

Saure Deposition in Ungarn

E. Gy. FÜHRER und L. HORVÁTH

Institut für Forstwissenschaften, Abteilung Ökologie, Sopron und
Luftphysikalisches Institut, Budapest

Einführung

Der Gesundheitszustand der Wälder in Ungarn wird von zahlreichen Wissenschaftlern mit der Luftqualität in Verbindung gebracht (STEFANOVITS, 1986; JAKUCS, 1985, 1986, 1987). Die Luftverunreinigung in Ungarn wird als mittelmäßig eingestuft (HORVÁTH, 1989; HORVÁTH & FÜHRER, 1990), deshalb wurde die ständige Messung und Registrierung der Deposition für erforderlich gehalten. Das Luftphysikalische Institut und die Forstliche Versuchsanstalt haben an 3 Standorten in Farkasfa (Westungarn), K-puszta (Große Tiefebene) und in Nyirjes (Süd-Máttra) gemeinsame Luftqualitäts-Meßstationen eingerichtet.

An den oben genannten ökologischen Basisstationen werden neben den meteorologischen Daten mit kontinuierlicher Probenahme folgende Parameter bestimmt:

- trockene saure Deposition (gasförmiges SO_2 , NO_x und HNO_3 sowie Aerosole von NO_3^- , SO_4^{2-} und NH_4^+),
- nasse saure Deposition (Ionenkonzentration von SO_4^{2-} , NO_3^- und NH_4^+ im Niederschlag, sowie der pH-Wert).

Ergebnisse

Trockene saure Deposition

Die durchschnittliche jährliche trockene saure Deposition (Tab. 1) war in Abhängigkeit von den Meßgebieten zwischen 72 und 128 mg H^+ -Ionenäquivalenten pro m^2 . Die höchsten H^+ -Ionenmeßwerte von 90 bis 165 mg/m^2 wurden in Nyirjes und die geringsten Meßwerte von 66 bis 78 mg/m^2 in Farkasfa ermittelt. Hieraus ist

Tabelle 1
Die trockene und die nasse Deposition von Säurebringer SO₂ und NO₂
(mg H⁺/m²/a)

Meßstationen	Jahre	Trockene Deposition	Nasse Deposition	Gesamte Deposition
Nyirjes	1988	165,0	163,0	328,0
	1989	129,0	141,0	270,0
	1990	90,1	124,5	214,6
	Kontrolle			
	von 3 Jahren	128,0 (47%)	142,8 (53%)	270,8
K-pusztá	1988	111,0	84,6	195,6
	1989	107,0	98,8	205,8
	1990	91,5	77,7	169,2
	Kontrolle			
	von 3 Jahren	103,2 (54%)	87,0 (46%)	190,2
Farkasfa	1988	72,0	92,8	164,8
	1989	77,9	107,4	185,3
	1990	65,8	137,7	199,5
	Kontrolle			
	von 3 Jahren	71,9 (39%)	112,6 (61%)	184,5

deutlich zu sehen, daß die saure trockene Deposition von Westen (Farkasfa) nach Osten (K-pusztá) und Nordosten (Nyirjes) zunimmt. Die dreijährigen Meßergebnisse zeigen eine stufenweise Abnahme der trockenen sauren Deposition. Innerhalb der sauren trockenen Deposition ist das Schwefel- und Stickstoffverhältnis von Meßgebiet zu Meßgebiet verschieden (Tab. 2). Es beträgt in Nyirjes 63 zu 37, in K-pusztá 45 zu 55 und in Farkasfa 37 zu 63. Diese Zahlen zeigen die Zunahme des Schwefelanteils von Westen (Farkasfa) nach Osten (K-pusztá) und Nordosten (Nyirjes). In Nyirjes, wo im Land der höchste Industrialisierungsgrad zu finden ist, ist der Schwefelgehalt in H⁺-Ionenäquivalenten mit 80 mg/m² viermal höher als in Farkasfa mit 26 mg/m². Die Höhe der Stickstoffverbindungen in trockener saurer Deposition ist an den drei Meßstationen mit 46 bis 57 mg H⁺-Ionenäquivalenten pro m² fast identisch. Der höchste Meßwert von 57 mg/m² H⁺-Ionenäquivalenten wurde in K-pusztá bei intensiver landwirt-

Tabelle 2
**Der Anteil der Säurebringer SO₂-S und NO₂-N in trockener und nasser
 Deposition (mgH⁺/m²/a)**

Meß- station	Jahr	Troc- kene	Depo- sition	Nasse	Depo- sition	Gesamte	Depo- sition
		S	N	S	N	S	N
Nyirjes	1988	101,9	63,1	66,6	96,4	168,5	159,5
	1989	84,0	45,0	48,1	92,9	132,1	137,9
	1990	55,4	34,7	53,7	70,8	109,1	105,5
	Kon- trolle*	80,4 (63%)	47,6	56,1 (39%)	86,7	136,5 (50%)	134,3
K- puszta	1988	57,3	53,7	37,3	47,3	94,6	101,0
	1989	48,8	58,2	43,3	55,5	92,1	113,7
	1990	33,6	57,9	35,5	42,2	69,1	100,1
	Kon- trolle*	46,6 (45%)	56,6	38,7 (44%)	48,3	85,3 (45%)	104,9
Farkas- fa	1988	29,6	42,4	36,4	56,4	60,0	98,8
	1989	28,7	49,2	41,3	66,1	70,0	115,3
	1990	21,0	44,8	57,0	76,7	78,0	121,5
	Kon- trolle*	26,4 (37%)	45,5	44,9 (40%)	66,4	69,3 (38%)	111,9

* Kontrolle von 3 Jahren

schaftlicher Nutzung gemessen. Die Höhe der trockenen sauren Deposition ist im Winter 2-3-mal höher als im Sommer.

