

Probleme der Verbrennung im Motor

Von Ernst Schmidt

(Auszug)

Der Obmann des Ausschusses für Verbrennungsfragen E. Schmidt berichtete über eine Arbeitstagung dieses Ausschusses, die am 3. Juli in Berlin stattfand. Aufgabe der Tagung war es, einen Überblick zu gewinnen über den Stand der Probleme, die an verschiedenen Stellen laufenden Forschungsarbeiten und über weitere Arbeitspläne.

Über die Entwicklung klopfester Brennstoffe hoher Oktanzahl in Deutschland gab M. Pier, Ludwigshafen, einen Überblick unter besonderer Berücksichtigung der bei der I. G. Farbenindustrie laufenden Arbeiten. Die Beziehungen zwischen dem Klopfverhalten von Kraftstoffen im Motor und der Selbstzündung von Gemischen bei adiabatischer Verdichtung behandelte W. Jost, Leipzig, auf Grund eigener Versuchsarbeiten. H. List, Graz, trug vor über eigene Messungen über die Verbrennungsgeschwindigkeit von Kraftstoffen für Ottomotoren bei der Einspritzung in Bomben. E. Schmidt, Braunschweig, und G. Damköhler, Braunschweig, gaben einen Überblick über die im Institut für Motorenforschung der Luftfahrtforschungsanstalt Hermann Göring, Braunschweig, laufenden Versuchsarbeiten; insbesondere wurde berichtet über neue Quarzdruckgeber von hoher Eigenfrequenz, über den Einfluß der Turbulenz auf die Verbrennungsgeschwindigkeit sowie über reaktionskinetische Untersuchungen des Verbrennungsvorganges.

An die Vorträge schlossen sich eingehende Aussprachen an, in denen auch die Arbeitsmöglichkeiten und die künftigen Arbeitspläne der Institute und Forschungsanstalten besprochen wurden.

Verbrennungsfragen

Bericht des Obmanns des Ausschusses für Verbrennungsfragen
über die Arbeiten des Jahres 1910/1911

Dem Ausschuß für Verbrennungsfragen obliegt es, die an Aufgaben der Verbrennung arbeitenden führenden Wissenschaftler zusammenzufassen zum Zweck der Aussprache, der Beratung und der gemeinsamen Arbeit auf diesem Fachgebiet. Im Mai 1939 hatte die Deutsche Akademie der Luftfahrtforschung eine große öffentliche Diskussionstagung den Fragen der motorischen Verbrennung gewidmet, an der auch zahlreiche Persönlichkeiten des Auslandes teilnahmen. Nach dem Ausbruch des Krieges wurden die Arbeiten in engerem Rahmen fortgeführt.

Der Ausschuß für Verbrennungsfragen veranstaltete am 3. Juli 1940 in Berlin eine Sitzung in kleinerem Kreise, an der die Herren Damköhler, Eucken, Jost, Lindner, List, Lorenz, Nusselt, Pier, v. Philippovich, E. Schmidt, F. A. F. Schmidt, Triebnigg und Zinner teilnahmen.

Zweck dieser Tagung war es, einen Überblick zu geben über den Stand der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in den einzelnen Firmen und Instituten und einen Meinungsaustausch herbeizuführen über die Richtung der weiteren Arbeit.

Über den Stand der Entwicklung hochklopfester Kraftstoffe in Deutschland berichtete M. Pier, Ludwigshafen. Er erwähnte dabei, daß das Ausland klopfeste Kraftstoffe hoher Oktanzahl auf der Basis der Isoparaffine erzeugt, die sich leicht aus den beim Kracken der natürlichen Öle in großer Menge anfallenden ungesättigten Kohlenwasserstoffen durch Hydrieren und Polymerisieren herstellen lassen.

Über die Beziehungen zwischen dem Klopfverhalten von Kraftstoffen und der Selbstzündung von Gemischen bei adiabatischer Verdichtung berichtete W. Jost, Leipzig, auf Grund eigener Versuche. Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Prüfung der Klopfestigkeit im Motor durch ein wissenschaftlich befriedigenderes Verfahren zu ersetzen. Die bisherigen Messungen zeigten, daß zwar im allgemeinen die klopfesteren Kraftstoffe bei der Selbstzündung durch adiabatische Verdichtung die größere

Induktionszeit (gemessen vom Endpunkt der Verdichtung bis zum Beginn der sichtbaren Verbrennung) besitzen. Im einzelnen ist aber noch manches unklar und erst nach Vorliegen weiteren Versuchsmaterials zu beurteilen.

Über Einspritzversuche mit Benzin in einer Verbrennungsbombe von konstantem Volumen berichtete H. List, Graz. Die Messungen sind als Vorarbeiten für den Zweitaktmotor mit Benzineinspritzung gedacht, bei dem wesentlich weniger Zeit für die Gemischbildung zur Verfügung steht als beim Viertaktmotor. Aus der Analyse der Verbrennungsgase wurde auf die Güte der Gemischbildung geschlossen und damit das Einspritzverfahren beurteilt.

