

Wir vert
Verwendun
haben.
Instit
Instit
- FACHHOCHSCHULE GIESSEN-FRIEDBERG -
Fachbereich Energie- und Wärmetechnik
Institut für Klimatechnik und Umweltschutz

Diplomarbeit

UMWELTMESSUNGEN IM FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN

- Auswirkungen der Umweltschutzmaßnahmen
seit 1984 sowie Korrelationen von staub-
und gasförmigen Luftverunreinigungen -

von

Sven Göldner

Jörg Schmeling

betreuender Professor:

Prof. Dr. Ph. Katz

Korreferent:

Prof. Dr. B. Gräff

Februar 1990



Inhaltsverzeichnis

Danksagung

<u>Einleitung und Aufgabenstellung</u>	1
1. <u>Ökologische Grundlagen</u>	3
1.1 Der grundsätzliche Aufbau der Ökosysteme	3
1.2 Das allgemeine Funktionsschema der Ökosysteme	4
1.2.1 Funktionsgliederung der Biozönose	4
1.2.2 Die funktionelle Rolle der unbelebten Ökosystem-Bestandteile	6
1.3 Der menschliche Einfluß auf die Ökosysteme	7
2. <u>Aufbau und Zusammensetzung der Atmosphäre</u>	11
3. <u>Grundbegriffe der Luftverschmutzung</u>	16
3.1 Definitionen der Grundbegriffe	16
3.2 Reaktionen von Luftverunreinigungen und Ausfallprozesse	28
3.2.1 Chemische Umwandlung von Schwefel in der Atmosphäre	28
3.2.2 Oxidationsbildung, chemische Umwandlung von Stickstoffoxiden	29
3.3 Herkunft von Luftschadstoffen	31
3.3.1 Schwefeldioxid (SO ₂)	31
3.3.2 Stickoxide (NO _x)	31
3.3.3 Kohlenmonoxid (CO)	32
3.3.4 Stäube	32

4.	<u>Wirkungen von Luftverunreinigungen auf den Menschen</u> ...	34
4.1	Partikelförmige Luftverunreinigungen	34
4.2	Gasförmige Luftverunreinigungen	35
5.	<u>Wirkungen von Luftverunreinigungen auf die Vegetation</u>	37
6.	<u>Emissionsentwicklung in der BR-Deutschland</u>	42
6.1	Schwefeldioxid	42
6.1.1	Entwicklung bis 1986	42
6.1.2	Geschätzte weitere Entwicklung	43
6.2	Stickstoffoxide	44
6.2.1	Entwicklung bis 1986	44
6.2.2	Geschätzte weitere Entwicklung	45
6.3	Kohlenmonoxid	45
6.3.1	Entwicklung bis 1986	46
6.3.2	Geschätzte weitere Entwicklung	46
6.4	Staub	47
6.4.1	Entwicklung bis 1986	47
6.4.2	Geschätzte weitere Entwicklung	48
7.	<u>Das Fürstentum Liechtenstein</u>	49
7.1	Kurzbeschreibung des Landes	49
7.2	Beschreibung des Klimas	50
7.3	Umweltsituation im Fürstentum Liechtenstein	50
7.3.1	Luftschadstoffe (kontinuierliche Messung)	51
7.3.2	Gesetzliche Grundlagen des Fürstentums Liechtenstein	55

8.	<u>Erfassung der partikelförmigen Luftverunreinigungen</u> ...	56
8.1	Messgrößen und Definitionen	56
8.2	Messverfahren	57
8.2.1	Staubniederschlagsmessungen	57
8.2.2	High-Volume-Sampler und ähnliche Sammler ...	58
8.2.3	Bestimmung der Filterbelegung über Beta-Strahlenabsorption	59
8.2.4	Optisches Verfahren	59
9.	<u>Umweltmessungen im Fürstentum Liechtenstein</u>	62
9.1	Grundbetrachtungen	62
9.2	Aufgabenstellung	62
9.3	Änderungen gegenüber den früheren Messungen	63
9.4	Beschreibung der Messgeräte	64
9.4.1	Feinstaub-Partikelzähler	64
9.4.2	Stromversorgung	65
9.4.3	Thermo-Hygro-Barograph	66
9.4.4	Höhenmesser	66
9.4.5	Windrichtungsmesser mit Flügelradanemometer	66
9.4.6	Die Geräte der Luftmessstation (Mühleholz/Vaduz)	66
9.5	Berechnung der Staubkonzentrationen	68
9.6	Einleitende Wetterbeschreibung	69
10.	<u>Flächenkatastermessungen</u>	70
10.1	Messumfang und Durchführung	70
10.2	Klimatische Verhältnisse	70
10.3	Auswertung der Messungen 1990	72

