

Möglichkeiten und Grenzen des Ausgleiches von Eingriffen in den Naturhaushalt, dargestellt am Beispiel der Pflanzenwelt urban-industrieller Standorte

Herbert Sukopp und Barbara Markstein

Um über Ausgleich von Eingriffen in die Pflanzenwelt sprechen zu können, müssen einige Voraussetzungen für die Entwicklung von Ökosystemen nach Eingriffen geklärt sein.

1. Vegetations- und Bodenentwicklung

1.1 Bemerkungen zur Vegetationsentwicklung

1.11 Einwanderung von Arten

Die Besiedlung geeigneter Standorte wird durch die Geschwindigkeit bestimmt, mit der die Organismen diese entdecken und sich dort ansiedeln. Das »Entdecken« hängt von der räumlichen Verteilung der geeigneten Flächen und von der Ausbreitungsfähigkeit der Diasporen ab. Jeder Organismus erzeugt meist eine große Zahl von Sporen, Samen, Ablegern oder anderen Verbreitungseinheiten (Diasporen), die dafür sorgen, daß die betreffende Sippe sich zumindest erhält oder wenn möglich ausbreitet. Mit Hilfe dieser Diasporen gelingt es der Pflanze, ihr Areal ständig zu erweitern, wenn dem keine besonderen Hinderungsgründe entgegenstehen.

In einzelnen Beispielen sind Ausbreitungsprozesse vor allem neophytischer Arten dokumentiert worden. Z. B. haben RÜDENAUER u. a. (1974) die Ausbreitung der Knollensonnenblume (*Helianthus tuberosus*) in Baden-Württemberg kartographisch erfaßt. Für weitere Arten siehe: *Agropyron x obtusiusculum* (KRISCH 1981), *Ailanthus altissima* (WILHELM 1958, BÖCKER & KOWARIK 1982), *Bidens frondosa*

(WAGENITZ 1964), *Buddleja davidii* (KUNICK 1970 für Berlin), *Callitriche obtusangula* (KRAUSE 1971), *Echinochloa lobata* (HEINE 1962), *Galinsoga parviflora* und *G. ciliata* (NATHO 1958, DÄHNKE 1960, RICHTER-RETHWISCH 1966), *Galium rotundifolium* (SEBALD 1976), *Parietaria pensylvanica* (SUKOPP & SCHOLZ 1965), *Prunus serotina* (v. WENDORF 1952), *Robinia pseudacacia* (KOHLER 1963, KOHLER & SUKOPP 1964), *Rumex triangulivalvis* (SUKOPP & SCHOLZ 1966), *Senecio inaequidens* (KUHBIER 1977) sowie zahlreiche Untersuchungen über »Eisenbahnpflanzen«.

Auf einer Versuchsfläche bei Göttingen (SCHMIDT 1981) waren nach 10 Jahren von 267 Gefäßpflanzenarten 73 % solche, die bei Beginn des Versuchs im 1 km-Umkreis vorgekommen waren. Mehr als die Hälfte der 362 Arten des 1 km-Umkreises haben sich auf der Versuchsfläche angesiedelt. Weitere 49 Arten (18 %) waren im 5-10 km-Umkreis anzutreffen gewesen. Eine Aufteilung der Flora nach Verbreitungstypen ergab, daß windverbreitete Arten auf der Versuchsfläche 60 %, im 1 km-Umkreis dagegen nur 40 % aller Arten stellen. Dagegen waren die überwiegend durch Tiere verbreiteten Pflanzen mit 20 % auf der Versuchsfläche um fast die Hälfte weniger beteiligt als in der Flora der unmittelbaren Umgebung. Die Ergebnisse unterstreichen die große Bedeutung geeigneter Einwanderungsmöglichkeiten für die Vegetationsentwicklung (vgl. auch FISCHER 1982).

Anders liegen die Verhältnisse, wenn die neuen Standorte sich

Tabelle 1

Arten, die auf den Alkalihaldden in NW-England gefunden wurden, und die sich wahrscheinlich aus weit entfernten Populationen angesiedelt haben (Daten von H. ASH, aus BRADSHAW 1983)

Species	Wastes colonized	Nearest source	Dispersal
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	Leblanc	Coast	W
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Lime waste, sand waste	Coast/Mersey	B, A
<i>Blackstonia perfoliata</i>	Leblanc, sand waste, lime waste	Coast	W
<i>Briza media</i>	Leblanc	Mersey	W, B, A
<i>Carlina vulgaris</i>	Leblanc	Coast	W
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	Leblanc, pfa, sand waste	Coast/grassland	W
<i>D. incarnata</i> ssp. <i>coccinea</i>	Leblanc, pfa, sand waste	Coast	W
<i>D. purpurella</i>	Colliery, pfa, Leblanc	Coast/mosse	W
<i>D. praetermissa</i>	Leblanc, pfa, sand waste	Coast	W
<i>Daucus carota</i>	Sand waste, lime waste	Coast	B, A
<i>Diploxys muralis</i>	Leblanc	Coast/Mersey	B, A
<i>Echium vulgare</i>	Lime waste	Coast	B, A
<i>Erigeron acer</i>	Leblanc, blast furnace slag	Coast	W
<i>Festuca arundinacea</i>	Leblanc, sand waste, rubble	Coast/Mersey	B, A
<i>Gymnadenia conopsea</i>	Leblanc	Coast	W
<i>Linum catharticum</i>	Leblanc, b. f. slag, sand waste	Coast	W, B, A
<i>Ononis repens</i>	Lime waste, sand waste	Coast	B, A
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	Leblanc, colliery	Grassland	W
<i>Orehis morio</i>	Leblanc	Mersey valley	W
<i>Orobanche minor</i>	Leblanc	Coast	W
<i>Pastinaca sativa</i>	Lime waste, sand waste	Coast	B, A
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	Lime waste pond	Coast	B, A
<i>Reseda lutea</i>	B. f. slag, lime waste	Coast/Mersey	B, A
<i>R. luteola</i>	Colliery, Leblanc	Coast/Mersey	B, A
<i>Salix repens</i>	Leblanc, pfa, lime waste	Coast	W
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Lime waste pond	Coast	B, A
<i>Senecio erucifolius</i>	Lime waste, colliery	10 km away	W
<i>Sisyrinchium bermudiana</i>	Leblanc	Gardens	B, A
<i>Vicia hirsuta</i>	Lime waste, b. f. slag	Coast	B, A
<i>V. lathyroides</i>	Lime waste	Coast	B, A

W = Wind, B = Birds, A = Animals.

Minimum distances involved from coast = 30-40 km, from Mersey valley = 10 km.

schr von ihrer Umgebung unterscheiden – Inseln in einem Meer –, z. B. bei Halden und Aufschüttungen. Arten aus der direkten Nachbarschaft können eine Vielzahl von Ausbreitungsmechanismen besitzen, aber, wenn die nächste Quelle geeigneter Einwanderer in einer gewissen Entfernung liegt, wird die Besiedlung auf solche Arten, die sich über weite Strecken ausbreiten können, beschränkt sein. Das ist gut durch das Beispiel der bei dem Leblanç-Verfahren (Sodaherstellung) entstandenen alkalihaltigen Abfallhalden in Nordwest-England

belegt. Weil sie anfangs fast ganz aus Calciumhydroxid bestanden, ist ihre Flora auf Arten beschränkt, die diese speziellen Bedingungen tolerieren können. Es gibt für diese Arten fast keine natürlichen Habitate in der Nachbarschaft, so daß die Einwanderer auf solche mit extremen Ausbreitungsfähigkeiten beschränkt bleiben. Viele müssen 40 km von kalkreichen Sanddünen an der Küste hergeblasen worden sein (Tabelle 1) (BRADSHAW 1983).

