

## Zur spontanen Begrünung der erzhaltigen und erzlosen Abbaudeponien in Böhmen

Spontánní zarůstání deponií po těžbě rudných a nerudných surovin v Čechách

Antonín Pyšek a Petr Pyšek

PYŠEK A. et PYŠEK P. (1988): Zur spontanen Begrünung der erzhaltigen und erzlosen Abbaudeponien in Böhmen. [The spontaneous revegetation on dumps from mining of ores and ametallic raw materials in Bohemia]. – Preslia, Praha, 60 : 133–155.

Keywords: Spontaneous succession on dumps, Synecology, Bohemia

The survey of 92 localities contains basic data on geographical location, climate, altitude, unit of reconstructed natural vegetation, area and sort of exploited raw material for each locality under study. The brief characteristic of vegetation colonizing dumps from mining is given. There are 428 species of higher plants growing on the localities investigated. The stands dominated by *Tussilago farfara*, *Melilotus alba*, *Artemisia vulgaris*, *Calamagrostis epigejos* and *Betula pendula-Salix caprea* are the most frequent communities. Generalized scheme of successional trends as well as remarks on management of spontaneous revegetation are presented.

Popelníková 52, 312 06 Plzeň, Tschechoslowakei

### EINLEITUNG

Die spontane pflanzliche Besiedlung der Substrate, die durch den Abbau der mineralischen Rohstoffe entstanden, ist vom Gesichtspunkt der Eingliederung dieser Lokalitäten in umliegende Landschaft bedeutend. Aus der Untersuchung der Sukzession auf diesen Standorten können solche Erkenntnisse hervorgehen, die man bei Rekultivationen ausnützen kann.

Die Arbeit synthetisiert die Ergebnisse des Studiums der Vegetation der Deponien nach dem Abbau von erzhaltigen und erzlosen Rohstoffen (weiter im Text nur „Deponien“), die in ganz Böhmen verteilt sind. Während der Vegetationsperioden 1983 und 1984 wurden 92 Lokalitäten dieses Typs untersucht. Eines der Hauptziele war die Artenzusammensetzung der Vegetation und die meist auftretende Gemeinschaften zu analysieren. Der Schwerpunkt dieser Arbeit ist die Charakteristik des Verlaufes der spontanen Sukzession, Die zur Rekultivationseingriffe angeführten Bemerkungen verstehen wir vor allem als Diskussionsentwurf.

### ARBEITSMETHODEN

Die Charakteristik der untersuchten Lokalitäten wird in Tab. 1 dargestellt. Die tabellarische Übersicht bringt geographische, geologische, klimatische sowie rekonstruktionsgeobotanische Angaben (MIKYŠKA et al. 1969, QUITT 1975). Neben den Ausgangsdaten werden hier auch die wichtigsten Merkmale der Vegetationsdecke der jeweiligen Lokalität (Anzahl der Arten und der Gesellschaften und Stadium der Begrünung) angegeben.

Tab. I. — Übersicht der Lokalitäten

Ordnungszahl	Lokalität	Kreis	klimatischer Rayon	Seehöhe (m)	Rekonstruktionseinheit	Fläche (m <sup>2</sup> )	abgebauter Kohlestoff	Artenzahl	Anzahl der Gesellschaften	Stadium der Begrünung
1	Barfoušov	HB	MW 5	474	Qrp	1500	Sulfide	14	2	BS
2	Bělčice-Újezdec	ST	MW 7	526	AP/Qrp	1000	Sulfide	64	7	BS
3	Běstvina	CR	W 2	338	Cb	4800	Pegmatit, Fluorit,	20	4	IS
4	Blahušov	CV	MW 11	465	Cb	3000	Baryt Fluorit,	20	2	BQ
5	Blížná	CK	MW 3	765	LF	25 000	Baryt	32	5	BS, RG
6	Bohutín-Havka	PB	MW 5	560	AP/Qrp/LF	20 000	Graphit Sulfide,	28	1	GW
7	Bohutín-Štěpánka	PB	MW 5	553	AP/Qrp/LP	1200	Kalzit,	37	2	IS
8	Bohutín-25. únor	PB	MW 5	550	3P/Qrp/LF	1500	Siderit	56	5	BS
9	Březové Hory-Anna	PB	MW 5	547	Qrp	1750	Sulfide	20	3	IS
10	Březové Hory-Marie	PB	MW 5	545	Qrp	2000	Sulfide	33	·	AG
11	Březové Hory-Prokop	PB	MW 5	543	Qrp	6000	Sulfide	32	4	AG
12	Březové Hory-Světlý	PB	MW 5	545	Qrp	900	Sulfide	28	3	RG
13	Březové Hory-Vojtěch	PB	MW 5	548	Qrp	1500	Sulfide	31	7	AG
14	Březové Hory- Vojtěšské píadlo	PB	MW 5	540	Qrp	75 000	Sulfide	46	8	IS, RG
15	Činovec-alte Halde	TP	K 6	835	LFm	2400	Zinnerz	19	4	BS
16	Činovec-junge Halde	TP	K 6	850	LFm	3000	Zinnerz	11	4	BS, IS, A
17	Činovec-Klärteich	TP	K 6	845	LFm	10 000	Zinnerz	14	2	BS
18	Čermín	BE	MW 11	450	Cb	1800	Kalzit	44	6	BS, RG
19	Čertovice	PS	MW 11	474	Qrp	600	Sulfide	30	2	AG
20	Červená lávka	TC	MW 11	399	Qrp	3500	Sulfide	26	4	IS, AG
21	Dlouhá Ves	HB	MW 5	465	Qrp	2000	Sulfide	17	1	BS

22	Domradice	CK RO	MW 3	500	szQ/AP	6000	Graphit	40	3	RG,ME,BS
23	Fjppovice		MW 11		AP/Qrp	30 000	Silikat- eisenorz	374	24	BS,AG,RG IS,ME,A, GW
24	Harrachov	SM	K 6	686	LF	8100	Baryt, Fluorit, Galenit	19	4	BS,KG
25	Horní Slavkov (Huber und Sehnöd)	SO	MW 3	580	Qrp	40 000	Zinnerz, Wolfram	48	5	BS
26	Horní Slavkov- neuer Klärteich	SO	MW 3	570	Qrp	70 000	Zinnerz, Lithium, Wolfram	24	4	IS,BS,A, RG
27	Horní Slavkov-neue Halde	SO	MW 3	570	Qrp	200	Zinn, Lithium, Wolfram	5	.	IS
28	Horní Slavkov- alter Klärteich	SO	MW 3	560	Qrp	60 000	Zinn, Lithium, Wolfram	17	1	BS
29	Horní Slavkov-Kanal	SO	MW 3	550	Qrp	2700	Zinn, Lithium, Wolfram	42	2	IS,A, BS
30	Hradčité	CV	MW 11	470	AP/EF	2100	Baryt, Fluorit	27	3	BS
31	Chrástany	CB	MW 11	451	Qrp	24 000	Graphit	55	4	ME,BS
32	Chrusterie	BE	MW 11	275	AP/Qrp	900	Silikateisen- erz	47	5	IS,BS
33	Chvalčice	PA	W 2	249	Cb/AP	75 000	Sulfide	40	4	RG,IS,BS
34	Chvalovice	PT	MW 5	465	Qrp	600	Graphit	18	3	BS
35	Jitové 1	DC	MW 4	276	LF	400	Fluorit	23	3	BS,RG
36	Jitové 2	DC	MW 4	254	LF	9000	Fluorit	3	29	BS
37	Jitové 4	DC	MW 4	282	LF	2500	Fluorit	10	3	BS
38	Jitové-Bohuliby	PZ	MW 10	381	Cb/Qrp	75 000	Gold	23	2	BS
39	Jitové-Radlík	PZ	MW 10	375	Cb/Qrp	2000	Gold	7	1	A

40	Jilové-Rotlev	PZ	MW 10	380	Cb/Qrp	400	Gold	16	2	RG,BS
41	Jilové-Studené	PZ	MW 10	380	Cb	1000	Gold	36	1	BS
42	Kaňk	KH	W 2	259	Cb	4500	Sulfide	54	5	BS
43	Koloděje	CB	MW 9	355	Qrp	2000	Graphit	60	3	RG,BS
44	Kovářská	CV	K 6	815	Pm	2000	Baryt, Fluorit	4	1	FW
45	Kozičín	PB	MW 7	582	Qrp	400	Sulfide	18	2	BS
46	Kozolupy-Čerínka	BE	MW 11	400	Cb/ssQ	40 000	Baustein	40	3	IS,A
47	Krásná Hora	PB	MW 10	434	Qrp	3200	Sulfide	36	2	IS,BS
48	Krásno	SO	MW 3	558	LF	2500	Feldspat	22	2	RG,BS
49	Krašovice	PS	MT 11	418	AP/Qrp	5500	Quarz	18	2	BS
50	Krupka	TP	W 2	300	El'	3500	Zinn	20	3	BS
51	Krušná Hora- Otročiněves	BE	MW 11	312	Cb	6000	Eisenerz	33	4	BS
52	Křížany	LB	MW 4	386	Qrp	2500	Baryt, Fluorit	57	4	BS,IS
53	Kšice	TC	MW 4	488	Qrp	750	Sulfide	27	1	BS
54	Lazec	CK	MW 3	590	Qrp	15 000	Graphit	75	5	IS,ME,A, BS
55	Libčice	BN	MW 10	420	Qrp	12 000	Gold	45	8	IS,ME
56	Loužnice	JN	MW 4	475	AP	2500	Daechschiefer	5	2	KG,BS
57	Měděnec-Klářteich	CV	K 6	845	LF	30 000	Magnetit- eisenstein	13	3	IS,KG
58	Měděnec-Deponie	CV	K 6	855	LF	3000	Magnetit- eisenstein	11	3	BS
59	Milešov-Deponie	PB	MW 7	401	AP/Qrp	10 000	Sulfide	65	5	ME
60	Milíkov-Benešovice	TC	MW 11	392	Qrp	2500	Sulfide	21	1	BS
61	Mokrá	CK	K 7	803	LF	400	Graphit	34	2	BS
62	Moldava	TP	K 6	725	AP/LFm	14 400	Baryt, Fluorit	47	4	KG,IS
63	Mořina	BE	W 2	355	Cb	3500	Baustein	18	2	IS,A
64	Mutějovice	R.A	MW	386	Qrp	20 000	Tonschiefer	21	4	IS,A,KG, BS
65	Netolice-neuer Klářteich	PT	MW 5	432	Qrp	20 000	Graphit	20	1	IS
66	Netolice-alter Klářteich	PT	MW 5	432	Qrp	12 000	Graphit	38	3	IS,RG,BS

