©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tuexenia 29: 199–213. Göttingen 2009.

Arealerweiterung von *Asplenium adiantum-nigrum* L. (Schwarzstieliger Streifenfarn, Aspleniaceae/Pteridophyta) am nordwestdeutschen Mittelgebirgsrand – bedingt durch klimatische Veränderungen?

– Peter Keil, Renate Fuchs, Jürgen Hesse, Andreas Sarazin –

Zusammenfassung

Asplenium adiantum-nigrum (Aspleniaceae, Pteridophyta) breitet sich seit ca. 20 Jahren von seinem Arealrand im Rheinisch-Westfälischen Mittelgebirge ins Tiefland hinein aus. Die bislang in Nordrhein-Westfalen collin-montan verbreitete Farnart besaß dort bis zum Ende der 1980er Jahre eine stabile Verbreitungsgrenze mit Vorkommen an Felsstandorten des Ruhrtals (südliches Ruhrgebiet). Ausbreitungsgeschichte, Populationsentwicklung, Gesellschaftsanschluss sowie die neuen Wuchsorte werden dargestellt. Insgesamt konnten seit 1990 25 Neufunde, 16 davon im planaren Raum des Niederrheinischen Tieflandes und der Westfälischen Bucht, mit einer Gesamtpopulation von über 580 Individuen verzeichnet werden. Die Ursachen der Arealerweiterung werden anhand von vier Hypothesen und unter Berücksichtigung von Untersuchungsergebnissen aus West- und Nordwesteuropa diskutiert. Eine derzeit häufig diskutierte mögliche Ursache der Arealerweiterung ist die seit Jahren erkennbare Klimaerwärmung, bei der insbesondere die milderen Winter und wärmeren Sommer u. a. zu einer Veränderung der Luftfeuchtigkeit führen. Diese scheidet jedoch im Falle von *Asplenium adiatum-nigrum* zumindest als monokausale Erklärung aus. Die veränderten klimatischen Faktoren überlagern sich zeitgleich mit einer einhergehenden Luftverbesserung (insbesondere Verringerung der SO_2-Immissionen) und höheren Stickstoffimmissionen, welche letztlich die Wuchsbedingungen des Farntaxons insgesamt positiv beeinflussen könnten. Ein belegbarer Zusammenhang zwischen der Ausbreitung des Taxons und den veränderten Klima- sowie Umweltbedingungen ist derzeit allerdings nicht gegeben.

Abstract: Areal expansion of *Asplenium adiantum-nigrum* L. (Black Spleenwort, Aspleniaceae/Pteridophyta) at the edge of northwestern Germany's low mountain range – caused by climatic change?

For approximately the last 20 years, *Asplenium adiantum-nigrum* (Aspleniaceae, Pteridophyta) has been spreading from the edge of its native range, the Rheinisch-Westfälische Mittelgebirge (Rheinisch-Westfälische low mountain range), into adjacent lower regions ("Niederrheinisches Tiefland" and the "Westfälische Bucht"). Until the end of the 1980's this fern taxon was only found in collin-montane areas of North Rhine-Westphalia, with a stable range margin and occurrences in rocky locations of the Ruhr valley (southern Ruhr area). Propagation history, population development, plant communities, as well as the new occurrences of the species are presented in this paper. More than 560 plants have been observed since 1990 in 25 new locations, 16 of which are located in the flat area of the "Niederrheinisches Tiefland" and the "Westfälische Bucht" The alleged causes of the observed range expansion are discussed in the context of 4 hypotheses and are compared with results from western and northwestern Europe. At present the spreading of species is generally explained by climatic change, which can be described in the investigation area by milder winters and damper summers and by a change of air humidity. However, in the case of *Asplenium adiantum-nigrum*, climatic change cannot be regarded as the only reason. These climatic changes occur simultaneously with air-quality changes, e. g. lower amount of SO_2 and higher amount of nitrogen immissions, which cause changes in site conditions at possible growing places and, therefore, positively affect the growth conditions of the fern taxon. Climatic change as the single reason for the spreading of *Asplenium adiantum-nigrum* cannot be verified.

Keywords: range expansion, climatic change, SO_2 reduction, N immission.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

1. Einleitung

Der Schwarzstielige Streifenfarn *Asplenium adiantum-nigrum* L. ist eine allotetraploide Sippe (2n = 144 Chromosomen; 72 ^{II}). Sie ist entstanden aus einer Kreuzung mit nachfolgender Chromosomenverdopplung der diploiden Arten *A. cuneifolium* Viv. und *A. onopteris* L., wobei die postulierte Primär-Hybride zwar experimentell erzeugt, in der Natur aber noch nicht nachgewiesen wurde (vgl. SHIVAS 1969, RICHARDSON & LORENZ-LIBURNAU 1982, SHIVAS 1969). Das Erscheinungsbild von *Asplenium adiantum-nigrum* ist sehr vielgestaltig, weshalb bereits im 19. Jahrhundert zahlreiche Formen und Varietäten beschrieben wurden (s. bei REICHSTEIN 1984). Die intraspezifische Gliederung der Sippe ist noch nicht abschließend geklärt; so wurden auch in jüngerer Zeit weitere Unterarten neu beschrieben (s. z. B. RIVAS-MARTÍINÉEZ 1987, REICHSTEIN et al. 1994, FRASER-JENKINS 1997). Für Deutschland wird aktuell nur die subsp. *adiantum-nigrum* angegeben (JÄGER & WERNER 2005). Für das Rheinland attestiert BECKER (1877) die Hauptform var. *lancifolium* HEUFLER mit den beiden wichtigsten Formen *acutilobum* und *obtusilobum* (s. auch BECKHAUS 1893). Derzeit wird diese Formeneinteilung in der laufenden Bearbeitung jedoch nicht mehr häufig angewendet.

Die Art ist in Nordrhein-Westfalen mit keinem nahe verwandten *Asplenium*-Taxon zu verwechseln und gilt daher für die Geländekartierung als „unkritisch" (in Einzelfällen sind jedoch Verwechslungen mit jungen, sterilen *Dryopteris*-Pflanzen denkbar).

Asplenium adiantum-nigrum ist eine kosmopolitisch verbreitete Art mit einem Hauptverbreitungsgebiet auf der Nordhalbkugel im südwestlichen Europa, in Mitteleuropa collin-montan auftretend (REICHSTEIN 1984, SWEDISH MUSEUM OF NATURAL HISTORY 2008). Nach JÄGER & WERNER (2005) und dem BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2008) nehmen die Bestände innerhalb von Deutschland ab. Dies ist insbesondere in Ostdeutschland (z. B. in Sachsen) augenscheinlich (s. Karten bei HARDTKE & IHL 2000: 119), wo innerhalb der letzen 100 Jahren große Bestandsverluste zu verzeichnen sind. Auch in Westdeutschland sind negative Bestandstrends zu beobachten, die sich in der Einstufung in den jeweiligen Landeslisten der gefährdeten Pflanzenarten widerspiegeln (KORNECK et al. 1996).

Das derzeit nördlichste bekannte Vorkommen von *Asplenium adiantum-nigrum* in Deutschlands lag in Süd-Niedersachsen in Wietmarschen (s. WEBER 1995), galt jedoch als ehemals angesalbt und ist seit Jahren verschollen (schrifl. Mitt. TÄUBER 2008). Trotz intensiver Recherche konnte derzeit keine planare Region in Deutschland ermittelt werden, wo sich *Asplenium adiantum-nigrum* in Ausbreitung befindet.

In West- und Nordwesteuropa stellt sich die Situation etwas differenzierter dar. Aus den Niederlanden zeigt BREMER (2007) einen Zuwachs der Nachweise anhand von km²-Rasterfeldern von einem Nachweis im Zeitraum 1900–1950 auf 42 zwischen 1975 und 1998 (s. auch DENTERS 1997). Insbesondere aus dem Raum Amsterdam werden Bestandszuwächse innerhalb der Jahre 1987 (Erstnachweis) und 2002 auf ca. 500 Individuen gemeldet, die dann bis zum Jahr 2004, sanierungsbedingt, auf immerhin noch 174 Exemplare schrumpften (FLORON Niewsbrief 2002-2007). Aus Flandern (Belgien) weisen DE FRÉ & HOFFMANN (2004: 20) auf eine Bestandszunahme hin: [übersetzt] „in den letzten Jahren hat in Flandern die Anzahl an Funden von seltenen Farnen [u.a. *Asplenium adiantum-nigrum*], die in Europa an Mauern und Felsen gebunden sind, stark zugenommen" EDINGTON (2007) berichtet über eine kontinuierliche Häufung von Funden von *Asplenium adiantum-nigrum* an Mauern im dicht bebauten Norden Londons: bis 1975 waren keine Funde bekannt, bis 1997 waren es 4, 2003 27 und 2007 schon 40 Fundorte. Er ermittelte eine durchschnittliche Entfernung der Neuansiedlungen zu den bekannten Vorkommen von 0,75 km und einer maximalen Ausbreitung von ca. 5 km.

