

## LITERATUUR

- Aggenbach, C. & A.J.M. Jansen**, 1989. Laagland bekenproject. Hydro-ecologie van de Bovenste Hof, een bronnetjesbos in de Gemeente Brunssum. Lab. voor Plantenoecologie RU Groningen en Alg. Christelijke Jeugdbond voor Natuurstudie en Natuurbescherming (ACJN) Zeist
- Amstel, A.R. van, L.C. Braat & A.C. Garritsen**, 1989. Verdroging van natuur en landschap in Nederland - beschrijving en analyse. Deel 1: Hoofdrapport. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. 68 p. + bijlage p. 1-33
- Anderson**, 1927. Einwirkung des Hochwassers auf Forstgehölze. Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft 38: 255-257
- Anonymus**, 1996. Symposium Vernatting: Probleem of Oplossing? Ede, 22 mei 1996. Bijdragen van J.M.J. Gieske, O.F. Schoumans, J. Kreling, P. de Putter, H. Prak, A. Paarlberg en G. Roerdinkveldboom. IAH Larenstein, Velp
- Arnebrant, K., E. Bååth & B. Söderström**, 1990. Changes in microfungus community structure after fertilization of Scots pine forest soil with ammonium nitrate or urea. Soil Biol. Biochem. 22: 309-312
- Bakker, H. de, & W.P. Locher** (red.), 1990. Bodemkunde van Nederland. Deel 2, Bodemgeografie. Tweede druk. Malmberg, Den Bosch
- Bakker, P.A.**, 1976. De betekenis van de Vechtstreek. In: P.A. Bakker, C.A.J. van der Hoeven-Loos, L.R. Mur & A. Stork; De Noordelijke Vechtplassen. Stichting Commissie voor de Vecht en het oostelijk en westelijk plasseengebied, Vlaardingen. 393 p.
- Bannink, J.F., H.N. Leijts & I.S. Zonneveld**, 1973. Vegetatie, groeiplaats en boniteit in Nederlandse naaldhoutbossen. Bodemkundige Studies 9 (= Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen 800). PUDOC, Wageningen. 183 p.
- Bannink, J.F., P.A. Kouwenhoven en R.H. Kemmers**, 1990. Vegetatie en bodem. In: H. de Bakker & W.P. Locher, (red.), 1990. Bodemkunde van Nederland. Deel 2, Bodemgeografie. Tweede druk. Malmberg Den Bosch
- Bauvin, J.P.**, 1997. Pédologie et Populiculture. Bulletin Trimestriel 1/1997. Centre de Populiculture du Hainaut 5-11
- Benning, G. & H. Smits**, 1984. De invloed van kwel op de rijping van kleigrond in Oostelijk Flevoland en de geschiktheid van zulke grond voor de teelt van landbouwproducten, appels en populierenhout. Flevovericht 229. Hoofdstuk 9: Bosbouw. Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad; 141-148
- Bentinck van Schoonheten, A. (Baronesse)**, 1995. Water naar Schoonheten: reactie. De Landeigenaar 41, 9: 19
- Berg, B. & G.I. Agren**, 1984. Decomposition of needle litter and its organic chemical components: theory and field experiments. Long-term decomposition in a Scots Pine forest. III. Can. J. Bot. 62
- Bernatzky, A.**, 1978. Tree Ecology and Preservation. Development in Agricultural and Managed-Forest Ecology 2. Elsevier, Amsterdam. 357 p.
- Beugelink, G.P. & F.A.M. Claessen** (eds.), 1995. Achtergronddocument verdroging MV3/ENW. RIVM rapport nr 715001001, Bilthoven; RIZA-nota nr 95.029, Lelystad
- Beugelink, G.P. & F.A.M. Claessen**, 1996. Verdroging: Is dat eigenlijk nog wel een probleem? H<sub>2</sub>O 5/96
- Beugelink, G.P.**, 1997. Verdroging: hoor wat tikt daar. Bodem 7, 3: 116-118
- Beusekom, C.F. van, J.M.J. Farjon, F. Foekema, B. Lammers, J.G. de Molenaar & W.P.C. Zeeman**, 1990. Handboek Grondwaterbeheer voor Natuur, Bos en Landschap. Studiecommissie Waterbeheer Natuur, Bos en Landschap, Utrecht. 187 p.
- Bijl, C.R.F. de**, 1990a. Onderzoek naar de invloed van het grondwater op de boomgroei in de boswachterij Leende. Rapport 90-2. Staatsbosbeheer, Afdeling Terreinbeheer, Project Bos en Water. 40 p.
- Bijl, C.R.F. de**, 1990b. Optimalisatie van de waterhuishoudkundige inrichting van het Mastbos en de mogelijkheden voor natuurlijke ontwikkeling van de natte gebieden. Rapport 90-9. Staatsbosbeheer, Afdeling Terreinbeheer, Project Bos en Water. 69 p.
- Bijl, C.R.F. de**, 1990c. Veldonderzoek naar de invloed van de waterhuishouding op de boomgroei in de boswachterij Hooghalen - een aanvullend advies. Rapport 90-4. Staatsbosbeheer, Afdeling Terreinbeheer, Project Bos en Water. 7 p.

- Bijl, C.R.F. de & F. Hoekstra**, 1990. Waterhuishouding in bossen nader bekeken. Nederlands Bosbouw tijdschrift 62: 200-205
- Biologisch Station Zwillbrock**, 1995. Beheersvisie Korenburgerveen. Vreden, Duitsland
- Bloom, A.J.**, 1997. Interactions between inorganic nitrogen nutrition and root development. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 160: 253-259
- Bongers, T. & A.J. Schouten**, 1991. Nematodengemeenschappen als potentieel diagnostisch instrument voor chemische verontreinigingen. In: Flora en Fauna chemisch onder druk. Pudoc. Wageningen: pp. 175-188
- Bouwma, I.M. & A.F.M. Olsthoorn**, 1997. Weerstandsverhogende maatregelen in bossen. Rapport 283. IBN-DLO, Wageningen. 67 p.
- Boxman, A.W., D. van Dam, H.F.G. van Dijk, R.F. Hogervorst & Ch.J. Koopmans**, 1995. Ecosystem responses to reduced nitrogen and sulphur inputs into two coniferous forest stands in the Netherlands. Forest Ecology and Management 71, 7-29
- Boxman, A.W.**, 1996. Persoonlijke mededeling. Vakgroep Oecologie, Universiteit van Nijmegen
- Braat, L.C., A. van Amstel, E. Nieuwhof, J. Runhaar & J.B. Vos**, 1987. Verdroging in Nederland, probleemverkenning. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Publicatierreeks Milieubeheer 87/13
- Brand, J.M.**, 1992. De relatie van water en bos. Deel 1: De betekenis van water voor het bos. Bosbouwvoorlichting 31, 2: 13-15
- Brand, R. van den**, 1975. Palynologisch onderzoek van een oude Maasmeander in het Koelbroek bij Venlo. Doctoraalscriptie Afdeling Biogeologie, Universiteit van Nijmegen
- Brouwer, E. & L. Lamers**, 1996. Droogte in Nederland: van de regen in de drup. BIONieuws 12, jaargang 6, 15 juni 1996
- Brown, J.C.**, 1961. Iron chlorosis in plants. Advances in Agronomy 13; 329-369
- Brus, D.J.**, 1995. Nieuwe, kwantitatieve inventarisatiemethoden. In: P. Buurman & J. Sevink (red.) Van bodemkaart tot informatiesysteem. Verzamelen en gebruiken van informatie over de Nederlandse bodem. Wageningen Pers, Wageningen; 85-111
- Burg, J. van den**, 1978. De groei van de zwarte els (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) in Nederland en de bodemvruchtbaarheid. Rapport 143. De Dorschkamp, Wageningen, 90 p.
- Burg, J. van den**, 1986. Bekalking van bossen 2. Een overzicht van de buitenlandse literatuur. Rapport nr. 424. "De Dorschkamp" Wageningen. 545 p.
- Burg, J. van den**, 1990. De betekenis van de watervoorziening voor de boomgroei in Nederland: voorgeschiedenis, onderzoek en resultaten. Rapport 599. "De Dorschkamp" Instituut voor Bosbouw en Groenbeheer, Wageningen. 98 p.
- Burg, J. van den**, 1993. Waterkwantiteit en bos. Nederlands Bosbouw tijdschrift 65, 288-298
- Burg, J. van den & A.F.M. Olsthoorn**, 1994. Het landelijk bemestingsonderzoek in bossen 1986-1991. Overzicht en bespreking van de resultaten. Deelrapport nr 6. Rapport nr 106 IBN-DLO, Wageningen. 126 p.
- Burg, J. van den**, 1995. Het landelijk bemestingsonderzoek in bossen 1986-1991: Een samenvatting van de resultaten. Nederlands Bosbouw Tijdschrift, 67, 185-192
- Burg, J. van den**, 1996a. Beworteling van boomsoorten in Nederlandse bossen. Rapport 224. IBN-DLO, Wageningen. 66 p.
- Burg, J. van den**, 1996b. De betekenis van bodem en klimaat voor het Nederlandse bos. Dissertatie Landbouwuniversiteit Wageningen. 278 p.
- Burg, J. van den**, 1997. Groei en groeiplaats van de grove den en de Corsicaanse den. Rapport 270. IBN-DLO, Wageningen. 90 p.
- Cals, M., M. de Graaf & J. Roelofs** (red.), 1993. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in natuurterreinen. Proceedings van een symposium georganiseerd door de vakgroep Oecologie van de Katholieke Universiteit Nijmegen en de directie N.B.L.F. van het Ministerie van LNV op 30 oktober 1992
- Cate, J.A.M. ten, A.F. van Holst, H. Kleijer & J. Stolp**, 1995. Handleiding bodemgeografisch onderzoek. Richtlijnen en voorschriften. Deel D. Interpretatie van bodemkundige gegevens voor diverse vormen van bodemgebruik. Technisch Document 19D. Staring Centrum, Wageningen. 153 p.
- CBS**, 1985. Nederlandse (De [Vierde]) Bosstatistiek, Deel 1. De oppervlakte bos, 1980-1983. Staatsuitgeverij/CBS-publicaties, 's-Gravenhage. 83 p. + kaart
- Clerkx, A.P.P.M., K.W. van Dort, P.W.F.M. Hommel, A.H.F. Stortelder, J.G. Vrieling, R.W. de Waal & R.J.A.M. Wolf**, 1994. Broekbossen van Nederland. IBN-rapport 096. IBN-DLO, Wageningen
- Clerkx, A.P.P.M., M.E.A. Broekmeyer & H. Koop**, 1995. Bosdynamiek in de Otterskooi. Nederlands Bosbouw tijdschrift, 67,5 blz 178-184

- Coder, K.**, 1996. Flood damaged trees. *Arborists News* 6, 45-53
- Coolen, F.C.M.**, 1993. Het veranderende Koelbroek. *Natuurhistorisch Maandblad* 8-2-93, blz 30-35
- Crawford, R.M.M.**, 1982. Physiological responses to flooding. In: O.S. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond & H. Ziegler (Eds.) *Physiological Plant Ecology III. Water relations and carbon assimilation*. Springer, Berlijn; 453-477
- Croese, T.H.M. & A.J.M. Jansen**, 1993. "Voltherbroek" Vegetatie en Ecohydrologie. Verslag van een vegetatiekartering en de ecohydrologische interpretatie hiervan. SWO 93.241. KIWA, Nieuwegein, Nederland
- DeKock, P.C.**, 1981. Iron nutrition under conditions of stress. *Journal of Plant Nutrition* 3, 513-521
- Delft, S.P.J. van**, 1995. Humus- en bodemprofielen in natte schraalgraslanden; resultaten van een bodemkundig onderzoek in 13 referentiegebieden voor het onderzoek naar Effectgerichte Maatregelen tegen verzuring (EGM). Rapport 309, DLO Staring Centrum, Wageningen
- Denneman, W.D. & R. Torenbeek**, 1987. Nitraatimissie en Nederlandse ecosystemen: een globale risico-analyse. RIN-rapport 87/23. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem
- Diemont, W.H.**, 1996. Survival of Dutch heathlands. IBN Scientific Contribution no. 1. 78 p. IBN-DLO Wageningen
- Dijkstra, B.**, 1996a. Beheer- en inrichtingsvisie toekomstige SBB-terreinen in het Geeserstroombied. Rapport (ongenummerd). Staatsbosbeheer, Regio Drenthe-Zuid. 103 p. + 14 bijlagen
- Dijkstra, B.**, 1996b. Vernatting boswachterij Gees als hydrologische herstelmaatregel. Rapport (ongenummerd). Staatsbosbeheer, Regio Drenthe-Zuid. 63 p. + 8 bijlagen
- Dirkse, G.M.**, 1987. De natuur van het Nederlandse bos. Rapport 87/28. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem. 217 p.
- Dirkse, G.M.**, 1993. Bostypen in Nederland. Wetenschappelijke Mededeling 208. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht. 166 p.
- Dirkse, G.M. & J.G. de Molenaar**, 1994. De spontane ondergroei van bosgemeenschappen onder verschillende hoofdboomsoorten. *Nederlands Bosbouw tijdschrift* 66, 94-100
- Dolman, A.J. & E.J. Moors**, 1993. De Waterhuishouding. *Nederlands Bosbouw tijdschrift* 65, 306-314
- Ellenberg, H., H.E. Weber, R. Düll, V. Wirth, W. Werner & D. Paulissen**, 1992. Zeigewerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica XVIII*. Göttingen, Duitsland
- Emmer, I.M.**, 1995. Humus forms and soil development during a primary succession of monoculture *Pinus sylvestris* forests on poor sandy substrates. Ph.D. Thesis, University of Amsterdam
- Ettema, C.H. & T. Bongers**, 1993. Characterization of nematode colonization and succession in disturbed soil using the Maturity Index. *Biol. Fert. Soils*, 16: 79-85
- Eysink, A.Th.W.**, 1996. Mondelinge mededeling. SBB, Twente
- Evers, F.H.**, 1964. Die Bedeutung der Stickstoffform für Wachstum und Ernährung der Pflanzen, insbesondere der Waldbäume. *Mitteilungen des Vereins für forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung* 14; 19-38
- Filius, A.M. & O.R. Roosenschoon**, 1993. "Verloofing" van de Veluwe: financiële consequenties van beperking van de oppervlakte donker naaldbos ten behoeve van het grondwaterbeheer. Hinkeloordrapport 7, Vakgroep Bosbouw, Wageningen. 36 p.
- Fog, K.**, 1988. The effect of added nitrogen on the rate of decomposition of organic matter. *Biol. Rev.* 63: 433-462
- Geelen, L.H.W.T.(ed.)**, 1992. Oecologische beoordeling van 13 optimalisatie-scenario's. Oecohydrologisch onderzoek in de Amsterdamse waterleidingduinen. Gemeentewaterleiding Amsterdam
- Gieske, J.M.J.**, 1996. Monitoring van verdroging c.p. vernatting in natuurterreinen. In: Symposium Vernatting: Probleem of Oplossing? Symposium Ede, 22 mei 1996. IAH Larenstein, Velp. 2 p.
- Gijsman, A.**, 1990. Nitrogen nutrition of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) on strongly acid soil I. Growth, nutrient uptake and ionic balance. *Plant and Soil* 126: 53-61
- Gill, C.J.**, 1970. The flooding tolerance of woody species - a review. *Forestry Abstracts* 31: 671-688
- Grashof-Bokdam, C.**, 1997. Colonization of forest plants: the role of fragmentation. *Scientific Contributions* 5. IBN-DLO, Wageningen. 103 p.
- Green, R.N., R.L. Trowbridge & K. Klinka**, 1993. Towards a taxonomic classification of humus forms. *Forest Science Monograph* 29, Bethesda, MD
- Griffioen, C.J.H.**, 1995. Water komt naar het landgoed Schoonheten. *De Landeigenaar* 41,5: 21-22
- Grootjans, A.P.**, 1975. De invloed van grondwaterstands daling op de vegetatie in natuurgebieden. Rapport Provinciale Planologische Dienst van Drenthe. 75 p. + 2 bijlagen

- Grootjans, A.P.**, 1985. Changes of groundwater regimes in wet meadows. Dissertation, RU, Groningen
- Haans, J.C.F.M.** (red.), 1979. De interpretatie van bodemkaarten. Rapport van de werkgroep Interpretatie Bodemkaarten, Stadium C. STIBOKA Wageningen. Rapport nr. 1463, Project nr. 164.10. 221p.
- Hågvar, S.**, 1984. Effects of liming and artificial acid rain on Collembola and Protura in coniferous forests. *Pedobiologia* 27: 341-354
- Hågvar, S.**, 1990. Reactions to soil acidification in microarthropods: Is competition a key factor? *Biol. Fertil. Soils* 9, 178-181
- Heinsdorf, D.**, 1978. Einfluss unterschiedlicher Vergrasung durch *Deschampsia flexuosa* auf Ernährungszustand und Wachstum gedüngter und ungedüngter Kiefern- und Roteichenkulturen. Beiträge für die Forstwirtschaft 12, 107-113
- Hellinga, G.**, 1963. Ontwikkeling in de bosbouw in de periode 1888-1963. In "1888-1963. Driekwart eeuw plattelandsgroei". Jubileumnummer van het Tijdschrift der Nederlandse Heidemaatschappij; 40-67
- Hendriks, C.M.A.**, 1994. De verdrogingstoestand en verdrogingsgevoeligheid van het Nederlandse bos. Rapport 289. Staring Centrum, Wageningen. 26 p. + 2 kaarten
- Higler, L.W.G., H.M. Beijer & W. van der Hoek**, 1995. Stroom in het landschap; ecosysteemvisie beken en beekdalen. IBN-rapport 153, IBN-DLO, Wageningen
- Hilgen, P.R.**, 1995. De vitaliteit van de bossen in Nederland in 1995. IKC-rapport no. 20
- Hogervorst, R.F., H.A. Verhoef & N.M. van Straalen**, 1993. Five-year trends in soil arthropod densities in pine forests with various levels of vitality. *Biol. Fertil. Soils*. 15: 189-195
- Hogervorst, R.F., H.R. Zoomer & H.A. Verhoef**, 1995. Effects of reduced nitrogen deposition on litter decomposition and soil fauna diversity. In: Ecosystems Research Report No. 20. ECSC-EC-EAEC, Brussels. pp. 6-13. 195
- Hogervorst, R.F., H.R. Zoomer & H.A. Verhoef**, 1997. Decomposition and microflora changes in spruce-forested catchments at Gårdsjön following reduced acidic deposition. In: Experimental reversal of acid rain effects: The Gårdsjön Roof Project. John Wiley & Sons Ltd. Pp. 293-306
- Houben, J.M.M.Th.**, 1979. Bodemgesteldheid en diepte van beworteling. Stichting voor Bodemkartering, Rapport nr. 1459. Wageningen
- IKC Natuurbeheer**, 1995a. Natuur in bossen. Projectgroep Ecosysteemvisie Bos. Rapport IKC Natuurbeheer nr. 14. Wageningen
- IKC Natuurbeheer**, 1995b. De vitaliteit van bossen in Nederland in 1995. Verslag meetnet Bosvitaliteit nr. 1. Rapport IKC Natuurbeheer nr. 20. Wageningen
- IKC Natuurbeheer**, 1995c. Onderzoeksvisie OBN. Concept 29-11-1995. IKC Natuurbeheer, Wageningen
- IKC Natuurbeheer/Oranjewoud**, 1995. Rapport Overlevingsplan Bos en Natuur 1995-2010. Plan van aanpak voor de uitvoering van de wetenschappelijke begeleiding van het OBN. Projectnummer 27972. Heerenveen
- Jagt, J.L. van der**, 1996. Criteria voor A-locaties bos. Bosbouwvoorlichting
- Jansen, P.C.**, 1986. De beworteling van (half-)natuurlijke vegetaties. ICW Nota 1968. Wageningen. 18 p.
- Jansen, A.J.M., A.J.J.L. Lemaire & M.H. Jalink**, 1990. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring van natte schraallanden. KIWA, Nieuwegein. 22 p.
- Jansen, A.J.M.**, 1991. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring van natte schraallanden. Advies aan het Ministerie van LNV. SWO 90.244. KIWA, Nieuwegein. 36 p.
- Jansen, A.J.M., A.Th.W. Eijssink, A.P. Grootjans, E.J. Lammers & F.P. Sival**, 1993. Zijn hydrologische ingrepen noodzakelijk voor het herstel van verzuurde natte schraallanden?. In: M. Cals, M. de Graaf & J. Roelofs (red.). Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in natuurterreinen. Proceedings van een symposium georganiseerd door de vakgroep Oecologie van de Katholieke Universiteit Nijmegen en de directie N.B.L.F. van het Ministerie van LNV op 30 oktober 1992
- Jansen, A.J.M.**, 1995. Mondelinge mededeling. KIWA, Nieuwegein
- Jansen, A.J.M. & J.G.M. Roelofs**, in press. Restoration of *Cirsio-Roloniaetum* wet meadows by sod cutting. Ecological Engineering
- Jansen, P.C., R.H. Kemmers & P. Mekking**, 1994. Eco-hydrologische systeembeschrijving van het landgoed 'De Wildenborch'. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 296