67	Pernarec	PS	MW 11	474	Qrp	3000	7	2	BS
68	Podsedice	LT	W 2	282	Cb	15 000	34	4	IS,ME
69	Přebuz-Otlo	SO	K 6	886	BP	12 500	19	5	IS
70	Příbram-Huf	PB	MW 5	502	Qrp	90 000	27	2	IS,RG
71	Klářteich	PB	MW 5	523	Qrp	20 000	21	2	IS,ME
72	Příbram-Na vrších	PB	MW 5	508	Qrp	2000	18	1	BS
73	Příbram-Feudmand	PB	MW 5	502	Qrp	2500	36	2	IS,ME
74	Příbram-Lill	CV	K 7	725	LfIn	3000	38	4	IS,RG
74	Prásečnice	CV	K 7	725	LfIn	3000	38	4	IS,RG
75	Prásečnice-Václav	CV	K 7	730	LfIn	750	21	2	BS
76	Radčice	TA	MW 7	421	LF	8000	57	5	IS,A,RG, BS
77	Roudný	BN	MW 10	410	Qrp	5000	27	3	ME
78	Rybnice	SM	MW 4	469	EF	1800	34	2	BS,IS
79	Sobědruhy-								
80	Klářteich L.	TP	MW 9	217	Qrp	40 000	27	1	RG
80	Sobědruhy-Klářteich II.	TP	MW 9	210	Qrp	30 000	16	1	
81	Staré Ransko	HB	K 7	558	EF	4500	32	2	BS,KG
82	Tisová	SO	K 7	406	LF	6000	11	1	BS
83	Tetín-Súd	BE	W 2	321	ssQ/TAc	4000	41	5	IS,RG,A
84	Tetín-Nord	BE	W 2	321	ssQ/TAc	3600	47	4	IS,A
85	Trněný Újezd	BE	MW 11	368	Cb	4000	16	3	IS,A
86	Vlastějovice	KH	MW 9		Qrp	10 000	98	7	IS,BS,KG
87	Vrančice	PB	MW 5	535	Qrp	3200	60	3	RG,BS
88	Vrchoslav	TP	W 2	288	ssQ	6000	45	5	BS
89	Vysoká Pec-Řimbaba	PB	MW 5	575	AP/LF	2700	39	3	BS
90	Zdabof-Drkolhov	PB	MW 5	569	LF	7500	33	3	BS
91	Zdice-neue Deponie	BE	W 2	268	Cb	2000	18	2	IS,KG
92	Zdice-alte Deponie	BE	W 2	282	Cb	1000	22	2	BS,KG

- Legende: --- Kreis  
 BE --- Beroun, BN --- Benešov, CB --- České Budějovice, CK --- Český Krumlov, CR --- Chrudim, CV --- Chomutov, DC --- Děčín, HB --- Havlíč-  
 ký Brod, JN --- Jicin, KH --- Kutná Hora, LB --- Liberec, LT --- Litoměřice, PA --- Pardubice, PB --- Příbram, PS --- Píseň-sever, PT --- Pra-  
 chatice, PZ --- Praha-západ, RA --- Rakovník, RO --- Rokycany, SM --- Semily, SO --- Sokolov, ST --- Strakonice, TA --- Tábor, TC --- Tachov,  
 TP --- Teplice  
 --- klimatischer Rayon (nach Quitt (1975))  
 K 6 und K 7 --- kühle, MW 3, MW 4, MW 5, MW 7, MW 9, MW 10 und MW 11 --- mässig warme, W 2 --- warm  
 --- geobotanische Rekonstruktionseinheit  
 Qpp --- *Quercion robur-petraea*, AP --- *Abno-Palton*, Cb --- *Carpinion betuli*, LF --- *Luzulo-Fagion*, EF --- *Eu-Fagion*, LFm --- *Luzulo-Fagetum*  
*montanum*, sxQ --- *subxerophile Eichenwälder*, Pm --- *Piceetum montanum*, BP --- *Bazzanio-Piceetum*, TAc --- *Tilio-Acerion*  
 --- Stadium der Begrünung  
 BS --- Bestände *Betula pendula-Salix caprea*, IS --- initiale Stadien der Begrünung, BQ --- *Betulo-Quercetum*, RQ --- Rasengesellschaften, GW ---  
 gemischter Wald, AG --- angebaute Gehölze, A --- Bestände *Artemisia vulgaris*, ME --- Bestände *Melilotus alba*, KG --- Kahlschlaggesellschaften,  
 FW --- Fichtenwald

Von jeder untersuchten Deponie wurde das Arteninventar aufgenommen. Aus diesen Angaben wurde das Gesamtartenverzeichnis aufgestellt. In dieses Verzeichnis wurde nicht schon früher publizierte Lokalität Nr. 23 (Ejpvovice) eingereiht (PYŠEK A. et ŠANDOVÁ 1979). Die Quantität des Vorkommens der einzelnen Arten wurde durch die Anzahl der Lokalitäten erfasst, auf denen das Taxon registriert wurde. Die Nomenklatur der Idiotaxa entspricht der Exkursionsflora von Rothmaler et al. (1982). Bei den Arten, die sie nicht enthält, sind im Artenverzeichnis die Namen der Autoren angeführt.

Bei den sich wiederholenden Artenkombinationen (minimal an 10 untersuchten Lokalitäten) wurden die Aufnahmen nach der siebenstufigen Skala von Braun-Blanquet aufgenommen. Diese Bestände werden auch durch phytozoologische Tabellen belegt. Die Artendiversität wurde für jede Aufnahme durch den Wert des Shannon-Wiener Koeffizienten  $H'$  (REJMÁNEK 1973, ODUM 1977) ausgedrückt. Für die Berechnung wurden die Relevanzwerte verwendet, die für die Symbole der Braun-Blanquet-Skala eingesetzt wurden (BANNISTER 1966, PYŠEK P. et A. 1987). Auf den Deponien handelt es sich oft um fast monozönotische Bestände bestimmter Arten (gegebenenfalls Agglomerationen, in denen ein einzelnes Taxon überwiegt). Deshalb verzichten wir auf den Versuch, solche Bestände vom syntaxonomischen Gesichtspunkt aus zu charakterisieren. Es handelt sich in der überwiegenden Mehrzahl um Gemeinschaften die von Arten mit einer breiten ökologischen und zönologischen Amplitude zusammengesetzt sind. Diese Bestände haben hohe Variabilität der Artenzusammensetzung, die den lokalen ökologischen Bedingungen entspricht. Deshalb reihen wir sie in den phytozoologischen System nicht ein. Die Sukzession wurde durch Vergleich der Vegetation von verschieden alten Deponien, ev. verschieden alten Teile einer Deponie studiert.

Die zönologische Bearbeitung der Lokalitäten wurde durch Bodenanalysen ergänzt (Tab. 11).

#### PFLANZENARTEN DER DEPONIE

Nach der Anzahl der Lokalitäten, auf denen die Art festgestellt wurde, sind am verbreitetsten *Betula pendula* (74), *Salix caprea* (63), *Artemisia vulgaris* (48), *Tussilago farfara* (46), *Calamagrostis epigejos* (42), *Epilobium angustifolium* (41), *Agrostis stolonifera* subsp. *prorepens* (39), *Cirsium arvense* (34), *Arrhenatherum elatius*, *Daucus carota*, *Matricaria maritima* subsp. *inodora* (33), *Hypericum perforatum*, *Populus tremula* (32), *Melilotus alba*, *Urtica dioica* (31), *Poa compressa* (28) und *Medicago lupulina* var. *willdenowiana* (26).

Es wurden 428 Arten höherer Pflanzen festgestellt. Die Arten gehören 59 Familien an, von denen die folgenden am häufigsten vertreten sind: *Asteraceae* (66), *Poaceae* (44), *Fabaceae* (34) und *Rosaceae* (30). Die festgestellten Arten gehören zu 8 Lebensformen mit folgendem prozentualen Auftreten: Hemikryptophyte 53,1, Therophyte 20,6, Makrophanerophyte 8,2, Phanerophyte 7,8, Geophyte 3,9, Chamaephyte 3,7, Hemiphanerophyte 2,3 und Hydrophyte 0,4. Nach Art und Weise der Chorologie überwiegen: anemochore Arten (48,6 %), weiter exozoochore (17,1), autochore (12,7), endozoochore (8,6), anthropochore (6,2), myrmekochore (4,1) und hydrochore (2,7).

Der Artenreichtum der Deponien wird durch eine Reihe von Faktoren verursacht. Tab. 2 belegt den Rückgang der Artenanzahl in höheren Meeres-

Tab. 2. — Die durchschnittliche Artenzahl pro Lokalität in Abhängigkeit von Meereshöhe und Ausmass der Deponie.

Meereshöhe (m)	Fläche der Deponie (m <sup>2</sup> )			Durchschnitt
	bis 2000	2000—5000	mehr als 5000	
bis 350	27.5	32.0	31.8	30.9
350—500	27.5	23.6	40.8	31.2
500—650	31.0	36.8	35.8	31.4
mehr als 650	19.6	19.8	23.6	21.6
Durchschnitt	27.9	27.8	32.3	

höhen und gewisse Erhöhung mit wachsender Deponiefläche. Wenn wir die Deponien nach Substrat einteilen, gewinnen wir folgende durchschnittliche Artenanzahl pro Lokalität: Graphit 41,3, Kalzit, Karbonate 39,6, Sulfide 31,9, Eisenerz 30,0, Fluorit, Baryt 26,4, Sn, Li, W 22,2.

Im folgenden Artenverzeichnis ist bei jeder Art die Anzahl der festgestellten Vorkommen angeführt. Bei seltenen Arten (bis 6 Vorkommen) führen wir in Klammern Nummer der Lokalitäten an, die der Tab. 1 entsprechen.

#### VERZEICHNIS DER ARTEN

*Acer campestre* 2 (11, 84), *A. platanoides* 6 (11, 23, 29, 59, 71, 73), *A. pseudo-platanus* 21, *Achillea millefolium* subsp. *millefolium* 34, *Aegopodium podagraria* 2 (29, 52), *Aethusa cynapium* 1 (83), *Agrimonia eupatoria* 1 (54), *Agropyron repens* 25, *Agrostis stolonifera* subsp. *prorepens* 39, *A. tenuis* 17, *Ajuga genevensis* 2 (54, 86), *Alchemilla glaucescens* 1 (20), *A. monticola* 5 (16, 30, 44, 52, 74), *Alchemilla* sp. 1 (25), *Alnus glutinosa* 8, *A. incana* 6 (23, 52, 61, 66, 70, 80), *A. viridis* 1 (71), *Alopecurus aequalis* 1 (43), *A. pratensis* 8, *Amaranthus retroflexus* 2 (83, 84), *Anagallis arvensis* 6 (20, 54, 68, 73, 83, 87), *Anchusa arvensis* 1 (54), *Angelica sylvestris* 1 (29), *Anthemis arvensis* 1 (54), *Anthoxanthum odoratum* 3 (15, 17, 75), *Anthriscus sylvestris* 9, *Anthyllis vulneraria* 2 (78, 87), *Arctium lappa* 1 (46), *A. minus* 2 (59, 90), *A. tomentosum* 6 (18, 23, 34, 39, 68, 83), *Arctium* sp. 2 (32, 33), *Arenaria serpyllifolia* 6 (7, 8, 15, 54, 86, 87), *Arrhenatherum elatius* 33, *Artemisia absinthium* 1 (55), *A. campestris* 2 (47, 59), *A. vulgaris* 48, *Asperugo procumbens* 1 (68), *Astragalus glycyphyllos* 4 (22, 54, 81, 86), *Athyrium filix femina* 4 (35, 37, 69, 75), *Atriplex patula* 12, *A. prostrata* 2 (32, 68), *A. sagittata* Borkh. 14, *Avenula pubescens* 1 (54).

*Ballota nigra* 4 (7, 33, 55, 79), *Berteroa incana* 1 (87), *Betonica officinalis* 1 (54), *Betula pendula* 74, *B. pubescens* 2 (5, 17), *Brachypodium pinnatum* 2 (45, 72), *B. sylvaticum* 1 (6), *Bromus hordeaceus* 3 (43, 76, 90).