Nasse saure Deposition

Die Höhe der sauren nassen Deposition (Tab. 1) liegt mit 123-163 mg H⁺-Ionenäquivalenten pro m² in Nyirjes und mit 93-138 mg H⁺-Ionenäquivalenten in Farkasfa deutlich über der trockenen sauren Deposition. Jedoch ist sie in K-puszta niedriger. Die Höhe der nassen sauren Deposition widerspiegelt sich in der Niederschlagshöhe. Sie betrug im Durchschnitt der Jahre 1988-1990 in Nyirjes 754

mm, in Farkasfa 670 mm und in K-pusztá 470 mm. Das Schwefel-Stickstoff-Verhältnis in der nassen sauren Deposition (Tab. 2) beträgt 40 zu 60. In Nyirjes ist der Schwefelanteil mit dem Verhältnis 39 zu 61 am geringsten und es ist demnach genau umgekehrt als es bei der trockenen sauren Deposition war. Die entsprechenden Zahlen sind in K-Pusztá 44 zu 56 und in Farkasfa 40 zu 60. Im Winter ist die nasse saure Deposition von Schwefel höher als im Sommer. Von $\text{NO}_3\text{-N}$ ist sie in beiden Zeitabschnitten gleich. Von $\text{NH}_4\text{-N}$ ist sie im Sommer 2 bis 3mal höher als im Winter. Die nasse Stickstoffdeposition von $\text{NH}_4\text{-N}$ ist 1,5 bis 2mal höher als von $\text{NO}_3\text{-N}$.

Gesamte saure Deposition

Die gesamte saure Deposition (Tab. 1) liegt in den drei Basismessgebieten, der Nähe der industriellen Ansiedlungen entsprechend, in Nyirjes mit 271 mg H^+ -Ionenäquivalenten pro m^2 am höchsten. In K-pusztá und Farkasfa sind die entsprechenden Messwerte mit 190 bzw. 185 mg H^+ -Ionenäquivalenten pro m^2 fast identisch. An den humiden Basismessgebieten (Nyirjes und Farkasfa) ist die trockene saure Deposition geringer als die nasse saure Deposition. Im ariden Messgebiet K-Pusztá liegt der vorhergehende Sachverhalt genau umgekehrt als es in den humiden Messgebieten der Fall war. Während der dreijährigen Messzeit nahm die gesamte saure Deposition in Nyirjes ab, in Farkasfa nahm sie zu und in K-pusztá war sie wechselhaft.

Innerhalb der gesamten sauren Deposition beträgt das Schwefel-Stickstoff-Verhältnis im von der Industrie beeinflussten Nyirjes 50 zu 50, in K-pusztá 45 zu 55 und im industriiefernen Farkasfa 38 zu 62 (Tab. 2).

Zusammenfassung

Die an drei Basisflächen durchgeführten sauren Depositionsmessungen zeigen, daß die jährliche Höhe der Deposition stark von den jeweiligen klimatischen Verhältnissen und je nach Nähe der industriellen Emittenten variiert (160 bis 330 mg H^+ -Ionenäquivalenten). In der Nähe der industriellen Emittenten (Nyirjes) beträgt der Schwefel-Protonenäquivalent pro m^2 134 mg. Im industriiefernen Messgebiet sind die entsprechenden Werte 69 und 112. Der hohe Stickstoff-Messwert im industriiefernen Messgebiet läßt vermuten, daß die Stickstoffbelastung unter bestimmten Verhältnissen bei dem ungarischen Waldsterben eine wesentliche Rolle spielt.

Literatur

- HORVÁTH L., 1989. A légköri savas ülepedés mértéke Magyarországon. OMSZ kisebb kiadványai. **65.** 1-61.
- HORVÁTH, L. & FÜHRER, E., 1990. Acid deposition in forest ecosystems. Expertentagung "Waldschadensforschung im östlichen Mitteleuropa und in Bayern" vom 13-15. 11. 1990 in Schloß Neuburg bei Passau. GSF-Bericht. **24/91.** 212-235.
- JAKUCS P., 1985. Az erdővédelem ökológiai vonatkozásai. Az Erdő. **34.** (6) 249-254.
- JAKUCS P., 1986. A légköri eredetű savasodás hatása a természetes élővilágra. Időjárás. **90.** 150-158.
- JAKUCS P., 1987. A savasodás hatása az élőszervezetekre, populációkra, társulásokra. OKTH-MTA Környezet- és természetvédelmi Kutatások. **7.** Budapest. 261-279.
- STEFANOVITS P., 1987. Az erdők talajának savasodása 25-30 év után megismételt vizsgálatok alapján. Erdészeti Kutatások. **79.** 225-228.