Tabelle 2

Liste der bisher festgestellten Höchstlebensdauer von Samen im Boden (nach TOOLE und BROWN 1946, zit. nach SALISBURY 1961, KOCH 1969, HARRINGTON 1972, zit. nach COOK 1980 und ODUM 1978, ODUM in lit. 24, 6, 82) in Jahren, zusammengestellt von A. AUHAGEN*)

<i>Abutilon theophrasti</i>	39	<i>Lamium amplexicaule</i>	30
<i>Aethusa cynapium</i>	25	<i>Lamium purpureum</i>	30
<i>Agropyron repens</i>	10	<i>Lepidium virginicum</i>	40
<i>Agrostemma githago</i>	5	<i>Lithospermum arvense</i>	3
<i>Alechmilla arvensis</i>	68	<i>Lupinus arcticus</i> (in Eis)	10.000
<i>Alopecurus myosuroides</i>	11	<i>Malva neglecta</i>	150
<i>Amaranthus retroflexus</i>	40	<i>Malva rotundifolia</i>	20
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	40	<i>Malva sylvestris</i>	150
<i>Ambrosia trifida</i>	21	<i>Matricaria chamomilla</i>	11
<i>Anagallis arvensis</i>	150	<i>Matricaria inodora</i>	25
<i>Anchusa arvensis</i>	150	<i>Medicago lupulina</i>	80
<i>Anthemis arvensis</i>	11	<i>Melissa officinalis</i>	300
<i>Anthemis cotula</i>	25	<i>Myosotis arvensis</i>	30
<i>Anthemis tinctoria</i>	11	<i>Neslia paniculata</i>	10
<i>Apera spica-venti</i>	11	<i>Oenothera biennis</i>	30
<i>Arctium lappa</i>	39	<i>Onopordum acanthium</i>	550
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	11	<i>Oxalis fontana</i>	25
<i>Artemisia absinthium</i>	70	<i>Papaver dubium</i>	50
<i>Artemisia vulgaris</i>	92	<i>Papaver rhoeas</i>	26
<i>Atriplex patula</i>	58	<i>Papaver somniferum</i>	30
<i>Avena fatua</i>	8	<i>Pastinaca sativa</i>	16
<i>Bidens frondosa</i>	16	<i>Phalaris arundinacea</i>	30
<i>Bromus erectus</i>	1	<i>Plantago lanceolata</i>	16
<i>Bromus secalinus</i>	1	<i>Plantago major</i>	40
<i>Bromus tectorum</i>	2	<i>Poa annua</i>	68
<i>Bryonia alba</i>	300	<i>Polygonum aviculare</i>	400
<i>Calendula officinalis</i>	30	<i>Polygonum convovulus</i>	300
<i>Calystegia sepium</i>	39	<i>Polygonum hydropiper</i>	50
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	35	<i>Polygonum persicaria</i>	300
<i>Carduus crispus</i>	40	<i>Polygonum tomentosum</i>	10
<i>Caucalis platycarpus</i>	2	<i>Portulaca oleracea</i>	40
<i>Centaurea cyanus</i>	10	<i>Potentilla norvegica</i>	39
<i>Cerastium cespitosum</i>	92	<i>Ranunculus bulbosus</i>	51
<i>Chaenorrhinum minus</i>	300	<i>Ranunculus repens</i>	600
<i>Chenopodium album</i>	1700	<i>Raphanus raphanistrum</i>	100*
<i>Chenopodium glaucum</i>	100	<i>Rumex acetosella</i>	10
<i>Chenopodium hybridum</i>	39	<i>Rumex crispus</i>	70
<i>Chenopodium polyspermum</i>	80	<i>Rumex obtusifolius</i>	39
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	39	<i>Sagina procumbens</i>	2
<i>Chrysanthemum segetum</i>	10	<i>Sarothamnus scoparius</i>	80
<i>Cirsium arvense</i>	21	<i>Scleranthus annuus</i>	10
<i>Conium maculatum</i>	150	<i>Senecio vulgaris</i>	58
<i>Convolvulus sepium</i>	39	<i>Setaria glauca</i>	11
<i>Cuscuta epilinum</i>	1	<i>Setaria verticillata</i>	39
<i>Datura stramonium</i>	39	<i>Setaria viridis</i>	39
<i>Daucus carota</i>	10	<i>Silene alba</i>	70
<i>Delphinium consolida</i>	11	<i>Sinapis arvensis</i>	80
<i>Descurainia sophia</i>	30	<i>Sisymbrium altissimum</i>	10
<i>Digitaria sanguinalis</i>	3	<i>Sisymbrium officinale</i>	30
<i>Echinochloa crus-galli</i>	11	<i>Solanum nigrum</i>	80
<i>Erigeron canadensis</i>	11	<i>Sonchus oleraceus</i>	150
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	6	<i>Spergula arvensis</i>	1700*
<i>Euphorbia helioscopia</i>	68	<i>Stellaria media</i>	600
<i>Euphorbia peplus</i>	100	<i>Thlaspi arvense</i>	30
<i>Fumaria officinalis</i>	600	<i>Urtica urens</i>	100
<i>Galeopsis speciosa</i>	35	<i>Verbascum nigrum</i>	100
<i>Galeopsis tetrahit</i>	68	<i>Verbascum thapsiforme</i>	850
<i>Galinsoga parviflora</i>	20	<i>Verbascum thapsus</i>	650
<i>Galium aparine</i>	8	<i>Veronica arvensis</i>	30
<i>Galium vailantii</i>	11	<i>Veronica hederifolia</i>	8
<i>Geranium dissectum</i>	10	<i>Veronica persica</i>	58
<i>Geranium molle</i>	30	<i>Veronica serpyllifolia</i>	30
<i>Geranium pusillum</i>	30	<i>Vicia angustifolia</i>	20
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	100	<i>Vicia hirsuta</i>	25
<i>Helianthus annuus</i>	1	<i>Viola arvensis</i>	400
<i>Hyoscyamus niger</i>	800		
<i>Juncus bufonius</i>	300		

*) Herrn Dipl.-Ing. A. AUHAGEN danken wir herzlich für diese Zusammenstellung.

1.111 Die Samenbank im Boden

Ein anderer Fall liegt vor, wenn auf neuen Standorten einige Altbestände (z. B. FISCHER 1982) oder Samen im Boden erhalten bleiben. Die Samenbank unter Pflanzengesellschaften spiegelt die Geschichte der Vegetation eines Gebietes wider – »beeinflusst« durch die unterschiedlichen Verbreitungsfähigkeiten, den reproduktiven Output und die Langlebigkeit der Samen der Arten. Sich ansiedelnde Arten und Pionierarten neigen dazu, große Samenreserven im Boden zu hinterlassen, besonders landwirtschaftliche und Gartenunkräuter. Baumarten, vor allem diejenigen in einer fortgeschrittenen Sukzession und einer stabilen Umwelt, sind nur schwach in der Samenbank repräsentiert: sie überleben im Boden nicht lange. Durch Keimung, Tierfraß oder Verrotten gehen Samen der Samenbank verloren. Die Verlustrate stieg in den wenigen erforschten Fällen exponentiell an. Die Rolle von samenfressenden Tieren bei der Reduzierung der Samenbank ist kaum bekannt, aber die Aktivität der samenzersetzenden Krankheitskeime steigt mit der Zeit, während der eine Art ein Gebiet besetzt hält; außerdem wird die Samenverrottung sowohl von der Temperatur als auch von der Bodenfeuchte beeinflusst. Somit können die abiotischen Umweltfaktoren die Wahrscheinlichkeit für das Überleben eines Samens bestimmen, indem sie auf die Aktivität der Samenzerersetzer wirken (HARPER 1977).

