

# Puccinellia distans-Gesellschaften auf Industrieflächen im Ruhrgebiet – Vergesellschaftung von Puccinellia distans in Europa

– Jörg Dettmar –

## Zusammenfassung

Im Rahmen einer Untersuchung der spontanen Vegetation von Industrieflächen im Ruhrgebiet konnten größere Bestände von *Puccinellia distans* auf Werksflächen der Eisen- und Stahlindustrie festgestellt werden. Die Vorkommen lassen sich in drei Gesellschaften der Klassen *Chenopodietea*, *Agropyretea* und *Plantaginetea* einteilen. Ergänzend werden die Ergebnisse einiger bodenkundlicher Untersuchungen vorgestellt.

Die Art wird durch menschliche Aktivitäten stark gefördert und dringt immer mehr in ruderalen Lebensräume ein. Sie gilt als besonders immisionshart und wird wiederholt zur Kennzeichnung belasteter Standorte verwendet. Aus diesen Gründen ist sie seit Jahren für vielfältige Untersuchungen bei Ökologen, Floristen und Vegetationskundlern sehr beliebt, entsprechend groß ist die Zahl der Veröffentlichungen. Eine Stetigkeitstabelle gibt einen Überblick des Vorkommens von *Puccinellia distans* im ruderalen Bereich innerhalb Europas.

## Abstract

One of the remarkable results from studying the spontaneous vegetation on industrial sites in the Ruhr Area (Western Germany) was the high presence of *Puccinellia distans* on sites of the iron and steel industry. This publication gives an overview of the plant communities with *Puccinellia distans* of these sites, belonging to the classes *Chenopodietea*, *Agropyretea* and *Plantaginetea*.

The species is very much favored by human activity and is bursting into rural areas. It is known for growing on contaminated land and highly polluted areas and was used at different times to classify such areas. Ecologists, botanists and plantsociologists have produced many publications of this popular species. A constancy table gives an overview about *Puccinellia distans* in rural areas of Europe.

## Einleitung

*Puccinellia distans* (L.) PARL ist eine Art, die seit Mitte der 70er Jahre verstärkt das Interesse der Botaniker und Ökologen auf sich zieht. Entsprechend groß ist die Zahl der Veröffentlichungen über diese Art. Eine Zusammenfassung vieler bis dahin bekannter Arbeiten gibt HEINRICH (1984/1). Trotzdem ist die Art hier erneut Gegenstand einer zusammenfassenden Veröffentlichung, denn bisher fehlt eine Übersicht der Aufnahmen mit *Puccinellia distans* von Ruderalstandorten. Außerdem wird die Vergesellschaftung der Art auf Industrieflächen im Ruhrgebiet beschrieben und damit erneut ihre noch immer andauernde Ausbreitung im ruderalen Bereich dokumentiert.

Die Sammelart *Puccinellia distans* umfaßt neben *Puccinellia distans* s.str. *Puccinellia capillaris* und *Puccinellia limosa* (ausführlichere Beschreibungen siehe HEINRICH 1984/1). Im Folgenden ist ausschließlich von *Puccinellia distans* s.str. die Rede. Das ursprüngliche Verbreitungsgebiet liegt in der gemäßigten Zone Europas und Asiens. Hier war sie zunächst auf die salzhaltigen Böden beschränkt (HEGI 1960). Der Salzschwaden gehört zu den Arten, die – durch menschliche Aktivitäten gefördert – immer stärker in ruderalen Lebensräume eindringen.

Nach WEINERT (1981) hat der Salzschwaden in seinem Gesamtareal einen Verbreitungsschwerpunkt auf offenen salzbeeinflussten, verdichteten, mäßig trockenen bis feuchten, zeitweilig nassen Böden. Dabei geht er über Salzstandorte hinaus und wächst auch auf stickstoffgedüngten Ruderalstandorten in Siedlungsnähe und im Bereich des Verkehrsnetzes. WEINERT (1981) vermutet ruderalen Kleinsippen der Art, die sich wegen der Ausschaltung der

Konkurrenz anderer wegrandbesiedelnder Arten durch Herbizideinsatz im Sommer und Tausalwirkung im Winter an Weg- und Straßenrändern und auf Abfall- und Schuttplätzen ausbreiten können. KRACH & KOEPFF (1980) weisen auf große Unterschiede im Habitus und in mikroskopischen Merkmalen hin. Einen Hinweis auf unterschiedliche Genotypen geben die verschiedenen Chromosomenzahlen (siehe OBERDORFER 1983/2).

Seit dem Beginn botanischer Forschungen ist die Art von den Küsten und binnenländischen Salzstellen bekannt. Auch Vorkommen unabhängig von Salzstellen auf Gänseängern, Dorfplätzen (z.B. in Böhmen: DOMIN 1904 zit. nach TOMAN 1988) und Gräben (z.B. bei Weimar: ERFURTH 1882 zit. nach HEINRICH 1984/1) kennt man schon länger. STREHLER (1841) stufte sie für die Umgebung von Ingolstadt als „nicht selten, an feuchten Orten, an Wegen und Gräben“ ein und fand sie außerdem „hin und wieder an den Erddepots um Ingolstadt“ (zit. nach KRACH & KOEPFF 1980).

Seit Anfang der 70er Jahre häufen sich die Angaben von Vorkommen der Art an Straßenrändern (Literaturübersicht nach HEINRICH 1984/1 ergänzt):

DEUTSCHLAND:

SEYBOLDT 1973  
 SEBALD et al. 1975  
 ADOLPHI 1975/1980  
 KÜHNBERGER & MAHN 1976  
 HÜLBUSCH & KIENAST 1977  
 WEINERT 1977/1981  
 FUKAREK et al. 1978  
 LIENENBECKER 1979  
 BRANDES 1980  
 KRACH & KOEPFF 1980  
 WALTER 1981  
 GARVE & PESEL 1983  
 BRANDES 1988  
 ULLMANN et al. 1988  
 DANNENBERG 1991

POLEN:

MIREK & TRZCINSKA-TACIK  
 1981

ENGLAND:

MATTHWES & DAVISON 1976  
 DONY & DONY 1979  
 BADMIN 1981  
 SCOTT & DAVISON 1982

NIEDERLANDE:

FLORISTENCLUB 1979

SCHWEIZ:

WELTEN & SUTTER 1982

Die Vermutung von KRACH & KOEPFF (1980) liegt nahe, daß die Veröffentlichung von SEYBOLD (1973) vielen Botanikern den Anstoß gab, die bis dahin kaum beachteten Straßenränder in ihre botanischen Untersuchungen einzubeziehen. Vermutlich begann die Ausbreitung der Art an Straßenrändern schon früher, verstärkte sich aber in den letzten zwanzig Jahren erheblich. Neben der drastischen Erhöhung der Winterstreuung spielt dabei vielleicht auch eine Rolle, daß sie aufgrund ihrer Salzverträglichkeit verstärkt an Autobahnen angesät wird (ADOLPHI 1975).

Neben dem Streusalzeinsatz scheint eine Herbizidbehandlung der Straßenränder das Vorkommen des Grases zu fördern. Entsprechendes erwähnen z.B. ADOLPHI (1975) und BÜSCHER (1981). BÜSCHER berichtet über den Einsatz des Herbizides NOVANOX an einem Straßenrand in Dortmund, wo das Gras in großer Menge in fast einartigen Beständen vorkommt. Auch WEINERT (1981) vermutet einen Konkurrenzvorteil der Art bei Herbizideinsatz. Er hält die Art für geeignet, einen ersten anschaulichen Eindruck vom regionalen Ausmaß der Auswirkungen einer Tausalz- und Herbizidapplikation auf biologische Systeme zu geben.

Neben Straßenrändern hat sich die Art auch auf anderen ruderalen Standorten ausbreiten können. Dies dokumentieren vor allem Veröffentlichungen aus Osteuropa, einige davon erschienen bereits in den 60er Jahren (Literaturübersicht nach HEINRICH 1984/1 ergänzt):

DEUTSCHLAND:

LADWIG 1965  
 BUHL 1971  
 GUTTE & HILBIG 1975  
 JENTZSCH 1975  
 GALHOFF & KAPLAN 1983  
 KIESEL et al. 1985

GUTTE 1969  
 MAREK 1974  
 OTTO 1975  
 WEINERT 1977  
 HEINRICH 1984 1/2  
 KIESEL et al. 1986

DETTMAR 1986  
HAMANN & KOSLOWSKI 1988

BRANDES 1986  
REIDL 1989

CSFR (ehem.):

HADJUK & RUZIEKA 1969  
PYSEK 1972/1976/1979  
ZALIBEROVA 1978  
KONTRISOVA 1978  
GRÜLL 1979  
KOPECKY 1981

FRANKREICH:

DANGIEN et al. 1974

POLEN:

SWIEBODA 1970  
SOWA 1971

GUS:

DOROGOSTAJSKAJA 1972

ENGLAND:

LEE 1977

Bei WEINERT (1981) findet man eine Darstellung der natürlichen und synanthropen Verbreitung von *Puccinellia distans* für das Gebiet der damaligen DDR (Stand 1979, siehe Abb. 1). Es wird differenziert zwischen natürlichen und synanthropen Vorkommen vor und nach 1950. Die größte Zahl der Fundpunkte dokumentieren synanthrope Vorkommen nach 1950. In der Abb. 1. ist außerdem deutlich zu sehen, das *Puccinellia distans* neben dem Verbreitungsschwerpunkt an der Küste, vor allem in industriellen Ballungsgebieten stark vertreten ist.

Besonders an diesen anthropogenen Extremstandorten hat sich die Art als Bestandteil von Ruderalgesellschaften ausgebreitet. Auf Vorkommen dieser Art wird im Folgenden näher eingegangen.

HADJUK & RUZIEKA (1969) erwähnen *Puccinellia distans* als stark aufkommende Art bei extremer Magnesitstaubbelastung in der ehemaligen CSFR. PYSEK (1972) gibt die Art für Plzn als häufig an; vor allem bei dem Skoda-Werk bildet sie reine Monozönosen auf Schlacke, Flugasche oder Sand. Außerdem ist sie Bestandteil aller Ruderalgesellschaften innerhalb des Fabrikgeländes. PYSEK (1976/1979) stellt *Puccinellia distans* in die Gruppe der häufigsten bestandbildenden Arten auf den chemischen Betrieben des Bezirkes Westböhmen. Die Vorkommen beschränken sich hier auf die unmittelbaren Produktionsteile sowie die Gleisanlagen.

