

VERSUCH EINER GROSSRAUMIMMISSIONSBELASTUNGSDIAGNOSE NACH DER IMMISSIONSÖKOLOGISCHEN WALDZUSTANDSERFASSUNGSMETHODE VON DR. W. KNABE

Von

SOLAR M.

Institut za gozdno in lesno gospodarstvo pri biotehniski fakulteti
Ljubljana

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die genannte Methode ist auf einer erschöpfenden biologischen, ökologischen und ertragskundlichen Analyse von Probeständen und Probeständen und auf der chemischen Nadelanalyse von Probeständen begründet. Die Methode eignet sich vor allem für standortseinheitliche Gebiete mit vorherrschenden Fichtenbeständen. Bei den sehr vielfältigen natürlichen und wirtschaftlichen Verhältnissen der Wälder in Slovenien ist eine systematische Auswahl und Bearbeitung von Probeständen nicht möglich, sehr schwierig und mit wenig Aussicht auf Erfolg sind auch die vorgeschriebenen Messungen und Beobachtungen auszuführen. Aus diesen Gründen ist diese Methode in ihrer ursprünglichen Form für die Verhältnisse in Slovenien weniger brauchbar.

Aus dem umfangreichen Untersuchungsmaterial werden nur Befunde über Vorhandensein von lebenden Fichten-Nadeljährgängen, Analysen über flechtenfreie Zonen und Ergebnisse von chemischen Analysen der Schwefel- und Fluorgehalte von ein- und zweijährigen Fichtennadeln interpretiert. Daraus werden folgende Schlüsse gezogen:

- Die Zahl der vorhandenen lebenden Nadeljährgänge kann besser akute als weniger merkbare chronische Immissionsbelastungen anzeigen;
- bei der Beurteilung von Flechten als Immissionsindikatoren muß der Luftfeuchtigkeit an der jeweiligen Probestelle besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden;
- im untersuchten Gebiet zwischen Zasavje und Meža-Tal sind auf Grund der Nadelanalysen aus dem Jahre 1979 immissions-unbelastete Wälder kaum noch zu finden. Der Grund dafür ist eine vergrößerte Immissionsbelastung dieses Gebietes und Sanierung von Immissionsquellen durch hohe Schornsteine;
- in Gebieten, in denen bisher Immissionseinfluß nicht definiert war (unsichtbare Schäden), werden in den letzten Jahren häufiger Insekten- und Pilzschäden beobachtet, dazu haben wir es mit häufigerem Tannensterben und mit einem 20 %igen Zuwachsverlust zu tun;

- in den oben erwähnten Waldgebieten liegen die Immissionswerte nur etwas höher als die nach der IUFRO - Resolution Ljubljana 1978 für den Wald zulässigen Immissionsgrenzwerte. Damit ist die Richtigkeit der Resolution nochmals bestätigt.

E I N L E I T U N G

Um eine genauere Vorstellung über die Immissionsschäden in den Wäldern Sloweniens zu gewinnen, versuchten wir die Methode der Immissionserfassung von Dr. KNABE anzuwenden. Diese Methode ist vom Autor anlässlich der X. Tagung der IUFRO - Arbeitsgruppe 2.09 in Ljubljana im September 1978 vorgestellt worden.

Diese Methode basiert auf einer gründlichen Untersuchung von Flechten im Gelände, Bestimmung der lebenden Nadeljahrgänge, chemischen Analysen von Nadeln des 7. Astquirls, Erhebung und Auswertung von ertragskundlichen Unterlagen sowie Bestimmungen der Vitalität der Bestände. Hier werden neben den üblichen Erhebungen auch Nadellängen und laufende Höhenzuwächse bis zum 7. Astquirl an Stamm und Ästen gemessen.

