

Inhaltsübersicht

Verwendete Formelzeichen	XIII
---------------------------------------	------

1 Übersicht

1.1 Einleitung	1
1.2 Inhalt des Bandes	4

2 Automobilabgasemissionen

2.1 Entstehung der Automobilabgase	5
2.1.1 Chemie der motorischen Verbrennung	5
2.1.2 Typische Hauptkomponenten der Automobilabgase	7
2.1.3 Umrechnung von Massen- in Volumenkonzentrationen	9
2.1.4 Bildung von Rußpartikeln	10
2.2 Verdampfungs- und Betankungsemissionen	14
2.2.1 Kohlenwasserstoff-Emissionsquellen eines Kraftfahrzeuges	14
2.2.2 Verdampfungsemissionen	15
2.2.3 Betankungsemission	18
2.3 Gesetzgebung	23
2.3.1 Historische Entwicklung	23
2.3.2 Gesetzgebung aus heutiger Sicht	25
2.4 Heutiger Stand der Auspuff-Abgasemissionen der Personenkraftwagen	29
2.5 Emissionsprognose für Deutschland (1990 berechnet)	32
2.5.1 Überblick	32
2.5.2 Einflußparameter	34
2.5.3 Berechnungsmethode	37
2.5.4 Ergebnisse	39
2.5.5 Schlußfolgerungen	44

3 Natürliche und anthropogene Emissionen im globalen und im Ländermaßstab und resultierende Immissionen

3.1 Einleitung	45
3.2 Quellen und Quellstärken einzelner Spurengase	48
3.2.1 Kohlenwasserstoffe	48

3.2.2 Kohlenmonoxid.....	51
3.2.3 Kohlendioxid	55
3.2.4 Stickoxide.....	57
3.2.5 Schwefeldioxid	60
3.2.6 Ozon.....	61

4 Immissionen

4.1 Ausbreitungsmodelle.....	66
4.1.1 Straßenschluchtmodell	67
4.1.2 Autobahnmodell.....	70
4.2 Szenarien zur Bewertung von Immissionssituationen.....	72
4.3 Definition der Szenarien.....	73
4.3.1 Straßenschlucht.....	74
4.3.2 Autobahn.....	74
4.4 Berechnete Immissionskonzentrationen in der Straßenschlucht für Serienfahrzeuge.....	75
4.5 Gemessene Immissionswerte.....	78
4.5.1 Straßenschlucht.....	78
4.6 Immissionskataster.....	80
4.7 Diskussion	81

5 Wirkung

5.1 Einleitung	83
5.2 Gesetzgebung	83
5.3 Wirkung auf den Menschen, Bedeutung der Dosis	85
5.4 Wirkung von Kohlenmonoxid (CO) auf den Menschen als Beispiel	86
5.5 Krebserregende Stoffe	88
5.6 Methoden der Wirkungsforschung	89
5.6.1 In-vitro-Untersuchungen	89
5.6.2 In-vivo-Untersuchungen.....	91
5.6.3 Problematik der in-vitro- und in-vivo-Untersuchungen	92
5.7 Forschungsprojekte und Ergebnisse im historischen Ablauf.....	93
5.7.1 Versuch mit Ottomotorabgas (UBA/FAT-Projekt).....	93
5.7.2 Versuch mit Dieselmotorabgas (Volkswagen/Audi-Projekt).....	94
5.7.3 Otto- und Dieselmotor-Abgasprojekt, Ottomotor mit und ohne Katalysator, Dieselmotor mit und ohne Partikeln (CCMC - Projekt).....	95
5.7.4 Weltweite Projekte.....	96
5.7.5 Verbundforschungsprogramm in der Bundesrepublik Deutschland.....	99
5.8 Waldschäden	105
5.8.1 Allgemeines	105
5.8.2 Die Begriffe „sauer“ und „basisch“	105
5.8.3 Hypothese zur Erklärung von Baumerkrankungen.....	108

5.9 Globale Umweltbelastung	109
5.9.1 Natürlicher Treibhauseffekt	109
5.9.2 Anthropogener Beitrag	110
5.9.3 Anstieg der CO ₂ -Konzentration und der Methankonzentration in der Atmosphäre	113
5.9.4 Wirkungen	115

