

Ursachen und Grenzen der Ausbreitung von *Senecio inaequidens* DC. in Mitteleuropa – dargestellt am Beispiel von Berlin/Brandenburg

Reinhard Bornkamm

Zusammenfassung

Ausgehend von früheren Untersuchungen wurde die weitere Ausbreitung von *Senecio inaequidens* DC. im südwestlichen Teil von Berlin und dem angrenzenden Brandenburg (77 Messtischblatt-Quadranten) in dem Zeitraum 2001-2005 verfolgt. Außerdem wurden ab Sommer 2001 phänologische Beobachtungen an Pflanzen im Freiland (Güterbahnhof Brandenburg/Havel) sowie an Pflanzen, die ab Sommer 1997 im vollen Tageslicht bzw. im Schatten kultiviert wurden, unternommen.

Die geschätzte Anzahl der Individuen im Untersuchungsgebiet stieg in dem genannten Zeitraum von ca. 600 auf ca. 4500. Die Siedlungsdichte blieb somit mit ca. 0,3 Individuen km⁻² auch im Jahre 2005 noch vergleichsweise niedrig. Die im vollen Tageslicht kultivierten Pflanzen erreichten eine mittlere Sprosslänge von 60 cm (Sprosshöhe 43 cm); die letzten von ihnen waren nach knapp 5 Jahren, nach dem strengen Winter 2001/2002 abgestorben. Die Schattenpflanzen erreichten eine mittlere Sprosslänge von 32 cm (Sprosshöhe nur 8 cm) und waren alle bereits nach dem Winter 1997/1998 abgestorben. Bei der Population auf dem Güterbahnhof stieg die Anzahl der blühenden Individuen auf einer 1800 m² großen Fläche von maximal 430 (2001) auf maximal 1769 (2005). In der Summe aller Jahre erstreckte sich die Blühphase von Ende Juni bis Anfang Januar (Maximalwerte der einzelnen Jahre von Mitte August bis Mitte November). Sie war damit viel länger als die Blühphase einiger anderer auf demselben Gelände protokollierten Arten.

Es wird die Erwartung ausgesprochen, dass *Senecio inaequidens* seine Siedlungsdichte im Untersuchungsgebiet noch deutlich erhöhen und sein geographisches Areal noch erweitern wird, aber sich weiterhin auf offene Vegetation beschränken wird.

Summary

Basing on earlier investigations the further expansion of *Senecio inaequidens* DC. 2001-2005 was recorded in SW-Berlin and the adjacent part of the State of Brandenburg. In addition phenological observations were made since summer 2001 with plants in the field (railway station Brandenburg/Havel) and since summer 1997 with plants cultivated either in full daylight or in shadow.

In the research area the estimated number of individuals increased during this time from c. 600 to c. 4500. This means only 0,3 individuals km⁻² in 2005. In the full daylight the plants reached an average shoot length of 60 cm (height 43 cm) and died in winter 2001/2002. In the shadow, plants reached an average shoot length of 32 cm (height only 8 cm), and died already in winter 1997/1998. The number of flowering individuals in the railway station (counting area 1800 m²) increased from 430 in 2001 to 1769 in 2005. Taken all years together, the flowering phase extended from end of June to beginning of January (maximum values in the single years from mid August to mid of November). This is much longer than the flowering phase of some species from the same area recorded for comparison.

It is expected that *Senecio inaequidens* will increase its density in the investigation area and enlarge its geographical area also in future, but will be restricted to open vegetation only.

1. Einleitung

Senecio inaequidens DC. (Asteraceae) stammt ursprünglich aus Südafrika und wurde durch den Import von Wolle nach Europa gebracht, wo die Art zuerst 1889 in Hannover-Döhren vorübergehend beobachtet wurde (BRENNENSTUHL 1995). Eine dauerhafte Ansiedlung erfolgte allerdings erst später. Für das Vordringen in Deutschland waren vor allem zwei Ansiedlungen wichtig. Ausgehend von Belgien (Lüttich-Verviers seit 1922) wurde seit 1970 in zunehmendem Maße das Rheinland, andererseits von Bremen aus (seit 1896) Nordwestdeutschland besiedelt. Die Lücke zwischen den beiden Verbreitungsgebieten wurde bis 1991 geschlossen (zur Ausbreitungsgeschichte s. KUHBIER 1977, 1996, WERNER et al. 1991, RADKOWITSCH 1997, ERNST 1998, BÖHMER 2001).

Erst seit dem Anfang der 1990er Jahre begann eine neue rasche Ausbreitung in mittel- und ostdeutsche Gebiete. Dieser überraschende und schnell verlaufende Prozess ist durch viele Detailstudien gut dokumentiert (s. KÖNIG 1995, GRIESE 1996, BÖHMER 2001, BÖHMER et al. 2001, HEGER & BÖHMER 2005 und die dort zitierte Literatur). Für Berlin und Brandenburg ist das Fortschreiten der Art in den Jahren 1995-2001 von BORNKAMM & PRASSE (1999) und BORNKAMM (2002a, b; s. auch KUMMER 2003) beschrieben. Für die Arealerweiterung im westlichen Mitteleuropa können daher drei Phasen unterschieden werden: 1) Vorläuferphasen (1889 bis ca. 1970), 2) eine Erweiterungsphase in W- und NW-Deutschland (1970-1990) und 3) eine weitere Erweiterungsphase nach Osten und Nordosten (seit 1990).

Zur Klärung der Ursachen und Folgen der Einwanderung dieser Pflanze wurden zahlreiche Untersuchungen vorgenommen (s. z. B. ASMUS 1988, WERNER et al. 1991, ERNST 1998). In jüngster Zeit wurde der Einwanderungsvorgang von *Senecio inaequidens* auf einer allgemeineren Ebene mit Hilfe eines Invasionsmodells auf seine einzelnen Schritte hin analysiert, und deren Bedeutung für die Ausbreitung der Art wurde diskutiert (HEGER 2004, HEGER & TREPL 2004, HEGER & BÖHMER 2005).

Aufbauend auf den genannten Untersuchungen soll zunächst die Entwicklung von *Senecio inaequidens* in den Jahren 1995-2001 für einen Teil des Raums Berlin/Brandenburg beschrieben werden. Ferner soll diskutiert werden, welche äußeren Faktoren einerseits und welche biologischen Eigenschaften andererseits das Fortschreiten der Art ermöglichen und welche Grenzen für die Ausbreitung gesehen werden können.

2. Material und Methoden

Im Jahre 2005 wurde eine neue floristische Aufnahme im Bereich Berlin/Brandenburg vorgenommen. Sie betraf nicht die gesamte in den früheren Jahren betrachtete Fläche (BORNKAMM & PRASSE 1999, BORNKAMM 2002a), sondern nur die Messischblätter 3541-3545, 3641-3645, 3741-3745 und in 3540, 3640 und 3740 jeweils die Quadranten 2 und 4. Diese Fläche von etwa 2000 km² umfasst den südwestlichen Teil von Berlin, die Städte Potsdam und Brandenburg/Havel und sonst überwiegend ländliche Gebiete. Die Angaben sind ohne Zweifel unvollständig, aber die Intensität der Aufnahme entsprach derjenigen, die in den früheren Jahren angewandt wurde. Jeder Fundort wurde mit einer groben Mengenschätzung versehen, nämlich x = 1-9 (angenommener Mittelwert 5), xx = 11-100 (40), xxx = 101-1000 (300) und xxxx > 1000 (2000; betrifft nur Güterbahnhof Brandenburg).

Um das Verhalten von *Senecio inaequidens* bei unterschiedlichen Beleuchtungsstärken zu erfassen, wurden Gefäßversuche angesetzt. Hierzu wurden Achänen einheitlicher Herkunft am 28.5.1997 ausgesät und am 24.6.1997 einzeln in 64 Kulturgefäße pikiert, von denen 32 in vollem Licht und 32 im Baumschatten bei ca. 25 % Lichtgenuss kultiviert wurden. Etwa monatlich wurden Sprosslänge und Sprosshöhe protokolliert, bis die Schattenpflanzen abgestorben waren. Um zu erfahren, zu welchen Zeiten neue Kohorten gebildet werden, wurde bei den Lichtpflanzen die Anzahl der aus dem Diasporenregen stammenden Jungpflanzen und der Anteil der phänologischen Phasen solange protokolliert, bis die letzten der ursprünglich eingepikierten Altpflanzen abgestorben waren. Die Kulturgefäße waren nicht in den Boden eingesenkt, sodass auch die Wurzeln der Pflanzen den Winterfrösten ausgesetzt waren.