Jedenfalls haben wir es hier mit einer weitgefaßten Methode zu tun, die sehr zeitaufwendig ist und erfahrene und gewissenhafte Hilfskräfte voraussetzt. Da ich alle Arbeiten im Gelände ohne Hilfskräfte zu erledigen hatte, war ich gezwungen, einige Analysen zu vereinfachen oder sogar wegzulassen, womit die Methode nicht gründlich erprobt werden konnte. Die Flechten wurden nur grob geschätzt und zwar wurden nur zwei Gruppen unterschieden (Krusten- und Laubflechten sowie Strauch- und Bartflechten). Alle übrigen Analysen sind nach den Anleitungen des Autors gemacht worden, wobei ertragskundliche Untersuchungen aus Zeitmangel in diesem Bericht noch nicht ausgewertet werden konnten.

Trotzdem habe ich in unseren spezifischen natürlichen und wirtschaftlichen Verhältnissen einige Erfahrungen über die Methode gewonnen. Danach scheint die Methode in unseren Verhältnissen weniger brauchbar zu sein. Das gilt wenigstens für das untersuchte Gebiet zwischen Zasarvje und dem Meža-Tal (siehe beiliegende Übersichtskarte Abb. 1). Für diesen Streifen haben wir uns entschlossen, um Vermutungen über weiträumige Verbreitung von Immissionen von einem Gebiet zu den anderen zu bestätigen oder abzulehnen. Dazu ist dieses Gebiet in der letzten Zeit durch Immissionen als stärker belastet angenommen worden.

Abbildung 1
ÜBERSICHTSKARTE von im Jahre 1979 untersuchten
 Raum zwischen ZASAVJE und MEŽA-Tal



F Ü R D I E V E R W E N D U N G
D E R M E T H O D E I M V O R A U S Z U
E R W A R T E N D E H I N D E R N I S S E

Probeflächen sollen in 40 bis 60jährigen Beständen angelegt werden und Probebäume sollen zu der mitherrschenden soziologischen Klasse gehören.

Phytosoziologische Kartierungen haben bisher in Slowenien 120 Waldtypen ergeben. Dazu haben wir 207.000 Waldbesitzer. Die große Vielfalt des Waldes in Slowenien soll damit genügend illustriert werden. Es soll auch erwähnt werden, daß die Fichte als Testbaumart mit einem Anteil von gut 25 % und alle Nadelbaumarten mit einem Anteil von gut 50 % vertreten sind. Probebäume konnten aus organisatorischen Gründen fast nur im Privatwald gefällt werden. Es war sehr schwer, die privaten Waldbesitzer davon zu überzeugen, daß gerade vielversprechende mittelalte Bäume im vollen Wachstum gefällt werden müssen. Viel einfacher könnten wir die Zustimmung zur Fällung von älteren und beschädigten Bäumen bekommen. Zustimmung zum Ausschneiden von Baumscheiben in der Brusthöhe haben wir überhaupt nicht bekommen, da dadurch der Baumstamm zu sehr entwertet wird. Diese Schwierigkeit konnte aber mit Zuwachsbohrungen überwunden werden.

Um einigermaßen in rationalen Grenzen zu bleiben, mußten wir die Zugänglichkeit der Probeflächen berücksichtigen.

Unter solchen Umständen konnten wir pro Tag höchstens drei Probeflächen bearbeiten, wobei die Flechten, wie erwähnt, eigentlich nur registriert wurden. Später mußten wir auch Messungen der Nadellängen und des laufenden Zuwachses an Ästen des 7. Astquirils aufgeben, obwohl durch diese Erhebungen Unregelmäßigkeiten im laufenden Höhenzuwachs gut erklärt werden können (gebrochene Baumwipfel, abgestorbene Höhentriebe).

Trotz dieser Schwierigkeiten haben wir in der Zeit von Mitte September bis Mitte Oktober 1979 32 Probeflächen bearbeitet und dabei die in Tabelle 1 mitgeteilten Daten gewonnen (s. Beilage).

Bis zur Vorbereitung meines Referates für diese Tagung hatte ich nur Ergebnisse über den Gehalt an Gesamtschwefel und an Fluor und über das Vorhandensein der Nadeljahrgänge zur Verfügung.

