

Inhalt

Seite

1	Einführung.....	7
1.1	Grundlagen.....	7
1.2	Spezielle Aspekte der Thematik.....	9
1.3	Schlussfolgerungen	10
2	Entwicklung der Methoden und vorbereitende Arbeiten	13
2.1	Probenahme	13
2.1.1	Probenahmestandorte	13
2.1.2	Probenahmezeitraum.....	16
2.1.3	Probenahmesystem.....	16
2.1.3.1	Probenahmepumpen	16
2.1.3.2	Filterkopfsysteme und verwendete Filter zur Erfassung der partikelgebundenen PAK / Nitro-PAK	17
2.1.3.3	Kartuschen für das Adsorbermedium und verwendetes Adsorberharz	19
2.1.3.4	Unterdruckaufnehmer mit Dataloggern	21
2.1.4	Probenaufbereitung für die weiterführenden Untersuchungen	25
2.1.5	Benennung der Proben.....	26
2.2	Chemische Analytik.....	28
2.2.1	Eingesetzte Chemikalien und Geräte.....	28
2.2.1.1	Chemikalien.....	28
2.2.1.2	Standardsubstanzen	28
2.2.1.3	Geräte.....	29
2.2.2	Probenaufbereitung	29
2.2.2.1	Nitro-PAK, PAK mit Festphasenextraktion.....	29
2.2.2.2	PAK.....	30
2.2.3	Analytische Verfahren für die Bestimmung von PAK und Nitro-PAK in PM1- und PM10- Staubextrakten	31
2.2.3.1	PAK.....	31
2.2.3.2	Nitro-PAK.....	33
2.2.4	Auswertungsverfahren/Qualitätskontrolle.....	38
2.2.5	Exemplarische Chromatogramme.....	39
2.2.5.1	PAK-Analytik	40
2.2.5.2	Nitro-PAK-Analytik	41

2.3	Bestimmung der Mutagenität.....	45
2.3.1	Probenvorbereitung für die Bestimmung der Mutagenität.....	46
2.3.2	Testdurchführung46
2.4	Statistische Verfahren	49
3	Ergebnisse der experimentellen Arbeiten, Daten.....	51
3.1	Probenahme.....	51
3.1.1	Praktische Durchführung der Probenahme	51
3.1.1.1	Sommer 2004	51
3.1.1.2	Winter 2004/2005	52
3.1.2	Witterungsbedingungen bei der Probenahme	53
3.1.2.1	Witterung bei der Sommerbeprobung	54
3.1.2.2	Witterung bei der Winterbeprobung	56
3.1.3	Staubmengen und Probenvolumen	59
3.1.4	Probenaufbereitung für Analytik und Mutagenitätstests.....	62
3.1.4.1	Sommer	62
3.1.4.2	Winter	62
3.2	PAK-Gehalte in Staub und Gasphase.....	63
3.2.1	Bezogen auf die Luft (Gasphase, Partikelphase)	63
3.2.2	Bezogen auf die Staubmasse	69
3.3	Nitro-PAK-Gehalte in Staub und Gasphase.....	75
3.3.1	Bezogen auf die Luft (Gasphase, Partikelphase)	75
3.3.2	Bezogen auf die Staubmasse	81
3.4	Ergebnisse der Mutagenitätsuntersuchungen.....	86
3.4.1	Übersicht zur Biochemie	86
3.4.2	Mutagenität in Staub und Gasphase	89
3.4.2.1	Bezogen auf die Luft (Gasphase, Partikelphase)	89
3.4.2.2	Bezogen auf die Staubmasse	90
3.5	Lufthygienische Daten.....	92
3.5.1	Lufthygienisches Überwachungssystem Bayern (LÜB) des LfU	92
3.5.2	Luftüberwachung Brudermühl tunnel der LH München.....	94

