

GOTTFRIED HOISLBAUER

DIE BEURTEILUNG DER  
LUFTGÜTEENTWICKLUNG IM LINZER  
GROSSSTADTRAUM MIT HILFE VON  
RINDENFLECHTEN

(Mit 10 Abbildungen, 3 Faltkarten und 2 Tabellen)

Manuskript eingelangt im April 1982

Anschrift des Verfassers:

Mag. Dr. Gottfried HOISLBAUER, A-4490 St. Florian, Glockenweg 7

VALUATION OF DEVELOPMENT OF AIR VALUE  
IN THE AREA OF THE CITY OF LINZ  
WITH THE HELP OF BARK LICHENS

SUMMARY

In the area of the city of Linz the lichen vegetation on pear-trees and apple-trees was analysed.

The cartographic descriptions made on grounds of the qualitative evaluation method of BESCHEL and on grounds of the IAP-method of LE BLANC and DE SLOOVER show a clear zoning. The IAP-method is better suited for the demarcation of areas with pollution immission, because all species, their covering degree, their vitality are considered.

The positive correlation between IAP-data and the altitude above sea-level can be explained by a better ventilation and a lower frequency of inversions with growing altitude. The influence of the climate of a town on the growth of lichens is insignificant in comparison to the effect of air pollution.

Lichens prefer west, south-west and north-west exposition because of the satisfactory conditions of humidity. The area of polluted zones is influenced by predominant wind directions.

There is a clear relation between number of species and density of settlement.

Since 1963 (BORTENSCHLAGER and SCHMIDT) zones lacking in lichens have been spreading enormously.

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung . . . . .	238
2. Methodik . . . . .	240
3. Auswertung und Ergebnisse . . . . .	241
3.1. Qualitative Methode . . . . .	241
3.2. Quantitative Methode . . . . .	247
3.3. Methodenvergleich . . . . .	248
4. Diskussion . . . . .	251
4.1. Einflüsse von Stadtklima und Luftverunreinigungen . . . . .	252
4.2. Artenzahl und Siedlungsdichte . . . . .	256
5. Ausblick . . . . .	258
6. Zusammenfassung . . . . .	258
Literatur . . . . .	259

## I. EINLEITUNG

Flechten reagieren sehr empfindlich auf Umweltbelastungen. Sie werden daher als Bioindikatoren zur Erfassung von Umweltbelastungen und zur Beurteilung der Luftqualität herangezogen:

- + Flechten reagieren auf Belastungen durch geringeres Wachstum, veränderte Wuchsform, Chlorosen und Nekrosen.
- + Die Reaktion der Flechten ist das Ergebnis der Wirkungen aller einwirkenden Schadstoffe.
- + Langeinwirkende, niedrige Schadstoffkonzentrationen bewirken bei Flechten ähnliche Veränderungen wie kurzdauernde Spitzenbelastungen.

Der epiphytische Flechtenbewuchs des Linzer Stadtgebietes wurde in den Jahren 1961 und 1962 von BORTENSCHLAGER und SCHMIDT (1963) untersucht. Die Ergebnisse dieser Arbeit werden mit denen einer neuerlichen Untersuchung aus den Jahren 1975 bis 1977 (HOISLBAUER, 1979) verglichen.

Darüber hinaus werden die Kartierungsergebnisse von 1975 bis 1977 nach einer neuen, quantitativen Methode (LE BLANC und DE SLOOVER, 1970, abgeändert von KIRSCHBAUM et al., 1974), der sogenannten IAP-Methode (IAP = Index of Atmospheric Purity oder Luftreinheitsindex) ausgewertet. Dadurch werden die Ergebnisse dieser Untersuchung auch vergleichbar mit ähnlich gearteten Projekten in zahlreichen anderen Ballungsräumen.



Abb. 1: Dieser Birnbaum mit starkem Flechtenbewuchs, darunter u. a. *Parmelia scortea*, Indikator für die Luftgütezone 2, bildet einen von drei eine Untersuchungsstation bildenden Aufnahmepunkten.

Fig. 1: This pear-tree covered strongly with lichens among them e. g. *Parmelia scortea*, sort of indicator for air value zone 2, forms one of three surveys making a survey station.

Anschließend werden die Gründe für den Rückgang der Flechtenvegetation aufgezeigt und Vorschläge für weitere Untersuchungen dargelegt.

## 2. METHODIK

Das gesamte Untersuchungsgebiet wurde in Felder von 1 km Seitenlänge (1 km<sup>2</sup>) unterteilt. Pro km<sup>2</sup> (= Station) untersuchte ich den Flechtenbewuchs an drei Bäumen (= Aufnahmepunkte), meistens von zwei Birnbäumen (Abb. 1) und einem Apfelbaum. Die Auswahl der Aufnahmepunkte erfolgte nach folgenden Kriterien:

- + Stammdurchmesser: bei Birnbäumen in 1,4 m Höhe mindestens 35 cm, bei Apfelbäumen mindestens 25 cm.
- + Aufrecht gewachsener Stamm: Bäume mit geneigten Stämmen werden nicht berücksichtigt.
- + Freistehende Bäume: die Entfernung zum nächsten Baum, zu einer Straße oder zu einem Haus beträgt mindestens 7 m.
- + Keine baumpflegerischen Maßnahmen (Abkratzen der Flechten usw.).

Birn- und Apfelbäume erweisen sich aus mehreren Gründen als geeignete Objekte für die Flechtenuntersuchung:

- + Beide Baumarten kommen zahlreich im Untersuchungsgebiet vor.
- + Freistehende oder zumindest aufgelockert stehende Bäume gestatten es, mikroklimatische Einflüsse auf den Flechtenbewuchs weitgehend auszuschalten, so daß nur klimatische Veränderungen auf Grund der Oberflächengestaltung und Exposition zum Tragen kommen.
- + Baumpflegerische Maßnahmen, wie Abkratzen der Flechten und Algenbeläge oder das Bestreichen der Stämme mit Kalkmilch, sind im Untersuchungsgebiet äußerst selten.

Nur der Stammbereich zwischen 1,15 m und 1,65 m über dem Boden wurde genau untersucht. An der Stammbasis, die oft durch Anflug meist basischer Stäube von neutrophilen bis basiphilen Flechten-

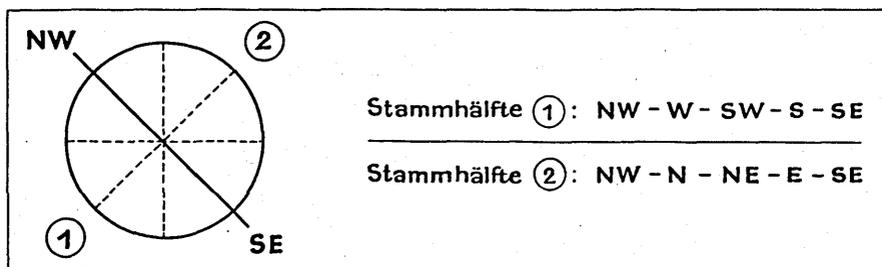


Abb. 2: Darstellung der untersuchten Stammhälften.

Fig. 2: Portrayal of examined halves of trunks.

vereinen bevorzugt wird, kann das tatsächliche Bild der Flechtenvegetation verfälscht sein.

Mit Hilfe einer gerasterten Plastikfolie schätzte ich die Gesamtddeckung des Flechtenbewuchses (Angabe in Prozent), getrennt nach Stammhälften (Abb. 2).

Ebenso wurde die Richtung des maximalen als auch des minimalen Deckungsgrades ermittelt.

Außerdem wurden Angaben zur Vitalität nach folgendem Schema gemacht:

- + : guter Vitalitätszustand; normale Wuchsform, Thalli fruchtend, gute Zuwachsrate
- O : eingeschränkter Vitalitätszustand; äußere Thallusschäden nicht sichtbar, abnorme Thallusformen, nicht oder ganz selten fruchtend, vermindertes Wachstum
- : schlechter Vitalitätszustand; äußere Schäden sichtbar, verfärbte, teilweise abgestorbene Thallusstücke, Thalli von Algen überwuchert

### 3. AUSWERTUNG UND ERGEBNISSE

#### 3.1. Qualitative Methode

Die Feststellung NYLANDERS, die Mehrzahl der Flechten meide die Städte, führt bereits am Anfang dieses Jahrhunderts zur Erstellung von „Flechtenzonen“. SERNANDER (zit. nach BESCHEL, 1958) unterscheidet eine Normalzone, eine Kampfzone und eine Flechtenwüste. Diesen drei Flechtenzonen fügt BESCHEL (1958) noch zwei weitere dazu; die fünf Zonen werden nach ihm so charakterisiert:

**Zone 1 (Normalzone):** ist die durch Abgase und Siedlungen nicht beeinflusste Zone. Es dominieren oxyphile Flechtenvereine. Die Besiedlung der Phorophyten entspricht dem natürlichen, auf Grund des Klimas und der Standortfaktoren zu erwartenden Flechtenbewuchs.

**Zone 2 (äußere Kampfzone):** der leicht beeinflusste Bereich innerhalb der Normalzone. Auf sauren Borken sind noch oxyphile Vereine ausgebildet, auf etwas neutraleren Borken kommen subneutrophile Flechtenarten dazu.

**Zone 3 (mittlere Kampfzone):** neutrophile Vereine beherrschen das Bild.

**Zone 4 (innere Kampfzone):** die neutrophilen Vereine verarmen deutlich. Saure Nadelholzborken werden nur mehr ganz selten besiedelt. Häufig bedecken Staub und Ruß die Flechtenthalli.

Zone 5 (Flechtenwüste): epiphloedrische Flechten kommen nicht mehr vor. Weit verbreitet sind Algenbeläge (*Apatococcus*, *Desmococcus* etc.).

BORTENSCHLAGER u. SCHMIDT (1963) legen die geschilderte Zoneneinteilung der Auswertung ihrer Untersuchung der Flechtenvegetation im Großraum Linz zugrunde. Um die heutige Situation aufzeigen zu können, wurde versucht, das Aufnahmematerial in ähnlicher Weise auszuwerten. Ein grundlegender Unterschied, der einen direkten Vergleich der Ergebnisse nur bedingt erlaubt, liegt in der Auswahl des Substrates.

BORTENSCHLAGER u. SCHMIDT (1963) untersuchen nicht bestimmte Baumarten. Meine Untersuchungen beschränken sich auf Birn- und Apfelbäume, um ein einigermaßen gleiches Substrat zu gewährleisten.

Nicht alle von BORTENSCHLAGER u. SCHMIDT (1963) ausgeschiedenen und für eine bestimmte Zone charakteristischen Flechtenarten bewachsen die ausgewählten Baumarten. Die Zonengrenzen entsprechen den inneren Verbreitungsgrenzen der Arten.