- Jansen, M.P.J.M., H.C. van Latesteyn & E.M.J. Meyers**, 1983. Biologische meetnetten: meten aan de natuur. Deel 1: Hoofdrapport. Afdeling Milieubiologie en Inst. voor Theoretische biologie aan de RUL
- Jansen, S.R.J. & A.H.F. Stortelder**, 1984. Landschapsbeschrijving van een aantal veenweidegebieden. Wageningen, Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorskamp", 163 p.
- Jenny, H.**, 1941. Factors of soil formation. Mac Graw-Hill, New York/London
- Joosten, H.**, 1992. Water en natuurwaarden in de Grote Peel. *Natura* 89, 2: 33-37
- Kamminga-Van Wijk, C.**, 1991. Mycorrhizal and nonmycorrhizal Douglas fir grown in hydroculture. Mycorrhiza formation with *Laccaria bicolor*; the effects of N, pH, Al and nutrient concentration. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen. 133 p.
- Kemmers, R.H., & G. van Wirdum**, 1988. De betekenis van de chemische samenstelling van het grondwater voor het milieu van wilde planten. *Biovisie Magazine* 2: 2-6
- Kemmers, R.H., S.P.J. van Delft & P. Mekking**, 1993. Soil survey and humus form research in Dutch forest reserves. In: M.E.A. Broekmeyer, W. Vos & H. Koop (Eds.) *European Forest Reserves. Proceedings of the European Forest Reserves Workshop, 6-8 May 1992, Wageningen, The Netherlands*. Pudoc, Wageningen; 119-126
- Kemmers, R.H.**, 1993a. Ecohydrologie; concepten en methoden van een interdisciplinair vakgebied. Wageningen, DLO-Staring centrum. Technisch Document 8: 98 p.
- Kemmers, R.H.**, 1993b. Bodemkaart is ontoereikend voor ecologische vraagstelling. Jaarverslag SC-DLO, 1993
- Kemmers, R.H.**, 1993c. Staalkaarten voor een ecologische landevaluatie. *Landschap* 10/1 (5-21)
- Kemmers, R.H., J.M.J. Gieske, P. Veen & L.M.L. Zonneveld**, 1995. Standaard meetprotocol verdroging. Voorlopige richtlijnen voor monitoring van anti-verdrogingsmaatregelen. NOV-rapport 15-1. Nationaal Onderzoeksprogramma Verdroging
- Kemmers, R.H.**, 1996a. Humusprofielen en bodemprocessen; beoordeling van mogelijkheden voor wateraanvoer. *Landschap*. Accepted
- Kemmers, R.H.** (ed.), 1996b. De dynamiek van strooisellagen. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 438
- Kemmers, R.H.**, 1996c. Humusprofielen en bodemprocessen. *Landschap* 13, 157-168
- Kemmers, R.H., P. Mekking, A. Smit & J. Sevink**, 1996. Effecten van bosbegrazing op het humusprofiel van arme zandgronden onder naaldbos. Rapport 294, DLO Staring Centrum, Wageningen
- Klap, J.M. & P. Schmidt**, 1992. Maatregelen om effecten van eutrofiëring en verzuring in bossen tegen te gaan. Hinkeloord Rapport No 3. 140 p.
- Klap, J.M. & P. Schmidt**, 1995. Maatregelen om effecten van eutrofiëring en verzuring in bossen met bijzondere natuurwaarden tegen te gaan. Hinkeloord Rapport No 13. 183 p.
- Klap, J.M., P. Schmidt & G. van Tol**, 1995. Curative measures in eutrophicated and acidified forests in The Netherlands with special values of nature. Management of forests damaged by air pollution, IUFRO P2.05-07 Workshop, Trutnov
- Klinka, K., R.N. Green, R.L. Trowbridge & L.E. Lowe**, 1981. Taxonomic classification of humus forms in ecosystems of British Columbia. B.C. Min. For. Land Manage. Rep. No. 8 Victoria. B.C.
- Koop, H., & S. van der Werf**, 1995. Natuurlijke bosgemeenschappen A-locaties en boscomplexen; achtergronddocument bij de Ecosysteemvisie Bos. IBN rapport 162
- Kopinga, J.**, 1981. Gevolgen van het dempen van sloten voor de erlangstaande bomen en beplantingen. *Groen* 37, 285-289
- Kozłowski, T.T.**, 1982. Water supply and tree growth. Part II: Flooding. *Forestry Abstracts (Review Article)* 43: 145-161
- Kozłowski, T.T.**, 1986. Soil aeration and growth of trees (Review article). *Scandinavian Journal of Forest Research* 1: 113-123
- Krajina, V.J., S. Madoc-Jones & G. Mellor**, 1973. Ammonium and nitrate in the nitrogen economy of some conifers growing in Douglas-fir communities of the Pacific North-West of America. *Soil Biology and Biochemistry* 5: 143-197
- Kuyper, Th.W.**, 1996. Persoonlijke mededeling. Biologisch Station Wijster, Landbouwuniversiteit Wageningen
- Lamers, L., A.J.P. Smolders, E. Brouwer & J.G.M. Roelofs**, 1996. Sulfaatverrijkt water als inlaatwater? De rol van waterkwaliteit bij maatregelen tegen verdroging in venige gebieden. *Landschap*, in druk
- Lammerts van Bueren, E.M.**, 1967. Tussen berkenafschuw en berkenmanie, inheemse berken, ecologie en aanplantmogelijkheden. *LUW-Houtteelt, Wageingen*. 55 p.

- Lange, A. de**, 1995. Vernatting, het omgekeerde van verdroging. Hoger grondwater kan schade met zich meebrengen. ROM magazine, nr 11: 19-21
- Lardinois, R.**, 1996. Verdroging of verlofing? Nieuwe Wildernis 2 (vj. 1996): 13
- Larson, M.M.**, 1980. Effects of atmospheric humidity and zonal water stress on initial growth of planted northern red oak seedlings. Canadian Journal of Forest Research 10: 549-554
- Leuven, R.S.E.W. & F.J.J. Bles**, 1989. Verdroging in Nederland: oorzaken, omvang en oplossingen. Proceedings van het Symposium gehouden op 9 sept 1988 in de Jaarbeurs te Utrecht
- LNV**, 1990. Natuurbeleidsplan, regeringsbeslissing. SDU uitgeverij, 's Gravenhage
- LNV**, 1994. Regeling gebiedsgerichte bestrijding verdroging (GEBEVE). Ministerie van LNV, Dienst Landinrichting en Beheer Landbouwgronden, Utrecht
- LNV**, 1995. Overlevingsplan Bos en Natuur. Handleiding 1995. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Natuurbeheer, Projectteam OBN
- LNV**, 1996. Overlevingsplan Bos en Natuur. Handleiding 1996. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Natuurbeheer, Projectteam OBN
- Locher, W.P. & H. de Bakker (red.)**, 1990. Bodemkunde van Nederland. Deel 1, Algemene bodemkunde. Tweede druk. Malmberg Den Bosch
- Loucks, W.**, 1987. Flood-tolerant trees. Journal of Forestry 85, 36-40
- Lynden, K.R. van & H. de Bakker**, 1990. Interpretatie van bodemkaarten. In: H. de Bakker & W.P. Locher, (reds.), 1990. Bodemkunde van Nederland. Deel 2, Bodemgeografie. Tweede druk. Malmberg Den Bosch
- Meerjarenplan Bosbouw**. Beleidsvoornemen 1984/85. Tweede Kamer, vergaderjaar 1984-1985, 18630, nrs. 1-2. 246 p.
- Meerjarenplan Bosbouw**. Regeringsbeslissing 1985/86. Tweede Kamer, vergaderjaar 1985-1986, 18630, nrs. 5-6. 162 p.
- Meiden, H.A. van der**, 1964. Kalibemesting bij populier. Kali 59: 295-301
- Melillo, J.M., J.D. Aber, A.E. Linkens, A. Ricci, B. Fry & K.J. Nadelhoffer**, 1989. Carbon and nitrogen dynamics along a decay continuum: plant litter to soil organic matter. Plant and Soil, 115
- Nabuurs, G.J.**, 1992. Effecten van verdroging op het Nederlandse bos. Werkdocument 13. IKC-NBLF, Wageningen. 39 p. + bijlage
- Natuurhistorische Vereniging Venlo "Vrienden der Natuur" (Studiegroep Natuur en Landschap)**, 1974. Natuurgebied het "Koelbroek". Natuurhistorisch Maandblad no. 7/8, 30 aug. 1974
- Natuurmonumenten**, 1991. Handboek Natuurmonumenten. Natuur- en wandelgebieden in Nederland. Vereniging tot behoud van Natuurmonumenten, 's Gravenland
- Natuurmonumenten**, 1996. Complete gids natuur- en wandelgebieden in Nederland. Vereniging Natuurmonumenten, 's Gravenland. 469 p.
- Neitzke, M.**, 1990. Einfluss von Ammonium- und Nitratstickstoff auf die Entwicklung von Buchenpflanzen. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 153: 225-228
- Nelson, L.E. & R. Selby**, 1974. The effect of nitrogen sources and iron levels on the growth and composition of Sitka spruce and Scots pine. Plant and Soil 41: 573-588
- Neuman, D.S., M. Wagner, J.H. Braatne & J. Howe**, 1996. Stress physiology - abiotic. In: R.F. Stettler, H.D. Bradshaw, Jr., P.E. Heilman & T.M. Hinckley (ed.) Biology of Populus and its implications for management and conservation. Ch. 17. NRC Research Press, National Research Council of Canada, Ottawa, ON; 423-458
- Olthof, R.K.C. & J. van den Burg**, 1990. De gevolgen van grondwaterdaling voor de groei van boomsoorten in het 'Oldenzaalse Veen'. Rapport 7h. Studiecommissie Waterbeheer Natuur, Bos en Landschap, Utrecht. 62 p.
- Oosterbaan, A. & G.J. Nabuurs**, 1990. Relationships between oak decline and groundwater class in The Netherlands. Plant and Soil 136: 87-93
- Oosterbaan, A. & C.A. van den Berg**, 1995. Onderzoek naar de oorzaak van *Abies-grandis*-sterfte op het landgoed Schoonheten. IBN-DLO, Wageningen. 3 p. + 11 figuren.
- Oosterbaan, A.**, 1995. Effecten van vernatting op de groei en vitaliteit van bossen. Concept voorstel referentieproject OBN. IBN-DLO Wageningen
- Oranjewoud**, 1993. Verdrogings- en eutrofiëringsproject Maasmeanders. Projectnr: 0589-47602. Opdrachtgever: Prov. Limburg
- Oranjewoud**, 1995. Rapport Overlevingsplan Bos en Natuur 1995-2010. Plan van aanpak voor de uitvoering van de wetenschappelijke begeleiding van het OBN. Concept versie aan IKC, februari 1995
- Oude Voshaar, J. & J. Stolp**, 1997. Schatting van GHG en GLG uit tijdelijke peilbuizen met korte meetreeksen. Technisch Document 30. Staring Centrum, Wageningen. 30 p.

- Paasman, J.M.**, 1988. Bosdoeltypen en de groeiplaats. Een bodemkundige indeling en beschrijving van de groeiplaatsaspecten van bosdoeltypen en bosdoeltypengroepen t.b.v. de planning op regionaal niveau. Rapport 1988-16. Ministerie van Landbouw en Visserij, Directie Bos- en Landschapsbouw, Utrecht. 20 p. + literatuur (2 p.) + Bijlage I t/m III
- Paasman, J.**, in voorbereiding. Hoe ver mag het grondwater omhoog?
- Pellenburg, N.P.**, 1990. Verdroging van een waterrijk land. PT/Civiele Techniek 1991/1: 20-23
- Perdijk, H.**, 1992. Vernatting van droge duinvallen. De invloed van kalkhoudende kwel op verzuurde bodems. Oeco-hydrologisch onderzoek. Gem. waterleidingen Amsterdam en LU Wageningen (Msc-thesis Vakgroep Hydrologie, Bodemnatuurkunde en Hydraulica)
- Prak, H.**, 1996. Regeling gebiedsgerichte bestrijding verdroging (GEBEVE). 1e Voortgangsreportage. Ministerie van LNV, Dienst Landinrichting en Beheer Landbouwgronden. Utrecht
- Querner, E.P. & W.H.B. Aarnink**, 1997. Verandering van grondwateraanvulling en grondwaterstanden door ingrepen in de waterhuishouding. "H<sub>2</sub>O" 30, 1: 23-25
- Reist, K.**, 1981. Eisen(Fe)-Mangel in Obst- und Zierpflanzenbau. "Baumschulpraxis" 9/81
- Roberts, J.**, 1983. Forest transpiration: a conservative process? Journal of Hydrology 66: 133-141
- Roelofs, J.G.M., M.C.C. de Graaf, P.J.M. Verbeek & M.J.R. Cals**, 1993. Methodieken voor herstel van verzuurde en geëutrofiëerde heiden en schraallanden. In: M. Cals, M. de Graaf & J. Roelofs (red.). Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in natuurterreinen. Proceedings van een symposium georganiseerd door de vakgroep Oecologie van de Katholieke Universiteit Nijmegen en de directie N.B.L.F. van het Ministerie van LNV op 30 oktober 1992
- Rolf, H.**, 1989. Verlaging van de grondwaterstanden in Nederland. Analyseperiode 1950-1986. TNO-Dienst Grondwaterverkenning. 46 p. + 19 bijlagen + 3 kaarten. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren /RIZA. . 45 p. + bijlage p. 1-19 + 3 kaarten
- Runhaar, J.**, 1989. Toetsing van het ecotopensysteem I: Hoofdrapport. Verslag van NWO-Onderzoek 530-245-027. Mededeling 48a. CML, Leiden. 138 p.
- Schachtschabel, P., H.P. Blume, G. Brümmer, K.H. Hartge & U. Schwertmann**, 1989. Lehrbuch der Bodenkunde. Enke, Stuttgart. 491 p.
- Schoumans, O.F.**, 1996. Milieu-effecten van anti-verdrogingsmaatregelen. Van de regen in de drup? In: Symposium Vernatting: Probleem of Oplossing? Symposium Ede, 22 mei 1996. IAH Larenstein, Velp. 2 p.
- Schouwenaars, J.M., H. Esselink, L.P.M. Lamers & P.C. van der Molen**, 1997. Hoogveenherstel in Nederland; bestaande kennis en benodigd onderzoek. Concept pre-advies hoogvenen. Rijksuniversiteit Groningen, afdeling Fysische Geografie
- Schütz, P.R. & G. van Tol (red.)**, 1990. Aanleg en beheer van bos en beplantingen. Pudoc, Wageningen
- Slager, H.**, 1984. Ontwateringsmaatregelen voor bossen op jonge poldergronden. Nederlands Bosbouw tijdschrift 56, 303-310
- Slim, P.A., H.F. van Dobben & R.M.A. Wegman**, 1997. Maatregelen voor vernatting in de landgoederen Smalenbroek en Groot Brunink. IBN-rapport 325. Wageningen
- Sloet van Oldruitenborgh, C.J.M.**, 1982. Waarheen met het beheer van natuurreservaten? Mededeling nr. 233. Vakgroep Natuurbeheer. Landbouwhogeschool Wageningen
- Sluijs, P. van der**, 1990. Grondwatertrappen. Hoofdstuk 11 in: W.P. Locher & H. de Bakker (red.), 1990. Bodemkunde van Nederland. Tweede druk. Malmberg Den Bosch
- Smolders, A.J.P.**, 1995. Mechanisms involved in the decline of aquatic macrophytes, in particular of *Stratiotes aloides* L. Proefschrift, Vakgroep Oecologie, K.U. Nijmegen. 159 p.
- Soesbergen, G.A. van, C. van Wallenburg, K.R. van Lynden & H.A.J. van Lanen**, 1986. De interpretatie van bodemkundige gegevens; systeem voor de geschiktheidsbeoordeling voor akkerbouw, weidebouw en bosbouw. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering, Rapport nr. 1967
- Steenbruggen, T. & A. de Wit**, 1996. Verdrogingsbestrijding in Friesland. Landinrichting 36, 9-13
- Steenvoorden, J.H.A.M., L.C.P.M. Stuyt, P.J.T. van Bakel, R.H. Kemmers & J. Hoeks**, 1991. "Van verdrogen naar vernatten" Verkennende studie naar huidige kennis en wenselijk onderzoek, uitgevoerd door het Staring Centrum. NRLO-rapport 91/10. Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek, 's-Gravenhage. 59 p.
- Stichting voor Bodemkartering**, 1965. De bodem van Nederland. Toelichting op de bodemkaart van Nederland schaal 1 : 200 000. Wageningen, 292 p