In Nordrhein-Westfalen erreicht der Schwarzstielige Streifenfarn nach REICHSTEIN (1984) am nordwestlichen Rand des rheinisch-westfälischen Schiefergebirges die Grenze seines mitteleuropäischen Teilareals. Die Vorkommen der Sippe liegen hier selten über 300 m ü. NN. Die nordwestliche Arealgrenze markiert insbesondere das Ruhrtal mit zerstreuten Vorkommen der Art z. B. am „Kahlenberg" in Mülheim an der Ruhr oder im Hangbereich unterhalb

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

der Hohensyburg in Dortmund, die gleichsam die nordwestlichsten natürlichen Vorkommen an Felsstandorten in Mitteleuropa darstellen (vgl. HAEUPLER et al. 2003). Diese indigenen Felswuchsorte sind seit langem bekannt und hinreichend gut in der floristischen Literatur belegt (OLIGSCHLÄGER 1837, BECKHAUS 1893, Übersicht bei RUNGE 1990). Innerhalb von Nordrhein-Westfalen besiedelt *Asplenium adiantum-nigrum* vornehmlich silikatische Felsstandorte wobei Kalkstandorte nicht vollkommen gemieden werden (BECKER 1877, BECKHAUS 1893). Der wahrscheinlich älteste Beleg für Nordrhein-Westfalen befindet sich im Herbarium des Naturkundemuseums in Münster (MSTR). Es handelt sich um einen Nachweis durch VON BÖNNINGHAUSEN aus dem Jahre 1821. Die Originalbeschriftung lautet: „*Asplenium lanceolatum* WILLD. „E Flora Westphalica lecta prope Rüthen 1821" leg VON BÖNNINGHAUSEN (Herbarium WEIHE)" Der Fundort Rüthen (nördliches Sauerland) wurde bei RUNGE (1990) noch als „fragliche Angabe" gewertet.

Das Rheinisch-Westfälische Schiefergebirge erreicht mit dem Abtauchen des Oberkarbons unter die Schichtenfolge des münsterländischen Kreidebeckens sowie unter die tertiären und quartären Sedimente des Niederrheinschen Tieflandes mit dem Bergischen Land und dem Sauerland den Nordwestrand seiner räumlichen Ausdehnung (s. PAFFEN et al. 1963, s. Abb. 1). Dieser nord-westdeutsche Mittelgebirgsrand bildet für eine Vielzahl von Taxa eine natürliche Arealgrenze. Anschaulich ist dies für Pflanzen- und Tierarten aufzuzeigen, die ein collin-montanes, mitteleuropäisches Verbreitungsmuster aufweisen und nur wenige, meist isolierte Vorkommen in der planaren Norddeutschen Tieflandsebene besitzen. Beispiele bei den Pteridophyten sind neben lithophilen Farntaxa der Gattung *Asplenium* (*A. septentrionale*, *A. trichomanes* s.l., *A. ceterach*, *A. scolopendrium*) weitere nemophile Arten wie *Gymnocarpium dryopteris*, *G. robertianum*, *Thelyteris limbosperma*, *Phegopteris connectilis*, *Dryopteris affinis* s.l. oder *Polystichum aculeatum* (s. FUCHS & KEIL 2008, HAEUPLER et al. 2003, JALAS & SUOMINEN 1972, TUTIN et al. 1964/1993).

Von *Asplenium adiantum-nigrum* liegen für das Niederrheinische Tiefland keine bekannten historischen Fundorte vor und für die Westfälische Bucht ist lediglich ein, bereits seit langem verschollenes Vorkommen bekannt (s. KEIL & KORDGES 1998, KEIL et al. 2002). Seit etwa zwanzig Jahren mehren sich nun in diesem Gebiet Funde der Farnsippe außerhalb ihres indigenen collin-montanen mitteleuropäischen Verbreitungsareals, die im Nachfolgenden dargestellt und diskutiert werden.

2. Methoden

Die Freilanduntersuchungen wurden größtenteils im Rahmen der floristischen Kartierungen des Ruhrgebietes durchgeführt, wobei Mauerstandorte bereits seit Jahren einer erhöhten Aufmerksamkeit unterzogen wurden (KORDGES & KEIL 1994, LUBIENSKI 1995, KOSLOWSKI & HAMANN 1995, KEIL & KORDGES 1997, KEIL & KORDGES 1998, KEIL et al. 2002, SARAZIN et al. 2008). Seit Beginn der 1990er Jahre sind durch die Autoren und weitere Kollegen tausende von einzelnen Mauern mit einer nicht bezifferbaren Anzahl an Metern-Länge untersucht worden. In diesem Zusammenhang wurden von den Autoren alle vorgefundenen, zugänglichen Mauerstandorte auf das Vorkommen von typischen Mauerpflanzen überprüft (s. KORDGES & KEIL 1994). Ebenso wurden historisch bekannte Wuchsorte aufgesucht und akribisch hinsichtlich der Vorkommen von Farnpflanzen geprüft.

Alle Fundmeldungen, die nicht gesondert gekennzeichnet sind, stammen von den Autoren, bzw. sind mit Quellenangabe zitiert. Weitere Fundmitteilungen haben wir von Frau Stieb (Düsseldorf) und den Herren Lubienski (Witten), Gausmann (Bochum), und Büscher (Dortmund), Kordges (Sprockhövel), Dr. Jagel (Bochum) und Dr. Kricke (Oberhausen) erhalten.

An einigen Wuchsorten wurden Vegetationsaufnahmen in Anlehnung an BRAUN-BLANQUET (1964) vorgenommen sowie die Exposition der Pflanzen ermittelt.

Zur Absicherung der Determinierung kritischer Farnsippen in der Begleitflora (makroskopisch nur schwer unterscheidbare Taxa) wurde von den entsprechenden Pflanzen ein älterer Wedel mit reifen, z. T. offenen Sporangien entnommen und die Sporengrößen in wässriger Lösung gemessen (20 Messungen). Die Messungen erfolgten an einem Lichtmikroskop bei 400facher Vergrößerung.

Die Nomenklatur der Begleitflora folgt WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998), die der Syntaxa POTT (1995).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

3. Ergebnisse

Seit Beginn der 1990er Jahren gelangen Mauerstandorte im Ruhrgebiet, insbesondere im Rahmen der Stadtbiotopkartierung, verstärkt in den Fokus floristischer Untersuchungen. In den ersten Kartierjahren führten die Untersuchungen zunächst zu einer Vervollständigung der Nachweisdichte der für das Ruhrgebiet typischen mauerbewohnenden Pflanzenarten wie *Asplenium ruta-muraria*, *A. trichomanes* s.l. (*A. trichomanes* subsp. *quadrivalens* und subsp. *trichomanes*) und *Cymbalaria muralis*. Mit sehr zerstreuten Nachweisen von *Asplenium scolopendrium*, *A. septentrionale* und *Gymnocarpium robertianum* gelangen bereits erste Neu- und Wiederfunde. Zudem konnten räumliche Verbreitungsmuster und die differenzierte Häufigkeit der einzelnen Taxa herausgearbeitet werden (KORDGES & KEIL 1994, KEIL & KORDGES 1997).

3.1. Ausbreitungsgeschichte und Populationsentwicklung von *Asplenium adiantum-nigrum*

Bis zum Ende der 1980er Jahre waren keine Vorkommen von *Asplenium adiantum-nigrum* außerhalb der bereits historisch belegten Vorkommen auf Felsstandorten des Bergischen Landes und Sauerlandes (s. o.) innerhalb des Ruhrgebietes (und im angrenzenden Niederrheinischen Tiefland) bekannt. Ein Hinweis auf einen Fundpunkt in der Westfälischen Bucht ist bei RUNGE (1972) vermerkt (1967, ein Fund von 2 Ex. im Brunnen von Haus Rüschhaus bei Nienberge bei Münster, MTB 4011/1), dieser ist jedoch aktuell nicht mehr bestätigt worden (s. bei HAEUPLER et al. 2003).