Als zonenbegrenzende Arten kommen nur solche in Frage, die im Untersuchungsgebiet häufig und gleichmäßig verbreitet auftreten. Die Auswahl der Arten richtet sich daher hauptsächlich nach der natürlichen Verbreitung.

Die beiden Karten (Karte 1 und 2 – siehe Falttasche, 3. Umschlagseite) wurden zwar nach derselben Methode entworfen, dennoch sind sie aus zwei Gründen nicht direkt vergleichbar:

1. Ich ziehe für die Flechtenkartierung nur den Stammabschnitt zwischen 1,15 und 1,65 cm über dem Boden heran. In der Arbeit von BORTENSCHLAGER u. SCHMIDT (1963) ist kein derartiger Hinweis zu finden, woraus ich schließe, daß sie wie BESCHEL (1958) den Stammbereich vom Boden bis ca. 2 m Höhe untersuchten.

Abb. 3: *Hypogymnia physodes*, Indikatorart der Luftgütezone 1.

Fig. 3: *Hypogymnia physodes*, sort of indicator for air value zone 1.

Abb. 4: *Parmelia scortea*, Indikatorart der Luftgütezone 2.

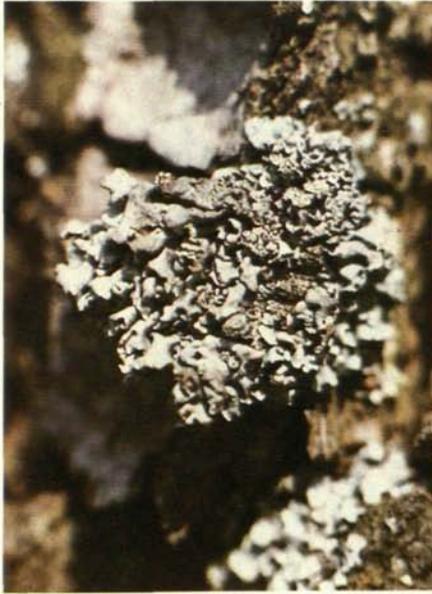
Fig. 4: *Parmelia scortea*, sort of indicator for air value zone 2.

Abb. 5: *Xanthorina parietina*, Indikatorart der Luftgütezone 3.

Fig. 5: *Xanthorina parietina*, sort of indicator for air value zone 3.

Abb. 6: *Physica orbicularis*, Indikatorart der Luftgütezone 4.

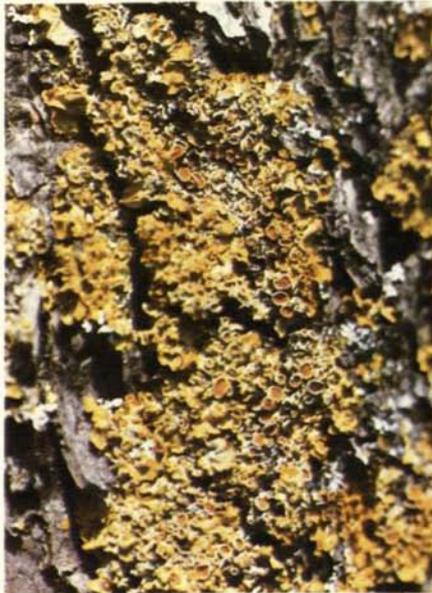
Fig. 6: *Physica orbicularis*, sort of indicator for air value 4.



3



4

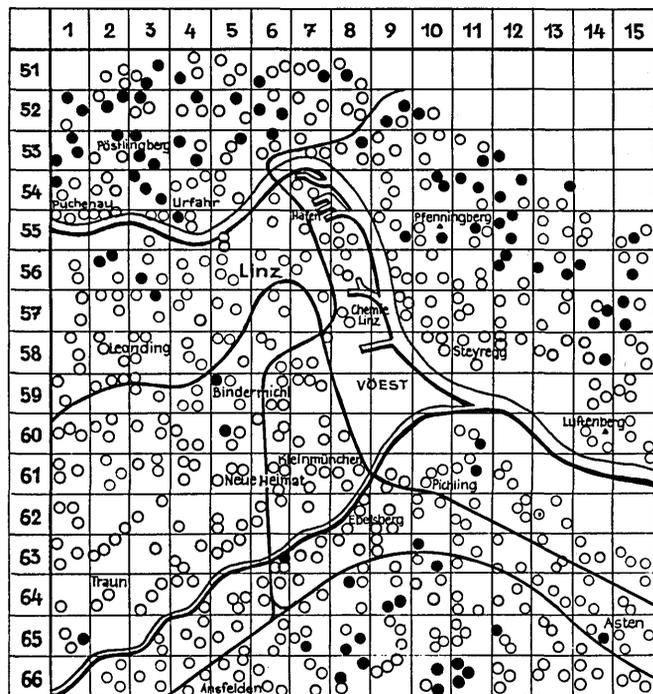


5

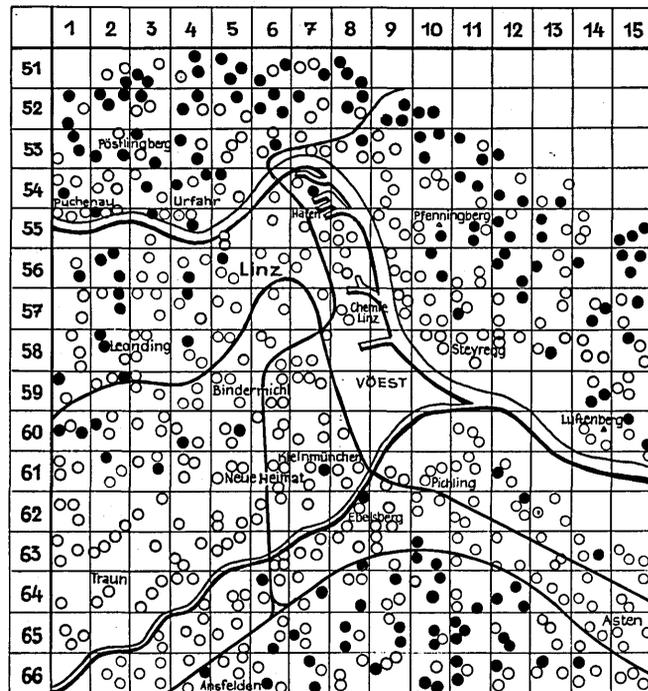


6

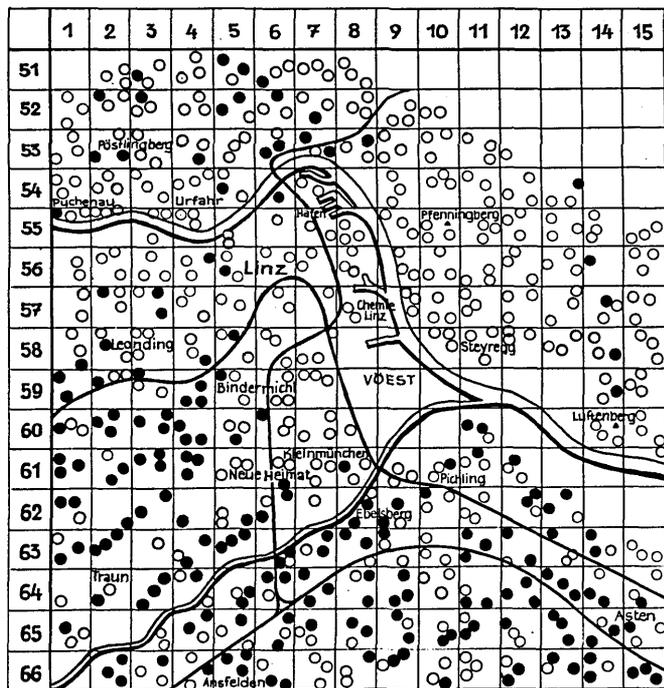
Abb. 7/1 – 4: Verteilungsmuster von ... / Fig. 7/1 – 4: Distribution of ...



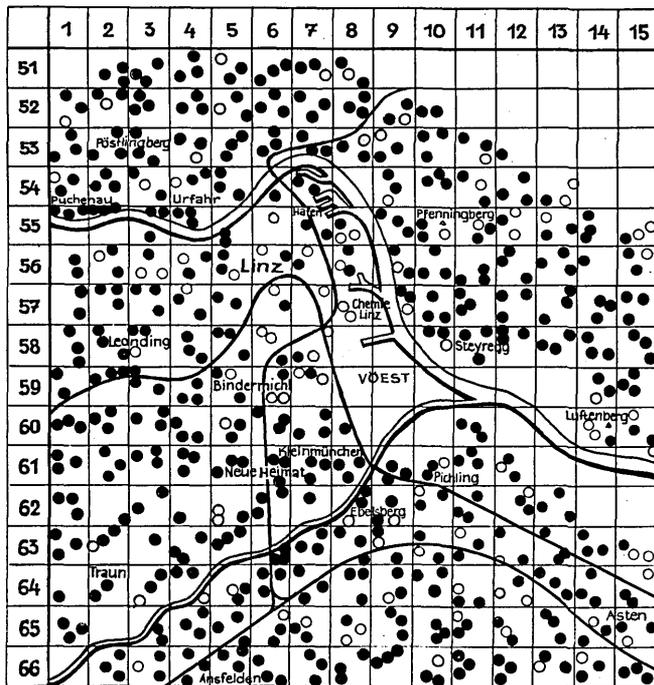
- Untersuchte Bäume
- 7/1 Fundort von *Hypogymnia physodes*



- Untersuchte Bäume
- 7/2 Fundort von *Parmelia scorteia*



- Untersuchte Bäume
- 7/3 Fundort von *Xanthorina parietina*



- Untersuchte Bäume
- 7/4 Fundort von *Physica orbicularis*

Tab. 1: Die zonenbegrenzenden Arten in Linz nach BORTENSCHLAGER und SCHMIDT (1963) und HOISLBAUER (1979).

Tab. 1: Zone limiting species in Linz according to BORTENSCHLAGER and SCHMIDT (1963) and HOISLBAUER (1979).

Zonen	BORTENSCHLAGER und SCHMIDT (1963)	HOISLBAUER (1979)
Zone 1	<i>Hypogymnia physodes</i>	<i>Pseudevernia furfuracea</i> <i>Hypogymnia physodes</i> <i>Evernia prunastri</i>
Zone 2	<i>Evernia prunastri</i>	<i>Ramalina pollinaria</i> <i>Parmelia scortea</i> <i>Parmelia subrudecta</i>
Zone 3	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Xanthoria parietina</i> <i>Parmelia exasperatula</i>
Zone 4	<i>Parmelia sulcata</i> <i>Physcia orbicularis</i>	<i>Parmelia sulcata</i> <i>Physcia orbicularis</i>
Zone 5		<i>Buellia punctata</i>

2. Durch die Beschränkung auf die bereits erwähnten zwei Baumarten erfasse ich nicht die tatsächliche Verbreitung der Flechtenarten. Die zonenbegrenzenden Flechten reichen auf einer weniger sauer reagierenden Borke näher an Emittenten oder Siedlungen heran.

