

Dipl.-Math. Thomas Neumeyer, München

**Ladungswechsel im  
Verbrennungsmotor mit  
ENO-Verfahren**

Reihe **12**: Verkehrstechnik/  
Fahrzeugtechnik

Nr. **327**

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>1 Mathematische Modellbildung</b>	<b>4</b>
1.1 Netzwerkformulierung . . . . .	4
1.2 Rohrgleichungen . . . . .	7
1.3 Verbindungsstücke . . . . .	11
1.4 Behältergleichungen . . . . .	14
1.5 Randbedingungen für die Rohrströmung . . . . .	19
<b>2 Theoretische Grundlagen zur Lösung hyperbolischer Erhaltungsgleichungen</b>	<b>22</b>
2.1 Skalarer Problemfall . . . . .	23
2.2 1-D Eulergleichungen der Gasdynamik . . . . .	27
<b>3 Numerische Verfahren für hyp. Erhaltungsgleichungen</b>	<b>34</b>
3.1 Konservative Verfahren . . . . .	35
3.2 Artificielle Viskosität und Dispersion . . . . .	44
3.3 TV-Stabilität . . . . .	45
3.4 ENO-Verfahren . . . . .	47
3.5 ENO-Verfahren nach Harten . . . . .	50
3.6 Zellverfeinerung mit Subcell-Resolution . . . . .	58
3.7 Behandlung des Quellterms . . . . .	63
3.8 Übertragung auf Systeme . . . . .	66

---

<b>4</b>	<b>Numerische Lösung der Modellgleichungen</b>	<b>69</b>
4.1	ENO-Verfahren für die Rohrströmung . . . . .	69
4.2	Semi-Diskretisierung der Randbedingungen . . . . .	71
4.3	Prädiktor-Korrektor-Verfahren für das DAE-System aus Behältergleichungen und semi-diskretisierten Randbedingungen . . . . .	73
<b>5</b>	<b>Modellprobleme in der Simulation</b>	<b>77</b>
5.1	Burgersgleichung . . . . .	78
5.2	Konvektionsgleichung mit Quellterm . . . . .	81
5.3	Eulergleichungen . . . . .	85
5.4	Benchmark: 1-Zylinder-Motor . . . . .	91
<b>6</b>	<b>Einsatz im Industriecode PROMO</b>	<b>96</b>
	<b>Zusammenfassung</b>	<b>103</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>105</b>