©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Hercynia N. F., Leipzig 22 (1985) 2, S. 204–211

Aus der Bezirkshygieneinspektion und -institut Leipzig,
Fachgebiet Bodenhygiene

Differenzierung metahemerober Standorte

Von **Günter Kiesel** und **Joachim Tauchnitz**

Mit 4 Abbildungen und 1 Tabelle

(Eingegangen am 10. November 1984)

1. Einleitung

Zur Charakterisierung des anthropogenen Einflusses auf naturräumliche Einheiten wird seit den Arbeiten von Jalas (1955) in zunehmendem Maße der Begriff „Hemerobie" herangezogen (Sukopp 1969, Blume u. a. 1976, Tauchnitz u. a. 1984).

Da die Vegetation in ihrer natürlich standörtlichen und anthropogenen Differenziertheit eine wesentliche, die Landschaftskulturen prägende Komponente darstellt (Schlüter 1982), bildet sie die Grundlage der Einteilung des anthropogenen Einflusses nach der Hemerobieskala (Sukopp 1969, Bornkamm 1980). Solch eine Gliederung, die letztendlich eine Inventarisierung vorhandener Strukturen von Ökosystemen darstellt, liefert wesentliche Erkenntnisse für landschaftsplanerische Maßnahmen (Bornkamm 1980, Sukopp 1969). Die aus botanischer Sicht gewonnene Hemerobieeinteilung ist das Ergebnis der verschiedenen Ökofaktoren. Um zu anwendbaren Aussagen kommen zu können, ist eine differenzierte Betrachtung der Hemerobie notwendig. Dabei ist das Wechselverhältnis zwischen den, den Hemerobiegrad bestimmenden Faktoren, dem Ökotop und der Zönose genauer zu fassen.

In vorliegender Arbeit wird auf die Bedeutung substratunabhängiger und substratabhängiger hemerober Erscheinungsformen unter besonderer Berücksichtigung der Deponiestandorte und auf die Möglichkeit einer weiteren Differenzierung der metahemeroben Stufe eingegangen.

2. Die Komplexizität des Hemerobiebegriffes

Eine Vielzahl von Arbeiten zu Fragen der Hemerobie und deren Umsetzung in der Praxis ergeben, daß es sich letztendlich „nur" um eine stufenweise (graduelle) nutzungsformbedingte Entmischung der Arten handelt.

Denn der menschliche Einfluß auf die Natur differenziert sich durch unterschiedliche Nutzungsarten und Intensitäten der Eingriffe in das natürlich entstandene Ökosystem. Dabei gilt im wesentlichen, daß der Hemerobiegrad eines Gebietes auf der komplexen Wirkung vieler anthropogener Einflüsse beruht. Diese anthropogenen Einflüsse lassen sich grob unterteilen, in die

- substratunabhängigen und in die
- substratabhängigen.

Substratunabhängige Einflußgrößen sind in erster Linie mechanischer Natur, z. B. Bodenbearbeitung, Mahd, Bodenverdichtung. Die Wirkung ist meist unmittelbar und verläuft im Sinne einer Katastrophe für die momentan existierende Zönose.

Substratbedingte Einflußgrößen resultieren aus der Wechselwirkung nutzungsformbedingter anthropogener Einflüsse *und* den physikalischen, chemischen und biologischen Verhältnissen im Ökotop.

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Die Wirkung erfolgt in der Regel indirekt. Das Ökotop wirkt durch sein natürliches Pufferungsvermögen diesen Einflüssen entgegen. Die Wirksamkeit solcher anthropogener Einflußgrößen ist konzentrationsabhängig. Diese führen erst bei Überschreiten bestimmter Schwellenwerte und bei Erschöpfung der Pufferkapazität der Substrate zu Veränderungen einzelner Parameter bzw. zur Neueinstellung des Gleichgewichtszustandes im „Boden" und damit zu Veränderungen des Hemerobiegrades. Die Erscheinungsbilder der o. g. Einflußfaktoren lassen sich wie folgt in den Abb. 1, 2 und 3 darstellen.