Die Lebensdauer von Samen wurde entweder in Langzeitversuchen (1879 von BEAL, 1902 von DUVEL, s. COOK 1980) oder durch Aussaat von Samen untersucht, die bei archäologischen Grabungen gefunden wurden und deren Alter entweder direkt mit der Radiocarbonmethode oder indirekt durch archäologische Datierung der Kulturreste bestimmt wurde (z. B. ODUM 1965, 1974, 1978).

Die Lebensdauer der Samen ist artspezifisch außerordentlich unterschiedlich, wie die folgende Liste zeigt. Den Rekord halten bisher *Lupinus arcticus*-Samen, die in gefrorenem Zustand überdauerten und auch nach 10.000 Jahren noch keimfähig waren (PORSILD, HARINGTON und MULLIGAN 1967). Die Angaben der Tab. 2 stellen nur sehr grobe Richtwerte dar. Daten liegen meist nur für Ackerwildkräuter vor, bei denen die Werte unter entsprechenden Bedingungen oft noch höher liegen können.

Der Prozentsatz der nach einer bestimmten Zeit noch keimfähigen Samen ist artspezifisch sehr unterschiedlich. Während z. B. beim Flug-Hafer (*Avena fatua*) nach einem Jahr nur noch 18 % der Samen keimfähig sind, sind beim Stechapfel (*Datura stramonium*) nach 39 Jahren noch 91 % der Samen keimfähig (TOOLE und BROWN 1946).

1.12 Ansiedlung der angepaßten Arten (Ökese)

Die Umwelt, die einen Samen unmittelbar umgibt, bestimmt, ob er die Bedingungen, Ressourcen und Reize erhält, die er zum Keimen braucht. Im Größenmaßstab eines Samens betrachtet, kann die Bodenumwelt sehr heterogen sein. Diese Heterogenität in der Mikroumwelt, kombiniert mit der extremen Feinheit der Keimungsbedingungen, kann die Zahl der Sämlinge bestimmen, die aus der Samenbank zu Sämlingen rekrutiert werden (HARPER 1977).

Die chemischen Bedingungen der neuen Standorte sind offensichtlich ausschlaggebend und können ein rigoroses Sieb für angepaßte Arten darstellen, wie z. B. auf der Leblanc-Halde (Tab. 1).

Das kann zu einigen Überraschungen führen; bei der Besiedlung von Kohlenabraum in Yorkshire stand die Zahl der Arten in keinem Verhältnis zum Alter der Abraumhalden, wie man nach der normalen Sukzessionstheorie erwarten könnte; statt

dessen lag eine Abhängigkeit vom pH des Abraums vor – denn der Abraumsäuregrad ist ein Hauptfaktor für das Etablieren (BRADSHAW & CHADWICK 1980). Physikalische Faktoren spielen auch eine Rolle: auf Schieferhalden in Nord-Wales sind Bäume die vorherrschenden Besiedler, stärker als niedrigere Arten, da nur Bäume ein so tiefes Wurzelsystem besitzen, durch das die vegetationsfeindliche Oberfläche der Halde überwunden werden kann. Dies entspricht der dominierenden Rolle, die Sträucher und Bäume in anderen Sukzessionen auf grobem Material (z. B. Mount Shasta, DICKSON & CROCKER 1953) spielen.

1.13 Selektion neuer anpassungsfähiger Sippen

Der dritte Schritt, gleichzeitig mit dem zweiten, ist die Selektion von Sippen, die eine Anpassung zu extremen Bedingungen entwickeln können (Ökotypen). Das ist am offensichtlichsten bei der Besiedlung von Metall kontaminierten Halden. Bisher wurden in normalen Habitaten noch keine Arten entdeckt, die bereits eine Metallresistenz besitzen. Metalltolerante Populationen entwickeln sich durch natürliche Selektion aus normalen Populationen an Metall kontaminierten Stellen. Die Besiedlung hängt von der Fähigkeit ab, diese Toleranz zu entwickeln, was nur bestimmte Arten können (BRADSHAW 1983a).

Das Endergebnis an einem Standort ist eine sehr unterschiedliche Flora. Weil die Standorte anfangs offen zu sein scheinen, sind sie wohl sehr geeignet für Arten, die konkurrenzschwach sind, vorausgesetzt, sie bestehen die Schritte 1–3. Dies ist bei einigen Arten in Tabelle 1 sehr deutlich. Manchmal besitzen diese Standorte auffallende und ungewöhnliche Floren (GREENWOOD & GEMELL 1978); viele Standorte bilden Rückzugsgebiete für sonst seltene Arten (RATCLIFFE 1974). Die Artenzusammensetzung an Standorten kann sich nach den normalen biographischen Beziehungen richten, die zwischen Artenzahl und Flächengröße gefunden werden (GRAY 1982).

1.2 Zur Bodenentwicklung¹⁾

Nach der Erstbesiedlung treten große Veränderungen des Standortes auf, sobald die Sukzession fortschreitet.

1.21 Anreicherung von Nährstoffen

Im Laufe der Entwicklung reichern sich Nährstoffe sowohl im Boden als auch in Pflanzen an. Wenn Nährstoffe im Boden nicht in entsprechenden Mengen verfügbar sind, ist die Pflanzenentwicklung eingeschränkt. Das Anfangsniveau für viele Hauptnährstoffe ist in Böden aus Festgestein (z. B. Basalt) oft extrem niedrig, nicht hingegen in Böden aus vielen Lockergesteinen (z. B. Geschiebemergel). Besonders gilt dies für Stickstoff, weil er nicht Bestandteil der Bodenminerale ist, mit Ausnahme von Böden aus Marschenschlick.

Die Hauptprozesse, die zum Aufbau verfügbarer Mengen von Nährstoffen im Boden führen, sind:

- Verwittern von Bodenmineralen (besonders K, Mg, P und Ca);
- Niederschläge (besonders S und N);
- Biologische Bewegung aus tieferen Bodenhorizonten durch Pflanzenaktivität (besonders K und P) (KNABE 1973);
- Biologische Fixierung (N) durch Knöllchenbakterien, freilebende Bakterien (z. B. *Azotobacter*) oder bestimmte Blaualgen.

¹⁾ Für Durchsicht dieses Abschnittes danken wir Herrn Prof. Dr. H.-P. Blume, Kiel.

Bei Entwicklung im humiden Klima ist nicht entscheidend, daß Nährstoffe als Mineralbindung freigesetzt werden, sondern auch, daß sie vor einer Auswaschung bewahrt werden. Letzterem wirken entgegen eine Erhöhung des Nährstoffbindungsvermögens durch Silicatzerkleinerung (= größere Oberfläche), Tonbildung, Humusstoffbildung. Außerdem wirkt Bioturbation der Auswaschung entgegen.

Die entscheidende Rolle der biologischen Stickstofffixierung in der natürlichen Sukzession ist gut durch die klassischen Studien an Gletscherrückzugsgebieten mit Beispielen belegt.