4	Auswertung der experimentellen Ergebnisse	97
4.1	PAK-Gehalte	97
4.1.1	Auswahl der zur Bewertung heranzuziehenden PAK, Gruppenbildung	97
4.1.2	PAK-Gehalte der Luft (Gasphase, Partikelphase)	104
4.1.2.1	Vergleich PM10 / PM1	106
4.1.2.2	Standortbedingte Unterschiede für Gesamt-PAK.....	115
4.1.2.3	Vergleich Winter / Sommer für Gesamt-PAK.....	115
4.1.2.4	Standortbedingte Unterschiede für Einzel-PAK	117
4.1.2.5	Vergleich Winter / Sommer für Einzel-PAK.....	121
4.1.2.6	Vergleich zweier Winter-Messungen im Brudermühlertunnel.....	126
4.1.2.7	Vergleich zweier Winter-Messungen am Luise-Kiesselbach-Platz.....	129
4.1.3	PAK-Gehalte bezogen auf die Staubmasse.....	132
4.1.3.1	Vergleich PM10 / PM1	134
4.1.3.2	Standortbedingte Unterschiede für Gesamt-PAK.....	137
4.1.3.3	Vergleich Winter / Sommer für Gesamt-PAK.....	138
4.1.3.4	Standortbedingte Unterschiede für Einzel-PAK	138
4.1.3.5	Vergleich Winter / Sommer für Einzel-PAK	143
4.1.3.6	Vergleich zweier Winter-Messungen im Brudermühlertunnel.....	148
4.1.3.7	Vergleich zweier Winter-Messungen am Luise-Kiesselbach-Platz.....	150
4.1.4	Toxizität der PAK-Komplexe – Ansätze in der Literatur.....	153
4.2	Nitro-PAK-Gehalte.....	154
4.2.1	Auswahl der zur Bewertung heranzuziehenden Nitro-PAK, Gruppenbildung.....	154
4.2.2	Nitro-PAK-Gehalte der Luft (Gasphase, Partikelphase).....	157
4.2.2.1	Vergleich PM10/ PM1	161
4.2.2.2	Vergleich der Probenahmestandorte Luise-Kiesselbach-Platz / Brudermühlertunnel	169
4.2.2.3	Vergleich Winter / Sommer	175
4.2.2.4	Vergleich zweier Winter-Messungen im Brudermühlertunnel.....	180
4.2.2.5	Vergleich zweier Winter-Messungen am Luise-Kiesselbach-Platz.....	182
4.2.2.6	Vergleich 2-Nitrofluoranthan / 3-Nitrofluoranthan	184
4.2.3	Nitro-PAK-Gehalte bezogen auf die Staubmasse	185
4.2.3.1	Vergleich der Staubfraktionen PM10 / PM1	187
4.2.3.2	Vergleich der Probenahmestandorte Luise-Kiesselbach-Platz / Brudermühlertunnel	194
4.2.3.3	Vergleich Winter / Sommer	197
4.2.3.4	Vergleich zweier Winter-Messungen im Brudermühlertunnel.....	199
4.2.3.5	Vergleich zweier Winter-Messungen am Luise-Kiesselbach-Platz.....	201
4.3	Mutagenität.....	203
4.3.1	Allgemeines	203
4.3.2	Vergleich der Revertantenzahlen des Stammes YG-1024 (ohne S9-Mix).....	205
4.3.2.1	Vergleich PM1 / PM10	205
4.3.2.2	Verteilung der Mutagenität auf die Staubfraktionen PM1, PM10–PM1 und PM10	206

4.3.2.3	Vergleich der Probenahmestandorte Luise-Kiesselbach-Platz / Brudermühlertunnel, Luft- und Staubbezug	208
4.3.2.4	Vergleich Winter / Sommer, Luft- und Staubbezug	210
4.3.2.5	Vergleich der zusätzlichen Messungen im Winter	211
4.3.3	Vergleich der experimentell bestimmten mit berechneten Revertantenzahlen.....	213
4.3.4	Dinitropyrene: Bestimmungsgrenzen und Beitrag zur Mutagenität.....	221
4.3.5	Beziehung zwischen Mutagenität, PAK- und Nitro-PAK-Gehalten	221
5	Beziehungen von PAK-, Nitro-PAK-Gehalt und Mutagenität mit lufthygienischen Daten.....	224
5.1	Beziehungen mit NO _x am Luise-Kiesselbach-Platz	225
5.2	Beziehungen mit CO	227
5.3	Beziehungen mit Ozon	232
5.4	Beziehungen mit PM10 und PM1	235
5.5	Vergleich der PM10-Werte mit denen der festen Messstation am Luise-Kiesselbach-Platz	238
6	Beantwortung der dem Forschungsvorhaben zugrunde liegenden Fragen.....	240
6.1	Basis	240
6.1.1	Staubmengenverteilung und –konzentration	240
6.1.2	PAK-Gehalte	241
6.1.3	Nitro-PAK-Gehalte	243
6.1.4	Mutagenität.....	245
6.2	Staubfraktionen PM1 / PM10	246
6.2.1	PAK.....	246
6.2.2	Nitro-PAK	247
6.2.3	Mutagenität.....	247
6.3	PAK und Nitro-PAK in der Luft (Gasphase, Partikel)	247
6.4	Standorte Luise-Kiesselbach-Platz / Brudermühlertunnel	248
6.4.1	Staubkonzentration	248
6.4.2	PAK.....	248
6.4.3	Nitro-PAK	249
6.4.4	Mutagenität.....	250

6.5	Jahreszeit Sommer / Winter	250
6.5.1	Staubmenge und -konzentration	250
6.5.2	PAK.....	251
6.5.3	Nitro-PAK.....	251
6.5.4	Mutagenität.....	252
6.6	Zuordnung der Mutagenität (PAK und Nitro-PAK)	253
6.7	Zusammenhänge zwischen den erfassten Parametern und lufthygienischen Messungen	254
6.7.1	NO _x	254
6.7.2	CO	254
6.7.3	PM10 LÜB	255
6.8	Weitere Erkenntnisse.....	256
7	Zusammenfassung, Ausblick.....	257
8	Literatur	260