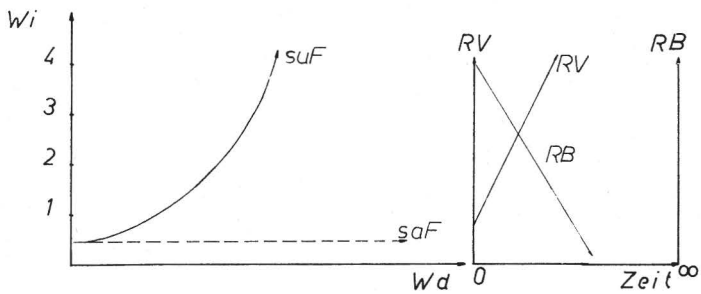

Abb. 1. Dominanz substratunabhängiger Faktoren (in Anlehnung an Sukopp 1969). Wi – Wirkungsintensität, Wd – Wirkungsdauer, RV – Regenerationsvermögen, RB – Regenerationsbestreben, SaF – Substratabhängige Faktoren, SuF – Substratunabhängige Faktoren

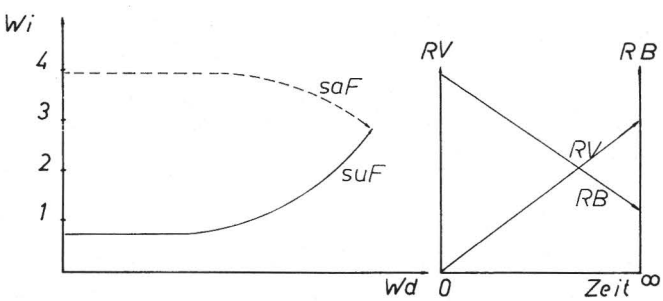

Abb. 2. Dominanz substratabhängiger Faktoren (siehe auch Legende zu Abb. 1)

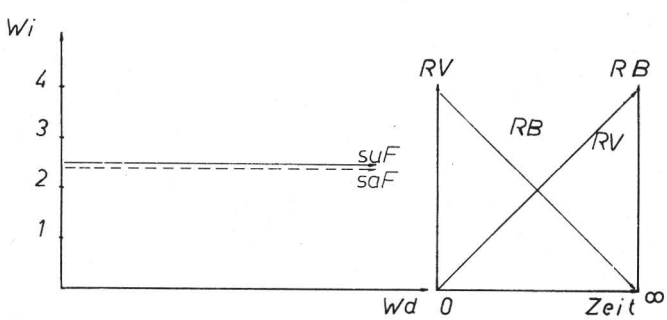

Abb. 3. Komplexe Wirkung substratabhängiger und -unabhängiger Einflußfaktoren (siehe auch Legende zu Abb. 1)

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Im ersten Fall sind das Regenerationsvermögen und -bestreben sehr hoch und erreichen in relativ kurzer Zeit das Ausgangsniveau. Bei Dominanz substratabhängiger Faktoren bleibt das Regenerationsbestreben hoch bzw. erhöht sich, während das Regenerationsvermögen sehr gering ist. Die Zeiträume der Standortentwicklung sind extrem vergrößert. Der in Abb. 3 dargestellte Zustand liegt zwischen den oben beschriebenen. In allen drei Fällen können metahemerobe Zustände erreicht werden (Bornkamm 1980). Dabei gilt, daß mit Zunahme des Hemerobiegrades das Regenerationsbestreben im Gegensatz zum Regenerationsvermögen zunimmt (siehe auch Schlüter (1980)). Bei Dominanz substratabhängiger anthropogener Einflüsse wird das Regenerationsvermögen sehr gering sein und mit Abklingen dieses Faktors zunehmen (Abb. 2).