Ab ca. 1990 konnten die ersten Nachweise von *Asplenium adiantum-nigrum* an Mauern im Ruhrtal (noch innerhalb des Naturraumes Süderbergland) erbracht werden. In kurzen Abständen hintereinander wurden Vorkommen in Essen-Burgaltendorf, Ratingen-Breitscheid, Essen-Kettwig und Bochum-Stiepel beobachtet (LUBIENSKI 1995, KEIL & KORDGES 1997, JÄGER et al. 1997). Im Jahr 1998 gelang der Wiederfund von *Asplenium adiantum-nigrum* für die Westfälische Bucht (KEIL & KORDGES 1998). Die Art siedelte in einer Ziegelsteinmauer in Essen-Frohnhausen zusammen mit dem zu diesem Zeitpunkt in der Florenliste von NRW (RAABE et al. 1996) ebenfalls für diesen Naturraum als verschollen erachteten *A. scolopendrium*. Wenige Monate später konnten weitere Exemplare von *Asplenium adiantum-nigrum* in Essen-Gerschede entdeckt werden. 1999 wurde die Art in Bottrop-Boy an einer Vorgartenmauer und im Jahr 2000 in Essen-West in einem Industriegebiet an einer Grundstücksmauer festgestellt (beide Westfälische Bucht). Ebenfalls im Jahr 2000 konnte eine kleine Population in Mülheim an der Ruhr, am Kahlenberg (an der Jugendherberge) (Süderbergland) nachgewiesen werden, welche sich in räumlicher Nähe des bereits von OLIGSCHLÄGER (1837) genannten und wohl seit den 1940er Jahren verschollenen Vorkommens befindet.

Im Jahr 2001 gelang nun der Erstnachweis für das Niederrheinische Tiefland. Die Farnart siedelt hier in einem Erzbunker im Bereich des ehemaligen Hüttenwerkes Duisburg-Meiderich, dem heutigen Landschaftspark Duisburg-Nord. Der unzugängliche Bunker konnte erst mit Kletterausrüstung genauer untersucht werden (Näheres bei KEIL et al. 2002).

2004 wurden mit einem Vorkommen in Duisburg-Neudorf (Niederrheinisches Tiefland) und in der Mülheimer Innenstadt (Westfälische Bucht) zwei weitere Wuchsorte im planaren Raum bekannt, während ein neu entdeckter Wuchsort in Witten (LUBIENSKI 2007) die bekannten Vorkommen im collin-montanen Bereich abrundete. Die Jahre 2005 bis 2007 brachten weitere Vorkommen in Duisburg-Meiderich und an der Düsseldorfer „Bastion" (beide Niederrheinisches Tiefland), in der Mülheimer Innenstadt und in Dortmund-Aplerbeck (beide Westfälische Bucht) sowie einen weiteren Wuchsort in Bochum-Stiepel (Süderbergland) zu Tage. Außerhalb des Betrachtungsraumes wurde im Jahr 2007 ein Vorkommen an einem Brückenbauwerk am Schloss Dyck in Jüchen entdeckt (GOTTSCHLICH & RAABE 2008).

Schließlich gelang im Jahr 2008 der Nachweis von *Asplenium adiantum-nigrum* in Duisburg-Hochfeld (Niederrheinisches Tiefland), in Essen-Holsterhausen und Recklinghausen-Suderwich, in der Bochumer Innenstadt, sowie an einer Werksmauer der ehemaligen Kokerei

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

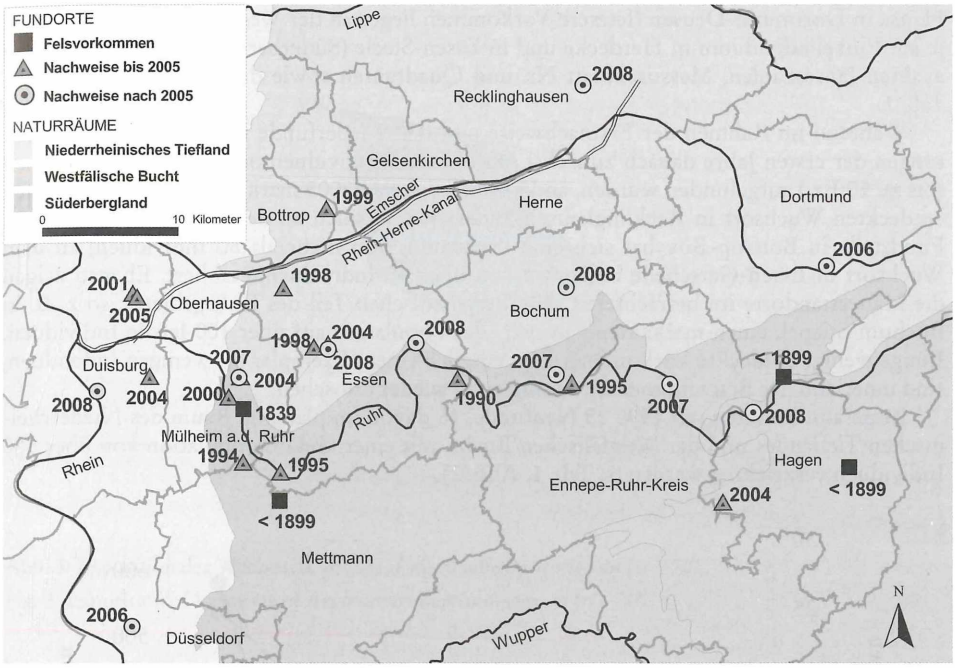


Abb. 1: Nachweise von *Asplenium adiantum-nigrum* am Nordwestrand des Rheinisch-Westfälischen Mittelgebirges. Darstellung der Naturräumlichen Gliederung (nach PAFFEN et al. 1963).

Fig. 1: Occurences of *Asplenium adiantum-nigrum* on the northwestern border of "Rheinisch-Westfälisches Mittelgebirge"-low mountain range. The diverse growing regions are shown (according to PAFFEN et al. 1963).

Tab. 1. Aktuelle Nachweise von *Asplenium adiantum-nigrum* im Ruhrgebiet
Erläuterung: WB – Naturraum Westfälische Bucht; NRTL – Naturraum Niederrheinisches Tiefland; SÜDBL – Naturraum Süderbergland (Bergisches Land & Sauerland)

Table 1: Current occurrences of *Asplenium adiantum-nigrum* in the Ruhr-area (North Rhine-Westphalia)
Explanation: WB – Growing region "Westfälische Bucht"; NRTL – Growing region "Niederrheinisches Tiefland"; SÜDBL – Growing region "Süderbergland"

	TK 25 (1/4-Quadrant)	Erst-nachweis	Anzahl Individuen bis 1995	bis 2000	bis 2005	nach 2005	2008	Quelle des Erstnachweises
Naturraum/Fundort								
SÜDBL								
Essen-Burgaltendorf	4508/43	1990	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	KEIL & KORDGES (1997), JÄGER et al. (1997)
Ratingen-Breitscheid	4607/14	1994	**10**	**3**	**1**	0	0	Keil n.p.
Essen-Kettwig	4607/23	1995	**1**	**1**	0	0	0	KEIL & KORDGES (1997)
Bochum-Stiepel	4509/32	1995	**4**	**4**	**4**	**10**	**>100**	LUBIENSKI (1995), BOBO (2008)
Mülheim, Kahlenberg, JHB	4507/34	2000	.	.	**2**	**3**	0	KEIL et al. (2002)
Witten, Bahnlinie	4510/33	2004	.	.	**5**	**5**	**5?**	LUBIENSKI (2007)
Bochum-Stiepel, Dorf	4509/32	2007	.	.	.	**1**	**4**	Jagel & Sarazin n.p.
Herdecke	4610/21	2008	.	.	.	.	**1**	Sarazin n.p.
Essen-Steele	4508/32	2008	.	.	.	.	**1**	Kricke n.p.
WB								
Essen-Frohnhausen,	4507/42	1998	.	**1**	0	0	0	KEIL & KORDGES (1998)
Essen-Gerschede	4507/21	1998	.	**7**	**10**	**>10**	**46**	KEIL & KORDGES (1998)
Bottrop, Horster Straße	440742	1999	.	**5**	**5**	**>10**	**>80**	Keil n.p.
Essen-West	4507/42	2000	.	.	**1**	**0**	0	Keil n.p.
Mülheim-Innenstadt, Oberstr.	4507/32	2004	.	.	**1**	**1**	**3**	Keil n.p.
Dortmund-Aplerbeck	4511/12	2006	.	.	.	**5**	**5?**	BÜSCHER & GEYER (2006)
Mülheim-Innenstadt, Kämpchen Str.	4507/32	2007	.	.	.	**1**	**4**	Keil, Loos n.p.
Essen-Hosterhausen	4507/42	2008	.	.	.	.	**4**	Fuchs n.p.
Recklinghausen-Suderwich	4309/34	2008	.	.	.	.	**>80**	Hesse n.p.
Bochum-Innenstadt	4509/12	2008	.	.	.	.	**14**	Gausmann n.p.
Dormund Kokerei Hansa	4410/32	2008	.	.	.	.	**25**	Keil n.p.
NRTL								
Duisburg-Meiderich, Landschaftspark	4506/21	2001	.	.	**1**	0	0	KEIL et al. (2002)
Duisburg-Neudorf	4506/42	2004	.	.	**1**	**2**	**3**	Fuchs n.p.
Duisburg-Meiderich, Emscherstr.	4506/21	2005	.	.	.	**1**	**4**	Keil n.p.
Düsseldorf-Karlstadt, Bastion	4706/43	2006	.	.	.	**1**	**51**	Stieb n.p.
Duisburg-Hochfeld	4506/34	2008	.	.	.	.	**35**	Keil n.p.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Hansa in Dortmund-Deusen (letztere Vorkommen liegen in der Westfälischen Bucht) sowie je ein Einzelindividuum in Herdecke und in Essen-Steele (Süderbergland). Angaben zu den exakten Jahreszahlen, Messtischblatt-Nr. und Quadranten sowie die Finder finden sich in Tab. 1.

