

1 Vorbemerkung

Dieses Buch befasst sich mit Berechnungsverfahren und der Auslegungspraxis im Bereich dessen, was heute als „Motor-Mechanik“ benannt wird. Im engeren Sinne beziehen sich die Ausführungen auf Kolbenmotoren mit innerer Verbrennung. Zur notwendigen Begrenzung des Gesamtumfangs sind thematische Einschränkungen nicht zu vermeiden. So werden primär schnell laufende Fahrzeugmotoren für Pkw und Nkw angesprochen – konkret Otto- und Diesel-Hubkolbenmotoren, die nach dem Viertaktverfahren arbeiten.

Mechanik und Thermodynamik beschreiben die Vorgänge im Kolbenmotor. Auch wenn die direkte Interaktion zwischen Mechanik und Thermodynamik das Prinzip des Kolbenmotors ausmacht, ist es sinnvoll, beide Gebiete getrennt voneinander zu behandeln. Die Überschneidung ist dort gegeben, wo die Randbedingungen von der jeweils anderen Disziplin vorgegeben werden. So ist die Triebwerksbeanspruchung – von Massenwirkungen einmal abgesehen – Folge der thermodynamischen Vorgänge im Brennraum. Die notwendige Vertiefung führt zu einer Konzentration auf einen dieser Bereiche.

Bei der Festlegung eines geeigneten Motorkonzepts wird zunächst von einfachen Abschätzungen ausgegangen. Im Entwurfsstadium kommen dann umfangreiche Berechnungen zur Voroptimierung der Motorkonstruktion hinzu. Nur so können die einzelnen Baugruppen in Einklang mit den Forderungen des Lastenhefts gebracht und letztendlich die Bauteile richtig dimensioniert werden. Zwangsläufig stellt sich dabei die Frage nach zweckmäßigen und effizienten Berechnungsverfahren.

Für den außenstehenden Beobachter scheinen komplexe, leistungsfähige Rechenprogramme mit großem Speicherbedarf und langen Rechenzeiten – möglicherweise nur noch von Spezialisten in entsprechenden Abteilungen anwendbar – die konventionellen Berechnungsverfahren abgelöst zu haben. Richtig ist, dass in diesem Zusammenhang dem Kosten-Nutzen-Aspekt gebührend Beachtung geschenkt werden muss. Nicht die verfügbaren Hilfsmittel, sondern Zweck und jeweils notwendige Genauigkeit entscheiden über den zu treibenden Aufwand, soll die Berechnung nicht Selbstzweck werden.

Von großer Bedeutung ist heute der Begriff „Simulation“, für den es aber keine feststehende Definition gibt. So ist die Grenze zwischen „konventioneller Berechnung“ und „Simulationsrechnung“ zwangsläufig fließend. Die wesentliche Rolle spielt vor allem der die Hilfsmittel betreffende Fortschritt (Hardware, Methoden, Software). Die Simulationsmöglichkeiten verbessern sich dabei ständig. Die Annäherung an die Grenzen der Berechenbarkeit – möglichst genaue Simulation von realen Zuständen bzw. Vorgängen im zeitlichen Ablauf – ist ein für die Forschung stets anzustrebendes, für den Berechnungsingenieur in der Praxis meist nicht unbedingt notwendiges und somit sinnvolles Ziel. Dem wird hier im Hinblick auf die gesetzten Schwerpunkte Rechnung getragen.

Die folgenden Darstellungen können in Anbetracht des stofflich sehr breit angelegten Themas im Einzelfall ein weiter vertiefendes Studium nicht ersetzen. Ebenso muss sich die Darstellung auf Berechnungsansätze bzw. das Andeuten von Berechnungsabläufen beschränken, um den Rahmen nicht zu sprengen. Aus diesem Grund sind zahlreiche Hinweise zum Quellenstudium aufgenommen worden.