

Dennenwolfsklauw (*Huperzia selago* (L.) Schrank & Mart.) in Nederland

Piet Bremer* & Bert Oving**

* Roelingsbeek 1, 8033 BM Zwolle; e-mail: pietbremer@planet.nl

** Parelduiker 17, 9648 DE Wildervank; e-mail: bert@spoorzoekers.demon.nl

Dennenwolfsklauw (*Huperzia selago* (L.) Schrank & Mart.) in Nederland

Dennenwolfsklauw is een sterk bedreigde soort in Nederland, maar recent is een relatief groot aantal nieuwe vindplaatsen vastgesteld, vooral in het noorden van het land. Sinds 1982 zijn planten gevonden op 29 locaties. Op 24 van deze locaties is de aanwezigheid van deze soort in 2006 nog vastgesteld. Planten zijn gevonden op minerale bodems, met aantallen variërend van 1 tot 400 per locatie. De habitatvoorkeur is sinds de 19^e eeuw veranderd. Destijds groeiden planten vooral in natte heidevelden, thans vooral in nieuw aangelegde oeverzones en taluds van watergangen en in ingerichte gebieden, waarbij de soort zich gedraagt als pionier. De afnemende depositie van SO₂ in de laatste decennia van de 20^e eeuw kan heel goed een rol hebben gespeeld bij het waargenomen herstel. Het herstel is nu het meest opvallend in gebieden die altijd al de laagste SO₂ depositie hebben gekend. De grootste Nederlandse populatie (Kuinderbos) is gedurende 25 jaar gevolgd. De sterke achteruitgang van *Huperzia selago* van de afgelopen jaren blijkt hier gelijk op te gaan met een sterke toename van Gewone dophei.

Huperzia selago (L.) Schrank & Mart. in the Netherlands

In the Netherlands, *Huperzia selago* is a severely threatened species. In recent years, however, many new occurrences of this clubmoss species have been discovered, most of them in the northern part of the country. Since 1982, 29 locations with plants of *Huperzia selago* have been found and in 2006 the species was still present in 24 of them. The plants were growing on mineral soils and population sizes varied from 1 to 400 plants per site. Since the 19th century, habitat preference has significantly changed. In the 19th century, most plants occurred in wet heathlands, whereas nowadays plants especially occur on newly created flat banks of small waterbodies and slopes of canals and ditches. In these locations the species behaves as a pioneer species. The strong decline in SO₂ deposition shown in the last decades of the 20th century may have played a significant role in the observed recovery of the species. The recovery is most significant in those parts of the Netherlands which have always had the lowest level of SO₂ deposition. The largest population within the Netherlands (Kuinderbos) has been monitored during a period of 25 years. In this population, the sharp decline of *Huperzia selago* shown in the last years correlates with a significant population increase of *Erica tetralix*.

Inleiding

Dennenwolfsklauw (*Huperzia selago*; Fig. 1) behoort tot de meest zeldzame plantensoorten van onze inheemse flora. Het is volgens de recente Rode Lijst een ernstig bedreigde soort, met twintig vindplaatsen in de periode 1900–1950 en vier in de periode 1975–1998 en met een negatieve trend van 80% (gebaseerd op vergelijking



Fig. 1. Een keimplant (links) en twee adulte planten (midden en rechts) van Dennenwolfsklauw (*Huperzia selago* (L.) Schrank & Mart.) van een populatie nabij Heerenveen. Foto's: H.M.G. Uilhoorn, Heerenveen.

van 7374 kilometerhokken van FLORIVON en FlorBase).¹ Dennenwolfsklauw is opgenomen als bijlage IV soort van de Europese Habitatrictlijn (thans onderdeel van de Flora- en faunawet).² Soorten met een dergelijke status verdienen vanuit het oogpunt van natuurbehoud en natuurbeheer een grote belangstelling en hun aanwezigheid kan van doorslaggevende betekenis zijn bij de beoordeling van ruimtelijke plannen. In verband hiermee is een goed beeld van de huidige status belangrijk: hoe is de actuele verspreiding, welke veranderingen zijn opgetreden en welke factoren verklaren het voorkomen van de soort? Een opmerkelijke reeks van recente vondsten van Dennenwolfsklauw in Noord-Nederland was de directe aanleiding om een overzicht van deze soort samen te stellen.

Methodode

Ten behoeve van het onderzoek is een enquête-lijst gemaakt met een veertigtal op habitat- en populatie-eigenschappen gerichte vragen. Van de 29 sinds 1982 bekende groeiplaatsen zijn 17 uitgebreid door de auteurs beschreven en een viertal door derden. Van de overige acht groeiplaatsen zijn de beschrijvingen niet volledig. De textuur van het zand is bepaald met een zandwijzer. De pH (H₂O) is bepaald na menging van 15 gram grond (humuslaag) en 20 ml water en is gemeten met een pH-meter. Bodemkundige eigenschappen als gelaagdheid, samenstelling en invloed van grondwater zijn bepaald na boring tot 1 m beneden maaiveld. Vegetatieopnamen zijn gemaakt met gebruik van de decimale schaal.³ De opnamen zijn ingevoerd en verwerkt in Turboveg.⁴ De populatieopbouw betreft een momentopname waarbij verschillende fasen zijn onderscheiden: keimplanten (planten < 2 cm lang), juvenielen/subadulten, en adulten (sporen- en/of gemmen-vormende planten), zie ook Fig. 1.⁵ Een dergelijk 'demografisch profiel' geeft een beeld van de opbouw van een populatie, variërend van jong en vitaal (groot aandeel keimplanten, juvenielen) tot verouderd (groot aandeel adulten, geen verjonging). Het in het verleden verzameld materiaal in de collectie van het Nationaal Herbarium Nederland te Leiden is nader onderzocht op de lengte van de planten (maximum lengte). Deze is bepaald door langs de stengel te meten.

