

- FACHHOCHSCHULE GIESSEN-FRIEDBERG -
Fachbereich Energie und Wärmetechnik
Institut für Klimatechnik und Umweltschutz

DIPLOMARBEIT

FEINSTAUBMESSUNGEN IM UMWELTSCHUTZ
- ERSTELLUNG VON FEINSTAUBKATASTERN
FÜR DAS FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN -

Referent:
Prof Dr. Ph. Katz

Verfasser:
Gerd Schwarz
Stefan Albert

Februar 1987



Inhaltsverzeichnis

	Seite
Danksagung	
1. Einleitung	1
1.1 Aufgabenstellung	2
1.2 Geschichte der Luftverschmutzung	3
2. Luftverunreinigungen	6
2.1 Definition	6
2.2 Einteilung der Luftverunreinigungen nach Erscheinungsform	7
2.2.1 Gase und Dämpfe	7
2.2.2 Aerosole	7
2.2.3 Stäube	9
2.2.3.1 Klassifizierung	9
2.2.3.2 Entstehung und Quellen des Staubes	11
2.2.3.3 Staub und darin gebundene Luftverunreini- gungen	12
2.3 Begriffserklärungen	15
2.3.1 Emission	15
2.3.2 Transmission	15
2.3.3 Immission	16
2.3.4 Deposition	16
2.4 Entstehung der wichtigsten Luftverunreinigungen	17
3. Luftverunreinigungen und ihre Quellen	18
3.1 Industrie	18
3.2 Haushalt und Kleingewerbe	20
3.3 Verkehr	21
3.3.1 Straßenverkehr	21
3.3.2 Luftverkehr	22
4. Ausbreitung von Luftverunreinigungen	23

	Seite
5. Einfluß der Meteorologie	25
5.1 Luftströmung	25
5.1.1 Windverhältnisse im Gebirge	26
5.2 Vertikale thermische Schichtung der Atmosphäre	26
5.2. Labile Schichtung	27
5.2.2 Neutrale Schichtung	27
5.2.3 Stabile Schichtung	27
5.2.3.1 Inversion	27
5.3 Smog	30
5.3.1 Der sommerliche Smogtyp	30
5.3.2 Der winterliche Smogtyp	31
6. Wirkungen von Luftverunreinigungen	32
6.1 Wirkungen auf Menschen	33
6.1.1 Akute Erkrankungen	33
6.1.2 Chronische Erkrankungen	34
6.1.2.1 Erkrankungen der Atmungsorgane	35
6.1.2.2 Luftverunreinigungen und Krebserkrankungen	36
6.1.2.3 Luftverunreinigungen und allgemeiner Gesundheitszustand	36
6.2 Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Tiere	38
6.3 Wirkungen von Luftverunreinigungen auf die Vegetation	39
6.3.1 Allgemeines	39
6.3.2 Auswirkungen	40
6.4 Wirkungen auf Materialien	42
6.5 Luftverunreinigungen und Klima	43
6.5.1 Allgemeines	44
6.5.2 Mögliche Auswirkungen von CO ₂	44
6.5.3 Auswirkungen von Staub	45
6.5.4 Beeinflußung der stratosphärischen Ozonschicht	46
6.5.4.1 Allgemeines über Ozon und Ozonschicht	46
6.5.4.2 Chemische Reaktionen in der Stratosphäre	47
6.5.4.3 Ozonabbau und seine Auswirkungen	48

	Seite:
7. Neuzeitliche Phänomene der Luftverschmutzung	50
7.1 Saurer Regen	50
7.2 Waldsterben	51
7.2.1 Allgemeines	51
7.2.2 Mögliche Ursachen des Waldsterbens	52
8. Beschreibung der Meßgeräte	54
8.1 Partikelzählgerät "Partoscope AR"	54
8.1.1 Beschreibung	54
8.1.2 Berechnung der Partikelkonzentration	55a
8.2 Stromversorgung	56
8.3 Thermo-Hygro-Barograph	56
8.4 Temperatur- und Feuchtigkeitsfühler	57
8.5 Windfahne, Rauchröhrchen, Kompaß und Flügelradanemometer	57
8.6 Meßgeräte zur Bestimmung der gasförmigen Luftverunreinigungen	57
9. Feinstaubmessungen in Liechtenstein	58
9.1 Grundbetrachtungen	59
9.2 Abweichungen von den vorherigen Messungen	60
9.3 Beschreibung des Meßgebietes	61
9.4 Wetterlage an den verschiedenen Meßtagen	64
9.4.1 Allgemeines	64
9.4.2 Wettergeschehen	64
10. Feinstaub- Langzeitmessung, Feinstaub - Vergleichsmessung	67
10.1 Meßort	67
10.2 Meßaufbau	68
10.3 Meßdurchführung	68
10.4 Grundbetrachtung	69
10.5 Meßergebnisse und Diskussion	69
10.6 Diskussion der distributiven Messungen am 7. und 8. 2. 1987	114

	Seite
10.7 Vergleich der bisherigen Messungen	115
10.8 Diskussion der möglichen Korrelation zwischen gas- und partikelförmigen Luftverunreinigungen	116
11. Feinstaub - Höhenkataster - Messung	119
11.1 Grundbetrachtung	119
11.2 Meßaufbau und Meßdurchführung	119
11.3 Umrechnung der Luftdruckwerte	120
11.4 Diskussion der Höhenkataster - Messung	149
11.5 Diskussion der distributiven Messungen	151
11.6 Diskussion der Mittelwerte	152
12. 24-stündige Feinstaub - Dauermessung	154
12.1 Grundbetrachtung	154
12.2 Meßaufbau und Meßdurchführung	154
12.3 Diskussion der Meßergebnisse in Ruggel	155
12.4 Diskussion der Meßergebnisse in Balzers	164
12.5 Diskussion der Meßergebnisse in Triesenberg	169
12.6 Diskussion der Mittelwerte von September 1984, Dezember 1984 und Februar 1987	173
12.7 Meßergebnisse der Dauer - Vergleichsmeßstelle im Schaanwald	175
12.7.1 Grundbetrachtung	175
12.7.2 Diskussion	178
13. Feinstaub Flächenkataster - Messung	180
13.1 Grundbetrachtung	180
13.2 Meßorte und Kennzahlen	180
13.3 Aufbau und Durchführung der Meßreihen	197
13.4 Diskussion der Mittelwerte	197
13.5 Diskussion der einzelnen Meßtage	199
13.6 Distributive Auswertung	202
13.6.1 Diskussion der zwei Meßtage	202

	Seite
14. Feinstaub-Kreissectorenmessung	206
14.1 Ortsbeschreibung	206
14.2 Grundbetrachtung zum Meßverfahren	206
14.3 Meßaufbau und Meßdurchführung	208
14.4 Ziel des Meßverfahrens	208
14.5 Diskussion	224
14.6 Diskussion der Mittelwerte	228
15. Zusammenfassung	231
16. Literaturhinweis	234

Danksagung

Wir möchten uns bei all denen bedanken, die uns bei der Erstellung der Diplomarbeit behilflich waren.

Wir danken den Mitgliedern der Fürstlich - Liechtensteinischen Landesverwaltung, insbesondere Herrn Wanger, für die vorbildliche Zusammenarbeit und das weitgehende Entgegenkommen.

Für die Bereitstellung und Betreuung unserer Diplomarbeit danken wir Herrn Prof. Dr. Katz.

Abschließend möchten wir uns bei Herrn Dipl.Ing. Albrecht Pfaff bedanken, für die Bereitstellung seines IBM - Rechners und bei Frau Ingrid Schwarz, die uns die Diplomarbeit tippte.