Die Angaben über Flechten sind zu grob und sagen (mit Ausnahme der Abgrenzung flechtenfreier Zonen) nur wenig aus.

Die gewonnenen ertragskundlichen Daten sind wegen ihrer weiten Streuung für weitere statistische Bearbeitung nicht brauchbar.

Aus allen diesen Gründen konnte ich nur einige Schlußfolgerungen für diese bedeutende Tagung und für die forstliche Praxis ziehen.

S C H L U S S F O L G E R U N G E N
Z U R B R A U C H B A R K E I T
D E R M E T H O D E N A C H D R. K N A B E

1) Bei sehr inhomogenen Standorts- und Bestandesverhältnissen ist eine systematische Arbeit nach dieser Methode kaum möglich.

2) Nach unseren Erfahrungen kann die Fichte auch bei völlig reiner Luft nur fünf Nadeljahrgänge aufweisen. Erst bei weniger als fünf Nadeljahrgängen kann die Annahme einer Luftverunreinigung einigermaßen begründet sein (z.B. Befunde in Pričnik, Bukovžlak, Ljubecna). Deshalb bin ich überzeugt, daß die Zahl der Nadeljahrgänge eher den akuten und weniger den chronischen Immissionseinfluß wiedergibt. Doch durch die Methode nach Dr. KNABE wollen wir vor allem dem chronischen Einfluß nachgehen.

3) Die Nadellängen hängen stark von der Bestandesform, von der Position des Baumes im Bestand, vom Baumalter und vom Standort ab. Deshalb können wir nur sehr einheitliche Standorte und Bestände miteinander vergleichen. Bei unseren 32 Probeflächen konnten wir in keinem Falle eine Vergleichbarkeit erzielen, was für die große Vielfalt unseres Waldraums (am Schnittpunkt von vier phytogeographischen Regionen, Alpen, Submediterrän, Pannonien und Dinariden) spricht.

4) Unsere Befunde über Flechten sollen nicht sehr kritisch bewertet werden. Nach unseren bisherigen Beobachtungen ist die Flechtenflora von Luftfeuchtigkeit und Luftverunreinigung abhängig. Bei der Luftfeuchtigkeit spielen makro- meso- und mikroklimatische Verhältnisse eine wichtige Rolle. Nach unseren vorjährigen Feststellungen über flechtenfreie Zonen, die wir als sicher betrachten, finden wir diese in Gebieten mit kritisch verunreinigter Luft (Ljubecna /F/, Pričnik, Dobrovlje, Veliki vrh bei Šoštanj) und auch in Gebieten, wo nach Nadelanalysen die Luft keineswegs kritisch verunreinigt ist (Podpeca, Graška gora, Ljubela). In diesen Fällen haben wir mit trockenen, steilen, sonnigen Lagen mit sommertrockenem subpannonischem Klimacharakter zu tun. Strauchflechten und besonders die Bartflechten kommen häufiger oder ausschließlich nur in höheren Lagen (Koprivna, Topla) vor, wo das Klima kühler und feuchter ist.

5) Wir sind der Meinung, daß auch die ertragskundliche Analyse auf Grund sehr inhomogener Daten für die Immissionsdiagnose von einzelnen Flächen oder Waldgebieten nicht brauchbar sein konnte.

Soweit über die Methode von Dr. W. KNABE. Nun möchte ich die Ergebnisse der chemischen Analysen, die wir bei der Erprobung dieser Methode gewonnen haben, interpretieren und dabei einige praktische und aktuelle Schlußfolgerungen ziehen.

C H E M I S C H E N A D E L A N A L Y S E N
V O M H E R B S T 1 9 7 9
U N D I H R E I N T E R P R E T A T I O N

Einleitend soll gesagt werden, daß die Werte aus dem Jahre 1979 um ca. 20 % höher sind als die Werte aus unseren früheren Untersuchungen. Dies stellten wir beim Vergleich der Nullproben aus verschiedenen Jahren fest.