- Straalen, N.M. van & W.F. Bergema**, 1991. Biologische beschikbaarheid en ecologisch risico van milieugevaarlijke stoffen. In: Flora en Fauna chemisch onder druk. Pudoc, Wageningen: pp. 27-40
- Straalen, N.M. van & H.A. Verhoef**, 1997. The development of a bioindicator system for soil acidity based on arthropod pH preferences. *J. Appl. Ecology* 34:217-232
- Streefkerk, J.G. & W.A. Casparie**, 1987. De hydrologie van hoogveensystemen, uitgangspunten voor beheer. Staatsbosbeheer Utrecht. 119 p.
- Streefkerk, J.G.**, 1989. Een analyse van de mogelijkheden voor het optimaliseren van de waterhuishouding in de boswachterij Hooghalen. Rapport (ongenummerd). Staatsbosbeheer, Sectie Abiotische Aangelegenheden, Utrecht. 17 p.
- Sutton, R.F.**, 1969. Form and development of conifer root systems. Technical Communication 7. Commonwealth Forestry Bureau, Oxford. 131 p.
- Termorshuizen, A.J. & P.C. Ket**, 1991. Effects of ammonium and nitrate on mycorrhizal seedlings of *Pinus sylvestris*. *European Journal of Forest Pathology* 21: 404-413
- Termoshuizen, A., & Schaffers, A.**, 1991. The decline of carpophores of ectomycorrhizal fungi in stands of *Pinus sylvestris* L. in the Netherlands: possible causes. *Nova Hedwigia* 53: 267-289.
- Tol, G. van**, 1994. Verdroging van bossen. *Groen* 5, 18-20
- Tol, G. van**, 1995. Neveneffecten van bekalking en mineralengiften in bossen. IKC Natuurbeheer, Rapport nr. 13, Wageningen. 13 p.
- Trillmich, H.D.**, 1984. Beziehungen zwischen Niederschlag und Veränderung des Grundwasserspiegels auf grundfrischen Sandstandorten. *Beiträge für die Forstwirtschaft* 18, 1: 37-39
- Van den Driessche, R.**, 1971. Response of conifer seedlings to nitrate and ammonium sources of nitrogen. *Plant and Soil* 34: 421-439
- Van den Driessche, R.**, 1978. Response of Douglas fir seedlings to nitrate and ammonium nitrogen sources at different levels of pH and iron supply. *Plant and Soil* 49: 607-623
- Veen, P.J. & F.J. Jorna**, 1994. Natuur van het zuiverste water. deel 1: Nieuwe moerassen rond het Naardermeer. Vereniging tot behoud van Natuurmonumenten in Nederland. 's Gravenland
- Verhoef, H.A. & L. Brussaard**, 1990. Decomposition and nitrogen mineralization in natural and agroecosystems: the contribution of soil animals. *Biogeochemistry* 11: 175-211
- Verhoef, H.A. & S. Meintser**, 1991. The role of soil arthropods in nutrient flow and the impact of atmospheric deposition. In: G.K. Veeresh (ed.) *Advances in Management and Conservation of Soil Fauna*, pp. 497-506. Vedam Books, New Delhi
- Vermeer J.G. & J.H.J. Joosten**, 1992. Conservation and management of bog and fen reserves in the Netherlands. In: J.T.A. Verhoeven (ed.) *Fens and bogs in the Netherlands*. Kluwer, Dordrecht. 433-478
- Vermeer, J.G.**, 1994. Het overheidsbeleid met betrekking tot verdroging. *Groen* 5 (5), 14-17
- Visschedijk, P.A.M. & M. Steur**, 1991. Recreatieve kwaliteit van bos- en natuurgebieden. Thuisinterviews. De Dorschkamp, Wageningen
- Visser, J.**, 1977. Soil aeration capacity, an index for soil structure, tested against field and root development of apple trees at various soil treatments and drainage conditions. *Plant and Soil* 46: 221-237
- Visser, S.P.**, 1997. "Het laatste druppie". Tekst van een voordracht, gehouden tijdens het Symposium "Verdrogingsbestrijding in Noord-Nederland". Symposium Van Hall Instituut Leeuwarden, Vrijdag 13 juni 1997. Staatsbosbeheer, Regio Friesland. 6 p. + bijlage
- Voet, H. van der & W.K.R.E. van Wingerden**, 1996. Begrazingsexperimenten: hoe wel, hoe niet? *Bosbouwvoorlichting* 35: 103-105
- Vos, W. & A.H.F. Stortelder**, 1988. Vanishing Tuscan Landscapes. Ph. D. Thesis, University of Amsterdam
- Vrielink, J.G., S.P.J. van Delft & H. Kleijer**, 1987. De bodemgeschiktheid voor bosbouw en de te verwachten bosgemeenschappen in de boswachterij De Vuursche. Een bodemgeografisch onderzoek en een vegetatiekartering. STIBOKA Wageningen rapport nr. 1888
- Vries, F. de & E.J. Al**, 1993. ALBOS: een landelijk informatiesysteem met ontwikkelingsmogelijkheden voor bos en natuur. *Landinrichting* 33, 3: 28-33
- Vries, F. de & C.M.A. Hendriks**, 1996. Invloed van grondwaterstands daling op bossen en natuurterreinen in Nederland. Rapport 457. Staring Centrum, Wageningen. 78 p.
- Vries, F. de & C. van Wallenburg**, 1990. Met de nieuwe grondwatertrappenindeling meer zicht op het grondwater. *Landinrichting* 30, 1: 31-36



- Vries, W. de**, 1994. Soil response to acid deposition at different regional scales. Field and laboratory data, critical loads and model predictions. Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen
- Vries, W. de, L.J.M. Boumans, A.F.M. Olsthoorn & E.E.J.M. Leeters**, 1994. Chemische samenstelling van naalden, bodem, bodemvocht en grondwater van twaalf monitorlocaties onder bos. De uitgangstoestand in 1992. SC-DLO Rapport 370.1
- VROM**, 1985. Indicatief Meerjaren Programma Milieubeheer 1986-1990. Staatsuitgeverij, 's Gravenhage
- Waenink, A.W. & K.R. van Lynden**, 1988. Een systeem voor de geschiktheidsbeoordeling van gronden voor bos 1. Opbouw en uitgangspunten. Nederlands Bosbouw tijdschrift 60: 12-22
- Wallace, A. & O.R. Lunt**, 1960. Iron chlorosis in horticultural plants. a review. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 75; 819-841
- Westhof, V. & A.J. Den Held**, 1969. Plantengemeenschappen in Nederland. Thieme, Zutphen
- Werf, S. van der**, 1991. Natuurbeheer in Nederland. Deel 5 Bosgemeenschappen. 375 p. Pudoc Wageningen
- Werkgroep Ecologische Aspecten van Grondwateronttrekking**, 1985. Ecologische Aspecten van Grondwateronttrekking. Commissie Grondwaterwet Waterleidingbedrijven[, Utrecht]. 19 p.
- White, P.M.**, 1973. Plant tolerance for standing water: an assessment. Arboricultural News 38: 41-42
- Wiertz, J., J. van Dijk & J.B. Latour**, 1992. MOVE: vegetatie-module. De kans op voorkomen van ca. 700 plantesoorten als functie van vocht, pH, nutriënten en zout. RIN-Rapport 92/24. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen. 49 p.
- Wijngaard, J.K.R. van den**, 1983. Bosklassen "De Dorschkamp". Bostypen t.b.v. de Vierde Bosstatistiek. Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen. 7 p.
- Wirdum, G. van**, 1980. Eenvoudige beschrijving van de waterkwaliteitsverandering gedurende de hydrologische kringloop. In: J.C. Hooghart (ed.) Waterkwaliteit in grondwaterstromingsstelsels. CHO-TNO, rapporten en nota's 5, Den Haag p. 118-143
- Wirdum, G. van**, 1991. Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Proefschrift, Universiteit van Amsterdam
- Wittich, W.**, 1959. Bodenkunde. In: R. Müller (Her.) Grundlagen der Forstwirtschaft in Übersicht, Zahl, Tabelle, Regel, Vorschrift, Gesetz. Kap. I. Schaper, Hannover; 597-627
- Wolf, R.J.A.M.**, 1992. Ontstaansgeschiedenis en beheer van de Nederlandse Elzen- en Berkenbroekbossen. IBN Dorschkamrapport nr. 680
- Xu, Y.J., E. Röhrig & H. Fölster**, 1997. Reaction of root systems of grand fir (*Abies grandis* Lindl.) and Norway spruce (*Picea abies* Karst.) to seasonal water logging. Forest Ecology and Management 93: 9-19
- Zahner, R.**, 1968. Water deficits and growth of trees. In: T.T. Kozłowski (ed.) Water deficits and plant growth. Vol. II. Plant water consumption and response. Academic Press, New York; 233-239
- Zeeman, W.P.C.**, 1994. Verdroging: het eerste milieuprobleem, het laatst onderkend. Groen 5(5): 10-13
- Zinderen Bakker, E.M. van**, 1942. Het Naardermeer; een geologische, historische en botanische landschapsbeschrijving van Nederlands oudste natuurmonument. Albert de Lange, Amsterdam.



## **BIJLAGEN**

- Bijlage 1. Voorstel OBN-referentieproject Koelbroek
- Bijlage 2. Beschrijving Voltherbroek/Agelerbroek
- Bijlage 3. Beschrijving Korenburgerveen, Vragenderveen en Meddoscheveen
- Bijlage 4. Beschrijving Naardermeer
- Bijlage 5. Beschrijving Springendal
- Bijlage 6. Karakterisering van de groeiplaats door middel van humusprofielonderzoek (door R.H. Kemmers)
- Bijlage 7. A-locaties natte bossen
- Bijlage 8. Voorstel referentieproject OBN "Geestmerambacht":



## **BIJLAGE 1. VOORSTEL OBN-REFERENTIEPROJECT “KOELBROEK”**

### **Waarom referentieproject?**

KOELBROEK nabij Boekend, Blerick, SBB en particulier, 65 ha, Top. kaart 52 G.

Het Koelbroek is een representant van de verveende, oude, verlaten Maasmeanders waarvan er een aantal voorkomen ten westen van de Maas in Limburg. Het is zeer geschikt als Referentieproject omdat er goed ontwikkelde elzenbroekbossen voorkomen, er duidelijk problemen zijn (verdroging en eutrofiëring), er iets aan gedaan kan worden (in feite zijn een aantal maatregelen voorbereid door SBB en klaar om uitgevoerd te worden) en omdat het gebied de potentie heeft om gunstig op die maatregelen te reageren. Bovendien is SBB bereid de kosten van het onderzoek vóór te financieren.

Doel van het voorgestelde onderzoek is 1) inzicht te krijgen in de sturende processen in het gebied 2) de kennis van de effecten van ingrepen te vergroten (kennismontage) en 3) ervaring op te doen bij de monitoring ervan. Het Deskundigenteam Bossen en de instituten die zij vertegenwoordigen, vormen een “consortium” voor de uitvoering van dit onderzoek waarin de maximaal beschikbare deskundigheid aanwezig is.

De keuze van het Koelbroek als referentieproject is gebaseerd op het feit dat in het Koelbroek verschillende types van goed ontwikkeld elzenbroek voorkomen. Het elzenbroek is het belangrijkste bostype onder de natte bossen in Nederland, niet alleen wegens de grote oppervlakte waarin het voorkomt maar ook omdat het de meest typische vertegenwoordiger is van de natte bossen. Het elzenbroek komt in het spectrum van droge tot natte groeiplaatsen voor aan de extreem natte kant, waar niet alleen een bijna permanente waterverzadiging heerst, maar waar daarnaast het milieu extreem zuurstofarm is door stagnerend water.

De groeiplaatsen van het elzenbroek zijn bijzonder omdat ze in het algemeen gevoed worden door kwelwater waardoor basenrijke omstandigheden gehandhaafd kunnen blijven terwijl elders door inzijging vooral zure omstandigheden overheersen. Het is daarom van het grootste belang de elzenbroekbossen te handhaven ter instandhouding van de diversiteit van landschap, bodem en vegetatie.

Het Koelbroek is een typische vertegenwoordiger van de oude Maasmeanders met hoge natuurwaarden, opgevuld met veen en begroeid met elzenbroek, zoals er een aantal langs de linkeroever van de Maas in Noord en Midden Limburg voorkomen. Verspreid over Nederland zullen nog enkele referentieprojecten met elzenbroek worden voorgesteld die representatief zijn voor de natte bossen in hun omgeving, belangrijke natuurwaarden hebben en bedreigd worden door verdroging, verzuring en eutrofiëring, terwijl er maatregelen in voorbereiding zijn ter verbetering van de omstandigheden die “gemonitord” moeten worden.

### **Korte beschrijving “Koelbroek” en plannen ingrepen en monitoring**

Het Koelbroek is geomorfologisch te beschouwen als een oude, afgesnoerde, verveende Maasarm. In het hogere deel van het gebied in het westen bestaat de bodem uit zand van het Middenterras, in de eigenlijke Maasarm uit veen, bijgemengd met wat slib. Zware rivierklei van het Laagterras komt voor op de weer wat hoger gelegen gronden aan de oostkant. Aan het eind van de laatste ijstijd, ca 13 000 jaar geleden, heeft de Maas de meander verlaten en sinds die tijd is de verlanding in de meander onverminderd doorgegaan tot de situatie zoals die nu is.

In de geologische opbouw van het gebied speelt vooral de overgang tussen het Pleistoceen en het Holoceen een belangrijke rol. Volgens de literatuur (Nat. Hist. Ver. Venlo, 1974) behoort het hoge land in het westen tot het Onderste Middenterras (Formatie van Vechel) uit het Holstein interglaciaal tot vroeg Saliën (Riss). De meander is gevormd in het begin van de Weichsel (Würm) ijstijd. Meandering was blijkbaar al mogelijk terwijl de Rijn nog verwilderd was. De oorzaak wordt gezocht in de daling van de Centrale Slenk die grof sediment opnam in het gebied ten zuiden van

Roermond. Meanderende rivieren komen voor bij een enigszins regelmatige afvoer en een niet te hoge sedimentlast; verwilderde rivieren komen voor bij onregelmatige afvoer en hoge sedimentlast zoals die te verwachten zijn in niet of weinig begroeide gebieden, zoals aride of periglaciale gebieden. Het feit dat het merendeel van het sediment bezonk in de Centrale Slenk heeft het waarschijnlijk mogelijk gemaakt dat de rivier al meanderde, terwijl bij het klimaat destijds (ijstijd) een verwilderd riviertype hoort.

Het laagterras ten oosten van het Koelbroek ligt 6 m boven de recente Maasvlakte en behoort tot oudste Laagterras. Aan het einde van de Weichsel ijstijd vond insnijding plaats en vorming van de lagere terrassen. Toen is ook de Koelbroek meander verlaten. De oudste opvullingen in de meander hebben pollen uit het vroeg-Laat Glaciaal (Oudste Dryas, ca 13 000 jaar geleden) dus daarvoor moet de Maas de meander verlaten hebben en zich hebben ingesneden in het oudste Laagterras.

Er is geen open water meer in het Koelbroek (Coolen, 1993). In het centrale deel, dat vroeger open water was, komt een rietland voor met zeggen en hoogopschietende kruiden, gedeeltelijk met drijftilkarakter waarin het liesgras (*Glyceria maxima*) overheerst. Dit wordt begrensd door wilgen- en elzenbroek in de meander, en drogere bossen op de hogere plaatsen, oa. een dennenbos in het westen (Nat. Hist. Ver. Venlo. 1974). Voorts is er in 1975 een palynologisch onderzoek uitgevoerd, waarbij met behulp van stuifmeelanalyses de historie van de vegetatie in kaart is gebracht. Uit dat onderzoek blijkt onder meer dat de in de loop der tijd opgehoopte organische laag in de meander 2 - 3 m dik is, en plaatselijk meer dan 3 meter (Van den Brand, 1975 in Coolen, 1993). De opvullingen zijn grotendeels Laat Glaciaal, alleen de bovenste meter is Holoceen.

Vergelijking van de opnames van 1974 en 1993 toont aan dat de soortenrijkdom in het gebied nog steeds hoog is. Er komen tenminste 69 mossorten voor, waarvan 63 bladmossen en 6 levermossen. Dit relatief hoge aantal is vooral toe te schrijven aan de variatie in biotopen die het Koelbroek herbergt: pleistoceen terras, broekbos, beekoever, betonnen stuwwand en kleiige bodem aan de ooststrand. Bij de hogere planten komen o.a. voor: holpijp, moerasvaren, grote boterbloem, wateraardbei, gewone dotterbloem, slangenwortel, koningsvaren, bosbies en zwarte en rode bes (aalbes). Gedurende de bijna 20-jarige periode tussen beide opnamen is veel verruiging opgetreden, vooral met braam, maar ook met brandnetel en kleeftkruid. In de nattere stukken zijn de in 1974 gevonden waterscheerling en waterdrieblad niet meer aangetroffen in 1993, en veel van de hierboven genoemde soorten komen nu minder voor ten gevolge van verdroging en overstrooming met eutroof, gebiedsvreemd water (Coolen, 1993).

Dwars door het gebied stroomt de gekanaliseerde Everlosche Beek waarop vooral via een aantal loodrecht daarop gegraven slootjes het Koelbroek afwatert. De beek die steeds sterker vervuult, is een aantal jaren geleden uitgediept om de ontwatering van de omringende gronden te verbeteren. Stilstaand open water ontbreekt. De Everlosche Beek voert behalve drainagewater uit het bovenstrooms gelegen landbouwgebied ook Maaswater af dat sinds 1990 in droge tijden stroomopwaarts wordt ingelaten.

Het SBB wil dit gebied in zijn oorspronkelijke staat herstellen. Het gebied is sterk verstoord door kanalisatie van de Everloosche beek en door watervervuiling. De verstoring is zowel hydrologisch als chemisch. De Everlose Beek die vroeger langs de NW-rand stroomde op de overgang van de hoge zandgronden naar de meander, is verplaatst naar het midden van het broek door een gebied met open water. De brede gekanaliseerde beek heeft de waterstand in het broek flink doen dalen en hierdoor en door verlanding is het open water verdwenen en heeft plaats gemaakt voor moerasgrassen. Eutrofiëring en vervuiling vinden plaats langs de beek door overstrooming met water uit het landbouwgebied en met gebiedsvreemde Maaswater. Eutrofiëring vindt verder plaats door versnelde omzettingen van organische stof als gevolg van de door kanalisatie van de beek verlaagde grondwaterstanden.

