

Ansiedlung und Bewirtschaftung von Calluna-Heide auf Verkehrsflughäfen

(Cultivation and Management of Calluna-Heather on Airports)

von JOCHEN HILD, Traben-Trarbach

Zusammenfassung: Besenheide (*Calluna vulgaris*) wäre auf Flughäfen im Hinblick auf das Vogelschlagproblem zwar ein optimaler Bodendecker, allerdings sind ihre Standortansprüche und Bewirtschaftungserfordernisse sehr komplex. Sie bevorzugt Sandböden aller Art und kommt sogar auf wechselfeuchten Böden mit guten Wuchsleistungen vor. Auf den meisten deutschen Flughäfen findet sie sich in mehr oder weniger ausgedehnten naturnahen Beständen, und zwar vornehmlich als trockene, frische oder feuchte Sand- bzw. Lehmheide. Für die Entwicklung der Bestände ist der Umstand von sehr großer Bedeutung, dass die Besenheide verschiedene Entwicklungsstadien durchläuft, die Zeitpunkt und Art der Pflege bzw. Bewirtschaftung festlegen. Die in Mitteleuropa üblichen Pflegemaßnahmen solcher Heiden in Form von Brennen oder Weidegang kommen für Flughäfen aus den bekannten Gründen nicht in Betracht; deshalb müssen solche Flächen in einem bestimmten Turnus gemäht und von Gehölzaufwuchs gereinigt werden, wobei sich als günstigster Mähzeitpunkt die Zeit nach dem Fruktifizieren bis ins Frühjahr hinein anbietet. Das gilt in ähnlicher Weise auch für die sog. Glockenheide-Nassheiden (*Erica tetralix*). Die gängigste langfristige Pflegeart für Heideflächen ist das sog. Plaggen, jedoch dürfte auf Flughäfen das weit weniger aufwendige sog. Choppern die geeignetere Pflegeart sein. Eine Neuansaat von Heideflächen kann in Anbetracht der damit verbundenen hohen Kosten sowie der aufwendigen Initialpflege nicht empfohlen werden. In jedem Fall erfordert die Festlegung der Bewirtschaftungsform von Heide aller Art vorhergehende detaillierte Einzelerhebungen und Boniturprogramme, um zu einer rationellen Bewirtschaftungsform zu kommen.

Summary: Though heather (*Calluna vulgaris*) could with a view to bird strike risks on airports be an optimum ground cover, its demands on habitat conditions and its specific management requirements are, however, rather complex. It prefers sandy soils of any type, and its growth capacities are good even on soils with changing moisture. On most of the German airports this type of heather grows in more or less extensive near-natural stands, i.e. preferably as dry, semi-moist or moist sand heather or clay heather. For these stands it is of major significance that this type of heather undergoes various stages of development on account of which the time and the method of cultivation as are usual in Central Europe for such types of heather - i.e. burning or grazing - can for well-known reasons not be applied on

airports. Hence, such areas will in regular rotation have to be mown and cleared of woody plants, the most appropriate mowing time ranging from after fructification up or into springtime. In a similar way this also applies to the bell heather (*Erica tetralix*). The most common long-term method of cultivation of heather vegetation is scratching; however, on airports the far less expensive short chopping is suggested to be the more suitable cultivation method. With a view to the high costs and the rather expensive initial cultivation primary seeding of heather is not recommended. In any case, the selection of the management method for any type of heather requires preceding detailed research and programs for the assessment of stand quality, in order to find a reasonable management method.

1. Einleitung

Die Ansiedlung und Bewirtschaftung von Calluna-Heide auf deutschen Verkehrsflughäfen wird seit vielen Jahren diskutiert, da einmal die Forderung der Flugsicherheit nach tragfähigem Untergrund, andererseits aber auch die Besonderheiten des Besenheide-Wachstums, seine Entwicklungsphasen und die speziellen Anforderungen an die Bewirtschaftungsform berücksichtigt werden müssen. Im Einzelnen ergeben sich folgende Problemkreise:

- Die Besenheide (*Calluna vulgaris*) bildet im Bestand die unter Vogelschlaggesichtspunkten optimale Bodenvegetation, da sie für alle flugsicherheitsrelevanten Vogelarten in keiner Weise attraktiv ist, ihre Bewirtschaftung und Pflege jedoch schwierig sein kann.
- Die auf einigen Verkehrsflughäfen vorhandenen Besenheide-Bestände befinden sich in sehr unterschiedlichen Entwicklungsstadien, werden sehr unterschiedlich bewirtschaftet und drohen in einigen Fällen zu verbuschen bzw. zu verkrauten.
- Die Besenheide beansprucht mäßig trockene bis frisch-feuchte Böden, die nährstoff- und basenarm, sauerhumos, sandig, sandig-lehmig, steinig oder torfig sind und in humider Klimalage liegen müssen (OBERDORFER 1994); natürlich gewachsene Böden liegen auf den meisten Flughäfen jedoch nicht mehr vor, da sie durch die verschiedensten Baumaßnahmen sehr stark verändert wurden. Der Neugründung von Besenheide-Beständen stehen deshalb nicht unerhebliche Schwierigkeiten entgegen.
- Die Besenheide kommt von Natur aus nicht in allen Teilgebieten der Bundesrepublik vor, sie ist frostempfindlich, aber winterhart.
- Die Besenheide ist Rohhumusbildner und -wurzler und benötigt zu ihrer Entwicklung einen Wurzelpilz (Mykorrhiza), der von Natur aus keineswegs in allen Böden vorhanden ist; sie wurzelt außerdem bis 50 cm Tiefe und gilt als Bodenverschlechterer.
- Die Besenheide ist sehr empfindlich gegenüber anthropogen bedingten atmosphärischem Stickstoffeintrag (ca. 20-45 kg/ha/Jahr).

- Neuansaat von Besenheide führen zu längere Zeit frei liegenden Flächen, die sich erst langsam besiedeln und daher hoch attraktiv für Vögel sein können.
- Besenheide-Bestände kommen sowohl als trockene wie als feuchte Sandheiden und Lehmheiden vor; neben ihnen spielen Glockenheide-Nassheiden und Mischbestände zwischen allen Formen auf den meisten Flughäfen eine Rolle. Besonders diesem Umstand ist bei der Bewertung von Pflege-, Bewirtschaftungs- und Neugründungsmaßnahmen Rechnung zu tragen.

2. Historie

Alle Besenheide-Bestände in Mitteleuropa sind frühere Allmende, d.h. gemeinsame Weiden, die von kleineren Waldresten durchsetzt waren. Der Landschaftsbegriff „Heide“ entspricht also in etwa der „Steppe“ Osteuropas oder der „Macchie, Phrygana, Garigue“ Südeuropas; in Mitteleuropa wurde sie während der letzten 150 Jahre vielfach aufgeforstet oder sie bewaldete sich mangels Bewirtschaftung und Pflege von selbst (ELLENBERG 1996).

Die meisten Zwergstrauchheiden Mitteleuropas entstanden bereits vor Jahrtausenden, und um 3000 v. Chr. hatten sie ihre weiteste Ausbreitung (HUPPE 1993), gingen aber mit Zunahme der ackerbaulichen Nutzung in Mitteleuropa zurück, um dann im 4. und 5. Jahrhundert n. Chr. eine erneute Ausbreitung zu erfahren; danach erfolgte wieder eine großflächige Bewaldung/Verbuschung, so dass vor etwa 150 Jahren kaum noch größere Heideflächen vorhanden waren. Die Befürchtung von GRAEBNER (1901), auf den sauren, nährstoffarmen Heideböden mit ihrer Ortsteinbildung (Ortstein = bei Bleicherde auftretender stark verfestigter B-Horizont) könne sich niemals mehr ein Wald entwickeln, bewahrheitete sich keineswegs. Grund für den Rückgang der Heide waren während der letzten 100 Jahre die Einführung von Kunstdüngern und die mangelnde Bewirtschaftung infolge Zusammenbruchs der Heideschafwirtschaft (abnehmende Wollpreise). Erst während der letzten 50 Jahre etwa erfolgten die verschiedensten Versuche einer Heide-Regeneration und Neuansaat insbesondere in Norddeutschland.