Allerdings ist mit Sicherheit anzunehmen, daß das Ausmaß der Luftverunreinigung stark zugenommen hat, wie aus der negativen Verschiebung der Zonengrenzen zu entnehmen ist. Nur bei Nettingsdorf, wo die Papierfabrik ein alleinstehender Emittent ist, hat sich die Qualität des Flechtenbewuchses nicht verändert.

Die enorme Ausdehnung der Flechtenwüste in der neuerlichen Auswertung geht wohl zum kleineren Teil auf die Substratverschiedenheit zurück. In erster Linie ist der Zuwachs auf die andauernde Expansion der Industriebetriebe und des Siedlungsbereiches zurückzuführen. Den geringsten Zuwachs hat diese Zone im Norden und im Westen erfahren. Das Areal der Chemie Linz AG und des Hafens, 1963 noch Zone 4, in ihr sogar noch eine Zone 3, ist jetzt Leerzone. Selbst der kleine, flechtenfreie Hang bei Obenbergen wurde der großen Flechtenwüste einverleibt. Zone 5 reicht heute genau so weit nach Osten, wie vor 14 Jahren die mittlere Kampfzone.

Auffällig ist die starke Ausdehnung der inneren Kampfzone seit der ersten Aufnahme, vor allem die Ausstülpung nach Traun, wo jetzt sogar kleine Bereiche der Zone 5 anzutreffen sind. Die breite Zone 4 nördlich der Donau drückt heute die Grenze zwischen mittlerer und äußerer Kampfzone bis zum Gipfel des Pfenningberges hinauf. Das Ausmaß der Zone 3 wurde zugunsten der Zone 4 stark eingeschränkt.

Den von BORTENSCHLAGER u. SCHMIDT (1963) beschriebenen Tunnel-effekt – entlang von Ausfallstraßen reichen neutrophile Flechtenvereine in die von oxyphilen Arten beherrschte Normalzone, sodaß der Verlauf der Flechtzonen ein sternförmiges Bild ergibt – konnte ich nicht nachweisen. Wahrscheinlich deshalb, weil Bäume am Straßenrand nicht in die Untersuchung einbezogen wurden. Auch scheint mir das Netz der Aufnahmepunkte für eine solche räumlich begrenzte Erscheinung zu locker zu sein.

Die beiden Karten (Karte 1 und 2) zeigen große Abweichungen im Verlauf der Innengrenze der Normalzone, hauptsächlich im Bereich der Traun-Enns-Platte, aber auch nördlich des Pfenningberggipfels. BORTENSCHLAGER u. SCHMIDT (1963) nahmen in der Normalzone den Flechtenbewuchs größtenteils auf Fichten auf, wo die Flechtenvegetation schon auf geringe Belastungen sehr deutlich reagiert. Auf Birn- und Apfelbäumen erfolgt eine Reaktion viel später. Daher überschreitet die Zonen-grenze in der von mir entworfenen Karte jene von 1963. Dies dürfte auch die Ursache für das Fehlen der inselförmigen Normalzone bei Holzheim sein.

### 3.2. Quantitative Methode

Der Vorteil dieser Methode besteht darin, für den Flechtenbewuchs, daher auch indirekt für den Grad der Luftverunreinigung einen numerischen Ausdruck zu erhalten. Für jede Station wird der sogenannte Luftreinheitsindex IAP (= Index of Atmospheric Purity) ermittelt. KIRSCHBAUM et al. (1974) verwenden dazu die Formel:  $IAP = Q \cdot f$

Q: Ökologischer Index: Dieser Index ist für jede Art eine unveränderliche Größe und gibt an, mit wie vielen Begleitarten sie im Untersuchungsgebiet im Durchschnitt vorkommt. Q wird errechnet aus der Summe aller Begleitarten an allen Bäumen, an denen die betrachtete Flechtenart vorkommt, dividiert durch die Anzahl der Bäume, an denen sie vorkommt. Ist der Q-Wert einer Art niedrig, so bedeutet dies, daß sie auch dort noch zu gedeihen vermag, wo andere Arten bereits abgestorben sind. Dies erlaubt eine Aussage über die Toxitolanz der betreffenden Art (KIRSCHBAUM et al., 1974). Der ökologische Index hat also die Bedeutung eines Toxitolanzwertes.

f: Dieser Wert stellt einen Kombinationswert aus Frequenz, Deckungsgrad und Vitalität dar. Er ist eine variable Größe und ist je nach Lebensbedingungen, die eine Flechtenart an den Stationen vorfindet, veränderbar. Hohe f-Werte geben einen großen Deckungsgrad, gute Vitalität und eine hohe Frequenz (an vielen Bäumen einer Station vorkommend) wieder. Die f-Werte sind folgendermaßen in fünf Stufen aufgeschlüsselt:

Anzahl der Bäume pro Station mit der zu untersuchenden Art (= Frequenz)		1	2	3
f-Werte	generell	1	2	4
	Vitalität überall +	1	3	4
	Deckungsgrad über 25 %	2	3	5

IAP: Der IAP-Wert ergibt sich aus der Multiplikation der Q-Werte mit den dazugehörigen f-Werten aller Arten einer Station und der Summierung aller so erhaltenen Produkte. Die errechneten IAP-Werte werden in fünf Gruppen unterteilt. Jede Gruppe entspricht dabei einem bestimmten Belastungsgrad. Mit steigenden IAP-Werten nimmt der Belastungsgrad ab.

IAP-Wert	Zone	Belastungsgrad
1 – 69	5	sehr hoch
70 – 139	4	hoch
140 – 209	3	mittelmäßig
210 – 279	2	gering
über 280	1	nicht feststellbar

Räume mit ähnlichen IAP-Werten werden bei der kartographischen Darstellung zu Zonen zusammengefaßt; diese entsprechen den fünf Gruppen.

Als Ergebnis sind die Karte 3 (siehe Falttasche) und die Tabelle 2 zu werten. Letztere enthält 53 Arten, die im Untersuchungsgebiet festgestellt wurden. Davon wurden 49 Arten auch auf Linzer Stadtgebiet gefunden.

### 3.3. Methodenvergleich

In beiden Karten (Karte 2 und 3) – die ja nach verschiedenen Kriterien erstellt wurden – stimmen sowohl das Ausmaß als auch die Erstreckung der mittel bis sehr stark belasteten Gebiete gut überein.

Tab. 2: Im Untersuchungsgebiet\* vorkommende Flechtenarten, geordnet nach fallenden Q-Werten.

Tab. 2: Species of lichens in the area analysed classified according to falling Q-values.

Arten	Q	B <sub>1</sub>	St <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	St <sub>2</sub>
<i>Anaptychia ciliaris</i>	17,0	1	1	1	1
<i>Lecanora umbrina</i>	16,0	1	1		
<i>Parmelia acetabulum</i>	10,9	17	17	3	3
<i>Parmelia caperata</i>	10,7	28	24	8	7
<i>Lecanora subrugosa</i>	10,6	17	17	3	3
<i>Xanthoria polycarpa</i>	10,5	1	1	1	1
<i>Parmelia subaurifera</i>	10,4	20	18	3	3
<i>Usnea hirta</i>	10,3	2	2	2	2
<i>Physcia stellaris</i>	10,3	30	27	8	7
<i>Xanthoria candelaria</i>	10,3	16	16	6	6
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	10,2	19	18	1	1
<i>Caloplaca cerina</i>	10,2	2	2	1	1
<i>Parmelia fuliginosa</i>	10,1	40	34	13	6
<i>Evermia prunastris</i>	10,1	117	84	32	24
<i>Lecidea scalaris</i>	10,0	5	5	1	1
<i>Phlyctis argena</i>	10,0	2	2		
<i>Lecanora symmicta</i>	9,9	4	4	1	1
<i>Ramalina pollinaria</i>	9,6	146	106	36	28
<i>Parmelia flaventior</i>	9,6	154	107	43	33
<i>Lecanora subfuscata</i>	9,5	43	41	12	12
<i>Parmelia subrudecta</i>	9,4	140	105	38	29
<i>Physconia pulverulenta</i>	9,4	51	45	11	10
<i>Hypogymnia physodes</i>	9,4	126	89	43	31
<i>Parmelia scortea</i>	9,4	228	136	68	45
<i>Lecanora carpinea</i>	9,4	20	20	7	7
<i>Cladonia fimbriata</i>	9,3	61	55	18	18
<i>Parmelia subargentifera</i>	9,3	69	54	20	18
<i>Physconia enteroxantha</i>	9,1	106	89	38	31
<i>Physconia farrea</i>	9,1	4	4	2	2
<i>Pertusaria albescens</i> var. <i>corallina</i>	9,0	127	103	27	23
<i>Physconia grisea</i>	8,9	43	34	16	11
<i>Lecidea elaeochroma</i>	8,8	51	46	23	20
<i>Parmelia exasperatula</i>	8,7	137	93	43	38
<i>Pertusaria albescens</i> var. <i>albescens</i>	8,6	42	38	14	13
<i>Lecidea chlorotera</i>	8,6	6	6	5	5
<i>Pertusaria albescens</i> var. <i>globulifera</i>	8,4	143	101	40	33
<i>Lecidea euphorea</i>	8,4	290	182	110	67
<i>Candelaria concolor</i>	8,2	160	87	29	29
<i>Lepraria</i> sp.	7,8	225	141	68	47
<i>Physcia tenella</i>	7,7	131	110	36	33
<i>Parmelia sulcata</i>	7,6	397	200	143	75

Arten	Q	B <sub>1</sub>	St <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	St <sub>2</sub>
<i>Xanthoria parietina</i>	7,6	255	146	81	52
<i>Lecanora saligna</i>	7,6	34	33	19	19
<i>Candelariella xanthostigma</i>	7,4	508	224	167	81
<i>Physcia aipolia</i>	7,3	43	38	10	10
<i>Physcia ascendens</i>	7,2	271	178	91	64
<i>Physcia orbicularis</i>	7,1	587	246	222	96
<i>Buellia punctata</i>	7,1	290	182	175	89
<i>Xanthoria fallax</i>	7,0	8	8	2	2
<i>Cladonia pyxidata</i>	7,0	1	1		
<i>Lecanora hageni</i>	5,9	10	10	7	7
<i>Normandina pulchella</i>	5,3	1	1		
<i>Arthonia radiata</i>	4,0	1	1	1	1

\* Das Untersuchungsgebiet wird in etwa begrenzt durch die Örtlichkeiten Puchenu – Nettingsdorf – St. Valentin – Perg – Pfennigberg – Puchenu.