Während im Rahmen der Erstnachweise und der Wiederfunde sowie bei den Beobachtungen der ersten Jahre danach zunächst nur einzelne Individuen oder kleine Populationen (bis zu 10 Ex.) aufgefunden wurden, änderte sich dies seit 2005 markant. Sowohl an dem neu entdeckten Wuchsort in Recklinghausen-Suderwich als auch an der seit Jahren bekannten Fundstelle in Bottrop-Boy hat sich eine Population von mehr als 80 Individuen, an dem Wuchsort in Essen-Gerschede immerhin von über 40 Individuen, etabliert. Ebenso zeigen die Mauerstandorte im betrachteten süderbergländischen Teil des Ruhrgebietes, so z. B. in Bochum-Stiepel, einen markanten Zuwachs der Population auf über 100 fertile Individuen. Einige wenige entdeckte Vorkommen, mit lediglich einem Exemplar bis wenigen Individuen, sind innerhalb des Betrachtungszeitraumes auch wieder erloschen.

Insgesamt konnten seit 1990 25 Neufunde, 16 davon im planaren Raum des Niederrheinischen Tieflandes und der Westfälischen Bucht, mit einer Gesamtpopulation von über 580 Individuen verzeichnet werden (s. Tab. 1, Abb. 2).

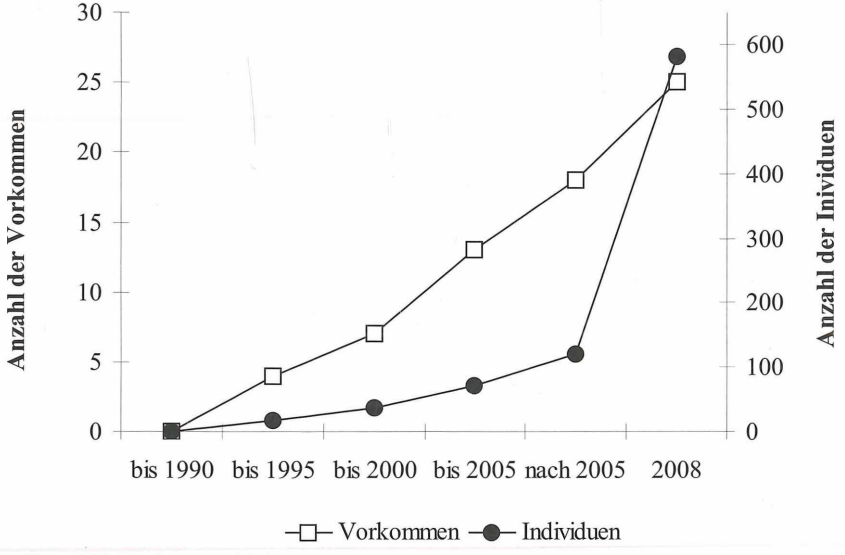


Abb. 2: Entwicklung der Anzahl der Vorkommen von *Asplenium adiantum-nigrum* im Ruhrgebiet im Vergleich der Anzahl der Individuen – beide kumulativ (eigene Erhebungen).

Fig. 2: Development of the cumulative number of locations and of individual plants of *Asplenium adiantum-nigrum* in the Ruhr-area.

3.2. Wuchsorte, Wuchsortunterschiede und Vergesellschaftung

Die untersuchten Mauerstandorte zeigen in ihren Wuchsortvoraussetzungen einige Unterschiede. Schwerpunktmäßig werden verwitterte Fugen in Ziegel- seltener in Bruchsteinmauern besiedelt. Das Verhältnis zwischen Stütz- und freistehenden Mauern ist nahezu ausgeglichen. In einem Fall wächst ein Exemplar von *Asplenium adiantum-nigrum* in der Fuge einer (selten betretenen) Treppenstufe, in einem anderen Fall in einer aus Sandstein gemauerten tunnelartigen Unterführung. Prinzipiell werden im Ruhrgebiet Mauerstandorte aller Expositionen angenommen mit einer leichten Häufung nordwestlicher Richtungen (Abb. 3). Die untersuchten Wuchsorte sind selten sonnenexponiert, meist sonnenabgewandt bis maximal leicht beschattet (z. B. durch im Umfeld befindliche Straßenbäume).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

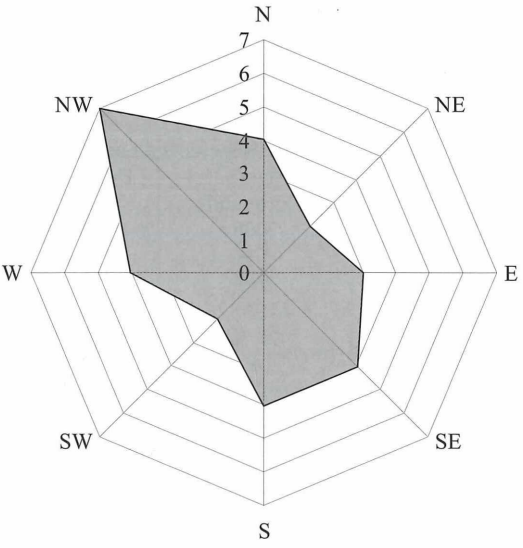


Abb. 3: Exposition der Wuchsorte von *Asplenium adiantum-nigrum* (n = 30).
Fig. 3: Exposition of locations of *Asplenium adiantum-nigrum* (n = 30).

Die allermeisten untersuchten Wuchsorte von *Asplenium adiantum-nigrum* weisen lediglich eine spärliche Begleitvegetation auf. Häufigster Begleiter der typischen Mauerflora ist *Asplenium ruta-muraria*. An einigen Mauern, insbesondere im Ruhrtal, treten *Asplenium trichomanes* ssp. *quadrivalens* und *Cymbalaria muralis* hinzu. Lediglich am Standort Landschaftspark Duisburg-Nord (Duisburg-Meiderich), der ehemaligen Kokerei Hansa sowie an der Bastion in Düsseldorf lässt sich aufgrund der üppigen Begleitflora mit *Asplenium scolopendrium*, *A. ruta-muraria*, *A. trichomanes* ssp. *quadrivalens* und *Polypodium vulgare* eine soziologische Zuordnung zum *Asplenietum trichomano-rutae-murariae* Tx. 1937 vornehmen. Alle weiteren Vorkommen müssen ranglos bzw. als artenarme Basalgesellschaft dem Verband *Potentillion caulescentis* Br.-Bl. et Jenny 1926 zugeordnet werden (POTT 1995). Ebenso finden sich ganz vereinzelt Reinbestände von *Asplenium adiantum-nigrum* (so in Essen-Gerschede und Recklinghausen-Suderwich), die mit mehreren Dutzend Exemplaren durchaus darstellbare Abundanzen von über 20 % Deckung erreichen, jedoch aufgrund fehlender Charakter- bzw. Differenzialarten höherer Syntaxa keinem Verband zugeordnet werden können. In den mauervegetationskundlichen Übersichtsarbeiten von GÖDDE (1987), WERNER et al. (1989) und SCHOLZ & LÖSCH (1994), die den Betrachtungsraum tangieren, fehlen Vergleichsaufnahmen mit *Asplenium adiantum-nigrum*, so dass für das Ruhrgebiet kein Vergleichsmaterial vorliegt.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 2: Vegetationsaufnahmen von *Asplenium adiantum-nigrum* innerhalb des *Asplenietum trichomano-rutae-murariae* Tx. 1937 aus dem Ruhrgebiet und Düsseldorf

Table 2: Vegetation relevés of *Asplenium adiantum-nigrum* locations in the Ruhr-area and in Düsseldorf, within the *Asplenietum trichomano-rutae-murariae* Tx. 1937