Um das Blühverhalten von *Senecio inaequidens* genauer zu erfassen, wurde auf dem Gelände des Güterbahnhofs Brandenburg auf einer Fläche von 1800 m² etwa monatlich die Anzahl der blühenden Individuen ermittelt. Auf einer Teilfläche von 1000 m² Größe wurden zum Vergleich *Senecio vernalis* und *Tragopogon dubius* als Frühblüher, *Hypericum perforatum* und *Oenothera biennis* als Sommerblüher und *Solidago canadensis* als Spätblüher ebenfalls protokolliert. Das Gelände enthielt 5 Gleisabschnitte und 6 Zwischengleis-Streifen bzw. Randgebiete. Im Frühjahr 2003 wurde ein Teil des Geländes seitens der Deutschen Bahn mit Herbiziden besprüht.

Daher werden in einer weiteren Auswertung die stark betroffenen Teile getrennt von den nicht beeinflussten übrigen Teilen der Fläche dargestellt.

Tab. 1: Fundorte von *Senecio inaequidens* 2005 im Untersuchungsgebiet. Standorte: A Autobahnen, B Bahngelände, S Sonstige Standorte; * Fundort bereits in früheren Jahren beobachtet; ungefähre Anzahl der Individuen: x 1-9, xx 11-100, xxx 101-1000, xxxx > 1000; Kreise: BRB Brandenburg/Havel, PM Potsdam-Mittelmark, TF Teltow-Fläming.

Nr.	MTB	Ort	Bez.,Kr.	M.	H.	Nr.	MTB	Ort	Bez.,Kr.	M.	H.
1	3540/44	Wusterwitz Bf.	PM	x	B	53	3642/32	A 2 km 7,5*	PM	x	A
2	3541/33	Brandenburg Altstadtbf.	BRB Stadt	x	B	54	3642/32	A 2 km 6,5*	PM	xx	A
3	3541/34	Brandenburg Hauptbf.	BRB Stadt	x	B	55	3642/34	Wiese ö. Michelsdorf*	PM	x	S
4	3541/34	Brandenburg Güterbf.*	BRB Stadt	xxxx	B	56	3642/41	A 2 km 5,5*	PM	x	A
5	3542/43	Groß Kreutz Bf.*	PM	xx	B	57	3642/41	A 2 km 4,5	PM	x	A
6	3543/21	Ausfahrt Potsdam N	PM	x	A	58	3642/41	A 2 km 4*	PM	x	A
7	3543/23	Rand B 273	PM	x	S	59	3642/41	A 2 km 3	PM	x	A
8	3543/34	A 10 km 117,5	PM	x	A	60	3642/41	A 2 km 2,5	PM	x	A
9	3543/34	A 10 km 119	PM	x	A	61	3642/41	A 2 km 2	PM	x	A
10	3543/41	A 10 km 122,5	PM	x	A	62	3643/21	Bhf. Werder	PM	x	B
11	3545/12	A 115 km 27	Wilmsdorf	x	A	63	3643/31	A 10 km 105,5	PM	x	A
12	3545/14	A 115 km 24,5	Wilmsdorf	x	A	64	3643/33	A 10 km 104,5*	PM	xx	A
13	3545/21	A 115 km 23,5	Wilmsdorf	x	A	65	3643/33	A 10 km 103	PM	xx	A
14	3545/33	A 115 km 16	Zehlendorf	x	A	66	3643/34	A 10 km 102,5*	PM	xx	A
15	3545/22	S-Bhf. Bundesplatz*	Schöneberg	xx	B	67	3643/41	A 10 km 100,5	PM	x	A
16	3545/24	Steglitz, Güterbf.*	Steglitz	xx	B	68	3644/12	Potsdam Hbf.*	Potsd.Stadt	xx	B
17	3545/24	Rand Körnerstr.	Steglitz	xx	S	69	3644/24	A 115 km 10	PM	x	A
18	3545/44	S-Bhf. Osdorfer Str.	Steglitz	x	B	70	3644/24	A 115 km 7,5	PM	x	A
19	3640/12	Brache 1 km s. Wusterwitz	PM	xxx	S	71	3644/33	A 10 km 91	PM	x	B
20	3640/44	A 2 km 27	PM	x	A	72	3644/33	0,5 km sw.Bf.Michendorf	PM	x	B
21	3640/44	A 2 km 26,5	BRB Stadt	xx	A	73	3644/33	1,5 km sw.Bf.Michendorf*	PM	xx	B
22	3640/44	A 2 km 25,5	BRB Stadt	x	A	74	3644/43	A 115 km 3	PM	x	A
23	3640/44	A 2 km 24	BRB Stadt	x	A	75	3644/43	A 115 km 2,5*	PM	x	A
24	3641/14	A 2 km 19*	BRB Stadt	xxx	A	76	3644/44	Bhf. Saarmund	PM	x	B
25	3641/14	A 2 km 18	BRB Stadt	x	A	77	3644/43	A 10 km 85,5	PM	x	A
26	3641/14	A 2 km 17,5*	BRB Stadt	x	A	78	3644/44	A 10 km 84	PM	x	A
27	3641/21	Rand B 102 Schmerzke	BRB Stadt	xx	S	79	3644/44	A 10 km 83,5	PM	x	A
28	3641/21	Gewerbegeb. Schmerzke	BRB Stadt	x	S	80	3644/44	A 10 km 82,5*	TF	x	A
29	3641/23	A 2 km 16,5	BRB Stadt	x	A	81	3644/44	A 10 km 81,5*	TF	x	A
30	3641/23	A 2 km 16	BRB Stadt	xx	A	82	3645/33	A 10 km 81	TF	x	A
31	3641/23	A 2 km 15,5	PM	xx	A	83	3645/33	A 10 km 79,5	TF	x	A
32	3641/31	A 2 km 23	PM	x	A	84	3645/34	A 10 km 78*	TF	x	A
33	3641/31	A 2 km 22,5*	PM	xx	A	85	3645/34	A 10 km 77,5*	TF	x	A
34	3641/31	A 2 km 22	PM	xx	A	86	3645/34	A 10 km 76,5	TF	x	A
35	3641/31	A 2 km 21,5	PM	x	A	87	3645/34	A 10 km 76	TF	x	A
36	3641/31	A 2 km 21	PM	x	A	88	3645/44	A 10 km 74*	TF	x	A
37	3641/32	A 2 km 19*	PM	x	A	89	3645/44	A 10 km 73,5	TF	x	A
38	3641/41	A 2 km 15	PM	xx	A	90	3645/44	A 10 km 73	TF	x	A
39	3641/41	A 2 km 14,5	PM	xxx	A	91	3645/44	A 10 km 72,5*	TF	x	A
40	3641/41	A 2 km 14	PM	xx	A	92	3645/44	A 10 km 71,5	TF	x	A
41	3641/41	A 2 km 13,5	PM	xx	A	93	3645/44	A 10 km 71	TF	x	A
42	3641/42	A 2 km 13	PM	x	A	94	3645/44	A 10 km 70	TF	x	A
43	3641/42	A 2 km 12,5	PM	xx	A	95	3740/22	A 2 km 28*	PM	x	A
44	3641/42	A 2 km 12	PM	x	A	96	3743/11	A 10 km 100,5	PM	x	A
45	3641/42	A 2 km 11,5	PM	xx	A	97	3743/14	A 9 km 2,5*	PM	xx	A
46	3641/42	A 2 km 11	PM	xx	A	98	3743/21	A 9 km 0,5	PM	x	A
47	3641/42	A 2 km 10,5	PM	xxx	A	99	3743/21	A 10 km 99	PM	x	A
48	3642/31	A 2 km 10,5	PM	xx	A	100	3743/21	A 10 km 98,5	PM	x	A
49	3642/31	A 2 km 9,5*	PM	x	A	101	3743/21	A 10 km 97,5	PM	x	A
50	3642/31	A 2 km 9	PM	xxx	A	102	3743/23	Bf. Beelitz-Heilstätten	PM	x	B
51	3642/31	A 2 km 8,5	PM	x	A	103	3744/11	A 10 km 90,5	PM	x	A
52	3642/31	A 2 km 8	PM	x	A						

Tab. 2: Bestandesdynamik der Vorkommen von *Senecio inaequidens* im Untersuchungsgebiet während der Jahre 1998-2005.