3. Hemerobiegrad und Deponiestandort

Deponiestandorte sind Ausdruck der anthropogenen Einflußnahme auf die Stoffkreisläufe der Biosphäre. Die menschliche Tätigkeit führt dazu, daß die verschiedensten Substrate, das sind toxische, nichttoxische, flüssige, feste und gasförmige, zu Abfällen werden.

Diese, z. T. lebensfeindlichen Stoffgruppen, gelangen angehäuft auf Deponien, mit denen sich die Lebewelt der Biosphäre auseinanderzusetzen hat. Entsteht dabei ein lebensfeindlicher Standort, so erfolgt auf diesem in bestimmten Zeiträumen keine Regeneration. Denn (biotische) Regeneration bedeutet die Entwicklung von Ökotop und Zönose unter gegenseitiger Einflußnahme (Campbell 1981, Uhlmann 1977). Lebensfeindliche Ökotope müssen, bevor der Regenerationsprozeß einsetzt, physikalische und chemische Verwitterungsprozesse durchlaufen. Dieser Prozeß kann Jahrzehnte dauern (Tauchnitz u. a. 1984). Das Regenerationsstreben und -vermögen solcher Standorte ist vor Ablauf der Verwitterungsprozesse praktisch „Null". Damit werden Verhältnisse bezeichnet, die mit dem Begriff „biotische Regeneration" nicht zu beschreiben sind. Vor dem Einsetzen der „biotischen Regeneration" muß eine *„chemisch-physikalische Abreaktion"* des abiotischen Kompartimentes des betroffenen Ökosystems einsetzen. Erst wenn die chemisch-physikalischen Standortverhältnisse eine Besiedlung mit Organismen zulassen, gelten die o. g. Betrachtungen zur biotischen Regeneration (Regenerationsvermögen und -bestreben).

Insofern ist es gerechtfertigt, bei der ökologischen Ansprache einer reinen Schadstoffdeponie von einer nichtregenerativen Deponie zu sprechen (Tauchnitz u. a. 1985), da diese sich in jedem Fall im α- oder β-metahemeroben Zustand befindet (Tauchnitz u. a. 1984) (wie in den folgenden Ausführungen noch bewiesen wird).

Auf Grund dieses Sachverhaltes muß die Ansprache metahemerober Standorte differenziert erfolgen, da diese außerhalb von Deponiestandorten auch (biotisch) regenerativ sein können.

Wie in Abb. 1 dargestellt wurde, können sowohl Regenerationsvermögen und -bestreben auf metahemeroben Standorten hoch sein. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, metahemerobe Standorte (also auch reine Schadstoffdeponien) hinsichtlich ihrer Regenerationsfähigkeit weiter zu unterteilen. Das geschieht wie folgt:

1. Ökotop und Zönose werden ständig mechanisch direkt beeinflußt (Betritt, Verdichtung),
2. Ökotop ist versiegelt oder wird durch gemeinsame Wirkung von substratabhängigen und -unabhängigen Faktoren beeinflußt (z. B. Bodenkontamination und Verdichtung), und
3. Ökotop wird durch substratabhängige Faktoren so beeinflußt, daß ein lebensfeindliches Milieu entsteht.

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Nun wird erkennbar, daß für eine ökologische Ansprache dieser metahemeroben Erscheinungsformen das Verhalten der Vegetation nicht ausreicht. Erst bei Betrachtung der gesamten Zönose wird die Differenzierung im metahemeroben Bereich deutlich. Unter Berücksichtigung der bisher von uns vorgenommenen Zuordnungen (Tauchnitz u. a. 1984, Kiesel u. a. 1985) unterscheiden wir deshalb folgende metahemeroben Stufen:

γ-metahemerob:
Phytocönose durch mechanische Beeinflussung vernichtet; Ökotop verdichtet; mikrobiell nicht tot; Veränderungen reichen nur in bestimmte Bodentiefen. Metahemerobie wird nur durch ständigen mechanischen Einfluß aufrechterhalten. Mit Aufhören der anthropogenen Beeinflussung setzt *sofort* eine biotische Regeneration ein.

