



Technische  
Universität  
Braunschweig

Institute of Internal Combustion Engines

Prof. Dr.-Ing. Peter Eilts



## Untersuchungen zum Klopfverhalten von LNG

Peter Eilts, Sonal K. Vallabhuni, Lennart Klare und Kai Moshhammer

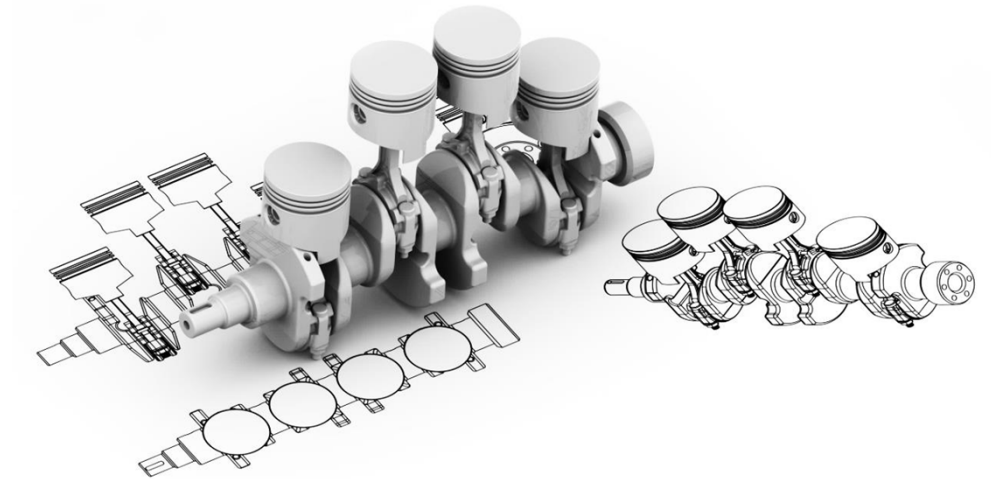


# Gliederung motorischer Teil

Einführung

Experimentelle Vorgehensweise

Ergebnisse

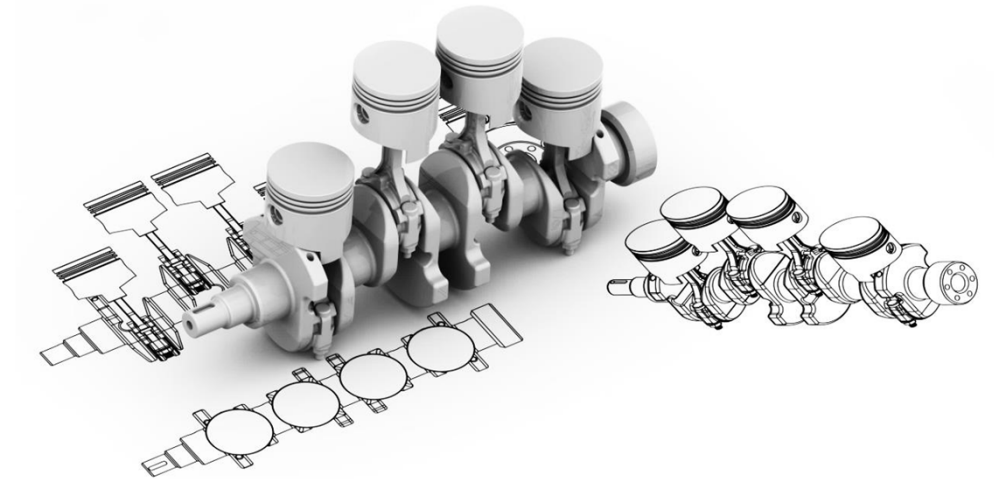


# Gliederung motorischer Teil

## Einführung

Experimentelle Vorgehensweise

Ergebnisse





*EMRP/EMPIR-Projekt:  
Metrological support for LNG and LBG as transport fuel*

- Nutzung von LNG als Transport-Kraftstoff als sauberere Möglichkeit um Autos und Schiffe anzutreiben
- Bestimmung des Energiegehaltes für LNG hat größere Unsicherheiten im Vergleich zu Messungen anderer Kraftstoffe
- Reduzierung der Unsicherheit ist notwendig um LNG als Transport-Kraftstoff zu etablieren
- Beim Einsatz in Gasmotoren spielt die Klopffestigkeit eine entscheidende Rolle



Die Methanzahl (engl. Methane Number, MN) ist definiert als der Anteil an Methan in einem Gemisch aus Methan und Wasserstoff, das in einem definierten Prüfmotor unter definierten Bedingungen dasselbe Klopfverhalten zeigt wie das zu untersuchende Gas.

