

Das Waldsterben
Literaturauswertung zum
Stand der Kenntnisse und zu den Erklärungshypothesen

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	10
2. Der Zustand des Waldes	12
2.1. Waldstruktur und Merkmale der Schäden	12
2.1.1. Fichte	12
2.1.2. Weißtanne (Tanne)	16
2.1.3. Kiefer	18
2.1.4. Buche	19
2.1.5. Andere Baumarten	21
2.2. Bestandsaufnahme der Schäden	21
2.2.1. Schadensverlauf und Schadstufeneinteilung	23
2.2.2. Ergebnisse der Waldschadenserhebung 1985	27
2.2.2.1. Einzelne Baumarten	29
2.2.2.2. Schadstufen und Baumalter	32
2.2.2.3. Regionale Verbreitung der Waldschäden	33
2.3. Internationale Schadensverteilung	38
2.4. Schlüsse aus Waldschadenserhebungen	41
2.4.1. Schadensschwerpunkte in Nordrhein-Westfalen	42
2.4.2. Schadenskorrelation nach Höhenlage in Hessen	43
3. Transport- und Depositionsmechanismen von Luftverunreinigungen	47
3.1. Transportvorgänge	49
3.1.1. Nahtransport	50
3.1.2. Ferntransport	52
3.2. Depositionsvorgänge	54
3.2.1. Trockene Deposition	55
3.2.2. Nasse Deposition	60
3.3. Meßtechnische Erfassung von Depositionen	64
3.4. Quasikontinuierliche Messungen von Depositionen	66

Inhaltsverzeichnis

4.	Luftbestandteile und Verteilung von Luftverunreinigungen	72
4.1.	Kohlenoxide (CO,CO ₂)	73
4.2.	Schwefel	76
4.2.1.	Luftchemisches Verhalten und Transport	76
4.2.2.	Natürliche Freisetzung	78
4.2.3.	Anthropogene Schwefelquellen	80
4.2.4.	Globale Schwefelemmissionen	80
4.2.5.	Europa-Bundesrepublik	82
4.3.	Stickoxide	88
4.3.1.	Luftchemisches Verhalten und Transport	88
4.3.2.	Natürliche Quellen	91
4.3.3.	Anthropogene Quellen	92
4.3.4.	Globale Emissionen	92
4.3.5.	Bundesrepublik	94
4.4.	Saurer Regen	96
4.4.1.	pH-Wert	97
4.4.2.	pH-Änderung	98
4.5.	Stäube	99
4.6.	Photooxidantien	101
4.6.1.	O ₃	102
4.6.1.1.	Tagesgang der Konzentration	104
4.6.1.2.	Jahresgang der Konzentration	105
4.6.2.	PAN	107
4.7.	Organische Verbindungen	108
4.7.1.	Benzol	109
4.7.2.	Halogenierte organische Verbindungen	109
4.7.3.	PCDD	110
4.7.4.	Fluorchlorkohlenwasserstoffe	110
4.8.	Halogensäuren	111
4.9.	Radioaktive Substanzen	111
5.	Schadensmerkmale und Wirkungszusammenhänge	113
5.1.	Charakteristische Schadensmerkmale	114
5.2.	Zusammenfassung der gemeinsamen Schadensmerkmale	116
5.3.	Die Photosynthese	117
5.4.	Jahresringanalysen	120

Inhaltsverzeichnis

5.5.	Schadstoffwirkung auf die Bäume	122
5.6.	Wirkung der Schadstoffe über die oberirdischen Pflanzenteile	126
5.6.1.	SO ₂	128
5.6.2.	NO _x	131
5.6.3.	Kombinationswirkungen von SO ₂ und NO _x	132
5.6.4.	O ₃	133
5.6.5.	PAN	134
5.6.6.	NH ₃ (Ammoniak)	135
5.6.7.	Fluoride und Fluorwasserstoff	135
5.6.8.	Weitere pflanzengiftige Stoffe	136
5.7.	Wirkung der Schadstoffe über den Boden	136
5.7.1.	Schwermetalle	137
5.7.2.	Schwefel- und Salpetersäure	138
5.7.3.	Pufferbereiche des Bodens	139
5.8.	Klimaeinflüsse	142
5.9.	Forstwirtschaft und Jagd	146
6.	Darstellung der Erklärungshypothesen	148
6.1.	Klassische Rauchschiiden	150
6.2.	Saurer Regen	152
6.3.	Ozon	158
6.4.	Nährstoffmangel	164
6.5.	Photosynthese-Störung	168
6.6.	Streß	170
6.7.	Infektionen	174
6.7.1.	Infektionen durch Pilze	174
6.7.2.	Epidemie-Hypothese durch Viren	175
6.8.	Radioaktive Strahlung und elektromagnetische Wellen	180
7.	Gegenüberstellung und Bewertung der Erklärungshypothesen	181
8.	Zusammenfassung	190
9.	Literaturverzeichnis	199
10.	Glossar	207