6 Meßverfahren und Meßgeräte

6.1 Absorptionsspektroskopie	120
6.1.1 Einleitung	120
6.1.2 Theoretische Grundlagen	123
6.1.2.1 Arten von Spektren	123
6.1.2.2 Energie - Frequenzbeziehung	124
6.1.2.3 Elektronenspektren	125
6.1.2.4 Schwingungsspektren	127
6.1.2.5 Reine Rotationsspektren	132
6.1.2.6 Rotationsschwingungsspektren unter normalen Bedingungen	136
6.1.3 Lambert-Beer-Bouguersches Gesetz	139
6.1.4 Nichtdispersives Infrarotmeßverfahren (NDIR)	144
6.1.4.1 Prinzip des NDIR-Meßgerätes	144
6.1.4.2. Prinzip der Mehrkomponentenmessung nach dem <i>Gasfilter-</i> <i>korrelationsverfahren</i>	146
6.1.4.3 Elektronik	147
6.1.5 Nichtdispersiver Ultraviolett-Analysator (NDUV) für NO	148
6.1.6 Mikrowellengasanalyse	149
6.1.7 Fourier-Transform-Infrarot-Spektroskopie (FTIR-Spektrometer)	153
6.1.7.1 Prinzip und Verfahren	153
6.1.7.2 Beurteilung der Fouriertransformspektroskopie für die Messung von Automobilabgaskomponenten	163
6.1.8 Halbleiterdiodenlaser(HDL)-Spektrometer als selektiver Strahler	167
6.2 Ionisationsverfahren	173
6.2.1 Allgemeines	173
6.2.2 Flammenionisationsdetektor (FID)	175
6.2.2.1 Prinzip	175
6.2.2.2 Mechanismus der Ionenbildung	176
6.2.2.3 Beurteilung der FID-Geräte	179
6.3 Chemilumineszenz - Analysator	182
6.3.1 Prinzip	182
6.3.2 Verfahren und Meßgerät	183
6.4 Sauerstoffmeßverfahren	184
6.4.1 Allgemeines	184
6.4.2 Paramagnetische Meßverfahren	185
6.4.2.1 Drehwaageverfahren	185
6.4.2.2 Differenzdruckverfahren	186

6.4.3 Elektrochemische Sauerstoffmessung	188
6.5 Chromatographische Verfahren	189
6.5.1 Grundlagen	189
6.5.2 Gas-Festkörper-Chromatographie (GSC)	192
6.5.3 Liquid-Solid-Chromatographie (LSC, HPLC)	197
6.6 Massenspektrometrie (MS)	202
6.6.1 Grundsätzliches	202
6.6.2 Einlaßsystem	202
6.6.3 Elektronenstoßquellen	203
6.6.4 Ionenoptik	205
6.6.5 Massentrennsysteme	206
6.6.5.1 Statische Trennsysteme	206
6.6.5.2 Dynamische Trennsysteme	208
6.6.6 Ionencyclotronresonanz-(ICR)-Spektrometer	211
6.6.7 Massenauflösungsvermögen	212
6.6.8 Beispielhaftes Ergebnis	213
6.6.9 GASP - Gas Analysis by Sampling Plasmas	214
6.6.9.1 Grundsätzliches	214
6.6.9.2 Prinzip	214
6.6.10 Flugzeit-Massenspektrometer	216
6.6.11 Multiphotonen-Ionisierung mittels Laseranregung	217
6.6.12 Beurteilung der Massenspektrometrie	218
6.6.13 Gaschromatographie/Massenspektrometrie (GC/MS)	218

7 Messung nichtlimitierter Abgaskomponenten und der Dieselabgas-Partikeln

7.1 Gesetzessituation der nichtlimitierten Abgaskomponenten	222
7.2 Probennahme	225
7.2.1 Sammlung aus dem konzentrierten Abgas	225
7.2.1.1 Vollstrommethode	225
7.2.1.2 Teilstrommethode	227
7.2.2 Sammlung aus dem verdünnten Abgas	228
7.2.2.1 Isokinetische Probennahme aus dem Verdünnungstunnel	228
7.2.2.2 Sammlung in Beutel	229
7.2.2.3 Sammlung durch Adsorption oder Absorption	230
7.2.2.4 Automatisches Probennahmesystem	231
7.3 Probenaufbereitung und analytische Erfassung	232
7.3.1 Allgemeines	232
7.3.2 Analyse gasförmiger Abgaskomponenten ohne vorherige Probenaufbereitung	234
7.3.3 Kopplung Gaschromatographie/Massenspektrometrie (GC/MS)	237
7.3.4 Weitere Verfahren	238
7.4 Emissionswerte einiger nichtlimitierter Abgaskomponenten	240
7.5 Übersicht über die Größenordnung der Emissionswerte	245