Sie wurde von der AVL um 1970 entwickelt.

Es existieren verschiedene Korrelationen zur Berechnung der MN aus der Gaszusammensetzung.

**Die** MN kann nicht gemessen werden, da das seinerzeit von der AVL verwendete Equipment nicht mehr existiert.

Die Betriebsmethanzahl (engl. Service Methane Number, SMN) ist definiert als der Anteil an Methan in einem Gemisch aus Methan und Wasserstoff, das in einem beliebigen Prüfmotor unter beliebigen Bedingungen dasselbe Klopfverhalten zeigt wie das zu untersuchende Gas.

Die SMN zeigt dieselben Tendenzen wie die MN, aber unterschiedliche Absolutwerte.

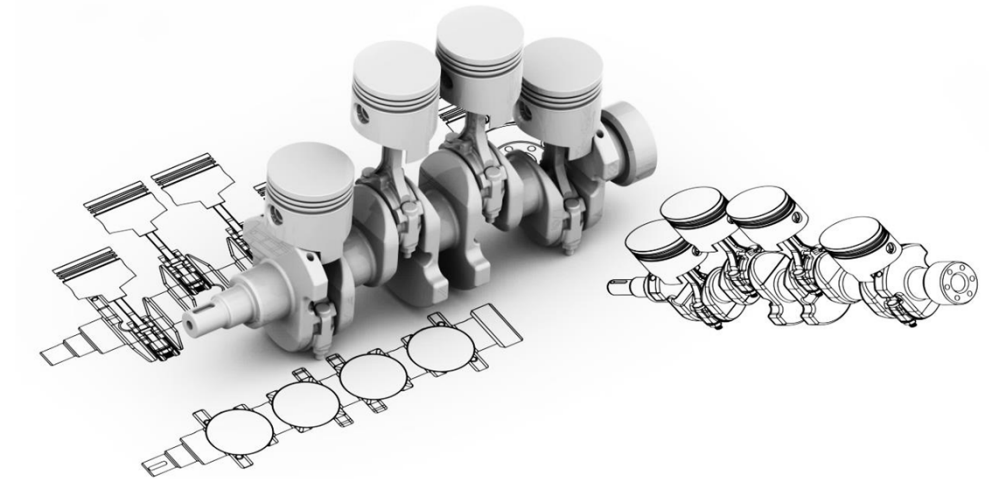
Für Mischungen aus Methan und Wasserstoff ist die SMN identisch mit der MN.