Ort	Ehem. Kokerei Hansa (Dortmund)	Landschaftspark Duisburg-Nord	Düsseldorf, Bastion
Datum	2008	2001	2008
Exposition	NE	NW	NW
Flächengröße	2 m²	1 m²	1,5 m²
TK	4410/32	4506/21	4706/43
Gesamtdeckung	25 %	40 %	20 %
Artenzahl	6	7	6
Nr.	1	2	3
Kennart			
Asplenium adiantum-nigrum	1	+	1
AC-KC *Asplenietea trichomanis*			
Asplenium ruta-muraria	2a	+	+
Asplenium trichomanes ssp. *quadrivalens*	2a	3	.
Begleiter			
Asplenium scolopendrium	1	2a	+
Polypodium vulgare	+	1	.
Cymbalaria muralis	.	.	+
Dryopteris filix-mas	+	+	2a
Dryopteris dilatata et *carthusiana* (juv.)	.	+	+

4. Diskussion

Asplenium adiantum-nigrum kennzeichnet nach Sichtung der verfügbaren historischen Literatur (s. Kap. 1) mit Vorkommen an Felsstandorten im Ruhrtal nachweislich seit über 150 Jahren einen stabilen Arealrand. Erst seit ca. 20 Jahren ist eine kontinuierliche Nord- und Nordwest-Ausbreitung in den planaren Raum des Nordwestdeutschen Tieflandes zu beobachten, welche sich in den letzten 3 Jahren noch beschleunigt hat. Dieser neuerliche Ausbreitungstrend ist sowohl räumlich als auch innerhalb einzelner Teilpopulationen größenmäßig zu beobachten (s. Abb. 2). Hierfür sind insbesondere vier Hypothesen zu diskutieren:

4.1. Ausbreitung durch eine Verbesserung der Wuchsorte

Als Besiedler mäßig trockener Silikatfelsen ist die Farnart im Tiefland, wo solche natürlichen Habitate fehlen, auf die Bereitstellung von Ersatzhabitaten angewiesen. Die Zersetzung des Kalkes in den Mörtelfugen der Mauern muss vermutlich schon sehr weit fortgeschritten sein, bevor sich die kalkmeidende Sippe an diesen anthropogen erzeugten Habitatinseln ansiedeln kann. Somit weist das Auftreten der Sippe an einem sekundären Mauerstandort auf ein fortgeschrittenes Zersetzungsstadium im Verwitterungsprozess hin. Durch eine vorwiegend intragametophytische Selbstbefruchtung kann die Neubesiedlung eines geeigneten Standortes bei dieser Sippe theoretisch von nur einer Spore ausgehen (KRAMER et al. 1995).

Innerhalb des Ruhrgebietes existieren seit der Industrialisierung und der rasanten Siedlungsentwicklung im ausgehenden 19. Jh. und zu Beginn des 20. Jh. tausende Mauerstandorte, die aufgrund ihres heutigen Alters und/oder Pflegezustandes nun einen höheren Zersetzungsgrad des Kalkmörtels in den Fugen erreicht haben, wodurch diese in den letzten Jahren den Substratansprüchen der Farnart entsprechen könnten.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Dem entgegen stehen zwei Fakten: Das Ruhrgebiet ist ein Altsiedelgebiet, welches bereits weit vor der römischen Besiedlungszeit – seit dem Neolithikum – besiedelt ist (s. z. B. LEY-SCHALLES & STECKER 2008). Mindestens seit dem frühen Mittelalter existieren befestigte Siedlungen, Burg- und Klosteranlagen mit entsprechenden Mauern, ebenso weisen eine Vielzahl von neuzeitlichen Hofanlagen und Herrenhäusern eine Mauerumfriedung auf. Aus keiner dieser Anlagen sind historische Vorkommen von *Asplenium adiantum-nigrum* bekannt geworden. Zudem findet sich eine beachtliche Anzahl an Vorkommen typischer Mauerpflanzen (z. B. *Asplenium ruta-muraria*) in jüngeren Mauern aus der Zeit der Industrialisierung. Da diese Mauerstandorte sich offensichtlich seit vielen Jahrzehnten für diese Arten als Wuchsort eignen, ist es nicht ersichtlich, weshalb dieses für *Asplenium adiantum-nigrum* nicht zutreffen sollte.

4.2. Ausbreitung durch Verbesserung der Luftqualität

Im Zuge der Industrialisierung des Ruhrgebiets war die Luftbelastung durch Industrie-, Verkehr- und Hausbrand bis in die 1980er Jahr enorm hoch. Insbesondere die hohe Schwefeldioxid-Belastung führte dazu, dass die bzgl. Immissionen empfindliche epiphytische Flechtenflora im zentralen Ruhrgebiet fast vollständig verschwunden war. Dieser Zusammenhang zwischen dem Rückgang der Flechtenflora und der Luftbelastung ist hinlänglich belegt (KRICKE 2002). Es wäre anzunehmen, dass *Asplenium adiantum-nigrum* ebenfalls empfindlich, insbesondere während des Generationswechsels (z. B. während der Sporen-Keimung, des Prothaliumwachstums oder der Befruchtung) auf solche Immissionen reagiert.

Seit den 1980er Jahren greifen technische Luftreinhaltungsmaßnahmen, die zu einer deutlichen Verringerung der SO_2-Immissionen im Ruhrgebiet geführt haben. Zeitgleich mit der Verbesserung der Luftqualität begann die Wiederbesiedlung durch verschiedene epiphytische Flechtenarten. Möglicherweise verhalten sich Gefäßpflanzen, insbesondere Farnpflanzen ähnlich, ohne dass dies bereits belegbar wäre. WITTIG (2002) versucht z. B. einen entsprechenden Zusammenhang bei der Besiedlung von mauerbesiedelnden Farnarten an

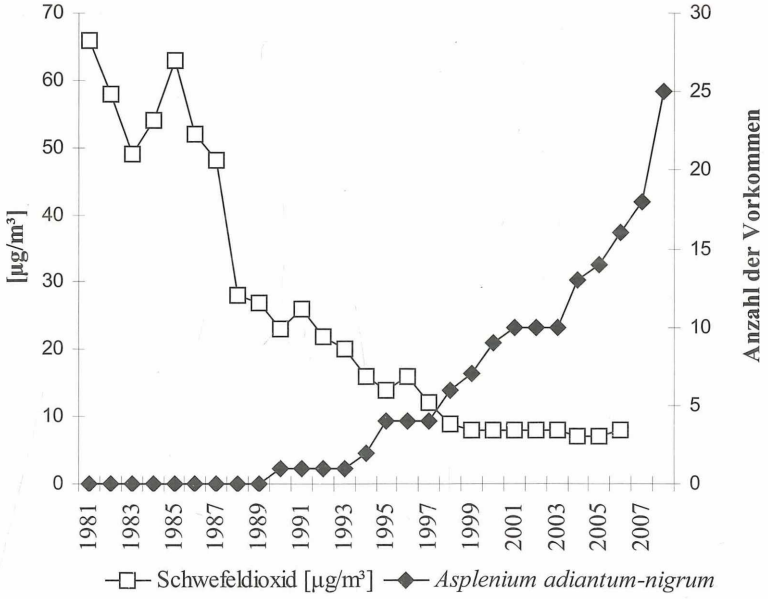


Abb. 4: Möglich erscheinender Zusammenhang zwischen der Verringerung der Schwefeldioxid-Immissionen [µg/m³, Quelle LANUV 2008a] und dem Anstieg der Neufunde im Ruhrgebiet (kumulativ).

Fig. 4: Hypothetical coincidence between smaller SO_2 immission and the rising number of new locations (cumulative) of *Asplenium adiantum-nigrum* in the Ruhr-area.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Bahnhöfen herzustellen. Die neuerliche Ausbreitung von *Asplenium adiantum-nigrum* im Ruhrgebiet könnte so im Zusammenhang mit der Luftverbesserung gesehen werden (s. Abb. 4). Unabhängig davon zeigt jedoch das ehemalige Verbreitungsmuster der Art in Nordrhein-Westfalen, auch vor Beginn der Immissionen im 19. Jh., keine bekannten historischen Vorkommen im zentralen Ruhrgebiet, sodass die verbesserte Luftqualität sich zwar grundsätzlich positiv auf das Wachstum und die Vitalität der Farnpflanzen auswirken dürfte, allerdings keinen nachvollziehbaren Zusammenhang mit der Ausbreitung anzeigt und folglich als wesentliche Erklärung ausscheidet.

Im Kontext mit der Abnahme des Schwefeldioxidgehaltes (LANUV 2008a) könnte das Taxon allerdings nun positiv auf den seit Beginn der Industrialisierung hohen Stickstoffeintrag reagieren, der zwar ebenfalls in den letzten Jahren gesunken ist, sich aber nach wie vor auf hohem Niveau befindet (LANUV 2008a). Für die Art wurden möglicherweise durch die verbesserte Nährstoffsituation in den Mauernfugen bei gleichzeitigem Rückgang der Versauerung die Wuchsorte besiedelbar. Vergleichbares kann derzeit bei der Rückkehr einiger Flechtentaxa im zentralen Ruhrgebiet beobachten werden, wo sich interessanterweise nitrophytische Flechtenarten (z. B. *Phaeophyscia nigricans*, *P. orbicularis* oder *Physcia tenella*), im Gegensatz zu ehemals verbreiteten oligo- bzw. mesotraphenten Flechtentaxa, innerhalb der letzten zwanzig Jahre etabliert haben (s. KRICKE 2003).

