

# De kalktufbron, kleinood met een grote status

**B. van Gennip**  
**J.A.M. Janssen**  
**E.J. Weeda**

Geveerd diknerfmos (*Palustriella commutata*, synoniem *Cratoneurion commutatum*) is een mos dat velen wel eens gezien hebben, al zal men zich daar niet altijd bewust van zijn. Het mos kan namelijk enorme plakATEN vormen in kalkgebieden, op locaties waar zeer kalkrijk water over een rotswand naar beneden sijpelt. Dergelijke plekken zijn als een soort toeristische attractie bekend van onder meer de Eifel en de Ardennen (Figuur 1). Deze door mossen gedomineerde begroeiingen van kalkrijke bronnen zijn beschreven als verbond *Cratoneurion commutati*.

Bronnen zijn gebonden aan een heuvelachtig landschap met ondoorlatende lagen in de ondergrond (Horsthuis 2006). Locaties die aan de eerste voorwaarde voldoen, zijn in sommige delen van Oost-Nederland ruimschoots voorhanden. De combinatie van kalkgebieden en slecht doorlatende lagen is echter vrij uitzonderlijk, zodat kalkbronnen zeldzaam zijn. De ontwatering van veel inziggebieden heeft het aantal locaties met kalkrijke bronnen nog verder beperkt. Deze ontwikkeling strekt zich veel verder uit dan Nederland, wat de reden is geweest om kalkbronnen op de Europese Habitatrichtlijn op te nemen als een prioritair habitatype 'Kalktufbronnen met tufsteenformatie (*Cratoneurion*) [type 7220]' (Janssen & Schaminée 2003).

In ons land is het voorkomen van het *Cratoneurion commutati* pas recent onderkend; tot dusver is slechts één opname gepubliceerd (Evers & Weeda

1998). In *De vegetatie van Nederland* werd het verbond nog niet beschreven (Siebum et al. 1995); er waren op dat moment geen opnamen van dergelijke begroeiingen voorhanden. Tot voor kort kregen mosbegroeiingen van brongebieden (met soorten als *Palustriella commutata*, *Trichocolea tomentella* en *Hookeria lucens*) in Nederland nauwelijks plantensociologische aandacht (Weeda 2000). Pas met de samenstelling van een overzicht van mossengemeenschappen (Van Dort et al., in prep.) lijkt daar verandering in te komen.

Momenteel zijn kalktufbronnen met *Palustriella commutata* bekend van drie locaties in het Heuvelland: het Elsoërbos, de Noorbeemden en – in afwijkende vorm – in de Kathager Beemden. Eerstgenoemde vindplaats is al sinds de 19<sup>e</sup> eeuw als vindplaats bekend (Touw & Rubers 1989); de andere twee zijn pas recent ontdekt. In het bronnetjesbos van Terziet komt een systeem voor dat op de bronnen in het Elsoërbos en de Noorbeemden lijkt, maar geen *Palustriella commutata* bevat.

In dit artikel worden deze mosgemeenschappen en hun groeiplaatsen beschreven, waarbij we ingaan op de syntaxonomische positie van dergelijke begroeiingen en nauw verwante typen mosvegetatie. Eerst gaan we echter in op het fenomeen tufvorming en geven we een korte beschrijving van de groeiplaatsen. In Tabel I presenteren we opnamen uit het Elsoërbos, de Noorbeemden, het bronnetjesbos van Terziet; ter vergelijking zijn opnamen van een paar andere locaties toegevoegd.

Voor opnamen uit de Kathager Beemden, die door hun grote soortental de draagkracht van de tabel onnodig op de proef zouden stellen, wordt verwezen naar Weeda (2007).

## Tufvorming

Waar zeer kalkrijk water in bronnen uittreedt, treedt vorming van tufsteen of travertijn op. Dit proces gaat als volgt in zijn werk. Zolang het grondwater zich ondergronds bevindt, is het koud, rijk aan kooldioxide ( $\text{CO}_2$ ) en verzadigd met calcium- en carbonaat-ionen (Wilmanns 1989). Tussen deze opgeloste stoffen heerst een evenwicht, dat mede bepaald

wordt door het feit dat calciumcarbonaat ( $\text{CaCO}_3$ ) in tegenstelling tot calciumwaterstofcarbonaat [ $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ] slecht in water oplosbaar is. Zodra het water aan de oppervlakte komt, daalt het gehalte aan kooldioxide, enerzijds doordat het als gas ontwijkt, anderzijds door onttrekking van deze stof aan het water door planten. Hierdoor verschuift het evenwicht en raakt het water oververzadigd met calciumcarbonaat, dat neerslaat op takjes, steentjes en mossen in de vorm van tuf.

## Elsloërbos

Het Elsloërbos ligt ten zuiden van Elsloo, op de oostelijke flank van het Maasdal.



*Figuur 1. De Wasserbaum in de Eifel vormt voor meer mensen dan alleen bryologen een grote attractie (Foto: Bas Kers)*

Het betreft het noordelijke deel van een vrij omvangrijk bosgebied, dat bestaat uit het Hoge en Lage Bos bij Elsloo (samen het Elsløerbos), het Geulderbos bij Geulle en het Armenbos en het Bunderbos bij Bunde. In deze hellingen gaat het laagterras van de Maas direct over in het hoogterras, waarbij hoogteverschillen tot circa 80 meter optreden. De steile helling is begroeid met soortenrijke bossen, die worden doorsneden door talrijke bronbeekjes (Evers 1983; Evers & Weeda 1998). Het bos direct langs deze beekjes behoort tot het *Carici remotae-Fraxinetum*, het overige hellingbos tot het *Stellario-Carpinetum*.

De ondergrond van de helling bestaat uit kalksteen; daaroverheen liggen pleistocene grindpakketten, die door de Maas zijn aangevoerd. Tussen deze pakketten bevinden zich zand- en kleilagen uit het Oligoceen en Mioceen. Op deze lagen stagneert het grondwater, waarna het zijdelings afstroomt in de richting van het Maasdal. Waar deze lagen dagzomen, ontspringen diverse bronnetjes. Ten noorden van de Geullebreuk (gelegen tussen Geulle en Moorveld) liggen deze aardlagen enkele tientallen meters lager dan in het zuidelijke bosgebied. Het grondwater stroomt aan de noordkant van de breuk door miocene en door kalkrijke oligocene afzettingen, terwijl aan de zuidkant alleen kalkarme oligocene lagen aanwezig zijn. De bronnen in het Elsløerbos zijn daardoor kalkrijk, terwijl de bronnen in het Bunderbos kalkarmer en zuurder water leveren.