# Gliederung motorischer Teil

Einführung

**Experimentelle Vorgehensweise**

Ergebnisse

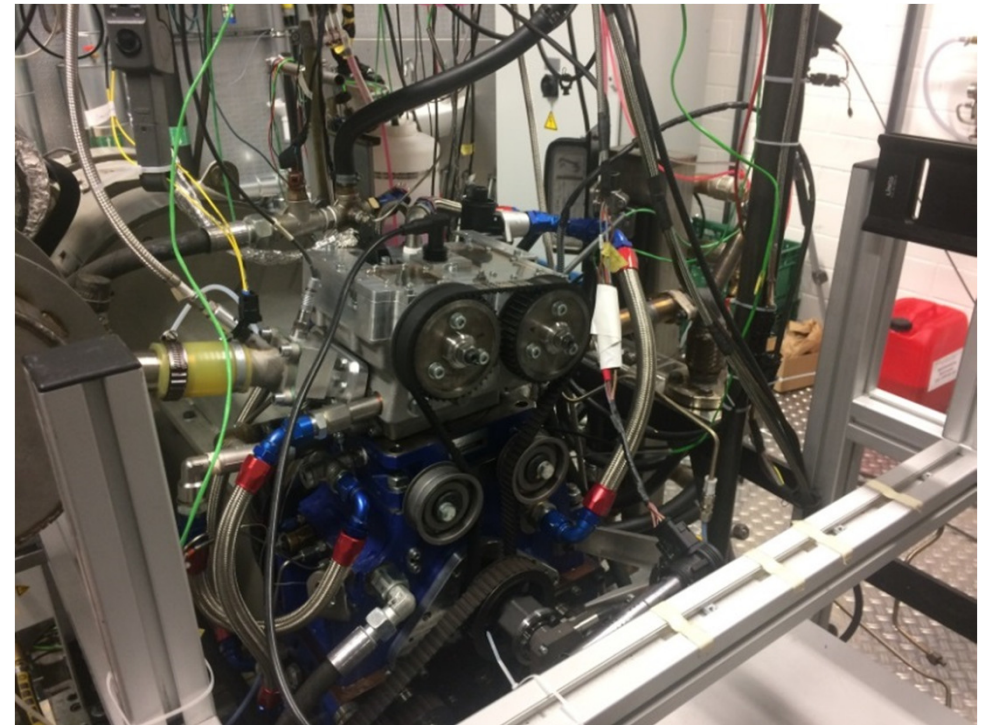


- Fremdaufgeladener 1-Zylinder 4-Takt Ottomotor mit 600 cm<sup>3</sup>.  
Verdichtungsverhältnis 12.5:1.
- Gaseinblasung in den Einlasskanal (2 Gasinjektoren)
- Stöchiometrischer Betrieb
- Zylinderdrucksensor Kistler 6061B
- Ladungsverstärker Kistler 5011
- Kistler KiBox
- Testdrehzahl 2000 rpm





- Fremdaufgeladener 1-Zylinder 4-Takt Ottomotor mit 200 cm<sup>3</sup>.  
Verdichtungsverhältnis 12.5:1.
- Gaseinblasung in den Einlasskanal
- Stöchiometrischer Betrieb
- Zylinderdrucksensor Kistler 6043A
- Ladungsverstärker Kistler 5011
- Kistler KiBox
- Testdrehzahl 2000 rpm



# Experimentelle Vorgehensweise

## Untersuchte Gase

Mixture	Description	CH4	C2H6	C3H8	n-C4H10	i-C4H10	n-C5H12	i-C5H12	N2
1		79.128	13.757	3.337	0.883	1.090	0.149	0.149	1.507
2	Emirates	84.636	12.797	1.495	0.210	0.218	0.031	0.020	0.594
3	Norway	91.800	5.700	1.300	0.150	0.170	0.040	0.040	0.800
4	Libya	81.845	13.243	3.653	0.270	0.280	0.010	0.010	0.688
5	Oman	87.948	7.227	2.917	0.709	0.650	0.099	0.110	0.340
6	AVL 6	95.251	1.997	1.000	0.302	0.299	0.022	0.025	1.104
7		97.869	1.001	0.502	0.212	0.182	0.016	0.018	0.200
8	Alaska	99.679	0.090	0.030	0.010	0.010	0.005	0.005	0.170
9	Pentane test 1	99.360					0.307	0.302	
10	Pentane test 2	99.530					0.206	0.199	
11	Pentane test 3	99.680					0.100	0.100	

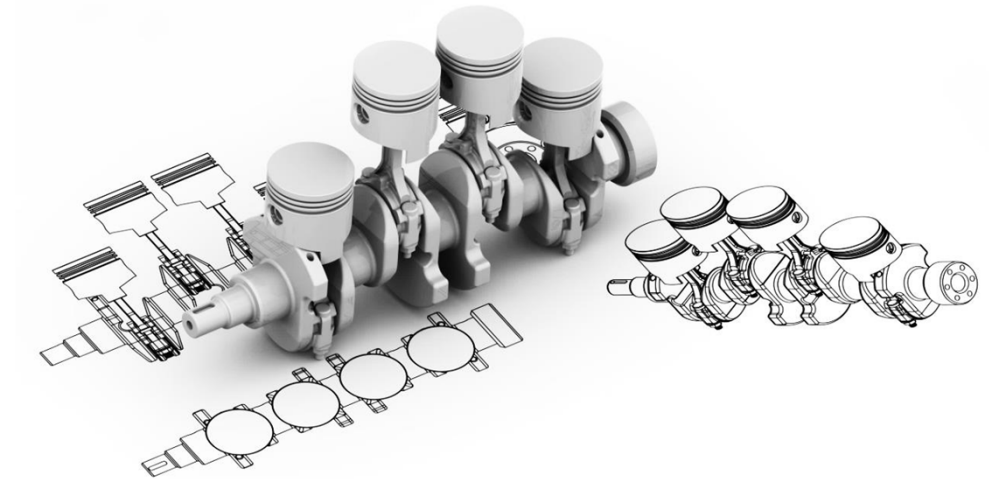
- Klopfbegrenzter Ladedruck:  $p_{ch}$ -SMN
- Klopfbegrenzter Innenmitteldruck: IMEP-SMN
- Klopfbegrenzte Schwerpunktlage: MFB50-SMN