4.3. Ausbreitung durch Vergrößerung des Sporenangebotes

Alle neu entdeckten Vorkommen von *Asplenium adiantum-nigrum* wachsen in Ersatzhabitaten im Umfeld stark anthropogen überformter Siedlungs- oder Industriebereiche. Die Besiedlungsgeschwindigkeit sowie die Besiedlungswahrscheinlichkeit dieser inselartig verteilten Habitate durch Sporenpflanzen sind auch abhängig vom Sporenangebot. Die Menge der Sporen könnte so in den letzten zwei Dekaden einerseits durch eine Vergrößerung der Populationen im angrenzenden Bergland, andererseits durch vermehrte gärtnerische Verwendung der Sippe im Untersuchungsgebiet zustande kommen.

Beide Punkte, die zu einer Vergrößerung des Sporenangebotes führen würden, müssen jedoch als Ursache der momentanen Ausbreitung der Sippe ausgeschlossen werden. Einerseits sind die verstreut liegenden Berglandpopulationen der Art meist klein und nach Kenntnis der Autoren bisher nicht so stark angewachsen, dass damit ein deutlich erhöhter Sporeneintrag ins Tiefland zu begründen wäre. Andererseits ist eine vermehrte gärtnerische Verwendung der Sippe (als winterharte Staude), wie dies bei vielen anderen Freilandfarnen zu verzeichnen ist, im Betrachtungszeitraum nicht zu beobachten. *Asplenium adiantum-nigrum* wird im Gartenhandel i.d.R. nicht angeboten und ist meist nur über Spezialgeschäfte erhältlich.

4.4. Ausbreitung durch lokale klimatische Veränderungen

Die Szenarien klimatischer Veränderungen in NRW werden bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts mit steigenden Tagesmitteltemperaturen von 1,8–2,0 °C und steigenden Jahresmittelniederschlägen um bis zu 20 % angegeben. Die Anzahl der Sommertage steigt, die der Frosttage nimmt ab, während sich insgesamt die Anzahl der Regentage verringert, allerdings solche mit stärkeren Niederschlagsereignissen zunehmen werden. Eine regionalisierte Darstellung ist aufgrund globaler Emmissionsszenarien z. Z. noch zu unsicher (s. LANUV 2008b).

Diese Veränderungen könnten möglicherweise die Ausbreitung thermophiler, frostempfindlicher Taxa begünstigen. *Asplenium adiantum-nigrum* wird von ELLENBERG et al. (2002) und JÄGER & WERNER (2005) als Wärmezeiger, von REICHSTEIN (1984) und OBERDORFER (2001) als etwas wärmeliebend in wintermilder Klimalage beurteilt. Mit den Vorkommen im Süderbergland (HAEUPLER et al. 2003) und eigenen Beobachtungen sind die Pflanzen als durchaus frosthart zu charakterisieren.

Der Betrachtungsraum, das westliche und nördliche Ruhrgebiet, zählt nach dem Klimaatlas NRW (MURL 1989) bereits heute schon zu den klimatisch begünstigten Räumen in NRW. Mit den Jahresdurchschnittstemperaturen der Tagesmittel von > 10 °C und im lang-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

jährigen Mittel etwa 60 Frosttagen/Jahr herrscht ein ausgeglichenes sommerfeuchtes subatlantisches Klima. Vor diesem Hintergrund ist es wenig ersichtlich, weshalb *Asplenium adiantum-nigrum*, das Jahrhunderte lang die etwas kühleren und feuchteren Mittelgebirgslagen besiedelt, gerade durch eine moderate Temperaturerwärmung in seiner Ausbreitung gefördert werden könnte. Bei genauerer Betrachtung der Wuchsorte im Mittelgebirgsraum Nordrhein-Westfalens zeigt sich aber, dass die Art dort häufig wärmebegünstigte Standorte an südexponierten Felsen der unteren Hangabschnitte in Flusstälern besiedelt. Kleinklimatisch ähneln diese Standorte einem Teil der erfassten neuen Wuchsorte im Ballungsraum. Die Klimaerwärmung könnte insgesamt das ohnehin bereits mildere Stadtklima (gegenüber dem Umland) noch günstiger für Wärme liebende Arten werden lassen, so dass sich das Farntaxon dort ausbreitet.

Eine weiterer Faktor könnte die Veränderungen der mittleren Luftfeuchtigkeit darstellen. Dies belegen z. B. Untersuchungen aus Großbritannien, die einen weltweiten Anstieg der Luftfeuchtigkeit in Bodennähe in den vergangenen drei Jahrzehnten um 2,2 % attestieren und einen generellen Anstieg bei einem weiteren Grad Celsius um 6 % Luftfeuchte prognostizieren (s. WILLETT et al. 2007). Die Luftfeuchtigkeit scheint sich in NRW im Jahresmittel ebenso leicht zu erhöhen, wird im langfristigen Trend jedoch insbesondere während der Sommermonate leicht zurückgehen (schriftl. Mittl. Gerstengarbe, Potsdam). Eine Erhöhung der Luftfeuchtigkeit, insbesondere während der Wintermonate reduziert den winterlichen Trockenstress und fördert möglicherweise die erfolgreiche Keimung von *Asplenium adiantum-nigrum*, gleichzeitig schadet die Verringerung der Luftfeuchtigkeit während der Sommermonate, wie sie z. B. auch im mediterranen Raum zu beobachten ist, dem Wachstum der Sporotrophophylle dieser Art nicht.

Ein Vergleich des Ruhrgebietes mit den Großstädten London und Amsterdam zeigt, dass die Verhältnisse der Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur nicht allein ursächlich für das vermehrte Auftreten des Schwarzstieligen Streifenfarns im Ballungsraum Ruhrgebiet verantwortlich sein können. Beide Städte liegen bereits innerhalb der atlantisch geprägten westeuropäischen Klimaregion mit weithin milden Wintern und höheren durchschnittlichen Lufttemperaturen, ohne dass *Asplenium adiantum-nigrum* die Ballungsräume historisch belegt besiedelt hat (s. EDINGTON 2007, FLORON 2002-2007).

4.5. Analogien zur Ausbreitung von *Asplenium adiantum-nigrum*

Neben der Ausbreitung von *Asplenium adiantum-nigrum* können weitere in NRW collinmontan verbreitete Farntaxa beobachtet werden, die sich derzeit innerhalb des planaren Raumes des Ruhrgebiets an Mauerstandorten etablieren. Instruktive Beispiele sind *A. scolopendrium*, *A. septentrionale* (SARAZIN et al. 2008) und *A. ceterach* (LUBIENSKI 2007). Ebenso ist eine Ausbreitung der nemophilen Farntaxa *Dryopteris affinis* s. l. und *Polystichum aculeatum* ins Tiefland hinein zu beobachten (KOSLOWSKI & HAMANN 1995, KEIL & VOM BERG 2000, eigene Beobachtungen). Möglicherweise handelt es sich hierbei um dasselbe Phänomen, welches bei *Asplenium adiantum-nigrum* zuvor diskutiert wurde. Abgesehen von *Asplenium scolopendrium*, ist die Anzahl der Fundorte dieser Farntaxa jedoch z. Z. noch zu gering, als dass daraus heute schon Schlüsse gezogen werden könnten.

5. Fazit

Seit ca. 20 Jahren ist *Asplenium adiantum-nigrum* am Arealrand des nordwestdeutschen Rheinisch-Westfälischen Mittelgebirges in Ausbreitung begriffen. Eine der möglichen Ursachen der Arealerweiterung ist die seit Jahren voranschreitende Klimaerwärmung, bei der insbesondere die milderen Winter und wärmeren Sommer u. a. zu einer Veränderung der Luftfeuchtigkeit führen. Diese scheidet jedoch als monokausale Erklärung aus. Die veränderten klimatischen Faktoren überlagern sich zeitgleich mit einer einhergehenden Luftverbesserung (insbesondere Verringerung der SO_2-Immissionen) und erhöhten Stickstoffimmissionen, welche letztlich günstigere Wuchs- bzw. Konkurrenzbedingungen schaffen und insgesamt eine Reihe von Farntaxa, so auch *Asplenium adiantum-nigrum* positiv beeinflussen könnten.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Ein belegbarer Zusammenhang zwischen der Ausbreitung der Art und den veränderten Klima- sowie Umweltbedingungen ist derzeit allerdings nicht gegeben.