Tabel 1. Biotoopvoorkeur van Dennenwolfsklauw (*Huperzia selago* (L.) Schrank & Mart.) in de periode tot en met 1981 en de periode na 1981. De soort is op slechts drie groeiplaatsen (dennenbos) in beide perioden aangetroffen.

Biotoop	1834	%	1982	%	totaal	%
	- 1981		- 2005			
Heide	12	54,5	1	3,4	13	27,5
Dennenbos	3	13,6	6	20,7	6	12,5
Kapvlakte	2	9,1	0	0	2	4,2
IJl begroeide zandgrond	2	9,1	2	6,9	4	8,3
Zandhoogte	1	4,6	0	0	1	2,1
Veengrond	1	4,6	0	0	1	2,1
Duinen	1	4,6	1	3,4	2	4,2
Sloot-/greppelalud	0	0	7	24,1	7	14,6
Oeverzone bij plas/vijver	0	0	3	10,3	3	6,3
Houtwal (in bos)	0	0	1	3,4	1	2,1
Schraalland	0	0	7	25,0	7	14,6
Wegberm	0	0	1	3,4	1	2,1
<i>Totaal</i>	<i>22</i>	<i>100</i>	<i>29</i>	<i>100</i>	<i>48</i>	<i>100</i>

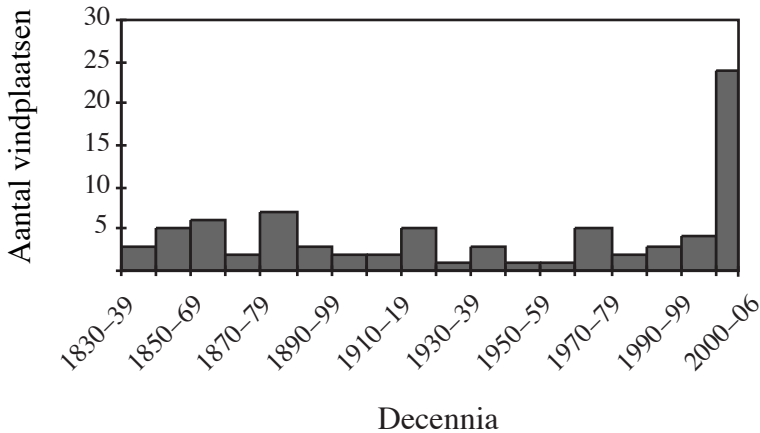


Fig. 2. Het aantal bekende groeiplaatsen van Dennenwolfsklauw (*Huperzia selago* (L.) Schrank & Mart.) in Nederland gedurende 175 jaar gebaseerd op het materiaal in de collectie van het Nationaal Herbarium Nederland te Leiden en de vindplaats-opgaven aan FLORON (na 1981).

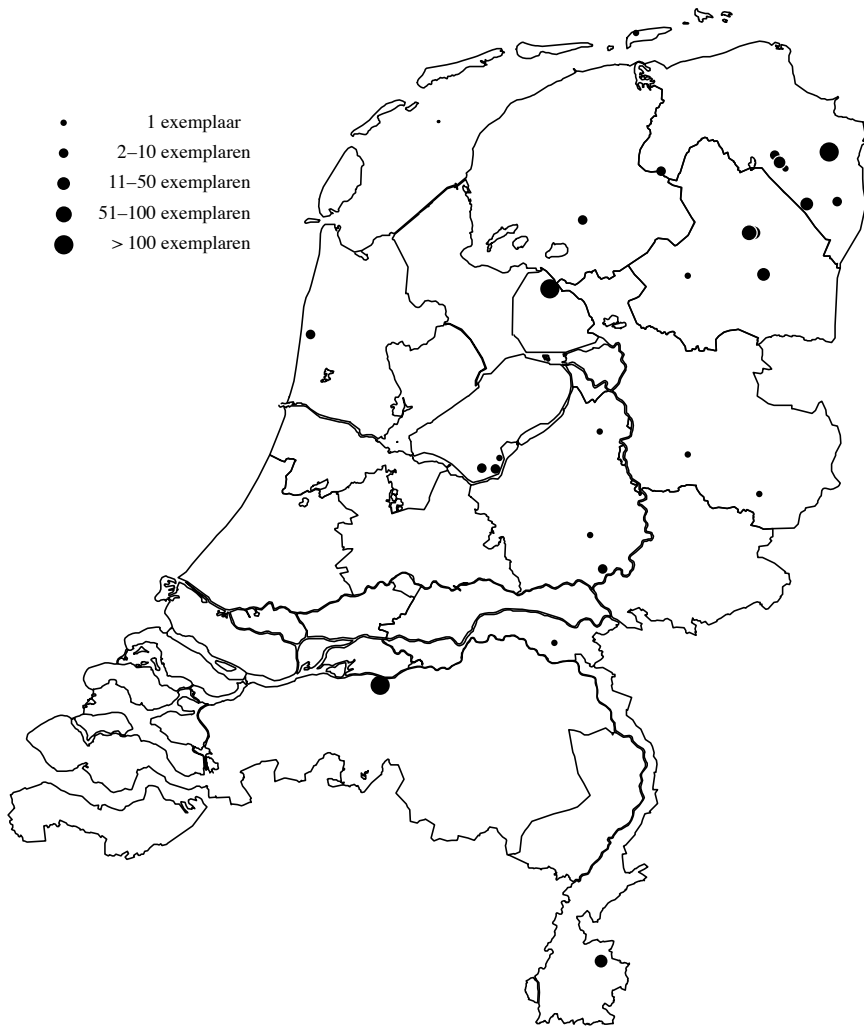


Fig. 3. Verspreiding van Dennenwolfsklauw (*Huperzia selago* (L.) Schrank & Mart.) in Nederland in de periode 1982–2005. Per locatie is het maximum aantal waargenomen planten voor deze periode weergegeven.