Bronnen met *Palustriella commutata* worden aangetroffen in het Lage Bos, het gedeelte nabij Kasteel Terhagen (ook wel Kasteel Elsloo genoemd). Het water treedt uit in een knik, waar de bovenaan opvallend steile helling flauwer wordt. Hier liggen parallel aan elkaar verscheidene bronbeekjes met zeer kalkrijk water. Waar dit water aan de oppervlakte komt, treedt vorming van

tufsteen of travertijn op. Hierdoor worden in de bronnen en de bronbeekjes natuurlijke cascades gevormd, waarover minieme stroompjes hun weg zoeken. De bodem van de bronlocaties is kleiig, zompig en moeilijk begaanbaar.

De opnamen 1-9 in tabel I geven de mosvegetatie van deze bronnen weer. De oppervlakte van de afzonderlijke bronnen ligt in de grootte-orde van 10 m<sup>2</sup>. In de begroeiing domineert *Palustriella commutata*, kensoort van het *Cratoneuretum commutati* dat als associatie werd beschreven door Aichinger (1933). Ter plaatse groeit dit mos vooral aan de rand van microterrassen, de 'treden' van de eerder genoemde cascades, die gevormd worden door aanhechting van tuf aan hard substraat dat in de bron ligt (takjes, kleine stenen). Tufvorming vindt ook plaats in de onderste delen van de kussens van *Palustriella commutata*. De planten bereiken niet de afmetingen die in de literatuur genoemd worden (5 - 10 cm volgens Siebel & During, 2006); met een lengte van hoogstens 4 cm zijn ze ongeveer even groot als de ook aanwezige verwant *Cratoneuron filicinum*. In de moskussens groeien slechts af en toe andere mossoorten, voornamelijk *Brachythecium rivulare* (in kleine plukjes) en hier en daar *Pellia endiviifolia* en *Oxyrrhynchium speciosum*.

Vaatplanten staan voornamelijk aan de randen van de bronnen en slechts incidenteel in de moskussens. De enige soorten die soms een substantieel bedekkingsaandeel (5-20 %) weten te bereiken, zijn *Chrysosplenium oppositifolium* en *Cardamine amara*. Van de overige vaatplanten komen alleen *Cardamine pratensis* en *Hedera helix* met enige regelmaat voor, de laatste voornamelijk in de vorm van kiemplanten. *Cardamine amara* en *Chrysosplenium oppositifolium* vinden in brongebieden hun zwaartepunt in de door vaatplanten gedomineerde associatie *Pellio-Chrysosplenietum oppositifolii*,

## De kalktufbron, kleinoed met een grote status

Nummer opname	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Locatie	Eb	Eb	Eb	Eb	Eb	Eb	Eb	Eb	Eb	Nb	Nb	Nb	Nb	Nb
Jaar (1992-2007)	07	07	07	07	07	07	07	07	95	07	07	07	06	06
Maand	III	III	III	III	III	III	III	III	V	III	III	III	III	III
Auteur	EW	EW	EW	EW	EW	EW	EW	EW	EW	EW	EW	EW	JJ	JJ
Lengte proefvlak (m)	0.4	0.5	3	0.5	1.5	1.5	1	1.5	2	0.6	0.8	0.4	2	1
Breedte proefvlak (m)	0.15	0.3	1	0.4	1	1.2	1	0.8	0.2	0.3	0.3	0.4	2	1
Expositie	W	-	W	W	ZW	W	ZW	ZW	-	Z	Z	Z	-	-
Inclinatie	20	-	10	1	1	5	1	1	-	30	3	15	-	-
Bedekking kruidlaag (%)	1	10	-	-	1	20	10	-	40	-	-	1	5	-
Bedekking moslaag (%)	90	90	40	40	70	70	70	60	70	70	70	40	70	60
Aantal soorten	5	6	3	3	5	4	4	4	8	4	2	5	8	4

**MOSSEN****K ADIANTETEA****A Cratoneuretum commutati, V Cratoneurion commutati**

kKVA	Palustriella commutata	5	4	3	3	4	4	3	2b	4	4	2b	3	4	2a
kV	Didymodon tophaceus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

**K PLATYHYPNIDIO-FONTINALIETEA****A Pellio-Cratoneuretum filicini, V Brachythecion rivularis, O Brachythecietalia plumoso-rivularis**

kA	Cratoneuron filicinum	.	.	.	.	+	2a	3	3	2a	.	.	2a	+	4
kV	Brachythecium rivulare	.	.	+	+	+	r	+	2b	2b	+	2a	1	+	+
dO	Plagiomnium undulatum	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
dO	Plagiomnium rostratum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
oK	Rhynchostegium riparioides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

**begeleiders**

	Oxyrrhynchium speciosum	+	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Pellia endiviifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.
	Oxyrrhynchium hians	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.
	Pellia epiphylla	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Brachythecium spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Plagiomnium affine	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

**VAATPLANTEN****A Pellio-Chrysosplenietum, K Montio-Cardaminetea**

kA	Chrysosplenium oppositifolium	+	.	.	.	.	.	.	.	2b	.	.	.	.	.
kK	Cardamine amara	.	.	.	r	.	2b	2a	.	.	.	.	.	2a	r
oK	Equisetum telmateia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