KONTRISOVA (1978) erwähnt artenarme *Puccinellia distans*-Bestände unter starker Fluor-Beeinflussung eines Aluminiumwerkes in der CSFR. KALETA (1980/1984) beschreibt aus der Ostslowakei Degradationsstadien von Grünlandgesellschaften aufgrund der Emissionen von Magnesit-Flugstaub aus einem Keramikwerk. Die Endstadien der Degradation werden überwiegend bzw. ausschließlich von *Puccinellia distans* aufgebaut, der beeinträchtigte Boden erreicht pH-Werte über 9.

GALHOFF & KAPLAN (1983) fanden die Art an einem ehemaligen Zechenklärteich in Bochum-Werne der erhebliche Salz- und Schwermetallbelastungen des Wassers aufweist (Leitfähigkeit 500–800 mS/m, Cl-Gehalte 1200–1800 mg/l, Gesamtgehalte Cu 3000 mg/kg, Mn 7000 mg/kg, Ni 8500 mg/kg).

HEINRICH (1984/2) beobachtete seit 1975 die Auswirkungen der Immissionen eines Düngemittelwerkes bei Jena, wo nach einigen Jahren nur noch *Puccinellia distans* in der Lage war, geschlossene Rasen zu bilden. Die Böden weisen hohe pH-Werte und Nährstoffgehalte auf (pH 8–9, P 350–400 mg/100g Boden, Na ca. 300 mg/100g Boden).

KIESEL et al. (1985/86) führen Bestände von kommunalen und industriellen Abfalldepotien in der damaligen DDR an, die stark mit verschiedenen Schadstoffen belastet sind (pH bis 9,8, 1,3% KCL, C/N über 45, Ca bis 3,5 mol/kg, Ca/Cr über 1000). DETTMAR (1986) erwähnt Vorkommen der Art auf mit Schwermetallen belastetem Gelände eines stillgelegten Hochofenwerkes in Lübeck (pH 7,6, Leitfähigkeit 716 µS/m, DTPA-Extraktion (mg/kg) Cu 4,46, Zn 1,18, Cd 0,44, Pb 163).

BRANDES (1986) beschreibt Vorkommen auf Zuckerfabrik-Kläranlagen in Niedersachsen. HAMAN & KOSLOWSKI (1988) geben Vorkommen an ehemaligen Zechenteichen aus Gelsenkirchen an.

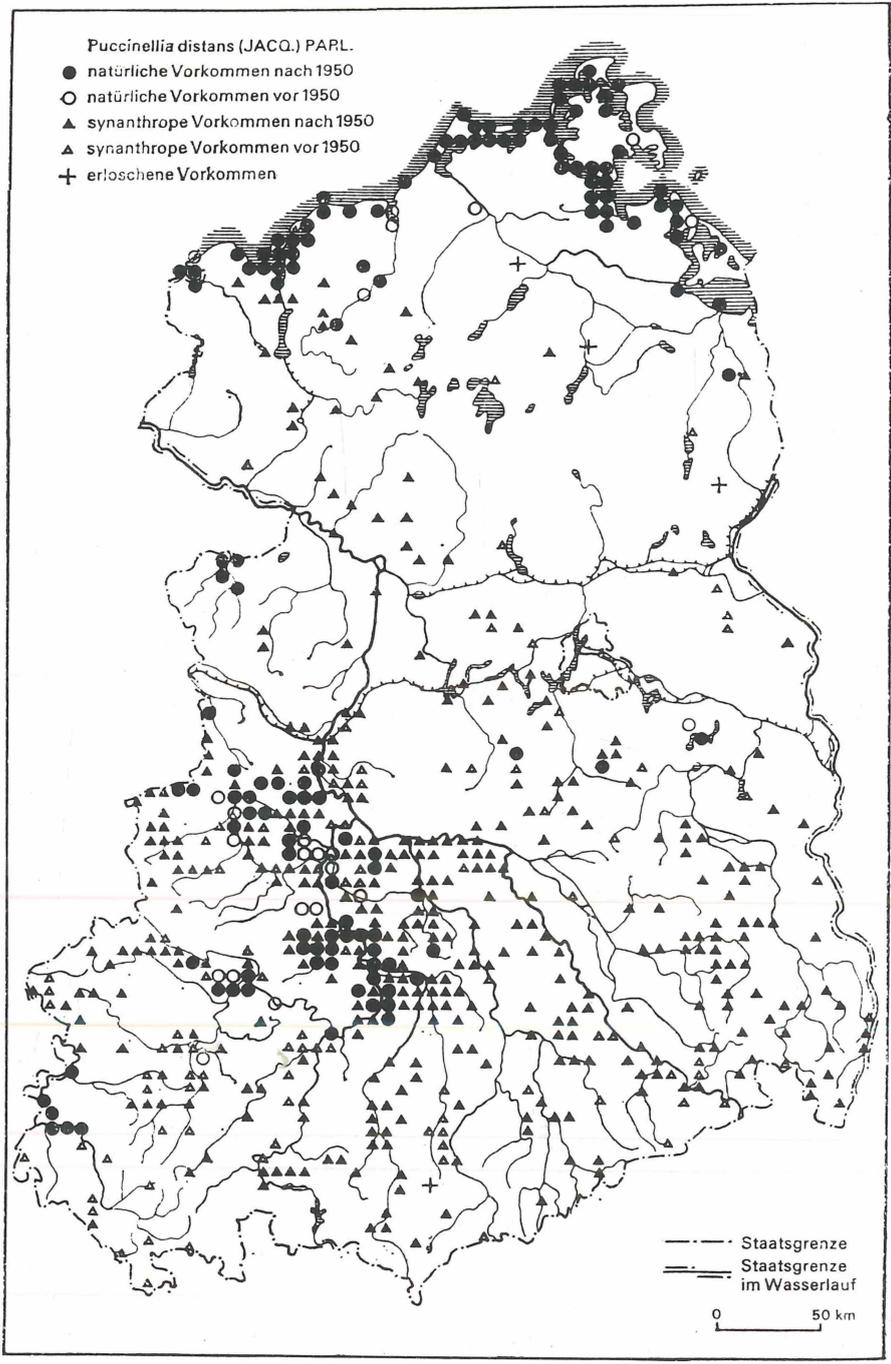


Abb. 1: Verbreitung von *Puccinella distans* im Gebiet der ehemaligen DDR (aus WEINERT 1981).

KOWARIK & SUKOPP (1984) stellen nach der Auswertung der oben genannten Veröffentlichungen aus der damaligen CSFR *Puccinellia distans* zu den gegen Emissionen besonders resistenten Arten.

Tabelle Nr. 1 gibt eine Übersicht der bisher bekannten Standorte von *Puccinellia distans* mit einer Einstufung der Hemerobie. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß der Salzschwaden sich besonders an anthropogenen Extremstandorten ausbreitet, die z.B. gekennzeichnet sind durch Herbizideinsatz, Salzbelastung, Immissionsbelastung, Überdüngung oder Deponie landwirtschaftlicher, kommunaler und industrieller Abfälle (nach HEINRICH 1984/1). Dabei verträgt die Art sowohl mittlere Feuchtigkeit wie extreme Schwankungen zwischen naß und trocken bis hin zu stark austrocknenden Standorten. Der Salzschwaden kommt vor auf lockeren bis stark verdichteten, extrem nährstoffreichen bis mittleren Böden, verträgt starke Staubauflagerungen und hohe mechanische Belastungen. Grenzen setzen seinem Vorkommen saure Böden mit einem pH-Wert unter 6, sowie bereits geringe Beschattungen.

Tabelle Nr. 1: Übersicht der bisher bekannten Standorte von *Puccinellia distans*

Lebensräume	Vorkommen	bes. Standortfaktoren	frühe Veröff.	Hemerobie des Standortes
Küste	natürl.	Salzbelastung Meerwa., bei Beweidung Tritt	?	oligohemerob, bei Beweidung mesohemerob bis euhemerob
Binn.Salz- stellen	natürl.	Salzbelastung Saline, bei Beweidung Tritt	z.B. f. Westf. v. BOENNIG- HAUSEN (1824)	oligohemerob, bei Beweidung mesohemerob bis euhemerob
Dorfplätze -anger	synanth.	starke Stickstoff- anreicherung, Salz- belastung, Tritt	z.B. aus d. CSFR DOMIN (1904)	euhemerob bis polyhemerob
Wegränder Agrarraum	synanth.	starke Stickstoff- anreicherung, Tritt, ev. Salzbelastung (?)	z.B. f. Franken STREHLER (1841)	euhemerob bis polyhemerob
Straßen- ränder	synanth.	Streusalzbelastung, Tritt, Fahrbelastung, tw. Herbizide und ev. Bleibelastung	z.B. Ostdeutschl. GUTTE (1972), Westdeutschl. SEYBOLD (1973)	polyhemerob
Kehricht- plätze	synanth.	starke Stickstoff- anreicherung, ev. Salz- belastung, ev. andere Schadstoffe	z.B. f. Ruhrge- biet SCHEUER- MANN (1929)	polyhemerob
Industrie- flächen	synanth.	Salzbelastung, Tritt/ Fahrbelastung, tw. Herbizide, andere Schadstoffe, ev. Schwermetalle	z.B. f. CSFR PYSEK (1972), f. Deutschland DETTMAR (1986)	polyhemerob
Mülldeponie (Kommunal- und Industrie- müll)	synanth.	Kombination versch. Schadstoffe, Salz- belastung	z.B. Ostdeutschl. KIESEL et al. (1985/86)	polyhemerob bis zur Grenze der metahemeroben Stufe
Industrie- immissions- flächen	synanth.	Versch. Schadstoffe u.a. Magnesitflug- staub, Fluorimmiss.	z.B. f. CSFR HADJUK & RUZIEKA (1969)	polyhemerob bis zur Grenze der metahemeroben Stufe

## Puccinellia distans im Ruhrgebiet

Bei BÜSCHER (1984) findet man eine ausführliche Übersicht der Vorkommen der Art im östlichen Ruhrgebiet. Danach stammt die älteste Angabe von SUFFRIAN (1836), der ein Vorkommen bei der Saline nahe Unna/Westfalen beschreibt. Die ersten Angaben von Vorkommen abseits binnenländischer Salzstellen im Ruhrgebiet geben HÖPPNER & PREUSS (1926) für „alte Dünge- und Schuttstellen“. BONTE (1929) charakterisiert die Art für den westlichsten Teil des Ruhrgebietes als „nur verschleppt“ und nennt einzelne Fundorte für Duisburg und Essen auf Schutt. Bei SCHEUERMANN (1929) heißt es demgegenüber, „eine auf den größeren Kehrriechplätzen des Industriegebietes häufige, ziemlich beständige und meist zahlreich auftretende Art“.