A. F l u o r

Hier Hier sollen nur die Werte aus der Umgebung von Ljubecna genannt werden. Die Probefläche beim Keramikwerk mit Werten F_1 (einjährige Nadeln) = 44,6 und F_2 (zweijährige Nadeln) = 100,8 ppm stellen keine Überraschung dar. Unverständlich hohe Werte finden wir in der weiteren Umgebung (Petrov vrh mit $F_1 = 20$ und $F_2 = 24$ ppm). In Petrov vrh hatten wir nasse Proben gesammelt, die vielleicht nicht rechtzeitig getrocknet wurden. Auch die Werte von Sleme haben überraschend einen höheren Fluor-Gehalt als die normalen und unbedenklichen 10 ppm.

B. S c h w e f e l

1. Alle Werte des Gesamtschwefelgehaltes in ein- und zweijährigen Fichtennadeln (S_1 bzw. S_2) sind von denen der Kontrollfläche Pokljuka signifikant verschieden (t - Test, $\alpha = 0,05$). Mit anderen Worten, im untersuchten Gebiet haben auf Grund der Nadelanalysen im Jahre 1979 keine von Immissionen unbelastete Fläche gefunden.

2. Eine signifikante Erhöhung der Schwefelgehalte finden wir sogar dort, wo der Wald noch keine Zeichen der Belastung aufweist und wo die Immissionswerte nach unseren Vorschriften weit unter den zulässigen Grenzen liegen ($MIK_D = 0,3$ mg und $MIK_T = 0,75$ mg SO_2/m^3 Luft. Eine Probe aus der Gegend von Bled (weltberühmter Kurort, nicht auf der Übersichtskarte) wies z.B. bei einer mittleren jährlichen Luftverunreinigung von $80 \mu g SO_2/m^3$ 0,23 % S in den zweijährigen Fichtennadeln auf.

Versuchen wir nun die Ursachen dieser verhältnismäßig großflächigen (50.000 ha) Immissionsbelastung, die sich durch einen erhöhten Schwefelgehalt im Pflanzengewebe bemerkbar macht, zu erklären.

Im untersuchten Gebiet zwischen Zasavje und Meža-Tal hatten wir bis vor kurzem fünf Emittenten: das thermische Kraftwerk Trbovlje mit einer Emission bis 200 t SO_2 täglich, das Industriegebiet von Celje mit 50 t SO_2 täglich und Fluorwasserstoff dazu, das thermische Kraftwerk Šoštanj mit 243 t

SO₂ täglich, die Bleihütte Žerjav mit 24 t SO₂ täglich und das Stahlwerk Ravne mit nur 3 t SO₂ täglich.

Durch den 360 m hohen Schornstein von Trbovlje ist der unter der Inversionsschicht gelegene Wald von akuten Schäden befreit worden, doch die Emissionen werden nun auf einen viel größeren Raum verteilt.

Durch die Erweiterung der Kapazität des thermischen Kraftwerkes Šoštanj um 75 % hat sich der Immissionsraum sehr erweitert.

Auf Grund der letzten Analysen können wir feststellen, daß es im ganzen Raum zwischen Zasavje und Meža-Tal keinen völlig immissions-unbeeinflussten Wald mehr gibt. Auch wir Forstleute, die die Zustimmung für die Erweiterung des thermischen Kraftwerkes gegeben haben, sind dabei nicht schuldlos. Unsere Kenntnisse der Immissionsproblematik waren bei dieser Entscheidung offensichtlich zu gering.

Aus den Nadelanalysen haben wir folgende Schlüsse gezogen:

- einzelne Emittenten dürfen nicht isoliert betrachtet werden;
- die Luftverunreinigung ist keine lokale Angelegenheit, sondern betrifft normalerweise größere Gebiete und ganze Länder;
- Sanierung der Emissionsquellen durch hohe, über die Inversionsschicht reichende Schornsteine ist jedenfalls abzulehnen, obwohl Forstleute, die gegen hohe Schornsteine kämpften, scharfen Angriffen ausgesetzt sind.