Q = Q-Wert; B<sub>1</sub> = Anzahl der Bäume im Untersuchungsgebiet, an denen die betreffende Art vorkommt; B<sub>2</sub> = Anzahl der Bäume im Stadtgebiet von Linz, an denen die betreffende Art vorkommt; St<sub>1</sub> = Anzahl der Stationen im Untersuchungsgebiet, in denen die betreffende Art vorkommt; St<sub>2</sub> = Anzahl der Stationen im Stadtgebiet von Linz, in denen die betreffende Art vorkommt.

Allerdings bestehen Differenzen in den wenig bis nicht belasteten Bereichen.

Bei der qualitativen Auswertungsmethode wurden die Flechtenzonen auf Grund der Verbreitung bestimmter Arten ermittelt. Jede dieser Arten stellt für ihr optimales Gedeihen ganz bestimmte Ansprüche an das Substrat und die Luftqualität.

Die Frage ist nun: Unterscheiden sich die Flechtenarten in ihren Ansprüchen und in der Resistenz gegen Luftverunreinigungen in der Art, daß sie als Indikatoren für bestimmte Bedingungen verwendbar sind? Die zonenbegrenzenden Arten werden also als Indikatoren betrachtet, wobei jede Spezies zwar für verschiedene, aber gleich große „Meßbereiche“ charakteristisch ist. Nur dann können die Flechtenzonen als gleichwertig betrachtet werden.

Genauere Aussagen über die Ursache der Flechtenzonenverteilung sind daher nur in ökologisch einheitlichen Gebieten möglich. Als solches kann jedoch das Untersuchungsgebiet aus folgenden Gründen nicht angesehen werden:

1. Der unterschiedliche geologische Untergrund verursacht einen qualitativ verschiedenen Flechtenbewuchs (unterschiedliche Artzusam-

mensetzung). Im Bereich der Böhmisches Masse treten azidophile Arten, z. B. *Hypogymnia physodes*, häufig auf. *Xanthoria parietina* fällt hier fast gänzlich aus. Im südlich der Donau gelegenen Teil können von vornherein wegen des neutralen Untergrundes neutrophile Flechtenver-eine erwartet werden.

2. Auch die verschiedenen Landnutzungsformen (vgl. JÜRGING, 1975) – nördlich der Donau, hauptsächlich Forste und Grünland, südlich davon Ackerbau – beeinflussen die Zusammensetzung der Flechtenvegetation. Die neutralen bis basischen, aus den Feldern ausgewehten Stäube verändern das Stammilieu derart, daß sie vermehrt von neutrophilen Arten bewachsen werden.

3. Die landschaftlichen Großräume (Linzer Becken, Donautal, Trauntal, Südrand der Böhmisches Masse, Traun-Enns-Platte) unterscheiden sich durch das verschiedene Zusammenwirken der einzelnen Klimafaktoren (Windhäufigkeit, Nebelhäufigkeit, Sonnenscheindauer, Temperatur). In nicht geringem Maße ist die Verbreitung bestimmter Arten von diesen Faktoren abhängig. So sind *Evernia prunastri* und *Ramalina pollinaria* wegen ihrer geringen Trockenresistenz und ihrer hohen Lichtbedürftigkeit auf feuchte, nicht verbaute Gebiete beschränkt.

Bei der Auswertung nach den Kriterien der IAP-Methode wurden in jedem Aufnahmepunkt alle vorkommenden Flechtenarten berücksichtigt. Ob ein azidophiler oder ein neutrophiler Bewuchs bewertet wird, ist für die Höhe des Luftreinheitsfaktors (IAP) nicht von Bedeutung, wohl aber die mittlere Begleitartenzahl, die Gesamtartenzahl, der Deckungsgrad und die Vitalität jeder einzelnen Art.

Für die emittentenbezogene Flechtenkartierung, deren Ziel darin liegt, die Ausdehnung immissionsbelasteter Gebiete zu eruieren, eignet sich die quantitative Methode (IAP) weitaus besser, da sich ihr Ergebnis nicht nur auf die durch vielerlei Einflüsse begrenzte Verbreitung einzelner Arten stützt.

#### 4. DISKUSSION

Der Verlauf und das Auftreten der Zonen 2 und 1 ist einerseits mit einer geringen Bebauungsdichte, andererseits mit dem Anstieg des Geländes, wie es sehr gut an den Anhöhen der Traun-Enns-Platte beobachtet werden kann, korreliert (TÜRK u. HOISLBAUER, 1978). Die

Durchlüftung ist auf den Höhen durch das häufigere Auftreten von Winden weitaus besser als in den Tallagen, in denen häufiger Inversionen, die oft mit einem starken Anstieg der Schadstoffkonzentration verbunden sind, auftreten (vgl. SCHMEISS, 1974).

#### 4.1. Einflüsse von Stadtklima und Luftverunreinigungen

Ein bedeutendes Gewicht wird den Luftverunreinigungen beim Rückgang der Flechten in den Siedlungsräumen und Industriegebieten zugemessen (BORTENSCHLAGER u. SCHMIDT, 1963, LAUNDON, 1967, GILBERT, 1965, 1969, 1970, DE SLOOVER u. LE BLANC, 1968, SYKE, 1968, LE BLANC u. DE SLOOVER, 1970, HAWKSWORTH u. ROSE, 1970, JOHNSON u. SOCHTING, 1973, KIRSCHBAUM et al., 1974, JÜRGING, 1975, etc.).

Eingehend sind die Wirkungen und die Wirkungsweise des  $\text{SO}_2$  (GILBERT, 1969) und HF (PISUT et al., 1974) auf das Gedeihen der Flechten untersucht worden. NOWAK (1973) weist auf die schädigende Wirkung des  $\text{SO}_2$  und HF auf den Gasstoffwechsel der Flechten hin. Den Verlauf der Schädigung gliedert er in die vier Phasen:

1. normaler Stoffwechsel, 2. gleichbleibende Photosynthese bei überhöhter Atmung, 3. nachlassende Photosyntheseleistung, da Chlorophyll a in das Phaeophytin a übergeht (COKER, 1967, RAO u. LE BLANC, 1966), und überhöhte Atmung und 4. Rückgang des Stoffwechsels und Absterben.

Im Raum Linz kommt dem Stadtklima (geringere Luftfeuchtigkeit und höhere Durchschnittstemperaturen) keine große Bedeutung für die Einschränkung der Artenzahl des Deckungsgrades und der Vitalität der Flechten zu. Denn gerade im aktiven Jahresabschnitt für Flechten – im Winterhalbjahr – schaffen häufig auftretende Nebel gute Feuchtigkeitsvoraussetzungen für einen ergiebigen Stoffwechsel. Den geringen Einfluß des veränderten Klimas beweist die bis in die flechtenfreie Zone vorkommende *Parmelia sulcata*, die in der Literatur als feuchtigkeitsliebende Art beschrieben wird (DJALALI, 1974, SCHMIDT, 1973).

Vielmehr dürften die verschiedenen, oft konzentriert in der Stadt und im Industriegebiet anfallenden Immissionen (besonders im Winterhalbjahr) die Verarmung des Flechtenbewuchses bewirken. BORTENSCHLAGER u. SCHMIDT (1963) kamen zu derselben Auffassung. Niedrige IAP-Werte auch außerhalb der „trockenen und überhitzten“ Stadt bekräftigen diese Annahme. Die gute Übereinstimmung der Areale der

IAP-Zonen 5 und 4 mit der  $\text{SO}_3$ -Belastung (Abb. 8) im 4. Quartal (STUBENRAUCH, 1976) deutet auf die vorrangige schädigende Wirkung des  $\text{SO}_2$  hin. Die Zonen der  $\text{SO}_3$ -Belastung nach STUBENRAUCH (1976) entsprechen allerdings nicht den IAP-Zonen, da  $\text{SO}_3$ -Werte über  $0,5 \text{ mg/dm}^2 \cdot \text{d}$  über der Letalgrenze der Flechten liegen. Erst unterhalb dieser  $\text{SO}_3$ -Konzentration sind auf den Bäumen Rindenflechten zu finden.

Über 50 Prozent der Bäume haben ihr Flechtenmaximum auf der Westseite, 25 Prozent auf der Südwestseite, ca. zehn Prozent auf der Nordwestseite.

Den Großteil der Niederschläge bringen Westwinde, sodaß am westexponierten Stammbereich wohl die besten Feuchtigkeitsverhältnisse auftreten. Hier ist die Borke weicher und morscher, hat daher eine höhere Wasserkapazität, was für das Überleben der Flechten in einer regenlosen Periode ausschlaggebend ist.

In Zone 5 (Leerzone), im Nahbereich der großen Emittenten VOEST und Chemie Linz AG ist die bevorzugte Exposition die Nordseite. Hauptsächlich Bäume am Südhang des Pfenningberges, im Nordosten der beiden genannten Industriebetriebe, zeigen diese Expositionsverteilung. Die Flechten weichen also auf den nicht direkt von Abgasen bestrichenen Stammabschnitt aus. Hier beeinflussen sicherlich toxische Substanzen die Expositionswahl stärker als klimatische Faktoren.

Auffallend sind die auch auf der Westseite vorkommenden, flechtenfreien Regenstreifen. Dafür scheinen zwei Ursachen maßgebend zu sein. Erstens wird durch das rasche Abfließen des Wassers die Besiedlung dieser Stammbereiche unmöglich, zweitens lassen die im Abfließwasser mitgeführten giftigen Ionen (u. a.  $\text{HSO}_3^-$ ) keinen Flechtenbewuchs zu. Flechtenthalli in unmittelbarer Nachbarschaft von Regenstreifen sind weniger vital, sie haben teilweise sogar abgestorbene Loben.

Neben dem Einfluß der vorherrschenden Windrichtungen auf die Exposition der Flechten am Stamm hängt auch die Erstreckung der Flechtenzonen von den Hauptwindrichtungen ab, da der Wind die Schadstoffe der Emittenten in benachbarte Gebiete verfrachtet. Das quantitative Ausmaß dieser Schadstoffverfrachtung hängt von der Windhäufigkeit, der Windgeschwindigkeit und zum Teil auch von der Höhe des emittierenden Schlot ab (SIGL, 1976).

