

Nachexkursion: Kootwijkerzand und Nationalpark de Hoge Veluwe (Niederlande)

- Fred J.A. Daniëls, Rita Ketner-Oostra -

1 Reiseroute, Karten und weitere Infos

Reiseroute: Abfahrt von Münster und via B 54 nach Enschede (NL), weiter auf A 35 und A 1 via Deventer und Apeldoorn, Richtung Amersfoort. Ausfahrt Kootwijk und auf N 302 nach Ortschaft Kootwijk und via den Heelweg zu den südwestlichen Teil des Kootwijkerzand. Wanderung im Bereich des Aussichtsturms (52°10', 10.58'', N, 5°45'38.73'', O; Höhe 31m ü NN). Danach weiter via Heelweg und N 310 nach Harskamp und Otterlo zum Eingang des Nationalparks De Hoge Veluwe. Weiter zum Bezoekerscentrum/Museonder (52°05'53.84'', N, 5°49'46.57'', O; Höhe 42 m ü NN). Von dort aus Erkundung des Parks per Bus/Fahrrad/Fuß.

Karten und mehr: Deutschland Karte 3, 1:400 000, www.busche.de, www.aral.de; Google Earth; Midden-Veluwe Kaart 24, STAATSBOSBEHEER & FALK 2010, www.staatsbosbeheer.nl; Topographische kaart, blad 33A Hoog Soeren 1: 25.000, 1973. Staat der Nederlanden; Topografische kaart schaal 1:25.000. Stichting het Nationale Park de Hoge Veluwe. Topografische Dienst, Emmen-MGB 016-2001. Allgemeine Infos: DE GRAAF, G. 1999, HET KOOTWIJKERZAND, STAATSBOSBEHEER 100 jaar natuur voor iedereen. Uniepers Abcoude. ISBN 90 6825 218 6; DE HOGE VELUWE, HET NATIONALE PARK DE HOGE VELUWE, BEZOEKERSGIDS 2009, Stichting het Nationale Park De Hoge Veluwe. ISBN: 978-90-811318-4-1, www.hogeweluwe.nl. Eine hervorragende Übersicht über die Flugsand-Landschaft der Veluwe wurde 2009 publiziert von KOSTER in *Geoheritage* 1: 93-110 (open access bei Springerlink.com).

Wenn nicht anders erwähnt gilt die pflanzensoziologische Nomenklatur nach dem Exkursionsführer „De Vegetatie van Nederland“, SCHAMINÉE (1996), Teile 1-5 (1995-1999), Opulus Press Uppsala-Leiden. Nomenklatur der höheren Pflanzen folgt HEUKELS/VAN DER MEJDEN (1983), der Bryophyten SIEBEL & DURING (2006) und der Flechten VAN HERK & APTROOT (2004).

Der Text dieses Exkursionsführers wurde kompiliert aus verschiedenen Quellen, die am Ende unter Literatur erwähnt werden.

2 Genese der Veluwelandschaft

Das Fundament der Veluwelandschaft besteht aus Sand- und Kiesablagerungen ehemaliger Flüsse aus der Anfangsperiode des Pleistozäns (ca. 2.600.000-10.000 vor heute, im Folgenden abgekürzt v. h.), einer Epoche der Erdgeschichte mit abwechselnd kalten und warmen Klimaperioden. Prägend für das Gebiet der Veluwe ist das Drenthe-Stadium der Saale-Eiszeit (c. 350.000-130.000 v. h.), in dem vor etwa 150.000 v. h. die Eisrandlage bis zur Rheinmündung bis zur Linie Amsterdam, Arnheim, Nimwegen, Krefeld vorgeschoben wurde. Die Folgen des Vorstoßes der Gletscher sind heute in der Landschaft sichtbar. Die Gletscher modulierten die früheren sandigen und kiesreichen Flußablagerungen, schürften tiefen Becken aus und trieben seitlich Stauchmoränen („stuwwallen“) auf, die auch jetzt noch ein einzigartiges Muster bilden (Abb. 1). Ein solcher Stauchmoränenwall erstreckt sich am Ostrand der Veluwe in Nord-Süd-Richtung. Auf gleicher Weise sind die Stauchmoränen von Garderen und Kootwijk sowie im Süden von Ede, Arnheim und Oud Reemst entstanden. Das Veluwe Gebiet mit dem Nationalpark Hoge Veluwe und Kootwijkerzand sind von diesen „stuwwallen“ umgeben. Insbesondere der östliche „stuwwal“ von Arnheim bis Hattem ist sehr auffällig und erreicht örtlich Höhen von über 100 m ü NN. Sie umgeben den Nationalpark De Hoge Veluwe an der Ostseite; im Süden durchquert die Stauchmoräne von Oud Reemst den Park und liefert mit dem „Kompagnie Berg“ mit einer Höhe von 50 m ü NN die höchste

Erhebung des Parks (Abb. 2).

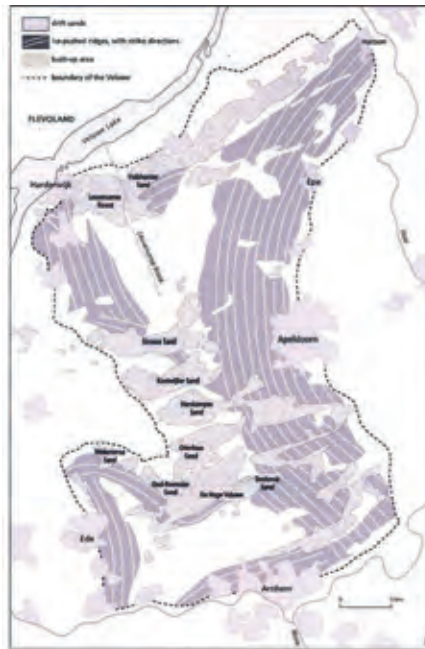


Abb. 1: Die räumliche Verbreitung der Flugsande, Stauchmoränen und Bebauung des Veluwe Gebietes, NL (Figur 2a in KOSTER 2009, Geoheritage 1: 93-110, Springer Verlag).

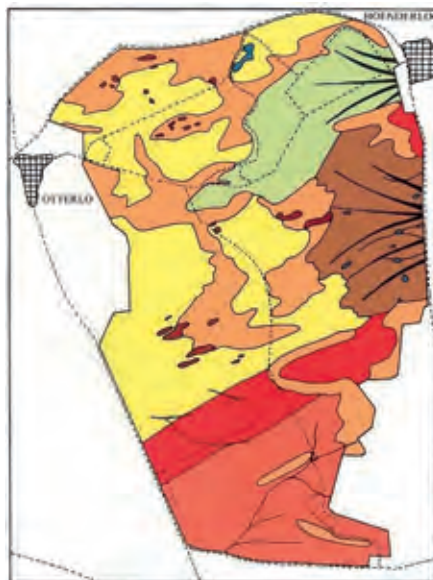


Abb. 2: Vereinfachte geomorphologische Karte des Nationalparks De Hoge Veluwe. Legende: dunkel rot: Stauchmoränen; rot: Schmelzwasserflächen der südlichen Stauchmoräne, braun: östliche Stauchmoräne mit Schmelzwassertälern; gelb: verwehte Niederungen und niedrige Flugsanddünen; orange: hohe Flugsanddünen; grün: Decksandfläche; dunkel rot-braun: aktiver Flugsand (aus ALINGS 1994).

Fluvioglaziale Ablagerungen befinden sich vor allem im südlichen Bereich der Veluwe, ebenso wie im südlichen Teil des Nationalparks De Hoge Veluwe. Die Landschaft war damals eine offene Tundravegetation auf Permafrostböden.

Im wärmen Eem-Interglazial (ca. 130.000-115.000 v. h.) wurden die im Saale-Glazial geschaffenen Landschaftsstrukturen überformt und abgeflacht. Beim Schmelzen des Gletscher-Eises gab es lokal Schmelzwasserdurchbrüchen in den Moränen, wobei am Fuß der Durchbruchtäler glazio-fluviatil Sand und Kies als Sander oder Schmelzwasserfächer deponiert wurden, z.B. im südlichen und östlichen Teil des Nationalparks De Hoge Veluwe (Abb. 2). Auch wurden durch Solifluktion die Stauchmoränen zum Teil abgetragen und die abschmelzende Eiszungen mit Stauchmoränenschutt gefüllt. Auch durch den ansteigenden Meeresspiegel und der Flüsse füllten sich die Landschaft mit Sand und Lehm. Die Böden waren später mit Wald bewachsen.

In der letzten Eiszeit, dem Weichsel-Glazials (ca. 115.000-10.000 v. h.), waren die Niederlande nicht mehr von Eis bedeckt. Das Klima war arktisch und trocken, die Böden gefroren (Permafrost) und das Gebiet war wieder mit einer offenen Tundra und in den etwas wärmeren Perioden der letzten 4.000 Jahren mit einer offenen „subarktischen“ Parklandschaft mit *Betula* und *Pinus* bedeckt. Die Saale-eiszeitlichen Ablagerungen wurden durch periglaziale Prozesse intensiv überformt. Da diese Flächen noch nicht durchgehend mit einer dichten Vegetationsdecke bewachsen waren, konnte der Wind das unbewachsene Substrat ungehindert angreifen. Deflation und die damit verbundene Bildung äolischer Sedimente wie Decksande und Löß waren die Folge. Durch den ständigen Einfluss des Windes (vorherrschende Westwinde) wurden die Decksande umgelagert und in östliche Richtung transportiert, wodurch es im Vorfeld der Stauchmoränen und zwischen den Moränenwällen zur Ausbildung von Binnendünen kam. Von dem Höhenrücken der Stauchmoränen im Osten taucht die Veluwe nach Westen hin ab und wird durch ein ehemaliges Zungenbecken, das heutige Gelderse Vallei, begrenzt.