S C H L U S S F O L G E R U N G E N

Nehmen wir als Beispiel den vorzüglich bewirtschafteten südlichen Teil des Forstbetriebes Črna na Koroškem, den wir bisher als immissionsfrei gehalten haben. Mit Hilfe von Kontrollmethoden stellen wir heute fest, daß in der letzten Inventurperiode der Holzzuwachs um 20 % zurückgegangen ist, obwohl die Wälder hauptsächlich Plenterstruktur aufweisen. Pilz- und Insektenschäden sind häufiger geworden, die sog. Immissionsfröste (durch Immissionen ausgelöste Frostschäden) sind eine fast alljährlich auftretende Erscheinung geworden. Auch das Tannensterben tritt mehr und mehr in Erscheinung. Alle diese zunehmenden Schäden haben ihre Ursache in wenig bemerkbaren chronischen oder in nur zeitweise vorkommenden akuten Immissionsbelastungen.

In einjährigen Fichtennadeln fanden wir dort Schwefelgehalte von 0,16 % und in zweijährigen 0,25 % (Kontrollfläche in Pokljuka: 0,12 bzw. 0,16 %). In der Ortschaft Črna, die 6 km von diesen Wäldern entfernt ist und 600 m tiefer hinter einem Bergrücken liegt, fanden wir im Jahre 1978 einen mittleren jährlichen Immissionswert von 100 µg SO₂/m³ Luft. Die auf der Tagung unserer Arbeitsgruppe in Ljubljana 1978 vorge-

schlagenen maximal zulässigen Immissionsgrenzwerte sind also keineswegs übertrieben, wie uns oft vorgeworfen wird, wenn wir uns auf diese Resolution berufen und sie zum Leben bringen wollen.

U N D N O C H D A S S C H L U S S W O R T

Die Immissionsquellen Bleihütte Žerjav und das Stahlwerk Ravne liegen nicht weit von der jugoslawisch - österreichischen Staatsgrenze. Trotz relativ wie absolut kleiner Emissionen (24 bzw. 3 t SO₂ pro Tag) und vorherrschender West- und Nordwest - Winden und obwohl beide Immissionsquellen hinter hohen Bergrücken liegen, dürfen wir keine "Sanierung" durch hohe Schornsteine erlauben. Wir haben nicht nur unsere eigene Luft zu schützen. Die Luft ist nicht nur jugoslawisch oder österreichisch, polnisch, schweizerisch, skandinavisch usw., sondern die Luft gehört uns allen. Und um die Verbesserung der Lage haben wir uns ja hier versammelt.

L I T E R A T U R

- FRAHM, J. P. 1976. Transplantationsversuche mit epigäischen Moosen zur Eichung von Bioindikatoren für die Luftverschmutzung. - Natur und Landschaft 51 (1): 19-22.
- GUDERIAN, R. & KÜPPERS, K. 1979. Problems of determining dose-response-relationships as a basis for ambient pollutant standards. - Symposium on the effects of air-borne pollution on vegetation, Warsaw (Poland) 20 - 24 August 1979.
- HABER, W. 1979. Monitoring of air borne pollutants by epiphytic lichens. - Symposium on the effects of air-borne pollution on vegetation, Warsaw (Poland) 20 - 24 August 1979.
- HALBWACHS, G., DÄSSLER, H. G. & BÖRTITZ, S. 1977. Die Eignung biochemischer und physiologischer Methoden zur Ermittlung von Kenngrößen für die Immissionsauswirkung an Pflanzen. - Wiss. Z. Techn. Univ. Dresden 26 (6).
- HÄRTEL, O. 1976. Wie lassen sich Pflanzenschäden definieren? - Umschau 76 (11): 347-348.
- HARTOGENSIS, F. 1979. Criteria for establishing legislation, regulations and planning guidelines concerning ambient concentrations of air-borne pollutants which meet the need to protect vegetation. - Symposium on the effects of air-borne pollution on vegetation, Warsaw (Poland) 1979.