*Calamagrostis arundinacea* 1 (81), *C. epigejos* 42, *C. villosa* 3 (16, 74, 81), *Calluna vulgaris* 6 (1, 21, 25, 48, 49, 82), *Campanula patula* 6 (12, 31, 43, 52, 54, 61), *C. persicifolia* 1 (86), *C. rapunculoides* 7, *C. rotundifolia* 14, *C. trachelium* 2 (84, 86), *Capsella bursa-pastoris* 11, *Cardaminopsis arenosa* 2 (54, 86), *C. halleri* 1 (24), *Cardaria draba* 2 (20, 32), *Carduus acanthoides* 14, *C. crispus* 1 (86), *C. nutans* 8, *Carex hirta* 2 (43, 66), *C. canescens* 1 (30), *C. leporina* 2 (30, 62), *C. pallescens* 2 (5, 61), *C. panicea* 1 (61), *C. spicata* 2 (31, 86), *Carlina vulgaris* 1 (3), *Carpinus betulus* 3 (43, 49, 80), *Carum carvi* 2 (54,



55), *Centaurea jacea* subsp. *jacea* 11, *C. stoebe* 4 (18, 23, 47, 59), *Centaureum erythraea* 2 (39, 86), *Cerasus avium* 4 (2, 7, 11, 45), *C. mahaleb* 2 (49, 70), *Cerastium holosteoides* 15, *Chaenorrhinum minus* 8, *Chaerophyllum temulum* 1 (2), *Chamomilla recutita* 2 (59, 90), *Ch. suaveolens* 11, *Chelidonium majus* 1 (87), *Chenopodium album* 16, *Ch. ficifolium* 2 (14, 68), *Ch. glaucum* 4 (8, 23, 32, 59), *Ch. hybridum* 1 (68), *Ch. polyspermum* 4 (26, 59, 78, 90), *Ch. × pseudo-striatum* ZSCHACKE 1 (83), *Ch. strictum* 2 (68, 83), *Cichorium intybus* 5 (22, 32, 41, 83, 87), *Cirsium arvense* 34, *C. helenioides* 1 (62), *C. oleraceum* 1 (14), *C. palustre* 6 (30, 57, 61, 62, 74, 75), *C. vulgare* 20, *Clinopodium vulgare* 2 (49, 86), *Consolida ajacis* 1 (83), *C. regalis* 2 (49, 83), *Convolvulus arvensis* 4 (10, 14, 76, 77), *Conyza canadensis* 12, *Cornus sanguinea* 1 (84), *Coronilla varia* 10, *Corylus avellana* 7, *Crataegus oxyacantha* 5 (6, 11, 23, 31, 92), *Crataegus* sp. 2 (31, 61), *Crepis biennis* 11, *Cuscuta epithimum* 1 (54).

*Dactylis glomerata* 29, *Dactylorhiza fuchsii* subsp. *fuchsii* 1 (81), *Daucus carota* 33, *Deschampsia caespitosa* 8, *D. flexuosa* 14, *Descurainia sophia* 7, *Deutzia scabra* 1 (10), *Dianthus carthusianorum* 2 (47, 49), *D. deltoides* 4 (2, 6, 12, 72), *Dipsacus sylvestris* 2 (46, 79).

*Echinops sphaerocephalus* 2 (32, 84), *Echium vulgare* 21, *Elaeagnus angustifolia* 1 (70), *Epilobium adenocaulon* 11, *E. adnatum* 11, *E. angustifolium* 41, *E. collinum* 3 (20, 54, 70), *E. hirsutum* 3 (8, 26, 64), *E. lamyi* 2 (64, 73), *E. montanum* 3 (2, 16, 62), *Epipactis helleborine* 1 (81), *Equisetum arvense* 4 (17, 47, 66, 78), *E. palustre* 3 (5, 31, 81), *E. sylvaticum* 2 (5, 81), *Erigeron acris* 3 (22, 31, 86), *Erodium cicutarium* 3 (18, 47, 54), *Erysimum crepidifolium* 1 (92), *Eupatorium cannabinum* 2 (35, 88), *Euphorbia cyparissias* 6 (22, 31, 46, 47, 72, 86), *E. exigua* 1 (46), *E. helioscopia* 3 (54, 68, 83), *Euphrasia rostkoviana* 2 (39, 89), *E. stricta* 1 (87).

*Fagus sylvatica* 2 (50, 86), *Fallopia convolvulus* 12, *Festuca gigantea* 1 (29), *F. nigrescens* 1 (51), *F. ovina* 5 (14, 18, 45, 47, 73), *F. pratensis* 6 (2, 5, 43, 54, 61), *F. rubra* subsp. *rubra* 13, *Filago arvensis* 1 (86), *Forsythia* sp. 1 (9), *Fragaria vesca* 6 (2, 18, 54, 86, 87, 92), *Fraxinus excelsior* 10, *Fumaria officinalis* 1 (83).

*Galeopsis angustifolia* 1 (13), *G. bifida* 2 (29, 31), *G. pubescens* 2 (32, 54), *G. tetrahit* 3 (45, 47, 54), *Galinsoga parviflora* 1 (90), *Galium album* 14, *G. aparine* 9, *G. harznicum* 2 (30, 57), *G. pumilum* 3 (20, 47, 81), *G. sylvaticum* 1 (86), *G. verum* 4 (46, 49, 54, 63), *Geranium columbinum* 2 (85, 86), *G. dissectum* 1 (7), *G. pratense* 1 (40), *G. pusillum* 2 (59, 90), *G. robertianum* 11, *Glyceria plicata* 1 (81), *Gnaphalium sylvaticum* 2 (21, 64), *Geum urbanum* 2 (2, 55).

*Helianthemum nummularium* subsp. *obscurum* 5 (2, 6, 7, 45, 72), *Helianthus annuus* 2 (49, 68), *Heracleum mantegazzianum* SOMMIER et LEVIER 1 (41), *H. sphondylium* 5 (2, 29, 31, 61, 80), *Herniaria glabra* 3 (7, 73, 82), *Hesperis matronalis* 2 (11, 90), *Hieracium baubini* 2 (5, 78), *H. caespitosum* 5 (5, 31, 74, 75, 78), *H. lachenalii* 8, *H. laevigatum* 1 (15), *H. murorum* 5 (8, 71, 78, 81, 86), *H. pilosella* 8, *H. sabaudum* 9, *Holcus lanatus* 11, *H. mollis* 2 (8, 48), *Humulus lupulus* 1 (43), *Hypericum maculatum* 1 (7), *H. perforatum* 32,, *Hypochoeris radicata* 2 (7, 52).

*Impatiens parviflora* 1 (51), *Inula conyza* 2 (46, 84).

*Juncus articulatus* 2 (52, 81), *J. bufonius* 1 (66), *J. conglomeratus* 1 (70), *J. effusus* 5 (36, 43, 66, 81, 86), *J. filiformis* 1 (30), *J. inflexus* 1 (43), *J. tenuis* 1 (66).

*Knaulia arvensis* 7, *Koeleria pyramidata* 3 (47, 49, 54).

*Laburnum anagyroides* 1 (11), *Lactuca serriola* 9, *Lamium album* 2 (43, 46), *Larix decidua* 15, *Lathyrus pratensis* 4 (39, 43, 61, 86), *L. sylvestris* 3 (75, 81, 86), *L. tuberosus* 1 (49), *Lembotropis nigricans* 3 (5, 6, 65), *Leontodon autumnalis* 6 (2, 15, 16, 76, 78), *Leontodon hispidus* subsp. *hispidus* 8, *Leonurus cardiaca* 11, *Lepidium campestre* 1 (88), *L. ruderale* 1 (89), *Leucanthemum ircutianum* 16, *Ligustrum vulgare* 2 (9, 70), *Linaria vulgaris* 14, *Linum catharticum* 2 (74, 75), *Lolium multiflorum* 2 (34, 49), *L. perenne* 14, *Lonicera tatarica* 1 (92), *Lotus corniculatus* 25, *Lupinus polyphyllus* 2 (29, 48), *Luzula campestris* 2 (15, 75), *L. multiflora* 1 (5), *L. luzuloides* 1 (81), *Lychnis flos-cuculi* 2 (61, 86), *L. viscaria* 1 (31), *Lysimachia nemorum* 1 (81), *L. punctata* 1 (45), *Lythrum salicaria* 1 (43).

*Maianthemum bifolium* 1 (81), *Malus domestica* 3 (7, 10, 31), *Malva alcea* 1 (87), *Matricaria maritima* subsp. *inodora* 33, *Medicago falcata* 1 (84), *Medicago lupulina* var. *willdenowiana* 26, *M. sativa* 1 (49), *Melilotus alba* 31, *M. officinalis* 13, *Melilotus* sp. 7, *Mercurialis annua* 1 (83), *Meum athamanticum* 1 (17), *Moehringia trinervia* 1 (2), *Molinia caerulea* subsp. *caerulea* 1 (89), *Morus alba* 1 (10), *M. nigra* 1 (10), *Mycelis muralis* 2 (7, 50), *Myosotis arvensis* 4 (31, 62, 86, 89), *Myosoton aquaticum* 1 (33).

*Nardus stricta* 1 (1), *Neslia paniculata* 1 (54).

*Odontites vulgaris* 1 (55), *Oenothera biennis* 1 (43), *Origanum vulgare* 1 (54). *Papaver dubium* 2 (39, 59), *P. rhoeas* 10, *Pastinaca sativa* subsp. *sativa* 8, *Petasites albus* 1 (24), *P. hybridus* 1 (55), *Phalaris arundinacea* 2 (43, 62), *Philadelphus coronarius* 2 (10, 20), *Phleum phleoides* 1 (72), *P. pratense* 9, *Phragmites australis* 4 (51, 65, 70, 77), *Picea abies* 25, *P. pungens* 2 (10, 13), *Picris hieracioides* 2 (46, 84), *Pimpinella major* 3 (12, 54, 61), *P. saxifraga* 8, *Pinus mugo* subsp. *mugo* 1 (13), *P. nigra* 4 (10, 13, 18, 92), *P. sylvestris* 12, *Plantago lanceolata* 21, *P. major* subsp. *intermedia* 4 (33, 59, 76, 77), *P. major* subsp. *major* 13, *P. media* 6 (2, 8, 47, 59, 87, 89), *Poa angustifolia* 2 (22, 86), *P. annua* 17, *P. compressa* 28, *P. chaixii* 1 (17), *P. nemoralis* 7, *P. palustris* L. subsp. *xerotica* CHRTEK et JIRÁSEK 16, *P. pratensis* 20, *P. trivialis* 3 (34, 52, 54), *Polygonum arenastrum* 10, *P. brittingeri* 10, *P. lapathifolium* subsp. *lapathifolium* 6 (8, 27, 32, 83, 87, 90), *P. monspeliense* 1 (33), *P. persicaria* 1 (33), *Polygonatum verticillatum* 1 (81), *Populus balsamifera* 1 (79), *P. × canadensis* 1 (70), *P. nigra* 7, *P. tremula* 32, *Potentilla anserina* 3 (31, 54, 66), *P. argentea* 8, *P. reptans* 2 (41, 84), *P. supina* 1 (33), *P. tabernaemontani* 4 (2, 7, 18, 74), *Prunella vulgaris* 4 (38, 39, 74, 77), *Prunus cerasifera* 2 (31, 42), *P. domestica* 2 (11, 51), *P. insititia* 1 (51), *P. spinosa* 7, *Puccinellia distans* 3 (32, 47, 59), *Pyrus communis* 2 (2, 10).

*Quercus robur* 10, *Q. rubra* 3 (11, 20, 39).