	A	B	C	D	E	F	G
Jahre	Erhalten	Verloren	Neu	Bestand	Summe	Wechsel (B+C)/A	Konstanz A*100/D
1998				11	11		
1998-2001	5	6	7	12	18	2,6	42 %
2001-2005	27	32	76	103	135	4,0	26 %

3. Ergebnisse

Insgesamt wurden 103 Fundorte ermittelt, davon 82 an Autobahnen, 15 auf Bahngelände und 6 an sonstigen Standorten, besonders Straßenrändern (Tab. 1). Im Jahre 2001 ließ die räumliche Verteilung (Abb. 1) die A 2 und deren Fortsetzung als A 10 (Berliner Ring) in Reihe 36 von Brandenburg (links) bis Ludwigsfelde (rechts) erkennen, ebenso den Autobahnzubringer A 110 von Potsdam (3644) bis Berlin-Wilmersdorf (3545). Hingegen wird die A 2 von Beelitz im Süden der Spalte 43 und ihre Verlängerung als Berliner Ring (A 10) bis Potsdam-Nord im Norden (3543) kaum deutlich sichtbar. In den Zwischenflächen konnten nur wenige Individuen von *Senecio inaequidens* entdeckt werden. Die geschätzte Individuenzahl betrug ca. 600 (entsprechend ca. 0,3 km²). Dabei blieben 50 der 77 Messtischblatt-Quadranten leer. Im Jahre 2005 (Abb. 2) ist die Zahl der Fundorte deutlich größer geworden, und die geschätzte Individuenzahl ist auf ca. 4500 (entsprechend ca. 2,2 km²) gestiegen. Das grundsätzliche Verbreitungsbild ist aber nur wenig verändert, wenn auch die Ausbreitung in die Fläche etwas zugenommen hat. Immer noch bleiben 48 der Quadranten leer.

Im Gegensatz zu dem relativ stabilen Verbreitungsbild steht der rasche Wechsel bei den einzelnen Fundorten. Tabelle 2 zeigt eine Gewinn- und Verlustrechnung für die Zeitabschnitte 1998-2001 und 2001-2005. Im Jahre 2005 wurden nur 27 Funde an den gleichen Stellen wie bereits in früheren Jahren beobachtet, die 76 übrigen waren neu. Im Jahr 2001 waren 5 Fundorte alt und 7 Fundorte neu. Damit lag die Konstanz 2001-2005 mit 26 % noch niedriger als 1998-2001 mit 42 %. Der stärkste Wechsel fand an den Autobahnen statt, an denen auch die meisten Fundorte lagen. Bei ihnen waren 2001 75 % und 2005 76 % der Fundorte neu, während im Bahngelände 2001 58 % und 2005 60 % Zugänge zu verzeichnen waren. Die sonstigen Standorte spielten bisher nur eine ganz geringe Rolle.

In den Kulturen unter unterschiedlichen Lichtbedingungen waren bereits wenige Monate nach der Aussaat im Mai 1997 mehr als 50 % der Schattenpflanzen abgestorben. Keine Pflanze überlebte den Winter 1997/1998 (Abb. 3). Die Schattenpflanzen erreichten im Mittel ca. 30 cm Sprosslänge (Maximum 55 cm). Allerdings blieb die mittlere Sprosshöhe immer unter 10 cm (Maximum 12 cm), weil viele Pflanzen fast dem Boden auflagen (Abb. 3). Alle Schattenpflanzen produzierten nur wenige, hellgrüne Blätter.

2001	40	41	42	43	44	45
35					2	1 3
		1		1		1 1
36	0	3 1		1	2 4	2
		2	6 3	2 1	1 5	3 3
37	1			1 1		
				0		0
38			2	2		

Abb. 1: Anzahl der Fundorte in den Messtischblatt-Quadranten des Untersuchungsgebietes im Jahre 2001. 0 = erloschener Fundort aus vorhergehenden Jahren.

2005	40	41	42	43	44	45
35				2	0	2 4
	1	3		1 2		1 1
36	1	3 5		1	1 2	0
	3	7 11	8 6	5 0	3 8	6 7
37	1			2 5		
				0		0
38			0	0		

Abb. 2: Anzahl der Fundorte in den Messtischblatt-Quadranten des Untersuchungsgebietes im Jahre 2005. 0 = erloschener Fundort aus vorhergehenden Jahren.

Bei den Lichtpflanzen waren im Dezember 1997 noch 15 Pflanzen vital (hier nicht dargestellt), aber nur 5 von ihnen waren im Frühjahr 1998 wieder aktiv, 3 im Jahre 1999 und 2 im Jahre 2000. Die Sprosslänge der Lichtpflanzen lag im Mittel bei etwa 60 cm (Maximum 103 cm), aber entsprechend dem aufsteigenden Wachstum dieser Art betrug die mittlere Sprosshöhe nur etwa 30 cm (Maximum 55 cm) (s. Abb. 3 für 1997). Im Winter 2001/2002, also nach weniger als 5 Jahren, starben die beiden letzten Altpflanzen ab. Der rasche Rückgang im Winter 1997/1998 und das Absterben der letzten Pflanzen im Winter 2001/2002 waren möglicherweise durch Frostwirkungen bedingt, da die Töpfe nicht in den Boden eingesenkt waren. Nach Angaben der nahe gelegenen Wetterwarte Berlin-Dahlem wurden im Winter 2000/2001 als Minimum der Erdboden-Temperatur $-18,0^{\circ}\text{C}$ gemessen (24.2.2001). Der Winter 1997/1998 zeichnete sich nicht durch besonders

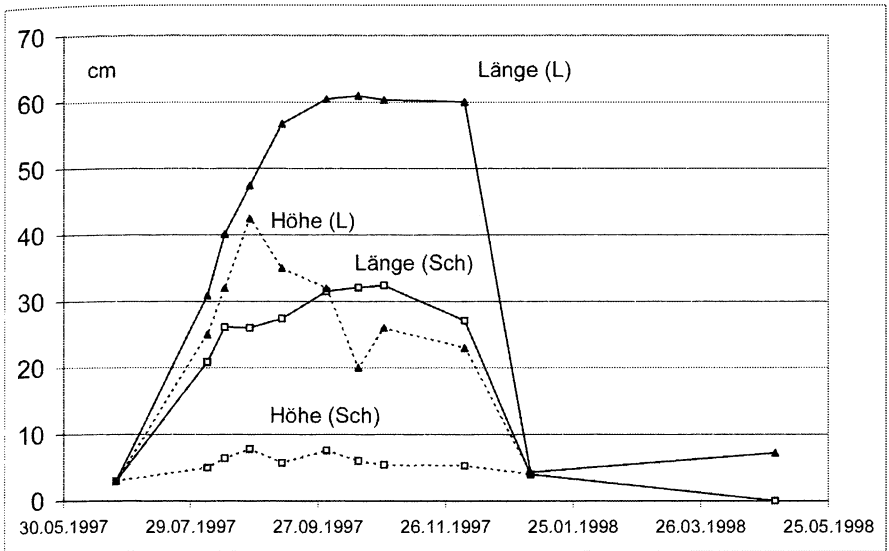


Abb. 3: Mittlere Länge und mittlere Höhe (cm) von *Senecio inaequidens* bei Kultur im vollen Tageslicht (L) bzw. Schatten (Sch) 1997/98.

starke Fröste aus (Minimum am Erdboden $-14,8^{\circ}\text{C}$ am 17.12.2000), aber die Frostperioden verteilten sich auf einen besonders langen Zeitraum ($-8,8^{\circ}\text{C}$ schon am 28.10.2000, und derselbe Wert noch am 25.3.2001) (INST. F. METEOROL. 1997, 1998, 2000, 2001).