β-metahemerob:
Phytocönose durch substratabhängige und -unabhängige Einflüsse vernichtet. Substrat ist bedingt lebensfeindlich. Nach Beendigung der anthropogenen Beeinflussung setzt nach Erreichung eines bestimmten chemisch-physikalischen Zustandes nach der zweiten Vegetationsperiode die Besiedlung durch Pflanzen ein. Die initialen Pflanzenbestände können über mehrere Vegetationsperioden in diesem Entwicklungsstadium verharren.

α-metahemerob:
Das Substrat ist durch seine chemischen und physikalischen Eigenschaften lebensfeindlich. Eine biotische Regeneration wird erst nach einer längeren chemisch-physikalischen Regenerationsphase möglich. Eine Vegetationsbesiedlung setzt frühestens in der dritten Vegetationsperiode ein.

4. Beispiele α-, β-, γ-metahemerober Zustände

Beispiele für solche Standorte möchten wir nachfolgend in Tab. 1 anführen.

Anhand von durchgeführten Vegetationsaufnahmen solcher Standorte, die in der Regel anfängliche Sukzessionsphasen und Stadien der Vegetationsentwicklung darstellen, wird die Regeneration dokumentiert.

Die Entwicklung γ-metahemerober Zustände zum polyhemeroben Bereich wird im allgemeinen durch die in den Spalten 1–3 der Tab. 1 aufgeführten Arten aufgezeigt. Es sind vor allem Betritt bzw. Verdichtung ertragende Species des Polygonion. Auch Deponien und andere oberflächlich verdichtete Standorte werden durch diese Arten besiedelt, bzw. diese sind in hohem Maße am Bestandsaufbau beteiligt. Deponien können darüber hinaus durch Neophyten mit extrem weiter ökologischer Amplitude, wie z. B. *Kochia scoparia* ssp. *densiflora* (Spalte 4) oder auch *Atriplex tatarica,* bei nachlassendem Betritt schnell besiedelt werden. Die Vitalität der Arten ist dann trotz hoher Dominanz sehr gering.

Entstehen durch die gemeinsame Wirkung substratunabhängiger und -abhängiger Faktoren β-metahemerobe Verhältnisse, wird deren Entwicklung zu weniger hemeroben Bereichen durch das Hinzutreten von Convolvulo-Agropyrion und Sisymbrion-Arten aufgezeigt (vgl. Spalte 6 mit Spalte 8).

Die Vegetationsaufnahmen in den Spalten 10 bis 16 belegen eine Sukzession von α-metahemeroben zu polyhemeroben Standorten. Charakteristische Arten sind *Puccinellia distans, Salsola kali, Funaria hygrometrica, Diplotaxis tenuifolia* und – *muralis.*

Je nach Intensität der wirkenden Einflüsse und ökologischer Amplitude der auftretenden Arten finden sich solche, die bei der Sukzession sowohl aus dem γ- und β-metahemeroben Bereich als auch aus dem β- und α-metahemeroben Bereich in die polyhemerobe Stufe eine Rolle spielen.

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Tabelle 1. Vegetationsbeispiele der Entwicklung metahemerober Standorte