10.4	Langzeitstudie; Vergleich der Messergebnisse von 1984 bis 1990	72
11.	<u>Kreissektorenmessungen</u>	73
11.1	Messumfang und Durchführung	73
11.2	Klimatische Verhältnisse	73
11.3	Auswertung der Messungen 1990	74
11.4	Langzeitstudie; Vergleich der Messergebnisse von 1984 bis 1990	75
12.	<u>Höhenkatastermessungen</u>	76
12.1	Messumfang und Durchführung	76
12.2	Klimatische Verhältnisse	76
12.3	Auswertung der Messungen 1990	77
12.4	Langzeitstudie; Vergleich der Messergebnisse von 1984 bis 1990	78
13.	<u>Sonder-Höhenmessungen</u>	79
13.1	Messumfang und Durchführung	79
13.2	Klimatische Verhältnisse	80
13.3	Auswertung der Messungen	81
14.	<u>24h-Messungen</u>	82
14.1	Messumfang und Durchführung	82
14.2	24h-Messung in Ruggell	82
14.2.1	Klimatische Verhältnisse	82
14.2.2	Auswertung der Messungen	82
14.2.3	Vergleich der optischen Partikelzähler	83

14.3	24h-Messung in Triesenberg	84
14.3.1	Klimatische Verhältnisse	84
14.3.2	Auswertung der Messungen	84
14.4	24h-Messung in Balzers	85
14.4.1	Klimatische Verhältnisse	85
14.4.2	Auswertung der Messungen	85
15.	<u>Beobachtungen an der Vergleichsmessstelle</u> <u>Mühleholz/Vaduz</u>	86
15.1	9 Tage-Messung	86
15.2	Vergleich der Feinstaubmesssysteme über 24h	87
15.3	Verhalten der Staubpartikel; Erstellung einer Staubpartikelgrößenverteilung (24h)	88
16.	<u>Korrelationen zu Gasen</u>	89
16.1	Messumfang und Durchführung	89
16.2	Auswertung der Messungen	90
16.2.1	Schwefeldioxid (SO ₂)	90
16.2.2	Ozon (O ₃)	90
16.2.3	Stickoxide (NO, NO ₂ , NO _x)	91
16.3	Einfluß sonstiger Klimafaktoren	91
17.	<u>Abschließende Betrachtungen</u>	92
	<u>Literaturverzeichnis</u>	94
	Anhang für Tabellen und Graphiken	96

Erläuterungen zu den Literaturangaben

Hinweise auf verwendete Literatur sind als hochgestellte Zahlen am Ende jeden Kapitels bzw. Punktes zu finden. Sie beziehen sich immer auf das gesamte vorhergehende Kapitel einschließlich der darin vorkommenden Tabellen und Abbildungen. Sind in einem Kapitel bzw. Punkt mehrere verschiedene Quellen verwendet worden, so ist die Literaturangabe immer am Ende des entsprechenden Abschnitts eingetragen. Die verwendete Literatur ist dann unter der im Text angegebenen Zahl im Literaturverzeichnis zu finden. Wurde in einem selbstverfaßten Kapitel nur z. B. eine Tabelle aus fremder Literatur entnommen, so ist die Quelle dort direkt angegeben.

In den mit Literaturangaben versehenen Texten ist zum Teil wörtlich zitiert worden.

Etwaige Hinweise auf weiterführende Literatur sind stets am Ende des betreffenden Kapitels bzw. Punktes aufgeführt.