

# Meßtechnik am Kraftfahrzeug, mobil und stationär

Grundlagen – Ausgewählte Kapitel der angewandten Meßtechnik –  
Meßdatenverarbeitung – Betriebserfahrungen

Dr.-Ing. Reinhard Drews

Dipl.-Ing. Harald Abendroth

Dipl.-Ing. Bodo Ahrens

Dipl.-Ing. Gerd-Eckhard Boßmann

Dr.-Ing. Ernst Broermann

Dr. rer. nat. Klaus-Dieter Durst

Dipl.-Ing. Wolfgang Hübner

Dipl.-Ing. Peter Krehan

Dipl.-Ing. Ralf Langhorst

Prof. Dipl.-Phys. Edmund Schießle



Mit 204 Bildern und 68 Literaturstellen



Kontakt & Studium  
Band 344

Herausgeber:  
Prof. Dr.-Ing. Wilfried J. Bartz  
Technische Akademie Esslingen  
Weiterbildungszentrum  
DI Elmar Wippler  
expert verlag

expert  verlag

# Inhaltsverzeichnis

---

Herausgeber-Vorwort  
Autoren-Vorwort

<b>1</b>	<b>Bedeutung der Meßtechnik für die Fahrwerkentwicklung</b>	<b>1</b>
	R. Drews	
1.1	Einleitung	1
1.2	Systematik der Meßtechnik	3
1.3	Entwicklung von Meßverfahren	5
1.3.1	Meßeinrichtung zur Erfassung des Schwimmwinkels	5
1.3.2	Simultane Erfassung von Seitenkraft und Schräglaufwinkel	7
1.3.3	Simultane Erfassung von Spur- und Sturzwinkel des Rades im Fahrbetrieb	9
1.3.4	Meßeinrichtungen zur Bestimmung der radialen und lateralen Reifenverformung	12
1.3.5	Meßeinrichtung zur Bestimmung von Windgeschwindigkeit und Anströmwinkel	15
1.4	Meßdatenerfassung und -auswertung	17
1.4.1	Rechnerstrategie für stationäre und mobile Meßeinrichtungen	17
1.4.2	Fahrzeugrechner PORTAX	17
1.4.3	Mikroprozessor-System für Bremsenuntersuchungen	19
<b>2</b>	<b>Meßgütesicherung und Meßtechnik-Systematik im Hause Porsche</b>	<b>21</b>
	K.-D. Durst/W.-D. Pölsler	
	Kurzfassung	21
2.1	Einführung	21
2.2	Entwicklungsoptimierung durch „richtiges“ Messen	22
2.3	Fehlerquellen von Meßketten	23
2.4	Porsche Meßsystematik	28
2.5	Kalibrier-Technologie	37



4.2.2	Anwendung des Sensors	101
4.3	Abstandsmessung mit Magnetfeldsensoren	102
4.3.1	Physikalische Grundlagen	102
4.3.2	Anwendung und Aufbau des Sensors	106
<b>5</b>	<b>Optische Meßtechnik</b>	<b>112</b>
	H. Abendroth/Lu Boxiang	
5.1	Einleitung	112
5.1.1	Themenübersicht	113
5.1.2.	Meßtechnik als Werkzeug zur Problemlösung	114
5.1.3.	Technische Basis der „optischen Meßtechnik“	114
5.1.4.	Das Licht als Meßgröße	114
5.1.5	Kleine Laserkunde	116
5.2.	Optische Meßsysteme	117
5.2.1.	Videomeßsystem	117
5.2.2.	Optisches Abstandslängenmeßsystem	118
5.2.3.	Laser-Doppler-Meßsysteme	120
5.2.4.	Berührungslose Temperaturmessung	121
5.2.5.	Holografische Interferometrie	128
5.2.6.	Moiré-Meßtechnik	138
5.2.7.	Vermessung rotierender Objekte — Derotator	140
5.3.	Ausblick	144
<b>6</b>	<b>Reifenrollwiderstandsmesung auf der Straße</b>	<b>146</b>
	P. Krehan	
6.1	Rollwiderstandsanteil	146
6.2	Rollwiderstand messen — aber wie?	148
6.3	Meßprinzip	149
6.4	Test Fahrzeug	150
6.5	Meßanlage	151
6.6	Meßdose	153
6.7	Versuche	155
6.8	Radhausverkleidung	155
6.9	Prüfstandsergebnisse	156
6.10	Temperatureinfluß	156
6.11	Meßablauf	158
6.12	Fabrikatsvergleich	160
6.13	Größenvergleich	161
6.14	Straßenoberfläche	161
6.15	Kraftstoffersparnis	162
6.16	Zusammenfassung	163