	γ-metahemerob				β-metahemerob		
Spalte	1	2	3	4	5	6	7
Aufn. Zahl	13	11	3	3	4	5	6
Alter							
Artenzahl	6	9	9	5	5	12	15
1 *Matricaria discoidea*	+–3 IV	+ I	+ II		r II	+–1 II	
Sagina procumbens		1–2 V	1 IV		+–2! IV		
Eragrostis minor			+–1 V		2 IV		
2 *Bryum argenteum*		1–2 V	+–1 V		+–3 V	+–2 II	
Bryum cespiticium		1–2 III					
Ceratodon purpureus	+ I		1 II		+ II	1 I	
3 *Polygonum aviculare*	1–3 V	+–2 IV	+ IV	+–1 II	+ II	+ I	
Taraxacum officinale	+–1 IV	+–2 V				+ I	r–+ II
Poa annua	+–3 IV	1–3 V	+ II			+–1 II	+–2 IV
Plantago major	+–2 V	+–2 V	+ II	r–+ II		2 I	r–+ II
4 *Kochia scoparia* subsp. *densiflora*				2°–4° V			
Artemisia vulgaris J				+–1 III			+ I
Solidago canadensis J				r–+ II			
Daucus carota J							
5 *Poa compressa*						1–2 II	+–1 IV
Poa angustifolia							+–2 IV
Agropyron repens							2–5 V
Convolvulus arvensis							2–4 V
6 *Calamagrostis epigejos*							+–1 III
Matricaria maritima							r–+ II
Cirsium arvense							2 I
Atriplex patula							r I
Chenopodium rubrum							r I
Lepidium ruderale							
7 *Puccinellia distans*							
Salsola kali							
Funaria hygrometrica							
Diplotaxis tenuifolia							
Diplotaxis muralis							

In Tab. 1 kommen weiterhin vor: Spalte 2 *Betula pendula* J +–1 V; Spalte 6 *Crepis capillaris* +–1 II, *Conyza canadensis* +–1 II; Spalte 7 *Tussilago farfara* + III, *Chenopodium album* r I; Spalte 8 *Poa palustris* r I, *Senecio viscosus* r–2 V, *Rorippa palustris* r II; Spalte 9 *Atriplex tatarica* 1–2 III; Spalte 10 *Sonchus arvensis* r° II, *Phragmites australis* +° IV, *Eupatorium cannabium* r° IV; Spalte 11 *Sonchus oleraceus* r II; Spalte 13 *Lactuca serriola* r III; Spalte 14 *Oenothera paradoxa* r–1 II, *Populu spec.* +–2 V; Spalte 16 *Erigeron acris* r°, *Melilotus* spec. r°, *Crepis* spec. r°

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

	β-metahemerob		α-metahemerob						
	8	9	10	11	12	13	14	16	16
	6		3	6	4	4	6	2	1
		3	2–3	2–3	2–5	2–5	8	2–3	50
	14	3	11	6	10	9	8	5 3	5
1									
2									
3				r–1 V	r–+ V				
					r II	r II			
	r–2 III								
4									
		2°–5° V							
	r I			r–1 III		r II			
			r° II			r II	+–2 II		
			+° II			r–+ III	+ II	r	
5	+ III								
	r–1 IV							rJ	
	r II								
6	1 I		r–1 II		r°–+° III				
	r–1 III		2°–4 V	+–2 III	+° II	+° II		2 +°	
	+ II				r° II		r–+ III		
	r–5 III					r° II			
	3–5 V				r°–+ IV				
			r° II			r° I			
7		r II	r IV		+–1 V	2°–5 V		+ r°	
					r–+° V		1–3 V		
				1–2 II				4 5	
			r V		r° II		r–3 III		
									2°

Spalte 1 Polygono-Matricarietum; 4 Aufn. nach Hard 1983 u. 9 Aufn. n. Nezadal 1978
Spalte 2 Sagino-Bryetum; 9 Aufn. n. Nezadal 1978 u. 2 Aufn. n. Hard 1983
Spalte 3 Eragrostio-Polygonetum; 3 Aufn. n. Bornkamm 1974 u. 1 Aufn. n. Nezadal 1978
Spalte 4 3 Aufn. n. Kiesel n. p.
Spalte 5 Sagino-Bryetum; 3 Aufn. n. Bornkamm 1974 u. 1 Aufn. n. Hard 1983
Spalte 6 3 Aufn. n. Bornkamm 1974, 1 Aufn. n. Hard 1983 u. 1 Aufn. n. Kiesel n. p.
Spalte 7 Convolvulo-Agropyretum; 2 Aufn. n. Bornkamm 1974 u. 4 Aufn. n. Physek 1976
Spalte 8 Chenopodium rubrum-Bestände n. Physek 1976
Spalten 9–16 n. Kiesel n. p.