Zu der Fauna dieser Epoche gehörten u.a. Mammut, Riesenhirsch, Elch, Rentier, Wildpferd und Wildschwein, welche vor der Nacheiszeit, dem Holozän, aussterben (Mammut) oder nach Norden auswanderten (Rentier, Elch). Der Riesenhirsch ist wahrscheinlich erst in der historischen Zeit ausgestorben.

In der Nacheiszeit, den Holozän (ca. 10.000 v. h.), entwickelte sich auf den überwiegend nährstoffarmen, trockenen und sauren, sandigen Böden eine Waldlandschaft mit Podsolböden. Im Präboreal (ca. 10.000-9.000 v. h.) war es kühl. Die Landschaft war mit *Betula*- und *Pinus*-Wälder bewachsen. Im Boreal (ca. 9.000-8.000 v. h.) war es auch trocken mit Wäldern von *Pinus*, *Corylus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia* und *Alnus*. Im Atlanticum (ca. 8.000-5.000 v. h.) herrschte ein feuchtes Klima vor und die Vegetation bestand aus Wäldern mit Arten der Gattungen *Ulmus*, *Tilia*, *Alnus* und *Quercus*. Es fand auch Moorbildung statt. Im verhältnismäßig trockenen Subboreal (ca. 5.000-3.000 v. h.), ebenso wie im anschließenden feuchteren Subatlanticum (ca. 3.000 bis heute) - *Fagus sylvatica* wandert stark ein - breiteten sich die waldfreien Flächen durch menschlichen Aktivitäten in den Kulturepochen Eisenzeit (ca. 3.000-1.500 v. h.), Mittelalter (ca. 1.500-500 v. h.) und Neuzeit (ab ca. 500 v. h.) mehr und mehr aus.

Spuren der ersten Bewohner der Veluwe datieren aus dem Spät-Paläolithikum (ca. 12.000 bis 10.000 v. h.) und insbesondere Mesolithikum (ca. 10.000 bis 6.000 v. h.). Die Bewohner lebten nomadisch als Jäger und Sammler und ernährten sich vom Angebot im Wald. Erst im Neolithikum (ca. von 6.000 bis 3.000 v. h.) wurde die Struktur der Landschaft allmählich geändert, nachdem der Mensch durch Anbau von Getreide auf permanenten Äckern und Viehzucht auf Weidflächen mehr und mehr zu einem sesshaften Produzenten geworden war. Die ersten Ankömmlinge waren Bauern der „Trichterbecherkultur“ (ca. 2.800-2.150 v. Chr.), gefolgt von Vertretern der in Europa weit verbreiteten „Standfußbecher-Kultur“. Etwa 1800 v. Chr. am Ende des Neolithikums wohnten Vertreter der „Glockenbecher-Kultur“ auf der

Veluwe, die nun jetzt auch Werkzeuge aus Bronze anfertigten. Mehr als 700 Grabhügel aus Neolithikum und Bronzezeit sind bekannt. In dieser Zeit entstanden auch durch einfache Urbarmachungen der Wälder die ersten Heideflächen und wahrscheinlich auch die erste Flugsande. Aus der anschließenden Eisenzeit datieren Urnenfelder („Urnenfelder“ Kultur) und „celtic fields“, Äckerkomplexe mit blockförmigen Parzellen. Eisengruben und Schlackenhäufen deuten auf Eisengewinnung aus Eisenschwarten (Moorränder).

In der römischen Zeit und im frühen Mittelalter war das Veluwe Gebiet schon ziemlich intensiv bewohnt (Spuren eines römischen Dorfs aus der 3. oder 4. Jahrhunderts) und es gibt Indizien für örtliche Sandverwehungen (eine übersandete Ortschaft aus der karolingisch-ottonische Zeit im Kootwijkerzand). Auch Spuren von früheren Meiler-Plätzen deuten auf Holzkohlen Produktion für das Schmelzen von Eisen hin. Doch Pollenanalysen aus dem „Kootwijkerveen“ deuten eindeutig darauf hin, dass die meisten Flugsandbereiche der Veluwe ab 1.150-1.250 n. Chr. durch zu intensive Nutzung der sandigen Böden und intensive Heidewirtschaft mit Schafbeweidung (Plaggennutzung zur Düngung der Ackerflächen), entstanden sind. Diese Aktivitäten, möglich auch durch ungünstigere Klimaverhältnisse, ergaben lokal großflächige Sandflächen, die bedrohend für die ehemaligen Bewohner waren. Durch Bepflanzungen mit *Pinus sylvestris* versuchte man die Flugsande zu stabilisieren. Auch durch den großen Bedarf an Kiefernholz in Bergbau und Industrie wurden letztendlich im 20. Jahrhundert die „Atlantischen Wüsten“ mit Kiefernbeplantungen zum größten Teil festgelegt und auch durch natürliche Sukzession stabilisiert (Abb. 3).

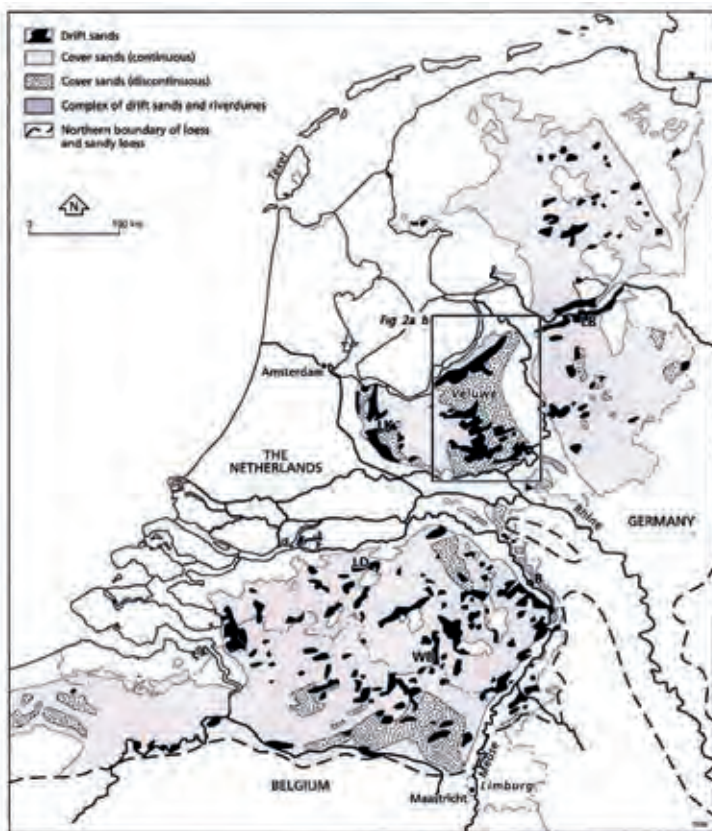


Abb. 3: Die Lage der äolischen Sandgebiete in den Niederlanden und Belgien (KOSTER 2009).

3 Heidewirtschaft

Die einst ausgedehnten und landschaftsprägenden Heidenflächen des Westeuropäischen Tieflandes sind fast völlig anthropo-zoogenen Ursprungs, d.h. sie sind das Resultat einer seit dem Mittelalter verstärkten Rodung und Holznutzung des Eichen-Birkenwaldes (Verband: *Quercion robori-petraeae*), wodurch lichtliebende Arten wie der Zwergstrauch *Calluna vulgaris* zur Ausbreitung (und Dominanz) gelangen konnten und Heide entstand durch das Bewirtschaftungssystem. Sie diente als Bienenweide und wurde mit Schafen beweidet und geplaggt. Dabei wurden die gesamte oberirdische Biomasse sowie ein Teil der obersten Bodenschicht durch Plaggenhieb entfernt, um dieses Gemisch als Stall-Einstreu zu verwenden und später zusammen mit dem Kot als Dünger auf die Äcker (Plaggenesch) zu bringen. Somit wurden der Heide ständig Nährstoffe entzogen für die Düngung der Plaggenesche.

Der Zahl der Schafe/ ha Heidefläche betrug um 1800 etwa 0,8; Ende des 19. Jahrhunderts 1,2 und im 20. Jahrhundert direkt nach dem zweiten Weltkrieg weniger als 0,1. Berechnungen besagen, dass 10-20 Schafe den Dünger für 1 ha Plaggenesch produzierten. Zur Beweidung brauchte man 1-2 Schafe pro ha, weil man 1 ha Heide zum Plaggenstich benötigte (wobei in einem Turnus von 10 Jahren 0,1 ha geplaggt wurde). Ein mittlerer Bauernbetrieb mit 5 ha Plaggenesch sollte im Regelfall über 30-50 ha Heide verfügen.