3. Formen der Calluna-Heiden und andere Heidetypen

ELLENBERG (1996) trifft eine Unterscheidung der Sandheiden (Calluna-Heiden), die auch für die im Bereich der deutschen Verkehrsflughäfen vorkommenden Heideflächen zutrifft (HILD 1999), und zwar trockene und feuchte Sand- bzw. Lehmheiden.

Die **trockenen Sandheiden** sind sehr labile Bestände, wenn ihnen nicht hinreichend Feuchtigkeit zur Verfügung steht. Die pflanzensoziologische Bezeichnung für diese Heiden „Genisto-Callunetum typicum“ ist durchaus zutreffend, denn auf dem Flughafen Frankfurt z.B. werden diese Bestände in besonderem Maße charakterisiert durch das Vorkommen von Behaartem Ginster (*Genista pilosa*), Flügel-

Ginster (*Genista sagittalis*), Färber-Ginster (*Genista tinctoria*), Englischem Ginster (*Genista anglica*) und relativ wenig Besenginster (*Sarothamnus scoparius*); derlei Bestände sind hier nur erst gering von Grasarten wie Schaf-Schwingel (*Festuca ovina*) und Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*) durchsetzt, jedoch kommen hier wie auch auf dem Flughafen Köln/Bonn in Vegetationsnischen Flechtengesellschaften auf, die auf ein trockenes Kleinklima hinweisen. Diese sind umso besser entwickelt je ärmer die Böden u.U. infolge spezieller Bewirtschaftungsformen sind.

Für solche trockenen Sandheiden sind sog. Heidepodsolböden besonders charakteristisch, in denen sich die vorgenannten Ortsteinschichten (vgl. oben) bilden können. Solche Heidepodsole benötigen zu ihrer Entwicklung jedoch einige Jahrhunderte und sind heute im Bereich der Flughäfen infolge spezieller Bau- und Bewirtschaftungsmaßnahmen kaum noch nachweisbar.

Völlig anders verhält es sich mit den **feuchten Sand- und Lehmheiden**, was generelle Empfehlungen hinsichtlich der Bewirtschaftungsformen nicht unerheblich erschwert. Diese Heiden, die in besonders schönen Ausbildungsformen auf dem Flughafen Köln/Bonn vorkommen, sind meist Übergangsbestände und können neben der Besenheide (*Calluna vulgaris*) sowohl Glockenheide (*Erica tetralix*) als auch Pfeifengras (*Molinia caerulea*) aufweisen, weil dafür zumindestens zeitweise hinreichend Feuchtigkeit zur Verfügung steht. Sie sind aber gerade deshalb in ihrem Bestand durch natürlichen Abbau (Sukzession) gefährdet.

Bei den sog. **Glockenheide-Nassheiden** (*Ericetum tetralicis*), die am Flughafen Köln/Bonn vergesellschaftet mit Ährenlilie (*Narthecium ossifragum*), Rasenbinse (*Trichophorum cespitosum-germanicum*) und Torfmoosen (*Sphagnum spec.*) vorkommen, sind die ökologischen Bedingungen und Anforderungen völlig andere, denn nach HAYATI/PROCTOR (1991) sind sie im Gegensatz zur Besenheide stickstoff- und phosphorbedürftig, was Rückwirkungen auf die Bewirtschaftungsform haben muss. Liegen diese Nährstoffe nicht vor, entstehen z.T. ausgedehntere Freiflächen wie am Köln/Bonner Flughafen, auf denen dann Pflanzenarten wie Schnabelriet (*Rhynchospora alba*), Bärlapp (*Lycopodiella inundata*) und Sonnentauarten (*Drosera rotundifolia*, *D. intermedia*) in Erscheinung treten. Mit beginnender Vergrasung finden sich an dem vorg. Flughafen auch Bergwohlverleih (*Arnica montana*), Geflecktes Knabenkraut (*Dactylorhiza maculata*) und Weiße Waldhyacinthe (*Platanthera bifolia*) ein.