*Ranunculus aconitifolius* 1 (58), *R. acris* 5 (15, 23, 24, 30, 61), *R. nemorosus* 1 (7), *R. repens* 11, *R. sceleratus* 1 (43), *Raphanus raphanistrum* 1 (76), *Reynoutria japonica* 2 (17, 70), *Rhus typhina* 1 (11), *Ribes rubrum* 1 (51), *Robinia pseudoacacia* 16, *Rorippa palustris* 1 (15), *R. sylvestris* 2 (83, 84), *Rosa canina* 15, *R. subcanina* (CHRIST) Soó 2 (45, 87), *Rosa* sp. 7, *Rubus caesius* 19, *Rubus fruticosus* agg. 12, *R. idaeus* 25, *Rumex acetosa* 7, *R. acetosella* 16, *R. aquaticus* 1 (62), *R. crispus* 23, *R. obtusifolius* subsp. *obtusifolius* 15, *R. tenuifolius* 1 (5).

*Sagina procumbens* 1 (86), *Salix alba* var. *alba* 5 (40, 41, 49, 54, 66), *S. alba* var. *vitellina* 1 (8), *S. aurita* 2 (61, 81), *S. caprea* 63, *S. cinerea* 1 (55), *S. fragilis* 10, *S. purpurea* 3 (44, 54, 78), *S. triandra* var. *discolor* 1 (70), *S. triandra* var. *triandra* 2 (43, 66), *Sambucus nigra* 16, *S. racemosa* 14, *Sanguisorba minor* 3

(20, 46, 85), *Sarothamnus scoparius* 4 (19, 45, 49, 86), *Scabiosa ochroleuca* 1 (49), *Scirpus sylvaticus* 1 (26), *Scleranthus annuus* 2 (12, 76), *S. perennis* 1 (2), *Scrophularia nodosa* 1 (32), *Sedum acre* 1 (13), *S. reflexum* 1 (72), *Senecio fuchsii* 11, *S. jacobea* 5 (4, 18, 46, 86, 87), *S. nemorensis* 1 (81), *S. viscosus* 13, *S. vulgaris* 4 (15, 48, 62, 68), *Silene alba* 4 (26, 32, 49, 79), *S. dioica* 1 (24), *S. nutans* 5 (2, 8, 11, 86, 90), *S. viscosa* 1 (68), *S. vulgaris* 12, *Sinapis arvensis* 7, *Sisymbrium loeselii* 3 (32, 33, 76), *S. officinale* 2 (68, 90), *Solanum nigrum* subsp. *nigrum* 8, *Solidago canadensis* 4 (7, 23, 38, 45), *S. gigantea* 1 (45), *Sonchus arvensis* 2 (8, 31), *S. asper* 3 (32, 49, 83), *S. oleraceus* 4 (7, 32, 83, 86), *Sorbus aucuparia* 17, *Spergularia rubra* 5 (24, 28, 47, 59, 86), *Spiraea vanhouttei* (BRIOT) ZABEL 1 (10), *Stachys recta* 1 (18), *Stellaria graminea* 3 (2, 6, 61), *S. media* 7, *Symphoricarpos albus* 1 (70), *Symphytum officinale* 1 (80), *Syringa vulgaris* 1 (7).

*Tanacetum corymbosum* 1 (6), *T. vulgare* 13, *Taraxacum officinale* 33, *Thlaspi arvense* 5 (8, 33, 43, 68, 83), *Thymus pulegioides* 11, *T. serpyllum* 2 (18, 89), *Tilia platyphyllos* 1 (43), *Torilis japonica* 7, *Tragopogon pratensis* 1 (55), *Trifolium arvense* 7, *T. campestre* 7, *T. dubium* 1 (43), *T. hybridum* subsp. *elegans* 11, *T. medium* 8, *T. montanum* 2 (4, 6), *T. pratense* 15, *T. repens* 23, *Trisetum flavescens* 1 (25), *Tussilago farfara* 46.

*Ulmus glabra* 1 (25), *Urtica dioica* 31, *U. urens* 1 (68).

*Vaccinium myrtillus* 3 (1, 21, 25), *V. vitis-idaea* 1 (25), *Verbascum densiflorum* 2 (31, 86), *V. lychnitis* 5 (13, 41, 43, 86, 87), *V. nigrum* 2 (2, 22), *V. phlomoides* 1 (76), *V. thapsus* 14, *Verbascum* sp. 7, *Veronica chamaedrys* 8, *V. officinalis* 2 (86, 87), *V. persica* 2 (38, 87), *Vicia angustifolia* 4 (20, 22, 59, 76), *V. cracca* 13, *V. hirsuta* 4 (2, 10, 54, 86), *V. sepium* 2 (2, 38), *V. sylvatica* 1 (6), *V. tenuifolia* 2 (22, 49), *V. tetrasperma* 7, *V. villosa* 1 (76), *Viola arvensis* 7, *V. palustris* 1 (81), *V. reichenbachiana* 1 (6), *V. tricolor* 4 (15, 57, 62, 74).

#### SPONTANE BEGRÜNUNG DER DEPONIE

In Anfangsstadien der Begrünung der Deponien durchsetzen sich fast ausschliesslich die anemochoren Arten. Der Diasporenvorrat im aufgeschütteten Substrat kann für Null gehalten werden (cf. PRACH 1982), und so entscheidet über die Zusammensetzung der Vegetation der Diasporennachschub aus der umliegenden Landschaft. Die anemochoren Arten verbreiten sich leicht und bilden in der Regel grosse Mengen von Samen (HARPER 1977, GRIME 1979), was eine schnelle Kolonisation der neu entstandenen Standorte ermöglicht. Im Zusammenhang mit dem Charakter der umliegenden Vegetation überwiegen in ersten Jahren nach der Aufschüttung der Deponie die Unkrautarten (*Matricaria maritima* subsp. *inodora*, *Sinapis arvensis*), Ruderalarten (*Tussilago farfara*, *Conyza canadensis*, *Cirsium arvense*, *Sisymbrium loeselii*, *Chaenorrhinum minus*) oder Kahlschlagarten (*Epilobium angustifolium*, *Senecio viscosus*).

Eine sehr oft vorkommende Dominante der Herden der Initialstadien ist *Tussilago farfara*. Nach der Besiedlung vermag diese Art ausgedehnte Bestände mit riesigen Rhizomsystemen zu bilden. Die Anwesenheit von weiteren Arten ist gering, was der sehr niedrige Wert  $H' = 1.92$  bestätigt. Es setzen sich vorwiegend Arten der weiteren Sukzessionsstadien durch — *Artemisia vulgaris*, *Epilobium angustifolium* und Arten des Verbandes *Dauco-Melilotion* (*Daucus carota*, *Melilotus alba*). In der Regel werden nach

einigen Vegetationsperioden die *Tussilago farfara*-Herden durch Gemeinschaften einer von diesen Arten ersetzt. Den Rückgang des Hufattichs fördert während des Sukzessionsverlaufes die Beschattung: zur Zeit, als diese Art die Blätter bildet, haben schon vor allem die Bestände von *Melilotus alba* und *Epilobium angustifolium* einen hohen Deckungsgrad.

Ziemlich oft kommt am Anfang der Besiedlung auch die Gemeinschaft mit dem Ädikatoren *Atriplex sagittata* vor. Diese Art kommt eher auf Deponien mit kleinerem Ausmass vor, wo sie Depressionen mit mässig erhöhtem Gehalt der Nährstoffe und alkalischer Substratreaktion bevorzugt (Tab. 11), was mit ihrer Verbreitungsweise (ausser Anemochorie auch Hydrochorie und Anthrochorie) zusammenhängt. Auf kleinen Deponien ist die Wahrscheinlichkeit des anthropogenen Diasporennachschubs grösser; in der Regel führt entlang oder querüber diese ein Zufahrtsweg, manchmal werden sie von den Menschen teilweise als wilde Schuttablagerungen verwendet usw. *Atriplex sagittata*-Bestände sind immer sehr artenarm und nebst der Leitart, die stets fast 100 % des Deckungsgrades erreicht, setzen sich andere Arten sehr wenig durch. Die Artendiversität  $H'$  ist die niedrigste von allen festgestellten Gemeinschaften — 1,50.

Eines der wichtigsten Folgestadien stellen auf den Deponien *Melilotus alba*-Gemeinschaften dar. Sie können auch als Initialstadium vorkommen.

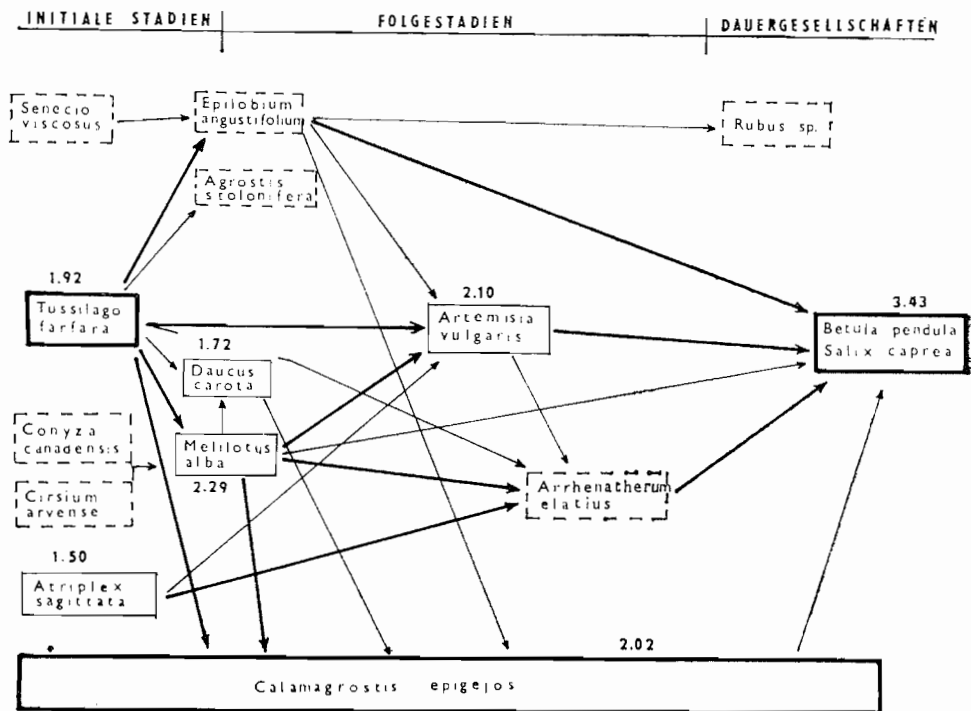


Abb. 1. — Syngenetisches Schema des spontanen Bewachsens. Stärke der Rahmen drückt die Vorkommenshäufigkeit aus, die von der starken zur unterbrochenen Linie herabsinkt. Stärkere Pfeiler stellen die öfter beobachteten Sukzessionsbeziehungen dar. Die Bestände sind mit Namen der Edifikatoren versehen und durch  $H'$ -Wert charakterisiert.

Die Artenzusammensetzung dieser Bestände widerspiegelt die sukzessionelle Stellung — mit höherer Stetigkeit wachsen hier Überreste aus den vorhergehenden Gemeinschaften (*Tussilago farfara*) und Arten, die in die *Melilotus alba*-Herden vordringen (*Artemisia vulgaris*, *Calamagrostis epigejos*). Die Gemeinschaft besiedelt Substrate verschiedenster mechanischer Eigenschaften, im Vergleich mit anderen Beständen wurde ein mässig erhöhter  $\text{Ca}^{2+}$  und  $\text{NO}_3^-$  — Gehalt festgestellt, was wahrscheinlich mit der biologischen Fähigkeit der Dominante zusammenhängt, den Luftstickstoff zu binden.