Im Großraum Linz sind diese Zusammenhänge deutlich. Die über das ganze Jahr vorherrschenden Westwinde ermöglichen westlich des

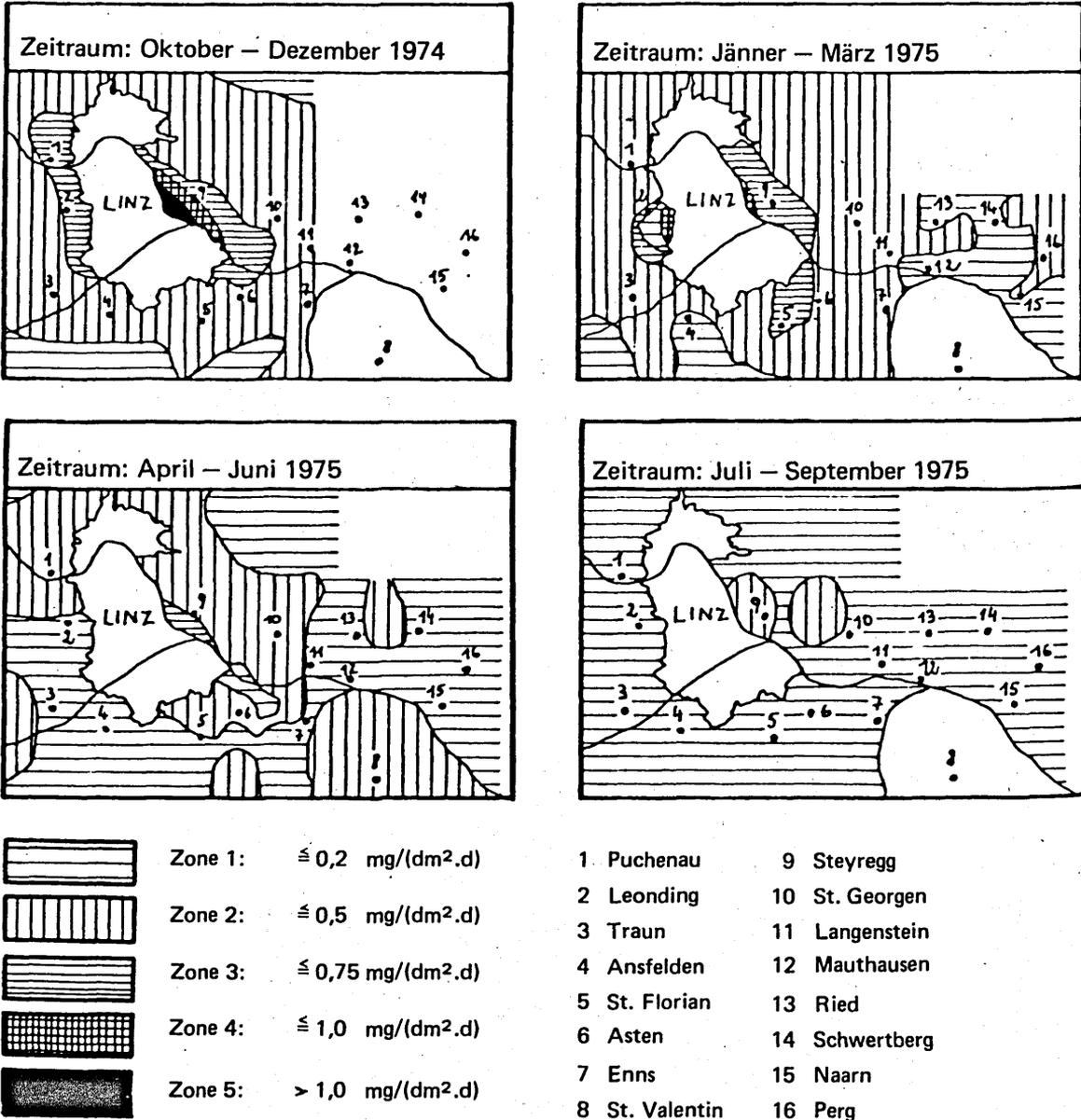
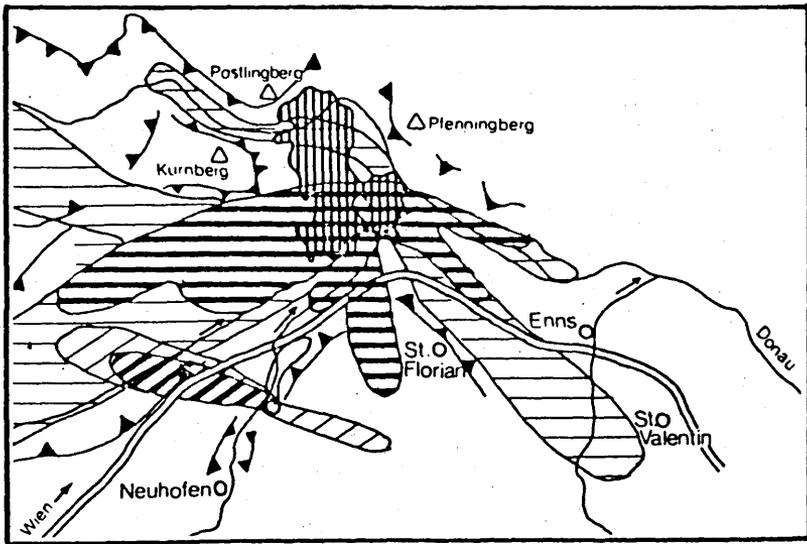


Abb. 8: Die vierteljährlich zusammengefaßte SO<sub>2</sub>-Belastung im Großraum Linz im Zeitraum 1974 bis September 1975. Nach STUBENRAUCH (1976).

Fig. 8: Quarterly summarized SO<sub>2</sub>-pollution in the area of the city of Linz from October 1974 to September 1975 according to STUBENRAUCH (1976).



 Dicht verbautes Stadtgebiet

0 4 8 12 16 km

Sichtbare Rauchfahngrenzen:

 Linzer Industrie

 Nettingsdorfer Industrie

Gebiete häufigster Reichweite von sichtbaren Rauchfahnen:

 Linzer Industrie

 Nettingsdorfer Industrie

 Höhenrücken

 Fluß

 Autobahn

 Berg

Abb. 9: Ausbreitung und Reichweite von Rauchfahnen bei verschiedenen Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten (= Bft) im Großraum Linz (Mai bis September 1973). Nach STUBENRAUCH (1976).

Fig. 9: Spread and range of trails of smoke for different wind directions and speeds of wind (= Bft) in the area of city of Linz (May to September 1973) according to STUBENRAUCH (1976).

Linzler Stadtgebietes ein Näherrücken der wenig bis mäßig beeinflussten Flechtzonen an das Zentrum. Im Osten und Südosten der Stadt ziehen die Flechtewüste und die stark geschädigte Zone 4 weit in unverbautes Land hinein.

## 5. AUSBLICK

Die Kartierung des natürlichen Flechtenbewuchses an Obstbäumen weist den Großteil des Linzer Beckens als stark belastetes Gebiet aus. Daher ist es geboten, durch Luftqualitätsmessungen sowohl die verschiedenen Schadstoffe als auch deren Konzentrationen zu erfassen.

Zusätzlich zum  $\text{SO}_2$ - und Staubmeßprogramm des Magistrates Linz soll ein biologisches Meßstellennetz mit Flechtenexplantaten nach der Methode von SCHÖNBECK (1969) errichtet werden. Denn Flechten reagieren (wenn auch empfindlicher) wie alle anderen Lebewesen auch auf die aktuell vorhandenen Luftverunreinigungen durch veränderten Stoffwechsel, Wachstumsstörungen und über der Letalgrenze durch Absterben. Technische Meßgeräte – im Gegensatz zu Bioindikatoren – registrieren bloß die Konzentrationen von Schadstoffen. Überdies kann ein Meßgerät nur eine bestimmte chemische Substanz registrieren. Zur Messung vieler verschiedener Luftverunreinigungen ist daher eine Vielzahl von Geräten notwendig; das bedeutet jedoch einen großen finanziellen Aufwand. Die Folge ist ein sehr weitmaschiges technisches Meßstellennetz.

Flechtenexpositionstafeln könnten über das gesamte Stadtgebiet gleichmäßig verteilt (pro Quadratkilometer eine Expositionstafel) angebracht werden. Unbedingt sollten Flechtenexplantate mit technischen  $\text{SO}_2$ - und Staubmeßstationen gekoppelt werden. Dann bestünde die Möglichkeit, auch quantitative Zusammenhänge zwischen  $\text{SO}_2$ -Konzentration, Staubgehalt, Staubzusammensetzung und Absterberate der Flechtenexplantate aufzuzeigen.

An diesen Expositionstafeln könnten auch gleichzeitig Proben von Fichtenborke angebracht werden, die nach einer bestimmten Expositionsdauer auf ihren Sulfatgehalt und Leitfähigkeit hin untersucht werden (HÄRTEL u. GRILL, 1972). Der Sulfatgehalt gibt Aufschluß über das Ausmaß der  $\text{SO}_2$ -Immission, die Leitfähigkeit erlaubt Aussagen zur Staubbelastung.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

Im Linzer Großstadtraum wurde die Flechtenvegetation auf Birn- und Apfelbäumen untersucht.

Die kartographischen Darstellungen, entworfen nach der qualitativen Auswertemethode nach BESCHEL und nach der IAP-Methode von LE BLANC und DE SLOOVER, zeigen eine deutliche Zonierung.

Zur Abgrenzung immissionsbelasteter Gebiete eignet sich die IAP-Methode besser, da alle vorkommenden Arten, ihr Deckungsgrad und ihre Vitalität berücksichtigt werden.

Die positive Korrelation zwischen IAP-Werten und Seehöhe ist auf eine bessere Durchlüftung und eine niedrigere Inversionshäufigkeit mit zunehmender Höhenlage zurückzuführen.

Der Einfluß des Stadtklimas auf den Flechtenbewuchs ist unbedeutend im Vergleich zur Wirkung der Luftverunreinigungen.

Die Flechten bevorzugen wegen der günstigen Feuchtigkeitsverhältnisse die West-, Südwest- und Nordwestexposition.

Das Areal der belasteten Zonen wird durch die vorherrschenden Windrichtungen beeinflusst.

Zwischen Artenanzahl und Siedlungsdichte besteht ein deutlicher Zusammenhang.

Seit 1963 (BORTENSCHLAGER und SCHMIDT) breiteten sich die flechtenarmen – d. h. die belasteten – Zonen enorm aus.