4. Entwicklungsphasen der Calluna-Heiden

Nach ELLENBERG (1992) ist die Besenheide durch folgende Zeigerwerte gekennzeichnet:

- Lichtzahl 8, d.h. besonders lichtbedürftig, Beschattung wirkt sich negativ aus,
- Temperaturzahl x, d.h. indifferent gegenüber klimatischen Unbilden,
- Kontinentalzahl 3, d.h. im ozeanischen und subozeanischen Raum verbreitet,

- Feuchtezahl x, d.h. indifferent, also hinsichtlich der Feuchtigkeitsanprüche hohe ökologische Plastizität,
- Reaktionszahl 1, d.h. Starksäureanzeiger, niemals auf schwach sauren bis alkalischen Böden vorkommend,
- Stickstoffzahl 1, d.h. stickstoffärmste Standorte anzeigend und bevorzugend,
- Salzzahl 0, d.h. nicht salzertragend, was im Hinblick auf den Einsatz von Enteisungsmitteln auf Flughäfen u.U. von besonderer Wichtigkeit ist.

Besenheide ist demnach ein Spezialist, der langfristig nur dort existieren kann, wo die o.a. Bedingungen vorliegen oder durch pflegerische bzw. Bewirtschaftungsmaßnahmen geschaffen werden (sog. primäre bzw. sekundäre Heidestandorte). Damit grenzt sich das Ansiedlungsvermögen von Besenheide auf den Verkehrsflughäfen geographisch und lokal sehr stark ein.

EIGNER (1991) und WILMANN (1984) unterscheiden beim Lebenszyklus der Besenheide verschiedene Phasen, und zwar:

- **Pionierphase:** 0 bis 6 Jahre, innerhalb derer die Jungpflanzen zunächst noch lückige Bestände bilden, die sich jedoch nach und nach schließen,
- **Aufbauphase:** 6 bis 12 Jahre; in dieser Zeit entsteht ein geschlossener, dichter Heidekrautbestand, der verstärkt Streu entwickelt, die zu Rohhumus führt, in dem sich bei Vorliegen hinreichender Feuchtigkeit schnell Seitenäste bewurzeln und zur Ausbreitung des Bestandes führen,
- **Optimal- oder Reifephase:** 12-18 Jahre, in der die Einzelpflanzen vom Zentrum her abzusterben beginnen,
- **Degenerations- oder Altersphase:** 16, maximal 40 Jahre, nach ELLENBERG (1996) auch 58 Jahre; in dieser Zeit nehmen die absterbenden Individuen zu, es kommen verstärkt Gräser auf, die den vorliegenden Rohhumus abbauen,
- **Regenerationsphase:** Sie beginnt mit dem Zeitpunkt, an dem für die in der Altersphase eingewanderten Gräser nicht mehr hinreichend Nährstoffe verfügbar sind. Die Bestände lichten aus und mit der Keimung von Besenheide beginnt der Zyklus erneut.

Derartige Zyklen laufen aber nur dann in dieser Form ab, wenn es zu keinerlei Störungen durch anthropogene Nutzung/Bewirtschaftung oder Stoffeinträge kommt.

5. Bewirtschaftung und Pflege von Heiden

Bei der Bewirtschaftung und Pflege von Heiden müssen folgende Ziele verfolgt werden:

- Alle Stadien der Heideentwicklung, insbesondere die Aufbauphase sind zu fördern
- Zu starke Rohhumusbildung bzw. -anreicherung ist zu vermeiden

- Gehölzaufwuchs ist zu verhindern, und aufkommende Konkurrenzarten sind zu schwächen.