**Overige (vnl. Querco-Fagetea en Galio-Urticetea)**

	Urtica dioica	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Lamium galeobdolon	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Cardamine pratensis	+	2a	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.
	Hedera helix (juv.)	.	+	r	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.
	Sambucus nigra	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	.	.	.	.	.
	Ficaria verna	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	r	.	.
	Milium effusum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
	Poa trivialis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
	Geranium robertianum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Nummer opname	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Locatie	Nb	Nb	Bb	Bb	Bb	Bb	Eb	Eb	Du	Us	Us	Tz	Tz
Jaar (1992-2007)	06	07	07	07	07	07	92	92	96	96	96	07	06
Maand	III	III	II	II	II	III	V	V	V	XII	XII	III	IV
Auteur	JJ	EW	EW	EW	EW	EW	JH	JH	KD	KD	KD	EW	EW
Lengte proefvlak (m)	0.5	0.8	1.2	0.12	1	0.3	2	2	0.4	0.2	0.2	2.5	2
Breedte proefvlak (m)	0.5	0.3	0.3	0.07	1	0.15	2	0.5	0.3	0.2	0.2	0.8	1.5
Expositie	-	-	-	-	-	-	-	-	N	NW	NW	-	-
Inclinatie	-	-	-	-	-	-	-	-	90	85	85	-	-
Bedekking kruidlaag (%)	-	-	-	-	-	10	40	10	-	-	-	20	20
Bedekking moslaag (%)	90	20	30	95	60	100	90	85	50	15	25	20	20
Aantal soorten	5	2	2	3	3	7	10	7	2	3	4	8	11
<b>MOSSEN</b>													
<b>K ADIANTETEA</b>													
<b>A Cratoneuretum commutati, V Cratoneurion commutati</b>													
kKVA	Palustriella commutata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
kV	Didymodon tophaceus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<b>K PLATYHYPNIDIO-FONTINALIETEA</b>													
<b>A Pellio-Cratoneuretum filicini, V Brachythecion rivularis, O Brachythecietalia plumoso-rivularis</b>													
kA	Cratoneuron filicinum	+	2b	2b	2b	4	5	5	5	3	2a	2a	2a
kV	Brachythecium rivulare	5	.	.	3	1	.	.	.	2a	.	.	1
dO	Plagiomnium undulatum	.	.	.	.	.	r	1	2a	.	.	.	1
dO	Plagiomnium rostratum	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
oK	Rhynchostegium riparioides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>begeleiders</b>													
	Oxyrrhynchium speciosum	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	2a	.
	Pellia endiviifolia	.	.	2a	.	.	.	.	.	+	2a	2a	2a
	Oxyrrhynchium hians	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
	Pellia epiphylla	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.
	Brachythecium spec.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.
	Plagiomnium affine	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.
<b>VAATPLANTEN</b>													
<b>A Pellio-Chrysosplenietum, K Montio-Cardaminetea</b>													
kA	Chrysosplenium oppositifolium	.	.	.	.	r	2a	2b	2a	.	.	.	2b
kK	Cardamine amara	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	+
oK	Equisetum telmateia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Overige (vnl. Querco-Fagetea en Galio-Urticetea)</b>													
	Urtica dioica	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.
	Lamium galeobdolon	.	.	.	.	.	.	2a	1	.	.	.	.
	Cardamine pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Hedera helix (juv.)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Sambucus nigra	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Ficaria verna	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Milium effusum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Poa trivialis	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+
	Geranium robertianum	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+

Tabel 1. Opnametabel van mosgemeenschappen in kalkrijke bronnen in Zuidoost-Nederland. Locaties: Bb = Bunderbos, Du = Duivelsberg (Rijk van Nijmegen), Eb = Elslöerbos, Nb = Noorbeemden, Tz = Terziet (bronnetsjesbos), Us = Ulestraten (dorpsbron). Alle locaties liggen in Zuid-Limburg met uitzondering van de Duivelsberg, die tot het Rijk van Nijmegen behoort. Auteurs: EW = E.J. Weeda, JH = J.T. Hermans, JJ = J.A.M. Janssen, KD = K.W. van Dort.

Addenda – de volgende soorten komen slechts in één opname voor in geringe hoeveelheid (1, + of r): opname 15 – *Plagiothecium nemorale*; opname 16 – *Eurhynchium striatum*; opname 20 – *Acer pseudoplatanus* (juv.), *Geum urbanum*; opname 21 – *Ranunculus repens*; opname 24 – *Tortula muralis*; opname 25 – *Bryoerythrophyllum recurvirostre*; opname 27 – *Filipendula ulmaria*, *Primula elatior*, *Scrophularia auriculata*.

die in vlakke kommen en op flauwe, drassige glooiingen thuishoort en een zachter (slibrijker, humeuzer) substraat preferereert dan het *Cratoneuretum commutati*. In 1995 werden *Palustriella commutata* en *Chrysosplenium oppositifolium* gezamenlijk aangetroffen op een langgerekte ‘drempel’, die in een bronbeek was gevormd door een lange, uit een boom gevallen streng van *Hedera helix*. Deze drempel had aan een achttal soorten vestigingskansen geboden, een aantal dat in omringende tufbronnen niet wordt gehaald (Evers & Weeda 1995).

Op enige meters stroomafwaarts vanaf de bron houdt de tufvorming op. Ook hier vinden we een door mos beheerste begroeiing, maar nu voert *Cratoneuron filicinum* de boventoon en ontbreekt *Palustriella* (opnamen 21 en 22). Dergelijke begroeiingen, soms met *Brachythecium rivulare* als co-dominante soort, komen ook voor in het zuidelijker gelegen Bunderbos (opnamen 17-20).

## Noorbeemden

Het dorp Noorbeek ligt in het uiterste zuiden van Zuid-Limburg, hemelsbreed minder dan een kilometer van de Belgisch-Nederlandse grens. Aan de noordrand van de bebouwde kom ligt de overkluisde bron van de Noor, de eerste beek ten zuiden van de Geul die vanuit het Mergelland in westwaartse richting stroomt. Binnen ons land vormt het dal

van de Noor een afzonderlijk stroomgebied. Over de grens mondt deze beek uit in de Voer, die ten zuiden van Eijsden uitkomt in de Maas en daarbij nog net Nederlands grondgebied aandoet. De Noorbeemden bestaan uit een complex van hooiweiden en natte bossen. De bossen behoren tot het *Pruno-Fraxinetum* met overgangen naar het *Stellario-Carpinetum*. Op de drassigste plekken komen wilgenstruweel (*Salicion cinerea*) en overgangen naar elzenbronbos (*Carici elongatae-Alnetum cardaminetosum*) voor.

In het bos liggen meerdere bronnen en bronbeekjes op een rij, alle ongeveer op dezelfde hoogte in de helling. De onderlinge afstand bedraagt circa acht meter. Bronnen met *Palustriella commutata* liggen nagenoeg alle rond de grens, op een locatie waar een achterliggende hogere heuvel (in België) voor toestroom van grondwater zorgt.

Vanaf de grens, waar de meest kenmerkende vorm van de bronvegetatie voorkomt (soortenarm, *Palustriella commutata* volledig dominant), is in oostelijke richting een gradiënt waar te nemen. De bronnen op de grens worden gekenmerkt door een enkele meters brede zone met vele stroompjes die slingerend hun weg vinden over watervalletjes met een kale bodem vol steenbrokken en steentjes, waarop en waartussen weinig meer dan *Palustriella commutata* groeit (opnamen 10-14 in

tabel I). Deze soorten komen over een lengte van circa 50 meter vanaf de bron dominant voor. Tufvorming treedt veelvuldig op, ook op plaatsen waar de mosbedekking gering is. Dit resulteert in een stevige, lichtgekleurde bodem die goed betreedbaar is. De fraaiste bronnen liggen waarschijnlijk aan de Belgische kant van de grens, maar de GPS-ontvangst schoot hier in het bos tekort om de ligging nauwkeurig te bepalen. Wel konden we vaststellen dat tenminste één bron met *Palustriella* aan de Nederlandse zijde van de grens ligt. Ook op deze locatie spelen vaatplanten een marginale rol in de *Palustriella*-vegetatie. Behalve de bronplant *Cardamine amara* nestelt zich soms een enkele bosplant in de kussens, zoals *Milium effusum*, die hier echter (als gevolg van de kalkrijkdom) een tekort aan bladgroen te zien geeft.