- HAWES, F. B. 1979. Use of biological indicators. - Symposium on the effects of air-borne pollution on vegetation, Warsaw 20 - 24 August 1979.
- JEFFREE, C. K. 1979. Plant damage caused by SO₂. - Symposium on the effects of air-borne pollution on vegetation, 20 - 24 August Warsaw (Poland), 1979.
- KELLER, Th. 1976. Der Einfluß von Schwefeldioxid als Luftverunreinigung auf die Assimilation der Fichte. - Beih. Z. Schweiz. Forstvereins 57: 48-53.
- , 1976. Auswirkungen niedriger SO₂-Konzentrationen auf junge Fichten. - Schweiz. Z. Forstwesen 127 (4):237-251.
- , 1977. Umweltschutz durch hohe Kamine. - Weltwoche 50: 69.
- , 1978. Einfluß niedrigerer SO₂-Konzentrationen auf die CO₂-Aufnahme von Fichte und Tanne. - Photosynthetica 12 (3): 316-322.
- , 1978. Der Einfluß einer SO₂-Belastung zu verschiedenen Jahreszeiten auf CO₂-Aufnahme und Jahrringbau der Fichte. - Schweiz. Z. Forstwesen 129 (5): 381-393.
- , 1978. Wintertime atmospheric pollutants - do they affect the performance of deciduous trees in the ensuing growing season? - Environm. Pollut. 16: 243-247.
- KELLER, Th., SCHWAGER, H. & YEE-MEILER, D. Der Nachweis winlicher SO₂-Immissionen an jungen Fichten. - Europ. J. Forest Pathol. 6 (4): 244-249.
- MATERNA, J. 1978. Použití listové analýzy k prukazu vlivu kysličníku siričitého. - Práce vùlhm 52.
- , 1979. Frostschäden in Fichtenbeständen in Abhängigkeit von Immissionseinwirkung. - Zbornik (Mitteilungen) (Bericht der X. IUFRO S 2.09 - Tagung Ljubljana 1978). Institut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana 1979.
- OTTAR, B. 1979. Air pollution, a survey of sources and dispersion modelling. - Symposium on the effects of air-borne pollution on vegetation, Warsaw (Poland), 20 - 24 August 1979.
- POSTHUMUS, A. C. 1979. Monitoring levels and effects of air-borne pollutants on vegetation use of biological indicators and other methods national and international programmes. - Symposium on the effects of air-borne pollution on vegetation, Warsaw (Poland) 20 - 24 August 1979.
- SCHÜTT, P. 1980. Das Tannensterben - ein Umweltproblem? - Holz-Zentralbl. 106 (34).
- SKOBERNE, P. 1978. Lišaji in onesnažem zrak v Celju, Samopravna interesna skupnost za gospodarstvo celjskega gozdno gospodarskega območja Celje. - Ljubljana, december 1978.
- SKOBERNE, P., PETKOVŠEK, Z. & BRAČKO, B. 1978. Raziskovanje onesnaženosti zraka v Sloveniji, Prirodoslovno društvo Slovenije, Ljubljana 1978.

- WENTZEL, K. F. 1956. Winterfrost 1956 und Rauchschäden. - Allg. Forstzeitschr. 11 (42): 541-543.
- , 1965. Die Winterfrostschäden 1962/63 in Koniferen-Kulturen des Ruhrgebietes und ihre vermutlichen Ursachen. - Forstarchiv 36 (3): 49-59.
- , 1978. Immissionsgrenzwerte für den Wald. - Schweiz. Z. Forstwesen 129 (5): 368-380.
- , 1980. Weißtanne, immissionsempfindlichste einheimische Baumart. - Allg. Forstzeitschr. 14: 373-374.