Plannen bestaan om op korte termijn (1996/1997) de situatie te verbeteren, de beek (voor zover van lokale oorsprong) weer de oude koers te laten volgen en de gekanaliseerde loop geheel of gedeeltelijk weer te dichten, zodanig dat er geen waterbeweging meer door zal plaatsvinden. Het eutrofe landbouwwater mag hierbij niet meer door het broek stromen. Dit zal afgeleid worden via de Noordervaart in een meer oostelijke richting. Een deel van de met liesgras overgroeide laagte die vroeger open water was zou uitgebaggerd kunnen worden (terugdraaien successie), terwijl

een ander deel verder kan ontwikkelen, maar dan met een hogere waterstand en schoner water. Er wordt op gerekend dat hernieuwde ijzerrijke kwel in het bodemprofiel, ten gevolge van een verminderde afvoer van kwelwater, de huidige overmaat aan fosfaat kan wegvangen waardoor de verzuuring zal afnemen. De grootscheepse hydrologische ingrepen voor een groot gebied dat het Koelbroek omvat zullen in het kader van een GEBEVE-project worden uitgevoerd. Met een OBN-referentieproject kunnen de effecten van de hydrologische veranderingen, veroorzaakt door het GEBEVE-project, in het Koelbroek in detail bestudeerd kunnen worden.

Tijdens en vóór deze ingrepen zullen monitoringen moeten worden uitgevoerd. De vegetatie en bodem moeten goed beschreven worden. Een vegetatiekartering op schaal 1:5000 is uitgevoerd, een verdere detaillering waarbij gecombineerde bodem en vegetatieopnamen gebruikt worden is wenselijk. Op transecten zouden additionele (bodem en) vegetatieopnamen gemaakt moeten worden, waarbij ook de organische stof (humusprofielen) beschreven wordt. Verder moeten metingen opgezet worden naar waterstanden, waterkwaliteit en N- en P-huishouding. Additionele peilbuizen moeten geplaatst worden om waterniveaus en watersamenstellingen te meten vóór en tijdens de werkzaamheden en een flinke periode daarna. Met ruimere intervallen moeten ook de vegetatieveranderingen (waaronder bosstructuur) en bodemprocessen (bijvoorbeeld dikte en samenstelling humushorizonten) gevolgd worden. Contactpersonen bij planning en uitvoering zijn Jan Holtland en Ph. Bossenbroek van SBB. SBB is bereid de onderzoekswerkzaamheden vóór te financieren.

De planning is in grote lijnen als volgt:

1996/7	aanleg/opstart (analyse water, bodem, vegetatie, bosstructuur, bosvitaliteit, rapportage)
1997	analyse water
1998	tussenopname (analyse water, bodem, vegetatie, bosvitaliteit, tussenrapportage)
1999	analyse water
2000	analyse water
2001	eindopname (analyse water, bodem, vegetatie, bosstructuur, bosvitaliteit, rapportage met evaluatie uitgevoerde maatregelen, advies over toepasbaarheid en advies over eventuele continuering onderzoek).

## **Nadere uitwerking vegetatiekundig en bodemkundig onderzoek van het Koelbroek**

### ***Inleiding***

Vegetatie en bodem zijn ecosysteemfactoren die afhankelijk zijn van de primaire factoren moedermateriaal en hydrologie, en daarnaast van het beheer. Moedermateriaal is via chemische substraateigenschappen bepalend voor o.a de rijkdom en beschikbaarheid van mineralen en voor het zuurbufferend vermogen. Door het reliëf is de factor hydrologie via grondwaterstromingen bepalend voor de aanvoer of afvoer van vooral basische kationen naar het maaiveld. Afvoer van basische kationen via infiltratie heeft, mede afhankelijk van het bufferend vermogen van het moedermateriaal, in meer of mindere mate bodemverzuring tot gevolg. Aanvoer van basische kationen naar het maaiveld via kwel heeft een hoge basenstatus van de bodem tot gevolg, hetgeen weer aanleiding is tot veranderingen in de soortensamenstelling van de vegetatie. Ingrijpende veranderingen in de hydrologie, zoals het omleiden/dempen van beken gericht op het herstellen van kwel, heeft ongetwijfeld gevolgen voor de basenstatus van de bodem en de voorkomende plantesoorten. Deze veranderingen komen tot uiting in het vegetatiepatroon en in het humusprofiel van de bodem. Beide zijn relatief dynamische bodemkenmerken, die zich uitstekend lenen voor monitoring van processen die zich op de middellange termijn (5-10 jaar) tot lange termijn (25 jaar) zullen manifesteren.

Uitgangspunt bij zowel het beschrijven van de nul-situatie van de locatie Koelbroek, als wel het vastleggen van de ontwikkelingen in de jaren na de ingreep, is dat bij de opname in het veld en de uitwerking van de gegevens een zeer nauwe samenwerking tussen abiotische en vegetatiekundige disciplines vereist is. Dit leidt eerder tot het noodzakelijke inzicht in de processen, voorkomt overbodig werk, en als zich onvoorziene artefacten voordoen kan adequater een oplossing worden gevonden. Ook met het waterkwaliteits en -kwantiteitsonderzoek zal een directe afstemming moeten plaatsvinden alvorens systematisch gegevens worden verzameld.

## **De vegetatie**

Een efficiënte manier om natuurherstel en natuurontwikkeling te monitoren is de vegetatie als ingang te nemen. Het is de vegetatie die zich direct aan ons openbaart; ze vormt als het ware de *display* van alle werkzame processen. Daarnaast vertegenwoordigt de vegetatie (uitgedrukt in een combinatie van soorten in een bepaalde rangschikking en dominantieverhouding) een belangrijk deel van de biodiversiteit; ten eerste door de plantesoorten die bij ieder vegetatietype in het geding zijn, ten tweede doordat de plantengroei in hoge mate bepalend is voor de faunagroepen. Deze relatie is zo hecht, omdat de groene planten de trofische basis vormen voor ieder ecosysteem (primaire producenten).

Nog in sterkere mate dan de afzonderlijke soorten zijn de combinaties van plantesoorten (uit te drukken in vegetatietypen of plantengemeenschappen) indicatoren voor milieuveranderingen. De ecologische amplitudo's van plantengemeenschappen zijn i.h.a. veel nauwer dan die van de afzonderlijke soorten. Wel kan het optreden van een bepaalde, vaak niet karakteristieke soort binnen een gegeven vegetatietype subtiele veranderingen indiceren. Voor monitoring is een combinatie van het volgen van vegetatietypen en een aantal daartoe geselecteerde soorten optimaal.

De uitzonderlijke droge omstandigheden van dit moment (mei 1996) worden niet meteen gereflecteerd in de vegetatie, zodat een opname van flora en vegetatie op de korte termijn nog een representatief (gemiddeld) beeld geeft van de uitgangssituatie. Door de droogte is (ook zonder dat de voorgestelde maatregelen worden uitgevoerd) in de loop van de zomer enige verruiging te verwachten die zich ook in het volgende seizoen nog zal manifesteren. Hoewel dit vermoedelijk een tijdelijk karakter zal hebben (fluctuatie) is zo'n verschuiving in soortensamenstelling storend voor het interpreteren van de uitgangssituatie. Door op korte termijn te beginnen kan dit effect worden voorkomen.

## **Het humusprofiel**

Het humusprofiel is opgebouwd uit humushorizonten die in meer of mindere mate zijn aangetast door biologische afbraakprocessen. Deze verschillende horizonten zijn in het veld goed te herkennen en worden in volgorde van mate van afbraak L(itter)-, F(ermentatie)- of H(umificatie)-horizont genoemd. Bij ongunstige condities voor afbraak zal strooisel slecht verteren en accumuleren op de minerale ondergrond. Daarentegen zal bij een intens bodemleven het strooisel worden gehumificeerd en met de minerale ondergrond worden vermengd, waardoor een eerdlaag (Ah-horizont) ontstaat. De toestand van het humusprofiel geeft dus aanwijzingen voor bodemomstandigheden die van invloed zijn op de afbraak van organische stof, maar geeft tevens informatie over de mate waarin nutriënten (N, P) accumuleren (voedselarmoede) of juist circuleren (voedselrijkdom) in het ecosysteem.

Een van de belangrijkste condities die de biologische activiteit in de bodem stuurt, is de basenbezetting van het adsorptiecomplex. Kwelfluxen die tot in de wortelzone reiken, leiden tot een hoge calciumbezetting van het adsorptiecomplex, een actief bodemleven, en een goede omzetting van strooisel. Onder anaërobe omstandigheden is het bodemleven beperkt tot microbiologische organismen (bacteriën), terwijl onder aërobe omstandigheden ook de microfauna (insecten, wormen) actief betrokken is bij de omzetting. Een afname van de kwelinvloed gaat gepaard met een afname van de calciumbezetting en na verloop van tijd een daling van de pH en een accumulatie van strooisel op het oorspronkelijke humusprofiel. Het humusprofiel integreert hierdoor het verloop van door de hydrologie geïnduceerde processen over de tijd.

Veengronden kunnen worden beschouwd als dikke semi-terrestrische humusprofielen (Clerkx *et al.*, 1995). Onder zeer natte, zure omstandigheden, wordt organische stof niet of nauwelijks afgebroken, waardoor veenvorming ontstaat. Plantenresten zijn in deze zure veen(humus)profielen goed herkenbaar. Horizonten met nauwelijks verteerde, goed herkenbare plantenresten worden aangeduid als Of-(fibric)horizont. Onder iets minder natte omstandigheden, vindt een geringe omzetting plaats en ontwikkelt zich een Om-(mesic)horizont, waarin het oorspronkelijke plantenmateriaal door omzetting minder goed herkenbaar is. Onder aërobe omstandigheden dringt zuurstof het profiel binnen en ontwikkelt zich een zure, amorfe gliede-achtige (kazige) humushorizont (Od). Dit materiaal is volledig gehumificeerd. Het oorspronkelijke plantenmateriaal is niet meer herkenbaar.



Onder natte, basenrijke omstandigheden wordt door microbiële activiteit organische stof enigszins omgezet tot een slappe amorfe humus en ontstaat een gyttja-achtige humushorizont die wordt aangeduid als Og-horizont. Karakteristiek voor een Og-horizont is bijmenging met slib. Onder aërobe omstandigheden vindt onder invloed van microfauna veraarding plaats, waarbij een sterk gehumificeerde Oh-horizont ontstaat. Verdroging door het wegvallen van kwel kan uiteindelijk leiden tot verzuring. Door verzuring kan de biologische activiteit weer sterk teruglopen, wat zich uit in de accumulatie van bladstrooisel op het veraarde veenprofiel. Hierdoor ontstaat een terrestrische L/F-horizont op het oorspronkelijke veenprofiel.

### **Werkwijze**

De eigenschappen van het humusprofiel en de vegetatie vormen een correlatief complex van factoren waarmee de groeiplaats kan worden getypeerd naar potentieel vegetatietype en optredende processen. Inventarisatie en monitoring van bosoecosystemen dient daarom via een integrale benadering plaats te vinden.

Voorgesteld wordt een gefaseerde werkwijze te volgen waarbij

- i) patronen van de uitgangssituatie worden vastgelegd
- ii) raaien met permanente meetpunten worden geselecteerd
- iii) bemonstering van de uitgangssituatie plaatsvindt op meetplekken, en
- iv) meetdoelstelling en bemonsteringsplan voor monitoring worden geformuleerd (Zie Kemmers *et al.*, 1995).

#### *Patronen uitgangssituatie*

Actie 1 In nauwe samenwerking met een vegetatiekundige worden de aanwezige patronen van humusprofiel en vegetatie (= groeiplaatstypen) vergeleken met de bestaande vegetatiekaart. De vegetatiekaart wordt daarbij verfijnd tot een verspreidingskaart van bosoecosystemen. Daarnaast worden een aantal kritische plantesoorten, die bepaalde stadia van de ontwikkeling indiceren (zgn. procesparameters), gekarteerd.

#### *Selectie raaien/meetvlakken*

Actie 2 In overleg met projectteam wordt een aantal raaien uitgezet (loodrecht op de beek) en worden langs de raaien permanente meetvlakken geselecteerd, naar schatting 5 raaien met elk 5 meetvlakken. Per bosoecosysteem (vegetatie-groeiplaatstype) wordt in principe een meetvlak ingericht. De afmetingen van de meetvlakken zullen de minimum areaal-grootte van het desbetreffende vegetatietype niet overschrijden (bijv. homogene vlakken van ca. 25 m<sup>2</sup>), om heterogeniteit in de meetvlakken zoveel mogelijk uit te sluiten.

#### *Bemonstering uitgangssituatie*

Actie 3 Van ieder meetvlak wordt de vegetatie nauwkeurig opgenomen, inclusief de moslaag. Om later eventuele veranderingen in de vegetatie-eenheid (van de bijgestelde vegetatiekaart waarin het meetvlak is gelegen) te ontdekken wordt daarnaast een soortenlijst gemaakt, waarbij bedekkingen globaal worden aangegeven. Nabij de 4 hoekpunten van elk meetvlak wordt het humusprofiel beschreven (voorkomen en dikte van horizonten) en kwantitatief bemonsterd per horizont.

Actie 4 Invoer van vegetatiegegevens (data-bestand en GIS-systeem)

Analyse humusmonsters op:

- pH-water
- Org. stof
- CEC<sub>8,1</sub>
- Uitwisselbaar K, Na, Mg, Ca, H, Al
- totaal N, totaal P, org. P

Actie 5 Interpretatie van gegevens van de vegetatie-analyse op basis van tabellen. De humusanalyse vindt plaats naar gemiddelden en variabiliteit per meetvlak/vegetatietype. Afhankelijk van de te formuleren meetdoelstelling en van de ruimtelijke variatie in de vegetatie zal het aantal humusmonsters per vegetatietype moeten worden uitgebreid om significante effecten van maatregelen te kunnen aantonen. (Naarmate de ruimtelijke variabiliteit groter is, zullen meer

monsters nodig zijn om een significant effect (bv. 10 % stijging basenbezetting) te kunnen vaststellen; deze informatie is niet a priori bekend).

#### *Bemonsteringsplan*

Actie 6 In overleg met het projectteam wordt de meetdoelstelling afgeleid uit de te nemen maatregelen en vertaald naar het bemonsteringsplan.

#### *Rapportage*

Actie 7 Rapportage uitgangssituatie

#### *Coördinatie*

Actie 8 Algehele coördinatie/projectbegeleiding

#### *Monitoring*

Actie 9 Monitoren van vegetatie, aandachtsoorten en humusprofiel eigenschappen (veldkenmerken en chemische analyse na 2, 5 en 10 jaar. Nadat de uitgangstoestand is vastgelegd kunnen de voorgestelde maatregelen worden uitgevoerd, waarna op gezette tijden opnieuw de ecosystemen en aandachtsoorten worden opgenomen; voorgesteld wordt een opname na 2, 5 en 10 jaar uit te voeren. Bij monitoring wordt na de ingreep de vegetatie op de permanente meetpunten van ca 25 m<sup>2</sup> (in combinatie met de groeiplaatsfactoren) opnieuw opgenomen. Daarnaast wordt **per kaarteenheden**, dus binnen het bosecosysteemtype, een snelle soortopname gemaakt (van alle soorten). Ook worden de aandachtsoorten telkens gekarteerd, met een zo nauwkeurig mogelijke schatting van de populaties.

### **Nadere uitwerking hydrologisch onderzoek van het Koelbroek**

Als gevolg van de aanleg van de Everlosche beek is de hydrologie van het gebied ingrijpend veranderd. Door versnelde afvoer van kwel is de waterstand sterk gedaald, waardoor het open water is verdwenen. Bij een geringe afvoer onttrekt de beek veel water aan het Koelbroek, waardoor een brede zone langs de beek verdroogt. Bij hoogwater raakt deze zone geïnundeerd met eutroof gebiedsvreemd, stikstof-, fosfaat- en sulfatrijk beekwater. Vooral in deze inundatiezone is de vegetatie ingrijpend veranderd en zijn kenmerkende moerasvegetaties met soorten als dotter (*Caltha palustris*), slangewortel (*Calla palustris*) en grote boterbloem (*Ranunculus lingua*) vervangen door monotone vegetaties met liesgras (*Glyceria maxima*). Verder van de beek, waar de invloed van het beekwater gering is en nog ijzerrijke kwel uittreedt komen eerdergenoemde moerasvegetaties nog voor.

Omleiding van de beek zal naar verwachting leiden tot een verhoging van de waterstand in dit gebied door verminderde afvoer van kwelwater. Hierdoor zal de kwaliteit van het water in de zone langs de beek verbeteren. Herstel van de aanvoer van ijzerrijke kwel zal leiden tot fosfaatimmobilisatie waardoor de voedselrijkdom zal afnemen. De chemische gegevens zullen worden gerelateerd aan veranderingen in de vegetatie. Of dit zal leiden tot een achteruitgang van de liesgrasvegetatie is nog onbekend. Hiervoor is het noodzakelijk om een aantal proefplots in de liesgrasvegetatie aan te leggen. In een deel van deze plots zou deze vegetatie ongestoord kunnen blijven, in een deel geplagd en in een deel van de plots zou gebaggerd kunnen worden.

#### *Werkwijze*

Voordat de beek daadwerkelijk wordt omgeleid is het noodzakelijk om de huidige situatie vast te leggen. Hiervoor zullen, aan de hand van de vegetatiekaart en in overleg met de andere partners, transecten worden uitgezet. In totaal zullen 5 transecten loodrecht op de beek worden uitgezet met ieder 5 monitor punten, welke samenvallen met de permanente quadraten (PQ's) van de vegetatie. Op ieder meetpunt zal tweemaandelijks op 3 dieptes de chemische samenstelling van het bodemvocht, met behulp van permanent geïnstalleerde lysimeters, worden bepaald. Zo'n meetnet kan een nauwkeurig beeld geven van de variatie binnen het gebied alsmede van de seizoensfluctuaties en geeft tevens een indicatie over de snelheid van veranderingen. Indien noodzakelijk kan snel informatie over de totale chemische samenstelling van het water in het gebied worden verkregen met behulp van de zgn. prikstok methode. Hiermee wordt het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) bepaald.

Op een aantal plaatsen zullen peilbuizen worden geplaatst om de waterstand te meten. Indien haalbaar zullen deze tweewekelijks worden gemeten. Deze gegevens zullen worden gekoppeld met de gegevens van de bestaande peilbuizen, die SBB al enkele jaren opneemt. In geplagde en ongeplagde stukken liesgras zullen eveneens lysimeters worden geplaatst. De chemische gegevens van de lysimeters zullen worden gekoppeld aan de vegetatie karteringen.