Die Pflege von **Calluna-Heiden** durch **Schafbeweidung oder Brennen** ist zwar eine weit verbreitete Bewirtschaftungsform, auf Flughäfen jedoch aus Flugsicherheitsgründen nicht durchführbar. Aus diesem Grunde wird hier nicht näher darauf eingegangen. Jedoch ist in diesem Zusammenhang die Feststellung wichtig, dass durch Verbiss eine Verzögerung des Alterns erfolgt, Nährstoffe ausgetragen werden, konkurrierende Gräser beeinträchtigt und Gehölzaufwuchs zurückgedrängt wird. Diese Wirkungen können auch durch eine gezielte **Mahd** erreicht werden. Die Auffassung von EIGNER/POTT/HÜPPE (1991), eine im 10- bis 15-jährigen Turnus erfolgende Folgemahd könne zu einer dauerhaften Heideverjüngung führen, wird nicht geteilt, denn in den bisher im Bereich der Flughäfen Köln/Bonn und Frankfurt/Main untersuchten Bestände wird eine solche wenigstens im 3-5-jährigen Turnus erforderlich sein. Dabei hängt der Verjüngungserfolg vom Alter der Calluna-Heidepflanzen ab, die ein Alter von > 50 Jahren erreichen können und sich in der Aufbau- und Optimalphase besonders gut verjüngen lassen, so dass immer wieder eine Regeneration der Altbestände möglich ist. Bereits stark vergraste Bestände können nach EIGNER (1991) mit einer Zwischenstufe zwischen Plaggen (s.u.) und Mahd mit tief eingestellten Schlegelmähern, die auch die Mineralschicht anreißen, behandelt werden, jedoch zeigten die Erfahrungen bei entsprechenden Versuchen auf dem Flughafen Köln/Bonn, dass diese Methode wenig erfolgreich war, wenn die Vergrasung der Bestände bereits über 50 % Deckung aufwies und sehr konkurrenzstarke Grasarten wie Reitgras (*Calamagrostis epigeios*) zurückgedrängt werden sollten. Auch hinsichtlich der Mähtermine wird man umdenken müssen; die vielfach praktizierte Verfahrensweise, nach dem Fruktifizieren im Herbst zu mähen, hat den Nachteil, dass es durch Frost, Verpilzung der Schnittstellen sowie Wassermangel zu Schäden kommen kann. Deshalb könnte man als günstigeren Mähzeitpunkt das zeitige Frühjahr wählen, und das im zwei- bis fünfjährigen Turnus, um spätestens innerhalb von 5 Jahren einmal eine natürliche Aussaamung zu ermöglichen.

Bei den **Calluna-Erica-Mischbeständen** wird man in gleicher Weise vorgehen müssen, jedoch bedürfen die Flächen einer mehrjährigen Beobachtung, um die endgültige, den ökologischen Grundbedingungen entsprechende Bewirtschaftungsform festlegen zu können. In jedem Fall wird es hier schwierig sein, auf Dauer diese Mischbestände zu erhalten, weil die ökologischen Anforderungen der beiden Hauptarten Calluna und Erica zu unterschiedlich sind.

Die **Glockenheide-Nassheiden** zeigen heute meist bzw. zeitweilig, z.B. auf dem Flughafen Köln/Bonn, gewisse Austrocknungstendenzen, die sich in dem zunehmenden Bewuchs mit Flechten dokumentieren; außerdem werden in ihnen infolge atmosphärischen Stickstoffeintrages, solange noch eine gewisse Grundvernässung vorhanden ist, Pfeifengräser gefördert. Dies alles spricht dafür, dass hier eine Mahd im zeitigen Frühjahr und im zwei- bis fünfjährigen Turnus die empfehlenswerteste

Bewirtschaftungsmethode ist, um diese Flächen zumindest kleinräumig zu erhalten, falls eine Grundvernässung sichergestellt ist.

Die gängige Pflegeart für alle Heide-Formen ist das **Plaggen** im Turnus von einigen Jahrzehnten. Dabei wird auf Kleinflächen mit einer Hacke, auf Großflächen mit entsprechendem Gerät der gesamte Heidepflanzenbesatz mit Moosen, Flechten, Gräsern und Kräutern sowie die gesamte Rohhumusaufgabe bis zum Mineralbodenhorizont abgeschält. Durch diesen Vorgang kommt es zu einem erheblichen Nährstoffverlust und nach den Feststellungen von POTT (1992) sind Zeiträume zwischen 4 und 40 Jahren erforderlich, um solche Flächen wieder natürlich zu regenerieren. Für Flughäfen ist diese Verfahrensweise in Anbetracht des langfristigen Freifallens großer Flächen nicht praktikabel, es sei denn, man versucht Kleinflächen entlang vorhandener Heideflächen in der Optimalphase zu regenerieren. Voraussetzung für eine erfolgreiche Regenerierung ist jedoch stets eine günstige Niederschlagsverteilung, da länger anhaltende Trockenheit die Keimung hindert - allerdings behalten Calluna-Samen über viele Jahre ihre Keimfähigkeit - ; zudem ist es erforderlich, dass eine restlose Entfernung der Rohhumusdecke sichergestellt wird, um die Konkurrenz von Grasarten, deren Samen sich in diesen Schichten befinden könnten, auszuschließen.