Bei den Lichtpflanzen wurden auch die aus dem Diasporenregen in dem jeweiligen Topf stammenden neuen Pflanzen zu den Altpflanzen hinzugezählt. Bei allen Pflanzen wurde die phänologische Phase protokolliert. Im Sommer 1998 wurde zum ersten Mal eine kleine Kohorte von Jungpflanzen gebildet, sodass die Zahl der Pflanzen je Gefäß den Wert 1 überstieg (Abb. 4 oben). Ähnlich war es im Sommer 1999, wobei allerdings im Übergang Sommer/Herbst ein Verlust zu verzeichnen war. Dagegen trat eine starke Kohorte im Frühjahr 2000 auf, im Jahr 2001 überraschenderweise eine Kohorte im Übergang Sommer/Herbst. Bei den phänologischen Phasen (Abb. 4 unten) ist die Abfolge Sämlinge (S), vegetative Phase (V), Knospenbildung (K), Blüte (B), Frucht (F) und Vergilbung und Absterben großer Teile des Sprosses (G) gut zu erkennen. Die Sämlinge machen einmal in jedem Jahr, entsprechend der Kohortenbildung, einen größeren Anteil aus, der im Jahre 2001 zweigeteilt ist. S, K, B und F sind nur kurz; G dauert naturgemäß den ganzen Winter über an. G und S münden dann im Frühjahr gemeinsam in die vegetative Phase (V) ein. Es ergibt sich somit ein klar an den Jahreszeiten orientiertes Bild, das aber erhebliche Variationen zeigt.

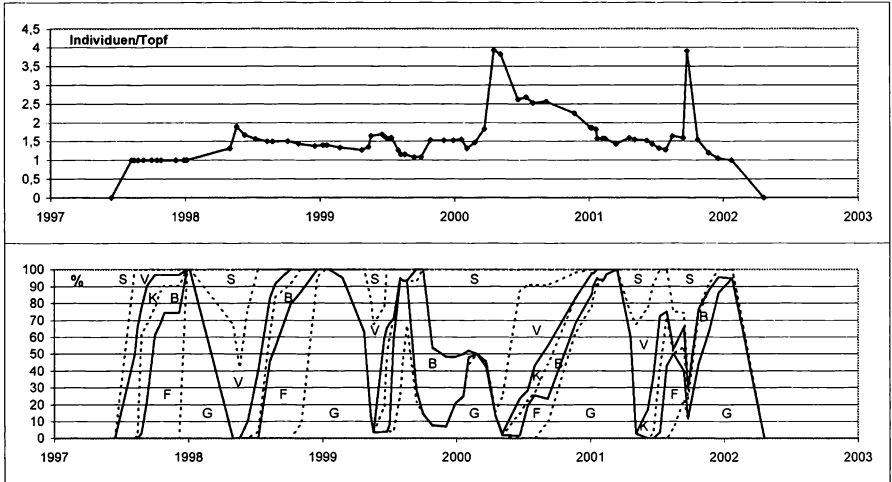


Abb. 4: Oben: Individuenzahl je Gefäß von *Senecio inaequidens* bei Kultur im Licht. – Unten: Anteil der phänologischen Phasen (in %) an der Gesamtzahl der Individuen von *Senecio inaequidens* bei Kultur im Licht. Reihenfolge: S = Sämlinge, V = vegetative Phase (von Sämlingen oder von Altpflanzen bei Neuaustrieb), K = Knospen, B = Blüten, F = Früchte, G = Vergilbung und Absterben der Pflanzen oder deren oberirdischer Teile.

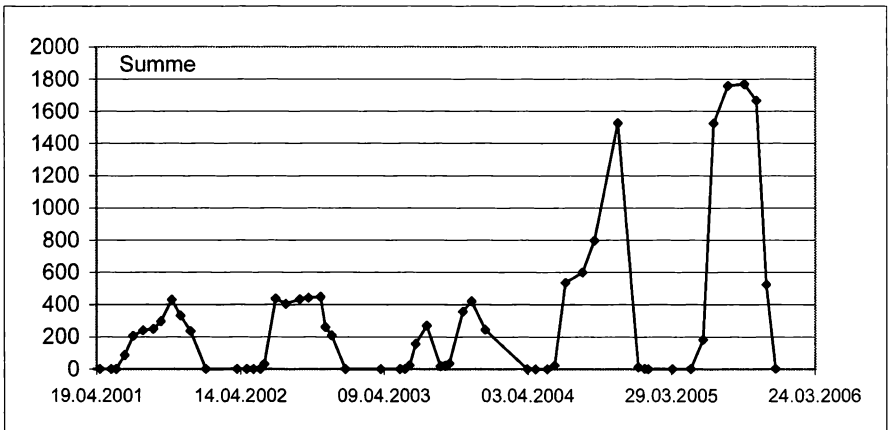


Abb. 5: Anzahl blühender Individuen von *Senecio inaequidens* einer Versuchsfläche (1800 m²) auf dem Gelände des Güterbahnhofs Brandenburg/Havel in den Jahren 2001–2005.

Tab. 3: Höchstzahlen blühender Individuen (je 100 m²) in der Versuchsfläche auf dem Gelände des Güterbahnhofs in Brandenburg/Havel.

	2001	2002	2003	2004	2005
<i>Senecio vernalis</i>	93	159	42	166	308
<i>Tragopogon dubius</i>	150	26	17	1	4
<i>Hypericum perforatum</i>	43	32	8	89	204
<i>Oenothera biennis</i>	12	5	4	5	15
<i>Solidago canadensis</i>	2	1	1	2	2
<i>Senecio inaequidens</i>	24	25	24	85	98

Um die besonders interessante Blühphase näher zu charakterisieren und möglicherweise mit den Außenfaktoren in Verbindung zu bringen, wurde ein größerer Bestand im Güterbahnhof Brandenburg/Havel, der im Jahre 1998 entdeckt wurde, genauer untersucht. Hier wurde von 2001 bis 2005 während der Vegetationsperiode etwa monatlich die Anzahl der blühenden Pflanzen gezählt (Abb. 5). Die Maximalwerte stiegen von 430 im Jahre 2001 auf 1769 im Jahre 2005 an. Im Jahr 2003 nahm im Sommer die Zahl der blühenden Individuen sehr stark ab – auf nur 18 Pflanzen am 28.8.2003. Diese Abnahme beruhte auf der extremen Trockenheit dieses Jahres (s. SCHÖNWIESE et al. 2004). Ein erheblicher Teil der Pflanzen, deren Menge leider nicht protokolliert wurde, behielt auch während der Wintermonate eine Anzahl grüner Blätter.