Wollimporte (ab 1840) und die Einführung des Kunstdüngers (1870) führten zum Niedergang der Heidewirtschaft (Umwandlung zu Äckern und Grünland) und der enorme Holzbedarf der Industrie und Bergbaus führte zu großflächigen Aufforstungen. Heideflächen sind nur noch in wenigen, geschützten Gebieten bewahrt geblieben.

4 Typologie und Reliefformen der Sandablagerungen

Das Flugsand-Gebiet der Niederlande ist Teil des europäischen äolischen Sand-Gürtels des Europäischen Tieflandes, das sich etwa von England bis über die Polnisch-Russische Grenze erstreckt. Es umfasst etwa 3.000-4.000 km² der Küstengebiete an der Ost- und Nordsee im Bereich der Alt- und Jungmoränen-Landschaften. In den Niederlanden liegen etwa 950 km². Momentan sind nur noch 15/16 km² davon übrig (weniger als 2%), vegetationsfrei und aktiv (Abb. 4).



Abb. 4: Flugsandlandschaft mit nicht bewachsenen Dünen im südwestlichen Teil des Kootwijkerzand (Foto: FJAD, März 2008).

Der Rest ist durch Bepflanzung, insbesondere mit Kiefern (und durch primäre, natürliche Sukzession, sowie begünstigt durch erhöhte Stickstoffeinträge in den letzten 40 Jahren) festgelegt und stabilisiert. Die Veluwe zählt zu einer der größten Flugsandlandschaften Westeuropas und umfasst mehr als 30% der Flugsandgebiete der Niederlande.

Das Veluwe Gebiet gliedert sich in drei geomorphologisch bedingte Formationen: Stauchmoränenwälle, fluvio-glaziale Ablagerungen und äolische Sedimente. Die äolischen Sedimentablagerungen der Veluwe werden folgendermaßen gegliedert.

1. Decksande: Auf ihnen hat sich infolge ihrer spätpleistozänen Ablagerungen im oberen Bereich ein deutliches Bodenprofil entwickelt. Gekennzeichnet sind sie durch eine gröbere Kornfraktion als es bei den Flugsanden der Fall ist. Bei zunehmender Tiefe nimmt das Porenvolumen zu.

2. Flugsande: Die Flugsande der Veluwe gehören nach VAN MOURIK (1988) zur sogenannten Formation von Kootwijk (Abb. 4). Darunter sind sandige Windablagerungen zu verstehen, die seit dem Pleistozän entstanden sind und durch ihre helle gelbgraue Färbung, lockere Dichte der Bodenbestandteile und eine dünne Humusaufgabe auffallen. In Flugsand bleibt das Porenvolumen bei zunehmender Tiefe gleich und deswegen bleibt der Eindringungswiderstand auch gleich. Die Bodenentwicklung hängt weitgehend vom Alter der Sandablagerungen ab. Auf vormittelalterlichen Akkumulationen können häufig gut entwickelte Podsolprofile gefunden werden (Formation von Kootwijk 1). Eine weniger tiefgreifende Bodenentwicklung ist auf Flugsanden zu beobachten, für deren Entstehung die im Mittelalter betriebene Plaggenwirtschaft verantwortlich ist. Auf den offen liegenden Heideflächen haben sich Flugsande der Formation Kootwijk 2 entwickelt. Auf postmittelalterlich entstandenen Flächen (Formation von Kootwijk 3) hat in der relativen kurzen Zeit die Bodenentwicklung nur zur Bildung von Mikropodsolon oder Podsol-Rankern geführt. Flugsande können auch auf einem gut entwickelten Bodenprofil abgelagert werden und diese unter sich begraben.

3. Dünen: Sie unterscheiden sich von den Decksanden durch ein mehr ausgeprägtes Relief.

Das Relief der Flugsandgebiete wird meistens gekennzeichnet durch ein chaotisches Muster. Nach dem erodierenden und akkumulierenden Charakter der Oberflächen der Sandkörper werden folgende Typen unterschieden (KOSTER 1978, Abb.5).

1. (Deck)Sandflächen, die nur lokal von Deflation beeinträchtigt sind und daher ausgeblasene Bereiche enthalten.

2. Flächen, deren ursprüngliche Oberflächen teilweise mit Flugsand übersandet sind, doch die ausgeblasenen Bereiche nicht.

3. Flächen, deren ursprünglichen Decksandoberfläche gänzlich und deren Deflationsbereiche teilweise übersandet sind.

4. Flächen mit totaler Übersandung der Deflationsbereiche und ursprünglichen Decksandoberflächen.

5. Weggeblasene Flächen. Hier ist die Sandverwehung so weit fortgeschritten, dass nirgendwo mehr an der Oberfläche sowohl Akkumulationsbereiche als auch Deflationsbereiche erkennbar sind.

Die Böden in den Flugsandgebieten der Veluwe sind nährstoffarm, sauer und sehr trocken mit einem Grundwasserspiegel unter 1.5 m unter der Bodenoberfläche. Darüber hinaus herrscht ein extremes Mikroklima mit hoher Einstrahlung und extrem hohen Temperaturen an sonnigen Tagen. Durch diese Umstände (verbunden mit der regen Sand Dynamik), zeigen Flugsandgebiete einen relativ artenarmen, doch hoch spezialisierten und einzigartigen Flora, Fauna und Vegetation. Die (wenigen) Feuchtbereiche (Feuchtheiden, Flachmoore, Heidetümpel) befinden sich auf übersandeten Humus- und Eisenverdichtungen (Podsole) und werden von Regenwasser gespeist.

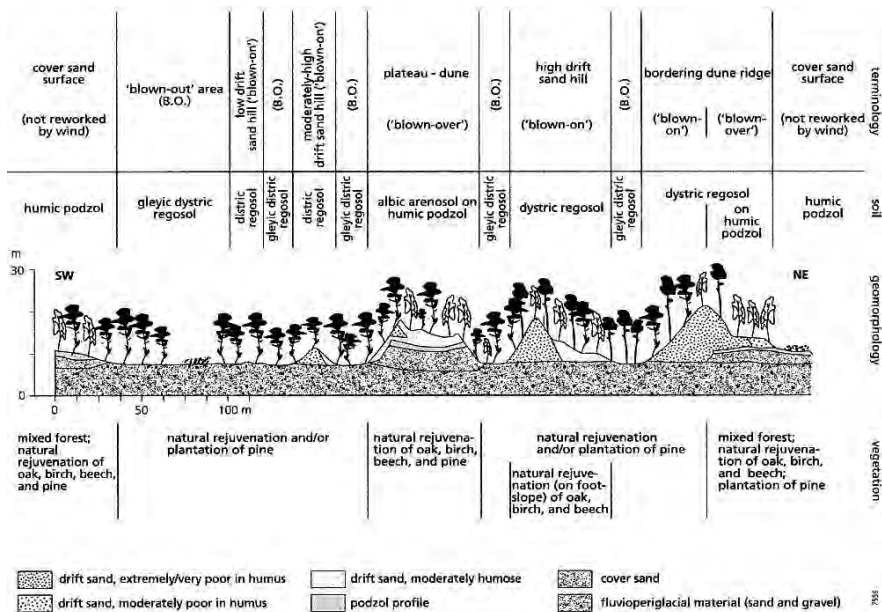


Abb. 5: Querschnitt durch eine Flugsandlandschaft in den zentralen Niederlanden mit Angaben von Landformen, Böden und Vegetationstypen (KOSTER 2009).

5. Vegetation der Sandlandschaft der Veluwe

5.1. Wälder und Forste

Alle heutigen Wälder wurden gepflanzt und werden meistens bewirtschaftet. Spontane und natürliche Waldentwicklung auf trockenen Böden findet nur noch an wenigen Stellen statt, z.B. in Flugsandgebieten.

Die ärmsten Sandböden tragen *Quercetea*-Bestände. *Quercus robur*-Bestände wurden früher vielfach gepflanzt und bis Ende des 19. Jahrhundert als „eikenhakhout“ (Eichenhackholz, Niederwald) bewirtschaftet. Das Holz wurde als Brennholz und die Rinde als Gerber für die Gerberei in der Lederindustrie gewonnen. Nach Beendigung der „eikenhakhout cultuur“ entwickelten sich solche ehemaligen Bestände in Eichen-Birkenwälder des *Betulo-Quercetum roboris* Typ, die sich mit der Zeit in Wälder des Typs *Fago-Quercetum* entwickeln können.

Auf den etwas „besseren“, lehmigen Böden der Stauchmoränen (stuwwallen) finden sich Buchenwälder vom Typ *Deschampsio-Fagetum*. Diese letzte Assoziation wird als Klimax betrachtet.

Zur Stabilisierung des Flugsandes wurde in Flugsandgebieten großflächig *Pinus sylvestris* angepflanzt, die sich auch spontan in Flugsandgebieten bestandsbildend ausbreitet. Solche Bestände werden dem *Dicrano-Pinion* Verband zugeordnet, doch eine Einordnung auf Assoziationsebene ist kaum möglich, auch wegen der starken floristischen Veränderungen durch erhöhte Nährstoffeinträge über atmosphärische Deposition, eine Folge der intensiven Bioindustrie in dieser Gegend, in den letzten 40 Jahren (u.a. im Kootwijkerzand). Im Rahmen der forstwirtschaftlichen Maßnahmen im Anfang des 20. Jahrhunderts wurden Exoten wie *Pseudotsuga menziesii*, *Larix species*, *Picea abies* und *Quercus rubra* und später auch *Amelanchier lamarckii* und *Prunus serotina*, in dichten Beständen angepflanzt. Auch wurde Wald auf Privat-Grundbesitz reichlich gepflanzt und gepflegt.