Verspreiding

Mennema et al.⁶ geven een overzicht van de verspreiding van de soort voor de periode vóór 1950 en de periode daarna tot en met 1981. Figuur 2 geeft het aantal vindplaatsen per decennium gedurende 175 jaar gebaseerd op de collectie in het Nationaal Herbarium Nederland. In de 19^e eeuw kwam de soort verspreid in ons land voor met de meeste groeiplaatsen op de Utrechtse heuvelrug, de Veluwe en in Noord-Brabant. Veel van deze groeiplaatsen zijn in de 20^e eeuw verdwenen. In de periode voor 1950

Tabel 2. Demografische momentopname van 16 populaties met Dennenwolfsklauw (*Huperzia selago* (L.) Schrank & Mart.) in Nederland in periode 2002–2005. De categorie 'overige 6 populaties' omvat de populaties met minder dan 10 exemplaren per populatie.

Locatie	Stadia kiemplanten (planten < 2 cm)	%	juvenielen en subadulten	%	adulten	%	totaal
Beersterplas	53	49,1	20	18,5	35	32,4	108
Drouwenerveld 1	31	31,9	18	18,6	48	49,5	97
Brunssumerheide	24	55,8	5	11,6	14	32,6	43
Kuinderplas	0	0	5	12,5	35	87,5	40
Muntendam	24	63,2	0	0	14	36,8	38
Kuinderplasjes	8	32,0	10	40,0	7	28,0	25
Stadskanaal	16	88,9	0	0	2	11,1	18
Wezup	7	63,6	2	18,2	2	18,2	11
Grollooërveld	0	0	0	0	10	100	10
Drouwenerveld 2	2	20,0	6	60,0	2	20,0	10
<i>overige 6 populaties</i>	5	26,3	6	31,6	10	42,1	19
<i>Totaal</i>							425

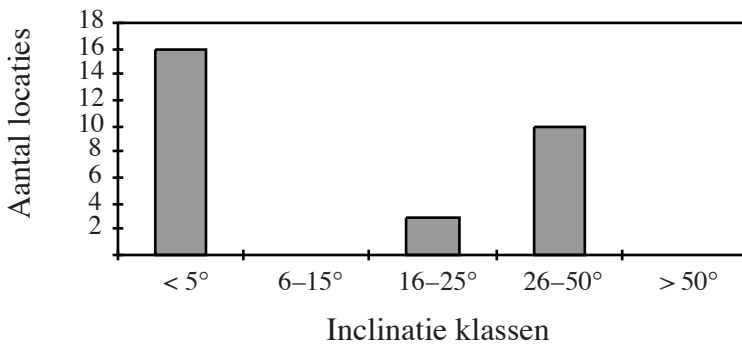


Fig. 4. De verdeling van de hellingshoek van groeiplaatsen van Dennenwolfsklauw (*Huperzia selago* (L.) Schrank & Mart.) in Nederland (n = 29).

is de soort bekend uit 37 uurhokken. Voor de periode 1950–1981 geldt een zeer zeldzaam en veelal onbestendig voorkomen in de IJsselmeerpolders en in het Drents-, Gelders- en Waddendistrict. Voor deze periode is de soort bekend van 12 uurhokken. Na 1981 (Fig. 3) is de soort op 29 locaties gevonden, waarvan in ieder geval drie en mogelijk vijf groeiplaatsen weer zijn verdwenen. Buiten de provincies Groningen en Drenthe met 14 vindplaatsen (waarvan acht nieuw in 2002!) en de al 25 jaar oude groeiplaats langs de Kuinderplas zijn groeiplaatsen ontdekt in het Horsterwold (1990), op het Woldstrand (1990), bij Zeewolde (1992), bij Heerde (1994), Nijmegen (1995), Brunssum (1996)⁷, Beckum (1996), Sprang-Capelle (1999)⁸, Castricum (2002), op Schiermonnikoog (2003), op de Sprengenberg (2004), bij Rheden (2004), in het Lierderbos (2005) en bij Heerenveen (2006).⁹

Habitat

Dennenwolfsklauw is na 1981 waargenomen op taluds van sloten en greppels in voor natuur of andere doelen afgegraven en ingerichte gebieden en in dennenbossen (Tabel 1). Op bijna de helft van de locaties (44,8%) is sprake van reliëf (> 5 graden), waarbij een voorkeur bestaat voor een noordelijke expositie (NW–NO) ($\chi^2 = 6,7$ p < 0,01; n = 12). Een zuidoost-expositie is alleen geconstateerd langs