1.22 Änderungen des Bodengefüges

Gleichzeitig finden Veränderungen im Bodengefüge statt, was weitgehend auf Pflanzen- wie auf Tieraktivität zurückzuführen ist. Am besten sichtbar ist die Änderung der Lagerungsdichte und damit im Porenvolumen. Die Ursachen von Porenvolumen-Änderungen hat BLUME (1968) zusammengefaßt:

Tabelle 1

Ursachen von Porenvolumen – Änderungen bei Böden

durch Verdichtungen	durch Lockerungen
Sackung	Hebung
Einregelung	Quellung
	Wurzelwachstum
lateral	
vertikal	
Einlagerung	Auslagerung
Humusakkumulation	Entkalkung
Fe-Kalkakkumulation	Tiertätigkeit
Tonverlagerung	Tonverlagerung
Mineralbildung	Sil.-Verwitterung

An der Glacier Bay änderte sich die Lagerungsdichte in 100 Jahren von 1,5 zu 0,7 (CROCKER & MAJOR 1955). In den wenigen Studien, die über verlassenes und degradiertes Land (Brach- und Ödland) gemacht wurden, scheinen die Änderungen langsamer vor sich zu gehen (SMITH, TRYON & TYNER 1971). Ob diese Veränderungen für die natürliche Entwicklung des Ökosystems entscheidend sind, ist nicht klar und muß untersucht werden. Natürlich ist es bewiesen, daß das Wurzelwachstum in Böden mit einer Lagerungsdichte größer als 1,6 eingeschränkt ist (RUSSEL 1977); und ein größeres Porenvolumen führt normalerweise zu verbesserter Infiltration und nutzbarer Wasserkapazität (BRADSHAW 1983). Wichtig ist auch das Entstehen biogener stabiler Aggregate (z. B. Krümel durch Regenwürmer), wodurch die Verschlämmungs- und Erosionsneigung geringer wird.

1.23 Änderungen der Toxizität

Veränderungen finden auch bei der Toxizität statt. Häufig bei Bergwerksabraum ist Versauerung hervorgerufen durch die Verwitterung von Pyrit. Zuerst verringert sich der pH durch eine fortschreitende Oxidation des Pyrits. Anschließend aber verringert die Langzeit-Verwitterung die Acidität, zumindest an den Oberflächenschichten (KNABE 1973). Schwermetallbelastung ist dauerhafter, weil Metalle im Boden fast ganz immobil sind. Daher können Schwermetallböden über Jahrhunderte vegetationslos bleiben (ERNST 1974).

Als Ergebnis dieser Veränderungen entwickelt sich das Ökosystem, was sich in der Biomasse und der Artenzusammensetzung ausdrückt. Leider ist die Gelegenheit nie wahrgenommen worden, eine zeitliche Serie von Aufzeichnungen über den gleichen Standort durchzuführen. Aber die fortschreitende Aufhäufung und Ablagerung erlaubt, daß man an einer Reihe

von Standorten mit einer Vegetation unterschiedlichen Alters zur gleichen Zeit stichhaltige Beobachtungen machen kann. Auf Halden z. B. gibt es eine geordnete Entwicklung von Boden und Vegetation. Der entscheidende Faktor scheint die Zunahme von Stickstoff zu sein; an anderen Faktoren ändert sich kaum etwas. Es könnte angewendet werden, daß die Änderungen in der Vegetation lediglich ein Ergebnis des unterschiedlichen Wachstums und der Konkurrenz sind (DRURY & NISBET 1973). Aber die meisten der wichtigen Arten sind von Anfang an vorhanden (EGLER 1954) und diejenigen, die zu späteren Stadien der Sukzession gehören, beginnen nur dann schnell zu wachsen, wenn eine Bodenentwicklung mit Akkumulation von Stickstoff stattgefunden hat.

Eine »natürliche« Entwicklung auf diesen urban-industriellen Standorten kann zu sehr interessanten Ökosystemen führen; einige davon sind als ökologische Rückzugsgebiete so wertvoll, daß sie so erhalten bleiben sollen wie sie sind (s. Abschnitt 3).

2. Grad der Ersetzbarkeit

Definitionen von Eingriff und Ausgleich, die sich auf Leistungen und Funktionen des Naturhaushaltes beziehen (z. B. KRAUSE & WINKELBRANDT 1982), erfassen nicht alle Aspekte, deren Beachtung für ein Urteil notwendig ist. Bestimmte Funktionen wie Belüftung oder Erholung lassen sich in bestimmter Weise ausgleichen. Dagegen sind Ausgleich oder Ersatz unter historischem Aspekt nicht möglich, wenn es sich um Phänomene von Einmaligkeit, Eigenart oder Heimat (in Neudeutsch »Identität der Bewohner mit ihrer Umgebung«) handelt. Hierzu zwei Beispiele.

a) Für den Tegeler Forst in Berlin ist prinzipiell kein Ersatz möglich, weil

1. alle alten Wälder funktionell nicht gleichwertig herstellbar sind und damit historisch einmalig sind und 2. dieser Wald, in dem Alexander von Humboldt die Grundlagen der Ökologie geschaffen hat, schon aus diesem Grunde einmalig ist.

b) In der stark kriegszerstörten Innenstadt von Berlin finden sich noch heute große, zusammenhängende Flächen mit hohem Anteil an spontaner Vegetation auf Trümmergrundstücken (z. B. Diplomatenviertel) sowie auf wenig genutzten Bahnanlagen. Diese Freiflächen sind zugleich das bedeutendste Erholungsgebietspotential der Innenstadt.

Durch die Kriegszerstörungen gab es für Flora und Fauna eine historisch (hoffentlich) einmalige Gelegenheit, sich innerhalb des Stadtgebietes auszubreiten und Lebensgemeinschaften zu entwickeln. Mit dem Wiederaufbau der Stadt sind die Lebensmöglichkeiten für wildwachsende Pflanzen und wildlebende Tiere im besiedelten Bereich auf Restflächen reduziert worden. Von den heutigen Freiflächen sind folgende für die Erhaltung der Lebensgemeinschaften, die an städtische Bedingungen angepaßt sind, besonders wertvoll (AUHAGEN 1982):

– Seit 1945 kontinuierlich ungenutzte und ungestörte Freiflächen. Die Wahrscheinlichkeit, in solchen Gebieten seltene Arten anzutreffen, ist wesentlich größer als in Gebieten, die erst später aus der Nutzung genommen worden sind oder deren Vegetationsdecke zwischenzeitlich beseitigt worden ist. Denn primäre Refugialgebiete, die noch aus der Zeit der günstigsten Ausbreitungsbedingungen stammen, bieten auch wenig beweglichen Arten gute Überlebenschancen im Gegensatz zu sekundären Refugialgebieten, die erst unter wesentlich schlechteren Bedingungen besiedelt werden konnten, nämlich als die Lebensräume schon isoliert (»verinselt«) waren.

– Große, zusammenhängende Freiflächen. Viele Tierarten reagieren empfindlich gegenüber äußeren Störungen und brauchen deshalb Pufferzonen zwischen den Störquellen und

ihrem Lebensraum. Viele flugunfähige Tierarten sind nicht in der Lage, kleine Bereiche, die ihren ökologischen Ansprüchen nicht gerecht werden (z. B. Straßen), zu überqueren. Für solche Arten kann ein Lebensraum, der aus menschlicher Sicht einheitlich zu sein scheint, in viele kleine Lebensrauminselfen zersplittert sein. Die Individuen dieser Art finden nicht mehr zueinander, so daß der Fortpflanzungserfolg ausbleibt und die Population erlischt. Auch Pflanzenarten, deren Früchte durch flugunfähige Tierarten verbreitet werden, sind indirekt von der Lebensraumzerschneidung betroffen.

– Freiflächen mit hoher Standortvielfalt. Freiflächen, die verschiedene Substrate und ein bewegtes Relief aufweisen, bilden bei ungestörter Entwicklung ein Mosaik verschiedener Pflanzengesellschaften aus und begünstigen die Ansiedlung zahlreicher Tierarten.

– In dicht besiedelten Bereichen gelegene nicht versiegelte Freiflächen. Viele Pflanzen- und Tierarten städtischer Lebensgemeinschaften stammen aus südlichen Ländern. Sie können in Berlin überhaupt nur im Stadtinnenbereich, der im ganzen Jahr wärmer als das Umland ist, dauerhaft leben.