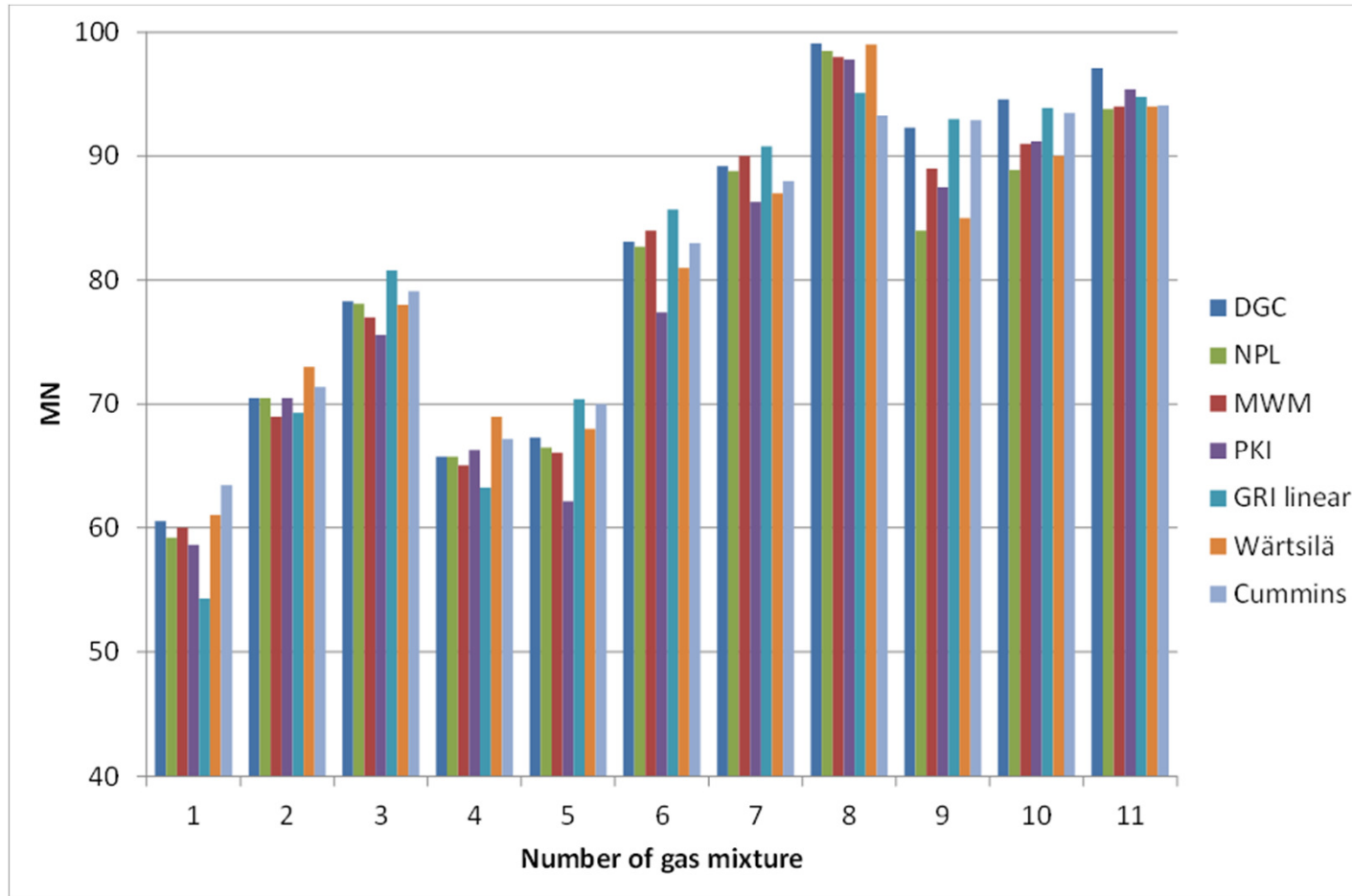
# Gliederung motorischer Teil