Vom syntaxonomischen Gesichtspunkt aus sind die Bestände ziemlich heterogen. Ein Teil des Aufnahmematerials ist mit Basalgesellschaft *Melilotus alba-officinalis*-[*Dauco-Melilotion*] (SISSINGH 1950) KOPECKÝ 1982, die KOPECKÝ (1982) für eine Degradationsphase des *Echio-Melilotetum* Tx. 1947 hält, vergleichbar. Mit dieser Assoziation kann man die Aufnahme Nr. 1 (Tab. 6), wo die Assoziationskennart *Echium vulgare* anwesend ist, gleichsetzen.

Eine ähnliche Artenzusammensetzung und ökologische Ansprüche weisen die Bestände mit überwiegender Art *Daucus carota* auf, die noch artenärmer sind ( $H' = 1,72$ ). Von den anderen Arten, deren Populationen in dieser Sukzessionsphase überwiegen können, sind *Epilobium angustifolium*, *Agrostis stolonifera* subsp. *prorepens*, *Agrostis tenuis*, *Deschampsia flexuosa* zu erwähnen. Die öfter vorkommenden Bestände sind in Abb. 1 angeführt.

Eine spezifische Stellung nehmen in der Sukzession auf den Deponien die Bestände mit dominierender *Calamagrostis epigejos* ein. Diese gegen Stress und Disturbanzen (GRIME 1979, PRACH 1985) beträchtlich resistente Art verbreitet sich auf die Deponien einerseits anemochorisch aus der Umgebung, andererseits agestochorisch — durch Lastwagen. Davon zeugt, dass oft die ersten Polykormone entlang des Zufahrtsweges oder direkt darauf erscheinen, woher sie sich nachher weiter auf die Deponiefläche verbreiten. Die Fähigkeit einer vegetativen Verbreitung und ihr mächtiges Wurzelsystem ermöglichen ausgedehnte Flächen einzunehmen. Im Vergleich mit den Ruderalstandorten in den Stadtsiedlungen (KOPECKÝ 1986) enthält das Substrat am Anfang seiner Besiedlung keine vegetativen Diasporen. Die *Calamagrostis epigejos*-Gemeinschaft erhält sich auf den Deponien von den Anfangsstadien der Besiedlung die ganze Zeit hindurch, während der die Autoren die Möglichkeit hatten die Sukzession zu untersuchen. Die ältesten Deponien, auf denen sie festgestellt wurde, waren 10—15 Jahre alt. Die Bestände erfahren nur geringfügige floristische Veränderungen (cf. PÝŠEK A. et P. 1985, KOPECKÝ et al. 1986), was durch die Konkurrenzfähigkeit der Dominante verursacht wird. KOPECKÝ et al. (op. c.) machen darauf aufmerksam, dass entsprechende Bestände sich erheblich konservativ gegen die Annahme von neuen Arten verhalten. Derivatgesellschaft *Calamagrostis epigejos*-[*Onopordetalia*], die sie aus dem Flugascheablageplatz SONP Kladno angeben, ist zwar artenreicher (die durchschnittliche Artenzahl 13,5,  $H'$ -Werte 3,26 und 3,10 im Vergleich mit 9,4, resp. 2,02 aus unserem Material), doch die Angabe über das Alter 8—16 Jahre stimmt mit unseren Beobachtungen überein. Der Unterschied besteht darin, dass auf den von uns untersuchten Deponien die *Calamagrostis epigejos*-Gemeinschaft schon vom Anfang der Besiedlung vorkommt.

Auf einigen Lokalitäten wurden die Übergänge zu den Vorwaldstadien mit *Betula pendula* und *Salix caprea* (z.B. Aufnahme 2, Tab. 5) beobachtet. Zu diesen sukzessionellen Veränderungen kommt es leichter im abfallenden

Terrain der Deponien und besonders der Klärteiche, wo die Erosion öfter auftritt. Die nackte Bodenoberfläche können dann die anemochoren Gehölze zum Anflug ausnützen (hauptsächlich *Betula pendula*, *Salix caprea*). Auf ausgedehnten ebenen Flächen ist die Besiedlung durch Gehölze weniger erfolgreich.

Die *Calamagrostis epigejos*-Herden besiedeln die Substrate mit einem sehr niedrigen Gehalt an Mineralnährstoffen und einer sauren Bodenreaktion (durchschnittlicher pH-Wert 5,6). Das muss nicht immer so sein, denn in der Literatur wird sie für eine mit einer eher indifferenten Beziehung zur Bodenreaktion vorkommende Art gehalten (ELLENBERG 1979). KOPECKÝ et al. (1986) erwähnen das alkalische Substrat, doch führen sie keine konkreten Werte an.

Ein analogischer Charakter des Vorkommens wurde auf den Deponien bei *Agropyron repens* beobachtet, was ähnlichen ökologischen Eigenschaften entspricht (cf. KOPECKÝ 1986). Die Quecke erscheint auf diesen Lokalitäten aber nicht so oft, was wahrscheinlich mit der niedrigeren Verbreitungsfähigkeit auf grössere Entfernungen und mit den höheren Nährstoffansprüchen zusammenhängt.

Von den Gesellschaften der Folgestadien (die man auf der Zeitachse nur sehr grob durch Angabe 5–10 Jahre abgrenzen kann) sind die Bestände mit Ädifikatoren *Artemisia vulgaris* ziemlich häufig. Sie entstehen aus verschiedenen Beständetypen (Abb. 1) und stellen einen breitblättriges Äquivalent der rasigen Bestände mit *Calamagrostis epigejos*, ev. *Arrhenatherum elatius* dort dar, wo es zu keiner Rasenbildung kam. Im Vergleich mit den bisher erwähnten Beständen ist die *Artemisia vulgaris*-Gemeinschaft artenreicher (12,2 pro Aufnahme). Die Artendiversität bleibt aber hinsichtlich der ausgeprägten Dominanz der Leitart niedrig ( $H' = 2,14$ ).

In der weiteren Entwicklung wurde der Übergang in Vorwaldgesellschaften mit *Betula pendula* und *Salix caprea* beobachtet. Diese stellen im Zeitmass unserer Studie gemeinsam mit den *Calamagrostis epigejos*-Beständen Dauergesellschaften der Sukzession auf den Deponien dar. Auf den meisten Lokalitäten, die seit Aufschütten der spontanen Besiedlung überlassen geblieben sind, bilden sie sich etwa zwischen dem 10. bis 15. Jahr. Die Baumschicht (durchschnittlicher Deckungsgrad 66 %) ist in der Regel mosaikartig entwickelt, auf der freien Fläche unter den Gehölzgruppen kommt es zur Verjüngung einiger Arten (*Betula pendula*, *Salix caprea*, *Populus tremula*). Diese bilden auch die Strauchschicht mit dem durchschnittlichem Deckungsgrad 30 %. Die Krautschicht ist floristisch verschiedenartig, es erscheinen hier Arten oder vorhergehende Sukzessionsstadien — Ruderal- und Wiesenarten — und es beginnen sich anspruchslose Waldarten durchzusetzen. Mit höherem Deckungsgrad wachsen hier *Calamagrostis epigejos* (Aufn. 2,5, Tab. 3), *Arrhenatherum elatius* (Aufn. 3,4), *Dactylis glomerata* oder *Festuca pratensis*. Oft ist eine Mooschicht ausgebildet (*Ceratodon purpureus*, *Polytrichum attenuatum*, *Webera nutans*).

Eine auffallende Eigenschaft des Substrates, auf dem diese Gemeinschaft wächst, ist die saure Bodenreaktion: der durchschnittliche Wert ist pH 5,5, in 5 Fällen aus der gesamten Zahl von 14 Abnahmen bewegte sich der pH-Wert zwischen 4–5. Die niedrigsten festgestellten Werte sind pH 3,69 und 3,80. Aus dem Vergleich mit anderen Gemeinschaften kann man einen etwa um eine Ordnung höheren  $PO_4^{3-}$ -Gehalt herauslesen.

Tab. 3. — Bestände von *Betula pendula* — *Salix caprea*

Nr. der Aufnahme	1.	2.	3.	4.	5.	Stetigkeit
Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> )	20	20	50	20	20	
Orientation in °	20o	5no	10n	20w	—	
Deckungsgrad (%) E <sub>3</sub>	70	80	70	70	40	
E <sub>2</sub>	10	20	20	40	60	
E <sub>1</sub>	70	90	90	90	90	
E <sub>0</sub>	10	20	20	10	—	
Artenzahl	13	11	29	21	10	
<hr/>						
E <sub>3</sub>						
<i>Betula pendula</i>	3	4	4	3	1	V.
<i>Salix caprea</i>	3	.	.	3	3	III.
<i>Populus tremula</i>	.	4	.	+	.	II.
<i>Pinus sylvestris</i>	.	.	2	1	.	II.
<i>Picea abies</i>	.	.	1	.	.	I.
<i>Salix purpurea</i>	.	.	1	.	.	I.
<i>Alnus incana</i>	.	.	.	.	2	I.
<i>Alnus glutinosa</i>	.	.	.	.	1	I.
E <sub>2</sub>						
<i>Betula pendula</i>	1	1	1	1	4	V.
<i>Salix caprea</i>	+	.	.	1	2	III.
<i>Rosa canina</i>	.	1	2	.	.	II.
<i>Populus tremula</i>	.	2	.	3	.	II.
<i>Sambucus racemosa</i>	.	.	.	2	.	I.
<i>Cerasus avium</i>	.	.	.	2	.	I.
<i>Corylus avellana</i>	1	.	.	.	.	I.
E <sub>1</sub>						
<i>Artemisia vulgaris</i>	r	.	+	1	.	III.
<i>Betula pendula</i>	.	+j	.	.	2j	II.
<i>Salix caprea</i>	.	.	rj	+j	.	II.
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	2	3	.	II.
<i>Hieracium sabaudum</i>	1	+	.	.	.	II.
<i>Hypericum perforatum</i>	+	.	1	.	.	II.
<i>Rubus caesius</i>	r	1	.	.	.	II.
<i>Heracleum sphondylium</i>	.	r	.	+	.	II.
<i>Calamagrostis epigejos</i>	.	3	.	.	3	II.
<i>Deschampsia caespitosa</i>	.	.	+	1	.	II.
<i>Pimpinella major</i>	.	.	r	+	.	II.
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	2	r	.	II.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	.	3	3	.	II.
<hr/>						
Nur in einziger Aufnahme: 3 — <i>Festuca pratensis</i> (Nr. 3), 2 — 2j — <i>Poa nemoralis</i> , <i>Rubus fruticosus</i> agg., <i>Corylus avellana</i> (1), <i>Lotus corniculatus</i> , <i>Trifolium medium</i> , <i>Astragalus glycyphyllos</i> , <i>Daucus carota</i> (3), <i>Galium pumilum</i> (4), 1 — <i>Poa compressa</i> (1), <i>Phleum pratense</i> , <i>Centaurea jacea</i> (2), <i>Vicia cracca</i> , <i>Linaria vulgaris</i> (4), <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Phragmites australis</i> (5), + — <i>Galium album</i> , <i>Origanum vulgare</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Agrimonia eupatoria</i> , <i>Poa trivialis</i> (3), <i>Urtica dioica</i> , <i>Lathyrus pratensis</i> , <i>Agropyron repens</i> , <i>Anthriscus sylvestris</i> (4), <i>Lembotropis nigricans</i> , <i>Trifolium pratense</i> (5), r — <i>Crataegus</i> sp. (1), <i>Torilis japonica</i> , <i>Betonica officinalis</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Galium verum</i> , <i>Pastinaca sativa</i> (3), <i>Equisetum arvense</i> (5).						
E <sub>0</sub>						
<i>Ceratodon purpureus</i>	.	.	2	1	.	II.
<i>Cladonia coniocraea</i>	1	1	.	.	.	II.
<i>Polytrichum attenuatum</i>	2	.	.	.	.	I.
<i>Webera nutans</i>	.	1	.	.	.	I.

