

3 Numerische Strömungsmechanik, Abschnitt 3.1

Mit den Verfahren der Computational Fluid Dynamik (CFD), der Numerischen Strömungsmechanik,

- Finite-Differenzen-Methode (FDM)
- Finite-Elemente-Methode (FEM)
- Finite-Volumen-Methode (FVM)
- Finite-Flächen- oder Panel-Methode (FFM; PM)

gelingt es immer mehr, auch die verwickelten Strömungsvorgänge in Turbomaschinen ausreichend genau zu berechnen. Das Strömungsfeld wird engmaschig in gegenseitig abhängige diskrete Punkte aufgeteilt. Für diese werden die zugehörigen nichtlinearen partiellen Differenzialgleichungen höherer Ordnung (NAVIER-STOKES, REYNOLDS) mit Hilfe der entsprechend gekürzten (abgebrochenen) TAYLOR-Reihe oder Variationsmethoden bzw. gewichteten Residuen (Fehler) zusammen mit Form- als auch Ansatzfunktionen und Näherungsansätzen für den Reibungseinfluss (PRANDTL'scher Mischungsweg, k - ε -Modell) in gegenseitig abhängige transiente Differenzengleichungen linearisiert. Meist sind Raumgitter (dreidimensional) und Relativsysteme notwendig. Die sog. direkte numerische Simulation (DNS), d. h. die unmittelbare Berücksichtigung des Einflusses der im Kilohertz-Bereich liegenden turbulenten Schwankungen der Strömungsgrößen, ist jedoch noch nicht möglich, weshalb die Reibungswirkung des Fluids durch die zuvor genannten Turbulenzmodelle, die experimentell ermittelte Werte erfordern, angenähert werden. Diese Verfahren sind daher aufwendig und erfordern Rechnerleistungen, die teilweise selbst die moderner Großcomputer übersteigen. Wegen der vielen notwendigen Gitterpunkte und der vielen Rechenschritte (Iterationen bei meist mehreren simultan abhängigen Gleichungen) sind große Speicherkapazitäten und hohe Verarbeitungsgeschwindigkeiten notwendig, damit die Rechenzeit in vertretbaren Grenzen bleibt.

Dieses anspruchsvolle Spezialgebiet ist das Arbeitsfeld von einschlägigen Experten. Hier verbleibt aus Platzgründen der Hinweis auf das Schrifttum [3], [83] ... [86].

Die numerischen Verfahren werden auch als Relaxations-Methoden bezeichnet. Relaxation – Erschlaffung, Minderung, Abnahme – hier für Abnahme der Abweichungen (Fehler) mit zunehmenden Iterationen (Konvergenz-Ziel).