BÜSCHER (1984) zählt für den Dortmunder Raum einige Fundorte aus neuerer Zeit auf. DÜLL & KUTZELNIGG (1987) stufen die Art für den Duisburger Raum (von Moers bis Essen) als „relativ selten“ ein. Im Gegensatz zu anderen Teilen Deutschlands ist sie hier an Straßenerändern noch nicht beobachtet worden, sondern findet sich „nur einzeln auf Umschlagplätzen und Industriebrachen“.

Bei der floristischen und vegetationskundlichen Analyse von Industrieflächen im Ruhrgebiet konnte die Art auf den meisten untersuchten Flächen der Eisen- und Stahlindustrie von Duisburg bis Dortmund, tw. in sehr großen Beständen, festgestellt werden.

### Die Puccinellia distans-Vorkommen auf Industrieflächen im Ruhrgebiet

Die aufgenommenen *Puccinellia distans*-Bestände kann man in drei Gesellschaften unterteilen. Tabelle Nr. 2 enthält insgesamt 39 Vegetationsaufnahmen von Flächen der Eisen- und Stahlindustrie aus Dortmund, Oberhausen und Duisburg. *Puccinellia distans* hat überwiegend den höchsten Deckungsanteil. Weitere hochstete Arten sind *Poa annua*, *Taraxacum officinale* sowie die Moose *Ceratodon purpureus* und *Bryum argenteum*.

Meist findet man die Bestände an Straßen, Wegrändern, Gleisen, auf Lagerplätzen, an Schlackegruben und Gebäuderändern, seltener auf offenen ungenutzten Freiflächen. Es handelt sich durchweg um offene, meist erst kurze Zeit besiedelbare Standorte, die regelmäßig gestört werden. Das kann durch Tritt- oder Fahrbelastung, aber auch durch massive Staubimmissionen sein.

Das dominierende Substrat der Standorte ist Hochofen- oder Stahlwerksschlacke (chemische Zusammensetzung siehe KLASSEN 1987). Überwiegend handelt es sich um feinematerialarme, stärker verdichtete Grus- und Schotterböden. Man findet Bestände auch auf Filterstäuben, Gichtgasstaub und Eisenerz, die erhöhte Gehalte an Schwermetallen (Gesamtgehalte!) aufweisen. Häufig liegen die Vorkommen in der Nähe von Anlagen, die im stärkeren Maße Stäube emittieren, wie z.B. Hochofen, Gichtgasstaubreinigungen und Sinteranlagen. Inwieweit die Schwermetalle Auswirkungen auf die Vegetation haben, wurde durch Boden- und Pflanzenanalysen näher untersucht (siehe unten).

GALHOFF & KAPLAN (1983) stellten im Wasser der Zechenklärteiche, an denen *Puccinellia distans* in Bochum auftritt, neben der Salz- auch eine hohe Schwermetallbelastung fest. Entsprechendes gilt auch für Mülldeponien (KIESEL et al. 1985/1986), sowie für einige der oben erwähnten Industrieflächen bzw. durch starke Immissionen beeinträchtigte Standorte.

### Crepis tectorum-Puccinellia distans-Gesellschaft (Sisymbrium)

Tabelle Nr. 2, Aufnahme 1–31

Den größten Teil der auf den Industrieflächen gefertigten Vegetationsaufnahmen kann man in dieser Gesellschaft zusammenfassen. Aufgrund des steten Vorkommens von *Crepis tectorum* und *Bromus tectorum* sowie einiger *Chenopodietea*- und *Chenopodietalia*-Arten ist ein Anschluß an den *Sisymbrium*-Verband möglich.

Man kann zwei Untereinheiten differenzieren. Die *Cerastium holosteoides*-*Artemisia vulgaris*-Untereinheit (Aufnahme 1–18) vereinigt die Aufnahmen von den weniger stark gestörten Standorten. Zumeist stammen sie von brachgefallenen Flächen oder Teilflächen, wo die Vege-

tationsdecke sich mindestens eine Vegetationsperiode lang ungestört entwickelt hat. Das drückt sich auch aus in dem Anteil an Hemikryptophyten, die neben *Puccinellia* auftreten. Die durchschnittliche Artenzahl liegt bei 18,6, der durchschnittliche Gesamtdeckungsgrad der Vegetation bei 74 %, wobei besonders der Anteil der Moose eine große Rolle spielt. Innerhalb dieser Untereinheit lassen sich wiederum drei Ausbildungen differenzieren, deren Zustandekommen vermutlich mit unterschiedlichen Feuchtigkeits- bzw. Verdichtungsverhältnissen sowie Substratstrukturen zusammenhängt.

In der trennartenfreien Untereinheit (Aufnahme 19–31) sind Aufnahmen von stärker durch Tritt, Befahren oder verschiedenen Immissionen gestörten Standorten zusammengefaßt. Hier überwiegen eindeutig die Therophyten. Die durchschnittliche Artenzahl liegt bei 12,9, die durchschnittliche Gesamtdeckung bei 70 %. Der Anteil von *Poa annua* nimmt in einigen Aufnahmen zu. Es besteht eine deutliche Verwandtschaft zur *Puccinellia distans*-*Poa annua*-Gesellschaft.

### ***Diplotaxis tenuifolia*-*Puccinellia distans*-Gesellschaft**

Tabelle Nr. 2, Aufnahme 32–34

Am Rand von Schlackengruben („Schlackenbeeten“) auf dem Gelände eines Stahlwerkes in Duisburg findet man diese Vergesellschaftung. In den Schlackengruben wird Hochofen- und Stahlwerksschlacke (Oxygenstahlwerk) abgekippt. Die glühende Schlacke wird mit Wasser abgelöscht und anschließend mechanisch durch Radlader gebrochen und zur Weiterverarbeitung abgefahren. Am Rand dieser Gruben sind sehr extreme Lebensbedingungen. Die Hitze durch die glühende Schlacke ist tw. so groß, daß die dort vorhandene Vegetation immer wieder in Brand gerät. Entsprechend können die oberen Bodenschichten austrocknen. Außerdem sind die Pflanzen durchweg mit starken Staubablagerungen bedeckt. Beim Ablösen der Schlacke werden große Mengen Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) frei, die sich ebenfalls belastend auf die Vegetation auswirken (vergleiche u.a. BERGE 1963:40).

Beide Arten zeigen entsprechend Schäden an Blättern und Trieben. An weiteren Arten können sich nur *Poa annua* und *Bryum argenteum* halten.

Eine soziologische Zuordnung dieser Gesellschaft ist schwierig. *Diplotaxis tenuifolia* gilt als Charakterart einer *Agropyreteae*-Gesellschaft, tritt aber auch häufig in *Sisymbrium*-Gesellschaften auf.

### ***Poa annua*-*Puccinellia distans*- Gesellschaft (Plantaginetea)**

Tabelle Nr. 2, Aufnahme 35–39

Die Aufnahmen dieser Gesellschaft stammen von gelegentlich bis regelmäßig betretenen bzw. befahrenen Standorten. Meist liegen sie in der Nähe intensiv betriebener Anlagen. Neben *Poa annua* tritt noch *Plantago major* als *Plantaginetea*-Art auf. Die durchschnittliche Artenzahl ist 5,8. Die durchschnittliche Gesamtdeckung der Vegetation beträgt 52 %. Eine Mooschicht fehlt fast völlig.

### **Ergebnisse der bodenkundlichen Analysen und der Pflanzeninhaltsanalysen**

Insgesamt wurden 11 Standorte von *Puccinellia distans*-Vorkommen auf Flächen der Eisen- und Stahlindustrie im Ruhrgebiet näher untersucht. Die maximale Tiefe der aufgetriebenen Profile lag bei ca. 50 cm. Stellenweise standen bereits in geringerer Tiefe für das Handwerkszeug (Spitzhacke, Vorschlaghammer, Spaten, Schaufel) unüberwindbare Hindernisse an, wie z.B. Betonplatten oder verfestigte Schlacken. Soweit möglich, wurde aus jedem differenzierbaren Horizont eine Mischprobe (insgesamt 29 Bodenproben) entnommen. Die genaue Beschreibung der verwendeten Analysemethoden findet sich bei DETTMAR et al. 1991)

Der größte Teil der Aufbereitung und Analyse der Bodenproben erfolgte im Institut für Angewandte Bodenkunde der Universität GHS Essen durch Prof. Dr. BURGHARDT und Mitarbeiter. Die Körnungsanalyse wurde am Institut für Bodenkunde der Universität Hannover, Prof. Dr. Graf v. REICHENBACH und Mitarbeiter, durchgeführt.

Tabelle Nr. 2: Puccinellia distans-Gesellschaften auf Industrieflächen im Ruhrgebiet

	Crepis tectorum-Puccinellia distans-Gesellschaft Aufnahme 1 - 31										Diplolaxis tenuifolia-Puccinellia distans-Gesellschaft Aufnahme 32 - 34										Poa annua-Puccinellia distans-Gesellschaft Aufnahme 35 - 39																					
Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39			
Standort	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	Duis	
Deckung Gesamt %	80	85	65	70	45	85	90	70	80	45	75	60	80	95	45	80	85	95	45	80	85	75	60	80	80	85	75	50	35	70	90	55	60	40	75	65	40	40				
Deckung Krautschicht %	50	45	60	55	40	40	45	40	10	30	35	50	40	75	55	70	20	65	40	40	60	55	40	45	65	70	73	48	30	55	90	20	70	58	40	75	65	40	40			
Deckung Moosschicht %	80	80	20	30	5	80	50	40	80	15	40	3	60	60	7	25	95	50	5	45	45	30	40	25	40	2	2	10	60	4	35	40	2					2				
Max. Höhe Krautsch. cm	30	10	60	40	25	70	45	15	90	20	4	30	55	25	35	12	20	40	40	30	45	35	50	120	20	40	30	20	40	130	20	15	20	20	40	25	40	40	40			
Größe Aufnahmefläche m²	5	10	4	10	10	18	15	2	4	5	3	10	8	3	4	3	5	3	4	10	9	6	10	10	2	4	20	5	2	5	7	10	15	1	2	8	15					
Artenzahl	18	17	12	25	18	15	23	21	15	27	28	21	14	22	10	15	15	19	9	12	18	11	21	12	19	7	9	10	5	14	21	4	6	4	3	4	4	11	7			
Puccinellia distans	3	3	4	3	2	3	2	3	1	2	2	3	3	4	3	3	1	3	3	2	4	3	3	3	3	3	4	3	3	2	2	1	3	4	3	3	1	2	3			
Crepis tectorum	r	r	.	.	1	r	1	+	.	r	r	r	.	1	2	1	+	+	2	r	+	+	+	1	2	1	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
Diplolaxis tenuifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Diff. A.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Cerastium holosteooides	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Artemisia vulgaris	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
M. hirsutissima	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
A. A.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Dactylis glomerata	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Cardus acanthoides	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	
Salix caprea juv.	r	r	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
A. B.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Poa compressa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Deucus carota	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
V. Sisymbrium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bromus tectorum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tripleuros. Inodorum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Senecio viscosus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hordeum murinum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sisymbrium loeselii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bromus sterilis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lactuca serriola	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sisymbrium altissimum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.