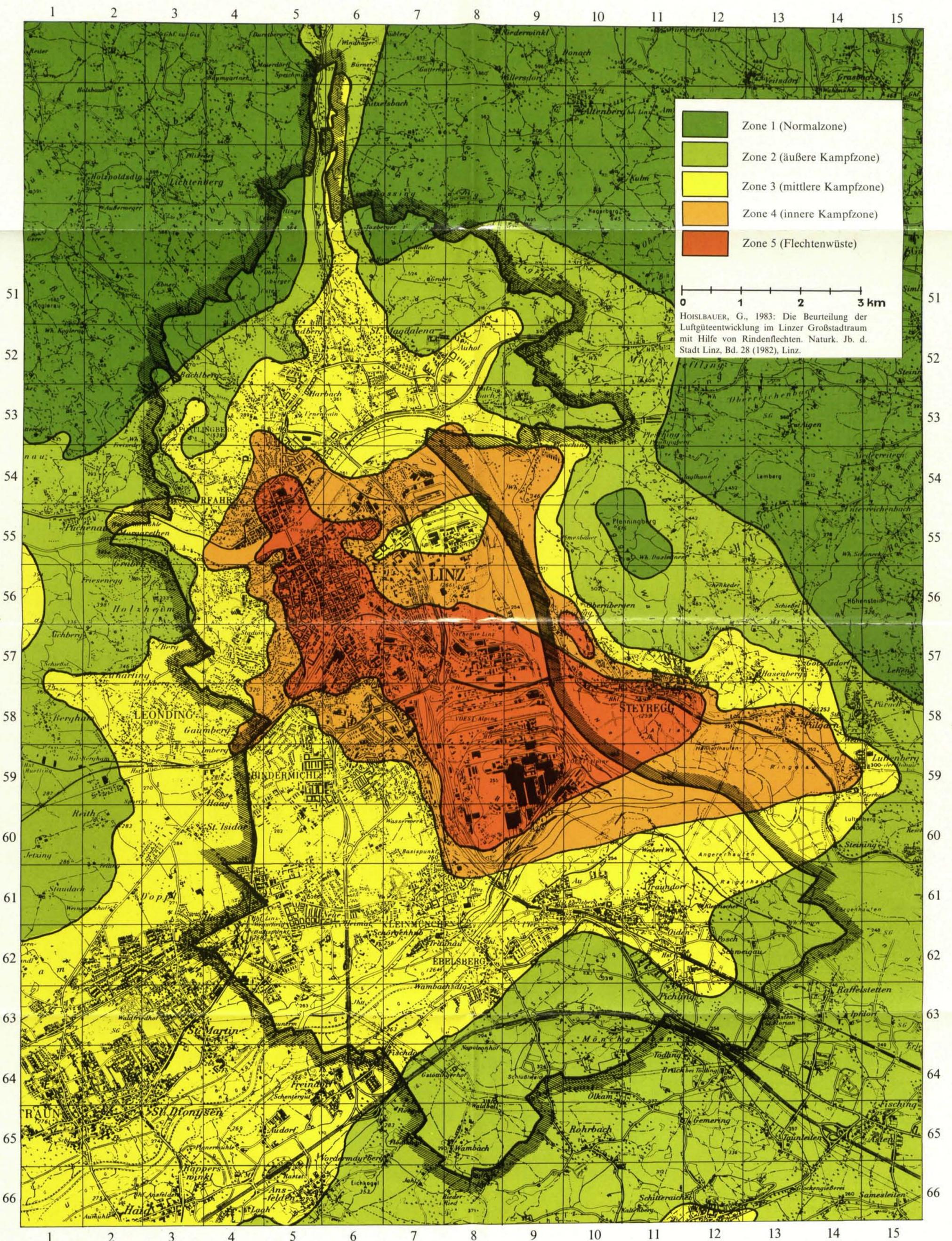
#### LITERATUR

- BESCHEL, R., 1958: Flechtenvereine der Städte; Stadtflechten und ihr Wachstum. Ber. nat. med. Ver. Innsbruck, 52, S. 1 – 158.
- BORTENSCHLAGER, S. u. H. SCHMIDT, 1963: Untersuchung über die epixyle Flechtenvegetation im Großraum Linz. Naturkundl. Jb. der Stadt Linz 1963, S. 19 – 35.
- COKER, P. D., 1967: The effects of sulphur dioxide pollution on bark epiphytes. Department of Geography, Kings College, University of London, pp. 341 – 347.
- DE SLOOVER, J., u. F. LE BLANC, 1968: Mapping of atmospheric pollution on the basis of lichen sensitivity. Proc. Symp. recent. adv. Trop. Ecol., pp. 41 – 56.
- DJALALI, B., 1974: Flechtenkartierung und Transplantate als Indikation der Luftverunreinigung im Ballungsraum Stuttgart. Dissertation, Hohenheim-Stuttgart.
- GILBERT, O. L., 1965: Lichens as indicators of air pollution in Tyne-valley. University Newcastle.
- GILBERT, O. L., 1969: The effect of SO<sub>2</sub> on lichens and bryophytes around Newcastle upon Tyne. Air pollution, Wageningen, pp. 223 – 235.
- GILBERT, O. L., 1969: Biological scale for the estimation for SO<sub>2</sub>-pollution. University Newcastle.
- GILBERT, O. L., 1970: Further studies on the effect of sulphurdioxide on lichens and bryophytes. New. Phytol. 69, pp. 605 – 627.
- HÄRTEL, O., u. D. GRILL, 1972: Die Leitfähigkeit von Fichtenborkenextrakten als empfindlicher Indikator für Luftverunreinigung. Europ. Journal of forest pathology, Bd. 2. S. 205 – 215.
- HAWKSWORTH, D. L., ROSE, F., 1970: Qualitative scale for estimating sulphur-dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. Nature Vol. 227, July 11, pp. 145 – 148.

- HOISLBAUER, G., 1979: Rindenflechten im oberösterreichischen Zentralraum und ihre Abhängigkeit von Umwelteinflüssen. *Stapfia*, Nr. 5, Linz.
- JOHNSEN, J. B. u. U. SOCHTING, 1973: Influence of air pollution on the epiphytic lichen vegetation and bark properties of deciduous trees in the Copenhagen area. *Oikos*, 24, pp. 344 – 351, Copenhagen.
- JÜRGING, P., 1975: Epiphytische Flechten als Bioindikatoren der Luftverunreinigung. *Bibl. Lichenologica*, Bd. 4, J. Cramer, Vaduz.
- KIRSCHBAUM, U., KLEE, R. u. L. STEUBING, 1974: Luftqualitätsmessungen infolge von Immissionswirkungen auf Flechten – Flechten als Bioindikatoren. *Lufthygienisch-meteorologische Modelluntersuchung in der Region Untermain u. Arbeitsbericht*, S. 116 – 127.
- LAUNDON, J. R., 1967: A study of the lichen flora of London. *The Lichenologist*, 3, pp. 277 – 327.
- LE BLANC, F., u. J. DE SLOOVER, 1970: Relation between industrialisation and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. *Canadian Journal of Botany*, Vol. 48, pp. 1485 – 1496.
- NOWAK, R., 1973: Vegetationsanalytische und experimentell-ökologische Untersuchungen über den Einfluß der Luftverunreinigung auf rindenbewohnende Flechten. *Dissertation*, Tübingen.
- PISUT, I. u. E. LISICKA-JELINKOVA, 1974: Epiphytische Flechten in der Umgebung einer Aluminiumhütte in der Mittelslowakei. *Biologia (Bratislava)*, 29, 1, S. 29 – 38.
- RAO, D. N. u. F. LE BLANC, 1966: Effects of sulphur-dioxide on the lichen algae with special reference to chlorophyll. *The Bryologist*, Vol. 69, pp. 69 – 75.
- SCHMEISS, L. R., 1974: Wind, Nebel und Niederschlag im öö. Zentralraum. *Schriftenreihe des Amtes der öö. Landesregierung, Landesbaudirektion*.
- SCHMIDT, R., 1973: Ökologische und soziologische Gliederung der Flechtenvegetation in Obstbaumbeständen des mittleren Neckarraumes unter besonderer Berücksichtigung von Immissionschäden. *Dissertation*, Hohenheim-Stuttgart.
- SCHÖNBECK, H., 1969: Eine Methode zur Erfassung der biologischen Wirkung von Luftverunreinigungen durch transplantierte Flechten. *Staub – Reinhalt. d. Luft* 29, S. 14 – 18.
- SKYE, E., 1968: Lichens and air pollution. *Acta Phytogeogr. Suec.*, 52, S. 123.
- STUBENRAUCH, J., 1976: Umweltschutz in Oberösterreich. *Luftgütemessung. Schriftenreihe des Amtes der öö. Landesregierung, Landesbaudirektion*.
- TÜRK, R., u. G. HOISLBAUER, 1978: Der Flechtenbewuchs von Birn- und Apfelbäumen als Indikator für die Luftverunreinigung im Großraum Linz. *Linzer biol. Beitr.*, 9/2, S. 213 – 224.

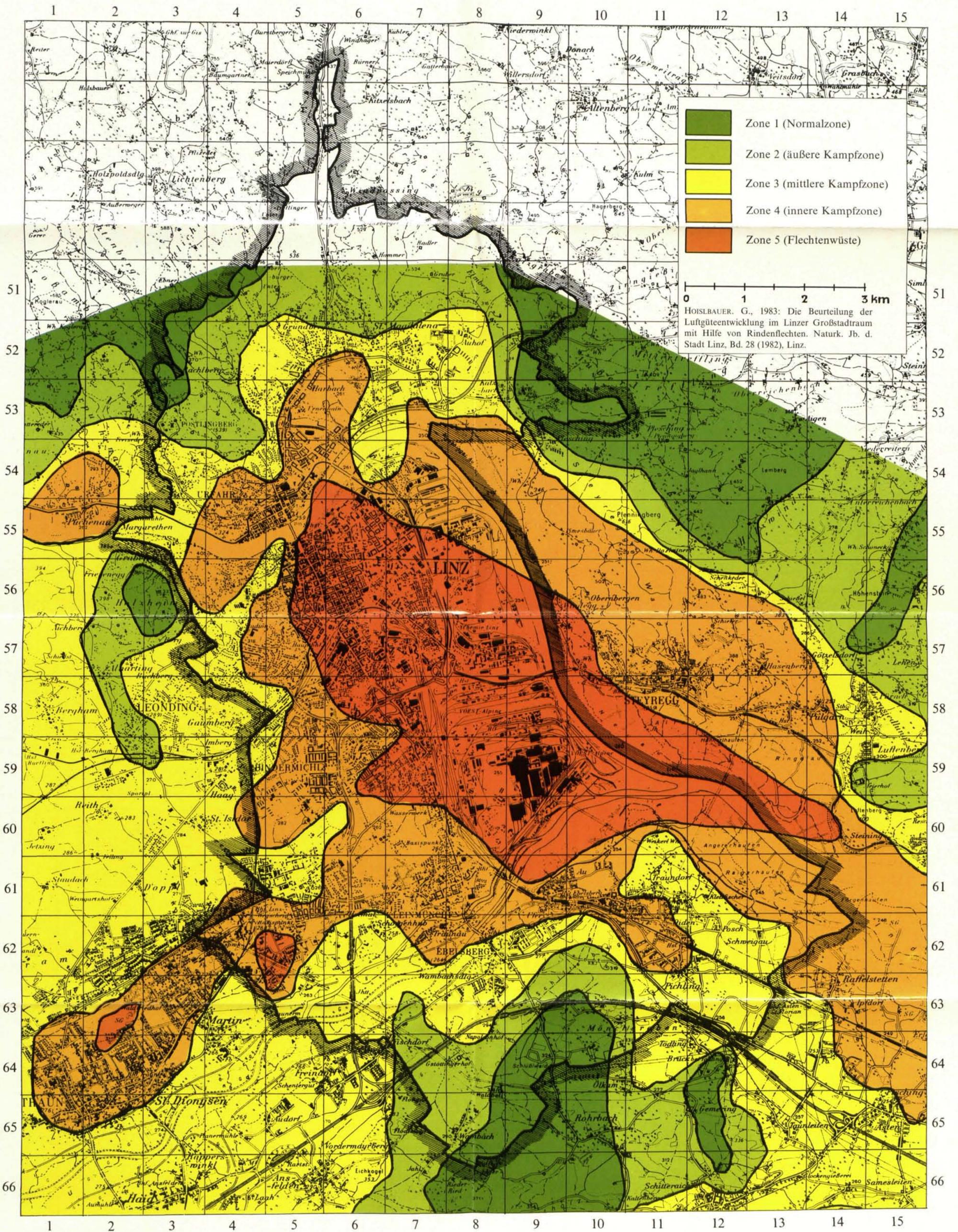
# Karte 1: Die Verteilung der Flechtenzonen von Linz im Jahre 1962 nach BORTENSCHLAGER und SCHMIDT.