### **Nadere uitwerking onderzoek Bosstructuur en Bosvitaliteit van het Koelbroek**

#### *Vraagstelling*

Bosstructuur en bossamenstelling zijn enerzijds een expressie van de groeiplaatsfactoren, anderzijds beïnvloeden zij via strooiselval en lichtfiltering de secundaire groeiplaatsfactoren. Verwacht mag worden dat door verandering van de groeiplaats (i.c. verhoging van de (grond)waterstand, verbetering van de kweldruk, geen inlaat meer van vervuild Maaswater, meer gebiedseigen water) de samenstelling en structuur van de wilge- en elzebroekbossen verandert en zich 'terug'-ontwikkelt naar de oorspronkelijke situatie. Deze verandering zal naar verwachting langzaam optreden en zij zou gepaard kunnen gaan met een afname van de bos- en boomvitaliteit, wat uiteindelijk zou kunnen leiden tot een (lokaal) afsterven. Op zulke plaatsen zou zich een nieuwe bosontwikkeling voor kunnen doen. De afname van de vitaliteit leidt tot een geringere aanmaak van loof en dus tot een geringere bladval en tot een grotere toevoer van licht en warmte naar de bodem, waardoor ook de samenstelling van de bodemvegetatie en de humusvorming beïnvloed kan worden.

#### *Werkwijze*

De bossamenstelling (soort, dbh, dichtheid) wordt meegenomen in de vegetatieopnames. De bosstructuur wordt apart opgenomen met methoden die ook in het bosreservatenonderzoek en in het OBN-onderzoek droge bossen gebruikt worden. Veranderingen in lichtdoorval (of in bladbezetting) worden via fish-eye foto's vastgelegd.

Het onderzoek zal bestaan uit de opname van de bosstructuur in transecten. Hierbij zullen alle bomen die de transectlijn snijden op schaal worden ingetekend. Vervolgens zal een opname gemaakt worden van de bedekking van het bos op een gefixeerde plaats in (of bij) ieder van de 25 permanent kwadraten. Deze bedekking zal bepaald worden door middel van fotografische opnames, verticaal omhoog, met een groothoeklens van 180 graden.

De opnamen zullen verricht worden in 1996, vóór de ingrepen, en zullen herhaald worden aan het eind van het project na 5 jaar. Per opname wordt 1250 m transect tekeningen en 25 foto-opnamen geanalyseerd.

### **Waterpassing**

SBB zal gevraagd worden een waterpassing uit te voeren van de maaiveldhoogten van de transecten met de PQ's alsmede van de bovenkanten van alle peilbuizen. Hiermee kunnen hydrologische, bodemkundige en vegetatiekundige aspecten beter met elkaar in verband gebracht worden.



## BIJLAGE 2. BESCHRIJVING VOLTHERBROEK/AGELERBROEK

Ligging: Twente, bij Denekamp, van SBB, 100 ha.

Landschappelijk en natuurwetenschappelijk interessant gebied dat vroeger met Ottershagen een uitgestrekt stroomdalgebied vormde, het grootste aaneengesloten broekbosgebied van Nederland. Het bestaat uit broekbossen en oude maten met een rijke flora en fauna. Het is geschikt als referentieproject voor goed ontwikkeld typisch elzenbroek.

De broekbossen worden afgewisseld door kleine oppervlakten natte heiden, vennen met oeverkruidgemeenschappen, grote zeggen, natte ruigten, kamgrasweiden en blauwgrasland. Het Voltherbroek is sterk verdroogd. Geschat wordt dat een verlaging van de laagste grondwaterstanden van 50-100 cm is opgetreden. De winterse overstromingen en inundaties, die in de laagste delen van het broekgebied vóór de ruilverkaveling zo algemeen en kenmerkend waren, behoren grotendeels tot het verleden.

Het Agelerbroek, en vooral het centrale deel is veel natter gebleven. Dit deel heeft geen of weinig last van verdroging en de pH van de bovengrond is nog redelijk hoog (rond 6). Daarom is er een goede vertering van het strooisel. Het bodemprofiel bestaat uit een dunne laag (20-40 cm) veraard veen op vrij grof zand. Kwel is afkomstig van een stuwwal in het Zuidoosten tussen Denekamp en Oldenzaal (De Hooge Lutte). Het water wordt aangevoerd door een aantal dalen, passeert een groot O-W kanaal (Almelo-Nordhorn) en komt dan in het Agelerbroek terecht. De vrij grofzandige ondergrond kan een goede kwelstroom geven. Van nature lopen de beekjes in het moeras ongeveer op maaiveldhoogte. In de diepste delen (vaak met struikbegroeiing van grauwe wilg) komt de kwelstroom tot in het maaiveld en stroomt overtollig water af naar de beekjes.

Op plaats waar het Almelo-Nordhorn kanaal het Agelerbroek doorsnijdt valt op dat het waterpeil van het kanaal veel hoger is dan dat van de beek die in een siphon onder het kanaal doorgaat. Hier heeft een sterke "beekverbetering" plaatsgevonden, verplaatsing, rechttrekking en verdieping van de loop met als gevolg een aanzienlijke verlaging van de waterstand in de zuidoostelijke hoek van het Agelerbroek. De beek die vroeger dwars door het broek stroomde is afgebogen naar het oosten en langs de rand met de weilanden gelegd en sterk uitgediept. De waterstand in de beek is tenminste 1 m onder maaiveld. Door kweldruk zijn duidelijk verzakkingen in de slootwand te zien. Nabij de beek in het zuidoostelijk deel van het Agelerbroek is een sterke invloed van de veranderende hydrologische situatie merkbaar. Deze uit zich niet zozeer in een gedaalde grondwaterstand in het elzenbroek maar meer in een vervanging van basenrijk kwelwater door zuur regenwater in het profiel en wel tot een diepte van 50 tot 100 cm (mond. meded. Jansen, 1995).

Door de daling van de grondwaterstand is de vegetatie van het zuidelijk van het kanaal gelegen Voltherbroek sterker veranderd dan die van het Agelerbroek. Goed ontwikkelde elzenbroeken, grote zeggen, natte heiden, blauwgraslanden, dotterbloemhooilanden en oeverkruidgemeenschappen zijn zeldzaam tot zeer zeldzaam geworden of zelfs geheel verdwenen. Een deel van de achteruitgang is echter veroorzaakt door het niet voortzetten van de beheersmaatregelen die karakteristiek waren voor het oude cultuurlandschap.

De natuurwetenschappelijke potenties van het gebied zijn zeer groot als aan enkele randvoorwaarden in de waterhuishouding wordt voldaan. Voor de realisatie van deze randvoorwaarden moeten echter andere maatregelen in de waterhuishouding worden uitgevoerd dan die welke in het landinrichtingsplan zijn voorgenomen. Indien deze randvoorwaarden kunnen worden gerealiseerd, kan het Voltherbroek/Agelerbroek uitgroeien tot het grootste, aaneengesloten broekbosgebied van Nederland met een zeer hoge waarde. Deze verwachting is gebaseerd op het feit dat het overgrote deel van het reservaat nooit is bemest, hetgeen niet kan worden gezegd van zeer veel andere gebieden waarvoor grootschalige natuurontwikkelingsprojecten op stapel staan.

Het gebied bestaat voor bijna de helft uit bos, vooral elzenbroek. De kern bestaat uit een combinatie van elzenbroekbossen en wilgenstruwelen, meestal ontwikkeld op vroegere hooilanden (de "maatjes"). Enkele maatjes zijn nog niet dichtgegroeid of nog in gebruik als hooi/weiland. Het zijn meestal verruigde en moerasige graslanden. Verder, vooral aan randen

komen eiken-berkenbossen en elzen-vogelkersbossen voor. Het natuurterrein Vogelpoel ligt ten oosten van het dorpje Volthe en bestaat uit natte heiden, vennen en berkenbroeken, ingebed in zeer voedselrijke graslanden (engels-raaigrastype en geknikte vossenstaarttypen). Het armere witboltype grasland komt ook voor.

Het gebied wordt gekenmerkt door slenken, die zijn ingebed in dekzandruggen en grondmorenevlakten. De slenken bestaan uit beekdalgronden al dan niet met veenlagen. De hogere dekzanddelen bestaan uit veldpodzolgronden en enkeerdgronden. In dit door stuwwallen gevormd landschap neemt men aan dat er slechts één watervoerend pakket voorkomt (30-40 m diep in het westen tot 50-60 m diep in het oostelijke deel, overeenkomend met de dikte van het kwartaal). Er zijn echter 2 soorten grondwater: jong grondwater (<100 jaar) dat afstroomt lokaal van dekzandruggen) en oud (diep) grondwater van (sub)regionale systemen met relatief hoge kalkgehalten. Jong grondwater is al dan niet geëutrofiëerd; de beken en sloten zijn steeds vervuild.

Knelpunten zijn de te diepe ligging van beken en leidingen, het voorkomen van drains in het landbouwgebied, de onregelmatige afvoer van bovenstrooms water en de eutrofiëring. De voorgestelde maatregelen ten behoeve van de Landinrichting Rossum Oost zullen resulteren in nog lagere waterstanden en een verdere toename van de eutrofiëring van de vegetatie in de broekbossen en langs de beken.

De belangrijkste aanbeveling is het aanpassen van de plannen voor de landinrichting en het herstellen van de waterhuishouding, waarbij wordt voldaan aan de randvoorwaarden voor de ontwikkeling van de natuurwetenschappelijke potenties. Recentelijk zijn een aantal aanpassingen in het inrichtingsplan aangebracht (mondellijng mededeling Eysink, 1996). Deze omvatten:

1. er zal geen dubbel ontwateringsstelsel worden aangelegd
2. de voorgenomen verdieping van beken zal op veel plaatsen niet uitgevoerd worden
3. een extra 50 ha grond zal verworven worden en er zal een versnelde aankoop van de gronden plaatsvinden.

Bij het instellen van een referentieproject in dit gebied zou het centrale deel van het Agelerbroek als nuloptie kunnen dienen, omdat daar de oorspronkelijke onverdroogde toestand nog redelijk goed aanwezig is. Effecten van waterstandverhogingen zullen vooral in het Voltherbroek en het zuidoostelijke deel van het Agelerbroek bestudeerd kunnen worden. Verder kunnen additionele experimenten uitgevoerd worden zoals verwijderen strooisel en verwijderen strooisel + veraarde laag.

De waterstand in de sloten wordt verhoogd, daarbij zal de grondwaterstand stijgen en zal mogelijk het zure atmosferische water in de bovengrond min of meer vervangen gaan worden door kwelwater. Observaties zullen gedaan worden in proefplots van bijv. 25 bij 25 m. Hierbij zullen, in 3 herhalingen waar mogelijk, de volgende behandelingen gemonitort worden:

- water niet omhoog in de verdroogde situatie
- alleen water omhoog
- id + strooisel verwijderen
- id + strooisel en zure bovenlaag veen verwijderen
- wel of niet dunnen in combinatie met bovenstaande behandelingen
- controle (het niet verdroogde centrum van het Agelerbroek).

Voor het meetprogramma wordt het programma van het Koelbroek als basis genomen.

Opm:

1. Twee herhalingen zouden gelegd kunnen worden in het Voltherbroek en één herhaling in de verdroogde ZO hoek van het Agelerbroek indien daar de slootwaterstand verhoogd wordt.
2. Niet alle combinaties kunnen uitgevoerd worden. Beperkingen kunnen komen van de beperkte hoeveelheid land met gelijke condities en door beperkte fondsen. Een definitief plan kan pas gemaakt worden na een grondige studie ter plaatse.

### **BIJLAGE 3. BESCHRIJVING KORENBURGERVEEN, VRAGENDERVEEN EN MEDDOSCHEVEEN**

Ligging: bij Winterswijk van NM, 500 ha waarvan 310 ha veencomplex. Komveengebied, gelegen op en omgeven door zand en keileemafzettingen, met hoogveen en broekbossen. Het gehele gebied wordt ook wel Korenburgerveen genoemd. Literatuur: Biologisch Station Zwillbrock, 1995.

Het Korenburgerveen is een typisch komveen dat enige meters lager ligt dan de omliggende zand- en keileemafzettingen. In de afgegraven gedeelten (deel Vragenderveen) vindt plaatselijk regeneratie van het hoogveen plaats. Karakteristieke planten hiervoor zijn veenmossoorten, veenpluis, veenbes en lavendelheide. Ten Z. van de spoorlijn wisselen gagelvegetaties af met vochtige heide, blauwgraslanden en moerasbos. In de blauwgraslanden groeien o.a. parnassia, een groot aantal zeggesoorten en orchideeën. Het terrein is vogelrijk en ook entomologisch en hydrobiologisch belangrijk.

Rondom het veen ligt grasland dat dient als buffer voor het veencomplex. Een gedeelte van het terrein, ten Z van het eigenlijke veen, bestaat uit loofbos op voormalige heide met plaatselijk adelaarsvaren. (Handboek Natuurmonumenten, 1991).

Het Korenburgerveen is een belangrijk natuurgebied waar verdroging de belangrijkste bedreiging vormt. Deze verdroging is het gevolg van grondwaterstands dalingen tengevolge van grondwaterwinning en ontwatering van de omgeving ten behoeve van de landbouw. Plaatselijk is het gebied weer vernat door het dichten van sloten.

Er komen naast hoogveen, A-locaties voor van enkele bosgemeenschappen (Koop en van der Werf, 1995): Berkenbroek (5) en Vochtig Berken-Zomereikenbos (7) (Meddoscheveen). Clercx et al. (1994) noemen het Wollegras-Berkenbos in het Vragenderveen op nat vergraven hoogveen. Verder komt op onvergraven hoogveen berkenbroek voor. Elzenbroek wordt zowel op vergraven hoogveen aangetroffen als op voormalig nat grasland (door spontane opslag).

Op de relatief goed gedraineerde, bij turfwinning gespaarde, veendijken van het Vragenderveen komen berken voor met een ondergroei van de zeldzame rijsbes, en verder met gewone bosbes, rode bosbes, vossebes, dophei, struikhei en eenarig wollegras. Op de kraggen in de uitgeveende laagten komen oa. veenmossen, zonnedauw, veenpluis, witte snavelbies, lavendelheide en veenbes voor. De verbossing neemt vooral aan de rand hand over hand toe, met opslag van zachte berk en grove den. Het is de bedoeling van de Stichting Marke Vragenderveen om van het Vragenderveen weer een open vlakte met levend hoogveen te maken. Daartoe zal het waterpeil verder verhoogd moeten worden, vooral door de afvoer te beperken.

Op de grens tussen het Vragenderveen en het Korenburgerveen is een brede ontboste strook met veel Gagelbegroeiing. In het Korenburgerveen komt een nat heidegebied voor, gelegen op een zandopduiking, en ten zuiden hiervan komen blauwgraslanden voor. Deze verkeren in een matige staat. Als maatregel is ondiepe begreppeling, in combinatie met plaggen, uitgevoerd om het regenwater af te voeren en de invloed van het grondwater te vergroten. Hierdoor wordt gepoogd een zoveel mogelijk lithotroof wortelmilieu te vormen voor de vegetatie (hoog in Ca, laag in N), hetgeen de soortenrijkdom ten goede moet komen. Gezien de zeer geringe hoogteverschillen in het gebied kan de kweldruk echter niet hoog zijn.

In het zuiden van het Korenburgerveen komt elzenbroek voor. Langs de Schaarsbeek is het enigszins verdroogd. Het waterpeil in de Schaarsbeek is ongeveer 50 cm onder maaiveld. Ten westen van het blauwgrasland en ten noorden van het broekbos komt nog een gebied voor met een open vegetatie die wordt gedomineerd door Galigaan en Gagel. In het zuidwestelijke deel van het Korenburgerveen en het zuidelijke deel van het Vragenderveen komen overgangen voor tussen Berkenbroek en Elzenbroek veroorzaakt door kleine verschillen in de hydrologie.

## **Vragenderveen.**

In het hoogveengebied (deelgebied Vragenderveen) komt plaatselijk actieve hoogveengroei voor in afgegraven delen. De niet afgegraven delen zijn echter in het algemeen te droog voor veengroei. Daarom moet wegzijging uit dit gebied verder verminderd worden.

Het verhogen van het waterpeil in het Vragenderveen kan gebeuren door de afvoersloten (i.c. de Korenburger veengoot langs de westrand) te dichten of te verontdiepen, waarvoor al plannen bestaan, en door de winning van grondwater bij Corle (een paar km in Z-richting) te verminderen of te staken. Aan de N-zijde van het Vragenderveen komt oppervlaktewater het gebied binnen, afkomstig van hoger gelegen landbouwgebieden. Dit water is eutroof en daardoor niet geschikt om het waterpeil in het Vragenderveen te verhogen. Hiervoor is regenwater (atmotroof water) vereist. Beter is het om de uitstroming van regenwater uit het Vragenderveen zoveel mogelijk te voorkomen. Dit kan geschieden door alle waterbewegingen in het gebied die van nature naar het westen en het zuiden gaan, te blokkeren, niet pas aan de westelijke Korenburger veengoot en de zuidelijke Schaarsbeek, maar te beginnen in het N. en O. van het gebied door te compartimenteren. Het in het N. instromende oppervlaktewater zou wellicht in een randstrook langs de hele N. en W. rand opgezet kunnen worden, tot ongeveer maaiveld niveau om zo een tegendruk tegen wegzijging te bieden. Een andere mogelijkheid is om dit water af te voeren via de Korenburger veengoot, nadat die verontdiept is, zodat het waterpeil op slechts enkele decimeters onder het maaiveld gehandhaafd wordt.

De door deze maatregelen verwachte vernatting van het Vragenderveen is wellicht voldoende om een groot deel van de houtige begroeiing te laten afsterven en veenvorming te stimuleren. Additioneel zou ook nog verwijdering van de houtige vegetatie overwogen kunnen worden.