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

An allen Sukzessionen nehmen *Polygonum arviculare, Poa annua* und Jungpflanzen von *Artemisia vulgaris, Solidago canadensis* und *Daucus carota* teil. Die ersten beiden Arten sind jedoch schwerpunktmäßig an der Entwicklung aus dem γ-metahemeroben Bereich beteiligt.

Durch die Substratspezifität tritt vor allem beim Übergang aus dem α-metahemeroben zum polyhemeroben Bereich eine Entmischung der Arten ein, so daß sich in Abhängigkeit von diesem spezifischen und z. T. sehr stark voneinander verschiedene Pflanzenbestände herausbilden können.

Zusammenfassend möchten wir in einem Ökogramm (Abb. 4) unter Verwendung von Verdichtungsangaben bei Bornkamm u. a. (1977) das Gesagte darstellen.

Die Grenzen zwischen den Pflanzenbeständen innerhalb der einzelnen Hemerobiestufen sind dynamisch zu betrachten.

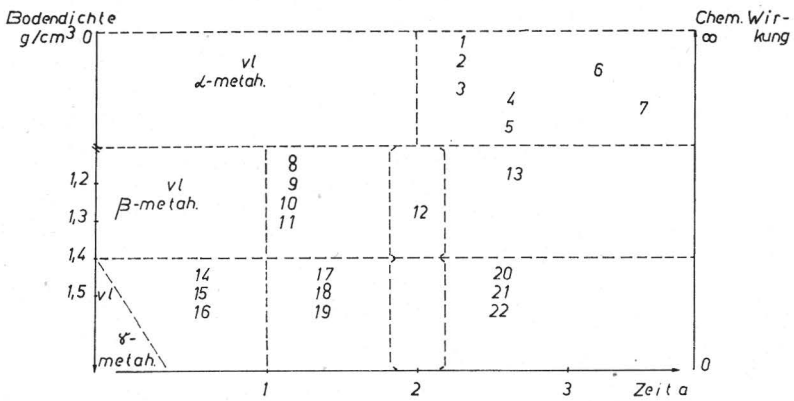

Abb. 4. Schematische Darstellung der metahemeroben Zustände in einem Ökogramm.
1 Chenopodietum glauco-rubri, *2* Chenopodium rubrum-Bestände, *3* Atriplex hastata-Atriplex nitens-Bestände, *4* Puccinellia distans-Bestände, *5* Moosstadien, *6* Calamagrostis epigeios-Bestände, *7* Silena vulgaris-Bestände, *8* Fragmente des Polygonomatricarietum, *9* Fragmente des Sagino-Bryetum, *10* Fragmente des Eragrostio-Polygonetum, *11* Eragrostis minor-Poa compressa-Bestände, *12* Poa pratensis-Poa compressa-Gesellschaft, *13* Agropyretum repentis, *14* Polygono-matricarietum, *15* Sagino-Bryetum, *16* Eragrostio-Polygonetum, *17* Lolio-Polygonetum, *18* Matricaria maritima-Conyza canadensis-Gesellschaft, *19* Poa irrigata-Poa compressa-Bestände, *20* Tanaceto-Artemisietum, *21* Melilotetum-albae officinalis, *22* Hordetum murini
metah. – metahemerob, chem. – chemische, vl – vegetationslos

Zusammenfassung

In vorliegender Arbeit wird die Möglichkeit und Notwendigkeit der weiteren Differenzierung der Hemerobiestufen aufgezeigt. Auf der Grundlage von Vegetationsaufnahmen und beobachteter bodenchemischer Verhältnisse von Standorten wird der metahemerobe Zustand in die α-, β- und γ-metahemeroben Stufen unterteilt.