Untersuchungen aus den Niederlanden (BREMER 2007), Belgien (DE FRÉ & HOFFMANN 2004) und Großbritannien (EDINGTON 2007) bestätigen ebenfalls eine Ausbreitung der Art, führen diese jedoch überwiegend auf Ursachen der Verbesserung der Luftqualität zurück.

Sehr wahrscheinlich ist die derzeitige Ausbreitung jedoch in einem Faktorenkomplex begründet, dessen Ursachen und Wirkungen derzeit nicht eindeutig belegbar sind. Neufunde von weiteren collin-montan verbreiteten nemo- und lithophilen Farnarten im planaren Raum des zentralen Ruhrgebietes zeigen darüber hinaus, dass das Beispiel von *Asplenium adiantum-nigrum* kein Einzelfall ist. So muss zukünftig vermehrt mit dem Auftreten solcher Taxa im norddeutschen Tiefland gerechnet werden.

Häufig wird die neuerliche Ausbreitung gebietsfremder Taxa wie z. B. *Prunus laurocerasus* s. l. (WALTHER 2001), *Ambrosia elatior* (MICHELS 2007, LOOS et al. 2008) oder *Senecio inaequidens* (WERNER et al. 1991, BÖHMER et al. 2000) als Indikatoren der klimatischen Veränderung herangezogen. Da bei gebietsfremden Taxa jedoch Faktoren wie „time lag" (KOWARIK 2003), Ökotypbildung und insbesondere die anthropogen geförderte Ausbreitung häufig nicht quantifizierbar sind, werden Überlagerungen zusammen mit einem häufig sehr verbreiteten ökologischen Verhalten (euryök) und den veränderten lokalklimatischen Einflüssen kaum seriös interpretierbar. Demgegenüber zeigt das Beispiel des indigenen *Asplenium adiantum-nigrum* sowie weiterer Farntaxa (*A. septentrionale*, *A. ceterach*) – hierbei handelt es sich um seit langer Zeit stabilisierte stenöke Sippen(komplexe) – wie schwer tatsächlich Arealerweiterungen mit einer klimatischen Veränderung in einem nachvollziehbaren Zusammenhang zu bringen sind.

Umfängliche Recherchen am Beispiel von *Asplenium adiantum-nigrum* haben gezeigt, wie groß nach wie vor die Wissenslücken selbst bei einem lange akzeptierten, gut bekannten, indigen Taxon bezogen auf Populationsstrukturen, Häufigkeiten und Verteilungen von Geno- und Phänotypen sowie zur Autökologie sind. Zur Klärung wären umfangreiche Kulturversuche und klimatische Standortuntersuchungen notwendig.

Danksagung

Folgenden Kolleginnen und Kollegen danken wir herzlich für Hinweise von Fundorten sowie zur Populationsentwicklung von *Asplenium adiantum-nigrum*: Frau Stieb (Düsseldorf) und den Herren Lubienski (Witten), Gausmann (Bochum), Büscher (Dortmund), Kordges (Sprockhövel), Dr. Jagel (Bochum) und Dr. Kricke (Oberhausen). Frau Dr. Pfeifer und Frau Fehn danken wir für die Möglichkeit der Untersuchungen am Standort der ehem. Kokerei Hansa in Dortmund, dem Alpenverein e. V., Sektion Duisburg für die Unterstützung bei den Geländearbeiten im Landschaftspark Duisburg-Nord. Herrn Prof. Gerstengarbe (PIK, Potsdam) danken wir für einige Hinweise zu den klimatischen Verhältnissen. Frau Buch (Oberhausen) und den Herren Uwe Raabe (LANUV, Recklinghausen), Prof. Dr. Bennert (Univ. Bochum), Prof. Dr. Dierschke (Univ. Göttingen), Schlüpmann (Oberhausen), Dr. Kricke (Oberhausen) sowie zwei Gutachtern, danken wir für eine konstruktive Diskussion und für kritische Anmerkungen zum Manuskript.

Literatur

BECKER, G. (1877): Die Gefäßkryptogamen der Rheinlande. – Verh. naturhist. Ver. preuss. Rheinl. Westph. 34: 54–196.

BECKHAUS, K. (1893): Flora von Westfalen. – Münster. (Reprint Beverungen 1993): XXII + 1096 S.

BOBO (2008): Internetseite des Bochumer Botanischen Vereins: http://www.botanik-bochum.de/ Stand 12/2008.

BÖHMER, H. J., HEGER, T. & TREPL, L. (2001): Fallstudien zu gebietsfremden Arten in Deutschland. – Umweltbundesamt, Berlin.

BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. – Springer Verlag, Berlin, Wien, New York.

BREMER, P. (2007): The colonisation of a former sea-floor by ferns. – PhD thesis, Univ. Wageningen.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

BÜSCHER, D. & GEYER. H. J. (2006): Bericht über die Kryptogamen- und Frühblüher-Exkursion am 18. März 2006. – BIERBRODTIA. Florist. Naturschutzfachl. ONLINE-Mitt. & Ber. Bot. Arbeitsgem. Ruhrgebiet-Ost (online: http://ruhrostbotanik.oyla13.de. Stand 15.10.2008).

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2008): www.floraweb.de. Stand 12/2008.

DE FRÉ, B. & HOFFMANN, M. (2004): Systematiek van natuurtypen voor Vlaanderen: 5. Pioniersmilieus. – Verslag van het Instituut voor Natuurbehoud, Gent.

DENTERS, T. (1997): Zwartsteel (*Asplenium adiantum-nigrum* L.) op de weg terug. Overzicht van het voorkomen in Nederland en de recentelijke uitbreidingen. – Gorteria 23: 89–106.

EDINGTON, J. A. (2007): Dynamics of long-distance dispersal: The spread of *Asplenium adiantum-nigrum* and *Asplenium trichomanes* (Aspleniaceae: Pteridophyta) on London walls. – The Fern Gazette 18 (1): 31–38.

ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULIßEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobot. 18 (2. Auflage).

FRASER-JENKINS, C. R. (1997): New Species Syndrome in Indian Pteridology and the Ferns of Nepal. – International Book Distributors, Dehra Dun.

FUCHS, R. & KEIL, P. (2008): Die pflanzengeographische Bedeutung der Wälder im westlichen Ruhrgebiet (Nordrhein-Westfalen) – Florist. Rundbr. 42 (eingereicht).

FLORON Niewsbrief (2002-2007) (Internet: http://www.frontlinie.nl/floron/nieuwsbrief.html)

GÖDDE, M. (1987): Mauerpflanzengesellschaften in Düsseldorf. – Garten u. Landschaft 87 (7): 37–40.

GOTTSCHLICH, G. & RAABE, U. (2008): *Hieracium compositum* LAPEYR. subsp. *magnolianum* (ARV.-TOUV.) ZAHN, ein Kulturrelikt am Schloss Dyck bei Jüchen am Niederrhein, Nordrhein-Westfalen. – Kochia 3: 37–50.

HAEUPLER, H., JAGEL, A. & SCHUMACHER, W. (2003): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen. – Hrsg.: Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW. Recklinghausen.

HARDTKE H.-J. & IHL, A. (2000): Atlas der Farn- und Samenpflanzen Sachsens. – In: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Hrsg.): Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege. Dresden.

JÄGER, E. J. & WERNER, K. (Hrsg.) (2005): Exkursionsflora von Deutschland Band 4, Gefäßpflanzen: Kritischer Band, 10. Aufl. – Elsevier, München.

JALAS, J. & SUOMINEN, J. (Eds.) (1972): Atlas Florae Europaeae. Distribution of Vascular Plants in Europe. Vol. 1. *Pteridophyta* (*Psilotaceae* to *Azollaceae*). – Helsinki.

KEIL, P. & KORDGES, T. (1997): Verbreitung und Häufigkeit bemerkenswerter Mauerpflanzen im Stadtgebiet von Essen. – Decheniana 150: 65–80.

– & – (1998): Wiederfund des Schwarzen Streifenfarnes (*Asplenium adiantum-nigrum* L.) in der Westfälischen Bucht. – Natur u. Heimat 58(3): 65–68. Münster

– SARAZIN, A., LOOS, G. H. & FUCHS, R. (2002): Eine bemerkenswerte industriebegleitende Pteridophyten-Flora in Duisburg – im Randbereich des Naturraumes „Niederrheinisches Tiefland" Decheniana 155: 5–12.

KORDGES, T. & KEIL, P. (1994): Beitrag zur Verbreitung von Mauerpflanzen im südwestlichen Ruhrgebiet und dem angrenzenden Niederbergischen Land. – Dortmunder Beitr. z. Landeskde. naturwiss. Mitt. 28: 137–157. Dortmund.