Die überwiegend brachliegenden Bahnanlagen zwischen Landwehrkanal und Teltowkanal erfüllen alle diese Bedingungen so gut wie keine andere Freifläche in Berlin. Außerdem sind sie Ausgangspunkt für die Einwanderung vieler Arten gewesen, die mit Eisenbahntransporten aus ganz Europa nach Berlin verschleppt worden sind. Wegen dieser Faktorenkombination ist das Gebiet – zumindest in Berlin (vermutlich aber weltweit) – einmalig sowie räumlich und zeitlich unersetzbar.

3. Der geplante Ausbau einer Güterbahnhofsanlage – Eingriffsdefinition, Ausgleich und Ersatz

Auf einem Areal von rd. 73 ha ist in Berlin-Schöneberg der Ausbau einer Güterbahnhofsanlage geplant. Die beanspruchte Fläche setzt sich zusammen aus den derzeit stillgelegten oder nur teilweise genutzten Bahnhofsanlagen.

In einem Vorgutachten zum landschaftspflegerischen Begleitplan wurden das Ausmaß der Eingriffe in den Organismenbestand, das Landschaftsbild und der Naturhaushalt dargelegt sowie Vorschläge für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen gegeben (ÖKOLOGIE & PLANUNG/FLECHNER 1982). Die Ergebnisse dieser Untersuchung sollen im folgenden dargestellt werden.

Der Neu- und Ausbau des geplanten Südgüterbahnhofs auf der Fläche des Schöneberger Südgeländes stellt einen Eingriff im Sinne des Berliner Naturschutzgesetzes vom Januar 1979 dar, da es sich um eine Veränderung der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen handelt, die die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes oder das Landschaftsbild erheblich oder nachhaltig beeinträchtigen können. Eingriffe sind hier insbesondere:

»– die Errichtung oder wesentliche Änderung von Anlagen, die einem Planfeststellungsverfahren unterliegen, auch wenn nach den Rechtsvorschriften im Einzelfall von dessen Durchführung abgesehen werden kann,

– Abgrabungen, Aufschüttungen, Auf- oder Abspülungen und Ausfüllungen mit einer Grundfläche über 30 m² oder mit einer Höhe oder Tiefe über 2 m (§ 14 Abs. 1 NatSchGBln)«.

Es ließe sich einwenden, daß die neuerliche Nutzung eines vorübergehend stillgelegten Bahngeländes keine Veränderung der Nutzung von Grundflächen darstellt. Die geplante Ausnutzung des Geländes soll jedoch weit über das Maß der Vornutzung – sowohl in räumlicher Hinsicht als auch der Intensität nach – hinausgehen. Nutzungsintensivierung sollte daher im vorliegenden Fall als eine Spezialform der Nutzungsänderung interpretiert werden. Die Erheblichkeit und Nachhaltigkeit des Eingriffes wurde an der zu erwartenden Veränderung oder

Zerstörung wertvoller Biotope bemessen (vgl. MARKSTEIN & PALLUCH 1981). Grundlage für die Biotopbewertung waren die ergänzten Ergebnisse floristischer und faunistischer Vorgutachten (ASMUS 1981 und ELVERS et al. 1981).

3.1 Bewertung des Organismenbestandes

Die Erfüllung des Eingriffstatbestandes ergibt sich vor allem aus der zu erwartenden Vernichtung wertvoller Vegetationsfläche sowie der Verluste für Berlin (West) einmaliger Faunobiotope und der einschneidenden Veränderung im Landschaftsbild.

3.11 Flora und Vegetation

Das Ausmaß der Eingriffe in den Organismenbestand läßt sich anhand der bisher durchgeführten floristischen und faunistischen Untersuchungen belegen. So konnten 1981 auf dem ehemaligen Bahnhofsgelände (auf einer Fläche von rd. 67 ha) 395 Arten von Blütenpflanzen nachgewiesen werden. Das bedeutet, daß auf einer Fläche von nur rd. 0,2 % des Stadtgebietes 28,3 % der gesamten Flora von Berlin (West) festgestellt werden konnten! Innerhalb dieses Bestandes kommen 46 gefährdete und seltene Blütenpflanzen vor, d. h. 11,6 % aller auf dem Südgelände gefundenen Arten sind entweder stark gefährdet, gefährdet oder selten (nach der Einschätzung der Gefährdungsgrade bei SUKOPP & ELVERS 1982).

Bei der vegetationskundlichen Charakterisierung des Geländes wurden insgesamt sieben Einheiten ausgegrenzt: Pioniervegetation, Trockenrasen, Halbtrockenrasen, Hochstauden, Gebüsche, Waldbestände und herbizidbeeinflusste Vegetation. Eine Zuordnung des Artenbestandes zu Vegetationseinheiten zeigte, daß die Bestände der Trockenrasen und wärmeliebenden Säume und Gebüsche (zusammen etwa auf einer Fläche von rd. 18 ha) je etwa 1/5 aller auf diesem Gelände gefährdeten und seltenen Arten aufweisen und damit die wertvollsten Flächen des Geländes darstellen.

3.12 Fauna

Faunistische Untersuchungen liegen für den Vogelbestand, für Säugetiere und einige Gruppen der Wirbellosen vor. Demnach ist der Vogelbestand mit 23 Arten trotz Fehlens seltener oder gefährdeter Arten als einmalig für ein innerstädtisches Gebiet anzusehen und hebt sich deutlich vom Artenbestand anderer innerstädtischer Freiflächen wie Kleingärten und Grünanlagen ab.

Der Säugerbestand ist relativ artenarm. Anzumerken ist jedoch, daß in der Innenstadt mit Ausnahme der großen Grünanlagen keine artenreicheren Gebiete existieren. Hervorzuheben ist das Vorkommen der Feldspitzmaus, einer in Berlin (West) gefährdeten Art, die auf dem Südgüterbahnhof eines ihrer nördlichsten Verbreitungsgebiete in der Mark Brandenburg besitzt.

Die Laufkäferfauna des Gebietes ist gekennzeichnet durch trockenheitsliebende Arten. Acht Arten stehen in der Roten Liste der Laufkäfer Berlins. Das Gelände ist eines der artenreichsten in der Innenstadt.

Die übrige Wirbellosenfauna muß als die artenreichste der Stadt angesehen werden und findet in ihrer Artenzusammensetzung in Norddeutschland nur noch eine Entsprechung in den ehemaligen Rüdersdorfer Kalkbergen. Drei der vorkommenden Arten sind wahrscheinlich bisher überhaupt nicht bekannt gewesen, vier Arten sind neu für Deutschland, eine Art aus Deutschland ist nur in Berlin bekannt, 12 Arten wurden erstmals für die Mark Brandenburg festgestellt und 12 Arten sind neu für Berlin.

3.2 Vermeidbarkeit, Ausgleich und Ersatz

Die durch den geplanten Ausbau des Südgüterbahnhofes zu erwartenden Eingriffe sind erheblich, nachhaltig, zum größten Teil irreversibel und nur zu einem minimalen Teil ausgleichbar. Ein Eingriff wäre demnach unzulässig, sofern die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege bei Abwägung aller Anforderungen an Natur und Landschaft im Range vorgehen bzw. überwiegende andere Belange der Allgemeinheit den Eingriff nicht erfordern (§ 14 Abs. 5 NatSchGBIn).

Eine Darstellung der überwiegenden Belange der Allgemeinheit konnte und sollte im Rahmen des landschaftspflegerischen Gutachtens nicht nachgewiesen werden und wäre Aufgabe der Ausbaubehörde.

Für den Fall, daß überwiegende andere Belange der Allgemeinheit den Eingriff erfordern sollten, wurde ein Maßnahmenkatalog zum Ausgleich der Eingriffsfolgen erarbeitet.