Von den untersuchten Standorten wurden darüberhinaus auch Pflanzenproben von *Puccinellia distans* für die Bestimmung der aufgenommenen Schwermetallgehalte entnommen. Das Pflanzenmaterial wurde im Frühsommer (27.-28.6.89) und Hochsommer (28.8.-1.9.89) jeweils zwischen 10.00 und 17.00 Uhr eingesammelt. Es wurden die gesamten oberirdischen Triebe entnommen, wobei jedoch der Hauptteil aus grünen Blättern bestand. Das Pflanzenmaterial wurde ungewaschen getrocknet und dann im Auftrag der LÖLF NRW (Dr. König, Düsseldorf) durch das LUFA Münster analysiert (Methodenbeschreibung bei DETTMAR et al. 1991). Die Ergebnisse der einzelnen Analysen sind in der Tabelle Nr. 3 aufgeführt.

Die untersuchten Böden bestehen überwiegend aus Hochofenschlacke, beigemischt sind unterschiedliche Anteile an Bauschutt, Industriestäuben und -schlämmen. Es handelt sich in der Mehrzahl um sehr skelettreiche Böden mit niedrigen Feinmaterialgehalten (genauere Charakterisierung bei DETTMAR et al. 1991). Aus der Körnungsanalyse geht hervor, daß die Sandfraktion in der Regel deutlich dominiert. Es muß allerdings auf große methodische Probleme bei der Körnungsanalyse überwiegend aus technogenen Substraten aufgebauter Böden hingewiesen werden, z.B. hinsichtlich mangelnder Dispergierbarkeit (siehe DETTMAR et al. 1991).

Bei gewachsenen Böden aus Natursubstraten würde man aus den vorherrschenden Skeletanteilen und Korngrößenverteilungen auf Felsböden mit geringer Wasserhaltefähigkeit und Kationenaustauschkapazität schließen. Ob diese Einschätzung auch auf diese technogenen Böden zutrifft, ist noch nicht geklärt.

Interessant sind die Ergebnisse der pH-Wert Bestimmung. Der durchschnittliche pH Wert liegt bei 8,6 also deutlich im alkalischen Bereich. Einzelne Proben weisen pH-Werte über 10 bis zu 12 auf. Dies läßt sich auf das Vorkommen von CaO zurückführen. Durch den Glühprozeß bei der Stahlherstellung entstehen dem Branntkalk ähnliche Verbindungen in dem Schlackenmaterial. Derartig hohe pH-Werte bereiten den meisten Pflanzenarten bereits massive Probleme.

Im Rahmen des bereits erwähnten Forschungsvorhabens wurden auf den Industrieflächen an weiteren 38 Standorten ohne Vorkommen von *Puccinellia* Bodenproben entnommen (siehe DETTMAR et al. 1991). Es zeigt sich im Vergleich deutlich, daß die Standorte mit *Puccinellia* die höchsten pH-Werte aufweisen (Durchschnitt 11 Standorte *Puccinellia* 8,6 pH – Durchschnitt restliche 38 Standorte 7,8 pH).

Besonderes Interesse galt den Ergebnissen der Leitfähigkeitsbestimmung, ein Zusammenhang zwischen Salzbelastung und dem Auftreten von *Puccinellia* wurde vielfach beschrieben. Ab 630  $\mu\text{s}/\text{cm}$  kann man in diesen Böden von einer gewissen Salzbelastung ausgehen (BURGHARDT, schriftliche Mitteilung 1991). Es ist allerdings die Einschränkung zu machen, daß bei der gewählten Meßmethode auch Carbonate die Ursache einer erhöhten Leitfähigkeit sein können. Nur bei drei der insgesamt 29 Probe ist der angegebene Wert überschritten und nur einmal wird mit 2150  $\mu\text{s}$  ein hoher Salzgehalt erreicht. Der Durchschnittswert mit 421  $\mu\text{s}/\text{cm}$  zeigt auf, daß Salzbelastungen nicht als wesentliche Ursache für das Vorkommen von *Puccinellia* auf diesen Industrieflächen gewertet werden können.

Die festgestellten  $\text{CaCO}_3$ -Gehalte (Durchschnitt 12,4 %) weisen die Böden überwiegend als carbonatreich aus, einzelne Proben mit über 25 %  $\text{CaCO}_3$  müssen als sehr carbonatreich klassifiziert werden. Zu berücksichtigen ist, daß die gewählte Meßmethode auch Sulfide mitefaßt und die Werte nicht bereinigt sind.

Die festgestellten Kohlenstoff-, Stickstoff- und Schwefelgehalte sowie deren Verhältniswerte, die in der Tabelle enthalten sind, können hier im einzelnen nicht diskutiert werden. Es ergeben sich hier aber im Vergleich keine grundlegenden Unterschiede zu den Proben von Standorten ohne *Puccinellia* (siehe ausführlichere Erläuterungen bei DETTMAR et al. 1991).

Die Schwermetallanalysen ergaben, wie es für Böden von Flächen der Eisen- und Stahlindustrie, die z.T. über 100 Jahre industriell genutzt werden, nicht anders zu erwarten war, erhöhte Schwermetallgehalte. Auf alle insgesamt 48 Profilstandorte der Industrieflächen bezogen, ergeben sich, orientiert an den Grenzwerten der sogenannten „Hollandliste“, für 27 Standorte kritische Belastungen bei mindestens einem Schwermetall hinsichtlich der festgestellten Gesamtgehalte (ausführliche Darstellung siehe DETTMAR et al. 1991). Die Standorte

Tabelle Nr. 3: Puccinellia distans – Pflanzeninhalts- und Bodenanalysen

I. Pflanzeninhaltsanalyse Puccinellia						II. Bodenanalysen Schwermetallgehalte mg/kg													
Schwermetallgehalte mg/kg Trockensubstanz						Königswasseraufschluß				EDTA-Aufschluß				CACL2-Aufschluß					
Profil Nr.	Zn	Pb	Cd	Cu	Asche %	Horizont tiefe cm	Ges. Zn	Ges. Cd	Ges. Pb	Ges. Cu	EDTA Zn	EDTA Cd	EDTA Pb	EDTA Cu	CACL2 Zn	CACL2 Cd	CACL2 Pb	CACL2 Cu	
Pucc. 1	I 102	27	0,14	11	9,24	Y1	0-29	533,4	4,82	246	74	237,5	1,75	116,75	38,75	0,08	0,04	NN	NN
	II 225	38	0,29	15	13,88	Y2	29)												
Pucc. 2	I 131	18	0,26	16	10,64	Y1	0-12	958,8	4,28	345	110,4	397,5	4,25	200,5	29,75	0,04	0,02	NN	0,02
	II 154	32	0,38	19	15,16	Y2	12-16					82,5	1	38,25	15,5	0,02	0,02	NN	0,02
						Y3	16-21)					137,5	2,25	75,25	15,5	0,02	0,02	NN	0,02
Pucc. 3	I 130	53	0,39	14	8,14	Y1	0-6	1060,2	4,68	507,4	92	390	3,25	444	27,5	NN	0,02	NN	0,02
	II 101	22	0,24	12	7,44	Y2	6-18	1898,8	5,8	805,8	209	913,5	2,75	759,7	79,75	NN	0,02	NN	0,04
						Y3	18-56)	2184,8	5,68	1759,3	430	943	2	1019,25	116	0,8	0,04	NN	0,04
Pucc. 4	I 59	15	0,13	10	7,58														
Pucc. 5	I 82	25	0,24	13	11,71	Y1	0-2	609	4,92	214,8	63	151,75	0,6	48,33	18,25	0,04	0,02	NN	0,06
	II 223	43	0,55	22	7,8	Y2	2-21	94,2	2,28	99,04	25,4	12,25	NN	17,25	1,93	NN	0,02	NN	NN
						Y3	21-34	176	5,24	119,2	17	12,5	0,375	5,25	NN	0,02	0,02	NN	NN
						Y4	34-40)												
Pucc. 6	I 100	17	0,25	11	6,28	Y1	0-10	299,2	2,74	94	39	64,5	0,4	27,1	7,03	0,02	NN	NN	0,06
	II 128	28	0,31	13	18,31	Y2	10-27	74,8	1,92	34,2	30,6	27,5	0,25	8,18	2,75	NN	NN	NN	0,04
						Y3	27-46)	300,7	1,52	123,72	42,92	109,25	0,375	73,35	14,38	0,02	NN	NN	0,06
Pucc. 7	I 152	53	0,38	22	7,72	Y1	0-5	719,2	6,46	547,6	206,8	355	1,75	322,25	60,5	NN	0,02	NN	0,08
	II 122	24	0,32	20	8,37	Y2	5-15	1072,6	6,68	393	608,4	152,5	1,75	255,25	41,5	0,04	NN	NN	0,08
						Y3	15-45	399	3,92	203,8	166,2	190	0,5	110,5	36,5	0,02	NN	0,04	0,14
						Y4	45-50)	453,6	3,36	249,8	138	240	0,5	141,5	41	0,02	0,02	NN	0,08
Pucc. 8	I 156	29	0,19	18	10,2	Y1	0-6	320,8	0,72	78,24	52,26	264,8	0,125	75,3	12	0,2	0,02	NN	0,16
	II 425	51	0,57	23	10,02	Y2	6-11	693	3,04	251,4	62,2	290,25	1,425	190,75	17,23	0,04	0,02	NN	0,1
						Y3	11-30	508,2	2,88	204,6	86,6	210	0,75	147	15,25	0,1	NN	0,1	0,12
						Y4	30-46)	667,8	3,58	266	205,8	222,5	0,625	151,75	46	0,02	0,02	0,08	0,14
Pucc. 9	I 40	8,5	0,06	10	5,9	Y1	0-15	348,6	4,74	258	55	15,5	1,375	125,75	10,75	NN	NN	NN	0,1
	II 174	28	0,68	17	11,56	Y2	15-43)	349,8	2,02	149,6	35,8	257,5	0,5	84,25	8	0,02	0,02	NN	0,08
Pucc. 10	I 115	48	0,59	15	6,88	Y1	0-6	969	3,8	364	58,2	767	2,025	366,92	24,3	0,12	NN	NN	0,06
	II 155	58	0,56	22	8,98	Y2	6-10	422,9	1,82	238,12	38,46	164,75	0,3	170,83	8,08	0,04	NN	NN	0,04
						Y3	10-44	1234,2	2,9	656,4	65,6	494,5	0,825	557,35	19,2	0,02	NN	NN	NN
						Y4	44-53)												
Pucc. 11	I 330	39	0,41	14	7,86	Y1	0-10	1020	6,5	395,8	100,2	467,78	2,625	226,5	16,95	0,04	NN	NN	0
	II 300	48	0,46	15	9,57	Y2	10-18	499,8	8,4	535,2	322,4	85,25	2,25	235	18,28	NN	NN	NN	0
						Y3	18-38	567	3,12	387,6	86,2	183,43	1,475	250	26,68	0,04	NN	NN	0
						Y4	38-50)												