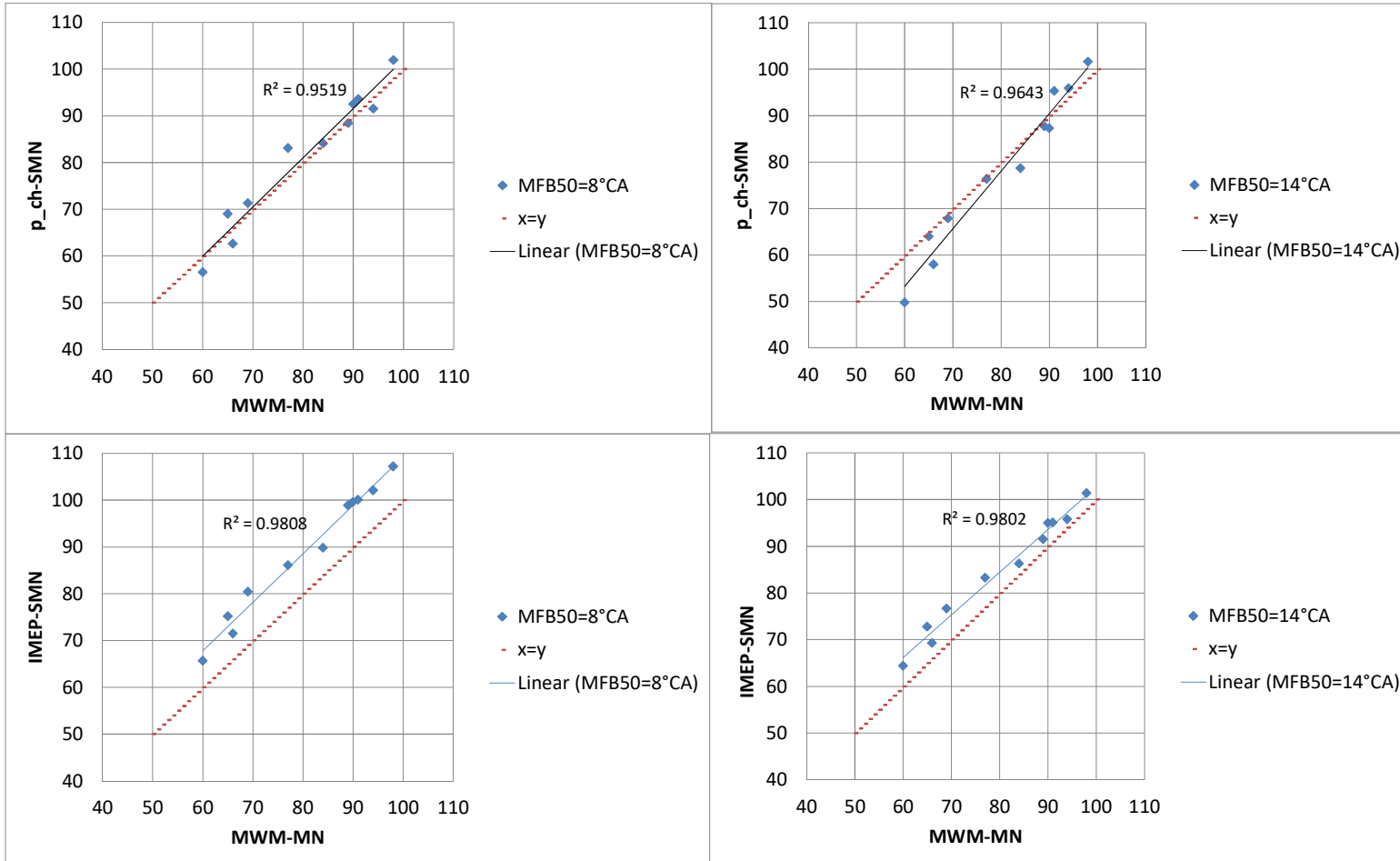
Einführung

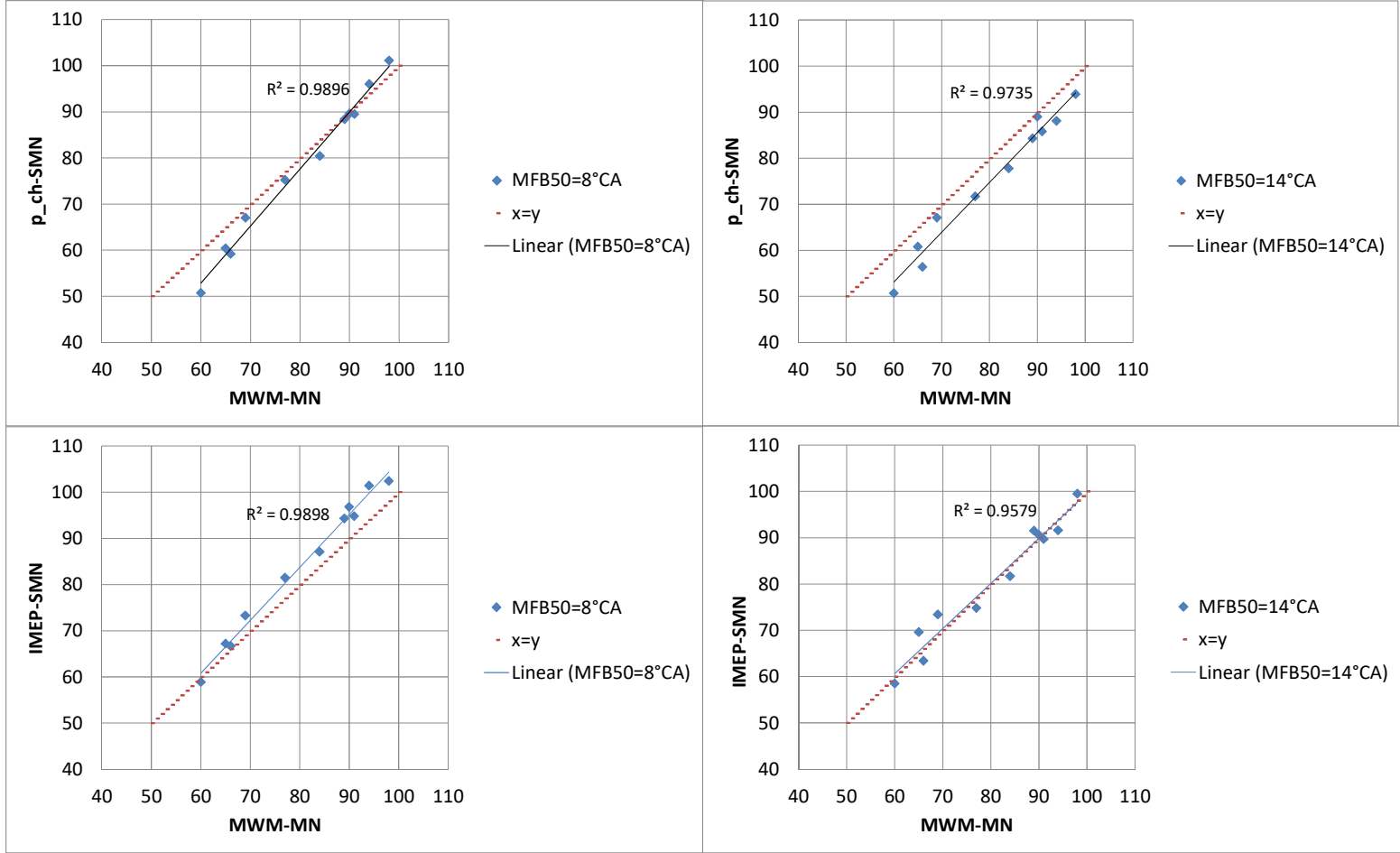
Experimentelle Vorgehensweise