5.2 Trockenheiden (*Calluno-Ulicetea*, *Calluno-Genistetalia*, *Calluno-Genistion pilosae*)

Genisto anglicae-Callunetum. Landschaftsprägend für die trockene Heidelandschaft ist das *Genisto anglicae-Callunetum vulgaris*. Charakterarten sind die seltenen *Genista anglica* und *G. pilosa*, *Cuscuta epithymum* und *Lycopodium tristachyum*. Weitere Arten - neben der bestandsbildenden Besenheide *Calluna vulgaris* - sind *Carex pilulifera*, *Potentilla erecta*, *Dicranum scoparium*, *D. spurium* (selten), *Hypnum jutlandicum*, *Lophocolea bidentata*, *Pleurozium schreberi*, *Ptilidium ciliare*, *Cladonia*-Arten sowie einige Flechtenarten der Silbergrasflur (s.u.), ferner *Erica tetralix*, *Molinia coerulea* (beide Feuchtezeiger), *Danthonia decumbens* (etwas nährstoffreicher). Vergrasung erfolgt durch *Deschampsia flexuosa* und *Molinia coerulea*. *Empetrum nigrum* kommt vereinzelt im Kootwijkerzand vor. Die Assoziation ist aus *Quercus-Fagetum* und *Betulo-Quercetum* entstanden. Die Böden sind Podsole.

Vaccinio-Callunetum. Das *Vaccinio-Callunetum* ist beschränkt auf die nördlicheren Stauchmoränen bei Apeldoorn und wird als Ersatzgesellschaft der *Deschampsio-Fagetum* betrachtet. *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* und *Leucobryum glaucum* sind diagnostisch wichtig. Die Assoziation kommt auf etwas kühleren und niederschlagsreicheren Standorten vor. Die Böden sind Podsole.

Unbeweidete Wacholder-Gebüsche in Heidelandschaften werden als *Dicrano-Juniperetum* klassifiziert (*Vaccinio-Piceetea*, *Vaccinio-Piceetalia*, *Dicrano-Pinion*). Sie sind assoziiert mit *Calluna*-Heiden und entwickeln sich oft nach Abwechslung von Überbeweidung und Unterbeweidung. Diagnostisch ist die Dominanz von *Juniperus communis*. Trennarten gegenüber den von Rindern beweideten Flächen mit *Roso-Juniperetum* (*Rhamno-Prunetea*) sind bestimmte Bryophyten und Flechten der *Calluna*-Heide. Die Nadeln von *Juniperus communis* und die Struktur der *Dicrano-Juniperetum* Bestände beeinflussen sehr stark das Mikroklima (und Boden). Deswegen werden verschiedene Mikrobiotope mit eigenen Mikrogesellschaften unterschieden.

5.3 Entwicklungszyklus von *Calluna vulgaris*

Im Entwicklungszyklus von *Calluna vulgaris* werden vier Phasen unterschieden: a) Pionierphase: 3-10 Jahre alt, ca. 10% Deckung der Vegetation, pyramidenförmiger Wuchs, b) Aufbauphase: 7-13 Jahre alt, ca. 90% Deckung der Vegetation, halbkugelige Gestalt, c) Reifephase: 12-28 Jahre alt, ca. 75% Deckung der Vegetation, Auseinanderbiegen der Zweige, d) Degenerationsphase: 16-29 oder mehr Jahre alt, ca. 40% Deckung der Vegetation, allmähliches Absterben vom Zentrum der Sträucher ausgehend. Die vier Entwicklungsstadien von *Calluna vulgaris* haben eine charakteristische Begleitflora von Bryophyten und Flechten, bedingt durch die altersbedingte Strukturveränderung und der damit verbundenen klimatischen und edaphischen Veränderungen im Bereich der Pflanze.

5.4 Feuchtheiden und verwandte Gesellschaften (*Oxycocco-Sphagnetalia*, *Ericetalia*, *Ericion*)

Ericetum tetralicis. Das *Ericetum tetralicis* ist beschränkt auf die wenigen Feuchtbereiche und ist nicht weit verbreitet. Diagnostische Arten sind *Erica tetralix*, *Gentiana pneumonanthe*, *Narthecium ossifragum*, *Scirpus cespitosus*, *Carex panicea*, *Molinia coerulea*, *Hypnum imponens*, *Odontoschisma denudatum* und Sphagnen wie *Sphagnum tenellum* und *S. compactum*. Die Böden sind frisch bis nass und nährstoffarm. Das Grundwasser fluktuiert von - 50cm bis + 10cm.

Lycopodio-Rhynchosporium. Diagnostische Arten sind *Rhynchospora fusca*, *Lycopodiella inundata*, *Drosera intermedia* und *Zygogonium ericetorum*. Die Gesellschaft wächst auf sparsam bewachsenen, durch Plaggenhieb oder Tritt verdichteten, oft nassen Böden im *Ericetum tetralicis*. Darüber hinaus gibt es andere Feuchtbereiche wie z.B. Heideweiher und deren Randbereiche sowie kleinflächige Flachmoorbereiche (u.a. Deelse Was, Gietense

Flessen und Zandfles im Deelense Veld des Nationalparks De Hoge Veluwe). Hier wachsen verschiedene seltene Arten (siehe unter 8. Flora).

5.5 Borstgrasrasen (*Nardetea*, *Nardetalia*, *Nardo-Galion saxatilis*)

Die Borstgrasrasen befinden sich sowohl auf trockenen als auch auf feuchten Böden in der Heidelandschaft auf verdichteten Böden entlang von Wegen und Pfaden. Diagnostische Arten sind u.a. *Nardus stricta*, *Danthonia decumbens*, *Potentilla erecta*, *Galium saxatile*, *Viola canina*, *Arnica montana* (selten), *Veronica officinalis*, *Botrychium lunularia*, *Ophioglossum vulgare*, *Potentilla argenteum*, *Scorzonera humilis*, *Carex pilulifera*, *C. ericetorum*, *Pedicularis sylvatica* und *Polygala serpyllifolia* und viele andere, oft seltenere Arten. Die trockenere Gesellschaft wird als *Galio hercynici-Festucetum ovinae* beschrieben, die feuchtere als *Gentiano pneumonanthes-Nardetum*.

5.6 Silbergrasfluren und Sandrasen (*Koelerio-Corynephoretea*, *Corynephoretalia*, *Corynephorion*)

Spergulo-Corynephoretum canescens. Die trockenen, sauren und nährstoffarmen Flugsandgebiete der Veluwe werden großflächig von Silbergrasfluren vom Typ *Spergulo-Corynephoretum* geprägt (Abb. 6, 7).

Es sind die Pioniergesellschaften des Sandes und ertragen Hitze und Trockenheit. Erstbesiedler dieser offenen Sandstellen (Ausblasungen, Aufwehungen) sind v.a. *Corynephorus canescens* und *Carex arenaria*. Das *Spergulo-Corynephoretum* ist flechtenreich, wobei - im Idealfall - eine Entwicklung von Moosen (*Polytrichum piliferum*), Krustenflechten (z.B. *Placynthiella icmalea*, *Trapeliopsis granulosa*) und stift- und becherförmigen Cladonien (z.B. *Cladonia floerkeana*, *C. glauca*, *C. diversa*) bis hin zu Rentierflechten (z.B. *Cladonia portentosa*, *C. arbuscula*) stattfindet (von niedrig und bis wenig verzweigt zu hoch und viel verzweigt). Die Vegetation zählt wenig höhere Pflanzen und Moose, aber sehr viele, oft seltenen Flechtenarten, die insbesondere in den späteren Sukzessionsstadien aspektbestimmend sind. Weitere Arten sind *Rumex acetosella*, *Campylopus introflexus* (neophytisches Laubmoos, Dominanzbestände, Artenrückgang), die Flechten *Cladonia chlorophaea*, *C. glauca* und *C. ramulosa*. Die Vegetation wird syntaxonomisch als *Spergulo-Corynephoretum* klassifiziert, während die Silbergrasfluren der Küstendünen als *Violo-Corynephoretum* klassifiziert werden. (Eine rezente syntaxonomische Bearbeitung des Corynephorion Verband von HENTSCHEL (2011) vereinigt beide Assoziation zu einer Assoziationen, *Racomitrio canescens-Corynephoretum canescens*).

Diagnostische Arten des *Spergulo-Corynephoretum* sind: *Corynephorus canescens* (dominant), *Spergula morisonii*, *Polytrichum piliferum* (dominant), *Cladonia zopfii*, *C. cervicornis*, *C. monomorpha*, *C. strepsilis*, *C. crispata* ssp. *cetrariiformis*, *C. foliacea* (lokal), *Cetraria muricata*, *Stereocaulon condensatum* und *Pycnothelia papillaria* (extrem selten). Häufige Begleiter: viele *Cladonia*-Arten mit becherförmigen und stiftförmigen Podetien Cladonien mit roten und braunen Apothecien, das Kaktusmoos *Campylopus introflexus* (z.T. dominant) und die Gräser *Agrostis vinealis* und *Festuca filiformis*, und *Carex arenaria* (Tab. 1).