Der größte Teil der Eingriffsfolgen ist wie die Flächenverluste und die Verluste der Standortqualität irreversibel und nicht ausgleichbar. Dies betrifft eine Fläche von 27,21 ha. Der Gesetzgeber sieht für alle derartigen Beeinträchtigungen Ersatzmaßnahmen vor, die auch an anderer Stelle als der, auf die sich der Eingriff ausgewirkt hat, gefordert werden können. Bei der Ersatzmaßnahme muß vor allem die Gleichwertigkeit beachtet werden.

3.2.1 Kriterien zur Auswahl der Ersatzstandorte

Als Ersatzstandorte in Betracht gezogen wurden: Anhalter und Potsdamer Güterbahnhof, Anhalter Personenbahnhof, Potsdamer Personenbahnhof und Freiflächen im Diplomatenviertel im Tiergarten.

Kriterien für die Auswahl dieser Gebiete waren die Vergleichbarkeit der standörtlichen Verhältnisse und ihrer floristischen und faunistischen Ausstattung. Grundlagen zur Bewertung stellten floristische und faunistische Ähnlichkeitsberechnungen dar.

Für den floristischen Ähnlichkeitsvergleich lagen Daten über den Anhalter und Potsdamer Güterbahnhof und das Diplomatenviertel (ASMUS 1980a und 1980b) vor.

Die Bewertung der Ähnlichkeit des Gesamtartenbestandes erfolgte nach zwei verschiedenen Verfahren (JACCARD 1902 und SOKAL & SNEATH 1963). Die größte floristische Ähnlichkeit mit dem Südgelände ist sowohl nach JACCARD als auch nach SOKAL & SNEATH im Diplomatenviertel gegeben. Nach dem JACCARD-Index bestehen jedoch zwischen Diplomatenviertel und Anhalter und Potsdamer Güterbahnhof nur geringe Abweichungen (Abb. 1).

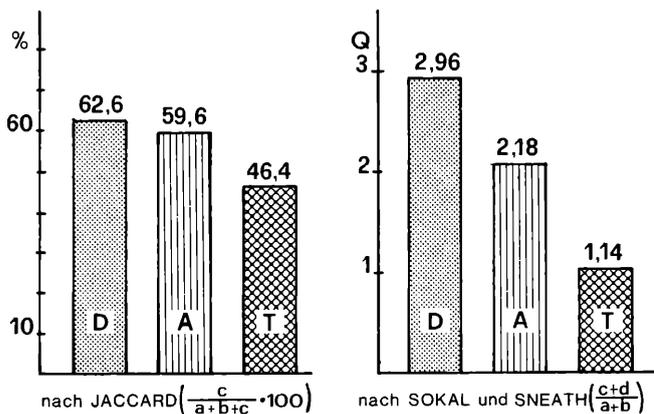


Abbildung 1

Floristische Ähnlichkeit des Südgeländes mit Vergleichsflächen (A = Anhalter/Potsdamer Güterbahnhof, D = Diplomatenviertel, T = Tiergarten). Original I. Kowarik

Die Ähnlichkeit des Südgeländes mit den innerstädtischen Ruderalflächen ist deutlich höher. Bemerkenswert ist, daß nur 62,6 % bzw. 59,6 % der Arten gleichzeitig auf dem Südgelände und auf den jeweiligen Vergleichsflächen vorkommen. Zwar sind alle drei Flächen dem Typ innerstädtischer Brachflächen zugehörig, doch bedingt neben Unterschieden in den Standortfaktoren ein wesentliches Charakteristikum die hohe floristische Eigenart des Südgeländes: Es ist durch seine Lage zwischen befahrenen Gleisen und mit wenigen Zugangswegen sehr eingeschränkt Störungen von außen ausgesetzt, die in den Vergleichsflächen wesentlich stärker zum Tragen kommen.

Für die faunistischen Ähnlichkeitsbeziehungen lagen Brutvogelvergleiche mit anderen innerstädtischen Freiflächen und dem Anhalter Güterbahnhof vor. Bei den Wirbellosen konnte ein Vergleich der Carabidenfauna des Südgeländes mit dem Anhalter Güterbahnhof ausgewertet werden (Abb. 2 u. 3, vgl. ELVERS et al. 1981).

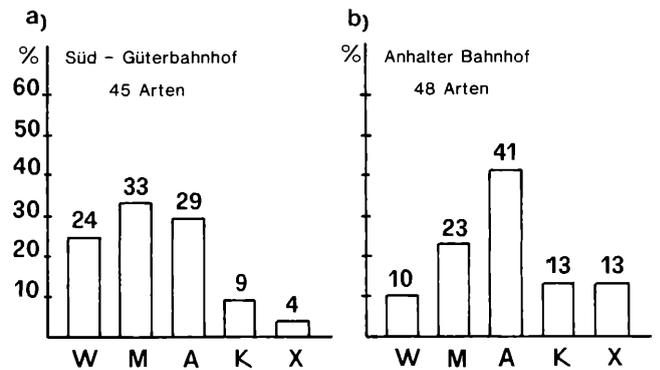


Abbildung 2

Relativer Anteil der Laufkäferarten mit Schwerpunktorkommen in verschiedenen Pflanzenformationen (W = Wälder, M = Magerrasen, A = Ausdauernde Ruderalfluren, K = Kurzlebige Ruderalfluren, X = andere) auf dem Südgüterbahnhof und dem Anhalter Bahnhof

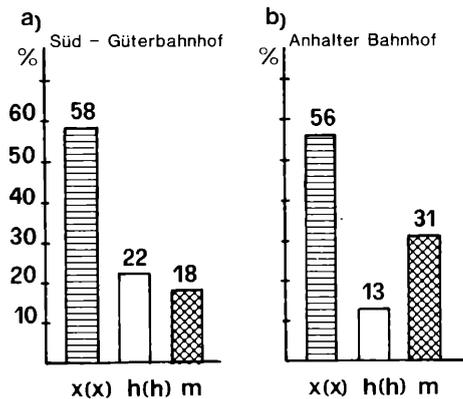


Abbildung 3

Anteil der xerophilen x (x), hygrophilen h (h) und mesophilen (m) Laufkäferarten auf dem Gelände des Südgüterbahnhofes und des Anhalter Bahnhofes (aus: ELVERS et al. 1981)

Die größte Ähnlichkeit der organismischen Ausstattung ist demnach auf dem Anhalter und Potsdamer Güterbahnhof und im Diplomatenviertel gegeben. Das Diplomatenviertel wird jedoch wegen seiner anders gearteten Nutzungsgeschichte und der Besitzverhältnisse, die eine Verfügbarkeit dieser Fläche gegenwärtig ausschließen, für die Ersatzmaßnahme nicht in Betracht gezogen.

