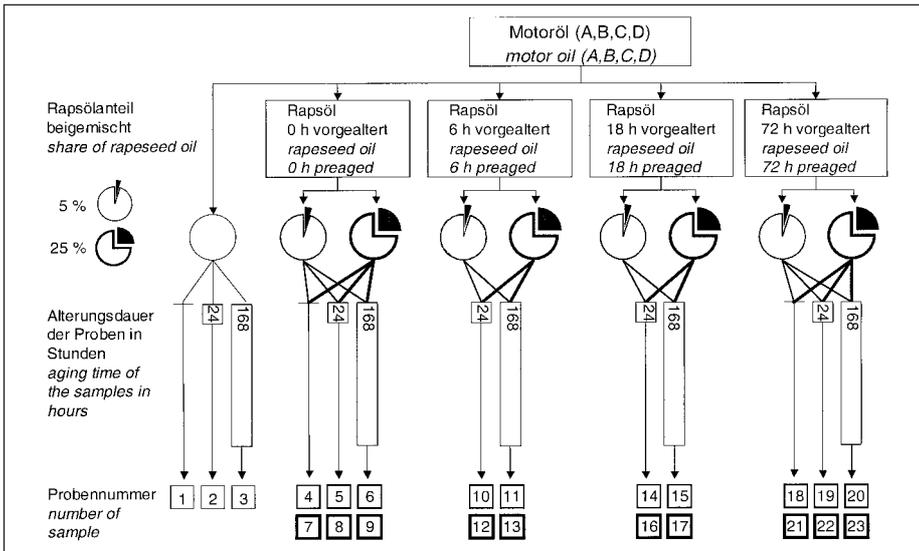


Bild 2: Versuchsplan - Varianten der Probenalterung (Auswahl)

Fig. 2: Experimental design - variants of sample ageing (selection)

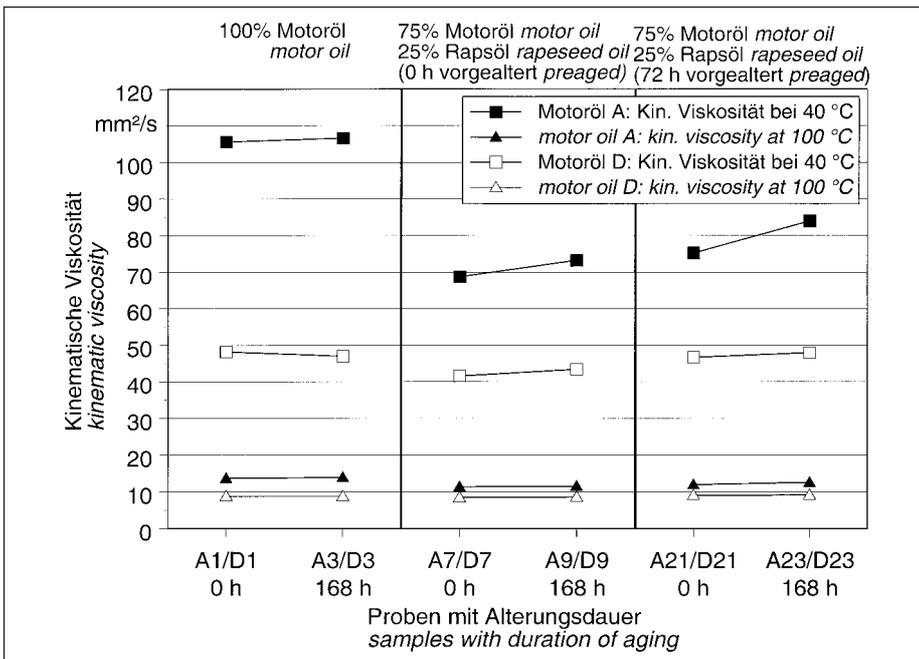


Bild 3: Viskositäten verschiedener Rapsöl-Motorölmischungen (Motoröl A, mineralölbasisch, konventionell additiviert; Motoröl D, esterbasisch, hochwertig additiviert)

Fig. 3: Viscosities of different rapeseed engine oil mixtures (engine oil A, mineral oil alkaline, conventionally added; engine oil D, mineral oil ester-alkaline, high grade-added)

höchsten Iodzahl (Sojaöl: 130) die meisten Rückstände bildet und den stärksten Viskositätsanstieg aufweist. Ein Indiz dafür, dass insbesondere ungesättigte Fettsäuren (hohe Iodzahlen) an den Doppelbindungen anfällig für thermische Oxidations- oder Hydratisierungsvorgänge sind, wodurch weitere Polymerisationsreaktionen in Gang gesetzt werden, die schließlich öln unlösliche Ablagerungen bilden können.

Wilharm untersuchte tiefschwarze Motoröleindickungen von schnittfester Konsistenz (Gel) aus der Praxis. Die Ablagerungen sind löslich in Hexan (bis auf einen Rückstand von 3,5 %) und unlöslich in polaren Lösemitteln. Die Ablagerungen weisen einen auffällig hohen Ca-Gehalt auf, der vermutlich aus den Additiven des Motoröls stammt und die Fettsäuren der Ablagerungen miteinander vernetzt.

Material und Vorgehensweise

Um einen Teil der komplexen Einwirkungen auf das Motoröl beim motorischen Betrieb vereinfacht im Labormaßstab darzustellen, wurden in einem Reaktorbecken verschiedene Rapsöl-/Motorölmischungen (je 100 ml) in Gaswaschflaschen gefüllt, bei einer Temperatur von ~ 100 °C mit Raumluft aktiv belüftet (~ 28 l/min je Probe) und gealtert (Bild 1 und 2). Beim Motoröl A handelt es sich um ein mineralölbasisches Produkt mit konventioneller Additivierung der Viskositätsklasse 15-W40. Vom gleichen Hersteller stammt das Motorenöl D, mit esterbasischem Grundöl und hochwertiger Additivierung sowie einer Viskositätsklasse von 0-W20.

Ergebnisse

Die Untersuchungen zeigen, dass nach einer Alterung von 168 Stunden die Viskosität der Rapsöl-/Motorölgemisch-Proben gegenüber dem Ausgangszustand zunimmt. Die Zunahme ist um so stärker je mehr Rapsöl dem Motoröl beigemischt ist und je stärker der Rapsölkraftstoff vorgealtert ist. Der Anstieg der Viskosität bei 40 °C ist durchweg stärker als bei 100 °C. Beim höherwertigen Motoröl D fällt der Viskositätsanstieg deutlich niedriger aus als beim Motoröl des Typs A (Bild 3). Dennoch ist daraus nicht verallgemeinernd zu schließen, dass bei der Verwendung von höherwertigen oder esterbasischen Motorölen die Gefahr der Schmieröleindickung beim Eintrag von Rapsöl generell niedriger ist als bei konventionellen oder mineralölbasischen Motorölen. Trotz einer Alterungsdauer von einer Woche konnte ein Festwerden der Proben nicht beobachtet werden. Gleiches gilt auch, wenn zur Beschleunigung der Alterung Kupfer- oder Eisenpulver beigemischt oder die Proben mit Schwefelsäure oder Salpetersäure versetzt werden. Weitergehende Untersuchungen sind notwendig, um eine vollständige Motoröleindickung im Labor nachbilden zu können, damit die hier gewonnenen Ergebnisse verifiziert und vervollständigt werden können.

Literatur

- [1] Gaupp, K.: Pflanzenöle als Dieselkraftstoffe. ATZ Automobiltechnische Zeitschrift, (1937), Nr. 8, S. 203-207