Über in Braunschweig im Institut für Motorenforschung der Luftfahrtforschungsanstalt Hermann Göring durchgeführte und in Angriff genommene Arbeiten berichteten E. Schmidt und G. Danköher.

Zur Messung der steilen Druckspitzen, wie sie in Motoren bei der klopfenden Verbrennung auftreten, wurde ein neuer wassergekühlter Quarzdruckgeber entwickelt, dessen Eigenfrequenz bei etwa 40 000 Hz liegt und der bis etwa 30 000 Hz praktisch verzerrungsfrei zu messen erlaubt, während die bisherigen Geräte höchstens bis 5 000 Hz verwendbar sind. Bei Verzicht auf die Wasserkühlung, was z. B. bei Bombenversuchen mit einmaliger Verbrennung möglich ist, konnte die Eigenfrequenz auf über 60 000 Hz gesteigert werden, und es erscheint durchaus möglich, sie bis auf etwa 100 000 Hz hinaufzusetzen. Die neuen Geräte haben sich im Motorbetrieb als zuverlässig erwiesen.

Weiter wurde über die Ergebnisse von Untersuchungen über Turbulenz und Verbrennungsgeschwindigkeit berichtet. Bekanntlich sind schnelllaufende Motoren nur möglich, weil die gewöhnliche, verhältnismäßig niedrige Verbrennungsgeschwindigkeit eines turbulenten Gemisches im Zylinder durch Turbulenz auf ein Vielfaches erhöht wird. Am einfachsten ließ sich der Turbulenzeinfluß am Bunsenbrenner verfolgen, da der Turbulenzzustand in einem geraden Rohr aus hydrodynamischen Untersuchungen bekannt ist.

Bei nicht stationären Vorgängen, wie dem Fortschreiten der Verbrennung in Röhren, wird durch die Bewegung der vor der Flamme hergehobenen unverbrannten Gemischteile eine »anlaufende« Turbulenz erzeugt, in der die Hauptursache für das Anwachsen der Verbrennungsgeschwindigkeit mit dem Fortschreiten der Flamme zu sehen ist. Als

Versuchsmittel dienen hierbei Rohre von quadratischem Querschnitt mit druckfesten Fenstern, die Aufnahmen sowohl im Eigenlicht der Verbrennung wie auch mit Funkenbeleuchtung erlauben.

Neben diesen mehr physikalischen Untersuchungen wurde aber, wie G. Danköehler ausführte, auch mit den Methoden der chemischen Reaktionskinetik an das Problem herangegangen. Dazu wurde eine nach dem Prinzip der Diffusionsflamme arbeitende Apparatur entwickelt, bei der die Ausgangsgase getrennt erwärmt, durch Mischung zur Reaktion gebracht und dann rasch abgekühlt wurden. Mit Hilfe von Ähnlichkeitsbetrachtungen der Strömungs-, Mischungs- und Wärmeübergangsverhältnisse gelang es, für das Anwärmen, Mischen und Abschrecken so kurze und genau genug bekannte Zeiten einzustellen, daß die Reaktionszeit selber gemessen werden konnte. Daneben wurden auch Versuche an laufenden Motoren mit abgestellter Zündung ausgeführt, wobei aus der Erwärmung des Gemisches auf die Vorreaktionen geschlossen wurde.

Aufgabe weiterer Arbeit wird es sein, die durch das rasche Abschrecken oder die schnelle Entspannung im Motor am weiteren Umsatz verhinderten Zwischenprodukte zu analysieren und daraus auf den Ablauf der Verbrennung zu schließen. Dazu müssen aber die Methoden der chemischen Analyse noch wesentlich ausgebaut und verfeinert werden, was bei der Kurzlebigkeit und der Reaktionsfähigkeit der Zwischenprodukte keine leichte Aufgabe ist.

Blickt man auf die Vorträge und Aussprachen der Tagung zurück, so kann man sagen: Die bisherige Forschung hat zwar verschiedene Ansätze zur Behandlung der Verbrennungsvorgänge geliefert — der wichtigste davon ist die Vorstellung der Reaktionskette —, aber von einem ins Einzelne gehenden Verständnis des Mechanismus der Verbrennung sind wir noch weit entfernt. In Zukunft sind Fortschritte besonders mit Hilfe der reaktionskinetischen Methoden der physikalischen Chemie zu erwarten. In Verbrennungsbomben mit Beobachtungsfenstern wird man weiter unter idealisierten Bedingungen Messungen ausführen, wobei die Hinzunahme gasdynamischer Vorstellungen Erfolge verspricht. Bei Versuchen am laufenden Motor ist eine weitere Verfeinerung der Meßtechnik notwendig, um die Betriebsbedingungen und den Ablauf der Vorgänge genauer zu erfassen und einen besseren Vergleich mit den Ergebnissen der physikalisch-chemischen Forschung zu ermöglichen.

Ernst Schmidt