Lokalisation der Aufnahmen: 1. Deponie Chrástany, 14. 6. 1983, 2. Deponie Chvalovice, 14. 6. 1983, 3. Deponie Lazec, 15. 6. 1983, 4. Deponie Mokrá, 15. 6. 1983, Inselchen im Feld, 5. Klärteich Netolice, 23. 8. 1983, westlicher Rand.

Tab. 4. — Bestände von *Tussilago farfara*

Nr. der Aufnahme	1.	2.	3.	4.	5.	Stetigkeit
Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> )	30	20	5	8	5	
Orientation in °	35o	15nw	5no	15w	10sw	
Deckungsgrad (%)	80	90	60	90	50	
Artenzahl	11	11	6	8	11	
<i>Tussilago farfara</i>	5	5	4	5	4	V.
<i>Artemisia vulgaris</i>	1	.	.	+	1	III.
<i>Epilobium angustifolium</i>	+	+	.	.	r	III.
<i>Daucus carota</i>	+	.	.	2	.	II.
<i>Medicago lupulina</i>	1	.	.	.	1	II.
<i>Calamagrostis epigejos</i>	+	.	.	.	+	II.
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	.	.	
<i>subsp. millefolium</i>	.	+	.	+	.	II.
<i>Senecio viscosus</i>	.	.	r	.	r	II.

Nur in einziger Aufnahme: 1—1j — *Betula pendula* (1), *Agrostis stolonifera subsp. prorepens*, *Tanacetum vulgare*, *Holcus mollis* (2), *Robinia pseudoacacia* (4), + — *Arrhenatherum elatius* (4), r—rj — *Cirsium arvense*, *Plantago lanceolata*, *Salix caprea*, *Potentilla anserina* (1), *Hypericum perforatum*, *Cirsium vulgare*, *Trisetum flavescens*, *Vicia cracca*, *Coronilla varia* (2), *Polygonum arenistrum*, *Sanguisorba minor*, *Euphorbia exigua*, *Carduus acanthoides* (3), *Picris hieracioides*, *Rosa sp.* (4), *Melilotus alba*, *Fallopia convulvulus*, *Conyza canadensis*, *Trifolium arvense*, *Galium aparine* (5).

Lokalisation der Aufnahmen: 1. Klärteich Netolice, 23. 8. 1983, Fuss des nördlichen Damms, 2. Halde Horní Slavkov, 19. 7. 1983, östlicher Rand, 3. Deponie Kozolupy—Čeřinka, 10. 9. 1983, Ebene in der Mitte, 4. Deponie Tetín—Nord, 10. 9. 1983, westlicher Hang, 5. Halde Vlastějovice, 18. 6. 1984, östliche Hänge.

Tab. 5. — Bestände von *Calamagrostis epigejos*

Nr. der Aufnahme	1.	2.	3.	4.	5.	Stetigkeit
Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> )	20	10	20	10	10	
Orientation in °	.	.	.	.	5sw	
Deckungsgrad (%)	100	100	100	100	90	
Artenzahl	9	9	16	7	6	
<i>Calamagrostis epigejos</i>	5	5	5	5	5	V.
<i>Hypericum perforatum</i>	2	.	1	.	r	III.
<i>Salix caprea</i>	.	2j	1j	+j	.	III.
<i>Tussilago farfara</i>	.	r	+	+	.	III.
<i>Betula pendula</i>	1j	1j	.	.	.	II.
<i>Melilotus alba</i>	.	r	.	.	+	II.
<i>Lotus corniculatus</i>	.	+	3	.	.	II.
<i>Epilobium angustifolium</i>	.	.	+	r	.	II.

Nur in einziger Aufnahme: 2 — *Galium album* (1), 1 — *Heracleum sphondylium* (1), *Trifolium arvense*, *Agrostis tenuis* (3), *Eupatorium cannabinum* (4), + — *Rubus caesius* (1), *Salix alba* (2), *Poa palustris subsp. xerotica*, *Cerastium holosteoides* (3), *Brodium cicutarium*, *Festuca rubra* (5), r — *Vicia cracca*, *Centaurea jacea*, *Galeopsis bifida* (1), *Daucus carota*, *Cirsium arvense* (2), *Centaureum erythraea*, *Juncus effusus*, *Campanula trachelium*, *Rumex acetosella*, *Cirsium vulgare*, *Carex spicata* (3), *Artemisia vulgaris*, *Tanacetum vulgare* (4), *Potentilla tabernaemontani* (5).

Lokalisation der Aufnahmen: 1. Deponie Chvalovice, 14. 6. 1983, der mittlere Teil, 2. Klärteich Netolice, 23. 8. 1983, Fuss des westlichen Damms, 3. Halde Vlastějovice, 18. 6. 1984, östlicher Rand, 4. Deponie Vrchoslav, 10. 7. 1984, der mittlere Teil, 5. Deponie Černín, 14. 7. 1984, südlicher Rand.



Tab. 6. — Bestände von *Melilotus alba*

Nr. der Aufnahme	1.	2.	3.	4.	5.	Stetigkeit
Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> )	30	20	20	10	20	
Orientation in °	20 <sub>so</sub>	.	5 <sub>nw</sub>	5 <sub>s</sub>	.	
Deckungsgrad (%)	100	100	100	90	100	
Artenzahl	10	10	8	7	10	
<i>Melilotus alba</i>	5	5	5	5	5	9.
<i>Tussilago farfara</i>	r	r	+	.	1	IV.
<i>Artemisia vulgaris</i>	r	+	.	r	.	III.
<i>Echium vulgare</i>	1	.	.	1	.	II.
<i>Trifolium arvense</i>	1	.	.	.	+	II.
<i>Hypericum perforatum</i>	r	.	.	.	r	II.
<i>Medicago lupulina</i>	1	.	.	.	1	II.
<i>Populus tremula</i>	+j	.	+j	.	.	II.
<i>Lotus corniculatus</i>	.	3	r	.	.	II.
<i>Trifolium medium</i>	.	4	.	.	+	II.
<i>Calamagrostis epigejos</i>	.	.	+	.	2	II.

Nur in einziger Aufnahme: 3 — *Cuscuta epithymum* (2), 2 — *Verbascum thapsus* (1), *Daucus carota*, *Coronilla varia* (2), 1—1j — *Trifolium hybridum* (2), *Betula pendula*, *Robinia pseudoacacia* (3), *Senecio jacobaea*, *Salix caprea* (5), + — *Carduus acanthoides* (4), *Achillea millefolium subsp. millefolium* (5), r — *Euphorbia cyparissias* (1), *Knautia arvensis* (2), *Potentilla anserina* (3), *Picris hieracioides*, *Cirsium arvense*, *Descurainia sophia* (4).

Lokalisation der Aufnahmen: 1. Deponie Domoradice, 17. 6. 1983, südöstlicher Hang, 2. Deponie Lazec, 15. 6. 1983, mittlerer Teil, 3. Klärteich Netolice, 23. 8. 1983, trockener Rand, 4. Deponie Tetín—Süd, 10. 9. 1983, obere Kante, 5. Deponie Milešov, 15. 7. 1984, mittlerer Teil.

Tab. 7. — Bestände von *Daucus carota*

Nr. der Aufnahme	1.	2.	3.	4.	5.	Stetigkeit
Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> )	10	20	10	20	30	
Orientation in °	5 <sub>s</sub>	5 <sub>sw</sub>	.	.	.	
Deckungsgrad (%)	80	90	90	80	80	
Artenzahl	9	8	10	6	6	
<i>Daucus carota</i>	4	5	3	4	5	V.
<i>Achillea millefolium</i> subsp. <i>millefolium</i>	+	.	2	1	+	IV.
<i>Lotus corniculatus</i>	r	+	r	+	.	IV.
<i>Poa compressa</i>	+	+	.	.	r	III.
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	1	+	r	III.
<i>Pastinaca sativa</i>	1	.	.	.	r	II.
<i>Melilotus sp.</i>	+	.	.	r	.	II.
<i>Melilotus alba</i>	.	1	r	.	.	II.
<i>Cirsium vulgare</i>	.	+	.	.	r	II.
<i>Crepis biennis</i>	.	r	r	.	.	II.
<i>Artemisia vulgaris</i>	.	r	.	r	.	II.

Nur in einziger Aufnahme: 1 — *Tussilago farfara* (1), + — *Trifolium repens*, *Taraxacum officinale* (3), r — *Poa pratensis*, *Rumex crispus* (1), *Atriplex patula* (2), *Agrostis stolonifera subsp. prorepens*, *Leontodon autumnalis* (3).

Lokalisation der Aufnahmen: 1. Deponie Tetín — Nord, 10. 9. 1983, mittlerer Teil der oberen Ebene, 2. Deponie Jilové — Studené, 17. 7. 1984, östlicher Fuss, 3. Klärteich Jilové — Studené, 17. 7. 1984, mittlerer Teil, 4. Deponie Běstvína, 20. 6. 1984, nördliche Hänge, 5. Deponie Chvaletice, 18. 7. 1984, Ebene der Halde.

Tab. 8. — Bestände von *Atriplex sagittata*

Nr. der Aufnahme	1.	2.	3.	4.	5.	Stetigkeit
Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> )	20	10	30	10	20	
Orientierung in °	50	5n	.	10w	.	
Deckungsgrad (%)	90	100	100	90	100	
Artenzahl	10	10	7	8	8	
<i>Atriplex sagittata</i>	5	5	5	5	5	V.
<i>Tussilago farfara</i>	r	r	+	r	1	V.
<i>Carduus acanthoides</i>	r	.	+	r	.	III.
<i>Daucus carota</i>	r	+	r	.	.	III.
<i>Chenopodium album</i>	.	r	.	+	r	III.
<i>Melilotus alba</i>	1	+	.	.	.	II.
<i>Rubus caesius</i>	.	r	r	.	.	II.
<i>Matricaria maritima</i>	.	.	.	.	.	
<i>subsp. ipodora</i>	.	r	r	.	.	II.

Nur in einziger Aufnahme: 2 — *Chenopodium strictum* (1), + — *Lactuca serriola* (2), *Sinapis arvensis* (3), *Plantago lanceolata*, *Taraxacum officinale* (4), *Poa palustris* subsp. *xerotica*, *Trifolium repens* (5), r — *Senecio viscosus*, *Echium vulgare*, *Fallopia convulvulus*, *Verbascum* sp. (1), *Atriplex patula*, *Amaranthus retroflexus* (2), *Chaenorrhinum minus*, *Artemisia vulgaris* (4), *Calamagrostis epigejos*, *Cirsium arvense*, *Epilobium angustifolium* (5).

Lokalisation der Aufnahmen: 1. Deponie Tetin — Süd, 10. 9. 1983, Kante des westlichen Hanges, 2. Deponie Tetin — Nord, 10. 9. 1983, obere Ebene, 3. Halde Podsedice, 27. 6. 1983, westlicher Rand, 4. Deponie Přebram — Lill, 2. 9. 1984, nordwestlicher Teil, 5. Neue Deponie Zdice, 4. 9. 1984, östlicher Fuss.