Da die für eine Ersatzmaßnahme geeigneten Flächen (Entwicklungs- und Rekultivierungsflächen 20,94 ha) des Anhalter und Potsdamer Güterbahnhofs nicht ausreichen, um den Ver-

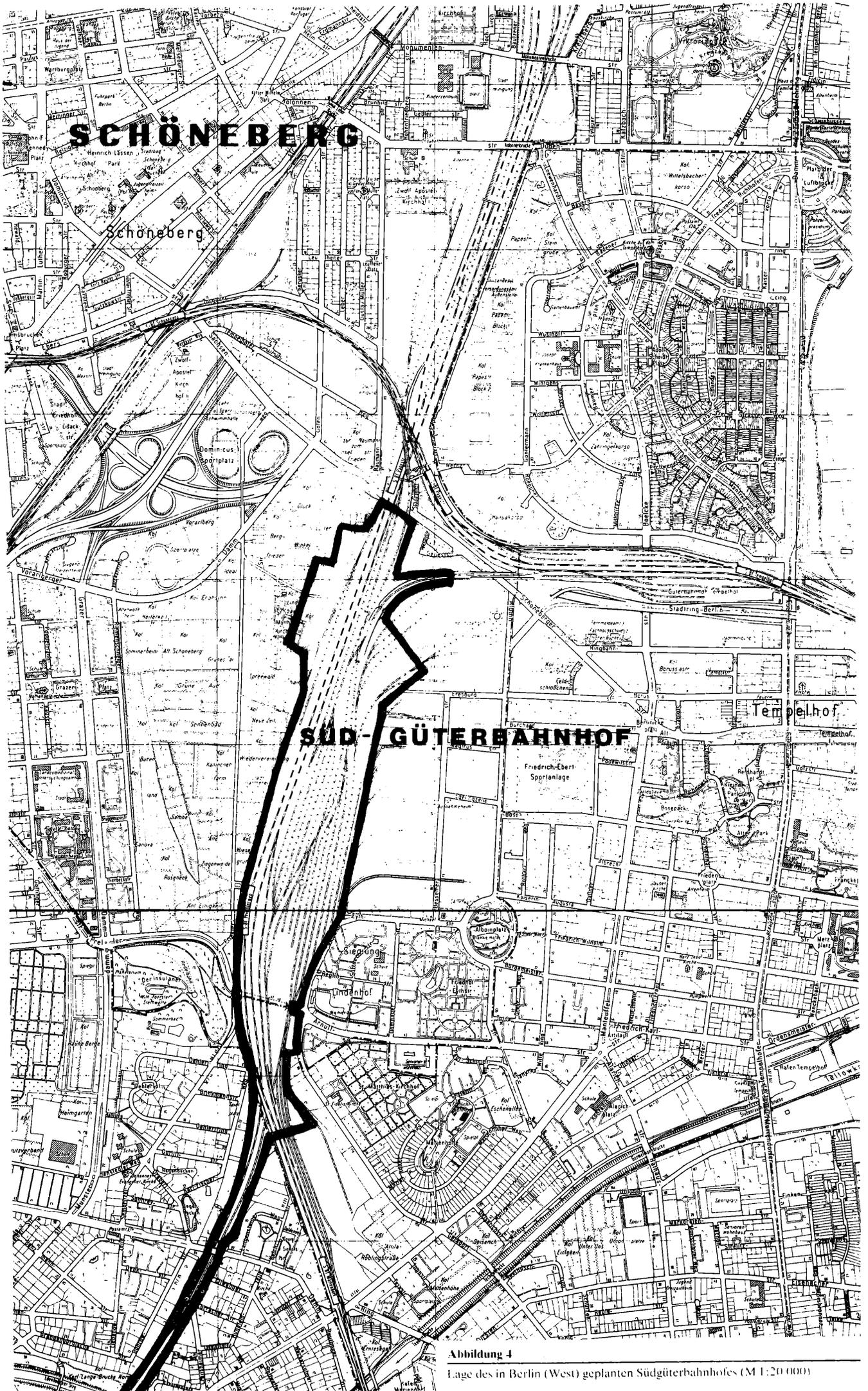


Abbildung 4
Lage des in Berlin (West) geplanten Südgueterbahnhofs (M 1:20 000)

lust durch den Ausbau des Südgeländes auszugleichen, wurde die Fläche des unmittelbar benachbarten Anhalter Personenbahnhofs (6,2 ha) in die Ersatzmaßnahme einbezogen.

Wesentliche Teile des Anhalter und Potsdamer Güterbahnhofs, die bereits als besonders schutzwürdig gelten, können nicht als Ersatzstandorte angesehen werden, da der Ersatz für wertvolle, verloren gehende Standorte die Schaffung neuer Naturschutzwerte beinhaltet. In dem besprochenen Beispiel können die vorgeschlagenen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen den Eingriff nicht ausgleichen. Die Sicherung eines bereits schutzwürdigen Gebietes ist keine Ersatzmaßnahme, weil hierdurch Bestehendes gesichert wird und keine neuen wertvollen Standorte geschaffen werden.

Literatur

ASMUS, U. (1980 a):

Vegetationskundliches Gutachten über den Potsdamer und Anhalter Güterbahnhof in Berlin. – Im Auftr. d. Sen. f. Bau- u. Wohnungswesen III c, Berlin.

ASMUS, U. (1980 b):

Vegetationskundliche Bestandsaufnahme des »Diplomatenviertels« in Berlin-Tiergarten. – Im Auftr. d. Intern. Bauausstellung Berlin 1984 GmbH.

ASMUS, U. (1981):

Vegetationskundliches Gutachten über das Südgelände des Schöneberger Güterbahnhofs. – Im Auftr. d. Sen. f. Bau- u. Wohnungswesen VII dA, Berlin.

AUHAGEN, A. (1982):

Bau des Südgüterbahnhofs. Informationen aus der Berliner Landschaft **10**, 1-4.

BERLINER NATURSCHUTZGESETZ – NatSchGBln vom 30. 1. 1979 (GVBl. S. 183).

BLUME, H.-P (1968):

Die natürliche Entstehung von Bodenverdichtungen. Landw. Forschung, 22. Sonderheft.

BÖCKER, R. & KOWARIK, I., (1982):

Der Götterbaum in Berlin. Berliner Naturschutzblätter **26**, 1 S. 4-9.

BRADSHAW, A. D. (1983):

The reconstruction of ecosystems. J. Appl. Ecology **20**, 1-17

BRADSHAW, A. D. (1983):

The importance of evolutionary ideas in ecology. Evolutionary Ecology (Ed. by B. Sharrocks). Symposium of British Ecological Society. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

BRADSHAW, A. D. & Chadwick, M. J. (1980):

The Restoration of Land. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

COOK, R. (1980):

The biology of seeds in the soil. In: SOLBRIG, O. T (ed.): Demography and evolution in plant populations. Botanical monographs **15**. Blackwell scientific publications, Oxford

CROCKER, R. L. & Major, J. (1955):

Soil development in relation to vegetation and surface age at Glacier Bay, Alaska. Journal of Ecology, **43**, 427-48.

DAHNIKE, W (1960):

Zur Einwanderung von *Galinsoga parviflora* Cav. und *Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake in Mecklenburg. Arch. Nat. Meckl. **6**, 83-101

DENNINGTON, V. N. & CHADWICK, M. J. (1978): The nutrient budget of colliery spoil tip sites. I. Nutrient input in rainfall and nutrient losses in surface run off. Journal of Applied Ecology. **15**, 303-16.

DICKSON, B. A. & CROCKER, R. I. (1953):

A chronosequence of soils and vegetation near Mt Shasta, California. Journal of Soil Science. **4**, 123-54.

DRURY, W. H. & NISBET, I. C. T (1973):

Succession. Journal of the Arnold Arboretum. **54**, 331-68.

EGLER, Г (1954):

Vegetation science concepts I. Initial floristic composition. A factor in old-field vegetation development. Vegetatio **4**, 412-417

ELVERS, H., KORGE, H. & WOLTEMADE, H. (1981):

Faunistisches Gutachten für den Geltungsbereich des Landschaftspflegerischen Begleitplanes für den Bau des Schöneberger Südgüterbahnhofs. – Im Auftr. d. Sen. f. Bau- und Wohnungswesen VII dA, Berlin.

ERNST, W (1974):

Schwermetallvegetation der Erde. Fischer, Stuttgart.

FISCHER, A. (1982):

Mosaik und Syndynamik der Pflanzengesellschaften von Lößböschungen im Kaiserstuhl (Südbaden). Phytocoenologia **10**, 73-256.