I = Entnahme im Frühlingsmaer (27/28.6.1989)

II = Entnahme im Hochsommer (28/29.8.1989)

Bodenskelett und Körnung

pH	CaCO <sub>3</sub>	Lf.keit	C %	N %	S %	C/N	C/S	Skelett ( 2 um 2-60 um 60-2000 200-60 Verlust						Gewicht	Gewicht	Gewicht	Gewicht	Gewicht
CACL <sub>2</sub>	%	us/cm						Gen. %	%	%	um %	um %	H2O2 %	(g)	( 2 mm			> 2 mm
8,07	17,4	241	5,71	NN	NN	--	--	38,2	4,3	42	53,7	22,3	4,7	1611,3	50	945,2	995,2	616,1
8,27	21,49	342	5,39	NN	NN	--	--	55,4	5,2	42,2	52,6	13,3	3,5	1318,2	80	508,4	588,4	729,8
8,92	NN		4,79	NN	0,29	--	16,52	70,7	2,44	18,3	79,2	21,9	9,7	428	50	75,3	125,3	302,7
--	--		4,24					92,8	1,64	10,6	87,7	9,31	4,4	469,8	14	20	34	435,8
8,32	12,34	187	7,43	NN	NN	--	--	46,5	1,26	23,6	75,1	31,2	7,12	894,5	70	408,5	478,5	416
8,75	9,17	265	11,17	NN	NN	--	--	12,1	1,06	27,7	71,3	33,1	6,83	428	70	306,2	376,2	51,8
8,09	8,54	139	14,96	0,23	0,11	69,48	145,27	31,8	2,86	21,2	75,9	30,8	3,89	866,4	80	510,5	590,5	275,9
8,43	22,34	257	5,62	0,21	0,24	26,8	34,58	37,3	2,91	49,8	47,3	28	4,91	896,3	60	502,2	562,2	334,1
9,42	37,81	403	6,24	0,03	0,41	208,1	26,29	77,6						1570	70	282,4	352,4	1217,6
12,16	5,73		3,93	NN	NN	--	--	63,5						1217,5	120	324	444	773,5
8,23	18,88	850	5,53	0,08	0,15	69,1	52	31,5	1,5	32,7	65,8	25,7	2,2	1524	70	973,7	1043,7	480,3
10,62	6,95	596	2,8	0,02	0,81	139,8	4,48	65,7						1425	80	408,2	488,2	936,8
8,65	6,79	153	3,22	NN	NN	--	--	49,8	1,02	12,12	86,9	13,5	2,86	1755,8	80	802	882	873,8
8,52	21,27	287	7,29	0,12	0,09	60,7	109,33	49,4	1,67	21	77,3	21,8	5,77	1335	50	860	910	425
8,65	21,21	291	5,79	0,33	0,1	17,6	83,4	56,8	0,36	11,2	88,5	16,5	2,12	1514,5	60	593,6	653,6	860,9
8,5	16,62	2150	7,61	0,08	0,14	95,1	68,57	90,7	2,97	32,5	64,5	23,4	2,5	2130	151	47,4	198,4	1931,6
8,43	17,47	320	9,83	0,15	0,25	68,6	47,72	49,8	1,71	20,1	78,2	20,6	2,54	811,1	60	347,3	407,3	403,8
8,25	3,44	83	4,73	0,08	0,21	59,1	24,48	12,1	0,88	15,9	82,9	28,3	4,12	1660	60	1399,3	1459,3	200,7
8,35	9,8	155	5,65	0,15	0,18	37,7	37,94	39,9	0,8	11,4	87,8	19,8	3,25	1377	70	757,7	827,7	549,3
9,25	10,7	546	2,41	0,12	0,1	20,1	36,9	81,5	0,87	13,4	85,8	17,5	0,44	1865,7	80	265	345	1520,7
8,69	7,65	296	5,22	0,05	0,16	104,7	38,38	53,1	2,09	18,9	78,9	19,4	5,7	1018,1	80	397,7	477,7	540,4
7,98	12,92	191	4,2	0,07	NN	50	--	71,8	5,6	34,7	59,7	11	3,5	1271,4	50	308	358	913,4
8,14	5,32	188	3,52	0,1	NN	39,2	--	70,6	6,6	71,2	22,2	3,5	3,9	1063	80	232	312	751
7,86	6,96	177	6,37	0,11	NN	58	--	41,8	1,39	32,3	66,3	36,2	8,67	988,6	50	525,4	575,4	413,2
8,13	12,77	166	4,87	0,06	NN	81,1	--	77,5	0,59	12,4	87	21,5	4,51	1465,5	50	279,3	329,3	1136,2
8,33	7,45	142	3,71	0,06	NN	61,8	--	43,6	3,07	22,2	74,7	21,9	4,42	1135,5	60	578,2	638,2	495,3
7,86	8,5	163	3,52	0,04	NN	88	--	12,2	2,4	40,3	57,4	35,4	12,8	1227,7	50	1027,7	1077,7	150
7,95	9,16	1840	3,13	NN	NN	--	--	28,2	1,8	51,6	46,6	31,8	10,2	929,1	60	606,7	666,7	262,4
7,68	1,47	510	2,25	NN	NN	--	--	95,3	2,4	13,2	84,4	17,6	5,3	1056,9	50		50	1006,9

von *Puccinellia distans* fallen im Vergleich mit den anderen untersuchten auf den Industrieflächen nicht durch höhere Schwermetallgehalte auf. Dies gilt hinsichtlich der Gesamtgehalte und der pflanzenverfügbaren Mengen nach EDTA- oder CACL<sub>2</sub>-Aufschluß. Die Durchschnittswerte der 11 *Puccinellia*-Standorte sind bei den Zink-, Blei- und Cadmiumgesamtgehalten sogar nur halb so hoch wie bei den 37 Standorten ohne *Puccinellia*. Nur drei der insgesamt 27 Proben von den 11 *Puccinellia*-Standorten überschreiten bei den Blei-Gesamtgehalten und nur eine bei den Kupfer-Gesamtgehalten die kritische Grenze (des C-Wertes) der Hollandliste.

Die im Rahmen der Inhaltsanalysen von abgeernteten *Puccinellia*-Blättern und Trieben festgestellten Schwermetallgehalte lassen sich ohne Vergleichswerte von anderen Standorten nur schwer einschätzen. Als grobe Orientierung können die bei SAUERBECK (1985) angegebenen durchschnittlichen und kritischen Konzentrationen an Schwermetallen in Pflanzen dienen. Danach sind die Gehalte an Cadmium nicht auffällig erhöht. Bei Kupfer und Zink liegen über 50 % der Proben im Bereich, der bei besonders empfindlichen Pflanzen das Wachstum hemmen würde. Beim Blei sind es sogar 17 von 21 Proben.

Zu beachten ist allerdings, daß hier ungewaschene Proben analysiert wurden. Um herauszufinden inwieweit Staubauflagerungen eine entscheidende Rolle bei den festgestellten Schwermetallwerten spielen, wurde mittels einer einfachen Regressionsrechnung die Beziehung zwischen den Asche- und den Schwermetallgehalten bei den *Puccinellia*-Proben untersucht. Statistisch ergaben sich dabei keine erkennbaren Zusammenhänge (siehe DETTMAR et al. 1991).

Im Rahmen des erwähnten Forschungsvorhabens wurden auf den Industrieflächen Blattproben von vier weiteren Pflanzenarten analysiert (*Artemisia vulgaris*, *Solidago canadensis*, *S. gigantea*, *Salix caprea*). Die Daten belegen unterschiedliche Aufnahmearten von Schwermetallen bei den einzelnen Arten. *Puccinellia* weist bei den Zink-, Kupfer- und Cadmiumgehalten zusammen mit den beiden *Solidago*-Arten durchgehend die niedrigsten Werte auf. Beim Blei liegen die Werte allerdings deutlich höher und werden nur von denen der *Artemisia*-Blätter übertroffen.

Mittels Regressionsberechnungen wurde versucht, Zusammenhänge zwischen den festgestellten Bodenparametern und den Pflanzengehalten aufzuspüren. Bei den anderen vier Arten ließen sich einzelne, allerdings meist nur schwache Beziehungen, z.B. zwischen Boden- und Pflanzengehalten an Schwermetalle nachweisen (siehe ausführliche Darstellung bei DETTMAR et al. 1991). Für *Puccinellia* ergaben sich überhaupt keine statistisch auffindbaren Beziehungen.

Es ist demnach festzuhalten, daß keine Beziehungen zwischen den Schwermetallgehalten im Boden und denen in *Puccinellia* nachzuweisen waren. Die genauere Analyse macht auch deutlich, daß die festgestellten Schwermetallgehalte (Gesamt- und pflanzenverfügbare Gehalte) in den Böden nicht als entscheidende Ursache für das Vorkommen von *Puccinellia* gewertet werden können (siehe DETTMAR et al. 1991). Allerdings kann *Puccinellia* im gewissen Umfang als „Bleisammler“ gelten.

Gegenüber den Bodenproben von Standorten mit anderen Pflanzenbeständen ergab sich ein auffälliger Unterschied nur bei den festgestellten pH-Werten (siehe oben). Die *Puccinellia*-Standorte haben in der Regel die höchsten pH-Werte. Ein deutlich alkalisches Bodenmilieu bis in den stark alkalischen Bereich scheint das Vorkommen von *Puccinellia* auf den Industrieflächen zu fördern. Dieses korreliert mit den zuvor gemachten Angaben zu typischen Standortcharakteristika auf anderen industriell geprägten Standorten mit *Puccinellia*-Vorkommen.