Auf den mit Wald benachbarten Lokalitäten kann man in Dauergesellschaften die Bestände mit überwiegenden Brombeeren-Arten (*Rubus fruticosus* agg., *R. caesius*) gliedern, die in der Sukzession der Kahlschlaggesellschaften mit *Epilobium angustifolium* folgen. Von den Gehölzen kommt auf solchen Lokalitäten öfter auch *Sambucus racemosa* vor.

Der generalisierte Verlauf der Sukzession ermöglicht es einige weitere Kenntnisse abzuleiten. Die Artendiversität der Gemeinschaften erhöht sich im Verlauf der Sukzession rahmenartig (cf. WHITTAKER 1975, ODUM 1977, SLAVÍKOVÁ 1986, PRACH 1982, 1985), ebenso wie die Artenzahl. Die höchsten Werte erreicht in *Betula pendula*-*Salix caprea*-Gesellschaft (s. Tab. 10), d.h. etwa nach 10. Jahren der Existenz der Deponie. Die Veränderungen im Chemismus des Substrats im Sukzessionsverlauf sind wenig ausgeprägt, und zwar nicht nur wenn wir die durchschnittlichen in Tab. 11 zusammengefassten Werte beurteilen, aber auch im Falle der Abnahmen, die auf einer Lokalität in Rhizosphäre nacheinander folgender Gemeinschaften durchgeführt wurden (PYŠEK A. et P. 1985).

Auffallend ist der Rückgang des pH-Wertes bei den *Betula pendula*-*Salix caprea*-Beständen dort, wo sie nach den Gemeinschaften mit *Artemisia vulgaris* folgen. *Betula pendula* wird für eine Art saurer Böden gehalten (OBERDORFER 1983) und offenbar trägt zum Versäuern des Substrates die Zersetzung deren abgefallenen Blätter (SLAVÍKOVÁ 1986).

#### SUKZESSION BEEINFLUSSENDE FAKTOREN

Für den entscheidenden Faktor des Verlaufes der Anfangsstadien der Sukzession auf den Deponien kann man der Diasporennachschub aus der Umgebung ansehen. Demnach erhöht sich die Bedeutung des umliegenden

Tab. 9. — Bestände von *Artemisia vulgaris*

Nr. der Aufnahme	1.	2.	3.	4.	5.	Stetigkeit
Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> )	10	15	20	20	30	
Orientation in °	5n	35sw	30sw	.	5s	
Deckungsgrad (%)	100	70	90	90	100	
Artenzahl	14	17	8	11	11	
<i>Artemisia vulgaris</i>	5	4	5	5	5	V.
<i>Cirsium arvense</i>	.	+	1	+	r	IV.
<i>Daucus carota</i>	3	r	.	+	.	III.
<i>Achillea millefolium</i>						
subsp. <i>millefolium</i>	1	.	.	r	+	III.
<i>Tussilago farfara</i>	.	1	.	r	+	III.
<i>Lactuca serriola</i>	.	r	r	.	.	II.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	+	.	+	.	.	II.
<i>Melilotus alba</i>	r	.	.	+	.	II.
<i>Erodium cicutarium</i>	r	.	.	.	r	II.
<i>Senecio viscosus</i>	r	r	.	.	.	II.
<i>Vicia hirsuta</i>	r	r	.	.	.	II.
<i>Capsella bursa — pastoris</i>	r	.	.	r	.	II.
<i>Chaenorrhinum minus</i>	r	.	.	.	r	II.
<i>Dactylis glomerata</i>	.	1	.	r	.	II.
<i>Epilobium angustifolium</i>	.	.	2	r	.	II.
<i>Atriplex sagittata</i>	.	.	+	.	+	II.
<i>Taraxacum officinale</i>	.	.	r	.	r	II.

Nur in einziger Aufnahme: 3 — *Arctium lappa* (2), 1 — *Descurainia sophia* (2), + — *Euhorbia cyparissias*, *Urtica dioica*, *Lamium album* (2), *Hieracium sylvaticum* (4), *Raphanus raphanistrum* (5), r — *Galeopsis pubescens*, *Festuca rubra*, *Plantago lanceolata*, *Galeopsis tetrahit* (1), *Rumex crispus*, *Carduus acanthoides*, *Atriplex patula*, *Poa pratensis* (2), *Rumex obtusifolius* subsp. *obtusifolius* (3), *Polygonum lapathifolium* subsp. *lapathifolium* (4), *Sonchus arvensis*, *Veronica chamaedrys* (5).

Lokalisation der Aufnahmen: 1. Deponie Lazec, 15. 6. 1983, östlicher Teil, 2. Deponie Kozolupy — Čeřinka, 10. 9. 1983, Ebene der Halde, 3. Deponie Trněný Újezd, 9. 9. 1983, nördlicher Hang, 4. Deponie Milešov, 15. 7. 1984, nördlicher Rand, 5. Deponie Radětice, 6. 8. 1984, Ebene der Halde.

Landschaftstyps, weil die Hauptquelle der Diasporen in primärer Sukzession die Kontaktgesellschaften sind (cf. BANÁSOVÁ 1976, SÁDLO 1983). Hinsichtlich der Tatsache, dass diese extremen Standorte durch Arten mit sehr breiter ökologischer Amplitude besiedelt werden, die im breiten Umfang der klimatischen und standörtlichen Bedingungen, sowie die Meereshöhe und sogar auch die Eigenschaften des Substrats auf den Sukzessionsverlauf keinen ausgeprägten Einfluss haben. Ähnlicherweise halten wir den Chemismus des Substrats für wenig bedeutend. In der Regel handelt es sich um nährstoffarme, oft extrem saure Substrate, deren Eigenschaften sich mit der Deponiealterung nicht allzuviel ändern. Die Verfasser neigen zur Ansicht, dass der Artenwechsel sich nach ihrer Autökologie und Konkurrenzfähigkeiten richtet (DRURY et NISBET 1973, PICKETT et BAZZAZ 1978, GLENN-LEVIN 1980, PEET et CHRISTENSEN 1980). Eine Ausnahme bilden die Deponien mit einem höheren Ionen-Gehalt der toxischen Elemente (As, Pb, Sn, Cu), wo es zu einer ausgeprägten Reduktion der Krautschicht und einem häufigen Absterben der Gehölze kommt (cf. PYŠEK A. et STOČES 1978). Als Beispiel lässt sich die Lokalität Přebuz anführen, wo folgende Werte

Tab. 10. — Charakteristik der häufigsten Bestände

Dominante des Bestandes	Anzahl der Lokalitäten	Artenanzahl pro Aufnahme	Gesamtartenzahl in 5 Aufnahmen	Durchschnitt	H' Umfang
<i>Betula pendula</i> - <i>Salix caprea</i>	51	16.8	60	3.43	2.83—4.27
<i>Tussilago farfara</i>	27	9.4	34	1.92	0.68—2.42
<i>Calamagrostis epigejos</i>	24	9.4	33	2.02	1.17—3.02
<i>Melilotus alba</i>	19	9.0	28	2.29	1.37—2.83
<i>Daucus carota</i>	11	7.8	19	1.72	0.79—2.31
<i>Atriplex sagittata</i>	10	8.6	26	1.50	1.26—1.82
<i>Artemisia vulgaris</i>	10	12.2	36	2.10	1.73—1.93
Durchschnittswerte des Gesamtaufnahmемaterials		10.5	33.7	2.14	

des As-Gehaltes (mg/l) festgestellt worden sind: 4,4 (*Picea abies*), 11,7 (Moosschicht) und 13,1 (ohne Vegetation).

Die meisten beobachteten Sukzessionsgesetzmässigkeiten kann man dem „competitive hierarchy succession model“ (HORN 1974) oder „tolerance model“ von CONNELL et SLATYER (1977) gleichsetzen. Zugleich bestätigen aber unsere Ergebnisse die Tatsache, auf die in seinen Studien PRACH (1983, 1985) aufmerksam macht, dass auf einem Standort es im Sukzessionsverlauf zur

Tab. 11. — Analysen der Bodenproben

Dominante	Anzahl der Analysen	Inhalt des Schotter über 4 mm	natürliche Schwerfmetallgehaltigkeit (%)	Inhalt der organischen Stoffen (%)		pH	PO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	Ca mg/l	K mg/l
				C	Humus					
<i>Betula pendula</i> - <i>Salix caprea</i>	14	24.5	18.8	2.2	3.9	5.5	0.28	11.5	112.3	5.2
<i>Tussilago farfara</i>	8	23.4	13.3	1.6	3.0	7.6	0.05	7.5	25.2	2.4
<i>Calamagrostis epigejos</i>	3	28.0	17.6	3.1	5.4	5.6	0.03	5.4	14.0	2.6
<i>Melilotus alba</i>	6	26.0	19.6	3.6	6.3	7.6	0.04	20.3	142.4	3.3
<i>Daucus carota</i>	1	10.0	14.9	1.1	2.1	7.7	—	12.5	32.3	0.8
<i>Atriplex sagittata</i>	2	34.0	12.3	1.1	1.8	8.7	0.10	19.3	22.2	8.9
<i>Artemisia vulgaris</i>	3	25.0	14.5	2.9	5.4	7.7	0.09	11.0	29.3	0.9
<i>Arrhenatherum elatius</i>	2	46.5	10.0	2.1	3.6	6.4	—	3.0	24.0	2.8
<i>Epilobium angustifolium</i>	1	48.0	8.5	0.3	0.6	6.0	0.20	1.4	6.4	0.8
<i>Agrostis stolonifera</i>	2	18.0	23.7	0.4	0.8	5.6	0.05	0.8	10.0	2.5

Kombinierung von verschiedenen Sukzessionsmodellen in Abhängigkeit von den Beziehungen zwischen den anwesenden Populationen kommt. Man kann *Calamagrostis epigejos* als Beispiel eines inhibition model (CONNELL et SLATYER op. c.) anführen, weil diese Art die Besiedlung von Gehölzen vermindert und so die weitere Sukzession blockiert.

Ausdehnung der Deponie zeigt sich darin, dass sich kleinflächige Lokalitäten leichter durch spontanes Bewachsen in die Landschaft eingliedern. Der Hauptunterschied zwischen den von uns untersuchten Lokalitäten und den nach dem Abbau der Braunkohle in der Umgebung von Most entstandenen Halden scheint besonders in deren Ausdehnung zu liegen. Wenn wir unsere Ergebnisse mit den Untersuchungen von PRACH (1982, 1983) aus diesem Bereich vergleichen, stellen wir fest, dass die Sukzession auf den Halden von Most langsamer verläuft, auch wenn die Folge einzelner Stadien des Bewachsens und in vielen Fällen auch die Dominanten (*Atriplex sagittata*, *Senecio viscosus*, *Epilobium angustifolium*, *Cirsium arvense*, *Arrhenatherum elatius*, *Calamagrostis epigejos*, *Betula pendula*) analog sind. Diese Tatsache hängt damit zusammen, dass kleine Lokalitäten einer verschiedenartigen Mosaik von Disturbanzen und damit auch heterogeneren und näheren Quellen von Diasporen ausgesetzt sind (ODUM 1978 sec. PRACH 1985). Im Einklang mit Ergebnissen von PRACH (op.c.) zeigen sich auch der Rahmenzuwachs der Artendiversität und Wechsel im Anteil der verschiedenen Lebensformen.