Nog geen 100 meter oostelijker is *Palustriella commutata* reeds geheel uit het beeld verdwenen. De stroompjes zijn hier rechtlijniger van vorm en dieper ingesneden in de omliggende bosbodem. Het is vrijwel zeker dat de evenwijdige afwateringsgreppels hier in de bosbodem zijn gegraven om het bos te draineren ten behoeve van houtproductie. De greppels hebben zich vervolgens tot bronbeekjes ontwikkeld. De mosvegetatie wordt hier gedomineerd door *Cratoneuron filicinum* en/of *Brachythecium rivulare* (opnamen 15 en 16). Het grootste deel van de stroompjes op Nederlands grondgebied herbergt een dergelijke begroeiing. De samenstelling van het water is basenrijk, maar bevat kennelijk minder kalk dan de bronnen op de grens; tufvorming wordt hier niet waargenomen.

## Kathager Beemden

Landschap en vegetatie van de Kathager Beemden zijn uitgebreid beschreven in een viertal recent verschenen artikelen (Keulen 1999; Weeda et al. 2006; Weeda & Keulen 2007; Weeda 2007). We

beperken ons daarom tot een korte karakteristiek van de groeiplaatsen van *Palustriella commutata*, waarbij het accent ligt op verschillen en overeenkomsten met de vorige twee locaties.

Terwijl *Palustriella* in het Elsloërbos en de Noorbeemden een uitgesproken soortenarme begroeiing vormt op stenig substraat in bosbeekjes (de meest typische vorm van het *Cratoneurion*, Natura2000 type 7220), staat zij in de Kathager Beemden op drassige plekken en op kanten van stroompjes in direct contact met een zeer soortenrijk hooiland op veen. Gemeenschappelijke kenmerken zijn het uittreden van kalkrijk grondwater in bronnen, de vorming van travertijn in het mosdek en de dominantie van *Palustriella*. Dit mos heeft zich de laatste vijftien jaar sterk uitgebreid; het grootste aaneengesloten plakkaat meet ruim 20 m<sup>2</sup>. Terwijl in de bosbeekjes slechts weinig soorten uit de omringende vegetatie doordringen, zijn de *Palustriella*-matten in de Kathager Beemden doorspekt met soorten uit het aangrenzende *Crepidio-Juncetum acutiflori* (waaronder vooral *Phragmites australis*, *Filipendula ulmaria*, *Crepis paludosa*, *Calliergonella cuspidata* en *Plagiomnium affine*; Weeda 2007, tabel I, opnamen 28-32); het aantal soorten bedraagt 20-38 per opname. Een dergelijke soortenrijkdom is trouwens in *Cratoneurion*-gemeenschappen in montane brongebieden niet ongewoon (Zechmeister & Mucina 1994).

*Campylium stellatum*, een kenmerkende soort van contactmilieus tussen zuur en kalkrijk water, die plantensociologisch als domein van het *Caricion davallianae* te boek staan, is vermeldenswaard. Hetzelfde verbond wordt ook vertegenwoordigd door *Carex flava*, *Plagiomnium elatum* en *Fissidens adianthoides*, waar de laatste twee elk slechts in één opname voorkomen. Daarnaast bevatten de door *Palustriella* beheerste delen van de moslaag soms ook mossen die als min of meer

kalkmijdend te boek staan, zoals *Thuidium tamariscinum* en *Trichocolea tomentella*. Blijkbaar wordt dit mosdek niet alleen door kalkrijk bronwater (onder een hoge kweldruk!) maar ook door regenwater beïnvloed. Evenals in de bosbeken in het Elsloërbos en de Noorbeemden komt plaatselijk de bronplant *Cardamine amara* voor, maar slechts in geringe hoeveelheden.

## Toekomstige tufbronnen?

Er is tenminste één andere locatie in Zuid-Limburg waar de situatie sterk lijkt op die in de Noorbeemden en het Elsloërbos: het bronnetjesbos bij Terziet. Ook hier is sprake van een knik in de helling waar kalkrijk water uittreedt en mossen – *Cratoneuron filicinum*, *Pellia endiviifolia*, *Brachythecium rivulare* en *Oxyrrhynchium speciosum* – op de voorgrond treden (opnamen 26 en 27). Ze bereiken echter geen hoge bedekking; de vaatplant *Chrysosplenium oppositifolium* heeft een ongeveer even groot aandeel in de begroeiing als de gezamenlijke mossen. Vooral nog is in deze kalkbronnen geen *Palustriella commutata* gevonden en vindt geen actieve tufvorming plaats. De karakteristieke cascades worden hier dan ook niet aangetroffen. Indien *Palustriella commutata* zich weet te vestigen, zou ook op deze locatie op den duur een voorbeeld van het Natura2000-habitatype ‘tufbronnen’ kunnen ontstaan. Mogelijk doen dergelijke omstandigheden zich op meer plaatsen in Zuid-Limburg voor.

Ook voor de locatie in de Kathager Beemden is zo'n parallel aan te wijzen: een terrein bij Weustenrade, waar zich kalkmoeras heeft ontwikkeld in een uitgraving, gemaakt aan het begin van de jaren '90. Langs stroompjes gedijen matten en kussens van *Cratoneuron filicinum*, *Bryum pseudotriquetrum*, *Pellia endiviifolia* en *Calliergonella cuspidata*, waartussen zich moerasplanten zoals *Carex acutiformis* en

*Equisetum telmateia* hebben genesteld. Ook dit terrein, dat in ander verband nader zal worden beschreven, is een potentiële locatie voor tufbronnen met *Palustriella*.

## Andere Nederlandse locaties van *Palustriella commutata*

Buiten Zuid-Limburg is *Palustriella commutata* op een aantal ver uiteen-gelegen locaties aangetroffen. Steeds ging hier om standplaatsen met kalkrijk en/of stromend water. De locaties zijn van zuid naar noord en west:

- de Groote Moost in Midden-Limburg, een moeras langs de Noordervaart met kwel van kalkrijk water, afkomstig uit het Maassysteem; de standplaats wordt op een herbariumetiket van A.J. Luitingh omschreven als ‘overgangsvveen’, en andere mosvondsten (*Campylidium stellatum*, *Scorpidium*-soorten) en opnamen uit dit terrein (zonder *Palustriella*) wijzen in de richting van het *Caricion davallianae*;
- de Duivelsberg in het Rijk van Nijmegen, waar *Palustriella* in bronbos groeide, met in de omgeving onder meer *Trichocolea tomentella*, *Chiloscyphus polyanthos*, *Brachythecium rivulare*, *Amblystegium tenax* en *Oxyrrhynchium speciosum* (Groenhuizen & Roorda van Eysinga 1968);
- Beekhuizen aan de Veluwezoom, waar *Palustriella* op een (inmiddels verwijderde) betonnen bak in een beek is gevonden (Reinink 2000);
- het Kloppersblok in Twente, waar *Palustriella commutata* in 1939 samen met *Campylidium stellatum* door W.H. Diemont sr. werd verzameld als bijmengsel in een collectie van *Scorpidium cossonii*, wat aan het licht kwam bij revisie door W.V. Rubers (Touw & Rubers 1989); met deze mosvondsten correspondeert een opname van orchideerijk blauwgrasland (*Cirsio-Molinietum orchidetosum*) met veel soorten uit het *Caricion davallianae*, onder



meer *Gymnadenia conopsea*, *Epipactis palustris*, *Eriophorum latifolium*, *Pinquicula vulgaris*, *Parnassia palustris*, *Carex pulcaris* en een door *Scorpidium cossonii* gedomineerd mosdek;

- natte duinvalleien op Voorne; een opname met *Palustriella* bij het Brede Water van V. Westhoff uit 1958 is tot het *Samolo-Littorelletum* te rekenen.

De Groote Moost en het Kloppersblok sluiten qua standplaats aan de Kathager Beemden, waarmee ze ook elementen van het *Caricion davallianae* gemeen hebben, zoals *Campylium stellatum*. De groeiplaats op de Duivelsberg betrof zeker een brongebied, maar hoe ver de gelijkenis met een kalktufbron ging, is niet uit te maken bij gebrek aan vegetatieopnamen of nauwkeurige standplaatsbeschrijvingen. Bij Beekhuizen ging het blijkbaar om een kunstmatige pendant van een kalkbronmilieu. In elk geval maken deze verspreide groeiplaatsen duidelijk dat *Palustriella commutata* geïsoleerde plekken weet te bereiken die aan haar standplaatseisen voldoen. De kans dat buiten Zuid-Limburg tufbronnen tot ontwikkeling komen, moeten echter laag worden aangeslagen.

### Syntaxonomische positie en vergelijking met Noord-Duitse mosgemeenschappen

Begroeiingen van bronnen en bronbeken zijn lastig te classificeren. Dit komt enerzijds door het geringe aantal echte bronplanten: ‘zuivere’ opnamen van bronnen zijn zeer soortenarm en bieden daardoor weinig aanknopingspunten voor classificatie. Anderzijds vormt de bronvegetatie in de regel een kleinschalig mozaïek met omringende bossen, ruigten of graslanden, waarvan de kenmerkende soorten dikwijls in de bronvegetatie doordringen. Bij een dergelijk mozaïekpatroon passen uiteraard geen grote proefvlakken, maar zelfs kleine proef-

vlakken bevatten vaak soorten die vanuit andere begroeiingstypen binnendringen, hetzij door zijwaartse uitbreiding zoals *Lamiastrum galeobdolon*, hetzij door kieming (bijvoorbeeld *Cardamine pratensis* of *Geranium robertianum*), hetzij op beide manieren (*Hedera helix*). In het laagland zijn de bronnen nog moeilijker van de omringende vegetatie te scheiden dan in het bergland.

In het systeem van vaatplantengemeenschappen wordt de bronvegetatie traditioneel ondergebracht in de klasse *Montio-Cardamineetea*, onder meer door Maas (1959), Philippi & Oberdorfer (1977), Hinterlang (1992), Zechmeister & Mucina (1994), Siebum et al. (1995) en Dierßen (1996). De nadere onderverdeling van deze klasse is moeilijk en omstreken. Daarnaast krijgen sommige brongemeenschappen op grond van de overheersende rol van mossen tevens een plaats in de bryosociologische klasse *Platyhypnidio-Fontinalietea* (Von Hübschmann 1986; Drehwald & Preisling 1991; Marstaller 2006). Een synthese van beide benaderingen is nog niet gevonden. Zoals Siebel & Van Dort (1999) al signaleerden, worden mossen als *Brachythecium rivulare*, *Conocephalum conicum* en *Chiloscyphus polyanthos* zowel ‘geclaimd’ voor de *Montio-Cardamineetea* als voor de mossenklasse *Platyhypnidio-Fontinalietea* (of daartoe behorende lagere eenheden). Zij trokken hieruit destijds als consequentie dat de desbetreffende mosgemeenschappen van bronmilieus beter op hun plaats zijn in de *Montio-Cardamineetea* dan in de *Platyhypnidio-Fontinalietea*. Met het oog op de samenstelling van een overzicht van Nederlandse mossengemeenschappen (Van Dort et al., in prep.) is hierover het laatste woord echter nog niet gevallen.

Tufbrongemeenschappen met *Palustriella commutata* worden in sommige bryosociologische systemen genegeerd (Von Hübschmann 1986; Marstaller 2006), wellicht omdat ze al een plaats hebben gekregen in systemen die

overigens voornamelijk op vaatplanten zijn georiënteerd. Ze komen wel ter sprake in het overzicht van Drehwald & Preising (1991), waar ze worden ondergebracht in een afzonderlijke klasse *Adiantetea*, die begroeiingen van (montane) rotsen met afdruiwend, kalkrijk water omvat. Deze klasse is genoemd naar het varentje *Adiantum capillus-veneris* (Venushaar), dus naar een vaatplant!

De begroeiingen met *Palustriella commutata* en/of *Cratoneuron filicinum* langs bronbeekjes in het Elslöer- en Bunderbos en de Noorbeemden worden gedomineerd door mossen. We hebben getracht ze zo zorgvuldig mogelijk te begrenzen door te werken met kleine proefvlakken, die zich beperken tot stenig substraat in onmiddellijk contact met stromend water en die zoveel mogelijk buiten bereik van zijdelings binnendringende vaatplanten liggen. In de meeste gevallen bedekt de moslaag 40 % of meer, terwijl de kruidlaag slechts bij uitzondering meer dan 20 % haalt. Mede gezien de problemen met een overkoepelende classificatie hebben we ons allereerst op een bryosociologisch systeem georiënteerd: in de gegeven omstandigheden blijkt dit de meest praktische classificatie van de door ons beschreven gemeenschappen te bieden. Als leidraad dient het genoemde overzicht van Drehwald & Preising (1991) uit Nedersaksen, een landstreek die aan Nederland grenst en daarmee sterk overkomt. De opnamen van kalktufbronnen met *Palustriella* worden alle tot het *Cratoneuretum commutati* en daarmee tot de *Adiantetea* gerekend, ook als *Cratoneuron filicinum* een hogere bedekking heeft dan *Palustriella commutata*. Opnamen met *Cratoneuron filicinum* zonder *Palustriella commutata* krijgen een plaats in het *Pellio-Cratoneuretum filicini* (mede genoemd naar *Pellia endiviifolia*), dat in de *Platyhypnidio-Fontinalietea* wordt ondergebracht.