Die sanftere und für Flughäfen geeignetere Pflegeform besteht in dem sog. **Choppern**. Dabei wird die überalterte Heide kurz abgeschlegelt und die unzersetzte Rohhumusschicht entnommen; stark verfilzte und vergraste Flächen können zudem auch abgefräst werden. Dies entspricht in etwa einer Tiefmahd (< 5 cm) mit gleichzeitiger Bodenverwundung bei Freilegung des nährstoffarmen Unterbodens. Günstigste Zeit für derlei Pflege ist das Winterquartal. Die Abstände zwischen den jeweiligen Pflegemaßnahmen dürften je nach Entwicklungszustand der Besenheide zwischen 5 und 10 Jahren liegen, wenn zuvor in einem 2- bis 3jährigen Turnus zur Stabilisierung und Einrichtung des Bestandes eine Kurzmahd erfolgte, bei der das Mähgut in jedem 2. oder 3. Jahr - in Abhängigkeit vom Entwicklungszustand der Fläche - abgefahren wurde, um eine zu starke Rohhumusbildung zu vermeiden.

ELLENBERG (1996) vertritt die Auffassung, die keineswegs von allen Experten geteilt wird, dass die heutigen Heiden nur durch „Calluna-Aussaats mit Hilfe fruchtender Zweige“ erhalten werden können; einfacher und wirksamer ist jedoch zweifellos eine Neuansaat. PREISING (1957) hat eine solche schon vor Jahrzehnten propagiert und einige sehr wichtige Voraussetzungen dafür genannt, nämlich:

- Es sollten nur wirklich ausgereifte Samen zur Aussaat kommen.
- Der vergraste Bestand sollte vor dem Pflügen von samentragenden Grasrispen gereinigt werden, ohne dabei Samen zu verstreuen.
- Das Pflügen sollte so tief erfolgen, dass kein vegetatives Gräser-Wachstum mehr möglich ist.
- Samentragende Heidezweige sollten an regnerischen, windstillen Tagen auf den gepflügten Flächen ausgelegt werden als Tropfen- bzw. Windschutz.

- Mindestens 2-3 Jahre zuvor sollte in Kleinversuchen, die den unterschiedlichen Saatflächen Rechnung tragen, Keimungstests durchgeführt werden; dies impliziert natürlich eine vorher erfolgende genaue ökologische Standortanalyse (z.B. chemische Bodenanalyse).

Zusammengefasst lässt sich feststellen, dass Pflege, Bewirtschaftung und Neugründung von Heiden sehr detaillierte Voruntersuchungen und Versuche erfordern, die den ökologischen Gegebenheiten Rechnung tragen müssen. Da auf Flughäfen landschaftspflegerische Gesichtspunkte und Überlegungen von erheblicher Bedeutung sind, aber keineswegs oberste Priorität genießen, wurde hier versucht, die Komplexität der natürlichen Entwicklungsmechanismen in diesem Biotoptyp aber auch seine mögliche Reaktion auf anthropogene Einflüsse direkter und indirekter Art darzustellen. Man wird hierbei sicherlich nicht zu generellen Empfehlungen kommen können, welche die Situation auf allen Flughäfen mit mehr oder weniger großen Heideflächen umfassen (Hamburg, Berlin-Tegel, Berlin-Schönefeld, Hannover, Düsseldorf, Köln/Bonn, Frankfurt/Main, Nürnberg, Münster), es wird jedoch deutlich geworden sein, dass für jedes Einzelprojekt entsprechende Bewertungen erforderlich sind, wenn kostenaufwendigen Verfahren Erfolg beschieden sein soll. Hier wurde bewusst auf die Situation an den Flughäfen Köln/Bonn und Frankfurt/Main abgehoben, weil hier die längsten Erfahrungen vorliegen.