Zum Vergleich des Jahresblühverlaufs wurden einige weitere Arten in entsprechender Weise auf einem Teil der Fläche untersucht. Die Höchstwerte der einzelnen Arten (als Anzahl der blühenden Individuen je 100 m²) sind in Tab. 3 wiedergegeben. Die meisten Arten erreichten die höchsten Werte im letzten Beobachtungsjahr. Nur *Tragopogon dubius* zeigte ein Maximum im zweiten Jahr und nahm dann ab. In Abb. 6 ist die Anzahl der blühenden Individuen in % des Höchstwertes der betreffenden Arten in dem jeweiligen Jahr zusammenfassend als eine kombinierte Jahresblühkurve dargestellt. Es zeigt sich, dass sich die jahreszeitliche Lage und Dauer der Blühphasen der Arten stark unterscheiden. Dies wird auch deutlich, wenn man die Termine, an denen die Anzahl blühender Pflanzen mindestens der 90 % der Maximalzahl des jeweiligen Jahres beträgt, betrachtet. Bei *Senecio vernalis* ist dies vom 17.5. bis 25.5. der Fall, also in einem Zeitraum von nur 9 Tagen. Bei *Tragopogon dubius* erstreckt sich der Zeitraum vom 31.5. bis zum 6.7. (37 Tage), bei *Hypericum perforatum* vom 28.6. bis 27.7. (28 Tage), bei *Oenothera biennis* vom 17.6. bis zum 18.8. (63 Tage) und bei *Solidago canadensis* vom 18.8. bis zum 28.9. (44 Tage). Der Frühblüher *Senecio vernalis* ist am stärksten auf einen bestimmten Zeitraum determiniert. Die vier anderen Arten folgen in der oben gewählten Reihenfolge und besitzen eine Hauptblühphase von 4-9 Wochen. *Senecio inaequidens* fällt mit ihrer breit gestreuten Hauptblütezeit vom 11.7. bis 15.11. (128 Tage) völlig aus dem Rahmen. Sie beginnt um die Jahresmitte und umfasst auch noch den Herbst. Einzelne blühende Pflanzen finden sich bis in den

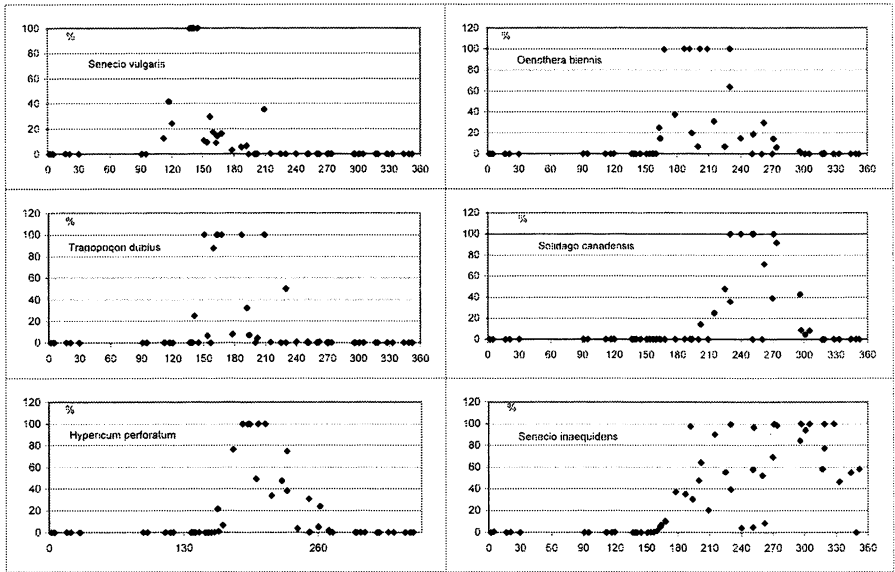


Abb. 6: Anzahl blühender Individuen im Jahresverlauf (kombiniert für die Versuchsjahre 2001-2005) von *Senecio inaequidens* und fünf Begleitarten in Prozent des Höchstwertes jeder Art in dem jeweiligen Jahr (Höchstwerte s. Tab. 3).

Januar hinein. Dabei handelt es sich meist um Blüten an Seitentrieben von alten Pflanzen, deren ältere Triebe ihre Früchte bereits vorher ausgestreut haben. Nur in einem Falle, im Jahre 2005, wurde die Blühtätigkeit bereits vor Jahresende vollständig eingestellt. Beim Vergleich mit Abb. 5 wird erkennbar, dass die spätesten Maxima in die letzten Versuchsjahre fallen. Offensichtlich machen sich hier die Kohorten von Jungpflanzen bemerkbar, die bereits im ersten Jahr ihrer Entwicklung, aber erst relativ spät blühen. Die drei sehr niedrigen Sommerwerte stammen aus dem Trockenjahr 2003.

Um die Unterschiede zwischen den Gleisstreifen und den Zwischenstreifen und die Auswirkung der Herbizid-Gabe deutlich zu machen, sind in Abb. 7 die Dichten der blühenden Individuen in den verschiedenen Bereichen getrennt dargestellt. Bei den nicht vom Herbizid beeinträchtigten Gleisen (G) und Zwischengleisstreifen (Z), die außerdem während des Beobachtungszeitraumes niemals für den Zugverkehr benutzt wurden, lag die Anzahl blühender Individuen in den ersten beiden Jahren innerhalb der Gleise niedriger als zwischen den Gleisen, in den folgenden Jahren war das Gegenteil der Fall. Die im Frühjahr 2003 vom Herbizid stark beeinträchtigten Streifen, die zugleich auch als einzige gelegentlich für den Güterverkehr genutzt wurden, zeigten schon in den Jahren 2001 und 2002 wesentlich geringere Dichten von *Senecio inaequidens* als die unbelasteten (und zugleich

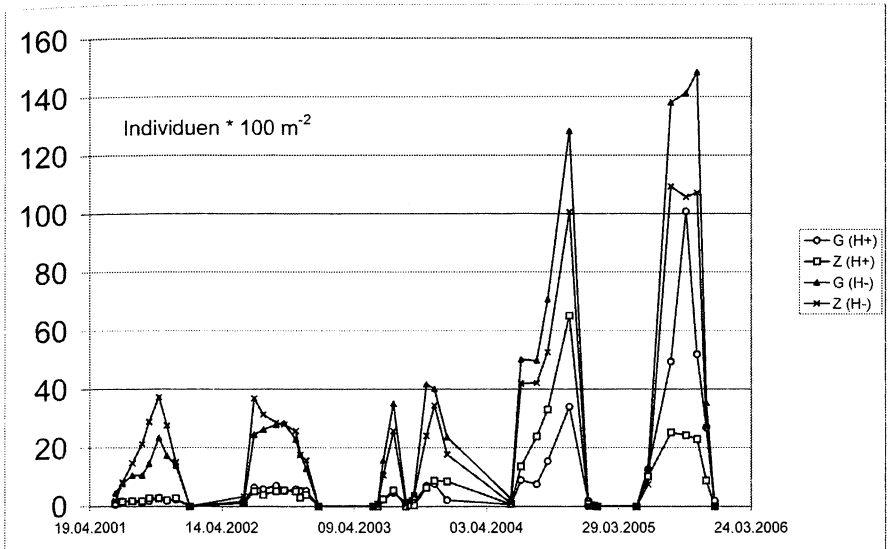


Abb. 7: Dichte der Individuen von *Senecio inaequidens* innerhalb der Gleise (G) und zwischen den Gleisen (Z) auf dem Güterbahnhof von Brandenburg/Havel mit (H+) und ohne (H-) Herbizidauftrag im Jahre 2003.

ungenutzten) Streifen. Ab dem Jahre 2003 findet auch hier der Wechsel anfangs geringerer zu höherer Dichte innerhalb der Gleise statt. Die Herbizidwirkung im Jahre 2003 wurde überlagert von den Folgen der extremen Trockenheit dieses Jahres. In den Jahren 2004 und 2005 nahm die Dichte der blühenden Pflanzen auch in den gesprühten Streifen wieder kräftig zu, erreichte aber nicht die hohen Werte der nicht gesprühten Streifen.