7.6 Messung der Dieselabgas-Partikeln	247
7.6.1 Meßverfahren	247
7.6.2 Meßergebnisse	250
7.6.3 Partikelgebundene Substanzen	251
7.6.4 Elementare Zusammensetzung der Partikeln	252
7.6.5 Einfluß verschiedener Parameter	256
7.6.6 Bestimmung der Dichtefunktion der aerodynamischen Partikelndurchmesser	257

8 Abgasprüfverfahren

8.1 Einleitung	260
8.2 Prüftechnik	261
8.2.1 Übersicht über den Prüfablauf	261
8.2.2 Prüfkraftstoffe	264
8.2.3 Fahrkurve	264
8.2.3.1 Allgemeines	264
8.2.3.2 Entwicklung von Fahrkurven	267
8.2.3.3 Beurteilungs- und Vergleichskriterien	268
8.2.3.4 Ergebnisse von Fahrversuchen	271
8.2.3.5 Vorschlag einer neuen, weltweit einzuführenden Stadtfahrkurve	273
8.2.4 Fahrer	274
8.2.5 Fahrleistungsprüfstand (Rollenprüfstand)	279
8.2.5.1 Generelles	279
8.2.5.2 Widerstandskräfte für Fahrzeuge auf dem Rollenprüfstand	280
8.2.5.3 Widerstandskräfte für Fahrzeuge bei Straßenfahrt	281
8.2.5.4 Verfahren zur Prüfstandskalibrierung	282
8.2.6 Abgasentnahmesystem	288
8.2.6.1 Generelles	288
8.2.6.2 CVS-Kalibrierung	291
8.2.6.3 Überprüfung des Gesamtsystems	293
8.2.7 Analyse der CVS-Proben	294
8.2.8 Prüfgase	296
8.2.8.1 Allgemeine Grundlagen	296
8.2.8.2 Gesetzliche Auflagen	297
8.2.8.3 Prüfgase in Druckbehältern (statische Mischung)	298
8.2.9 Berechnung der Meßergebnisse	303
8.2.9.1 US-75-Test	303
8.2.9.2 Berechnung des Kraftstoffverbrauchs	305
8.2.10 Messung der Kraftstoffverdampfungsverlust im SHED-Test	307
8.3 Neues, vorgeschlagenes Prüfverfahren	309

9 Abgasprüfungen - Übersicht und Kritik

9.1 Gesetzlich vorgeschriebene Prüfungen	312
9.1.1 Überwachung des Automobilherstellers	312
9.1.2 Überwachung der Fahrzeughalter	313
9.1.3 Fehlende Harmonisierung	313
9.2 Statistische Fehler	314
9.3 Operationscharakteristik	320
9.4 Systematische Fehler, Ringvergleiche	327
9.5 Fehlerrechnung für statistische und systematische Fehler	333
9.5.1 Beide Fehlerarten	333
9.5.2 Zuordnung statistischer Fehler zur Meßkette	334
9.5.3 Gesamt-Sicherheitsabstand	337
9.6 Typprüfung	338
9.6.1 Europäische Typprüfung	338
9.6.2 US-Typprüfung	338
9.7 Serienprüfung	341
9.7.1 Europäische Serienprüfung, variable Methode	341
9.7.2 US-Serienprüfung (SEA), attributive Methode	342
9.7.3 Kalifornische Serienprüfung, variable Methode	343
9.7.4 Diskussion der bestehenden Serienprüfungen	345
9.8 Beziehungen zwischen der Typ-, Serien- und Feld-Prüfung	347
9.9 Überwachung der Fahrzeuge in Kundenhand	350
9.9.1 Einleitung	350
9.9.2 Zusammenfassung bisheriger Erkenntnisse	354
9.9.3 Kurztests	356
9.9.4 Systemprüfung (Bauteileprüfung)	358
9.9.5 Die Abgasuntersuchung (AU) in Deutschland	359
9.9.6 Die On-Board-Diagnose (OBD)	360
9.10 Vorschlag einer neuen logischen Prüfung	362

10 Abgasmeßtechnik - Quo Vadis?

10.1 Generelles	365
10.2 Vielkomponentenmeßeinrichtungen	366
10.3 On-board-Meßverfahren	367
10.4 Ausblick	368

Literatur	370
------------------------	-----

Sachwortverzeichnis	383
----------------------------------	-----