Literatur:

Briemle, G. und C. Fink (1993): Wiesen, Weiden und anderes Grünland. Biotop-Bestimmungs-Bücher. Stuttgart.

Eigner, J. (1991): Hochmoor und Heide. In: FFL „Biotoppflege, Biotopentwicklung“ Teil 1. Bonn: 17-31.

Ellenberg, H. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica. XVIII. Göttingen.

Ellenberg, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Stuttgart.

Graebner, P. (1901): Die Heiden Norddeutschlands und die sich anschließenden Formationen in biologischer Betrachtung. Die Vegetation der Erde 5: 320.

Hayati, A.A. und M.C.F. Proctor (1991): Limiting nutrients in acid-mire vegetations: Peat and plant analysis and experiments on plant responses to added nutrients. J. Ecol.: 79-95.

- Hild, J. (1968): Die Naturschutzgebiete im nördlichen Rheinland. Schriftenr. Landesst. Natursch. Landschaftspfl. NW, Bd. 3. Recklinghausen.
- Hild, J. (1974): Die ökologischen Verhältnisse auf dem Flughafen Köln/Bonn sowie Möglichkeiten zur Verhütung von Vogelschlägen im Flugbetrieb (Fort-schreibungen, 1982., 1984, 1992). Traben-Trarbach.
- Hild, J. (1995): Biotopmanagement auf rheinischen Verkehrsflughäfen. Niederrh. Jb. 17. Krefeld.
- Hild, J. (1996): Bonitierung von Flughafenflächen als Grundlage für Landschafts-pflegepläne. Vogel und Luftverkehr 16. Jg., 2/96. Traben-Trarbach: 18-28
- Hild, J. (1998): Flugsicherheitsbiologische Untersuchungen im Rhein-Mittelterrassenbereich östlich von Köln. Abh. DELATTINIA 24. Saarbrücken: 109-118.
- Hild, J. et al. (1998): Biotopgutachten für den Flughafen Frankfurt/Main. Im Auf-trag der FAG. Traben-Trarbach.
- Hild, J. und Th. Müntze (1999): Ergebnisse von Bonituren auf Dauerbeobach-tungsflächen des Flughafens Frankfurt/Main. Vogel und Luftverkehr 19. Jg., 1/99. Traben-Trarbach: 62-71.
- Huppe, J. (1993): Entwicklung der Tieflandheidellandschaften Mitteleuropas in geobotanisch-vegetationskundlicher Sicht. Ber. Reinh. Tüxen-Ges. 5: 49-75.
- Knapp, H.D. und R. Wolf (1994): Dünen, Heiden, Felsen und andere Trockenbio-toppe. Biotop-Bestimmungs-Bücher. Stuttgart.
- Lache, D.W. (1974): Wasser- und Stickstoffversorgung sowie Mikroklima von Heide- und Binnendünengesellschaften NW-Deutschlands. Diss. Univ. Göttingen. Scripta Geobot. 11: 96
- Oberdorfer, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Stuttgart.
- Pott, R. (1992): Entwicklung der Kulturlandschaft Nordwestdeutschlands unter dem Einfluss des Menschen. Z. Univ. Hannover 19: 3-48.
- Pott, R. (1992): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. UTB Große Reihe. Stuttgart.

Pott, R. und J. Huppe (1991): Die Hudelandschaften Nordwestdeutschlands. Westfäl. Mus. Naturkunde. Münster.

Preising, E. (1957): Rehabilitation of Calluna heath communities in the Lüneburger Heide Nature Reserve. IUCN 6. Tech. Meet. Edinburgh 1956. Proc. and Papers, London.

Wilmanns, O. (1984): Ökologische Pflanzensoziologie. UTB 269. Heidelberg.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Jochen Hild

Fröschenpuhl 6

56841 Traben-Trarbach

j.hild@davvl.de