4. Diskussion

4.1. Ursachen und Bedingungen der Einwanderung

In einer umfassenden Arbeit über biologische Invasionen hat T. HEGER fünf aufeinander folgende, detaillierte Schritte bei der Ausbreitung von Pflanzenarten definiert und dabei besonders auf *Senecio inaequidens* angewandt (HEGER 2004, HEGER & BÖHMER 2005). Im Folgenden soll diskutiert werden, wie weit die Beobachtungen in Berlin und Brandenburg sich dieser Gliederung zuordnen lassen können. Zu Invasionsschritt 1 "Ferntransport über die Ausbreitungsbarriere zwischen Ursprungsland und Zielland" ist seit KUHBIER (1977), ERNST (1988) und WERNER et al. (1991) mehrfach dargestellt worden, dass *Senecio inaequidens* aus

den Hochlagen im Osten Südafrikas stammt und mit dem Transport von Wolle nach Europa gelangt ist. Da sich die Art vom östlichen Südafrika auch in den südlichen Teil des Landes verbreitet hat, hat sie bereits in ihrem Heimatland eine klimatische Barriere, nämlich die vom subtropischen Sommerregengebiet in Gebiete mit vorwiegendem Winterregenregime, überwunden. In Südafrika sind die meisten untersuchten Populationen dieser Art (bzw. des diffizilen Komplexes *S. inaequidens* / *S. madagascarensis* / *S. harveianus*) diploid, während tetraploide Populationen vor allem in Lesotho und in der Ost-Kapprovinz im Gebiet um Port Elizabeth vorkommen (LAFUMA et al. 2003). Die europäischen Populationen sind, soweit bisher untersucht, tetraploid. LAFUMA et al. (2003) nehmen an, dass die Polyploidisierung schon in den Gebirgen von Lesotho stattgefunden hat und dass *Senecio inaequidens* von Port Elizabeth nach Europa gelangt ist. Das ist auch plausibel, da diese Stadt ein bedeutendes Zentrum des Wollexports ist. Der Befund, dass das mittlere Diasporengewicht dieser Art von ausgewählten Population in Europa weniger variiert als das von ausgewählten Populationen in Südafrika (PRATI & BOSSDORF 2004), könnte dafür sprechen, dass die europäischen Pflanzen eher von einem begrenzten Gebiet als von weit verstreuten unterschiedlichen Arealen aus eingeführt worden sind.

Die Probleme von Invasionsschritt 2 „Selbständiges Wachstum und Fortpflanzung der ersten Individuen von *Senecio inaequidens* in Europa bis zur Mindestgröße einer überlebensfähigen Population“ und Invasionsschritt 3 „Wachstum der ersten Populationen bis zu einer Mindestgröße einer überlebensfähigen Population“ (HEGER 2004, HEGER & BÖHMER 2005) betreffen das Untersuchungsgebiet nicht direkt. Im Folgenden sollen daher vorrangig die Probleme von Invasionsschritt 4 „Ausbreitung von *Senecio inaequidens* zu neuen Wuchsorten und neuen Standorten“ diskutiert werden. Allerdings spielen in die Diskussion von Neuansiedlungen die Überlegungen zu den beiden oben genannten Invasionsschritten mit hinein.

Bei der Beurteilung der raschen Ausbreitung nach 1990 müssen mehrere mögliche Ursachen berücksichtigt werden. *Senecio inaequidens* kann als Art mit einer außerordentlich hohen Produktion von Diasporen, die zudem flugfähig sind, leicht anemochor verbreitet werden (ERNST 1998). So könnte die Wanderung der Art von Belgien und den Niederlanden nach Westdeutschland und von dort nach Mittel- und Ostdeutschland durch die vorherrschenden Westwinde zumindest teilweise erklärt werden (GERSTBERGER 1978, WERNER et al. 1991). In ähnlicher Weise hat ja ASCHERSON (1862) vermutet, dass die schnelle Wanderung von *Senecio vernalis* (1850-1860) von Ost nach West durch Brandenburg von zeitweise vorherrschenden Ostwinden begünstigt worden sei. Der Windtransport würde in unserem Falle aber nicht erklären, warum sich das Vordringen so beschleunigt hat.

Zu Beginn der 1990er Jahre waren mehrere relevante Änderungen zu beobachten: 1) Der Kraftfahrzeug- und Eisenbahnverkehr nach Berlin hat stark zugenommen. 2) Zahlreiche Autobahnstrecken, und in etwas geringerem Maße auch Eisen-

bahnstrecken, wurden ausgebaut. 3) Es setzte eine ausgesprochen milde Klimaphase ein.

In zahlreichen Arbeiten wird auf Grund des Verbreitungsbildes entlang von Verkehrswegen (Zusammenfassung s. bei RADKOWITSCH 1997, GRIESE 1996, HEGER 2004, HEGER & BÖHMER 2005) auf eine „linienhafte Migration“ (KOPECKY 1971) geschlossen. Kraftfahrzeuge und Züge oder ihre Frachten dienen als Überträger, die ihre Diasporenladung sowohl an wirbelbildenden Hindernissen (Brücken, Tunnels) als auch durch den Fahrtwind auf die Seitenflächen der Trassen entladen. In unserem Untersuchungsgebiet ist dies vor allem an Autobahnen der Fall, während *Senecio inaequidens* an Bahnstrecken eher eine Punktimmigration aufweist (wie schon bei RADKOWITSCH 1997). Schwerpunkte bilden hier die Bahnhöfe. HEGER (2004: 119) betont: „Im Bereich von Bahnhöfen gibt es in der Regel zahlreiche offene Stellen, entlang der Bahntrassen dagegen ist die Vegetation meist geschlossen.“ Im Untersuchungsgebiet ist die größte Wahrscheinlichkeit, auf Bahngelände *Senecio inaequidens* zu finden, an den Enden der Bahnsteige gegeben. Vermutlich werden hier durch die einlaufenden oder auslaufenden Züge mehr Diasporen durch Luftwirbel eingetragen.

Der Diasporeneintrag allein würde wenig Wirkung haben, wenn nicht auch geeignete Habitate zur Verfügung stünden. Hier spielen Straßen einerseits und Bahngelände andererseits unterschiedliche Rollen. Gerade seit 1990 gab es an fast allen Autobahnen umfangreiche Bauarbeiten mit großen offenen Flächen, deren Lebensdauer von vielen Monaten ausreichte, um *Senecio*-Populationen Raum zu gewähren, die sich nach Abschluss der Arbeiten oft in der Nähe weiter ansiedeln konnten. Für die einzelnen Wuchsorte ergab sich dabei eine sehr hohe Bestandesdynamik. Dabei war keineswegs nur der Mittelstreifen bevorzugt. Allerdings sind die meisten Bestände bisher klein. Erst wenige ausgedehntere Populationen umfassen mehrere 100 Individuen (z. B. A 2 km 14,5). Auch bei den Wuchsorten auf Bahngelände gab es einen Umsatz der besetzten Plätze, es entstanden aber auch umfangreiche Populationen von längerer Dauer in den wenig genutzten Teilen der Bahnhöfe, vor allem in den Rangierbereichen von Güterbahnhöfen, wie dies schon ERNST (1998) ausführlich darstellte. In unserem Untersuchungsgebiet erwiesen sich die Ansiedlungen im Güterbahnhof Wuhlheide, im Komplex Ostbahnhof-Wriezener Bhf.-Bhf. Warschauer Straße sowie im Bereich der S-Bahnhöfe Bundesplatz-Innsbrucker Platz oder im Güterbahnhof Brandenburg als umfangreich und dauerhaft (s. auch BORNKAMM & PRASSE 1999, BORNKAMM 2002a). Ein besonderer Fall war einer der ersten Berliner Groß-Bestände auf dem Gelände des Nordbahnhofs (seit 1996), der über eine benachbarte Mauer (Wirbelbildung!) auf den angrenzenden Domfriedhof St. Hedwig übergrieff. Die Bahnhofspopulation wurde durch Baumaßnahmen zerstört, die Friedhofspopulation besteht noch.

Für die Beurteilung der Klimawirkung sollen zunächst die mittleren Jahrestemperaturen und Jahresniederschläge (1961-1990) von Port Elizabeth (18 °C;

624 mm) mit denen von Berlin verglichen werden (8,9 °C; 591 mm). Die Temperaturunterschiede sind wesentlich größer als die der Niederschlagsmengen. Das gilt auch für die Wintertemperaturen. Port Elizabeth ist praktisch frostfrei. Allerdings gibt es in Lesotho regelmäßig Fröste. Von daher ist es plausibel, dass *Senecio inaequidens* eine gewisse Frostresistenz mitbringt. Dennoch sterben im Winter die meisten Pflanzen oberirdisch, oft in voller Blüte, ab und erleiden damit eine abrupte Unterbrechung ihres Wachstums, einen Biomasseverlust und nachfolgend eine vollständige Vegetationsruhe (s. auch KUHBIER 1977). Bereits ERNST (1998) beobachtete aber auch, dass – wie bei uns – selbst in strengen Wintern nicht alle Pflanzen oberirdisch abstarben und dass dormante Achänen Fröste bis –15°C schadlos überdauerten.