Die Assoziation zeigt eine deutliche Sukzessionsreihe, die u.a. von HASSE (2005) beschrieben wird. Die Silbergrasflur kann sich über grasreiche Stadien in einen Sandrasen des *Corynephoro canescens-Agrostietum aridae* Juraszek 1927 Typ (syn: *Agrostietum* Kobendza 1930) entwickeln und weiter über *Genisto-Callunetum*-Stadien zum *Betulo-Quercetum* (ev. mit hohem *Pinus sylvestris*-Anteil, oder reines „*Pinetum*“) oder direkt zum Kiefern-Wald vom Typ *Dicrano-Pinion*. Die Bodenentwicklung im Laufe der Sukzession nimmt von Regosol zum Podsol zu.

Die Assoziation wird durch natürliche Sukzession in ihrer Existenz bedroht, wenn Störung

durch Beweidung, Tritt, Entfernung Bäumschösslinge, Kahlschlag, Brand etc. abnimmt. Deswegen wurde im Nationalpark De Hoge Veluwe großflächig Kiefern-Wald und Heide mit den oberen Bodenschichten entfernt um freie Sandflächen zur Wiederbesiedlung mit *Spergulo-Corynephoretum* zu initiieren. Das gleiche wird beabsichtigt mit der Entfernung der lokal großflächigen Dominanzbestände des invasiven neophytischen Mooses *Campylopus introflexus*.

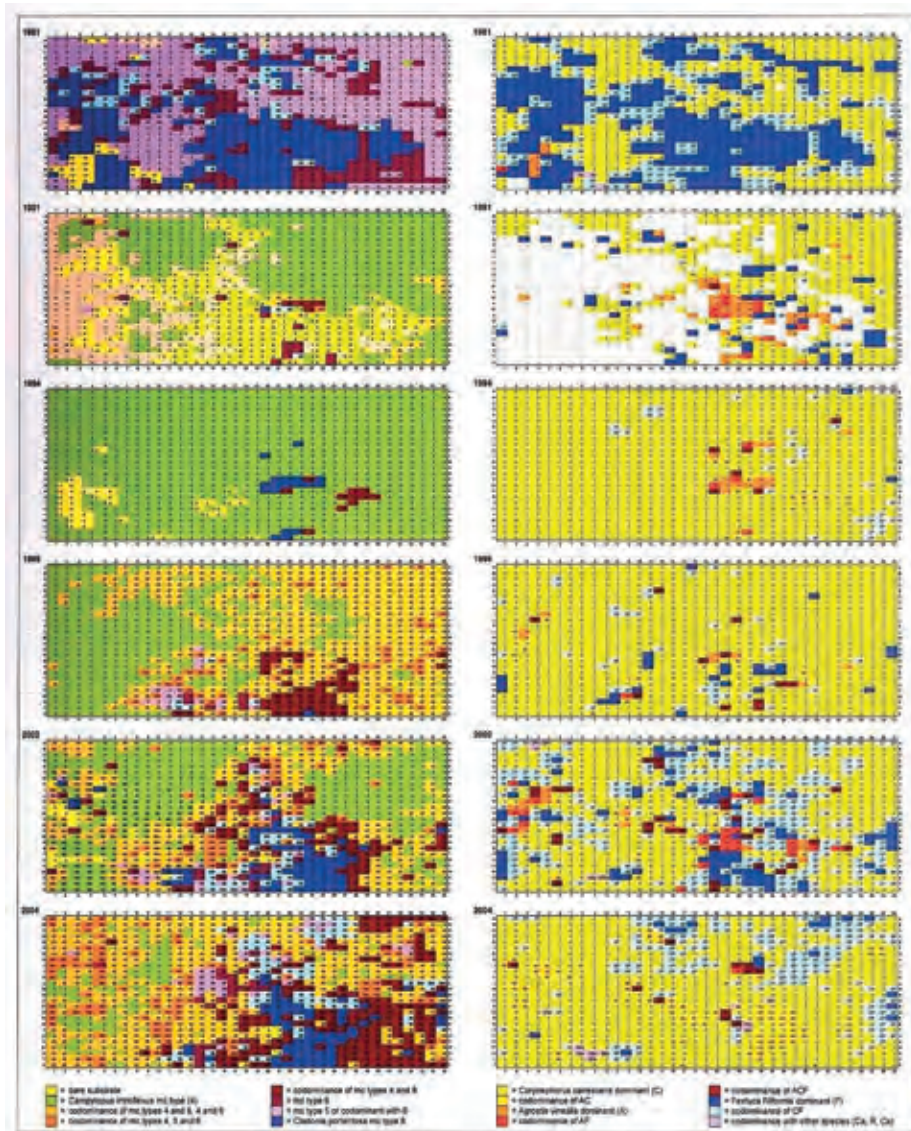


Fig. 6. Subplot dominance maps (of the me types (left) and vascular plant types (right) for the entire 26 m x 36 m plot in the years 1981, 1991, 1994, 1999, 2002 and 2004. (Ca= *Calluna vulgaris*, R= *Rumex acetosella* and Cx= *Carex arenaria*).

Abb. 6: Veränderungen im Dominanzmuster (1m²) der Flechten-Synusien und Gräser in einer *Corynephorion*-Fläche von 9362m im Oud-Reemsterzand, Nationalpark De Hoge Veluwe (1981-2005). Grün ist *Campylopus introflexus* (aus DANIELS et al. 2008).

Tab. 1: Synoptische Tabelle der Vegetationseinheiten im Gebiet „Wildbaan“ im zentralen Bereich des Nationalparks De Hoge Veluwe (aus HASSE et al. 2002).

vorläufige synoptische Tabelle: Vegetation des Untersuchungsgebiets "Wildbaan" im Nationalpark "De Hoge Veluwe"

Vegetationstypen	1	2a	2b	3a	3b	4a	4b	4c	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	11	13	9	10
Anzahl der Aufnahmen	3	5	6	7	6	18	12	6	10	7	12	12	12	1	3	5	8	14	2
Median der Artenzahl	2	3	3.5	9	7	16	17	13	15	14	12	6.5	9	4	7	10	9.5	7	7.5
Diagnostische Arten																			
<i>Corynephorus canescens</i>	3	5	V	V	V	V	V	V	V	V	II								
<i>Spergularia morisonii</i>	1	2	III	V	V	V	V	V	VI	III	+								
<i>Polytrichum piliferum</i>		5	V	V	V	V	III	II	VI	V	I								
<i>Stereocaulon condensatum</i>			V	V															
<i>Cladonia zopfil</i>							V	III	VI	III	+								
<i>Cladonia cervicornis</i> ssp. <i>cervic.</i> et <i>vert.</i>							VI	III	III	III	+								
<i>Cladonia cervicornis</i> ssp. <i>pulvinata</i>							+				+								
<i>Cetraria aculeata</i>							III	II											
<i>Cetraria muricata</i>							I	VI		II	II								
<i>Cladonia portentosa</i>							I	VI	I	II	VI	III							
<i>Cladonia mitis</i>							III	I	III	III									
<i>Cladonia arbuscula</i>							I	III											
<i>Cladonia merochlorophaea</i>								VI	III	V	I	V							
<i>Cladonia crispata</i> ssp. <i>cestriformis</i>							V	V	III	VI	V	+							
<i>Cladonia strepsilis</i>										V	V								
<i>Cladonia pyxidata</i>										II	V								
<i>Agrostis vinealis</i>	I						II	III	II		V	2							
<i>Festuca ovina</i> ssp. <i>tenuifolia</i>							II	III	VI	II	I	2	V	I	3	I	III	+	I
<i>Avenella flexuosa</i>										VI					3	5	VI	V	2
<i>Hymenophyllum wilsonii</i>																			
<i>Dicranum scoparium</i>																			
<i>Pleurozium schreberi</i>																			
<i>Galium hircynicum</i>																			
<i>Pinus sylvestris</i>							II	II		III	V	+							
<i>Carex arenaria</i>	I									II									
<i>Calluna vulgaris</i>																			
<i>Molinia caerulea</i>																			
<i>Calamagrostis epigaeos</i>																			
<i>Campylopus introflexus</i>	I	II	V	V	V	V	III	VI	V	III	2	VI							
<i>Cladonia coccifera</i> (inkl. <i>diversa</i>)							V	V	V	V	V	I	V						
<i>Cladonia floerkeana</i>							VI	V	V	V	V	VI	VI						
<i>Cladonia bacillaris</i>							I	VI	VI	V	VI	III	III						
<i>Cladonia ramulosa</i>							I	VI	V	V	VI	VI	III						
Beigetter																			
<i>Cladonia chlorophaea</i> agg. (s.o. / s.u.)							I	VI	V	V	II	V	V						
<i>Cladonia gracilis</i> ssp. <i>gracilis</i>							II	III	VI	II	II	VI	I	III					
<i>Cladonia glauca</i>								III	VI	II	II	III							
<i>Cladonia uncialis</i> ssp. <i>biuncialis</i>								VI	I	I	II	II							
<i>Cladonia cryptochlorophaea</i>								III	III	II	I	II							
<i>Rumex acetosella</i>																			
<i>Cladonia novochlorophaea</i>																			
<i>Trapelopsis granulosa</i>																			
<i>Cladonia subulata</i>																			
<i>Placynthiella icmalea</i>																			
<i>Cladonia macilentia</i>																			
<i>Micarea peliocarpa</i>																			
<i>Taraxacum officinale</i>																			
<i>Placynthiella uliginosa</i>																			
<i>Cladonia borealis</i>																			
<i>Cephalozia spec.</i>																			
<i>Ptilidium clivale</i>																			
<i>Campylopus flexuosus</i>																			
<i>Lophocolea heterophylla</i>																			
<i>Carex pilulifera</i>																			
<i>Eurynotum praelongum</i>																			
<i>Brachythecium rutabulum</i>																			
<i>Ceratocarpus claviculata</i>																			