ÜBERSICHTSTABELLE

Immissionsökologische Waldzustandserfassung (mod. Knabe Lj. 78)

Nr.	Lokation	M _m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	16	17	18	19	20	Bemerkung		
																N ^o	Ex								S	Ø
1	Ösven	950	N	M	31	23,4	98	7	L	0,22	0,26	5,4	5,0	20	22	18	29	26	37	28	28	74	73	Imm.Geb.-Ravne		
2	Kozul	850	NW	S	28	22,1	109	6	L	0,22	0,25	4,0	4,0	25	16	35	45	44	38	32	32	38	42	Randbäume		
3	Odram	700	NW	S	29	22,3	71	6	L	0,16	0,29	4,3	4,8	20	20	23	32	39	38	38	42	38	42	- " -		
4	Uršlja gora	1130	W	K	29	22,6	104	6	L	0,16	0,24	4,8	5,1	7	13	11	12	12	14	11	12	14	11	Grat, Plato		
5	Javorje	1170	N	S	27	18,1	95	6	L	0,17	0,26	4,0	4,6	14	34	38	21	21	38	36	41	38	36	Gipfel		
6	Kamen	1200	NW	S	23	17,3	38	7	L	0,16	0,25	3,8	4,0	32	48	41	56	53	55	51	56	55	51	Fichten Kultur		
7	Koprivna	1130	E	S	31	20,3	41	6	B	0,18	0,25	3,4	4,0	35	50	39	55	62	54	41	62	54	41	Grat		
8	Topla	1400	E	S	24	19,1	61	6	B	0,18	0,24	2,4	2,2	33	32	23	25	35	40	44	44	44	44	Sattel		
9	Podpeca	950	S	K	31	19,2	91	6	0	0,14	0,27	3,0	2,0	14	14	18	25	33	30	18	30	18	30	Dolomit		
10	Pričnik	600	N	S	-	-	-	3	0	0,24	0,44	3,0	2,0	10	14	7	7	7	11	8	12	8	12	Pralhang		
11	Petrov vrh	825	N	S	26	20,0	84	6	L	0,27	0,37	20,0	24,0	27	20	29	25	28	17	22	25	17	22	Gipfel, Fluor??		
12	Steme	1120	S	SE	22	21,5	51	7	L	0,22	0,35	12,0	16,0	33	38	31	35	18	30	38	38	38	38	Grat, - " -?		
13	Sv.križ	880	N	K	28	24,1	94	7	L	0,21	0,32	8,0	10,0	10	22	17	20	20	13	18	20	20	13	18	-	
14	Gorenje	410	S	S	29	23,0	125	6	L	0,21	0,29	5,0	7,6	29	33	26	32	27	23	31	27	23	31	27	Fichte 10%, Bu. 90%	
15	Rudnik	780	W	S	25	17,4	72	7	L	0,15	0,28	4,6	4,4	13	15	16	16	46	41	31	29	31	29	-		
16	Ljubela	650	S	K	20	17,0	65	6	0	0,22	0,30	5,0	6,0	13	27	16	27	33	20	24	27	33	20	24	-	
17	Graška gora	760	NW	S	20	19,0	73	6	0	0,19	0,27	5,6	5,4	24	32	16	25	15	36	15	25	15	36	15	-	
18	Vel.vrh	700	W	S	22	-	-	5	0	0,28	0,45	6,8	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
19	Gora olj.	700	W	K	29	21,0	85	6	0	0,25	0,38	4,0	4,6	20	22	12	18	25	15	10	25	15	10	16	Trockenlage	
20	Zavrh	550	SW	S	37	23,0	110	6	0	0,24	0,36	3,0	3,6	13	23	19	24	15	19	16	24	15	19	16	Geschlåg.-Bäume 10	
21	Ljubčna	250	-	S	35	24,0	80	4	0	0,17	0,32	44,6	108,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ziegelwerk!	
22	Dobrovlje	700	SE	K	36	25,0	77	6	0	0,33	0,41	3,4	3,8	21	39	21	36	34	32	33	36	34	32	33	-	
23	Gozdnik	700	W	M	31	21,0	52	5	0	0,21	0,34	2,0	2,2	20	28	24	24	56	45	45	56	45	45	45	-	
24	Bukov žleb	240	S	NW	M	28	16,0	60	3	0	0,25	0,37	4,0	12,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Freisteh.-Bäume	
25	Mrzlica	900	S	K	37	21,0	58	6	L	0,23	0,40	2,6	5,6	33	46	46	56	40	44	36	46	44	36	36	Randbäume	
26	Part.vrh	800	S	M	24	20,3	42	7	0	0,21	0,36	3,2	3,2	35	46	42	32	62	63	62	42	63	62	62	Fichtenkultur	
27	Kopičnik	800	W	K	26	16,2	65	6	0	0,22	0,40	3,6	3,6	20	20	20	35	33	26	20	35	33	26	20	Freisteh.-Bäume	
28	Unižno	650	E	S	39	30,0	93	6	L	0,23	0,32	3,8	3,8	14	26	10	28	33	26	15	28	33	26	15	-	
29	Lontovž	900	N	K	28	26,5	88	5	0	0,27	0,39	3,6	3,8	35	56	18	32	41	15	32	32	41	15	32	-	
30	Klenovik	800	N	K	36	22,1	81	7	0	0,21	0,35	5,2	5,8	10	35	16	37	31	18	32	37	31	18	32	Randbäume	
31	Jablana	780	SE	K	21	12,7	47	6	L	0,22	0,44	2,6	3,0	9	25	21	35	25	46	36	21	35	25	46	36	-
32	Dobovec	600	N	K	33	23,0	80	5	0	0,26	0,39	3,7	3,7	10	18	15	26	30	34	20	26	30	34	20	-	
33	Stojna	850	S	K	32	25,7	64	6	L	0,18	0,24	2,8	2,8	12	25	30	27	16	29	25	27	16	29	25	Ab.fagetum	
34	Pokljuka	1250	N	S	18	14,5	45	6	B	0,12	0,16	2,6	2,4	22	32	33	45	40	40	45	40	40	45	40	45	Loreo piceetum
35	Bled	600	E	K	50	26,0	100	6	L	0,15	0,23	6,7	7,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
36	Jelovica	700	N	M	-	-	-	6	B	0,15	-	8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	Mežaklja	1050	S	K	K	-	-	7	B	0,16	0,16	3,8	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	Hojstrana	750	W	K	K	-	-	6	L	0,17	0,17	4,4	4,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Flechen von 33 38 liegen ausserhalb der Übersichtskarte.