Die extreme „Jahrhundert-Trockenheit“ des Jahres 2003 reduzierte zwar die Anzahl blühender Pflanzen im Sommer dieses Jahres fast auf Null, dass sie aber nicht die Gesamtzahl der Individuen stark verminderte, sieht man am raschen Wiederanstieg der blühenden Individuen im Spätsommer desselben Jahres. Zieht man ferner in Betracht, dass der Rhythmus des Niederschlags für *Senecio inaequidens* keine wesentliche Rolle spielen dürfte, so kann man annehmen, dass sich Temperaturerhöhungen viel gravierender auswirken werden als Niederschlagsschwankungen. Dabei erweisen sich Sommertrockenheit einerseits und strenger Winterfrost andererseits als kritische Phasen, die aber in unserem Gebiet wohl noch nicht die weitere Ausdehnung des Areals von *Senecio inaequidens* nach Osten begrenzen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass alle drei Faktoren – die vermehrte Anlieferung von Diasporen durch Anstieg des Kraftfahrzeug- und Eisenbahnverkehrs, die Schaffung günstiger Plätze für Ansiedlung durch den Ausbau der Verkehrswege und die Klimaänderung – zusammenwirken bei dem raschen Einwandern von *Senecio inaequidens*, wobei der Klimaänderung die maßgebende Rolle zukommen dürfte.

4.2. Entwicklung der Art im Zielgebiet

Eine wesentliche Rolle für den Invasionsvorgang spielen natürlich auch die biologischen Eigenschaften der Art. Ungeklärt ist die Frage, inwieweit *Senecio inaequidens* selbst durch genetische Veränderung in den Prozess eingreift. So wurde in einigen Fällen mit den Jahren eine Vorverlegung des Blühbeginns beobachtet, die auf eine genetische Veränderung hinweisen könnte (KUHBIER 1996, ERNST 1998, BÖHMER et al. 2001). Diese Vorverlegung wurde aber nicht immer gefunden und trat auch bei unseren Versuchsflächen nicht auf. Sie könnte auch dadurch erklärt werden, dass in den ersten Jahren einer Neuansiedlung mehr im Frühjahr gekeimte Spätblüher, später mehr vorjährige oder noch ältere Pflanzen beteiligt sind, die früh blühen (WERNER et al. 1991, ADOLPHI 1997). Ein zweiter Befund, nämlich Produktion von Achänen mit unterschiedlichem Dormanzverhalten, könnte sich als

Anpassung an die mitteleuropäischen Bedingungen entwickelt haben (ERNST 1998). Und schließlich ist die Tatsache zu berücksichtigen, dass Pflanzen von ausgewählten Wuchsorten in Europa einen höheren Wuchs zeigten als Pflanzen von ausgewählten Wuchsorten in Südafrika (auch unsere Versuchspflanzen wiesen einen solchen stärkeren Höhenwuchs auf). Obwohl noch keine zwingenden Belege vorliegen, ist zu vermuten, dass bei der Invasion in Europa genetische Veränderungen von *Senecio inaequidens* eine Rolle spielen (HEGER & BÖHMER 2005).

Was die Dauer der Blütezeit betrifft, ist es ja nicht ungewöhnlich, dass Arten aus wärmeren Gebieten bis zum Spätherbst und in milden Wintern bis in die ersten Wintermonate hinein blühen. Ungewöhnlich ist aber die Tatsache, dass die Maxima der blühenden Individuen in den verschiedenen Jahren von der Jahresmitte bis Mitte November verteilt sein können. Eine lange Blühzeit auch gerade dann, wenn keine weiteren Arten in diesem Umfang und mit dieser Attraktivität vorhanden sind, fördert sicherlich die Bestäubungswahrscheinlichkeit und die Ausbildung zahlreicher Diasporen. Allerdings stellte ERNST (1998) fest, dass bei Bestäubungen ab Ende November keine keimfähigen Achänen mehr ausgebildet werden. Auf jeden Fall sind die späten Abschnitte der Blütezeit sicherlich dafür verantwortlich, dass sich Botaniker in so ungewöhnlich starkem Maße mit *Senecio inaequidens* beschäftigen.

Über die Lebensdauer der Art liegen keine genauen Angaben vor. ERNST (1998) beobachtete Versuchspflanzen 5 Jahre lang. KUHBIER (1996) stellte fest, dass ältere Pflanzen an ihrer Stengelbasis 5 verholzte Jahresringe besaßen. Dass bei unserem Gefäßversuch die letzten überlebenden Pflanzen nach 5 Jahren abgestorben waren, war wohl durch Frost bedingt. Es gab aber auch in den vorhergehenden Jahren schon starke Verluste. Es entsteht somit der Anschein, dass es sich eher um eine kurzlebige Perenne als um eine sehr langlebige Art handelt.

BÖHMER et al. (2001), HEGER (2004) und HEGER & BÖHMER (2005) erwähnen die Fähigkeit von *Senecio inaequidens*, den Verlust von Biomasse ertragen zu können. Sie ist damit relativ resistent gegen Mahd und andere mechanische Störungen. Unsere oben erwähnte Friedhofspopulation hat mehrfaches Mähen im Jahr und regelmäßiges Betreten ertragen (BORNKAMM 2002b), allerdings in verkümmerten Wuchsformen. Auffallend ist, dass Äste oft bei nur geringer Berührung abbrechen können, sie sind ausgesprochen brüchig. Anatomische Basis für diese Erscheinung ist wahrscheinlich die Tatsache, dass die kleineren Äste mit einem einfachen, aber sehr kräftigen Ring von Festigungsgewebe versehen sind, der die Biegefestigkeit vermindert. Ich habe aber nie beobachtet, dass abgebrochene Pflanzenorgane zu einer vegetativen Reproduktion genutzt wurden.

Schließlich ist auch die hohe Herbizid-Resistenz von *Senecio inaequidens* zu erwähnen, die mehrfach bestätigt wird (GUILLERM et al. 1990, WERNER et al. 1991, HEGER 2004). KUHBIER (1996) vermutet zwar, dass das Nachlassen der Herbizidanwendung auf Bahnanlagen die Ausbreitung der Art begünstigt hat, HARD (1993)

und WITTIG & LIENENBECKER (2004) fanden aber eine rasche Erholung der Bestände nach einer Herbizidgabe. Das stimmt mit unseren Befunden im Brandenburger Güterbahnhof überein. Jedoch kommt es auch auf die Art des Herbizids an. MANGEOT & GUILLEMONT (1998) berichten über Herbizidversuche mit sehr unterschiedlich starker Wirkung von verschiedenen Präparaten.

4.3. Vermutliche Grenzen für die weitere Ausbreitung

Im Laufe von 3 Jahren (2001-2004) ist die Siedlungsdichte von *Senecio inaequidens* von $0,3 \text{ km}^{-2}$ auf ca. $2,2 \text{ km}^{-2}$, also fast auf das Achtfache angestiegen. Diese Zahl ist aber gering verglichen mit der Dichte von $36 \text{ Individuen km}^{-2}$, die sich aus Abb. 1 von WERNER et al. (1991) für den Raum Köln-Düsseldorf ermitteln lässt. Die Art steht somit im Raum Berlin/Brandenburg wohl erst am Anfang ihrer Entwicklung. Die Entstehung von Vorposten ist sehr schnell gegangen, aber die Kolonisierung der Zwischenflächen verläuft langsam. Auch gibt es erst wenige größere Zentren. Geeignete Siedlungsplätze wird es bei der anhaltenden Bautätigkeit im städtischen wie im ländlichen Bereich auch weiterhin geben. Es ist allerdings anzunehmen, dass die derzeit dominierende Position der Autobahnen nicht auf Dauer anhalten wird. Bezüglich der klimatischen Entwicklung ist zu erwarten, dass sich die Erwärmung fortsetzen wird. Zwar werden Sommertrockenheit und Winterfröste weiterhin kritische Phasen bleiben, sie werden aber die weitere Ausweitung des Arealen wohl nicht begrenzen.