<b>7.</b>	<b>Bestimmung von Fahrzeugbewegungen mit Kreiselssystemen</b>	<b>164</b>
	W. Hübner	
7.1.	Vorwort zu den Kreiselprinzipien	164
7.2.	Mechanisches Kreiselprinzip	165
7.2.1	Der drehmomentfreie Kreisel	168
7.2.2	Wendekreisel	174
7.2.2.1	Wendekreisel mit weicher Fesselung (low-cost-gyro)	174
7.2.2.2	Wendekreisel im Torquer-Rückführprinzip	178
7.2.3	Dynamisch abgestimmter Kreisel (dry tuned gyro, DTG)	179
7.2.4	Stabilisierte Plattform mit Lotkreisel (freier Kreisel)	182
7.2.4.1	Die stabilisierte Plattform K 212-2b der Fa. Novotechnik	182
7.2.4.2	Die stabilisierte Plattform FEP-29 der Fa. RMS	185
7.2.5	Strap-Down-Plattform mit dynamisch abgestimmten Kreiseln, 43 BMSD0202 der Fa. Sagem	188
7.3	Beschleunigungsaufnehmer fest im Fahrzeug eingebaut	193
7.4.	Optische Kreiselssysteme	198
7.4.1	Sagnac-Effekt	198
7.4.2	Faserkreisel (fiber optic gyro, FOG)	200
7.4.3	Ring Laser Kreisel (ring laser gyro, RLG) und passiver Ringresonator (PARR)	203
7.5	Nichtkonventionelle Kreiselprinzipien	205
7.5.1	Gasströmungssensor	205
7.5.2	Flüssigkeitskreisel	206
7.5.3	Prinzip des schwingenden Zylinders	207
7.6	Zusammenfassende Bemerkung zur Stellung der Kreiseltechnik in der Fahrwerkuntersuchung	208
<b>8</b>	<b>Kräfte und Momente am Rad und ihre Messung</b>	<b>210</b>
	B. Ahrens/W.-D. Hahn	
8.1	Notwendigkeit von Messungen am Rad	210
8.2	Entwicklung der Meßtechnik	211
8.3	Meßnaben mit Dehnungsmeßstreifen	212
8.3.1	Kräfte und Momente am Rad	212
8.3.2	Anordnung von Meßstegen	213
8.3.3	Verschaltung der Dehnungsmeßstreifen	216
8.3.4	Meßnaben mit feststehendem Meßsystem	216
8.3.5	Meßnaben mit rotierendem Meßsystem	220

8.4	Meßnaben mit Piezo-Quarzelementen	223
8.4.1	Physikalische Grundlagen der Piezo Meßtechnik	223
8.4.2	Meßkette und Ladungsverstärker	229
8.4.3	Verschaltung von vier 3-Komponenten-Kraftaufnehmern zu einem Dynamometer	230
8.4.4	Meßnaben mit feststehendem Meßsystem	231
8.4.5	Meßnaben mit rotierendem Meßsystem	238
8.4.5.1	Konstruktiver Aufbau und Meßsignalverarbeitung	238
8.4.6	Einsatzbereich der beiden Meßsysteme	248
8.5	Zusammenfassung	251

## **9 Meßdatenerfassungssystem 252**

G.-E. Boßmann

	Zusammenfassung	252
9.1	Einleitung	252
9.2	Aufbau des Meßdatenakquisitions- und Speichersystems MEDAKS	253
9.2.1	MEDAKS-Hardware	255
9.2.2	MEDAKS-Software	256
9.3	Aufbau des Fahrzeugrechners FARES-AT	256
9.3.1	FARES-Hardware	256
9.3.2	FARES-Software	258
9.4	Einsatzbeispiele	258
9.5	Schlußbetrachtung	279
9.6	Danksagung	279

## **10. Digitale Meßdatenerfassung in der ABS/ASR-Entwicklung 280**

Ralf Langhorst

	Zusammenfassung	280
10.1	Einführung	280
10.2	Erwartungen an ein rechnergestütztes mobiles Meßsystem	281
10.3	Anforderungen an das Meßsystem	281
10.3.1	Technische Anforderungen	282
10.3.2	Bedienungskomfort	283
10.3.3	Randbedingungen	284
10.4	Die Realisierung	285
10.4.1	Meßtechnik-Hardware	285
10.4.2	Meßtechnik-Software	288
10.5	Anwendung des Meßsystems	289

10.5.1	Vorbereitung und Durchführung einer Messung	289
10.5.2	Auswertung der Ergebnisse	291
10.6	Akzeptanz des Systems und Ausblick	292

**Literaturverzeichnis** **294**

**Sachregister** **298**

**Autorenverzeichnis** **300**