## **Korenburgerveen**

In het broekbosgebied (deelgebied Korenburgerveen) vindt verdroging van het Elzenbroek plaats doordat te veel kwelwater wordt afgevoerd door de Schaarsbeek. Het Korenburgerveen heeft een minder dikke veenlaag en is iets lager gelegen dan het Vragenderveen, dichter tegen de rand van de ondergrondse stroomgeul, waardoor er kwel (overigens van geringe intensiteit) optreedt en er elzenbroek en blauwgraslanden voorkomen. Maatregelen zouden, in combinatie met de te nemen maatregelen ten behoeve van het Vragenderveen, gezocht moeten worden in vermindering van de afvoer van kwelwater door de Schaarsbeek. Regenwater moet echter wel afgevoerd blijven worden omdat het Elzenbroek een lithotroof milieu nodig heeft. Dit kan gebeuren door de waterstand in de beek te verhogen tot enkele decimeters onder maaiveld door het aanbrengen van een aantal drempels. Hierdoor zullen echter ook de weilanden ten zuiden van de beek vernatten, waardoor ze minder geschikt worden voor de landbouw. Plannen bestaan reeds voor de verder verwerving van deze randgebieden waardoor genoemde maatregel haalbaar wordt. De rol van het deskundigenteam zou kunnen zijn het monitoren van de veranderingen die ontstaan door deze vernatting, mogelijk gecombineerd met aanvullende proeven op het gebied van strooiselverwijdering of plaggen.

Samenwerking met het deskundigenteam Natte Schraallanden dat EGM-maatregelen monitort in de blauwgraslanden van het Korenburgerveen is gewenst (Dick van der Hoek, Terrestrische Oecologie, LU).

## **Maatregelen**

Een dam zal gebouwd worden in het dal van de Schaarsbeek aan de zuidzijde waar het water het gebied verlaat. Verder zullen ook op andere plaatsen rondom het gebied hydrologische werken worden uitgevoerd om wegzijging te verminderen en de instroom van eutroof landbouwwater te verhinderen. Te verwachten valt dat deze ingrepen grote gevolgen zullen hebben. Waterniveaus zullen stijgen en watersamenstellingen zullen veranderen. Op veel plaatsen zullen zuurdere omstandigheden gaan ontstaan omdat het regenwater beter in het gebied wordt vastgehouden. Op andere (lagere) plaatsen is het ook mogelijk dat de kwel gaat toenemen. Het is te verwachten dan niet alleen de bostypen zullen veranderen maar dat ook de grenzen tussen de bostypen gaan



verschuiven. Dit zal vastgelegd moeten worden met herhaalde karteringen, tenminste in transecten. Wegens het voorkomen van blauwgraslanden en hoogveen in dit studiegebied zal samenwerking met de deskundigenteams Natte Schaalgraslanden en Hoogvenen gewenst zijn. Hierbij moet vooral gedacht worden aan de vernatting van het Vragenderveen waarbij de doelsituatie is een centraal open hoogveen met randen van berkenbroek.

Proefplekken (van bijv. 25 bij 25 m) moeten aangelegd worden in de verschillende vegetatiezones. Aangezien hier de variaties in bostypen veel groter is dan in het Ageler/Voltherbroek kunnen hier niet zoveel behandelingen worden vergeleken. Voorgesteld wordt om het onderzoek te beperken tot het monitoren van waterstanden, watersamenstelling, bosstructuur, vegetatiepatronen en veranderingen in de strooisellaag en in veenprofielen. Extra aandacht moet geschonken worden aan de diverse soorten berkenbroek die hier voorkomen. Een behandeling die overwogen kan worden is het pleksgewijze kappen van de bomen op plaatsen waar door de hydrologische maatregelen een ander bostype verwacht wordt. Door het blokkeren van de afvoer van regenwater zou een elzenbroek kunnen overgaan in een berkenbroek. Hierbij zou onderzocht kunnen worden of door kappen deze successie versneld kan worden.

Bij de monitoring wordt ook hier het monitoringsprogramma voor het Koelbroek als voorbeeld genomen.



## BIJLAGE 4. BESCHRIJVING NAARDERMEER

Ligging: Noord-Holland, 1049 ha, van NM. Het gebied bestaat uit verlandend open water met riet- en graslanden en moerasbossen. In de bosreservaten in het ZW. deel heeft veel verdroging van de Elzenbroekbossen plaatsgevonden door te diepe ontwatering van de polder De Hilversumsche Bovenmeent.

Het Naardermeer is interessant als referentieproject omdat daar de broekbossen op laagveen goed vertegenwoordigd zijn (waaronder het Moerasvaren-Elzenbroek) en er vergevorderde plannen zijn om in randgebieden de waterstand te verhogen. Dit zal naar verwachting grote veranderingen veroorzaken in de verdroogde broekbossen ten ZW van het Naardermeer. Door van Zinderen Bakker (1942) is in de 30-er en 40-er jaren veel geschreven over verlandingsstadia in het Naardermeer tot elzenbroek. Verder zijn recente opnamen door Jaap Wiegers (VU Amsterdam) van belang.

Dit jaar wordt een aanvang gemaakt om het waterpeil in de meent te verhogen, hetgeen ook voor de broekbossen een aanzienlijke verandering van de hydrologie zal inhouden.

Het Naardermeer is het eerste gebied dat Natuurmonumenten in eigendom kreeg (hierbij heeft Jac. P. Thijsse een belangrijke rol gespeeld). Het geniet internationale bekendheid. Het is een natuurlijk meer, dus niet door veenafgraving ontstaan zoals de andere Vechtplaspen, maar door een inbraak van de Vecht. Pogingen tot drooglegging (in 1629 en 1883) mislukten omdat de kwel te groot was (te hoge bemalingskosten). Het Naardermeer en omgeving is echter geen boezemgebied en wordt als polder beheerd met een eigen waterhuishouding. In 1957 werd bij de keuze tussen 2 kwaden (inlaat vervuild water of verdrogen) gekozen voor inlaat van water uit het IJmeer in droge tijden. Sinds 1984 wordt dit water gezuiverd van fosfaten, zware metalen, etc. met behulp van een waterzuiveringsinstallatie aan de noordwest zijde (bij de windmolen).

De bossen hebben niet de hoogste prioriteit in het Naardermeer. Alles wordt op den duur bos; wil men variatie behouden dan moet men ook open landschappen handhaven: rietvelden en graslanden met hun vogelrijkdom. Op veel plaatsen wordt bosontwikkeling bewust tegengegaan. Niettemin komen er goed ontwikkelde en fraaie bossen voor in enkele bosreservaten. Van 4 vegetatietypen zijn er A-locaties: Berkenbroek (5), Elzen-Eikenbos (10), Moerasvaren-Elzenbroek (30) en Berken-Elzenbroek (31). Het zuidwestelijk gedeelte van het Naardermeer, waar de meeste bossen voorkomen, is voor het natte bossen onderzoek het belangrijkste en daarbinnen gaat de aandacht speciaal uit naar het Moerasvaren-Elzenbroek (30), het meest typische bostype van het laagveengebied. Van Zinderen Bakker (1942) is een belangrijke historische referentie voor het elzenbroek in het Naardermeer.

De Hilversumsche Bovenmeent, de graslandpolder ten zuiden van het Naardermeer, grenzend aan dit bosgebied, bestaat uit grasland en is al grotendeels in handen van NM. Binnenkort wordt de waterstand, nu nog ruim een halve meter diep, op ongeveer maaiveldhoogte gebracht. Via een dijk met eikenlaan gaan de weilanden over in het broekbos. Het broekbos in dit ZW deel is vrij sterk verdroogd met vrij veel braam. Volgens het rapport van NM (Veen en Jorna, 1994) is de kwel hier gering. Dit gedeelte ligt juist op de overgang tussen kwel in het oostelijke deel en wegzijging in het westelijke en het grootste deel van het zuidelijke deel van het broekbos. De hoofdoorzaak van de verdroging is de diepe bemaling van de Hilversumsche Bovenmeent. Het bos in het zuidwesten van het gebied moet waarschijnlijk geclassificeerd worden als Braam-Elzenbos (volgens Clerkx et al., 1994), ontwikkeld uit Elzenzegge-Elzenbos. Een flinke bovenlaag van het veen is verdroogd en gedeeltelijk veraard. Er komen enkele zandkoppen in de ondergrond voor met een gevarieerde boombegroeiing met oa. flinke eiken en essen.

Beheerswerkzaamheden elders in het Naardermeergebied bestaan uit baggerwerkzaamheden in het open water die vooral worden uitgevoerd in kanaaltjes en kreekjes. Gebaggerd wordt tot de zandbodem met als doel de voedselrijkdom van het meer te verminderen. Verder worden grote delen van het gebied open gehouden door maaien met als resultaat een soortenrijke moerasbegroeiing.

De komende verhoging van de waterstand in de Hilversumsche Bovenmeent biedt waarschijnlijk een goede kans om vernatting van verdroogd moerasbos te bestuderen. Deze vernatting zal waarschijnlijk zeer geleidelijk verlopen en het is zeer de moeite waard om te zien hoe bodem en vegetatie hierop zullen reageren. Een belangrijk punt daarbij is het wel of niet vrijkomen van P en andere nutriënten bij reductie van geoxideerd veraard veen. Een voorstel voor een onderzoek binnen het kader van OBN moet gemaakt worden in overleg met NM.

Werkzaamheden kunnen voor een groot deel dezelfde zijn als die voorgesteld voor het Koelbroek en het Ageler/Voltherbroek. Evenals bij het Agelerbroek zijn er waarschijnlijk onverdroogde broekbossen aanwezig die als nul-object kunnen dienen.

Ook hier kan gewerkt worden met transecten om verschuivingen van grenzen (zowel vegetatiekundige als hydrologische en bodemkundige) waar te nemen.

## BIJLAGE 5. BESCHRIJVING SPRINGENDAL

Ligging: gemeente Denekamp, Tubbergen, ten Noorden van Ootmarsum, Twente, nabij Duitse grens. Staatsbosbeheer, 353 ha, top kaart 28F.

Landschappelijk fraai natuurgebied op de stuwwal van Ootmarsum. De bezittingen omvatten twee oude landgoederen - Springendal en De Braamberg - en enkele beekdalen - Dal Heerdink, Keesberg, 't Ribbert en Bosje Elverman. Tot het reservaat behoort ook de Paardeslenke, een stuk open heide. Het gevarieerde natuurgebied heeft een rijke plantengroei en biedt plaats aan veel verschillende diersoorten.

Het Springendal is sterk verschillend van bovengenoemde gebieden. Het is gekozen wegens het voorkomen van beekbegeleidende natte bossen uit de groep Alno-Padion, hier voornamelijk bestaande uit Elzenbronbos. Het gebied heeft (voor Nederlandse begrippen) flinke hoogteverschillen, met beken die op een plateau ontspringen en langs een lange helling in smalle dalen naar beneden stromen.

Op de hogere gedeelten bevindt zich voornamelijk eikenberkenbos en naaldbos. Een deel is opgaand bos, verder is er hakhout en tot bos dichtgegroeide heide. De ondergroei varieert van plaats tot plaats sterk, en omvat zowel relatief voedselarme struikheide- en bosbesvegetaties als wat voedselrijkere vegetaties, met veel grassoorten, bramen en klaverzuring. In de dalen is er nog het oude kleinschalige cultuurlandschap met een sterke afwisseling van bos, heide, akkers, weiland, hooiland, beekjes, bronnen, vijvers en boerderijen.

In de dalen komen behalve Elzenbronbos (Goudveil-Elzenbroek) ook kleine oppervlaktes Vogelkers-Essenbos en natte schraalgraslandjes voor. De beken die ontspringen aan de voet van het zandige keileemplateau in het westen van het gebied, hebben elk een verschillende watersamenstelling. Zo is het water van de Springendal zacht tot matig basenrijk, het water van de Mosbeek bevat wat meer basen en het water van de Hazelbeek is zeer basenrijk, maar bevat echter nog geen vrije kalk.

De vrij vlakke plateaus zijn voor een groot deel landbouwkundig in gebruik. De hellingen en dalen ten oosten daarvan behoren tot het natuurreservaat Springendal. Op het plateau komt intensief gebruikt grasland voor dat sterk ontwaterd is.

In het Springendal zijn al werken uitgevoerd en nog in uitvoering. Het is een hellend gebied met keileem waardoor beekjes stromen. De problemen in het gebied zijn veroorzaakt door ontwatering van zowel het bovenstroomse plateau dat onder intensief landbouwkundig gebruik is (sterk bemest grasland) als van de lagere gebieden benedenstrooms (kanalisatie). Hierdoor is de afvoer veel sneller en onregelmatiger dan voorheen en zijn de beken dieper ingesneden. Door de insnijding van de beekjes en de daarmee gepaard gaande verlaging van de grondwaterstand is de kwel langs de beekjes verminderd en zijn de hooilanden langs de beken verzuurd. Het kwelwater is vervangen door oppervlakkig water (regenwater en zeer locale kwel). Om een regelmatig afvoer te krijgen zijn (en worden) op de grens tussen het landbouw- en het bosgebied retentiebekkens aangelegd. Ook beekbodemverhoging zal worden toegepast door op verschillende plaatsen zand toe te voegen. Beide maatregelen dienen om een te snelle afvoer te voorkomen en de kwel te herstellen. Verder zal benedenstrooms een stuw worden aangelegd om de terugschrijdende erosie te stoppen. Het is de bedoeling dat de OBN maatregelen gecombineerd zullen worden met GEBEVE maatregelen, de gebiedsgerichte maatregelen ter bestrijding van de verdroging.

Het onderzoek kan bestaan uit het monitoren van de optredende veranderingen in:

- waterstanden
- watersamenstelling
- veranderingen in de vegetatie
- veranderingen in de bodem (organische laag).

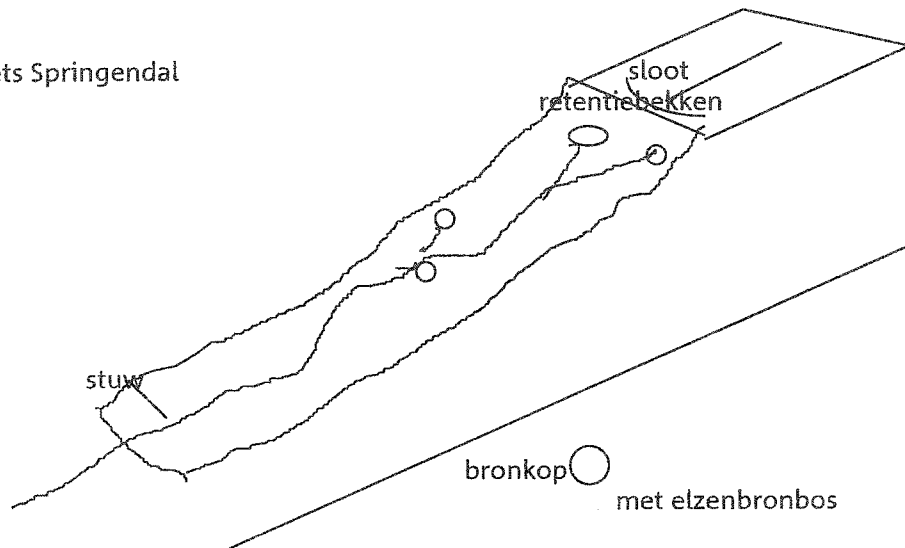
Deze monitoring zal vooral plaats vinden in de bronkoppen met Elzenbronbos. Maatregelen die hier vergeleken kunnen worden zijn:

- blanco,

- strooisel wegnemen,
- strooisel + verzuurde organische bovenlaag wegnemen
- dunning met als doel vermindering strooiselproductie en versnelling decompositie met een tijdelijke slechte eutrofe situatie gevolgd door nutriëntarmere toestand.

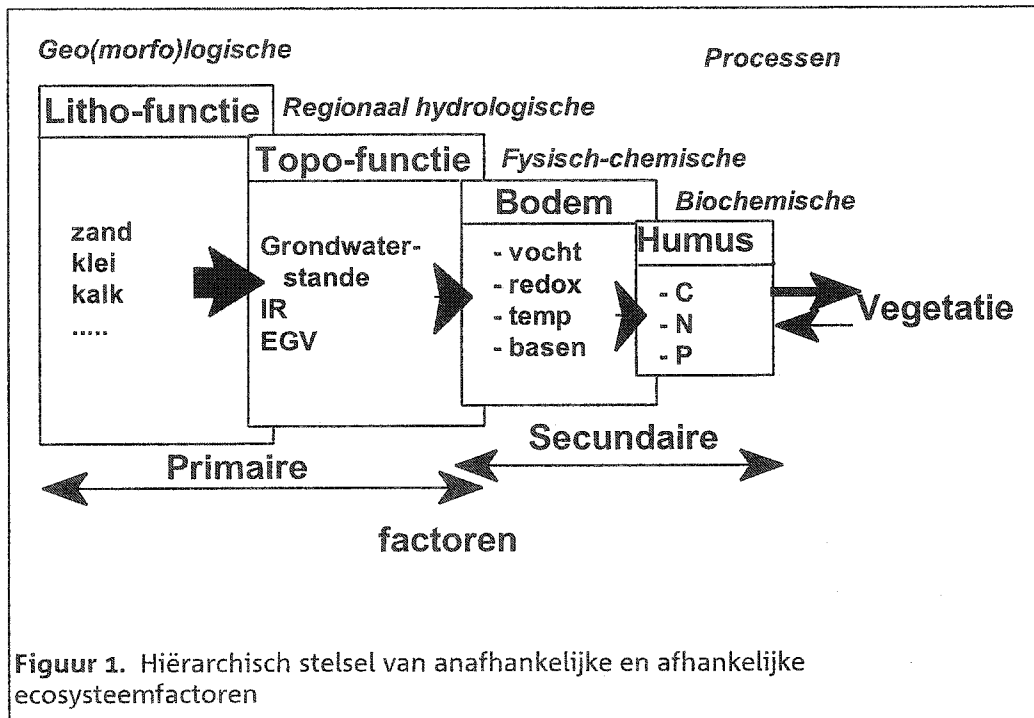
Evenals bij het Korenburgerveen is hier samenwerking met het Deskundigenteam Natte Schraalgraslanden van belang. Langs de beek komen naast elkaar natte bossen en natte graslanden voor.