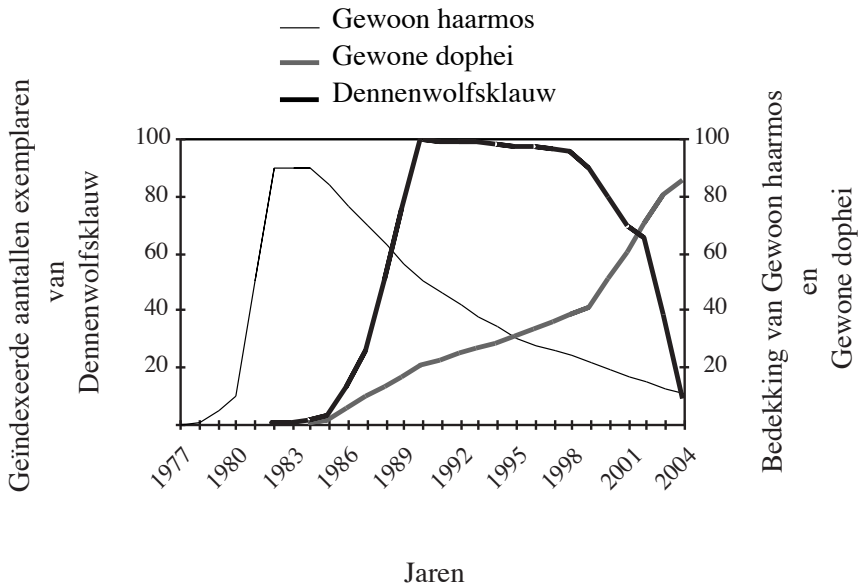


Fig. 5. Het geïndexeerde aantalsverloop van Dennenwolfsklauw (*Huperzia selago* (L.) Schrank & Mart.) langs de Kuinderplas (waarbij het maximum aantal van 400 exemplaren in 1990 op 100% is gezet) en de verandering in bedekking van Gewoon haarmos (*Polytrichum commune* s.l.) en Gewone dopheide (*Erica tetralix* L.). De figuur is deels gebaseerd op geïnterpoleerde waarden. Waarnemingen zijn in het gebied gedaan vanaf de inrichting van de Kuinderplas in 1977–1981.

de Kuinderplas. De hellingshoek kan variëren tussen de 0° tot 50° (Fig. 4). Op de drie grootste groeiplaatsen is sprake van sterk reliëf (Beersterplas, tot 50°) of matig reliëf (Drouwenerveld, Kuinderplas 20–30°). Planten groeien steeds op een minerale bodem, waarbij de gemiddelde korrelgrootte kan variëren van 140 tot 220 μm (matig fijn zand tot grof zand) met een mediane waarde van 150 μm (= matig fijn zand). Bodemkundig gezien ($n = 17$) is sprake van dalgronden (moerige zandgronden, 35%), van al dan niet verstoorde podzolgronden (41%) of van vaaggronden (24%). De humuslaag kan sterk in dikte variëren. Deze is afwezig of dun in ingerichte gebieden en dik in naaldbos (tot 60 cm). Een ecto-organische laag (strooisel- en fermentatielaag) komt alleen in het bos voor en varieert van 3–6 cm. De pH (H_2O) in de wortelzone varieert van 3,2 tot 5,0 (gemiddeld 4,4; standaarddeviatie 0,4; $n = 14$). Hydrologisch gezien gaat het meestal om systemen waar het grondwaterpeil kunstmatig hoog wordt gehouden en sprake is van zijdelingse instroom in droge perioden (54%) of om infiltratiegebied (42%). Slechts twee locaties hebben betrekking op kwelgebied. Een bijzondere situatie doet zich voor op de Brunsummerheide, waar de soort groeit aan de rand van kwelbeekjes met erosie. De meeste groeiplaatsen (76%) worden capillair beïnvloed door grondwater, dat 's winters soms binnen de 0,5 m beneden maaiveld komt. Bij de Kuinderplasjes, een aantal plasjes die zo'n 15 jaar geleden naast de Kuinderplas zijn aangelegd, kan het waterpeil 's winters tot boven het maaiveld komen. Groeiplaatsen in infiltratiegebied hebben veelal een laag grondwaterpeil en zijn geheel afhankelijk van hangwater (onder andere Sprengenberg, Rheden, Lierderbos). Planten staan meestal op lichtrijke plekken. Waar planten groeien in naaldbos is sprake van een lichte tot matige beschaduwing.

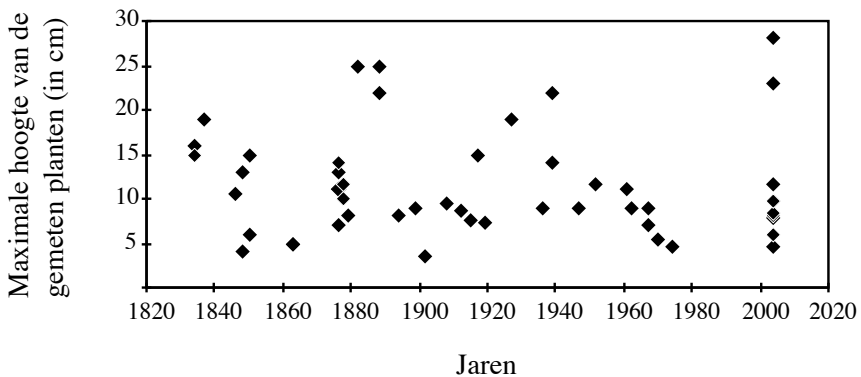


Fig. 6. De hoogte van planten (lengte van langste spruit) gebaseerd op herbariummateriaal van Dennenwolfsklauw (*Huperzia selago* (L.) Schrank & Mart.) in de collectie van het Nationaal Herbarium Nederland te Leiden. De gegevens van ná 2000 hebben betrekking op materiaal van de huidige vindplaatsen, waarbij per vindplaats alle planten zijn bekeken.

Tabel 3. Grootte van planten in 5 populaties van Dennenwolfsklauw (*Huperzia selago* (L.) Schrank & Mart.) in 2004. Verklaring afkortingen: **n** = grootte van de steekproef, **x** = gemiddelde lengte van de planten, **SD** = standaarddeviatie, **min** = lengte kleinste plant, **max** = lengte grootste plant.