## Die Vergesellschaftung von *Puccinellia distans* in Europa

Tabelle Nr. 4 (im Anhang) enthält eine Zusammenstellung verschiedener Gesellschaften und Bestände mit *Puccinellia distans* aus Europa. Es sind insgesamt 427 Aufnahmen, die westlichsten aus dem Ruhrgebiet, die östlichsten aus Polen. Hauptsächlich geht es hier um die Vergesellschaftung der Art auf stärker menschlich beeinflussten Standorten. Allerdings sind dies nicht alle bisher veröffentlichten Aufnahmen; eine vollständige Übersicht ist speziell bei dem

großen Anteil osteuropäischer Arbeiten nur mit einem sehr hohen Aufwand möglich. Am Ergebnis würde dies aber vermutlich nicht mehr viel verändern.

Von den Meeresküsten (Spalte 1) und den binnenländischen Salzstellen (Spalte 2–7) sind nur wenige Aufnahmen vertreten. Deren Anteil hätte man vom vorhandenen Aufnahmematerial her wesentlich steigern können. Deshalb sind hier auch nicht alle Gesellschaften mit *Puccinellia distans* aufgeführt.

*Puccinellia* ist mit den Deckungsgraden + – 5 (nach BRAUN-BLANQUET) vertreten. In den meisten Aufnahmen, die der Tabelle zugrunde liegen, spielt sie eine wesentliche Rolle bei der Zusammensetzung der Vegetation.

Die in der Tabelle Nr. 4 zusammengefaßten Aufnahmen lassen sich 7 verschiedenen Klassen zuordnen; dabei ergibt sich folgende Verteilung:

*Asteretea tripolii* Westh. et Beeft. in Westh. et al. 1962

*Glauco-Puccinellietalia* Westh. et Beeft. in Westh. et al. 1962

*Puccinellio-Spergularion salinae* Beeft. 1965

Spalte 1 *Puccinellietum distantis* Feek. 1943 (*Spergulario-Puccinellietum distantis* Feek. 1934)  
2,3,4,5,6

*Armerion maritimae* Br.-Bl. et De L. 1936

Spalte 7 *Juncetum gerardii* (Warming 06) Du Rietz 1923

Spalte 8 *Glaux maritima-Potentilla anserina*-Gesellschaft

*Agrostietea stoloniferae* Oberd. et Müll. ex Görs 1968

*Agrostietalia stoloniferae* Oberd. in Oberd. et al. 1967

*Agropyro-Rumicion* Nordh. 1940 em. Tx. 1950

*Juncetum compressi* Br.-Bl. 1918 ex Libb. 1932

Spalte 9 – *taraxacetosum bessarabici* Toman 1988

*Bidentetea* Tx., Lohm. et Prsg. in Tx. 1950

*Bidentetalia* Br.-Bl. et Tx. 1943

*Chenopodium rubri* Tx. in Poli. et J.Tx. 1960 (corr. Kop. 1969)

*Chenopodietum rubri* Timar 1950

Spalte 10, 11 – SA. von *Puccinellia distans* (neu) Var. von *Aster tripolium*

Spalte 12,14,16 Typische Varinate

Spalte 15 Variante von *Chenopodium ficifolium*

Spalte 13 – SA. von *Spergularia marina* Ludwig 1965

*Plantaginetea majoris* Tx. et Prsg. in Tx. 1950 em.

*Plantaginetalia majoris* Tx. 1950 em.

*Polygonion avicularis* Br.-Bl. 1931 ex Aich. 1933

*Lolio-Polygonetum arenastri* Br.-Bl. 1930 em. Lohm.75 (*Lolio-Plantaginetum majoris* Beg. 1932)

– *puccinellietosum distantis* Tx. 1950

Spalte 17–26 Var. von *Trifolium repens*

Spalte 27–34 Typische Var.

*Poo-Coronopetum squamati* (Oberd. 1957) Gutte 1966

Spalte 35 – SA. von *Puccinellia distans* Toman 1988

Spalte 36,37,38 *Puccinellia distans* [*Plantaginetalia*] ev. *Poa annua-Puccinellia distans*-Gesellschaft und  
*Lepidium ruderales-Puccinellia distans*-Gesellschaft

*Chenopodietea* Br.-Bl. 1951

*Sisymbrietalia* J.Tx. 1962

*Sisymbriion* Tx. et al. in Tx. 1950

Spalte 39,40,41 *Atriplex nitens-Puccinellia distans*-Gesellschaft

Spalte 42 *Crepis tectorum-Puccinellia distans*-Gesellschaft

Spalte 43 *Senecio vernalis-Puccinellia distans*-Gesellschaft

*Atriplici tataricae-Diploaxietum tenuifoliae* Kiesel et al. 1985 (ev. *Atriplici tataricae*-

*Hordeetum murini* (Felf. 1942)Tx. 1950)

Spalte 44 – typische SA. Kiesel et al. 1985 Var. v. *Puccinellia distans*

*Agropyretea* Müll. et Görs 1969

*Agropyretalia* Müll. et Görs 1969

Spalte 45 *Diploaxis tenuifolia-Puccinellia distans*-Gesellschaft [*Agropyretalia*]

*Convolvulo-Agropyron* Görs 1966

Spalte 46,47 *Puccinellia distans* [*Convolvulo-Agropyron*] ev. *Poo-Tussilaginetum* Tx. 1931 und

*Convolvulo-Agropyretum* Felf. 1943

*Artemisietea* Lohm., Prsg. et Tx. in Tx. 1950

*Artemisienea vulgaris* Th. Müll. in Oberd. 1983

*Onopordetalia acanthii* Br.-Bl. et Tx. 1943 em. Görs 1966

*Dauco-Melilotion* Görs 1966

Spalte 48,49 *Puccinellia distans* [*Dauco-Melilotion*] ev. *Melilotetum* Siss. 1950 und *Dauco-Picridetum*

Görs 1966

Bei dem zugrundeliegenden Aufnahmematerial tritt *Puccinellia distans* in ihrem synanthropen Vorkommen am häufigsten in zwei Gesellschaften auf:

– *Chenopodietum rubri*

– *Lolio-Polygonetum arenastri*

Eine eingehende Beschreibung der Vorkommen in diesen beiden Gesellschaften unterbleibt hier aus Platzgründen; es wird auf die Darstellung bei den jeweiligen Autoren verwiesen. In der Fußnote zur Tabelle 3 sind die Autoren aufgeführt sowie die von ihnen gewählte Bezeichnung.

### Die *Puccinellia distans*-Gesellschaften in den *Chenopodietea*, *Artemisietea* und *Agropyretea*

Ein Vergleich innerhalb der Stetigkeitstabelle (Tabelle Nr. 4) zeigt, daß *Puccinellia distans*-Gesellschaften in den Klassen *Chenopodietea*, *Artemisietea* und *Agropyretea* im Verhältnis zu den Klassen *Bidentetea* oder *Plantaginea* deutlich geringer repräsentiert sind. Die vorliegenden Aufnahmen stammen überwiegend aus Osteuropa, meist von stärker belasteten Standorten. Der hohe Belastungsgrad hat *Puccinellia* hier besonders gefördert und auffällige Bestände hervorgebracht. In Westeuropa findet sich entsprechendes offensichtlich nur unmittelbar auf Industrieflächen.

Die dem *Sisymbria* zugehörigen Aufnahmen sind in Spalte 39–44 zusammengestellt. Die Ausbildungen mit *Atriplex nitens* (39–41) tragen deutlich kontinentale Züge. Eine große Ähnlichkeit haben die Aufnahmen von den Flächen der Eisen- und Stahlindustrie aus dem Ruhrgebiet und Lübeck (42,43). Dies läßt sich erklären durch ähnliche Substrate auf den Flächen, vorwiegend Hochofenschlacke. Unter Punkt 10 (Tabelle Nr. 4) sind die Arten zusammengefaßt, die kennzeichnend sind. Besonders gilt dies für *Arenaria serpyllifolia*. Man könnte beide Spalten eventuell auch zusammenfassen als *Puccinellia distans-Arenaria serpyllifolia*-Gesellschaft. Bei den Aufnahmen von MORAVCOVA-CECHOVA (1988) (39,40,48) spielen *Plantaginea*-Arten noch eine relativ große Rolle, was von den Standorten im Stadtbereich von Prag her erklärbar ist.

### Versuch einer „nicht ganz“ naturwissenschaftlichen Betrachtung der Vorkommen von *Puccinellia distans*

In diesem Kapitel soll der Versuch gemacht werden, am Beispiel von *Puccinellia distans* den „Ausbreitungserfolg“ einer Art, die durch den Menschen gefördert wird, unter einem anderen als dem populationsökologischen Blickwinkel zu betrachten. In diesem zur Zeit sehr beliebten Ökologiezweig werden Lebensform, jahreszeitliche Entwicklung, Wachstumsgeschwindigkeit, Biomasseproduktion, Samenproduktion und Verbreitungsstrategie ausführlich untersucht und in Beziehung gesetzt zu den Standortparametern. Vorwiegend untersuchte Standortparameter sind Feuchtigkeits-, Nährstoff-, Schadstoff-, Milieu-, Klima- und Kleinklima- sowie Konkurrenzverhältnisse.

Für *Puccinellia distans* oder eventuelle Kleinarten liegen umfangreichere Untersuchungen dieser Art bislang meiner Kenntnis nach nicht vor. Was man aus populationsökologischer Sicht bisher sagen bzw. vermuten kann, sieht folgendermaßen aus:

*Puccinellia distans* ist ein Hemikryptophyt, der oft mit grünen Blättern überwintert, die aber überwiegend im Frühjahr ersetzt werden. Das Blattwachstum beginnt im zeitigen Frühjahr, die Blüte reicht von Ende Juni bis Ende Oktober. Am natürlichen Standort kann man eine epizoochore bzw. anemochore Verbreitung vermuten. Für die synanthropen Vorkommen spielen aber vor allem anthropochore Verbreitungen eine Rolle. Dies bezieht sich auf die u.a. von KRACH & KOEPFF (1980) beschriebene Haftung der Karyopsen an Autoreifen.

Der „Erfolg“ der Art aus populationsökologischer Sicht könnte demnach u.a. in der Kombination der anthropochoren Verbreitungsmöglichkeit mit der Feuchte-, Temperatur und Nährstoff- sowie einer gewissen Milieuvariabilität und der hohen Tritt-, Salz-, Kalzium-, Herbizid- und Emissionsverträglichkeit begründet liegen. Oder, falls man verschiedenste Kleinarten annimmt, in der Fähigkeit zur Ausbildung verschiedenster Genotypen mit unterschiedlichem Anpassungspotential an die genannten Faktoren.