GREENWOOD, E. F & GEMMELL, R. P (1978):

Derelict industrial land as a habitat for rare plants in S. Lancs (v. c. 59) and W Lancs (v. c. 60). Watsonia **12**, 33-40.

HARPER, J. L. (1977):

Population Biology of Plants. London, New York, San Francisco, 892 p.

HARRINGTON, J. F (1972):

Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T. T (ed.): Seed biology. 145-245. New York. Academic Press.

HEINE, H. (1962):

Echinocystis lobata (Michx.) Torr. et Gray, ein bemerkenswerter Neophyt des Rhein-Neckar-Gebietes: Weitere Nachträge zur Floristik und ergänzende Mitteilungen. Hessische Flor Briefe **11**, Brief 130, 37-46.

JACCARD, D. J. (1902):

Gesetze der Pflanzenverteilung in der alpinen Region aufgrund statistischer-floristischer Untersuchungen. – Flora **90**, 349-377

KNABE, W (1973):

Investigations of soils and tree growth in five deep-mine refuse piles in the hard-coal region of the Ruhr. Ecology and Reclamation of Devastated Land (Ed. R. J. Hutnik & G. Davis). Vol. 1. 307-24. Gordon & Breach, New York.

KOCH, W (1969):

Einfluß von Umweltfaktoren auf die Samenphase annualer Unkräuter. Arbeiten der Universität Hohenheim **50**.

KOHLER, A. (1963):

Zum pflanzengeographischen Verhalten der Robinie in Deutschland. Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschl. **22**, 3-18.

KOHLER, A. &

SUKOPP H. (1964):

Über die Gehölzentwicklung auf Berliner Trümmerstandorten. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **76**, 389-406.

KRAUSE, C. L. &

WINKELBRANDT, A. (1982):

Diskussionsbeitrag zur Bestimmung von Eingriff, Ausgleich und Ersatz. Natur und Landschaft **57**, 392-394.

KRAUSE, W (1971):

Die makrophytische Wasservegetation der südlichen Oberrheinaue. Arch. Hydrobiol., Suppl. **37**, 387-465.

KRISCH, H. (1981):

Agropyron x obtusiusculum LANGE als Neophyt am Greifswalder Bodden. Gleditschia **8**, 101-115.

- KUHBIER, H. (1977):
Senecio inaequidens DC. – ein Neubürger der nordwestdeutschen Flora. Abh. Naturw. Verein Bremen **38**, 383-396.
- KUNICK, W. (1970):
Der Schmetterlingsstrauch (*Buddleja davidii* Franch.) in Berlin. Berl. Naturschutzbl. **14** (40), 407-409.
- MARKSTEIN, B. & PALLUCH, B. (1981):
Systematisierung von ökologischen Grundlagenuntersuchungen zur Bewertung von Eingriffen in Natur und Landschaft. – Im Auftr. d. Sen. f. Bau- und Wohnungswesen Abt. III aC, Berlin.
- NATHO, I. (1958):
Das Knopf- oder Franzosenkraut (*Galinsoga RUIZ et PAVON*) und seine Geschichte in Deutschland. Arch. Nat. Meckl. **4**, 234-242.
- ÖKOLOGIE & PLANUNG (ELVERS, KOWARIK, MARKSTEIN, PALLUCH)/BÜRO FLECHNER (FLECHNER, NATH) (1982):
Landschaftspflegerischer Begleitplan für den Bau des Südgüterbahnhofs. – Im Auftr. d. Sen. f. Bau- und Wohnungswesen, Berlin. 124 S. u. 4 Kt.
- ODUM, S. (1965):
Germination of ancient seeds; floristical observations and experiments with archaeological dated soil samples. Danske. Botanisk. Arkiv **24**, (2).
- ODUM, S. (1974):
Seeds in ruderal soils, their longevity and contribution to the flora of disturbed ground in Denmark. Proc. 12th Brit. Weed Contr. Conf. 1131-1144.
- ODUM, S. (1978):
Dormant seeds in danish ruderal soils. The Royal Vet. & Agric. Univ., Hørsholm Arboretum, Hørsholm.
- PORSILD, A. E., HARINGTON, C. C. and MULLIGAN, G. A. (1967):
Lupinus arcticus Wats. grown from seed of pleistocene age. Science **158**, 113-114.
- RATCLIFFE, D. (1974):
Ecological effects of mineral exploitation in the United Kingdom and their significance to nature conservation. Proceedings of the Royal Society, London A. **339**, 355-72.
- RICHTER-RETHWISCH, F. (1966):
Die beiden Franzosenkrautarten (*Galinsoga parviflora* Cav. und *Galinsoga ciliata* (Raf./Blake), eine Übersicht über ihre Verbreitung in der Bundesrepublik Deutschland und ein Beitrag zu ihrer Biologie. Diss. Hohenheim.
- RÜDENAUER, B. K., RÜDENAUER, K. & SEYBOLD, S. (1974):
Über die Ausbreitung von *Helianthus*- und *Solidago*-Arten in Württemberg. Jahresh. Ges. Natkde. Württ. **129**, 65-77
- RUSSELL, R. S. (1977):
Plant Root Systems. McGraw Hill, London.
- SALISBURY, E. (1961):
Weeds & Aliens. Collins, London.
- SCHMIDT, W. (1981):
Ungestörte und gelenkte Sukzessionen auf Brachäckern. Scripta Geobotanica **15**, 1-199.
- SEBALD, O. (1976):
Veränderungen der Flora der Wälder, der Moore und des Grünlandes in jüngerer Zeit. Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde. Ser. C, Nr. **5**, 3-16.
- SMITH, R. M., TRYON, E. H. & TYNER, E. H. (1971):
Soil Development on Mine Spoil. Agricultural Experimental Station Bulletin 604, West Virginia University, Blacksburg, Va.
- SOKAL, R. R. & SNEATH, P. H. A. (1963):
Principals of numerical taxonomy. – San Francisco und London.
- SUKOPP, H. & SCHOLZ, H. (1965):
Parietaria pensylvanica Mühlenb. ex Willd. in Berlin. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **77**, 419-426.
- SUKOPP, H. & SCHOLZ, H. (1966):
Neue Untersuchungen über *Rumex triangulivalvis* (Danser). Rech. f. in Deutschland. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **78**, 455-465.
- SUKOPP, H. & ELVERS, H. (Hrsg.) (1982):
Rote Listen der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Berlin (West). Landschaftsentwicklung und Umweltforschung **11**, 1-374.
- TOOLE, E. J. and BROWN, E. (1946):
Final results of the Duval buried seed experiment. Jour. Agric. Res. **72**, 201-210.
- WAGENITZ, G. (1964):
Compositen (Korbblütler) II. Teil. In: HEGI, Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Bd. VI/3, München.
- WENDORF, G. v. (1952):
Die *Prunus serotina* in Mitteleuropa. Eine waldbauliche Monographie. Diss. Hamburg.
- WILHELMI, Th. (1958):
Ailanthus altissima Swingle in der Bundesrepublik. Forst- und Holzwirt **13**, 72-73.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. Herbert Sukopp
Technische Universität Berlin
Institut für Ökologie
Schmidt-Ott-Straße 1
D-1000 Berlin 41

Dr. Barbara Markstein
Ökologie und Planung
Rohlfstraße 19
1000 Berlin 33

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [9_1983](#)

Autor(en)/Author(s): Sukopp Herbert, Markstein Barbara

Artikel/Article: [Möglichkeiten und Grenzen des Ausgleiches von Eingriffen in den Naturhaushalt, dargestellt am Beispiel der Pflanzenwelt urban-industrieller Standorte 30-38](#)