E R L Ä U T E R U N G D E R T A B E L L E

1. - 3. Spalte: Allgemeine Angaben (Höhenlage, Neigung, Exposition)
4. Spalte: Grobe Standortcharakteristik
K = Kalk und Dolomit
S = saure Böden
M = Mischböden
5. - 7. Spalte: Durchmesser, Höhe und Alter der Probestämme
8. Spalte: Zahl der vorhandenen Nadeljahrgänge
9. Spalte: Grobe Flechtenaufnahme:
L = Laub- und Krustenflechten
B = Bart- und Strauchflechten
O = flechtenfreie Zone
10. - 13. Spalte: Schwefel- und Fluorwerte
S₁ = Gesamtschwefelgehalt (einjährige Fichtennadeln (%))
S₂ = desgl. zweijährige Fichtennadeln (%)
F₁ = Fluorgehalt (einjährige Fichtennadeln, ppm)
F₂ = desgl. zweijährige Fichtennadeln (%)
14. - 20. Spalte: laufende Höhenzuwächse bis zum 7. Astquirl (cm)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Wien](#)

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [137_1_1981](#)

Autor(en)/Author(s): Solar M.

Artikel/Article: [Versuch einer Großraumimmissionsbelastungsdiagnose nach der immissionsökologischen Waldzustandserfassungsmethode von Dr. W. Knabe 27-38](#)