Situatieschets Springendal



# BIJLAGE 6. KARAKTERISERING VAN DE GROEIPLAATS DOOR MIDDEL VAN HUMUSPROFIELONDERZOEK (DOOR R.H. KEMMERS)

## 1. Ecosysteemfactoren

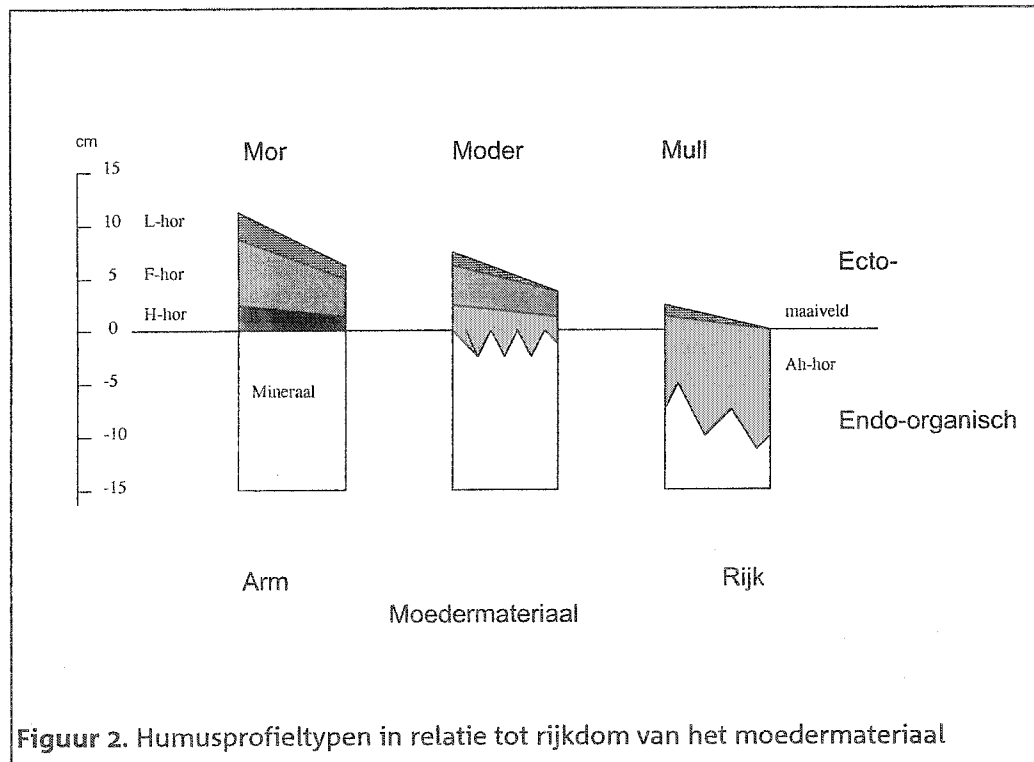


Als theoretisch kader voor onderzoek aan humusprofielen wordt gewerkt vanuit een concept, waarin een hiërarchisch stelsel van onafhankelijke (primaire) en afhankelijke (secundaire) ecosysteemfactoren wordt onderscheiden (zie Figuur 1). Hierbij wordt uitgegaan van de ecosysteemtheorie van Jenny, waarin moedermateriaal (litho-functie) en topografie (topo-functie) als belangrijkste onafhankelijke factoren worden beschouwd (Jenny, 1941). De factor topografie werkt daarbij via hydrologische potentiaalverschillen, als gevolg van relief, door in zowel kwantitatieve als kwalitatieve hydrologische factoren. De combinatie van moedermateriaal en kwantitatieve en kwalitatieve hydrologische factoren sturen de afhankelijke bodemfactoren van de standplaats, die op hun beurt de vegetatie aansturen (Kemmers, 1993c). Via het strooisel ontstaat er een terugkoppeling van de vegetatie naar de bodem. De belangrijkste afhankelijke bodemfactoren (nutriënttoestand, basentoestand, vochttoestand) komen tot uiting in het humuscompartment. De betekenis van onafhankelijke en afhankelijke factoren is niet voor alle ecosysteemtypen gelijk.

## 2. Humusprofielen

Het humusprofiel integreert het verloop van aanvoer, decompositie en humificatie van strooisel over de tijd, waarbij zich een karakteristieke horizontdifferentiatie ontwikkelt. Een humusprofiel wordt gedefinieerd als een karakteristieke sequentie van organische en minerale horizonten in de bovenste 40 cm van de bodem (Vos & Stortelder, 1988) en kan worden beschouwd als een toestand die de balans weergeeft tussen strooiselaanvoer en -afbraak.

In ecosystemen met 'rijk' moedermateriaal (klei, leem, kalk) of met continue aanvoer van basen via kwel zullen zich endorganische humusvormen (mulltypen) ontwikkelen, gekenmerkt door een hoge kringloopsnelheid van nutriënten (zie Figuur 2). Het karakter van de vegetatie wordt hier in hoge mate bepaald door de onafhankelijke factoren. Een dergelijke eenzijdige afhankelijkheid wordt wel een causale relatie genoemd (Vos & Stortelder, 1988). De afhankelijke factoren zijn van ondergeschikt belang. Ook in dynamische milieus zoals overstromingsvlakten van rivieren en beken veroorzaken geomorfologische processen voortdurend een verjonging van het moedermateriaal, zodat de vegetatie blijvend door de onafhankelijke factoren wordt bepaald. De samenstelling van de vegetatie kan worden begrepen vanuit een strategie van aanpassing aan de heersende omstandigheden.



**Figuur 2.** Humusprofieltypen in relatie tot rijkdom van het moedermateriaal

In gebieden met 'arm' moedermateriaal ontstaat door infiltratie van het neerslagoverschot een natuurlijk proces van verzuring en verarming. In dergelijke verouderende (rijpende) systemen ontstaan ongunstige omstandigheden voor strooiselafbraak, waardoor ectorganische humusvormen (zie Figuur 2, links) tot ontwikkeling komen. De kringloopsnelheid van nutriënten is hier laag en nutriënten accumuleren in de organische stof. Het karakter van de vegetatie wordt sterk bepaald door afhankelijke factoren, die in de humusvorm tot ontwikkeling komen. Op zijn beurt bepaalt de vegetatie in hoge mate de aard van het humusprofiel via input van strooisel. De wederzijdse invloed tussen humusprofiel en vegetatie wordt wel een correlatieve relatie genoemd en is kenmerkend voor rijpe ecosystemen (Vos & Stortelder, 1988). De samenstelling van de vegetatie kan worden begrepen vanuit een strategie van transformatie van de omstandigheden. Hierdoor worden omstandigheden gecreëerd die voor de vegetatie betrouwbaarder zijn (meer organische stof, meer vocht, gering maar gestaag aanbod van nutriënten etc.).

### **Veldkenmerken**

In terrestrische systemen kunnen in het ectorganische deel van het humusprofiel drie hoofdhorizonten worden onderscheiden die verschillen in verteringsgraad: L-horizont (versgevalen bladmateriaal); F-horizont (door fermentatie aangetast strooisel) en H-horizont (volledig gehumificeerd strooisel). In het endorganische gedeelte van het profiel worden Ah-horizonten onderscheiden en M-horizonten. Deze laatste bestaan uit afgestorven wortelmatten (van Delft, 1995) die meer (Mm-) of minder (Mf-) zijn verteerd. In semi-terrestrische systemen (moerassen, vennen) zijn voornamelijk endorganische horizonten te onderscheiden die, analoog aan de

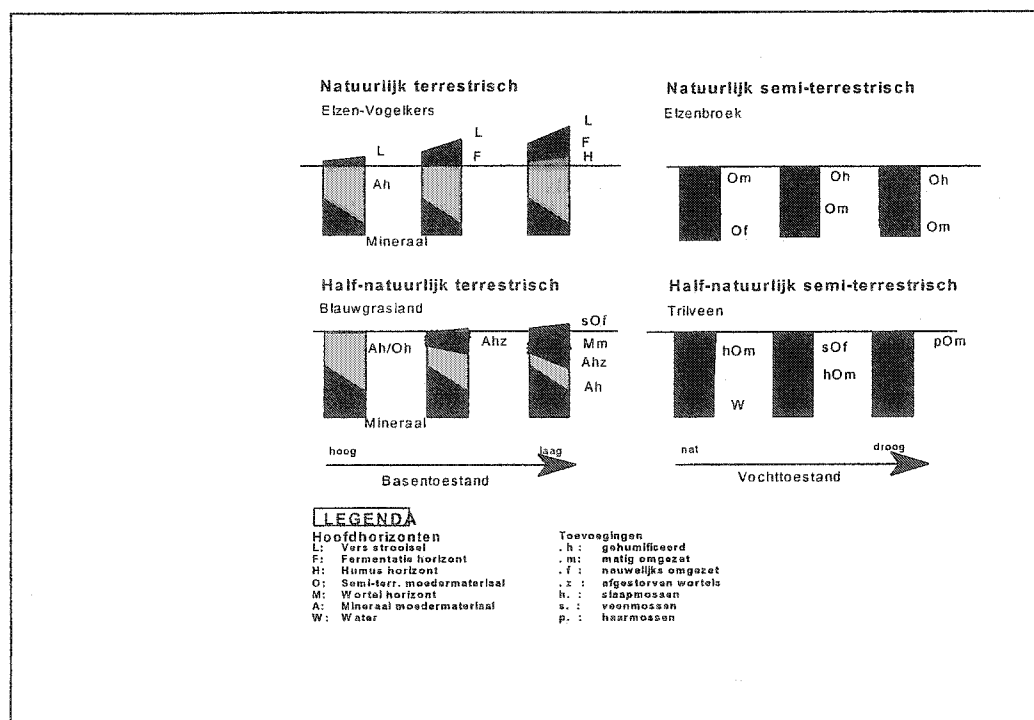


ectorganische horizonten van de terrestrische systemen, verschillen in verteringsgraad. Deze horizonten worden dan Of- (fibric), Om- (mesic) en Oh (humic) genoemd. Met enige oefening zijn deze horizonten in het veld goed herkenbaar.

Door Klinka *et al.* (1981) is een classificatiesysteem voor humusprofieltypen ontwikkeld dat later door Green *et al.* (1993) is gemodificeerd. Afhankelijk van de dominantie van één der hoofdhorizonten wordt op het niveau van orden een mor-, moder- of mulltype onderscheiden. Mulltypen, gekenmerkt door dominantie van endorganische horizonten, wijzen op een goede omzetting van organische stof, een intensief bodemleven en een hoge kringloopsnelheid van nutriënten. Mortypen, met voornamelijk ectorganische horizonten wijzen op slechte afbraakcondities, accumulatie van nutriënten en een trage kringloopsnelheid. Modertypen nemen een tussenpositie in.

### 3. Procesinformatie

De laatste jaren is veel onderzoek uitgevoerd naar de relatie tussen veldkenmerken van het humusprofiel en standplaatsfactoren zoals de vocht-, nutriënten- en basentoestand (Vos & Stortelder, 1988; Jansen *et al.*, 1994; Emmer, 1995; Clerckx *et al.*, 1995; Kemmers, 1996b). De mate waarin strooisel wordt afgebroken is vooral afhankelijk van de basen-, vocht- en voedingstoestand van de bodem en samenstelling van het strooisel (zie Figuur 3).



**Figuur 3.** Karakteristieke humusprofielen van half-natuurlijke en natuurlijke ecosystemen onder uiteenlopende standplaatscondities

Onder basenrijke, vochtige omstandigheden in de bodem ontwikkelt zich een intensief bodemleven (bodemfauna, microflora) dat zorgt voor een snelle decompositie van strooisel en een grondige bioturbatie van de bodem. Hierdoor ontstaan endorganische humusvormen, waarbij stabiele humus (gehumificeerd) met de minerale ondergrond is vermengd. In de klassieke bodemkunde staan dergelijke gronden bekend onder de naam (beek)jeerdgronden. Dergelijke endorganische humusprofieltypen worden zowel in bosccosystemen (natuurlijk; Figuur 3, linksboven) als in graslanden (half-natuurlijk; Figuur 3, linksonder) op minerale bodems aangetroffen. Bij verzuring ontwikkelen zich in bossen ectorganische horizonten. In deze pakketten liggen nutriënten opgeslagen. In deze situatie wordt een humusprofiel met een ectorganische laag op een endorganische laag aangetroffen. Hoewel dergelijke bodems volgens de klassieke bodemkunde nog

steeds voldoen aan de kenmerken van een beekerdgrond, is er in wezen sprake van een fossiele bodemkundige situatie, waarbij een ontwikkeling naar een podzol is ingezet. Onder verzurende graslanden ontwikkelen zich wortelmatten van slecht verteerd afgestorven wortelmateriaal.

Onder anaerobe omstandigheden hebben zich veengronden (semi-terrestrisch) ontwikkeld. Ook in veengronden kunnen verschillende humusvormen worden onderscheiden. Bij veengronden is de vochttoestand de belangrijkste factor, waardoor decompositie wordt geremd en organische stof accumuleert. De basentoestand is van secundair belang. Een veengrond is een bijzondere vorm van een endorganisch humusprofiel. Onder natte basenrijke omstandigheden in veengronden worden in bossen humusprofieltypen aangetroffen die voornamelijk uit nauwelijks of matig omgezette plantaardige resten bestaan (Of, Figuur 3, rechtsboven). Bij verdroging treedt aëratie op, waardoor het plantaardig materiaal wordt omgezet en gehumificeerd tot Om en Oh horizonten (veraarding). In een vergevorderd stadium van verdroging kan vervolgens verzuring optreden, waardoor zich alsnog ectorganische horizonten kunnen ontwikkelen. In half-natuurlijke (gemaaide) systemen op trilvenen (Figuur 3, rechtsonder) treedt geen aëratie op, maar een vervanging van watertypen, wat zich uit in de vestiging van verschillende typen mos.

#### 4. Chemische eigenschappen van het humusprofiel

De horizontsequentie van het humusprofiel weerspiegelt een belangrijke verticale differentiatie in chemische eigenschappen. Afhankelijk van deze eigenschappen zal een humusprofiel verschillend reageren op veranderingen in zijn omgeving. Als voorbeeld zullen enkele eigenschappen worden besproken die van belang zijn voor de problematiek van de interne eutrofiëring en basenverrijking.

##### *Nutriëntenbeschikbaarheid*

In de strooisellaag kunnen tegelijkertijd decompositie- en humificatieprocessen plaatsvinden. Decompositie treedt op bij aanwezigheid van voornamelijk labiele organische stofcomponenten. Hierbij komen elementen beschikbaar die bij humificatie weer kunnen worden ingebouwd in complexe stabiele organische stofcomponenten. Belangrijk voor de eigenschappen van het humusprofiel is de verhouding tussen labiele en stabiele componenten in de organische stof. Green *et al.* (1993) relateren de omzettingsgraad van organische stof aan het gehalte polysacchariden en cellulosen, dat sterk terugloopt van L- naar H- resp. Of- naar Oh-horizont. Dit betekent dat de afbraakresistentie toeneemt in de volgorde  $L < F < H < Ah$  en  $Of < Om < Oh$ . Ongunstige afbraakomstandigheden zijn de oorzaak ervan dat in humusprofieltypen met dominantie van L-, F-, Of- en M-horizonten (mortypen) veel gemakkelijk afbreekbare organische stof met potentieel beschikbare nutriënten is geaccumuleerd. In profielen met dominantie van H-, Ah- Om- en Oh-horizonten (mulltypen) ligt juist stabiele organische stof opgeslagen, waaruit de makkelijk beschikbare nutriënten grotendeels zijn verdwenen.

Uit onderzoek van Kemmers *et al.* (1996) blijkt de stikstofmineralisatiesnelheid in de H-horizont (stabiele humus) gemiddeld 4,5 maal (met een spreiding van 2,3 tot 8,4) zo laag te zijn als in de LF-horizont (labiele humus). Dit stemt goed overeen met experimenteel onderzoek van Emmer (1995) die berekende dat de omzettingssnelheid van de LF-horizont een factor 5-10 hoger ligt dan in die van de H-horizont. Verschillen in de omzettingssnelheid van horizonten zijn dus afhankelijk van de verhouding tussen labiele en stabiele componenten. Deze verschillen in omzettingssnelheid van horizonten gaan samen met duidelijke verschillen in de C/N verhouding. Afhankelijk van de verhouding tussen stabiele en labiele componenten kan de C/N verhouding van organische stof hoger of lager zijn. Uit andere studies (Berg & Aagren, 1984; Melillo *et al.*, 1989) blijkt dat bij de afbraak van uiteenlopende strooiseltypen uiteindelijk chemisch sterk verwante stabiele componenten overblijven. Op basis van deze bevindingen kan ervan uitgegaan worden dat de afbreekbaarheid van de organische stof af te leiden is uit de verhouding tussen de verschillende organische stofcomponenten. Het risico van ernstige interne eutrofiëring lijkt daarom vooral aanwezig bij humusprofieltypen waarin makkelijk afbreekbare labiele organische stof componenten domineren.

##### *Kationenadsorptiecapaciteit*

Naast de nutriëntenbeschikbaarheid vormt de relatie tussen de voorraad organische stof en de potentiële kationenadsorptiecapaciteit (CEC) een tweede voorbeeld van chemische verschillen tussen horizonten. De CEC blijkt niet eenduidig afhankelijk te zijn van de hoeveelheid organische stof (Kemmers, in prep). Er treden duidelijke verschillen op per horizont. Het aantal ladingsplaatsen per

eenheid organische stof neemt toe naarmate de organische stof sterker is gehumificeerd. Dit verschijnsel treedt zowel in humusprofielen van arme als van rijke gronden op. Dit betekent dat humusprofielen van het mulltype bij gelijke organische stofgehalten een aanzienlijk grotere adsorptiecapaciteit hebben en bij hoge basenbezetting een aanzienlijk grotere buffercapaciteit tegen verzuring bezitten dan humusprofielen van het moder- of mortype.



## **BIJLAGE 7. A-LOCATIES NATTE BOSSEN** (naar Koop en Van der Werf, 1995).

Hieronder worden de A-locaties van de natte bossen gegeven zoals ze door Koop en Van der Werf worden onderscheiden. A-locaties zijn de meest natuurlijke, meest kenmerkende en best ontwikkelde bossen per bostype. In het algemeen zijn ze het resultaat van een zo lang mogelijke, ongestoorde ontwikkeling waardoor het bos zo goed mogelijk in evenwicht is met de groeiplaats. De nummers voor het bostype zijn de nummers van de associatie zoals gegeven in Tabel 4.1.

### **5. BERKENBROEK**

Bosgemeenschap op hoogveen met een lichte ontwatering.

Ligt op de ZW grens van het areaal dat hoogveengebieden in Scandinavie, de Baltische landen, West-Siberie en het N deel van Duitsland omvat. In de Hoge Venen, het Sauerland en op de rand van het Bekken van Parijs komen meer montane vormen van deze bosgemeenschap voor. A-locaties berkenbroek komen voor op de volgende locaties.

- Engbertsdijksvenen
- Reutemer weust
- Stegemanshoek (Hengevelde)
- Aamsveen
- Voorst
- Mellink
- Korenburger- en Vragenderveen
- Wooldse veen
- Naardermeer
- Chaam
- Kaldenbroek (Grubbenvorst)
- Mariapeel
- Zwarte water (Velden)
- Soerendonk

### **7. VOCHTIG BERKEN-ZOMEREIKENBOS**

Op zeer zure, leemarme zandgronden met gley, stagnogley of pseudogley (veldpodzolen, vlakvaaggronden, ontwaterd hoogveen). Nederland ligt in het centrum van het relatief kleine areaal van deze bosgemeenschap. De A-locaties komen voor op de volgende plaatsen.