Dennoch gibt es Grenzen für die zukünftige Entwicklung von *Senecio inaequidens*. Alle Autoren, die sich stärker mit der Gesellschaftsbindung dieser Art befasst haben, stimmen darin überein, dass sie sich nur in offenen Vegetationstypen ansiedeln kann (HÜLBUSCH & KUHBIER 1979, WERNER et al. 1991, HARD 1993, BORNKAMM 2002b). Sie ist ein schwacher Konkurrent (BÖHMER et al. 2001, SCHERBER et al. 2003, HEGER 2004, HEGER & BÖHMER 2005). Sie entwickelt sich besonders in therophytischen Ruderal- und Trittgemeinschaften, doch kann sie auch in naturnäheren Gesellschaften auftreten, wenn diese nur offen genug sind, z. B. Felsgemeinschaften (LOHMEYER & SUKOPP 1992, 2001) oder Küstendünen (KUHBIER 1996). Auf Grund ihrer Resistenz gegen mechanische Einflüsse kann sie als wahrscheinlich kurzlebige Perenne einige Jahre lang in stark gestörten Gesellschaften aushalten und ist eine der Arten, die an dem Übergang von Therophyten zu ausdauernden Stauden- und Grasgesellschaften selbst aktiv beteiligt sind. Dort kann sie sich halten, solange ihre hohen Lichtansprüche erfüllt werden (L-Zeigerwert 8, s. BORNKAMM 2002b), unterliegt aber bei fortschreitender Sukzession der Konkurrenz von hoch- und dichtwüchsigen Stauden (z. B. *Solidago canadensis*, *Tanacetum vulgare*) oder Gräsern (z. B. *Calamagrostis epigejos*) oder schließlich Holzgewächsen. Dass sie in dichte Hochstaudenbestände oder gar in Gebüsch- und Waldgesellschaften eindringt, ist nicht zu erwarten. Damit sind die Möglichkeiten

ihrer standörtlichen Ausbreitung begrenzt. Einer fortschreitenden Vergrößerung ihres geographischen Areals stehen diese Begrenzungen allerdings nicht im Wege.

5. Literatur

- ADOLPHI, K. 1997: Anmerkungen zu *Senecio inaequidens* nach einem Aufenthalt in Südafrika. – Flor. Rundbr. 31: 162-167.
- ASCHERSON, P. 1862: *Senecio vernalis* W. K., ein freiwilliger Einwanderer in die deutsche Flora. – Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 3/4: 150-155.
- ASMUS, U. 1988: Das Eindringen von Neophyten in anthropogen geschaffene Standorte und ihre Vergesellschaftung am Beispiel von *Senecio inaequidens* DC. – Flora 180: 133-138.
- BÖHMER, H. J. 2001: Das Schmalblättrige Greiskraut (*Senecio inaequidens* DC. 1837) in Deutschland – eine aktuelle Bestandsaufnahme. – Flor. Rundbr. 35: 47-54.
- BÖHMER, H. J., HEGER, T. & L. TREPL. 2001: Fallstudien zu gebietsfremden Arten in Deutschland. – Umweltbundesamt Texte 13/01.
- BORNKAMM, R. 2002a: Die weitere Ausbreitung von *Senecio inaequidens* DC. in Berlin und dem südwestlich angrenzenden Brandenburg in den Jahren 1998-2001. – Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg 135: 25-40.
- BORNKAMM, R. 2002b: On the phytosociological affiliations of an invasive species *Senecio inaequidens* in Berlin. – Preslia 74: 395-407.
- BORNKAMM, R. & R. PRASSE 1999: Die ersten Jahre der Einwanderung von *Senecio inaequidens* DC. in Berlin und dem südwestlich angrenzenden Brandenburg. – Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg 132: 131 – 139.
- BRENNENSTUHL, G. 1995: *Senecio inaequidens* DC. bei Salzwedel. Neu für Sachsen-Anhalt. – Flor. Rundbr. 29: 181-183.
- CHALIMBAUD, J. 1998: Séneçon du Cap – Une plante envahissante. – Agence méditerranéenne de l'environnement, Publications, Plan de gestion de la Réserve Naturelle de Jujols 2004-2008.
- ERNST, W. H. O. 1998: Invasion, dispersal and ecology of the South African neophyte *Senecio inaequidens* in The Netherlands: from wool alien to railway and road alien. – Acta Bot. Neerl. 47: 131-151.
- GRIESE, D. 1996: Zur Ausbreitung von *Senecio inaequidens* DC. an Autobahnen in Nordostdeutschland. – Braunsch. Naturkd. Schr. 5: 193-204.
- HARD, G. 1993: Neophyten und neophytenreiche Pflanzengesellschaften auf einem Werksgelände (VSG, ehem. Klöckner) in Osnabrück. – Natur u. Heimat 53: 1-15.
- HEGER, T. 2004: Zur Vorhersagbarkeit biologischer Invasionen. – Neobiota 4. Berlin.
- HEGER, T. & H. J. BÖHMER 2005: The invasion of Central Europe by *Senecio inaequidens* DC. – A complex biogeographical problem. – Erdkunde 59: 34-49.
- HÜLBUSCH, K. H. & H. KUHBIER 1979: Zur Soziologie von *Senecio inaequidens* DC. – Abh. Naturw. Ver. Bremen 39: 47-54.
- INSTITUT FÜR METEOROLOGIE DER FU BERLIN. Berliner Wetterkarte 1997, 1998, 2000, 2001.
- KÖNIG, P. 1995: *Senecio inaequidens* – nun auch in Berlin. – Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg 128: 159-163.
- KOPECKY, K. 1971: Der Begriff der Linienimmigration der Pflanzen und seine Analyse am Beispiel des Baches Studený und der Strasse in seinem Tal. – Folia Geobot. Phytotax. 6: 303-320.

- KUHBIER, H. 1977: *Senecio inaequidens* DC. – ein Neubürger der nordwestdeutschen Flora. – Abh. Naturw. Ver. Bremen 38: 383-396.
- KUHBIER, H. 1996: 100 Jahre *Senecio inaequidens* in Bremen. – Abh. Naturw. Ver. Bremen 43/2: 531-536.
- KUMMER, V. 2003: Beitrag zur Flora des Potsdamer Stadtgebietes. – Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg 136: 153-202
- LAFUMA, L., BALKWILL, K., IMBERT, E., VERLAQUE, R. & S. MAURICE 2003: Ploidy level and origin of European invasive weed *Senecio inaequidens* (Asteraceae). – Plant Syst. Evol. 243: 49-72.
- PRATI, D. & O. BOSSDORF 2004: A comparison of native and introduced populations of the South African Ragwort (*Senecio inaequidens* DC.) in the field. – In: BRECKLE, S.-W., SCHWEIZER, B. & A. FANGMEIER: Results of worldwide studies. Proceedings of the A. F. W. Schimper-Foundation. – Stuttgart: 353-359.
- RADKOWITSCH, A. 1997: *Senecio inaequidens* DC. – ein Beitrag zur Verbreitung in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung von Bayern. – Hoppea 58: 389-404.
- SCHERBER, C., CRAWLEY, M. & S. POREMBSKI 2003: The effects of herbivory and competition on the invasive alien plant *Senecio inaequidens* (Asteraceae). – Diversity and Distributions 9: 415-426.
- SCHÖNWIESE, C.-D., STAEGE, T., TRÖMEL, S. & M. JONAS 2004: Statistisch-klimatologische Analyse des Hitzesommers 2003 in Deutschland. – Klimastatusbericht 2003, Deutscher Wetterdienst: 123-132.
- WERNER, D. J., ROCKENBACH, T. & M.-L. HÖLSCHER 1991: Herkunft, Ausbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie von *Senecio inaequidens* DC. unter besonderer Berücksichtigung des Köln-Aachener Raumes. – Tuexenia 11: 73-107.
- WITTIG, R. & H. LIENENBECKER 2004: Ruderalvegetation von Bahnhöfen im Raum. – Ber. Naturwiss. Ver. für Bielefeld u. Umgegend 44: 213- 243.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Reinhard Bornkamm
Hauptstr. 93, OT Rädel
D-14797 Kloster Lehnin