Schrifttum

Blume, H.-P., und H. Sukopp: Ökologische Bedeutung anthropogener Bodenveränderungen. Schr. Reihe f. Vegetationskde. **10** (1976) 75–80.

Bornkamm, R.: Hemerobie und Landschaftsplanung. Landschaft u. Stadt **12** (2) (1980) 49–55.

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Bornkamm, R., und G. Meyer: Ökologische Untersuchungen an Pflanzengesellschaften unterschiedlicher Trittbelastung mit Hilfe der Gradientenanalyse. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. 19/20. Göttingen: Todenmann 1977, 225–240.

Bornkamm, R.: Die Unkrautvegetation im Bereich der Stadt Köln. I. Die Pflanzengesellschaften. Decheniana **126** (1974) 267–306.

Campbell, R.: Mikrobielle Ökologie. Berlin: Akademie-Verlag 1981.

Hard, G.: Die spontane Vegetation der Wohn- und Gewerbequartiere von Osnabrück (II). Osnabrücker naturwiss. Mitt. **10** (1983) 97–142.

Jalas, J.: Hemerobe und hemerokore Pflanzenarten. Ein terminologischer Reformversuch. Acta Societatis pro fauna et flora Fennica (Helsingfors) **72** (1955) 11, 1–15.

Kiesel, G., und J. Tauchnitz: Zum Einfluß des Deponiestandortes auf Vegetationsstruktur und Verlauf der Sekundärsukzession. Teil 1: Kommunalmüllenthaltende Deponien. Hercynai N. F., Leipzig **22** (1985) 1, 72–102.

Nezadel, W.: Ruderalpflanzengesellschaften der Stadt Erlangen. Teil I: Trittpflanzengesellschaften (Polygonion arvicularis BR.-BL. 1930). Hoppea Denkschr. Regensb. Bot.-Ges. **37** (1978) 309–335.

Pyšek, D.: Vegetation auf dem Gelände des VEB Chemische Betriebe Sokolov (Westböhmen). Fol. Mus. Rev. Natur. Boh. Occid. Botanica (Plzen) **8** (1976) 1–44.

Schlüter, H.: Biotische Diversität und ihr Regenerationsvermögen in der Landschaft. Petermanns Geographische Mitteilungen **1980** (1) 19–22.

Schlüter, H.: Geobotanische Kennzeichnung und vegetationsökologische Bewertung von Naturraumeinheiten. Arch. Naturschutz Landschaftsforsch. **22** (2) (1982) 69–77.

Sukopp, H.: Der Einfluß des Menschen auf die Vegetation. Vegetatio **XVII** (1–6) (1969) 360–371.

Tauchnitz, J., G. Kiesel, M. Hanrieder und H. Hennig: Die Vegetationsentwicklung auf verschiedenen Deponiestandorten und ihre ökologische Bewertung. Petermanns Geographische Mitteilungen **1984** (1), 25–30.

Tauchnitz, J., G. Kiesel, P. Czerney und W. Mahrla: Vorschläge zur Nomenklatur von Deponien und Bemerkungen zu Deponiebasisabdichtungen. Z. ges. Hyg. **31** (1985) (im Druck).

Uhlmann, D.: Die Möglichkeiten und Grenzen der Regenerierung geschädigter Ökosysteme. Sitzungsber. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math. Nat.-Kl. 112 (1977) H. 5, 1–50.

Dipl.-Biol. Günter Kiesel
Dr. sc. nat. Joachim Tauchnitz

Bezirkshygieneinspektion und -institut Leipzig
Fachgebiet Bodenhygiene

7010 Leipzig
Beethovenstraße 25

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Hercynia

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: 22

Autor(en)/Author(s): Kiesel Günter, Tauchnitz Joachim

Artikel/Article: Differenzierung metahemerober Standorte 204-211