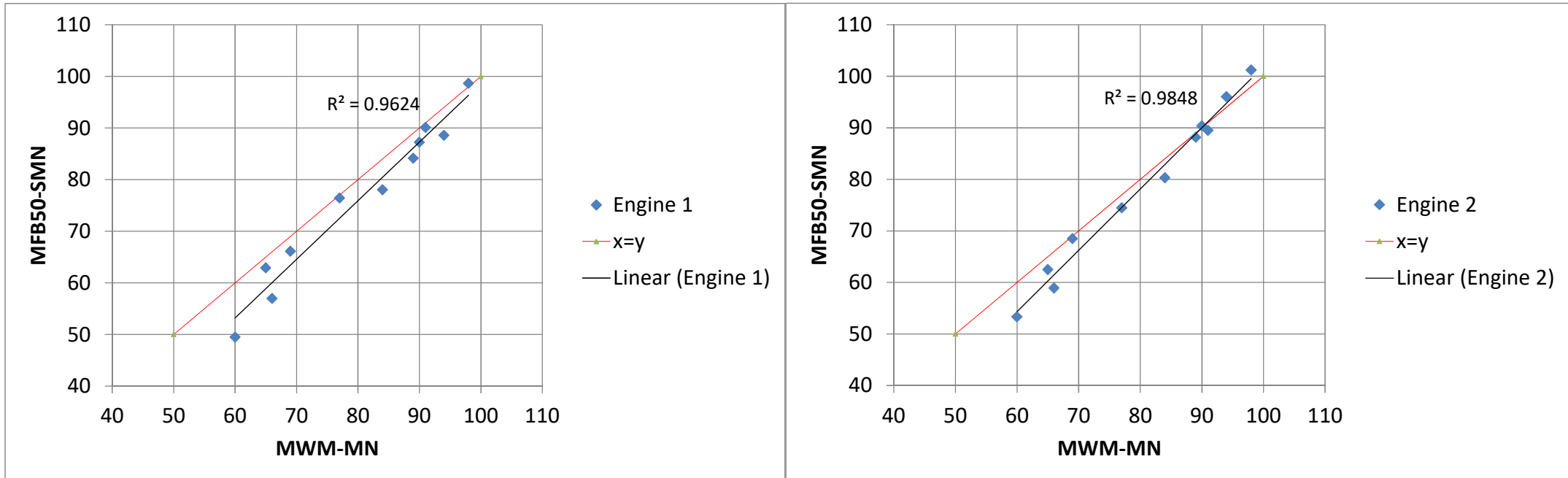
**Ergebnisse**



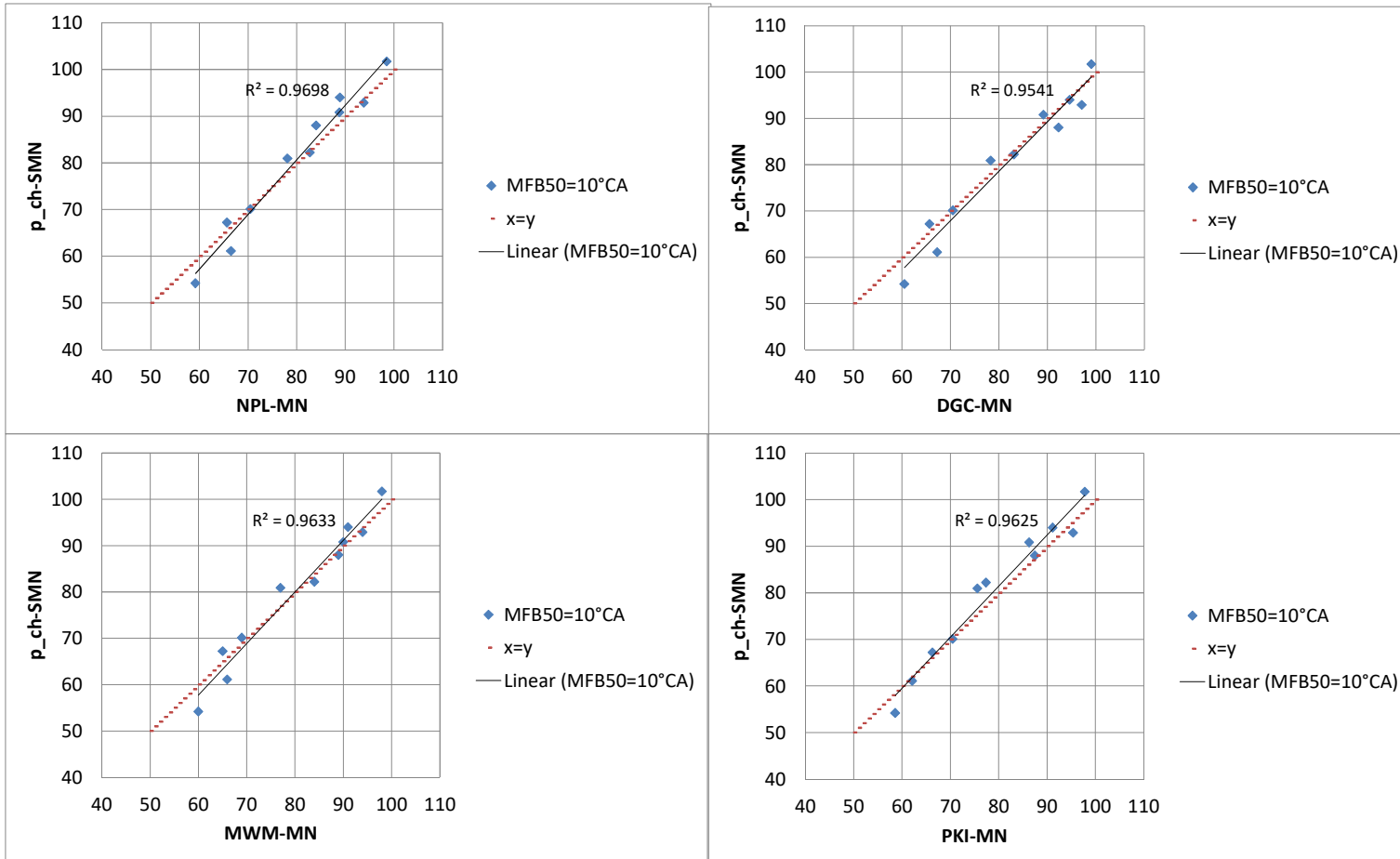