Locatie	n	x	SD	min	max
Drouwenerveld 2	10	3,7	2,1	1,3	8
Grollooërveld	7	19,1	3	16,5	24,5
Drouwenerveld 1	66	10,8	6,2	1,5	22,5
Muntendam	14	8	1,8	5	11,5
Beersterplas	35	5,5	1,5	3,5	9,8

Populatie-opbouw

De Nederlandse populaties omvatten in de periode 2002–2005 meer dan 400 planten (Tabel 2). Grote groeiplaatsen zijn aanwezig bij de Beersterplas (108 exemplaren), Drouwenerveld (97 exemplaren), op de Brunssumerheide (43 exemplaren) en bij de Kuinderplas (40 exemplaren), zie: Tabel 2. De mediane waarde ligt bij 10 exemplaren; op de helft van de recente vindplaatsen komen minder dan 10 planten voor. Tabel 2 geeft ook een demografische momentopname. Vitale populaties omvatten naast adulte planten ook kiemplanten, juveniele planten en subadulte planten. Op 68% van de groeiplaatsen waar goed gekeken is naar de populatiestructuur komen kiemplanten voor (n = 16). Populaties die enkel bestaan uit adulte planten zijn verouderd en lopen de kans te verdwijnen. De populaties in het Grollooërveld en langs de Kuinderplas behoren tot deze categorie.

Langjarige monitoring heeft plaatsgevonden bij de Kuinderplas/Kuinderplasjes, nadat beide gebieden waren ingericht op voormalige landbouwgrond; zie Fig. 5. Langs de Kuinderplas werden de eerste exemplaren gevonden in 1985. Er waren toen 10 juveniele exemplaren aanwezig en, omdat de oevers tot onder het podzol-profiel zijn afgegraven en Dennenwolfsklauw in de wijde omgeving niet aanwezig is, moet kolonisatie zijn opgetreden vanuit sporen die van elders komen. In 1990 werd een top bereikt met 400 exemplaren met bijdragen uit alle levensstadia. Na 2002 is de omvang van de populatie sterk afgenomen en is deze populatie verouderd. Ondanks de sterke toename van Gewoon haarmos (*Polytrichum commune* s.l. in het begin van de jaren tachtig van de vorige eeuw kon de soort standhouden en zich zelfs uitbreiden, omdat naast en tussen de rechtopstaande stengels van Gewoon haarmos ruimte bleef voor vestiging van kiemplanten.¹⁰

Grootte van de planten

Figuur 6 geeft een overzicht van de maximale grootte van planten gemeten aan herbariummateriaal en van de recent onderzochte populaties. Herbariummateriaal vertoont een grote variatie in lengte, met grote planten in de 19^e eeuw. De grootste planten (25 cm) werden door Kok Ankersmit in 1888 verzameld op een moerasige heide bij Apeldoorn. De lengte van de planten lijkt in het materiaal van de 20^e eeuw vanaf ca. 1950 een dalende lijn weer te geven; de verzamelde planten werden steeds kleiner. Het recent onderzochte materiaal omvat een aantal grote planten, met de grootste exemplaren in het Grollooërveld (25 cm) en Drouwenerveld (23 cm). Dergelijke grote exemplaren zakken in elkaar. Dit wekt in het veld de suggestie van verschillende planten die in een cirkel groeien. De omhoog stekende delen zijn daarbij meestal minder dan 15 cm lang. Tabel 3 geeft de lengteverdeling van een aantal grote populaties. In een verouderende populatie (Grollooërveld) is de gemiddelde lengte het grootst. In populaties met veel verjonging is deze waarde laag.

Vegetatie

In de landelijke vegetatiedatabank van Alterra zijn van zeven locaties opnamen aanwezig. De oudste opname is afkomstig uit 1937 en betreft het Linderveld bij Den Ham. Uit deze opnamen blijkt het voorkomen in de Dopheide-associatie (*Ericetum tetralicis*), het Korstmos-rijke dennenbos (*Cladonio-Pinetum*), Rompgemeenschap van Zachte witbol (*Holcus mollis*), heischraal grasland (*Galio hercynici-Festucetum ovinae*) en een jonge dennenaanplant. De groeiplaatsen van na 1981 geven een nogal divers beeld. Waar sprake is van dennenbos behoort dit niet meer tot een associatie en spelen vergrassing en bosverjonging een rol in de kruidlagen. Op diverse locaties zijn elementen uit heischraal grasland aanwezig. Waar het om nieuw ingerichte gebieden gaat betreft het vegetaties met frequent voorkomen van Gewone dophei, Struikhei (*Calluna vulgaris*), Biggenkruid (*Hypochaeris radicata*), Zomprus (*Juncus articulatus*), Zandhaarmos (*Polytrichum juniperinum*) en Grijs kronkelsteeltje (*Campylopus introflexus*). Maar ook Moeraswolfklauw (*Lycopodiella inundata*) (6x) en Grote wolfsklauw (*Lycopodium clavatum*) (4x) komen opvallend vaak samen met Dennenwolfklauw voor. Elementen van de natte heide zijn dus duidelijk aanwezig, maar de vegetaties zijn vaak graziger, met een tendens naar heischraal grasland of een iets productiever grasland. Jonge exemplaren van diverse soorten bomen en struiken zijn vaak aanwezig.

Langs de Kuinderplas (Noordoostpolder) gedroeg Dennenwolfklauw zich als pionier van een vegetatie die de voorloper was van de huidige Dopheide-associatie. Ten tijde van vestiging van de soort in 1983 was de bodem deels begroeid met Gewoon haarmos en andere mossoorten en ijl begroeid met vaatplanten (Fig. 5). Hier vestigde zich ook de Ronde zonnedaauw (*Drosera rotundifolia*). Op het oude land wordt de Dopheide-associatie op kale bodems (bijvoorbeeld na plaggen) vooraf gegaan door de Moeraswolfsklauw-Snavelbies-associatie (*Lycopodio-Rhynchosporietum*). Bij de Kuinderplas ontbraken beide Snavelbies-soorten, Moeraswolfsklauw en Kleine zonnedaauw (*Drosera intermedia*). In 1992 werd nabij de Kuinderplas podzolgrond

afgegraven en werden ondiepe plasjes aangelegd: de Kuinderplasjes.¹¹ Binnen enkele jaren vestigden zich hier Dennenwolfsklauw en Moeraswolfsklauw naast elkaar, laatstgenoemde zelfs massaal, evenals Ronde zonnedauw. Ook nu ontbraken Witte en Bruine snavelbies (*Rhynchospora alba*, *R. fusca*). Syntaxonomisch gezien is dus sprake van een heel eigen vorm van de Moeraswolfsklauw-Snavelbies-associatie, waarbij het ontbreken van beide Snavelbies-soorten, maar ook van bijvoorbeeld Klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*) en Veenbies (*Trichophorum cespitosum* subsp. *germanicum*), samenhangt met het ontbreken van een zaadbank en de sterk geïsoleerde ligging van het gebied – op meer dan 16 km vanaf goed ontwikkelde voorbeelden van deze associatie.