#### BEMERKUNGEN ZU DEN REKULTIVATIONSEINGRIFFEN

Die Gesamtheit der untersuchten Lokalitäten ist ziemlich verschiedenartig, was das Ausmass und den Relief der Deponie betrifft. Zu einer befriedigenden Eingliederung eines solchen Standortes in die Landschaft können mechanische Eingriffe verhelfen — für geeignet halten wir die Beseitigung von Resten der Abbautätigkeit, namentlich des Eisenschrotts, und eine etwaige Herrichtung des Deponiekörpers. Dort, wo durch Aufschüttung steile Hänge und scharfe Reliefformen entstanden sind, kann deren Abrunden und Auseinanderziehen die Erosionsgefahr vermindern und die Besiedlung von Vegetation erleichtern.

Der Vorteil der Besiedlung der neu entstandenen Standorte besteht in der Kontinuität der sich bildenden Vegetationsdecke mit der umliegenden Landschaft. Die Sukzession selber verläuft zu Vorwaldstadien, die vom Rekultivationsgesichtspunkt erwünscht und ästhetisch annehmbar sind. Trotzdem kann über gewisse Eingriffe nachgedacht werden, welche die Richtung und Schnelligkeit der spontanen Begrünung beeinflussten; solche Eingriffe werden schon seit langer Zeit mit verschiedenartigem Erfolg durchgeführt (die Aussaat von Hülsenfrüchtlern, die Pflanzung von Gehölzsämlingen).

Im Falle der von uns studierten Deponien, aber auch bei den Flugaschedeponien oder Braunkohlehalden (PRACH 1983, KOPECKÝ et al. 1986), ist *Calamagrostis epigejos* eine wichtige Art. Ihre Anwesenheit auf den Lokalitäten ist dadurch vorteilhaft, dass sie schnell einen mehr oder weniger geschlossenen Rasen bildet, der die Staubigkeit vermindert und die Erosion verhindert. Nachteilig sind dann aber die Blockierung und Aufschiebung der Entwicklung zu den Vorwaldstadien. Zur Beschleunigung der Sukzession könnte eine absichtliche Pflanzung von Sämlingen resistenter Gehölzarten

(*Betula pendula*, *Salix caprea*) in die Bestände von *Calamagrostis epigejos* beitragen (PYŠEK A. et P. 1985, KOPECKÝ et al. 1986); vorher ist es aber nötig die Fläche von Reitgraspolykormonen zu beseitigen. Das Aufschütten des Ackerbodens, das KOPECKÝ et al. (1986) vorschlagen, ist geeignet, aber wir halten es nötig die Bedingung der Flächenreinigung einzuhalten, denn anders könnte es zu einem Durchwachsen von *Calamagrostis epigejos*-Pflanzen durch die aufgeschüttete Schicht kommen. Es scheint, dass Eingriffe dieser Art auf den Lokalitäten mit dominierenden *Calamagrostis epigejos* höchst erwünscht sind, weil eine spontane Besiedlung ebenso wie eine nicht wohldurchdachte Pflanzung wenig effektiv sind.

Andere Sukzessionslinien (Abb. 1) laufen zu den gehölzartigen Gesellschaften schneller durch. Darüberhinaus ist dieser Entwicklungsverlauf vom Gesichtspunkt der Eigenschaftenverbesserung des Substrats (die Bereicherung von Nährstoffen, bessere Zersetzung der toten Biomasse) günstiger. Die Versuche diese Entwicklungsrichtung zu unterstützen, stellen die Aussaaten der Arten der Gattung *Melilotus* auf nackte Flächen dar. Ausserdem lässt sich über die Aussaat der Gräser und anderen dominanten nachdenken. Auf diese Problematik machen KOPECKÝ et al. (1986) aufmerksam. Als Problem und Diskussionsthema bleiben aber konkret im Falle der *Calamagrostis epigejos* die Frage, ob diese Art zu unterstützen wäre, damit es zu schneller Begrünung der Deponie kommen könnte, oder zu deren Beschränkung, um die Sukzession so schnell wie möglich zu den Vorwaldstadien zu fördern.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die Verfasser studierten in den Vegetationsperioden 1983–84 die Pflanzenwelt von 92 Deponien nach dem Abbau von erzhaltigen und erzlosen Rohstoffen in Böhmen. Auf diesen Lokalitäten wurden 428 Arten von höheren Pflanzen festgestellt.

Der Vegetationscharakter in der Umgebung der Deponie beeinflusst den spontanen Sukzessionsverlauf, weil bei sehr geringem Diasporenvorrat im aufgeschütteten Substrat der Nachschub aus der Umgebung entscheidend ist. Der Chemismus des Substrats ändert sich in Anfangsstadien des Bewachsens nicht ausgeprägt; der Artenwechsel ist durch autökologische Eigenschaften und Konkurrenzfähigkeiten der anwesenden Arten gegeben. Auf den Deponien behaupten sich am besten in den Anfangsstadien der Sukzession die anemochoren Arten, die im Stande sind nach der Besiedlung die intensive vegetative Verbreitung auszunutzen. Im Sukzessionsverlauf setzten sich vor allem folgende Dominanten durch: *Tussilago farfara*, *Melilotus alba*, *Artemisia vulgaris* und *Calamagrostis epigejos*. Die Artendiversität dieser Bestände ist sehr gering, die höchsten Werte erreicht in Vorwaldstadien mit *Betula pendula*-*Salix caprea*, die gemeinsam mit *Calamagrostis epigejos*-Beständen relativ ausdauerndes Sukzessionsglied auf untersuchten Standorten darstellen.

#### SHRNUTÍ

Práce se zabývá floristickými a vegetačními poměry deponií vzniklých těžbou rudných a nerudných surovin. Bylo prostudováno celkem 92 lokalit tohoto typu, na nichž bylo zjištěno 428 druhů.

Charakter vegetace v okolí deponie ovlivňuje průběh spontánní sukcese, neboť při velmi nízké zásobě diaspor v navezeném substrátu je rozhodující jejich přísun z okolí. Chemismus substrátu se v počátečních stádiích zarůstání výrazně nemění; směna druhů je dána jejich autekologií a konkurenčními schopnostmi. Nejlépe se uplatňují anemochorní druhy, schopné po uchycení zaujmout prostor intenzivním vegetativním šířením. V průběhu sukcese dominují tyto druhy: *Tussilago farfara*, *Melilotus alba*, *Artemisia vulgaris*, *Calamagrostis epigejos*. Druhovú diverzitu jejich porostů je velmi nízká, nejvyšších hodnot dosahuje v předlesových stádiích s *Betula pendula* a *Salix caprea*, která jsou spolu s porosty s dominující *Calamagrostis epigejos* poměrně trvalým sukcesním stádiem na studovaných stanovištích.

## LITERATUR

- BANÁSOVÁ V. (1976): Vegetácia medoných a antimónových hald. — Biol. Práce, Bratislava, 22 : 1—109.
- BERER W.-D. (1956): Beiträge zur Kenntnis der pflanzlichen Wiederbesiedlung von Halden des Braunkohlenbergbaus im nordwestsächsischen Raum. — Wiss. Z. Univ. Leipzig, ser. math.-natur., 1/2 : 207—211.
- CONNELL J. H. et SLATYER R. O. (1977): Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. — Am. Nat. 111 : 1119—1144.
- DRURY W. H. et NISBET I. C. T. (1973): Succession. — J. Arnold Arbor., Cambridge, 54 : 331 to 367.
- ELENBERG H. (1979): Zeigerwerte der Gefüsspflanzen Mitteleuropas. — Scripta Geobotanica, Göttingen, 9 : 1—122.
- GLENN-LEWIN D. C. (1980): The individualistic nature of plant community development. — Vegetatio, Haag, 43 : 141—146.
- GRIME J. P. (1979): Plant strategies and vegetation processes. — Chichester.
- HARPER J. L. (1977): Population biology of plants. — London.
- HORN H. S. (1974): The ecology of secondary succession. — Ann. Rev. Ecol. Syst., 5 : 25—37.
- KLEMM G. (1963): Zur pflanzlichen Besiedlung von Abraunkippen und — halden des Braunkohlenbergbaus. — Hercynia, Halle, 3/1 : 31—51.
- KOPECKÝ K. (1982): Die Ruderalpflanzengesellschaften im südwestlichen Teil von Praha (4). — Průsli, Praha, 54 : 123—139.
- (1986): Versuch einer Klassifizierung der ruderalen *Agropyron repens*- und *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaften unter Anwendung der deduktiven Methode. — Folia Geobot. Phytotax., Praha, 21 : 227—242.
- KOPECKÝ K., HOLUB M. et ČECHOVÁ L. (1986): Sukcese rostlinných společenstev na výsypce popílku z odhlučovačů nové ocelárny SONP Kladno u obce Dřív. — Zpr. Čs. Bot. Společ., Praha, 21 : 59—68.
- MÍKYŠKA R. et al. (1969): Geobotanická mapa ČSSR. I. České země. — Praha.
- OSBERDORFER E. (1983): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Ed. 5. — Stuttgart.
- ODUM E. P. (1977): Základy ekologie. — Praha.
- PEET R. K. et CHRISTENSEN N. L. (1980): Succession: A population process. — Vegetatio, 43 : 131—140.
- PICKET S. T. A. et BAZZAZ F. A. (1978): Organization of an assemblage of early successional species on a soil moisture gradient. — Ecology, 59 : 1248—1255.
- PRACH K. (1982): Vegetace na substrátech vzniklých těžbou nerostných surovin. — Acta Ecol. Natur. Reg., Praha, 49—50.
- (1983): Příspěvek k otázkám ekologické sukcese. — Ms. [Kandidát. Dis. Pr. Depon. In: BÚ ČSAV Příhonice u Prahy].
- (1985): Sukcese — jeden z ústředních pojmů ekologie. — Biologické listy, 50 : 205—217.
- PYŠEK A. et P. (1985): Rudné doly Příbram — fytoecologická expertiza. — Ms. [Závěr. Zpr. Depon. In: Stavební geologie Praha, arch. no. 03830183].
- PYŠEK A. et STOČES I. (1978): Ein Beitrag zur Kenntnis der Vegetation an blei- und zinkreichen Biotopen in der Erz-Areole des Massivs von Kladruby in Westböhmen. — Fol. Mus. Res. Nat. Bohemiae Occid., Plzeň, Geol. 13 : 1—16.
- PYŠEK A. et ŠANDOVÁ M. (1979): Die Vegetation der Abraunkippen von Ejovice. — Fol. Mus. Res. Nat. Bohemiae Occid., Plzeň, Bot. 12 : 1—56.
- PYŠEK P. et A. (1987): Analyse der Unkrautvegetation eines Gerstenfeldes mit Berücksichtigung des Deckungsgrades und der Wuchshöhe des Gerstenbestandes. — Folia Geobot. Phytotax., Praha, 22 : 225—239.
- QUIRT E. (1975): Klimatické oblasti ČSR. Mapa 1 : 500 000. — Brno.
- REJMÁNEK M. (1973): Druhová diverzita ve svých vztazích k jiným charakteristikám biocenóz. In: Pokorný V. [red.]: Vývoj fosilních ekosystémů a jejich složek. — UK, Praha.
- ROTHMALER W., SCHUBERT R. et VENT W. (1982): Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD 4. Kritischer Band. — Berlin.
- SÁDLO J. (1983): Vegetace lomů v Českém krasu. — Ms. [Dipl. Pr. Depon. In: Knih. Kat. Bot. VR Přírod. Fak. UK Praha].
- SLAVÍKOVÁ J. (1986): Ekologie rostlin. — Praha.
- WHITTAKER R. H. (1975): Communities and ecosystems. — New York.

Eingegangen am 10. Juni 1987