Entscheidend in der Sichtweise der Populationsökologie ist bei beiden Varianten die Ausschaltung oder Reduzierung des Faktors Konkurrenz. Die Bedeutung der Konkurrenz ist in der Populationsökologie ein zentraler Punkt. Demnach kann *Puccinellia distans* auf diesen Standorten vorkommen, weil durch die extremen Standortbedingungen andere Arten hier nicht mehr leben können. Logischer Umkehrschluß ist, daß der Salzschwaden auch an weniger extremen Standorten vorkommen könnte, wenn die anderen Arten ihn nicht verdrängen würden.

Ist hier nicht ein kleiner Unterschied zwischen der „modernen“ Populationsökologie und der allmählich als „veraltet“ geltenden Pflanzensoziologie? Ist es nicht vielleicht möglich, in den nach dem Typusbegriff (siehe VAHLE & DETTMAR 1988) aufgestellten Pflanzengesellschaften neben der Konkurrenz auch ein Miteinander der Pflanzen zu sehen?

Vielleicht ist es den Gedanken wert zu überlegen, daß die Populationsökologie ihre Wurzeln vor allem in Nordamerika hat, wo Konkurrenz als zentraler Bestandteil der menschlichen Gesellschaft akzeptiert und sogar als ihre Stärke verstanden wird. Man könnte darüber philosophieren, warum die Populationsökologie auch in Deutschland immer beliebter wird.

Was kann man den bestechend klingenden Erkenntnissen populationsbiologischer Forschungen entgegenhalten für unser Beispiel *Puccinellia distans*? Läßt man sich auf einen Ansatz ein, der als Prinzip der Natur das „Miteinander“ von Organismen auf eine Stufe mit dem „Gegeneinander“ stellt, könnte man zu folgenden (romantisch verklärten?) Spekulationen kommen:

*Puccinellia distans* übernimmt an ihren natürlichen Standorten an der Küste und den binenländischen Salzstellen die Wiederherstellung einer geschlossenen Vegetationsdecke. Das heißt, sie dient gewissermaßen der „Heilung“ aufgerissener Stellen. In der Naturlandschaft dürfte dies an der Küste z.B. durch Einwirkung des Meeres geschehen. Die Vorkommen von *Puccinellia distans* waren hier kurze Initialen, sie stellten immer ein ephemeres Sukzessionsstadium dar. Durch die menschliche Nutzung von Salzwiesen, vor allem durch die Beweidung, erhöhte sich die Störung, und eine Vielzahl von durch Tritteinwirkung geschaffenen offenen Stellen entstanden. Diese Störungen blieben konstant. Bestimmte Arten kamen an diesen Stellen zusammen, und es war möglich, z.B. ein *Puccinellietum distantis* zu beschreiben. Diese Gesellschaft zeigt entsprechend Störstandorte an (HÄRDLE 1984, 49).

Betrachtet man die Standorte von *Puccinellia distans* im synanthropen Vorkommen, so sind dies meist stark gestörte Standorte wie Wegränder, Dorfplätze, Teichränder, Straßenränder, Müllhalden, Industrieflächen, industrielle Abraumkippen und durch Immissionen beeinträchtigte Flächen. Unterteilt man nach dem Hemerobiegrad, steigert sich bei dieser Reihenfolge der menschliche Einflußgrad von euhemerob zu polyhemerob. Fast einartige *Puccinellia distans*-Bestände finden sich vor allem auf polyhemeroben Standorten an der Grenze zur metahemeroben Stufe (z.B. KALETA 1980).

Ist es wirklich die einzige sinnvolle Erklärung, daß *Puccinellia distans* auf diesen Standorten vorkommt, weil die Konkurrenz anderer Arten ausgeschaltet ist, oder könnte es nicht auch

wert sein, einmal andersherum zu überlegen, ob hier ein Mechanismus der Natur wirkt, der in erster Linie auf die Revitalisierung offener gestörter Böden zielt ?

Übertragen auf andere Arten, die sich im Gefolge des Menschen ausbreiten und extreme urbane Standorte besiedeln, könnte dies also nicht vielleicht als aktive Leistung der Natur gesehen werden ? Und wenn heimische Arten den Anforderungen zur „Revitalisierung“ von Standorten nicht gewachsen sind, ist es dann unter dieser Sichtweise nicht nachzuvollziehen, daß fremde Arten (Neophyten) auftauchen ?

Ich danke Prof. Dr. SUKOPP, Berlin, für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

## Literatur

- ADOLPHI, K. (1975): Der Salzschwaden (*Puccinellia distans* (L.)Parl.) auch in Westfalen an Straßenrändern. – Gött. flor. Rundbriefe 8(3): 89.
- (1980): *Puccinellia distans* (Jacq.)Parl. (Poaceae) an einem Wegrand in der Eifel. – Decheniana 133,26.
- BADMIN, J.S. (1981): The occurrence of *Puccinellia distans* in Warwickshire. – Proc. Birmingham nat. Hist. Soc. 24: 122–124.
- BONTE, L. (1929): Beiträge zur Adventivflora des rheinisch-westfälischen Industriegebietes (1913–1927). – Verhandl. naturhist. Ver. preuß. Rheinlande und Westfalens 86: 141–247.
- v. BOENNINGHAUSEN, C.M.F. (1824): Prodrömus Florae Monasteriensis Westphalorum. – Münster: 333 S.
- BRANDES, D. (1980): Flora, Vegetation und Fauna der Salzstellen im östlichen Niedersachsen. – Beitr. Naturk. Niedersachsens 33: 66–90.
- (1983): Flora und Vegetation der Bahnhöfe Mitteleuropas. – Phytocoenologia 11(1),31–115.
- (1986): Notiz zur Ausbreitung von *Chenopodium ficifolium* Sm. in Niedersachsen. – Gött. flor. Rundbriefe 20(2): 116–120.
- (1988): Die Vegetation gemähter Straßenränder im östlichen Niedersachsen. – Tuexenia 8: 181–194.
- BÜSCHER, D. (1984): Über Vorkommen des Abstehenden Salzschwadens (*Puccinellia distans* (L.)Parl.) und der Mähnen-Gerste (*Hordeum jubatum* L.) im östlichen Ruhrgebiet. – Dortmunder Beitr. Landeske. naturwiss. Mitt. 18: 47–54.
- BUHL, A. (1971): Verbreitungskarten mitteldeutscher Leitpflanzen für den Bereich des Meßtischblattes 4835 und des unteren Unstrutgebietes – ein Beitrag zur Kenntnis der Pflanzenverteilung. – Diss. Halle (Mskr. n.p.).
- DANGIEN, B., HAYON, J.C., PELT, J.M. (1972): Analyse phytosociologique de la vegetation halophile d'origine industrielle de la Basse Vallée de la Meurthe. – Doc. Phytosociol. 5: 1–41.
- DANNENBERG, A. (1991): Vegetationskundliche Untersuchungen an Straßenrändern in Schleswig-Holstein. – Kieler Notizen Pflanzenkd. 21(1): 60 S.
- DETTMAR, J. (1986): Spontane Vegetation auf Industrieflächen in Lübeck. – Kieler Notizen Pflanzenkd. 18(3): 113–148.
- , KIEMSTEDT, H., SUKOPP, H. (1991) Die Bedeutung von Industrieflächen für den Naturschutz im besiedelten Bereich, untersucht anhand der spontanen Vegetation von Industrieflächen im Ruhrgebiet. – Forschungsvorhaben der Universität Hannover gefördert durch das BMFT 0339193A (n.p.). Hannover. 455 S. + 372 S. Anhang.
- DETTMAR, J. (1992): Industrietypische Flora und Vegetation im Ruhrgebiet. – Dissertationes Botanicae 191. Cramer Verlag Stuttgart: 397 S.
- DOMIN, K. (1904): Ceske stredohori. – Praha
- DONY, C.M., DONY, J.G. (1979): Maritime species in Bedfordshire. – Watsonia 12: 393.
- DOROGOSTAJSKAJA, E.V. (1972): Sornye rastenija Krajnego severa SSSR. – Leningrad.
- DÜLL, R., KUTZELNIGG, H. (1987): Punktkartenflora von Duisburg und Umgebung. 2.Auflage. – IDH-Verlag Rheurd: 378 S.
- FLORISTENCLUB Gelderse Vallei (1979): *Bromus carinatus* HOOK. et ARN. en *Puccinellia distans* (L.) Parl. in Midden-Nederland. – Gorteria 9: 232–234.
- FUKAREK, F., KNAPP, H.D., RAUSCHERT, S., WEINERT, E. (1978): Karten der Pflanzenverbreitung in der DDR. 1.Serie. – Hercynia N.F. 15: 229–320.
- GALHOFF, H. & KAPLAN, K. (1983): Zur Flora und Vegetation salzbelasteter Bochumer Zechenteiche. Natur und Heimat 43,75–83.