Cultuurhistorie

Dennenwolfsklauw is regelmatig verschenen na inrichting van een gebied (41%). Het kan hier gaan om zandwinning, al of niet met een natuurbestemming na beëindiging van de winning, of inrichting van een golfterrein of om echte natuurontwikkeling vanuit boerenland (Damlanderpolder, Kuinderplasjes, Nijmegen). Cultuurhistorisch gezien (met als referentie het landschap van 100 jaar geleden) liggen de meeste locaties op plekken waar vroeger of hoogveen (31%) of heide voorkwam (39%). Een derde belangrijke categorie betreft de voormalige Zuiderzee (18%). Het gaat dus steeds om gebieden met zeer grootschalige veranderingen als gevolg van ontginningen of drooglegging.

Beheer

Van alle 29 locaties met Dennenwolfsklauw is ruim de helft in beheer bij een Natuurbeschermingsorganisatie. In de bossen is sprake van een selectief dunningsbeheer, dat recent niet schadelijk is geweest voor de populaties. De bosbeheerders (Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten) kennen de groeiplaatsen en houden rekening met de soort. Op de groeiplaatsen buiten de bossen gaat het in iets meer dan de helft van de gevallen om pioniersituaties waar nog geen beheer is uitgevoerd. Op iets minder dan een vijfde van alle locaties wordt gemaaid en lopen planten een grote kans te verdwijnen. Planten verdwijnen als ze worden afgemaaid, zoals is gebleken bij de groeiplaats op het landgoed Twickel. Beweiding vindt zelden plaats (op twee locaties). Door het laag produktieve karakter van de groeiplaatsen kan maaien of beweiden enkele jaren achterwege blijven. Meestal zijn kiemplanten van bomen en/of struiken aanwezig, wat bij niets doen leidt tot bosopslag en de ontwikkeling naar een wilgen-berkenbos. Wanneer het zich ontwikkelende bos in een dichte stakenfase komt zal Dennenwolfsklauw door lichtgebrek verdwijnen.

Sinds het ontstaan van de oevers rondom de Kuinderplas is hier vrijwel jaarlijks de opslag handmatig verwijderd om dichtgroeiën met struweel en naaldbos te voorkomen. Eind 1990 zijn de oevers met Dennenwolfsklauw voorzichtig gemaaid waarbij de maaibalk zodanig hoog was ingesteld dat schade aan deze soort werd voorkomen. Ook daarna bleef handmatig trekken van de opslag echter noodzakelijk.

Discussie

Het lijkt goed te gaan met Dennenwolfsklauw in ons land gezien de sterke recente toename van het aantal groeiplaatsen. Een deel van de nieuwe vindplaatsen is het resultaat van gericht zoeken in op het oog geschikt terrein, maar meer dan de helft van de locaties is bij toeval gevonden door floristen of beheerders. In het verleden is er een duidelijk verband gelegd tussen de achteruitgang van wolfsklauwen en de atmosferische SO₂-vervuiling.¹² Hierbij speelde waarschijnlijk zowel een verband tussen de vestiging van sporen en de door SO₂ veroorzaakte verzuring een rol als een relatie tussen vitaliteit van planten en de SO₂-concentratie. De SO₂-emissies en -deposities zijn de afgelopen 20 jaar sterk gedaald met positieve effecten voor de flora. Bekend is dat diverse voor SO₂-gevoelige korstmossen zich hebben hersteld.^{13 14} De invloed van SO₂ lijkt aannemelijk omdat het herstel van Dennenwolfsklauw, uitgaande van de nieuwe groeiplaatsen, tot nu toe in sterke mate gecorreleerd is met een gradiënt in SO₂-depositie die in Nederland van noord naar zuid loopt. De meeste nieuwe vindplaatsen liggen in het noorden, met een gering aantal vestigingen in het midden en zuiden van ons land. Noordoost-Nederland en de duinen zijn, zeker wat de SO₂-vervuiling betreft, altijd de schoonste delen van Nederland geweest.

Als het herstel van Dennenwolfsklauw inderdaad het gevolg is van de verbeterde luchtkwaliteit mag ook herstel worden verwacht bij andere wolfsklauwsoorten. Een beperkt effect van verminderde SO₂-emissie en -depositie op het herstel van Moeraswolfsklauw is niet uit te sluiten, maar de belangrijkste oorzaken van het herstel voor deze soort zijn het grote oppervlak natte, vergraste heide dat sinds 1985 geplagd is en de ontwikkeling van nieuwe natuur. Bij de Kleine wolfsklauw (*Lycopodium tristachyum*) is geen positieve trend waarneembaar. Wel is het opvallend dat op vier van de zes nieuwe vindplaatsen van Dennenwolfsklauw in Groningen zich tevens de Grote wolfsklauw (*Lycopodium clavatum*) heeft gevestigd. Van de Stekende wolfsklauw (*Lycopodium annotinum*) zijn weliswaar recent enkele nieuwe vindplaatsen ontdekt in Drenthe en Twente, maar het gaat hier om populaties waarvan de vestiging heeft plaatsgevonden vóór het recente herstel van de Dennenwolfsklauw. Uit eerder onderzoek is verschillende keren naar voren gekomen, dat bladmossen in de 19^e eeuw groter waren dan in de 20^e eeuw en dat SO₂ hier zeer waarschijnlijk (mede) verantwoordelijk voor was, omdat deze stof van invloed is op de groei.^{15 16} Ook de plantgrootte-data van Dennenwolfsklauw gebaseerd op het materiaal van het Nationaal Herbarium Nederland passen in dit beeld: recent zien we weer grotere exemplaren (Fig. 6).