In Tabel II worden presentiegegevens van bronnen met *Palustriella commutata* en/of *Cratoneuron filicinum* uit Nedersaksen en Zuidoost-Nederland vergeleken. De Nederlandse presentatiewaarden van *Palustriella*-bronnen zijn uitsluitend gebaseerd op opnamen uit het Elslöerbos en de Noorbeemden (Tabel I, opnamen 1-14). Wat de bronnen en bronbeekjes met *Cratoneuron filicinum* betreft, is het aantal opnamen gelijk (14) maar het aantal locaties groter. Behalve van de hiervoor besproken locaties Bunder- en Elslöerbos, Noorbeemden en Terziet zijn ook opnamen gebruikt van de dorpsbron te Ulestraten en van de Duivelsberg in het Rijk van Nijmegen. Deze opnamen, gemaakt door Klaas van Dort, zijn als nummer 23-25 in Tabel I weergegeven. Zowel in Nederland als in Nedersaksen staat of valt het *Cratoneuretum commutati* met de aanwezigheid van *Palustriella commutata*. Van de overige *Adiantetea*-soorten is in Nedersaksen met lage presentie *Didymodon tophaceus* aanwezig; in Nederland is dit mos tot dusver niet in kalktufbronnen aangetroffen. Wel wordt het gevonden op verticale wanden van in kalkgroeven met uittreidend water, bijvoorbeeld bij Winterswijk. Het mos *Eucladium verticillatum*, buiten Nederland befaamd als tufvormer en zeer kenmerkend voor de *Adiantetea*, is wel op verscheidene plekken in Zuid-Limburg gevonden maar tot dusver niet in kalkbronnen (Sparrius & Van Tooren 2007).

Als we het al dan niet voorkomen van *Palustriella commutata* even buiten beschouwing laten, lopen in Tabel II de overeenkomsten tussen *Cratoneuretum commutati* en *Pellio-Cratoneuretum filicini* meer in het oog dan de verschillen. Gemeenschappelijke soorten zijn allereerst *Brachythecium rivulare*, *Cratoneuron filicinum*, *Pellia endiviifolia* en *Geranium robertianum*. Hierbij moet wel worden aangetekend dat de eerste twee mossen in Zuid-

	gebied	NS	ZL	NS	ZL, Nijm
	mossenassociatie	Cc	Cc	PCr	PCr
	aantal opnamen	137	14	39	13
	aantal soorten (1--)	4,5(--13)	(2--)	4,1(--10)	(2--)
	gemiddelde bedekking mossen (%)		65		54
	gemiddelde bedekking vaatplanten (%)		6		8

**MOSSEN**

**K ADIANTETEA**

**A Cratoneuretum commutati, V Cratoneurion commutati**

kKVA	Palustriella commutata	V	+-5	V	2--5	.	.	.
kV	Didymodon tophaceus	I	+-3	.	.	.	I	I

**K PLATYHYPNIDIO-FONTINALIETEA**

**A Pelloio-Cratoneuretum filicini, V Brachythecion rivularis, O Brachythecietalia plumoso-rivularis**

kA	Cratoneuron filicinum	I	+-4	III	+-4	V	2--5	V	+-5
kV	Brachythecium rivulare	I	+-5	V	r--2	III	+-4	III	1--5
dO	Plagiomnium undulatum	.	.	I	+	I	+	II	r--2
dO	Plagiomnium rostratum	.	.	.	.	.	.	I	r
kO	Dichodontium pellucidum	.	.	.	.	I	+-2	.	.
oK	Conocephalum conicum	I	+-1	.	.	I	1	.	.
oK	Rhynchostegium riparioides	.	.	.	.	I	2--3	I	+

**begeleiders**

	Pellia endiviifolia	II	+-5	I	1	I	2--3	III	+-2
	Aneura pinguis	I	+-4	.	.	I	1	.	.
	Calliergonella cuspidata	I	+-1	.	.	I	+	.	.
	Bryum pseudotriquetrum	I	+-5	.	.	.	.	.	.
	Plagiomnium elatum	I	1--2	.	.	.	.	.	.
	Fissidens adianthoides	I	+-2	.	.	.	.	.	.
	Oxyrrhynchium hians	.	.	I	2	.	.	II	+
	Oxyrrhynchium speciosum	.	.	I	+-3	.	.	I	2--3
	Pellia epiphylla	.	.	.	.	.	.	I	2
	Plagiomnium affine	.	.	.	.	.	.	I	+

**VAATPLANTEN**

**Montio-Cardaminetea**

	Chrysosplenium oppositifolium	.	.	I	+-2	.	.	III	r--2
	Cardamine amara	.	.	II	r--2	.	.	I	+-2

**Quercu-Fagetea, Galio-Urticetea**

Geranium robertianum	II	+--4	I	+	I	+--3	II	+
Lamiastrum galeobdolon	.	.	I	2	.	.	I	1--2
Urtica dioica	.	.	I	r	.	.	I	2
Brachypodium sylvaticum	I	+--2	.	.	.	.	.	.
Impatiens noli-tangere	I	+--2	.	.	.	.	.	.
Hedera helix	.	.	II	r--+	.	.	.	.
Ficaria verna	.	.	I	r--2	.	.	.	.
Milium effusum	.	.	I	+	.	.	.	.
Poa nemoralis	.	.	.	.	I	+--2	.	.

**Overige (graslandplanten, sommige tevens in bos)**

Agrostis stolonifera	I	+--3	.	.	II	1--3	.	.
Epilobium parviflorum	I	+--2	.	.	I	+--3	.	.
Deschampsia caespitosa	I	+--2	.	.	I	+--2	.	.
Poa trivialis	.	.	I	+	.	.	II	+
Cirsium palustre	I	+--2	.	.	.	.	.	.
Cardamine pratensis	.	.	II	+--2	.	.	.	.
Equisetum palustre	.	.	.	.	II	+--2	.	.
Juncus articulatus	.	.	.	.	I	+--2	.	.
Epilobium roseum	.	.	.	.	I	+--2	.	.

Tabel II. Synoptische tabel van het *Cratoneuretum commutati* en het *Pellio-Cratoneuretum filicini* in Nedersaksen en Zuidoost-Nederland..

Gebied: NS = Nedersaksen, ZL = Zuid-Limburg, Nijm = Rijk van Nijmegen. Mossen-associaties: Cc = *Cratoneuretum commutati*, PCr = *Pellio-Cratoneuretum filicini*.