Addenda: *Filago minima*: 4a +; *Pohlia nutans*: 4a +; *Cladonia foliacea* s.str.: 4a +; *Hypochaeris radicata*: 4b +; *Leontodon hispidus* ssp. *hispidus*: 4b +; *Ceratodon purpureus*: 4b +; *Polytrichum juniperum*: 6 +; *Aemulochia spicata*: 7c +; *Portentilla erecta*: 11 +; *Genista anglica*: 11 +; *Dryopteris carthusiana*: 13 +; *Polytrichum formosum*: 13 +; *Holcus lanatus*: 13 +; *Lophozia ventricosa*: 13 +; *Luzula campestris*: 13 +; *Sorbus aucuparia*: 13 +; *Lophocolea bidentata*: 13 +; *Erica tetralix*: 13 +; *Vaccinium myrtillus*: 13 +; *Luzula multiflora*: 9 +.

weitere Arten außerhalb der Aufnahmen: *Betula pendula*, *Epilobium angustifolium*, *Frangula alnus*, *Holcus mollis*, *Juniperus communis*, *Prunus serotina*, *Quercus robur*, *Senecio sylvaticus*, *Stellaria media*, *Vaccinium vitis-idaea*.

weitere Arten des Straßenrandes (12 Aufnahmen): *Achillea millefolium*, *Ajra praecox*, *Botridium lunaria*, *Brachythecium albicans*, *Bromus hordeaceus* ssp., *Bromus hordeaceus* ssp. *pseudomonensis*, *Campanula rotundifolia* ssp. *rotundifolia*, *Cerastium semidecandrum*, *Cerastium holostoides*, *Cirsium arvense*, *Cirsium vulgare*, *Conyza canadensis*, *Crataegus monogyna*, *Crepis capillaris*, *Dactylis glomerata*, *Danthonia decumbens*, *Erodium cicutarium*, *Erophila verna*, *Galium verum* ssp. *verum*, *Holcus lanatus*, *Jasione montana*, *Koeleria arenaria*, *Lolium perenne*, *Matricaria discolorata*, *Onithopus perisyllius*, *Plagionion affine* s.str., *Poa annua*, *Potentilla argentea*, *Potentilla reptans*, *Rhynchospora squarrosa*, *Rosa canina*, *Scleranthus*.

Die Silbergrasflur des *Spergulo-Corynephoretum* und der Sandrasen des *Corynephor-Agrostietum aridae* JURASZEK 1927) können aber wahrscheinlich auch, z.B. durch bestimmte Witterungseinflüsse oder hohen Wildbestand, Dauergesellschaften (in „mosaic pattern“) bilden, wie z.B. im Oud Reemsterzand im Nationalpark De Hoge Veluwe.

Corynephor-Agrostietum aridae JURASZEK 1927 (syn. „*Agrostietum coarctatae*“ auct.). Die Sandrasen Assoziation wird schwach charakterisiert durch die relative Dominanz (Präferenz) von *Agrostis arida* und *Festuca filiformis*. Die Flechten treten bedeutend weniger in Erscheinung, typische Charakterarten der Silbergrasflur fehlen, dagegen sind Cladonien der *Cladina*-Gruppe (Rentierflechten s.str.) stärker vertreten. Im Kootwijkerzand und Nationalpark De Hoge Veluwe sind die Sandrasen kleinflächig in leichten Geländeniederungen (blown-outs) in stabilen Silbergrasfluren sowie auch an Weg- und Waldrändern entwickelt. Der Standort ist etwas humusreicher und feuchter als bei den typischen Silbergrasfluren.

6 Entstehung des Nationalparks de Hoge Veluwe

Wie überall auf den höher gelegenen Sandböden der Veluwe war der „Nationalpark De Hoge Veluwe“ Anfang des 19. Jahrhunderts eine halb-natürliche Landschaft, entstanden durch die ehemalige Landnutzung des Heidebauerntums. Durch lokal zu intensive Beweidung und/oder Plaggenstich wurde das Podsol-Bodenprofil zerstört und die darunter liegenden Decksande verweht. Es entstanden ausgedehnte Flugsandbereiche. Wenig Wald war immer vorhanden: Hecken um die Äcker, Niederwald um die Ortschaften und hier und da wurden Kiefernwälder gepflanzt, um den Sandverwehungen Einhalt zu gebieten. Auf die Hoge Veluwe gab es um 1830 etwa 400 ha Wald, 5100 ha waren waldfrei mit nacktem Sand oder bewachsen mit Zwergsträuchern oder Gräsern (Abb. 7).



Abb. 7: Ausgewehrte Sandlandschaft mit Mosaik von flechtenreichen Corynephorion und Genisto-Callunion Vegetation im Oud-Reemsterzand, im Nationalpark De Hoge Veluwe. (Foto: FJAD, Juli 2010).

Das Gebiet wurde von den Ortschaften Hoenderloo (NO), Deelen (O), Schaarsbergen, Oud Reemst (S) und Otterlo (NW) umrahmt. Die ersten Bepflanzungen wurden ab 1878 durch ehemalige Bewohner und die "Heidemaatschappij" mit Kiefern (*Pinus sylvestris*) durchgeführt. Die Heiden verloren ab 1850 ihre landwirtschaftliche Funktion (Kunstdünger). Heideflächen wurden kultiviert und in landwirtschaftlich genutzte Flächen umgewandelt, oder sie wurden mit Wald bepflanzt, vor allem durch reiche Leute aus dem Westen der Niederlande. Sie kauften Grundstücke zur Holzproduktion. Auch Arbeitsbeschaffungsziele spielten dabei eine Rolle. Auf den armen Sandböden wurden Kiefern gepflanzt, später auch andere Baumarten, auf den etwas besseren Böden auch Buchen und Eichen. Im Nordosten und Süden des Gebietes entstanden „parkartige Wälder“ mit Alleen, durchmischt mit kleinen Ackerflächen.

Der nachfolgende Text wurde fast komplett aus dem Allgemeinen Führer De Hoge Veluwe 1994, mit Text durch W. ALINGS, übernommen:

„Der Nationalpark ist die Hinterlassenschaft des Ehepaares Kröller-Müller und zugleich der größte Naturpark des Landes, der von einer Stiftung verwaltet wird. Die berühmte Kunstsammlung, die im Kröller-Müller-Museum untergebracht ist, gehört zu diesem Nachlass. Helene Müller wurde 1869 in der Nähe von Essen geboren. Ihr Vater leitete einen Hüttenbetrieb. Sie wuchs als Tochter eines achtbaren Kaufmanns auf, der einen Teilhaber in Rotterdam hatte. Als sie 19 Jahre alt war, begegnete sie Anton Kröller, Bruder des holländischen Direktors, der vorübergehend im deutschen Betrieb tätig war. Nach ihrer Hochzeit ließen sich beide in Rotterdam nieder, wo Anton Kröller Prokurist der Firma W.H. Müller & Co wurde. Ein Jahr später starb Helenes Vater. Antons Bruder zog sich krankheitsbedingt aus dem Betrieb zurück. Der 27 jährige Anton wurde Leiter eines Betriebes, den er mit seiner Frau Helene zu einem der größten Konzerne der Niederlande ausbaute. Die Multinational betrieb Handel, hatte Erz- und Kohlengruben verschiedenen Länder und Interessen in Russland und Südamerika. Die weltweiten Tätigkeiten brachten regelrechte Schätze ein. Das Ehepaar hatte ein Lebensziel, das auf dem Hoge Veluwe feste Gestalt angenommen hat. Das Traumbild, dem jahrelang nachgejagt wurde, ist heute Wirklichkeit. „Dann wird es eine große Lehre sein, wie weit es eine Kaufmannsfamilie zu Beginn des Jahrhunderts an innerer Bildung gebracht hat“, schrieb Helene Kröller-Müller. Dieser Vision lag ein Gedanke zugrunde, namentlich der des öffentlichen Wohls. Er sammelte Ödland, sie sammelte Kunst, wobei beides Ideal war, im besondere die Einheit von Natur und Kultur hervorzuheben. Zwischen 1910 und 1928 wurden die Flächen der heutigen Hoge Veluwe allmählich zusammengekauft von Herrn Kröller. Die Wiederbewaldung wurde weitergeführt von deutschen Forstwirtschaftlern.