Het pH (H₂O) bereik van Dennenwolfsklauw in Nederland stemt overeen met dat in Groot-Brittannië en Duitsland.^{17 18} In Schotland komt de soort ook op weinig substraat voor, wat in Nederland niet het geval is.¹⁸ De soort kan in Schotland ook voorkomen in de *Dryas octopetala*-*Silene acaulis*-gemeenschap op kalkrijke rotsen, waar het onder andere wordt begeleid door Geelhartje (*Linum catharticum*), Kleine ratelaar (*Rhinanthus minor*) en Groene nachtorchis (*Dactylorhiza viridis*).¹⁹

De habitat-voorkeur is nogal veranderd. In de 19^e eeuw kwam de soort vooral op natte heide voor, nu in oeverzones en taluds van watergangen en in ingerichte gebieden. Ook in Noord-Amerika wordt de soort gevonden in zandafgravingen,

slootkanten en oevers.²⁰ De reden van de verandering in biotoopvoorkeur is niet duidelijk. Nog steeds hebben we in ons land natte heiden, maar met een veel geringer oppervlak dan in de 19^e en begin 20^e eeuw. Wel is er de afgelopen 20 jaar veel geplagd. Moeraswolfsklauw wist in te spelen op deze ontwikkeling, maar Dennenwolfsklauw is niet verschenen op dergelijke plagplekken. Het aanbod van sporen zal hierbij zeker een rol spelen of hebben gespeeld.

Moeraswolfsklauw vestigt zich in geplagde heide waarschijnlijk deels uit de sporenbank. Bovendien waren van deze soort in Nederland altijd rijk sporulerende populaties aanwezig, ook in de jaren voordat het massale plaggen begon (start van herstelmaatregelen in de jaren tachtig).²¹ De soort was daardoor in staat de geplagde plekken te vinden en hier binnen enkele jaren zelf weer sporen te vormen, en zich zo via sporen massaal uit te breiden. Na plaggen kan kale grond in voor wolfsklauwen geschikte habitats al weer binnen vijf jaar grotendeels begroeid zijn met Gewone dophei, mede onder invloed van de ammoniakdepositie. Moeraswolfsklauw kan deze snelle successie bijbenen en inspelen op nieuwe situaties.

Dennenwolfsklauw heeft een veel langere periode nodig waarin de bodem open blijft en de groei van Gewone dophei of andere plantensoorten achterblijft. De ontwikkeling bij de Kuinderplas laat zien dat Gewone dophei de soort uiteindelijk verdringt en in staat is een rijke groeiplaats in enkele jaren te doen verdwijnen. Toen Dennenwolfsklauw zich in 1982 vestigde langs de Kuinderplas kwam de soort in Nederland vrijwel niet meer voor (slechts drie vindplaatsen). Vestiging van deze boreaal-montane soort is dan ook zeer waarschijnlijk geschied door vanuit het buitenland aangevoerde sporen. Aanvoer is denkbaar vanuit Schotland. Ook voor diverse zeldzame varens in het Kuinderbos lijkt aanvoer van sporen van buiten Nederland aannemelijk (Engeland, Midden-Europa).²² Opvallend is ook dat vestiging al vrij snel op kan treden na gebiedsinrichting. Langs de Kuinderplas trad vestiging van de Dennenwolfsklauw op binnen acht jaar na inrichting, in het Adriaan Tripbos bij Sappemeer in het zesde jaar na inrichting, en in sommige gebieden is het mogelijk al binnen drie jaar gebeurd. Groeiplaatsen in Noordoost-Nederland kunnen deels ook ontstaan zijn vanuit andere recente vestigingen, omdat al enkele jaren na vestiging planten van de Dennenwolfsklauw sporen kunnen vormen. Massale uitbreiding ter plekke na een eerste vestiging heeft in de regel te maken met broedknoppen (gemmen) die gevormd worden in de bladoksels. Deze broedknoppen worden over afstanden van tussen de 1 en 60 cm vanaf de moederplanten verspreid (gemiddeld 29,3 cm, n = 50; experimentele metingen), waardoor een concentratie van verjonging rondom ouderplanten optreedt (aggregatie).

De Nederlandse populaties omvatte in 2002–2006 29 groeiplaatsen met ruim 400 exemplaren (voor de periode 1982–2006 gaat het in totaal om meer dan 800 verschillende exemplaren). De populaties zijn nu mogelijk groter dan dat ze ooit geweest zijn in de afgelopen 100 jaar. In vergelijking met het buitenland is de gehele Nederlandse populatie echter van beperkte omvang. In Schotland is de soort algemeen en hoewel aantal schattingen ontbreken gaat het om ongetwijfeld grote aantallen exemplaren.¹⁹ Het aantal groeiplaatsen in Nederland waar Dennenwolfsklauw voor langere tijd heeft standgehouden is beperkt (Grollooërveld, Drouwenerveld). Monitoring zal moeten uitwijzen of de soort zich in de toekomst op de nu bestaande

groeiplaatsen kan handhaven. Er doen zich diverse bedreigingen voor. Op de Brunsummerheide kan de soort mogelijkwijs verdwijnen door te sterke betreding. Successie is al eerder genoemd als bedreigende factor. Gewone dophei kan planten van Dennenwolfsklauw overgroeien. Maaien is niet geschikt als beheersmaatregel om het negatieve effect van successie tegen te gaan, omdat de soort absoluut niet tegen maaien kan.¹⁷ Verbossing leidt uiteindelijk tot het verdwijnen van de soort, tenzij bomen en struiken op tijd worden getrokken. Ook met extensieve begrazing wordt opslag onderdrukt en wellicht biedt deze vorm van beheer kansen en gunstige voorwaarden voor vestiging en instandhouding van populaties, hoewel hiervan nog weinig voorbeelden bekend zijn uit ons land (onder andere van de Damlanderpolder).