- GARVE, E., PESEL, V. (1983): Neufunde und Bestätigungen von Gefäßpflanzenarten in und um Göttingen (1. Teil). – Gött. flor. Rundbriefe 17: 49–53.
- GLAHN, H.v., TÜXEN, J. (1963): Salzpflanzen-Gesellschaften und ihre Böden im Lüneburger Kalkbruch vor dem Bardowicker Tore. Jahresh. Naturwiss. Ver. Fürstentum Lüneburg 28: 1–32.
- GRÜLL, F. (1979): Synanthropi flora a jeji rozšireni na uzemi mesta Brna. – Studie CSAV (3): 1–224.
- , KOPECKÝ F. (1983): Malo znama antropogeni rostlina spolecenstva mesta Brna (Weniger bekannte anthropogene Pflanzengesellschaften der Stadt Brno). – Preslia 55: 235–243.
- GUTTE, P. (1969): Die Ruderalpflanzengesellschaften West- und Mittelsachsens und ihre Bedeutung für die pflanzengeographische Gliederung des Gebietes. – Diss. Leipzig. (Mskr. n.p.).
- (1972): Ruderalpflanzengesellschaften West- und Mittelsachsens. – Feddes Rep. 83: 11–122.
- , HILBIG, W. (1975): Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teiles der DDR. XI. Die Ruderalvegetation. – Hercynia N.F. 12: 1–39.
- HÄRDITTLE, W. (1984): Vegetationskundliche Untersuchungen in Salzwiesen an der ostholsteinischen Ostseeküste. – Mitt. d. Arbeitsgem. Geobotanik in Schlesw.-Holst. und Hamburg 34: 142 S.
- HAJDUK, J., RUZIEKA, M. (1969): Das Studium der Schäden an Wildpflanzen und Pflanzengesellschaften verursacht durch Luftverunreinigungen. – Air Pollution Proceedings, First European Congress on the influence of Air Pollution on Plants and Animals: 183–192. Wageningen.
- HAMANN, M., KOSŁOWSKI, I. (1988): Vegetation, Flora und Fauna eines salzbelasteten Feuchtgebietes an einer Bergehalde in Gelsenkirchen. – Natur und Heimat 48: 9–14.
- HEINRICH, W. (1984) 1: Bemerkungen zum binnenländischen Vorkommen des Salzschwadens (*Puccinellia distans* (Jacq.) Parl.). – Hausknechtia 1: 27–41.
- (1984) 2: Über den Einfluß von Luftverunreinigungen auf Ökosysteme. III. Beobachtungen im Immissionsgebiet eines Düngemittelwerks. – Wiss. Z. Fr. Schiller Univ. Jena, Naturwiss. R. 33: 251–289.
- HEGI, G. (1960): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. – München
- HÖPPNER, H., PREUSS, H. (1926): Flora des Westfälisch-Rheinischen Industriegebietes unter Einfluß der Rheinischen Bucht. – Wiss. Heimatbücher f. d. Westf.-Rhein.-Industriebez. Band 6a: 381 S.
- HÜLBUSCH, K.H., KIENAST, D. (1977): Beiträge zur ruderalen Flora und Vegetation Kassels. – Hess. Florist. Briefe 26: 12–14.
- JANSSEN, Ch. (1986): Ökologische Untersuchungen an Binnensalzstellen in Südostniedersachsen. – Phytocoenologia 14(1): 109–142.
- JECKEL, G. (1977): Flora und Vegetation des NSG „Salzfloragebiet bei Schreyahn“ in NE-Niedersachsen. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 19/20: 241–251.
- JENTSCH, H. (1975): Interessante Pflanzenfunde aus dem Kreis Calau und den angrenzenden Gebieten. – Abh. Ber. Naturkundemuseum Görlitz 49: 19–24.
- KALETA, M. (1980): Pflanzengesellschaften als Indikator der Luftverunreinigung. – Wiss. Beitr. Martin-Luther-Univ. Halle 27: 40–45.
- KIESEL, G. (1988): Untersuchungen zum Einfluß substratspezifischer Faktoren auf Vegetationsstruktur und -dynamik von Deponiestandorten unter umwelthygienischen Aspekten. – Diss. Martin-Luther-Univ. Halle.
- , MAHN, E.-G., TAUCHNITZ, J.G. (1985): Zum Einfluß des Deponiestandortes auf die Vegetationsstruktur und Verlauf der Sekundärsukzession. Teil 1. Kommunalmüllenthaltende Deponien. – Hercynia N.F. 22(1): 72–102.
- , MAHN, E.-G., DEIKE, U., TAUCHNITZ, J.G. (1986): Zum Einfluß des Deponiestandortes auf Vegetationsstruktur und Verlauf der Sekundärsukzession. Teil 2. Deponien industrieller Abprodukte – Hercynia N.F. 23(2): 212–244.
- KLASSEN, Th. (1987): Ergebnisse zur Verwertung von mineralischen Abfallstoffen zur Bodenverbesserung und Bodenherstellung im Landschaftsbau. 1. Teil. Entstehung von Schlacken und ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften. – Zeitschrift f. Vegetationstechnik 10 (April–Juni).
- KONTRISOVA, O. (1978): Die Verbreitung von synantropen Pflanzenarten im Fluortyp-Immissionsgebiet. – Acta bot. slov. Acad. Sci. slov. A. 3: 445–450.
- KOPECKÝ, K. (1981): Die Ruderalpflanzengesellschaften im südwestlichen Teil von Praha (2). – Preslia 53: 121–145.
- KOWARIK, I., SUKOPP, H. (1984): Auswirkungen von Luftverunreinigungen auf die spontane Vegetation (Farn- und Blütenpflanzen). – Angew. Botanik 58: 157–170
- KRACH, E., KOEPFF, B. (1980): Beobachtungen an Salzschwaden in Südfranken und Nordschwaben. – Gött. flor. Rundbriefe 13: 61–75.
- KÜHNBERGER, R., MAHN, E.G. (1976): Untersuchungen zum Einfluß von Magnesiumchlorid-Sole

- auf *Puccinellia distans* (JACQ.) PARL. und *Lolium perenne* L. – Arch. Naturschutz Landschaftspflege 16: 71–82.
- LADWIG, E. (1965): Die Uferruderalen an der mittleren Werra zwischen Frankenroda und Treffurt. Wiss. Beitr. (Mühlhausen) 4: 41–48.
- LEE, J.A. (1977): The vegetation of British inland salt marshes. – J. Ecol. 65: 673–698.
- LIENENBECKER, H. (1979): Ein weiteres Vorkommen des Salzschwadens (*Puccinellia distans* (L.)Parl.) in Westfalen an Straßenrändern. Natur und Heimat 39(1): 67–68.
- MAREK, B. (1974): Flora und Vegetation im Bereich des MTB 4533 Sangerhausen. – Dipl. Arbeit Halle (Mskr. n.p.).
- MATTHEWS, P., DAVISON, A.W. (1976): Maritime species on roadside verges. – *Watsonia* 11: 164.
- MIREK, Z., TRZCINSKA-TACIK, H. (1981): Spreading of *Puccinellia distans* (L.) PARL. along the roads in Southern Poland. – *Ecol. Polska* 29: 343–352.
- MORAVCOVA-CECHOVA, L. (1988): The ruderal plant communities of roads and tracks with the dominant species *Puccinellia distans* (Jacq.)Parl. in the territory of Prague. – Symposium Synanthropic Flora and Vegetation V: 199–207. Martin 1988.
- OBERDORFER, E. (1983) 1: Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil 3. 2. Auflage. – G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- (1983) 2: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 5. Auflage. – Ulmer Verlag, Stuttgart.
- OTTO, H.W. (1975): Floristische Beobachtungen 1973/74 in der Oberlausitz. – Abh. Ber. Naturkundemuseum Görlitz 49: 3–18.
- PYSEK, A. (1972): *Puccinellia distans* (Jacq.)Parl. v Plzni a její sociologicke chovani (*Puccinellia distans* und ihr soziologisches Auftreten in der Stadt Plzen). – Zprav. Zapadoces. Pob. Ceskosl. bot. Spol. 1: 3–4.
- (1976): Vegetation auf dem Gelände des VEB Chemische Betriebe Sokolov (Westböhmen). – Fol. Mus. Rer. Natur. Boh. Occid. Botanica. Plzen 8: 1–44.
- (1979): Zur Vegetation der chemischen Betriebe des Bezirkes Westböhmen. – *Preslia* 251: 363–373.
- REIDL, K. (1989): Stadtbiotopkartierung Essener Norden. – Dissert. Univ. GHS Essen. (Mskr. n.p.).
- ROTHMALER, W. (1982): Exkursionsflora. Band 4 Kritischer Band. 5. Auflage. – Volk und Wissen Verlag, Berlin.
- SAUERBECK, D. (1985): Funktion, Güte und Belastbarkeit des Bodens aus agrikulturchemischer Sicht. – Materialien zur Umweltforschung 10.
- SCHEUERMANN, R. (1929): Mittelmeerpflanzen der Güterbahn-höfe des rhein.-westf. Industriegebietes. – Verh. Naturhist. Ver. preuß. Rheinlande und Westfalens 86: 257–342.
- SCOTT, N.E., DAVISON, A.W. (1982): De-icing salt and the invasion of road verges by maritime plants. – *Watsonia* 14: 41–52.
- SEBALD, S., SEBALD, O., WINTERHOFF, W. (1975): Beiträge zur Floristik von Südwestdeutschland. – Jahresh. Ges. Naturk. Württemberg 130: 1–2.
- SEYBOLD, S. (1973): Der Salzschwaden (*Puccinellia distans* (Jacq.)Parl.) an Bundesstraßen und Autobahnen. – Gött. flor. Rundbriefe 7(4): 70–73.
- SOWA, R. (1964): Roslinne zespoly ruderalne na terenie Lodzi. – Prace Wydzialu (ser.) 3: 96, 7–30.
- STREHLER, L.F. (1841): Übersicht der um Ingolstadt wildwachsenden Phanerogamischen Pflanzen. – Programm zum Jahresbericht der königlichen Landwirtschafts- und Gewerbs-Schule zu Ingolstadt für das Jahr 1840/41.
- SUFFRIAN, E. (1836): Beitrag zur genauern Kenntniss der Flora in Dortmund. – Allgem. bot. Zeitung (Regensburg) 20: 305–316 und 21: 321–326.
- SWIEBODA, M. (1970): Wplyw przemyslowych zanieczyszczen powietrza na roslinnosc w otoczeniu fabryka supertomasymy „Bonarka“ w Krakawi. – Ochr. Przyr. 35, 161–220.
- TOMAN, M. (1988): Beiträge zum xerothermen Vegetationskomplex Böhmens. 2. Die Salzflora Böhmens und ihre Stellung zur Xerothermvegetation. – Feddes Repert. 99(5-6): 205–235.
- TÜLLMANN, G., BÖTTCHER, H. (1983): Synanthropic vegetation and structure of urban subsystems. – Colloques phytosoc. 12. Vegetations nitrophiles. Bailloul: 481–523.
- ULLMANN, I., HEINDL, B., FLECKENSTEIN, M., MENGLING, I. (1988): Die straßenbegleitende Vegetation des mainfränkischen Wärmegebietes. – Ber. ANL 12: 141–187.
- VAHLE, H.-C., DETTMAR, J. (1988): „Anschauende Urteilskraft“ – ein Vorschlag für eine Alternative zur Digitalisierung der Vegetationskunde. – *Tuexenia* 8: 407–415.
- WALTER, E. (1981): Adventive Grasarten an Straßen im nördlichen Franken. – Ber. Naturf. Ges. Bamberg 55: 220–249.

- WEINERT, E (1977): Pflanzenkartierung und Bioindikation im hercynischen Trockengebiet. – Abh. Ber. Naturkundemuseum Görlitz 51: 71–79.
- (1981): Zur floristischen Erfassung von Umweltveränderungen. – Wiss. Abh. Geogr. Ges. DDR Leipzig 15: 101–109.
- WELTEN, M., SUTTER, R. (1982): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. 1/2. – Basel.
- ZALIBEROVA, M. (1978): Die Vegetation in den Abfall-Sammelbecken einer Zuckerfabrik. – Acta Bot. Slov. Acad. Sci. Slov. Ser. A. 3: 363–369.

Dr. Jörg Dettmar  
FH Hamburg  
Stadtentwicklungsbehörde  
Amt für Landschaftsplanung  
Alter Steinweg 4  
D-20459 Hamburg