Es wurden weitere Arten angepflanzt, auch Exoten: *Pseudotsuga menziesii*, *Larix species*, *Picea abies* und *Quercus rubra*, *Amelanchier lamarckii*, *Prunus serotina* ("Waldäcker"). Spontane, natürliche Waldentwicklung fand auf den Heiden und Sandflächen durch natürliche Aussaat von *Pinus sylvestris* aus Anpflanzungen statt. Im Jahre 1935 wurde das gesamte Gelände durch die Stiftung „Het Nationale Park De Hoge Veluwe“ geschützt. Die Kunstkollektion wurde dem Staat unter Bedingungen übertragen, dass hierfür im Park ein Museum gebaut werden sollte. Sommer 1938 wurde das Museum geöffnet, bis zu ihrem Tod in 1939 war Helene Kröller-Müller Direktorin. Anton starb 1941. Beide liegen begraben auf dem „Franse Berg“, eine bewaldete Sanddüne.“

7 Die heutige Situation

Der Nationalpark De Hoge Veluwe ist der größte Naturpark in Privatbesitz der Niederlande und umfasst heute insgesamt etwa 5.500 Hektar, davon 1.500 ha Kulturwald und 1.200 ha natürlichen Kiefernwald, entstanden aus früheren Kiefernplantagen. Der Rest besteht aus Heiden mit wenig Feuchtbereichen und Grasflächen, und Flugsandbereichen, die vor hundert Jahren noch 75% des Gebietes bedeckten. Der Wildbestand enthält Rothirsch, Reh, Wild-

schwein und Mufflon. Der Park kombiniert Natur, Kunst, Architektur und Bildung. Es gibt das international bekannte Kröller-Müller Museum, Skulpturen, Jachtschloß St. Hubertus, das Besucherszentrum/Museum und viele Möglichkeiten die Natur zu erkunden.

In den Jahren 1950-1960 gab es einen Wandel in der Zielsetzungen der Forstverwaltung des Parks. Neben Holzproduktion wurde die Erholung immer wichtiger. Es wurde angestrebt, einen floristisch und strukturell variierten Waldbestand zu schaffen mit Abwechslung von hell und dunkel und offen und dicht. Auch beeinflusst durch die schweren Stürme 1972 und 1973 trat die Stabilität des Ökosystems Wald mehr und mehr in den Vordergrund: Austausch von Exoten durch einheimische Arten, Erhöhung der Biodiversität durch Alt- und Totholz, natürliche Verjüngung. Die Holzproduktion gerät immer mehr in den Hintergrund.

Die oben geschilderten Entwicklungen lassen jetzt drei "Waldtypen" erkennen.

1. Parkforst: Ein Park-ähnlicher Wald mit hohem ästhetischen Wert und Exoten in der Nähe von Museum und Jagdschloß.

2. Naturwald: Ein natürlich (besser spontan) entstandener Wald typisch für die Standortverhältnisse. Auf den armen Sandböden sind es Kiefernwälder (*Pinus sylvestris*), auf den etwas reicheren Böden Laubwälder (*Betulo-Quercetum*, *Quercus-Fagetum*) mit heimischen Arten, z. T. durchsetzt mit Exoten, auch Sträuchern (*Prunus serotina*, *Amelanchier lamareckii*) durch spontane Aussaat.

3. Ehemalige Produktionsforste: Sie sollten den ästhetischen Wert der Landschaft erhöhen oder/und wurden zur Holzproduktion angelegt. Es sind meist Monokulturen mit Bäumen gleichen Alters. Sie befinden sich im Nordosten und Süden des Parks. Zielsetzungen des zukünftigen Managements sind folgende:

Parkforst: Das Management ist auf Erhalt und Erhöhung der Attraktivität für die Erholung ausgerichtet. Die Erholungsfunktion ist hier zentral: Kleinflächige Verjüngung, wo notwendig, Erhaltung von Abwechslung in Arten, Alter, Farben, offenen Räumen und dicken, monumentalen Bäumen, wenig Totholz.

Naturwald: Naturwerte sind hier primär. Das Management ist ausgerichtet auf eine natürliche Vegetation mit einheimischen Arten: *Juniperus communis*-Gebüsche, Eichen-Birkenwälder, Kiefern-Wälder. Auch sehr alte Produktionsforste mit natürlichem Charakter werden weiter „renaturiert“.

Multifunktionaler Wald/Forst: Umwandlung von ehemaligen Produktionsforsten. Die Ziele Naturwert, Erholung und landschaftliche Werte sind hier gleichrangig. Kulturhistorisch wichtige Strukturen (Hecken, ehemalige Niederwälder, Äcker und Alleen) sollen erhalten bleiben. Die Holzproduktion steht in hier an letzter Stelle.

Die Erhaltung, Herstellung und Entwicklung wertvoller Landschaftsstrukturen basiert auf wissenschaftlichen Grundlagen, die von Universitäten, Forschungsinstituten und engagierten ehrenamtlichen Einsatz der vielen Arbeitskreise der Vereinigung „Vrienden van de Hoge Veluwe“ geleistet wird.

Das Management der nicht bewaldeten Flächen wurde intensiviert. Die Beweidung durch Großwild, etwa 200-250 Rothirsche, 150-200 Mufflons (ausgesetzt 1921), 150-175 Rehe und 50-100 Wildschweine tragen nur zum Teil zur Erhaltung der offenen Bereichen bei. Zu Zeiten der traditionellen Bewirtschaftungsweise, Beweidung mit kleinflächigem Plaggen, Mähen und Brennen, fand durch vegetative Verjüngung und generative Vermehrung eine ständige Regeneration der Heide statt. Der für *Calluna vulgaris* charakteristische persistente Samenspeicher ermöglicht eine gute generative Regeneration. An die Stelle traditioneller Bewirtschaftungsformen müssen heute Pflegemaßnahmen treten, um eine Überalterung, Vergrasung (v.a. mit *Deschampsia flexuosa* und *Molinia caerulea*) und Verbuschung zu verhindern sowie vergaste Bestände in vitale Zwergstrauchheiden zurückzuführen. Dabei steht an erster Stelle, dem „Ökosystem Heide“ Nährstoffe zu entziehen. Unabdingbar für den Erfolg der Maßnahmen ist nicht zuletzt eine Reduzierung des heutigen Stickstoffeintrages aus der Atmosphäre. Mögliche Methoden der Pflege sind Brand, Beweidung, Mahd und Plaggen,

die letztere wird im Nationalpark De Hoge Veluwe als erfolgreichste betrachtet und großflächig praktiziert und jetzt wird lokal als Experiment mit Rindern („Schotse Hooglanders“) nachbeweidet.

Durch großflächiges Entfernen in 2001 und 2002 der Vegetation und oberen Bodenschicht wurden offenen Flächen zur Neubesiedlung der *Corynephorion*-Gesellschaften geschaffen. Kiefern werden in Flugsandgebieten geschlagen und jetzt werden auch *Corynephorion*-Bestände, die mit *Campylopus introflexus* zugewachsen sind, abgeplagt z. B. im Gebiet Otterlose Zand.

8 Flora

Die Flora des Nationalpark zählt etwa 500 höhere Pflanzen Arten; davon werden 25 als Rote Liste Arten in den Niederlanden geführt. Es sind *Carex ericetorum*, *Scorzonera humilis* und *Arnoseris minima* (Kategorie 1), *Ranunculus ololeucos*, *Cuscuta epithymum*, *Lycopodium clavatum* und *Diphasiastrum tristachyum* (Kategorie 2), *Eriophorum vaginatum*, *Pedicularis sylvatica*, *Carex pallescens*, *Botrychium lunularia*, *Polygala serpyllifolia*, *Potamogeton polygonifolius*, *Dactylorhiza maculata ssp. elodes*, *Dactylorhiza maculata ssp. praetermissa*, *Rhynchospora fusca*, *Narthecium ossifragum*, *Illecebrum verticillatum*, *Sherardia arvensis*, *Centaureum erythraea*, *Juniperus communis* und *Lycopodiella inundata* (Kategorie 3) und *Oreopteris limbosperma* und *Lycopodium annotinum* (Kategorie 4) (VAN RIJSWIJK 1999).

Danksagung

Wir danken Ortrun Lepping und Prof. Dr. Dietbert Thannheiser für Ihre hilfreichen Korrekturen an einer früheren Version des Manuskripts.