Kolom 1 en 2: k = kensoort van ..., d = differentiërend voor ...; K = klasse, O = orde, V = verbond, A = associatie; oK = kenmerkend voor een niet genoemde eenheid binnen de klasse. In de hierop volgende kolommen geven Romeinse cijfers presentieclassen aan (I = 1-20% ... V = 81-100%), Arabische cijfers het traject van bedekkingswaarden volgens Braun-Blanquet. Gegevens uit Nedersaksen zijn ontleend aan Drehwald & Preising (1991). Voor Zuidoost-Nederland dient Tabel I als basis; hierin vertegenwoordigen opnamen 1-14 het *Cratoneuretum commutati*, opnamen 15-27 het *Pellio-Cratoneuretum filicini*.

Limburg een veel hogere presentie in het *Cratoneuretum commutati* hebben dan in Nedersaksen. Verder valt op dat diverse soorten niet de twee associaties maar de twee gebieden tegen elkaar differentiëren. Zo treden de onderling nauw verwante *Oxyrrhynchium speciosum* en *O. hians* in Zuid-Limburg als begeleiders in beide associaties op, evenals de bronplanten *Cardamine amara* en *Chrysosplenium oppositifolium* alsmede *Poa trivialis*, *Urtica dioica* en *Lamium galeobdolon*. In de Nedersaksische tabellen worden deze soorten niet vermeld, maar wel komen de moerasmossen *Aneura pinguis* en *Calliergonella cuspidata* in Nedersaksen in beide associaties voor, evenals *Agrostis stolonifera*, *Deschampsia cespitosa* en *Epilobium parviflorum*. Deze verschillen hangen vermoedelijk met de context van de bronnen samen. De Nederlandse locaties liggen alle in schaduwrijke omgeving en onderscheiden zich door een aantal schaduwtolerante soorten, terwijl beide gemeenschappen in Nedersaksen zowel op beschaduwde als op zonnige plekken voorkomen (Drehwald & Preising 1991).

Plaatsing van het *Pellio-Cratoneuretum filicini* in de *Platyhypnidio-Fontinalietea* wordt gerechtvaardigd door soorten als *Brachythecium rivulare*, *Plagiomnium undulatum* en *Rhynchostegium riparioides*, al hebben de laatste twee een beperkte presentie. In dit verband kan ook *Oxyrrhynchium speciosum* worden genoemd, die door Marstaller (2006) als kensoort van een der orden binnen de *Platyhypnidio-Fontinalietea* wordt genoemd.

Het *Pellio-Cratoneuretum filicini* komt zowel op stenen in het water als op takken vlak boven het water in stroompjes en beekjes voor. Het water is steeds basenrijk, maar bevat doorgaans minder kalk dan begroeiingen met *Palustriella*. Tufvorming treedt niet of slechts in geringe mate op (Drehwald & Preising 1991). Overigens komt

*Cratoneuron filicinum* ook veelvuldig in vochtige, basenrijke omstandigheden buiten het heuvelland voor. Vaak betreft het open plekken in graslanden of pionieromstandigheden op kalkrijke bodem.

Zoals hiervoor al werd gesignaleerd, zijn *Cardamine amara* en *Chrysosplenium oppositifolium* in Zuid-Limburg in beide mosgemeenschappen aan te treffen, terwijl zij uit Nedersaksen niet als zodanig worden vermeld. Deze twee bronplanten vertegenwoordigen de *Montio-Cardaminetea* en meer speciaal het *Pellio epiphyllae-Chrysosplenietum oppositifolii* (Maas 1959; Siebum et al. 1995). Binnen deze associatie wordt een subassociatie *cratoneuretosum* onderscheiden, die in Nederland voornamelijk bekend is uit Zuid-Limburg en verder van enkele locaties in Midden-Limburg (Kingbeek) en Gelderland (Duivelsberg, Middachten). Sommige opnamen uit het Bunder- en Elsoerbos vormen weliswaar een overgang naar deze vaatplantengemeenschap, maar juist hier bereikt het mos *Cratoneuron filicinum* volledige dominantie (Tabel I, opnamen 20-22). Alleen in de opnamen uit Terziet (26 en 27) houden vaatplanten en mossen elkaar qua bedekking in evenwicht, zodat deze met evenveel recht tot het *Pellio-Chrysosplenietum cratoneuretosum* als tot het *Pellio-Cratoneuretum filicini* kunnen worden gerekend.

Het voorkomen van *Chrysosplenium oppositifolium* in kalktufbronnen in het Elsoerbos is internationaal gezien opmerkelijk te noemen, omdat *Chrysosplenium oppositifolium* – althans in Midden-Europa – zijn zwaartepunt in kalkarme brongebieden heeft (Hinterlang 1992; vergelijk ook de presentietabellen van Maas 1959 en Zechmeister & Mucina 1994). Uit de Noorbeemden is nog het optreden van *Equisetum telmateia* in het *Cratoneuretum commutati* vermeldenswaard (opname 13). Deze kalkminnende plant komt in diverse brongemeenschappen voor en toont in

plantensociologisch opzicht overeenkomst met *Cratoneuron filicinum* (Maas 1959, p. 74, 85, 87-88).

Al met al is het Zuid-Limburgse *Cratoneuretum commutati* sterk doortrokken van elementen uit het *Pellio-Cratoneuretum filicini* en het *Pellio-Chryso-splenietum oppositifolii*. Dit weerspiegelt de dubbele grenspositie die de desbetreffende kalktufbronnen innemen: ze liggen zowel aan de rand van het heuvelland als aan de rand van het een gebied met kalkafzettingen. Juist in deze marginale positie, zowel in geografisch als in plantensociologisch opzicht, ligt hun speciale betekenis. Om een gezegde te parafraseren: om een habitat volledig in beeld te hebben moet je zowel de hoed als de rand kennen.

## Natuurbeheer

Vanwege de grote zeldzaamheid van de kalktufbronnen is bescherming in hoge mate noodzakelijk. Deze bescherming bestaat op de eerste plaats uit het weren van betreding door mensen en dieren (ook het maken van vegetatiebeschrijvingen zal tot een minimum beperkt moeten worden). De grootste bedreiging van kalkbronnen vormen echter verdroging en verontreiniging. Voor een constante aanvoer van kalkrijk grondwater is een intact regionaal hydrologisch systeem essentieel. Als de regionale grondwaterstromen stagneren, neemt de kweldruk af of wordt de wateraanvoer in de bronnen minder constant. Beide situaties leiden tot het verdwijnen van de kenmerkende soorten van de bron, met *Palustriella commutata* voorop. Kennis van de regionale hydrologische situatie van de kalkbronnen is daarom van groot belang om ze veilig te stellen.

Ook lokale gevaren dreigen: eutrofiëring van het water vanuit de lucht of vanuit nabijgelegen lozingspunten kunnen voor ongewenste verrijking zorgen, eveneens resulterend in het verdwijnen

van kenmerkende soortensamenstelling. Op regionale schaal kan verontreiniging tot aantasting van de grondwaterkwaliteit leiden, waarbij de effecten mogelijk pas na tientallen of zelfs honderden jaren in de bron aan de oppervlakte komen.