Distribution of lichen zones in Linz in 1962 according to BORTENSCHLAGER and SCHMIDT.



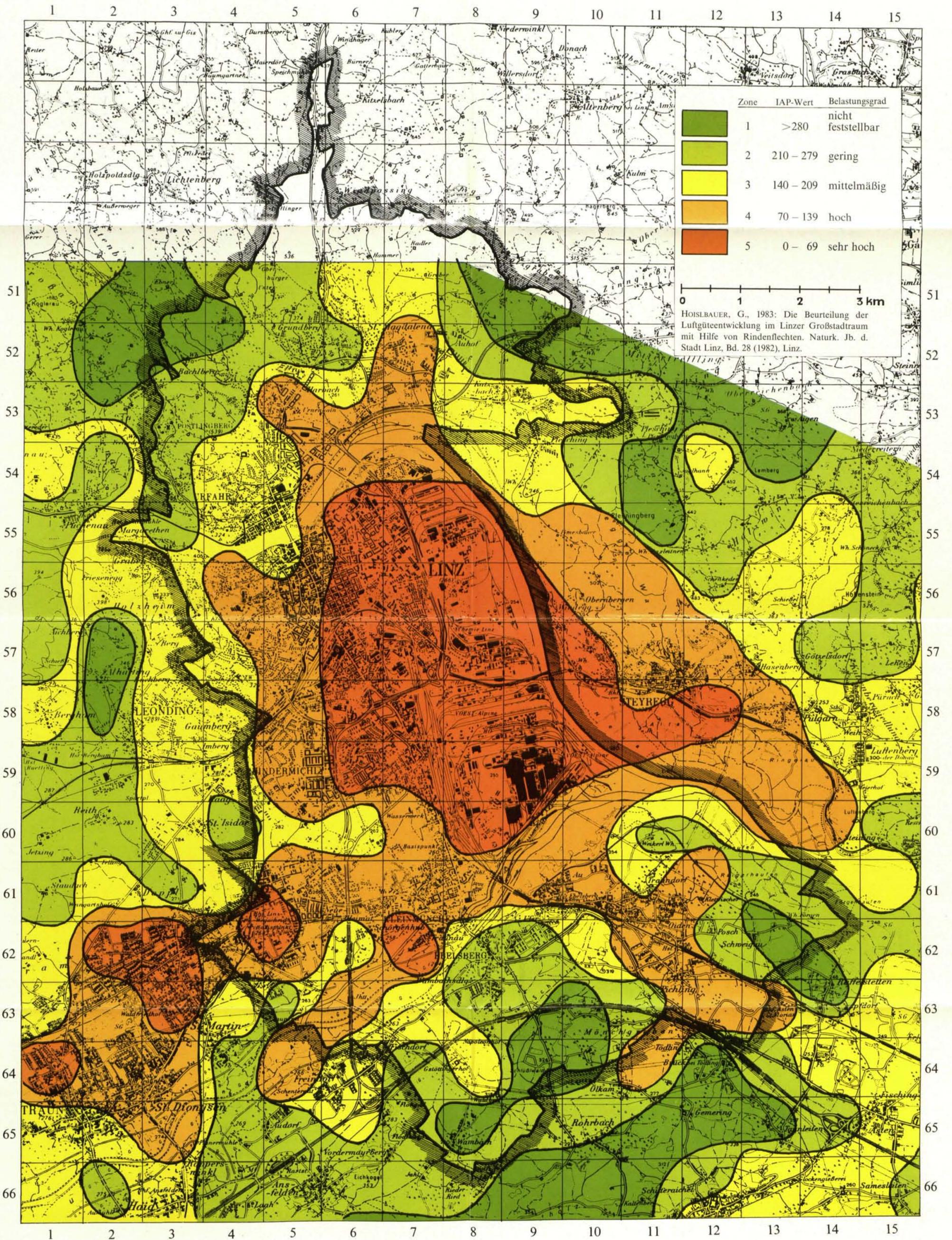
### Karte 2: Die Verteilung der Flechtenzonen von Linz im Jahre 1977 nach HOISLBAUER.

Distribution of lichen zones in Linz in 1977 according to HOISLBAUER.



### Karte 3: Die Verteilung der IAP-Flechtenzonen von Linz im Jahre 1977 nach HOISLBAUER.

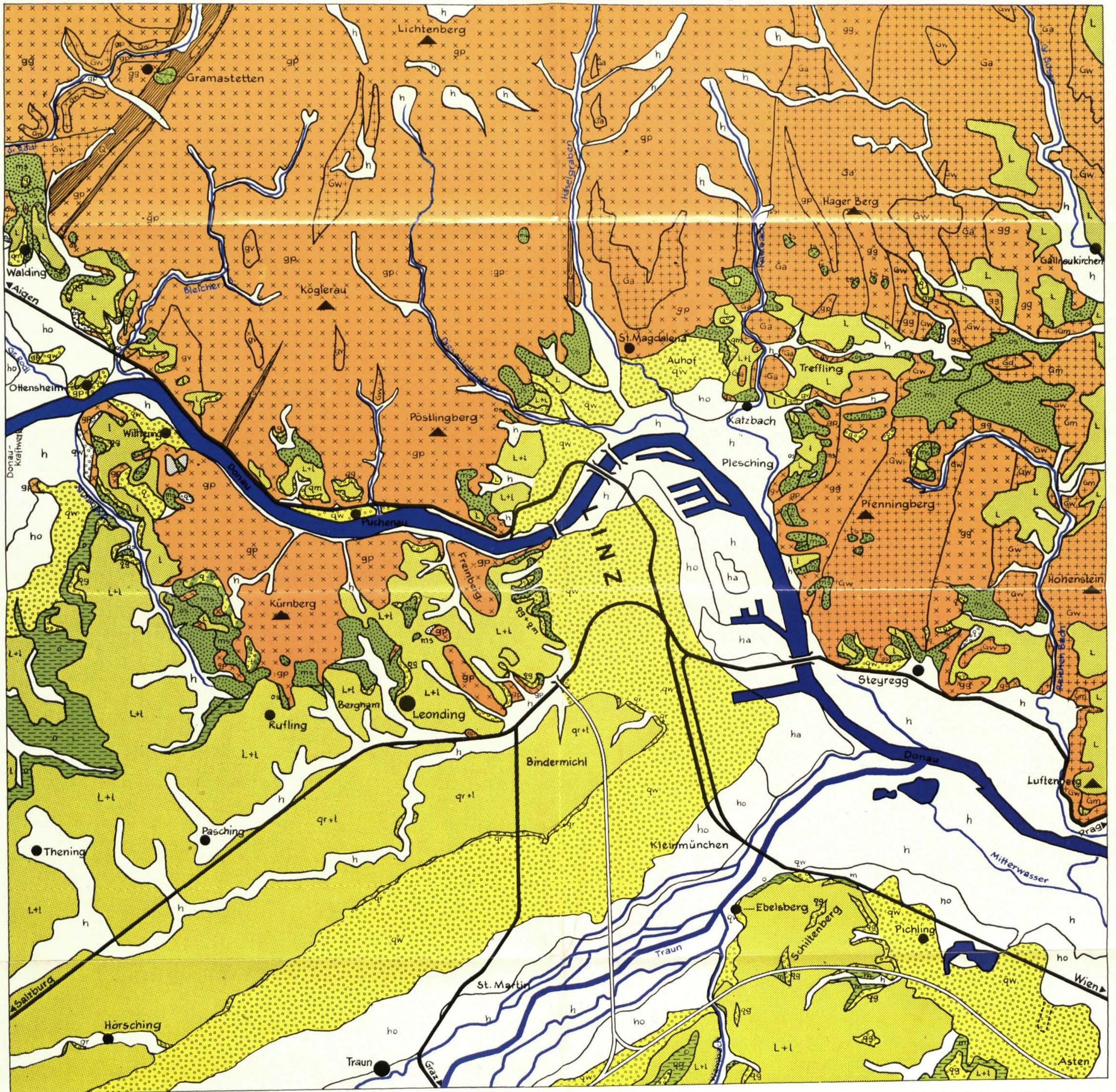
Distribution of IAP-zones in Linz in 1977 according to HOISLBAUER.



# Vereinfachter Ausschnitt der von J. SCHADLER (1964) verfaßten „Geologischen Karte von Linz und Umgebung“ 1:50.000.

Aus H. KOHL, 1973: Erdgeschichtliche Wanderungen rund um Linz. (Karte im Original schwarzweiß).

Simplified excerpt from J. SCHADLER's geological map of Linz and adjacent areas (1964). From H. KOHL, 1973: Erdgeschichtliche Wanderungen rund um Linz.



<p><b>Kristalline Gesteine des Böhmisches Massivs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>××××× Gneise</li> <li>gv Vorgranitische Gneise</li> <li>gp Perlgneise und mittelkörnige Mischgneise</li> <li>gg Grobkörnige Mischgesteine</li> <li>+++++ Granite</li> <li>Gw Weinsberger Granit, grobkörnig</li> <li>Ga Altenberger Granit</li> <li>Gm Mauthausener Granit</li> <li>Gd Granodiorit</li> </ul>	<p><b>Mylonite</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Q Quetschschiefer (Rodschiefer)</li> </ul>	<p><b>Gesteine der tertiären Molasse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sande</li> <li>os Linzer Sande (Egerien = oberstes Oligozän – unterstes Miozän)</li> <li>ms Phosphoritsande (Ottangien = mittleres Miozän)</li> <li>Schlier</li> <li>o Schiefertone (Egerien)</li> <li>m Tonmergel (Ottangien)</li> <li>Schotter</li> <li>ts Tertiäre Schotter</li> </ul>	<p><b>Quartäre Ablagerungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schotter</li> <li>q Ältesteiszeitliche Schotter</li> <li>qg Güneiszeitliche Schotter</li> <li>qm Mindeleiszeitliche Schotter</li> <li>qr Rißeiszeitliche Schotter</li> <li>qw Würmeiszeitliche Schotter</li> <li>Löß-Lehm</li> <li>l Löß</li> <li>L Lehm</li> </ul>	<p><b>Nacheiszeitl. Talfüllungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ho Ältere Austufe (oberes Hochflutfeld)</li> <li>h Allgemein</li> <li>ha Künstliche Anschüttung</li> </ul>
--	--	---	--	--

Kartenbeilage zu PESCHEL R., 1983: Erläuterungen zur „Geologischen Karte von Linz und Umgebung“. Naturk. Jahrb., Bd. 28 (1982), Linz.