Dennenwolfsklauw gedraagt zich als een pionier, waarbij exemplaren soms ouder kunnen worden dan 20 jaar en populaties om allerlei redenen weer kunnen verdwijnen. In feite gaat het om een langlevende pioniersoort. De verwachting is, dat zich in Nederland in de nabije toekomst meer kansen op vestiging voor zullen doen, gezien de nieuwe natuur die ontwikkeld is en het grote oppervlak natuurgebied dat nog ontwikkeld wordt op voormalige landbouwgrond. Bij vergelijking met de situatie in de jaren dertig van de vorige eeuw komt de soort nu meer voor, wat strikt genomen betekent dat de soort niet meer het predikaat ernstig bedreigd hoeft te dragen.¹ Daarmee volgt de soort een trend die eerder bij andere bedreigde soorten is vastgesteld, zoals bij Duits viltkruid (*Filago vulgaris*) en Pilvaren (*Pilularia globulifera*).²³

1. Gebaseerd op achtergronddocument bij; R. van der Meijden, B. Odé, C.L.G. Groen, J.P.M. Witte & D. Bal, 2000. Bedreigde en kwetsbare vaatplanten in Nederland. Basisrapport met voorstel voor de Rode Lijst. *Gorteria* 26: 85–208.
2. Flora- en faunawet. 2005. SDU.
3. G. Londo. 1975. De decimale schaal voor vegetatiekundige opnamen van permanente kwadrateen. *Gorteria* 7: 101–106.
4. S.M. Hennekens & J.H.J. Schaminée. 1999. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science* 12, 4: 589–591.
5. Naast genoemde stadia bestaat ook nog het stadium van postadulten of vegetatieve adulten; planten die bijgedragen hebben aan de voortplanting en daarna geen sporangia meer vormen. In het veld kan deze categorie alleen worden onderscheiden van de categorie subadult met langjarig onderzoek aan gemerkte planten (demografisch onderzoek).
6. J. Mennema, A.J. Quené-Boterbrood & C.L. Plate. 1985. Atlas van de Nederlandse flora. 2. Zeldzame en vrij zeldzame planten. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht.
7. O. op den Kamp. 2006. Wolfsklauwen (Lycopodiaceae) van de Brunsummerheide. *Natuur Historisch Maandblad*. (in voorbereiding).
8. V. Westhoff & A. Wagemakers. 1999. Dennenwolfklauw [*Huperzia selago* (L.) Schrank & Mart.] terug in Noord-Brabant. *Gorteria* 25: 136–139.
9. Vondsten werden sinds 1982 gedaan door J. Besten, D. Blok, P. Bremer, M. van Gelder, O. op den Kamp, M. Maltha, S. Meyer-Janse, M. Leeuwerke, B. Oving, M. Perdeck, W. Penning, K. Roobeek, R. van Rosmalen, T. Teunissen, K. Uilhoorn, K. van der Veen, H. Waltje, A. Wagemakers.
10. P. Bremer. 2004. De Kuinderplas; een hotspot in de Noordoostpolder. *Vriendenkring* 44, 3: 33–42.

11. P. Bremer. 1994. Flora, vegetatie en bosverjonging in het Kuinderbos. Rapport Staatsbosbeheer. Lelystad.
12. D. van Dam, H.F. van Dobben, C.J.F. ter Braak & T. de Wit. 1986. Air pollution as a possible cause for the decline of some phanerogamic species in the Netherlands. *Vegetatio* 65: 47–52.
13. H.F. van Dobben. 1993. Vegetation as a monitor for deposition of nitrogen and acidity. Proefschrift, Rijksuniversiteit Utrecht.
14. C.M. van Herk & A. Aptroot. 1996. Epifytische korstmossen komen weer terug. *Natura* 93: 130–132.
15. P. Bremer & D.A.J. Vogelpoel. 1979. Bijdragen tot de revisie van de Nederlandse bladmossen. 2. *Dicranum* sectie *Dicranum*. *Lindbergia* 5: 121–125.
16. H.N. Siebel, B.F. van Tooren, H.M.H. van Melick, A.C. Bouman, H.J. During & K.W. van Dort. 2000. Bedreigde en kwetsbare mossen in Nederland. *Buxbaumia* 54: 1–86.
17. H.W. Bennart. 1999. Die seltener und gefährdeten Farnpflanzen Deutschlands. Biologie, Verbreitung, Schutz. Bundesamt für Naturschutz. Bonn/ Bad Godesberg.
18. C.N. Page. 1982. The Ferns of Britain and Ireland. Cambridge University Press, Cambridge.
19. J.S. Rodwell (red.). British Plant Communities. 3. Grasslands and montane communities.
20. Flora of North America editorial committee. 1993. Flora of North America. North of Mexico. Volume 2. Pteridophytes and Gymnosperms.
21. M. Cals, M. de Graaf & J. Roelofs (red). 1992. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in natuurterreinen. K.U. Nijmegen/Ministerie van LNV.
22. P. Bremer. The colonisation of new habitats by ferns (in voorbereiding).
23. P. Bremer. 2002. De toename van de Pilvaren (*Pilularia globulifera* L.) in Overijssel. *Gorteria* 28: 81–8.