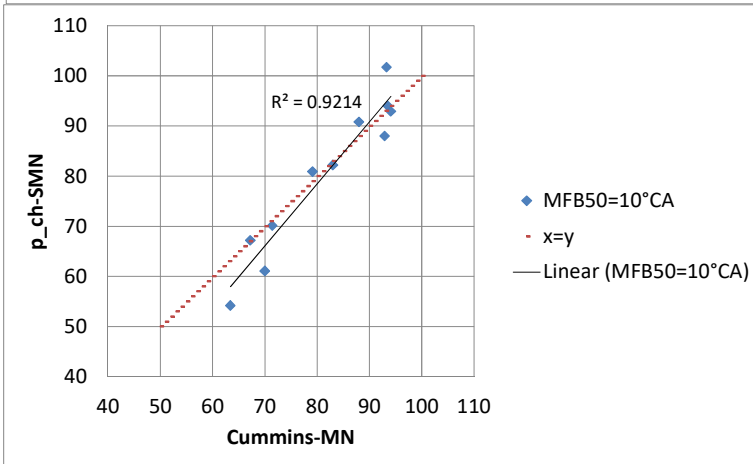
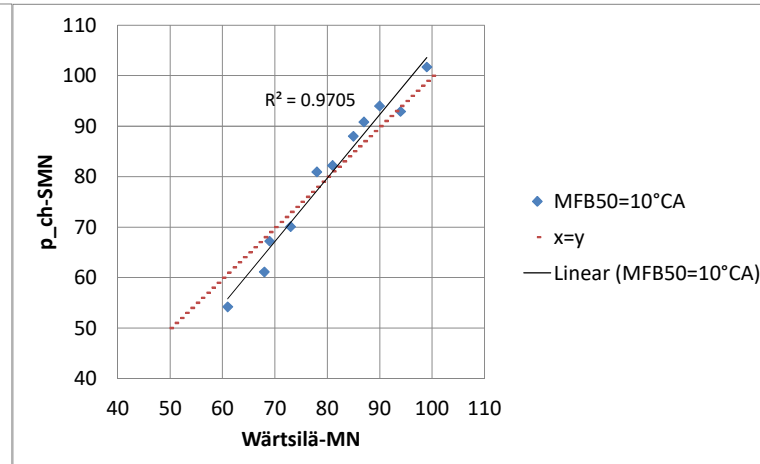
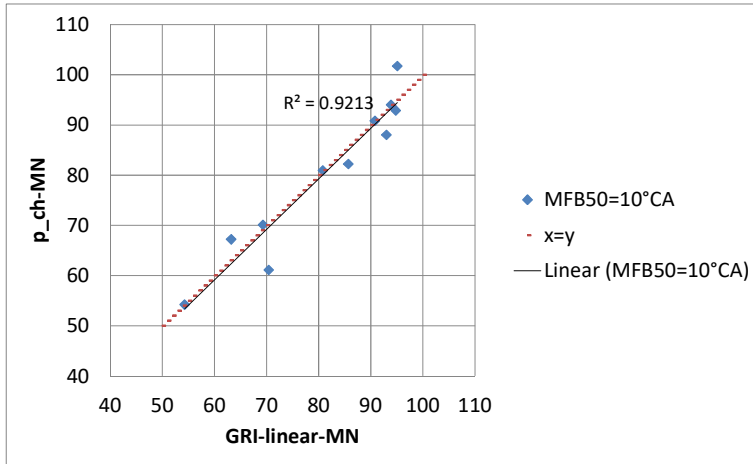












# Reaktionskinetischer Teil