Literatur

- ALINGS, W. (1994): De Hoge Veluwe – Allgemeine Führer. Koninklijke Drukkerij G.J. Thieme, Nijmegen.
- ANONYMUS (2009): De Hoge Veluwe - Het Nationale Park De Hoge Veluwe – Bezoekersgids.
- BIERMANN, R. & DANIÉLS, F.J.A. (1997): Changes in lichen-rich dry sand grassland vegetation with special reference to lichen synusiae and *Campylopus introflexus*. *Phytocoenologia* 27: 257-273.
- BÜLTMANN, H. (2005): Strategien und Artenreichtum von Erdflechten in Sandtrockenrasen. *Tuexenia* 25: 425-444.
- DANIÉLS, F.J.A., BIERMANN, R. & BREDER, C. (1993): Über Kryptogamen-Synusien in Vegetationskomplexen binnenländischer Heidelandschaften. *Ber. Reinh. Tüxen Ges.* 5: 199-219.
- DANIÉLS, F.J.A. & KRÜGER (1996): Veranderingen in droge stuifzandbegroeiingen bij Kootwijk na kappen en verwijderen van Grove dennen. *Stratiotes* 13: 37-56.
- DANIÉLS, F.J.A., LEPPING, O. & MINARSKI, A. (2008): Die Bedeutung der Kryptogamengesellschaften für die Zustandsbewertung des gesamten Ökosystems, erläutert am Beispiel der Flechten. *Ber. Reinh. Tüxen Ges.* 20: 147-162.
- DANIÉLS, F.J.A., MINARSKI, A. & LEPPING, O. (2008): Long-term changes in the pattern of *Corynephorion* grassland in the inland of the Netherlands. *Annali di Botanica*, n.s. 8: 9-29.
- DE GRAAF, G. (1999): Staatsbosbeheer 100 jaar natuur voor iedereen - Het Kootwijkerzand. Uniepers Abcoude, Staatsbosbeheer.
- DE SMIDT, J.T. (1975): Nederlandse Heidevegetaties. Proefschrift. Rijksuniversiteit Utrecht.
- DIEMONT, W.H. (1996): Survival of Dutch heathlands. Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen. IBN Scientific Contributions 1, Wageningen.
- DIJKHUIZEN, S., SCHIMMEL, H. & WESTRA, R. (1976): Ontdek de Veluwe. De Lange/van Leer.
- FANTA, J. & SIEPEL, H. (Hrsg.) (2010): Inland drift sand landscapes. KNNV Publishing, Zeist, The Netherlands. ISBN 978 90 5011 350 2. www.knnvpublishing.nl.
- HAAK, B. & HOFMAN, P. (Hrsg.) (1995): De Hoge Veluwe in de 19e eeuw. ISBN 90-9008283-2. Outhuis, Velp.
- HASSE, T. (2005): Charakterisierung der Sukzessionsstadien im Spergulo-Corynephorietum (Silbergrasfluren) unter besonderer Berücksichtigung der Flechten. *Tuexenia* 25: 407-424.
- HASSE, T. (2006): A Contribution to Ecology and Conservation of *Corynephorus* Grassland. Doktorarbeit Fachbereich Biologie. Universität Münster.
- HASSE, T. (2007): *Campylopus introflexus* invasion in a dune grassland: succession, disturbance and relevance of existing plant invader concepts. *Herzogia* 20: 305-146.

- HASSE, T., DANIÉLS, F.J.A. & VOGEL, A. (2002): Komplekxkartierung der Vegetation zur Bewertung einer mosaikartig strukturierten Binnendünenlandschaft. *Natur und Landschaft* 77 (8): 340-348.
- HEIDINGA, H.A. (1984A): De Veluwe in de Vroege Middeleeuwen; aspecten van de nederzettingsarcheologie van Kootwijk en zijn bureu. Proefschrift Universiteit Amsterdam.
- HEIDINGA, H.A. (1984B): Indications of severe drought during the 10th century AD from an inland dune area in the Central Netherlands. *Geologie en Mijnbouw* 63: 241-248.
- HEIDINGA, H.A. (1987): Medieval settlement and economy north of the lower Rhine. *Archeology and history of Kootwijk and the Veluwe (the Netherlands)*. Assen Cingula 9.
- HEIL, G.W. (1984). Nutrients and the species composition of heathlands. Proefschrift Rijksuniversiteit Utrecht.
- HENTSCHER, M. 2011: Die Gliederung des Corynephorion Klika 1931 (Silbergrasfluren) in Europa. Doktorarbeit. Universität Münster.
- JUNGERIUS, P.D. & RIKSEN, M.J.P.M. (2010): Contributions of laser altimetry images to the geomorphology of the Late Holocene inland driftsands of the European Sand Belt. *Baltica* 23 (1): 59-70.
- KETNER-OOSTRA, R. (2006): Lichen-rich coastal and inland sand dunes (Corynephorion) in the Netherlands: Vegetation dynamics and nature management. Proefschrift Landbouwwuniversiteit Wageningen und Onderzoek Centrum. ISBN 90 8504-514-2.
- KETNER-OOSTRA, R. & SÝKORA, K.V. (2008): Vegetation change in a lichen-rich inland drift sand area in the Netherlands. *Phytocoenologia* 38: 267-286.
- KETNER-OOSTRA, R., APTROOT, A., JUNGERIUS, P.D. & SÝKORA, K.V. (2012): Vegetation succession and habitat restoration in Dutch lichen-rich drift sands. *Tuexenia* 32: in press.
- KOSTER, E.A. (1978): De Stuifzanden van de Veluwe: een fysisch-geografische studie. Proefschrift. Universiteit van Amsterdam.
- KOSTER, E.A. (2009): The „European Aeolian Sand Belt“: Geoconservation of the Drift Sand landscapes. *Geoheritage* 1: 93-110.
- KUPPEN, J. & BUIJTENDORP, D. (without date): Guide to the Hoge Veluwe National Park – Art & Nature in every season. ISBN 90.800462-5-6.
- PALLAS, J. (2000): Zur Synsystematik und Verbreitung der europäischen bodensauren Eichenmischwälder (*Quercetalia roboris* Tüxen 1931). *Abh. Westf. Mus. Naturk.* 62 (3): 1-125.
- POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 2. Auflage. Ulmer, Stuttgart.
- RIKSEN, M. 2006: Wind Born Landscapes – The role of wind erosion in agricultural land management and nature development. Proefschrift Wageningen Universiteit.
- SCHAMINÉE, J.H.J., STORTELDER, A.H.F. & WEEDA, E.J. (1996): De Vegetatie van Nederland 3 – graslanden, zomen, droge heiden. Opulus Press Uppsala-Leiden, ISBN 91-8871-605-8.
- SCHAMINÉE, J.H.J., STORTELDER, A.H.F. & WESTHOFF, V. (1995): De Vegetatie van Nederland 1 – grondslagen, methoden, toepassingen. Opulus Press Uppsala-Leiden, ISBN 91-8871-603-1.
- SCHAMINÉE, J.H.J., WEEDA, E.J. & WESTHOFF, V. (1995): De Vegetatie van Nederland 2 – wateren, moerassen, natte heiden. Opulus Press Uppsala-Leiden; ISBN 91-8871-604-X.
- SCHAMINÉE, J.H.J., WEEDA, E.J. & WESTHOFF, V. (1998): De Vegetatie van Nederland 4 – kust, binnenlandse pioniermilieus. Opulus Press Uppsala-Leiden, ISBN 91-8871-606-6.
- SCHIMMEL, H. (1975): „Atlantische woestijnen“, de Veluwe zandverstuivingen. *Natuur en landschap* 29 (1/2): 11-44.
- SIEBEL, H. & DURING, H. (2006): Beknopte Mosflora van Nederland en België. KNNV, Utrecht. ISBN 90 5011 207 2.
- SPARRIUS, L.B. (2011): Inland dunes in The Netherlands: soil, vegetation, nitrogen deposition and invasive species. Proefschrift Universiteit van Amsterdam.
- STORTELDER, A.H.F., SCHAMINÉE, J.H.J. & HOMMEL, P.W.F.M. (1999): De Vegetatie van Nederland 5 – ruigten, struwelen, bossen. Opulus Press Uppsala-Leiden, ISBN 90-803988-3-7 (91-8871-607-4).
- STOUTJESDIJK, PH. (1959): Heaths and Inland dunes of the Veluwe. Proefschrift Rijksuniversiteit Utrecht.
- STOUTJESDIJK, PH. & BARKMAN, J.J. (1992): Microclimate – Vegetation and Fauna. ISBN 971622-2-1. Opulus Press AB, Knivsta.
- TEN HOUTE DE LANGE, S.M. (projectleiding en eindredactie) (1977): Rapport van het Veluwe-onderzoek. Een onderzoek van natuur, landschap en cultuurhistorie ten behoeve van de ruimtelijke ordening en het recreatiebeleid. Pudoc, Wageningen. ISBN 90-220-0651-4.
- VAN HERK, K. & APTROOT, A. (2004): Veldgids Korstmossen. KNNV, Utrecht, Van Herk & Aptroot, Soest. ISBN 90 5011 175 0.
- VAN MOURIK, J.M. (1988): Landschap in beweging. Ontwikkeling en bewoning van een stuifzandgebied in de Kempen. *Nederlandse Geografische Studies* 74: 5-12.
- VAN DER MEIJDEN, R., WEEDA, E.J., ADEMA, F.A.C.B. & DE JONCHEERE, G.J. (1983): Heukels/Van der Meijden. Flora van Nederland. Wolters-Noordhof, 20e Druk.
- VAN RIJSWIJK, C.C. (1999): Flora van de Hoge Veluwe: inventarisatie, monitoring en evaluatie. Rapport nr. 1999-03. Flora- en Faunawerkgroep van de Vereniging Vrienden van de Hoge Veluwe.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft](#)

Jahr/Year: 2012

Band/Volume: [BH_5_2012](#)

Autor(en)/Author(s): Daniels Frederikus J. A., Ketner-Oostra Rita

Artikel/Article: [Nachexkursion: Kootwijkerzand und Nationalpark de Hoge Veluwe \(Niederlande\) 89-104](#)