KORNECK, D., SCHNITTLER, M. & VOLLMER, I. (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (*Pteridophyta* et *Spermatophyta*) Deutschlands. – Schriftenr. Vegetationskd. 28: 21–187.

KOSLOWSKI, I. & HAMANN, M. (1995): Funde bemerkenswerter Farnarten an Mauerstandorten in Gelsenkirchen (mittleres Ruhrgebiet). – Florist. Rundb. 29(2): 151–154.

KRAMER, K. U., SCHNELLER, J. J. & WOLLENWEBER, E. (1995): Farne und Farnverwandte. Bau, Systematik, Biologie. – Verlag Thieme, Stuttgart, New York: 198 S.

KRICKE, R. (2002): Untersuchungen zur epiphytischen Flechtenvegetation in urbanen Gebieten, dargestellt an der Rückkehr der Flechten in das Ruhrgebiet und ausgewählter Nachbargebiete. – Diss. Fachb. Bio- und Geowissenschaften, Landschaftsarchitektur, Universität Essen.

– (2003): Modellvorschlag zum Verlauf der Wiederbesiedelung ehemals flechtenfreier Räume. – In: JENSEN, M. (Hrsg.): Lichenological Contributions in Honour of G. B. Feige. Bibliotheca Lichen. 86: 381–392.

LANUV (2008a): Kurfassung, Jahreskenngrößen 2006, Rhein-Ruhrgebiet, Mittelwerte. – http://www.lanuv.nrw.de/luft/immissionen/ber_trend/jk2006.pdf.

– (2008b): Jahresbericht 2007. – Recklinghausen: 112 S.

LEY-SCHALLES, A. & STECKER, H. (2008): Duisburg – Die neue Geschichte einer alten Stadt: Von der Steinzeit bis zur Gegenwart. – Mercator-Verlag, Duisburg.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

LOOS, G. H., KEIL, P., BÜSCHER, D. & GAUSMANN, P. (2008): Beifuß-Ambrosie (*Ambrosia elatior* L., Asteraceae) im Ruhrgebiet nicht invasiv. – Florist. Rundb. 41: 15–25.

LUBIENSKI, M. (1995): Zwei Funde seltene Streifenfarne im Raum Bochum: Milzfarn (*Asplenium ceterach* L.) und Schwarzer Streifenfarn (*Asplenium adiantum-nigrum* L.). – Dortmunder Beitr. z. Landeskde. 29: 57–60.

– (2007): Ergänzungen und Bemerkungen zur Verbreitung einiger bemerkenswerter Pteridophyten in Westfalen und angrenzenden Gebieten. – Natur und Heimat 67: 7-16. Münster

MICHELS, C. (2007): Einbürgerung der Beifuß-Ambrosie in NRW verhindern. – Natur in NRW 3/2007: 50–51.

MURL [Hrsg.] (1989): Klimaatlas von Nordrhein-Westfalen.

OBERDORFER, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete, 8. Aufl. – Ulmer, Stuttgart.

OLIGSCHLÄGER, F.W. (1837): Primitiae Florae phanerogamicae Solingensis-Montanorum. Verzeichniss phanerogamischer Pflanzen, welche in der näheren und weiteren Umgebung von Solingen, im Bergischen, wildwachsen. – Archiv der Pharmacie des Apotheker-Vereins im nördlichen Teutschland, Zweite Reihe, X(LX): 280–352. Lemgo.

POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 2. überarb. und stark erw. Aufl. – Ulmer, Stuttgart: 622 S.

RAABE, U., FOERSTER, E., SCHUMACHER, W. & WOLFF-STRAUB, R. et al. (1996): Florenliste von Nordrhein-Westfalen. 3. verbesserte und erweiterte Auflage. – LÖBF-Schr.R. 10: 196 S.

REICHSTEIN, T. (1984): Aspleniaceae. – In: KRAMER, K. U. (Hrsg.): Pteridophyta Spermatophyta Band I: Pteridophyta. Illustrierte Flora von Mitteleuropa (Gustav Hegi, Begr.). Paul Parey, Berlin, Hamburg

VIANE, R. L. L., RASBACH, H. & SCHNELLER, J. (1994): *Asplenium adiantum-nigrum* L. ssp. *yuanum* (CHING) VIANE, RASBACH, REICHSTEIN & SCHNELLER stat. nov. and the status of *A. woronowii* CHRIST (Aspleniaceae, Pteridophyta). – Candollea 49: 281–328.

RICHARDSON, P. M. & LORENZ-LIBURNAU, E. (1982): C-glycosylxanthones in the *Asplenium adiantum-nigrum* Complex. – American Fern Journal 72(4): 103–106.

RIVAS-MARTÍNES, S. (1987): Comentarios sobre Flora iberica, volumen I. – Lazaroa 8: 423–425.

RUNGE, F. (1972): Die Flora Westfalens. 2. Aufl. – (Aschendorff) Münster.

– (1990): Die Flora Westfalens. 3. Aufl. – (Aschendorff) Münster.

SARAZIN, A. FUCHS, R. & KEIL, P. (2008): Der Nordische Streifenfarn, *Asplenium septentrionale* (L.) HOFFM., ein neues Vorkommen für Essen und die Westfälische Bucht. – Decheniana: 161: 23–27.

SCHOLZ, S. & LÖSCH, R. (1994): Verbreitung und Soziologie der Mauerfugenvegetation im niederbergischen Teil des Kreises Mettmann. – Jber. Naturwiss. Ver. Wuppertal 47: 81–98.

SHIVAS, M. G. (1969): A cytotaxonomic study oft the *Asplenium adiantum-nigrum* complex. – British Fern Gazette 10(2): 68–80.

SWEDISH MUSEUM OF NATURAL HISTORY (2008): http://linnaeus.nrm.se/flora/orm/polypodia/asple/aspladiv.jpg.

TUTIN, T. G., BURGES, N. A., CHATER, A. O., EDMONDSON, J. R., HEYWOOD, V. H., MOORE, D. M., VALENTINE, D. H., WALTERS, S. M. & WEBB, D. A. (eds.) (1964/1993): Flora Europaea. – Vol. 1: Psilotaceae to Platanaceae, 2nd edition (first published 1964). – Cambridge University Press, Cambridge.

VIANE, R. L. L. (1985): *Dryopteris expansa* and *D.* x *ambroseae* (Pteridophyta) new for Belgium. – Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique 118: 57–67.

WALTHER, G.-R. (2001): Laurophyllisation – a sign for a changing climate? – In: BURGA, C. A., KRATOCHWIL, A. (Eds.): Biomonitoring: General and applied aspects on regional and global scales. Tasks for vegetation science 35: 207–223.

WEBER, H. E. (1995): Flora von Südwest-Niedersachsen und dem benachbarten Westfalen. – Osnabrück.

WERNER, D. J., ROCKENBACH, T. & HÖLSCHER, M. L. (1991): Herkunft, Ausbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie von *Senecio inaequidens* DC. unter besonderer Berücksichtigung des Köln-Aachener Raumes. – Tuexenia 11: 73–107.

WERNER, W., GÖDDE, M. & GRIMBACH, N. (1989): Vegetation der Mauerfugen am Niederrhein und ihre Standortverhältnisse. – Tuexenia. 9: 57–73.

WILLETT, K. M., GILLETT, N. P., JONES, P. D. & THORNE, P. W. (2007): Attribution of observed surface humidity changes to human influence. – Nature 449: 710–712.

WITTIG, R. (2002): Ferns in a new role as a frequent constituent of railway flora in Central Europe. – Flora 197: 341–350.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Dr. Peter Keil
Biologische Station Westliches Ruhrgebiet e.V.
Ripshorster Str. 306
D-46117 Oberhausen
peter.keil@bswr.de

Dipl.-Umweltwiss. Renate Fuchs
Ruhr-Universität Bochum
AG Landschaftsökologie, Geographisches Institut
44780 Bochum
renate.fuchs-mh@t-online.de

Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Hesse
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW
Leibnizstr. 10
45659 Recklinghausen
Juergen.Hesse@lanuv.nrw.de

Dipl.-Biol. Andreas Sarazin
Heinickestr. 47
45128 Essen
andreas.sarazin@gmx.de

Manuskript eingereicht am 20.10.2008, endgültig angenommen am 13.01.2009.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: NS_29

Autor(en)/Author(s): Keil Peter, Fuchs Renate, Hesse Jürgen, Sarazin Andreas

Artikel/Article: Arealerweiterung von Asplenium adiantum-nigrum L. (Schwarzstieliger Streifenfarn, Aspleniaceae/Pteridophyta) am nordwestdeutschen Mittelgebirgsrand - bedingt durch klimatische Veränderungen? 199-213