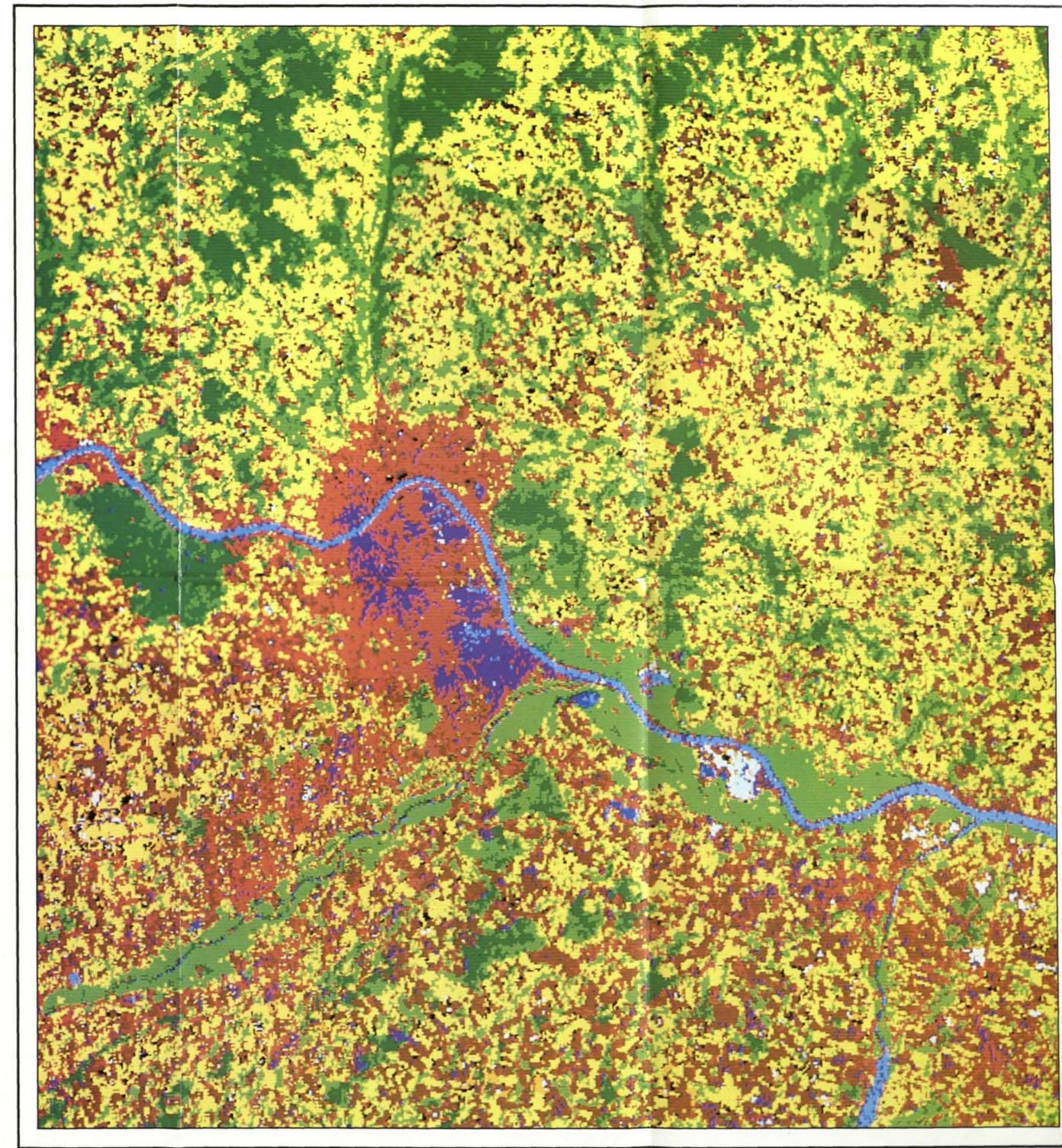
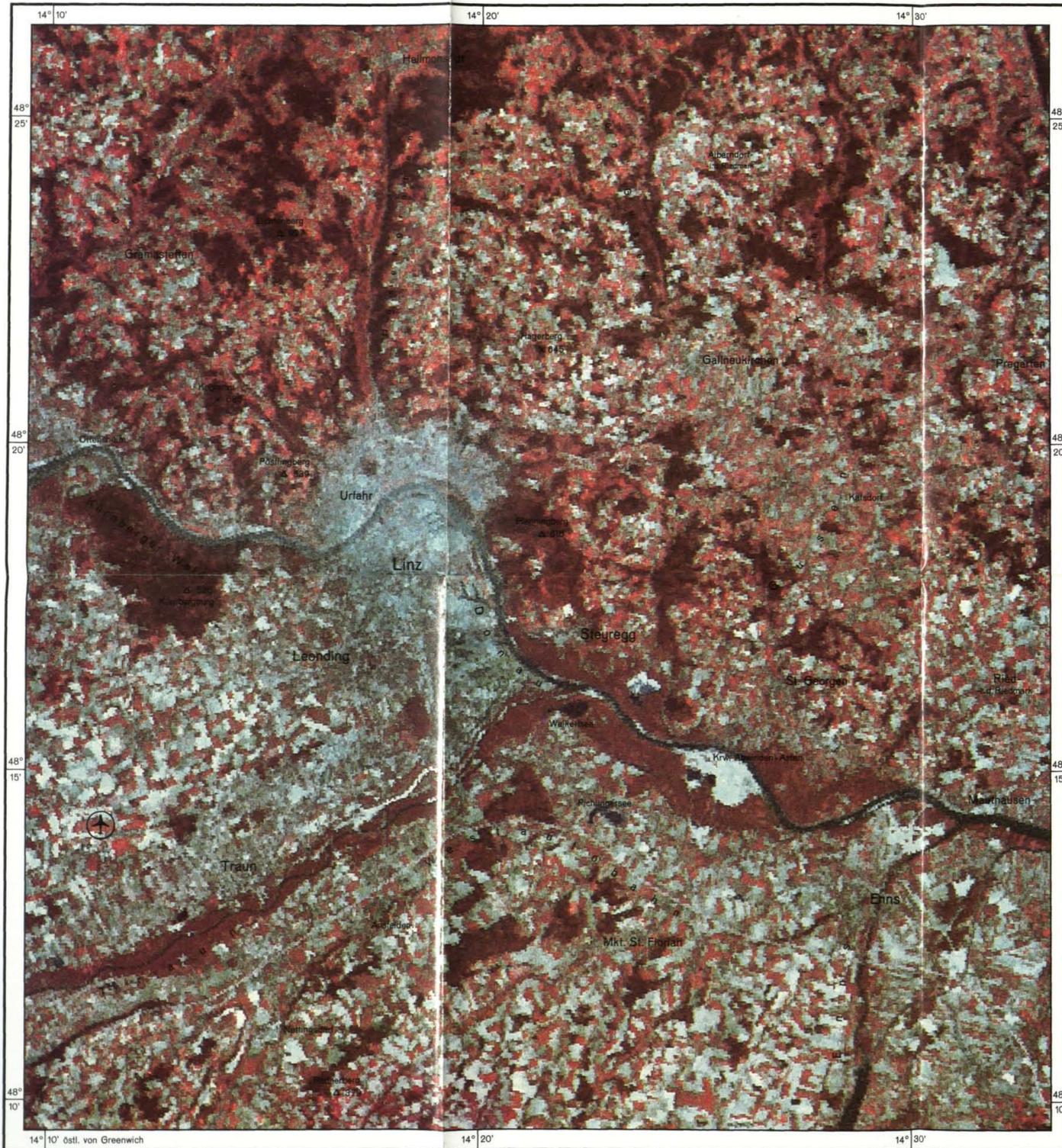
© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

# Satellitenbildkarte Linz und Umgebung mit Klassifikation

Falschfarben-Satellitenbildkarte

Maßstab 1:100.000

Klassifiziertes Satellitenbild



NB: Kleinere Orte wurden unmittelbar östlich des bebauten Gebietes beschriftet.  
 Verwendete Datenquelle für beide Karten: Digitalinformation der Szene 206-26, aufgenommen am 26. August 1976 von Landsat 1.  
 Bildelementgröße: 50x50 m.  
 Geometrische Transformation: Quadratische Interpolation mit Zuweisung der Ausgabegrauwerte nach Nearest Neighbour.  
 Kontrollierte Klassifikation: Kriterium der größten Wahrscheinlichkeit.

Herstellung der Satellitenbildkarten: Institut für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Manfred F. Buchroithner, im Auftrag des Kulturamtes der Stadt Linz.  
 Digitale Abspiegelung der Falschfarbenkomposite: Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DFVLR), Oberpfaffenhofen, BRD. Reprographie: Firma Kramer, Linz. Druck: Druck- und Verlagsanstalt Gutenberg, Linz.  
 © Copyright: Kulturamt der Stadt Linz, 1983.

**Legende:**

- Klares Gewässer
- Trübes Gewässer
- Schotter- und Sandflächen
- Vorwiegend Nadelwald
- Vorwiegend Laubwald

- Landwirtschaftliche Nutzfläche mit grüner Vegetation; Grünland
- Felder mit reifem Getreide oder abgeerntete Felder/umgebrochenes Ackerland
- Abgeerntete Felder/umgebrochenes Ackerland mit auffallend hohem Schotteranteil
- Siedlungsgebiete geringer bis mittlerer Dichte; Betonareale (z. B. Flugplatz)
- Siedlungsgebiete mit hoher Dichte; im Osten von Linz auch Gebiete mit Schwerindustrie
- Nicht klassifiziert

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz \(Linz\)](#)

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: [28](#)

Autor(en)/Author(s): Hoislbauer Gottfried

Artikel/Article: [DIE BEURTEILUNG DER LUFTGÜTEENTWICKLUNG IM LINZER GROSSSTADTRAUM MIT HILFE VON RINDENFLECHTEN 237-260](#)