Hoe dan ook verdienen deze kleinodden in stand te worden gehouden. Deze grote status wordt gelukkig ook in Europees verband erkend, een steun in de rug voor de beheerders en bewonderaars van dergelijke kleine, bijzondere plekjes met hun specifieke soorten.

## Dankwoord

Onze hartelijke dank aan Staatsbosbeheer en de Vereniging Natuurmonumenten voor toestemming om de genoemde reservaten te betreden, aan Klaas van Dort en Jan Hermans voor het beschikbaar stellen van enkele opnamen, en aan Bas Kers voor het beschikbaar stellen van de foto.

## Summary

In The Netherlands, three situations occur, in which *Palustriella commutata* (synonym *Cratoneuron commutatum*) dominates. These are: Elsloërbos, Noorbeemden, and Kathager Beemden. These nature reserves all lie in the southeastern part of the country, in the 'Maasdistrict', characterised by calciferous layers in the upper soil layers. Through seeping, calcium-rich water active formation of travertine or tufa occurs in the lower parts of the moss deck. These formations are found in such diverse environments as forests or open countryside. They are generally small (point or linear formations) and dominated by bryophytes. Two are classified as Natura2000 type 7220 Petrifying springs with tufa formation (*Cratoneurion*).

## Literatuur

- Aichinger, E. (1933). Vegetationskunde der Karawanken. Pflanzensoziologie 2. Fischer, Jena, 329 pp.
- Dierßen, K. (1996). Vegetation Nordeuropas. Ulmer, Stuttgart, 838 pp.
- Dort, K.W. van, H.N. Siebel & B. van Gennip (in prep.). Mossengemeenschappen van Nederland. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Drehwald, U. & E. Preising (1991). Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen. Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens. 20/9. Moosgesellschaften. Bestandentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hannover, 202 pp.
- Evers, W.M.J. (1983). De vegetatie van het Bunderbos c.a. deel 2. Rapport Botanisch Laboratorium, Afdeling Geobotanie, Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Evers, W.M.J. & E.J. Weeda (1998). Het Bunderbos. In: P.W.F.M. Hommel & M.A.P. Horsthuis (red.), Excursieverslagen 1995. Plantensociologische Kring Nederland, Wageningen, pp. 11-14.
- Groenhuijzen, S. & P. Roorda van Eysinga (1968). Voorjaarsexcursie 1968 in de omgeving van Nijmegen. Buxbaumia 22: 2-22.
- Hinterlang, D. (1992). Vegetationsökologie der Weichwasserquellgesellschaften zentraleuropäischer Mittelgebirge. Crunoecia 1: 5-117.
- Horsthuis, M.A.P. (2006). De Bron van Burger, een weidebron in Noordoost-Twente. Stratiotes 32: 3-9.
- Hübschmann, A. von (1986). Prodrum der Moosgesellschaften Zentral-europas. Bryophytorum Bibliotheca 32. Cramer, Berlin/Stuttgart, 413 pp.
- Janssen, J.A.M. & J.H.J. Schaminée (2003). Europese Natuur in Nederland. Habitattypen. KNNV Uitgeverij, Utrecht, 120 pp.
- Keulen, S.M.A. (1999). De Kathager Beemden. Natuurhistorisch Maandblad 88: 247-252.
- Maas, F.M. (1959). Bronnen, bronbeken en bronbossen van Nederland, in het bijzonder die van de Veluwezoom. Een plantensociologische en oecologische studie. Dissertatie Landbouwhogeschool Wageningen. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen 59-12, 166 pp.
- Marsteller, R. (2006). Syntaxonomischer Konspekt der Moosgesellschaften Europas und angrenzender Gebiete. Haussknechtia Beiheft 13,
- Philippi, G. & E. Oberdorfer (1977). Montio-Cardaminetea Br.-Bl. et Tx. 43. In: E. Oberdorfer E. (red.), Süddeutsche Pflanzengesellschaften, ed. 2, I. Fischer, Jena/ Stuttgart/New York: pp. 199-213.
- Reinink, K. (2000). Inventarisatie van blad- en levermossen in de gemeenten Rheden en Rozendaal in de periode 1992-1999: een samenvatting. Buxbaumia 53: 5-18.
- Siebel, H.N. & K.W. van Dort (1999). Mossengemeenschappen in de plantensociologie. Stratiotes 19: 37-49.
- Siebel, H.N. & H.J. During (2006). Beknopte mosflora van Nederland en België. KNNV Uitgeverij, Utrecht, 559 pp.
- Siebum, M.B., J.H.J. Schaminée & E.J. Weeda (1995). Montio-Cardaminetea. In: Schaminée, J.H.J. et al. De vegetatie van Nederland, deel 2. Wateren, moerassen en Natte heiden. Opulus press, Uppsala, Leiden.
- Tooren, B.F. van & L.B. Sparrius (2007). Voorlopige Verspreidingsatlas van de Nederlandse mossen. Bryologisch-Lichnologische Werkgroep KNNV, 350 pp.
- Touw, A. & W.V. Rubers (1989). De Nederlandse Bladmossen. Flora en

- verspreidingsatlas van de Nederlandse Musci (Sphagnum uitgezonderd). Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische vereniging. Utrecht. ISBN 90-5011-027-4.
- Weeda, E.J. (2000). Klasse der brongemeenschappen. Montio-Cardaminetea. In: E.J. Weeda, J.H.J. Schaminée en L. van Duuren, Atlas van plantengemeenschappen in Nederland 1. Wateren, moerassen en natte heiden. KNNV Uitgeverij, Utrecht, pp.204-213.
- Weeda, E.J. (2007). De Kathager Beemden: grasland vol moeras- en bosplanten, met het Crepidojuncetum acutiflori als spil. *Stratiotes* 33/34: 35-68.
- Weeda, E. & S. Keulen (2007). Veranderingen in de plantengroei van de Kathager Beemden. *Natuurhistorisch Maandblad* 96(2): 21-29.
- Weeda, E., S. Keulen & J. Koelink (2006). Maaibeheer in de Kathager Beemden beloond: Veenzegge (*Carex davalliana* Sm.) nieuw voor Nederland. *Natuurhistorisch Maandblad* 95(12): 262-268.
- Willmanns, O. (1989). *Ökologische Pflanzensoziologie*. 5. Auflage. Quelle & Meyer, Heidelberg/Wiesbaden.
- Zechmeister, H. & L. Mucina (1994). Vegetation of European springs: high-rank syntaxa of the Montio-Cardaminetea. *Journal of Vegetation Science* 5: 385-402.