- Dwingeloo
- Kremboong (onder Beilen)
- Elim (Hoogeveen)
- Puntbeek in Dinkeldal
- Molenven (Saasveld)
- Hierdense beek
- Nieuwkoop
- Meddose veen
- Wooldse veen

### **9. VOCHTIG WINTEREIKEN-BEUKENBOS**

Op lemige zandgronden tot arme leemgronden op plaatsen waar water tijdelijk stagneert. Verder laaggelegen zandgronden. Vaak pseudo-gleybodems in lemig zand of zure leem met een zwaardere ondergrond. Areaal: W. Polen tot N. Frankrijk en O. Britse Eilanden.

- Rhoden Mensinger bos
- Lieverder Noordbos
- Tonkens bos (Norg)
- Starnumansbossen (Balk)

- Paasberg
- Egheria
- Boerskotten
- Bokdam (Goor)
- Twikkel (Delden)
- Wooldse veen (westrand)
- Liesbos
- Ulvenhoudse bos
- Valkenburg
- Chaam
- Leudal
- Limbrichter bos
- Vosbroek

#### 10. ELZEN-EIKENBOS

Op zeer vochtige tot vrij natte lemige zandgronden; vormt de overgang van het Wintereiken-Beukenbos naar het Elzenbroekbos. Niet nat genoeg voor veenvorming. Randen van veengebieden, ontwaterd veen of in kwelsituaties. Komt waarschijnlijk voor van de Britse eilanden tot Polen.

- Grote Otterskooi
- Naardermeer
- Nijkerkerveen-Zwartebroek
- Nieuwkoop
- Strandvlakte Voorschoten
- Leeuwenburg (Langbroek)
- Leudal

#### 17. GEWOON EIKEN-HAAGBEUKENBOS

Op keileem, mergel, potklei, pleistocene rivierklei etc. met vaak een lemige of zandige bovengrond. De bodem is op enige diepte kalkhoudend (pH > 7), terwijl de bovengrond een pH van 4-6 heeft. Humusvorm mull of mullachtige moder. Typische waterhuishouding: pseudogley. Van Noord-Frankrijk tot N-Duitsland. Meestal kleinere bosjes in het cultuurlandschap. Herbergt voor Nederland zeldzame bossoorten.

- Kleibos (Rolde)
- Gasterense holt
- Geelbroek (Assen)
- Singraven (Denekamp)
- Oude broek en Wieker meden (Rossum)
- Gravenbos (Saasveld)
- Grevenmaat (De Lutte)
- Smoddebos (Losser)
- Derkinksmaten (Enschede)
- Wegdam (Goor)
- Wildenborg (Vorden)
- Ontstein (Vorden)
- Willinkswéust (Winterswijk)
- Bosslag (Loil)
- Bekendelle (Winterswijk)
- Bijvank (Babberich)
- Personenbos (Nijmegen)
- Geelders (Boxtel)
- Boschkant
- Veldersbos
- Heerenbeek
- Achterste broek
- IJzerenbos
- Schimperbos

## 18. KAMPERFOELIERIJK EIKEN-HAAGBEUKENBOS

Verschil met 17 is dat de ondergrond niet kalkrijk is, wel leem of pleistocene klei met pH van rond 6. Deze bosgemeenschap bevat weinig zeldzame soorten. Door verdroging kan er Wintereiken-Beukenbos uit ontstaan. De ontwikkelingsduur is meer dan 300 jaar. Daarmee is de vervangbaarheid zeer beperkt.

- Medler (Vorden)
- Den Bosch (Brummen)
- Heekenbroek (Hoog Keppel)
- Overlangbroek N-O
- Slangenburg (Doetinchem)
- Erpewaai (Heumen)
- Liesbos
- Hondsdonk
- Limbrichter bos
- Vijlener bos

## 22. ELZENRIJK ESSEN-IEPENBOS

Op alle niet-venige zee- en rivierkleigronden binnen grondwaterinvloed (voorjaarspeil 10-40 cm diep). In natuurlijke toestand vaak overstroomd. Dus achter oeverwallen in de kommen.

- Windesheim (Zwolle)
- Bloemkampen (Hulshorst)
- Kolland Z (Amerongen)
- Regulieren

## 23. VOGELKERS-ESSENBOS

In min of meer vlakke beekdalen op min of meer lemige bodem, soms ook kleiig. Drassig, ondiep grondwater (max 40-50 cm in voorjaar). Overstromingen kunnen voorkomen en er is sprake van stromend grondwater door zijdelingse instroming en kwel. De humusvorm is een vrij natte mull met een snelle strooiselvertering. Een zeldzame bosgemeenschap in beekdalen van O. en Z. Nederland. Areaal N-Frankrijk en Engeland tot Oost Duitsland. Herbergt een aantal zeldzame bosplanten.

- Burgvollen
- Oosterse holten Reitma Boschma
- Hassinksbos Dinkel (Beuningen)
- Bos langs de Dinkel
- Kloppersblok (Weerselo)
- Rode Beek Egheria
- Voorthertme (Borne)
- Snoeinksbeek (Lossen)
- Hierdense beek
- Nijkerk
- Boekeler beek (Enschede)
- Middagten (De Steeg)
- Ratumse beek (Winterswijk)
- Bekendelle (Winterswijk)
- Kampina Smalbroeken
- Ulvenhoutse bos
- Valkenburg (Breda)
- Everland (Nispen)
- Urkhoven (Eindhoven)
- Eckartdal (O-Eindhoven)
- Groote Beerze
- Geldrop
- De Elshouters (Waalre)

- Leudal
- Ravensbos
- Strijthagen

#### 24. BOSMUUR-ELZENBOS

Variant van Vogelkers-Essenbos voor het middelgebergte. Zeer zeldzaam. Alleen in Z-Limburg langs snelstromende beken.

- Bronbossen (Bunde)
- Geuldal Vilt (Gem. Berg en Terblijt)

#### 25. ELZENBRONBOS

In brongebieden met uittredend zuurstofrijk water van gelijkmatige temp. meestal basenrijk maar kalkarm. Het hele jaar een hoge waterstand waardoor het bos altijd drassig is. Meestal is de bodem venig. Oppervlak nationaal en internationaal zeer beperkt. De bosgemeenschap bevat een aantal zeer zeldzame planten zoals bittere veldkers, paarbladig goudveil en beekdikkopmos.

- Mosbeek
- Onland Springendal
- Hazelbeek
- Lage Kavik
- Hanhof
- Bloemenbeek
- Tankenberg
- Middagten
- Motketel
- Hemelse Berg
- Seelbeek Heveadorp
- Peeske Berger bos
- Hulzenberg Berger bos
- Duivelsberg Beek
- St. Jansberg
- Swalmdal
- Bunde-Elsloo Bunderbos
- Hulsberger Beemden
- Ravensbos
- Cotessen

#### 26. ESSENBRONBOS

In brongebieden met uittredend zuurstofrijk, kalkrijk water. Zeer zeldzaam. Komt voor van NW. Spanje tot Litauen, het Noord Atlantische gebied. Het bevat een aantal zeer zeldzame soorten zoals hangende zegge, reuzenpaardestaart, bosereprijs, boswederik, groot springzaad, beide goudveilsoorten en diverse mossen.

- Kastanjedal Ubbergen
- Kasteelpark Terhagen (Elsloo)
- Elsloo-Bunde Bunderbos

#### 27. RUIGT-ELZENBOS

Op kleiig veen, venige klei en klei op veen in het Holocene gebied. Steeds kalkarm, het veen is bovenin veraard terwijl het water steeds hoog staat (Grondwatertrap II) en niet stroomt.

- Boeteler Broek
- De Horsten (Wassenaar)
- Duivenvoortse polder (Leidschendam)
- De Worp (Made-Drimmelen)



## 28. KALK-ELZENBROEK

Op veen in kalkgebieden, waar de kwel niet sterk genoeg is voor bronvorming. De bodem is slap en het hele jaar verzadigd met water. Zeer zeldzame soorten: reuzepaardestaart, moesdistel, kleine kaardebol en verschillende mossen.

- Terworm
- Noorbeek
- Cottesen

## 29. GEWOON ELZENBROEK OF ELZENZEGGE-ELZENBROEK

Op veengronden in het zandgebied van Nederland en in laagveengebieden in W en N Nederland. Stagnerend grondwater, nooit dieper dan enkel dm en in de winter vaak boven maaiveld.

Vegetatie bestaat uit houtige gewassen, elzenzegge en moerassoorten.

- Letterberter petten
- Oosterschar (St. Johannesga)
- Agelerbroek-Voltherbroek (Ootmarsum)
- Kloppersblok (Weerselo)
- Vossenbroek (Epe)
- Kortenhoef
- Loosdrechtse plassen
- Nieuwkoop
- Molenpolder-Westbroek
- Gagelpolder
- Renswoude (Slaperdijk)
- Broekhuizenbroek
- 't Sang Mierlo (bosreservaat)
- Kaldenbroek (Grubbenvorst)
- Malpie Molenvan (Valkenswaard)
- Leudal
- Hoosden (St. Odiliënberg)

## 30. MOERASVAREN-ELZENBROEK

Verlandingszones van plassen in het laagveengebied. Op drijvende kragge op vrijwel stilstaand, tamelijk voedselrijk water met pH van 5-6. Ontwikkelt naar Gewoon Elzenbroek. Elzen bereiken geringe hoogten (rond 10 m) en zakken vaak scheef.

- Lindevallei
- Weerribben
- De Wieden
- Naardermeer
- Botshol
- Suikerpot (Kortenhoef)

## 31. BERKEN-ELZENBROEKBOS

In laagveengebieden op voedselarmere en zuurdere (pH 4-4.5) plaatsen, vaak in contact met het Moerasvaren-Elzenbroek. Minder vaak naast Gewoon Elzenbroek in beekdalen op de pleistocene zandgronden. Soms komt het voor op de voedselrijkere overgang van hoogveen naar lemige gronden; vaker is het secundair aan te treffen op geëutrofiëerd hoogveen. Het water stagneert nog sterker dan bij 29 en 30. De bovengrond is meer veraard en iets minder nat. Kwetsbaar voor eutrofiëring. De bomen worden maximaal 15 m hoog. Er is meestal een struiklaag van grauwe wilg, sporkehout en lijsterbes.

- Lindevallei
- Weerribben
- Naardermeer

- Kortenhoef en Suikerpot
- Aamsveen
- Castenrayse vennen
- Leubeek

### 32. KONINGSVAREN-ELZENBROEKBOS

Op voedselarme groeiplaatsen, ook op ondiep veen of venige grond op zwaardere minerale ondergrond. Het grondwater is sterk zuur (pH 4-5.5) en licht stromend vanwege een beek of helling. Uiterst zeldzaam met zeldzame planten: gladde zegge, bospaardestaart, klein glidkruid, stippelvaren en koningsvaren. Een sterk atlantische bosgemeenschap van NW Spanje en Ierland tot het westen van Duitsland (Eifel, omgeving Rijndal). In Nederland aan rand areaal. Bomen (els) kunnen ong. 20 m hoog worden.

- Hof Espelo (Hengelo Ov.)
- Voet St. Jansberg (Mook)
- Castenraayse vennen

### 33. SCHIETWILGENBOS

Op overstromde delen van rivierdalen in de lagere delen van de uiterwaarden.

- Duursche waarden
- Nijenbeek
- Havikerwaard
- Noordberg
- Rijnstrangen (Zevenaar)
- Millingerwaard (Kekerdom)
- Tiengeboden Ooypolder
- Klein Profijt Oude Maas
- Beerenplaat
- Avelingen
- Carnisse grienden
- Waardenburg
- Hurwenen
- Zuidhollandse Biesbosch
- Brabantse Biesbosch
- Plaat van Esse





## BIJLAGE 8. VOORSTEL REFERENTIEPROJECT OBN "GEESTMERAMBACHT":

### PROJECTBESCHRIJVING

[Instituut voor Bos en Natuuronderzoek (IBN-DLO)  
Afdeling Terreinbeheer  
Projectgroep  
Postbus 23, 6700 AA Wageningen  
tel/fax 0317-477700 ]

**Datum projectbeschrijving: 95-11-15, geamendeerd 97.10.27**

(In het oorspronkelijke plan is als aanvangsjaar 1996 aangenomen; i.v.m. opgetreden vertragingen is thans van 1998 als aanvangsjaar uitgegaan). Een aantal onderdelen is met "p.m." aangeduid omdat de definitieve invulling pas mogelijk is als het voorstel geheel of gedeeltelijk, en na eventuele bijstelling als project is aanvaard. De beschrijving is opgesteld door A. Oosterbaan.

1. PROJECTNUMMER: p.m.

2. TITEL: Effecten van vernatting op de groei en vitaliteit van bossen onder geconditioneerde omstandigheden in een grondwaterstandenproefveld

3. PROJECTLEIDER: A. Oosterbaan. OPDRACHTGEVER: p.m.

4a. START PROJECT: op zijn vroegst 1998

4b. EINDE PROJECT: op zijn vroegst 2002

### 5. PROBLEEMSTELLING EN KENNISDOEL

#### 5a. Probleemverkenning

De laatste decennia is in ons gehele land sprake van grondwaterdaling. Dit wordt o.a. veroorzaakt door versnelde waterafvoer in de winterperiode ten behoeve van de landbouw en door drinkwaterwinning. Op veel plaatsen heeft dit reeds geleid tot duidelijke droogteschade, voor zowel natuur- als produktiewaarden van bossen, overige natuurterreinen en landbouwgebieden. De laatste jaren wordt op veel plaatsen getracht de verdroging tegen te gaan. Dit gebeurt onder meer door met stuwen het water minder snel afte laten voeren, maar ook door vergroting van de wateraanvoer. In sommige gevallen is de grondwaterstijging direct gericht op herstel van de vitaliteit of natuurlijke kwaliteiten van het bos, in andere gevallen krijgen bosgebieden te maken met hogere grondwaterstanden door verhoging van de grondwaterstand ten behoeve van de landbouw.

In gebieden waarin grondwaterpeilverhogingen zijn voorzien doet zich de vraag voor hoe aanwezige bossen daarop zullen reageren. Er zijn reeds voorbeelden waar plotselinge peilverhogingen hebben geleid tot bos-sterfte (boswachterij Gees, landgoed Schoonheten). In het navolgende wordt een voorstel gedaan om een aantal voor de hand liggende vragen op te lossen.

#### 5b. Onderzoeksvragen

De te onderzoeken vragen kunnen als volgt worden geformuleerd:

- wat is de invloed van de grondwaterstand bij verschillende grondsoorten op de beworteling, de groei, de vitaliteit en de ondergroei van bossen?
- wat zijn de effecten van vernatting op de beworteling, de groei, de vitaliteit en de ondergroei van bossen?
- hoe snel kan de grondwaterspiegel omhoog worden gebracht zonder negatieve effecten te veroorzaken?

## 6. MOTIVERING EN KENNISBELANG

### 6a. Motivering

De laatste jaren wordt in het kader van verdrogingsbestrijding op veel plaatsen in ons land het grondwaterpeil verhoogd. Op sommige plaatsen zijn hierdoor problemen ontstaan met de vitaliteit van het bos. Het is dan ook zeer gewenst uit te zoeken of, hoeveel en hoe vernat kan worden.

### 6b. Verwachte resultaten

De resultaten zullen voor de betreffende boomsoorten zeer veel bruik-bare informatie opleveren voor de inschatting van de effecten van grondwaterstandsverhogingen en het gewenste tempo van verhoging. Door het volgen van de effecten van vernatting op de beworteling in combinatie met zuurstofvoorziening zijn de resultaten te extrapoleren naar andere bodemtypen en bostypen.

### 6c. Verwachte produkten

- IBN-rapport
- tijdschriftartikel(en)
- demonstratieobject

## 7. METHODEN EN DATA

### 7a. Methode

Voor het onderzoek wordt gebruik gemaakt van een uniek grondwaterstandenproefveld in Noord-Holland. In dit proefveld "Geestmerambacht", gelegen boven Alkmaar, zijn in 1984 zes boomsoorten (populier, zomereik, es, esdoorn, ruwe berk en Corsicaanse den) op vier substraten (zand, lichte en zware zavel en pikklei) met verschillende grondwaterstanden (40 cm, 60 cm, 80 cm, 90 cm en 120 cm beneden maaiveld) geplant. De grondwaterstanden zijn tot nu toe constant gehouden. In dit proefveld kan een plotselinge vernatting worden uitgevoerd.

De effecten van een dergelijke vernatting zullen in verschillende stappen worden nagegaan:

- uitgangstoestand vastleggen (1998)
- grondwaterstand verhogen (vj. 1999)
- effecten onderzoeken (t/m 2002); in de eerste jaren zo weinig mogelijk destructief

1998:

- vaststellen indeling grondwaterstand (GWS)
- invloed GWS per substraat op groei en vitaliteit (bladkleur, bladbezetting en voedingsstoffenvoorziening) van de bomen en op de vegetatiesamenstelling
- vaststellen bewortelingspatroon per boomsoort per substraat per GWS
- bepaling zuurstofvoorziening per boomsoort per substraat en GWS (methode corrosieve staven)
- bepaling verdamping per boomsoort per substraat en GWS (methode Cermak)
- rapportage

1999 :

- vaststellen effect grondwaterstandsverhoging op de zuurstofvoorziening per substraat per GWS
- effect grondwaterstandsverhoging op vitaliteit wortels per boomsoort per substraat per GWS
- effect grondwaterstandsverhoging op verdamping per boomsoort per substraat en GWS
- effect grondwaterstandsverhoging op vitaliteit en groei per boomsoort en op de vegetatie per substraat en GWS
- rapportage

2000:

- effect grondwaterstandsverhoging op vitaliteit en groei per boomsoort en op de vegetatie per substraat en GWS.
- effect grondwaterstandsverhoging op verdamping per boomsoort per substraat en GWS
- tussentijdse evaluatie
- rapportage

2001:

- wortelregeneratie per boomsoort per substraat en GWS
- effekt grondwaterstandverhoging op vitaliteit en groei per boomsoort en op de vegetatie per substraat en GWS.
- aanwezigheid wortelrotschimmels
- effekt grondwaterstandsverhoging op verdamping per boomsoort per substraat en GWS
- rapportage

2002:

- effekt grondwaterstandverhoging op vitaliteit en groei per boomsoort, substraat en GWS.
- effekt grondwaterstandsverhoging op de vegetatie
- eindevaluatie
- rapportage

7b. Data p.m.

7c. Benodigde disciplines:

bosbeheer, bodemkunde, wortelmorfologie, hydrologie, fytopathologie, vegetatiekunde, statistiek/informatica

## 8. LITERATUUR EN GERELATEERD ONDERZOEK

8a. Literatuur. p.m.

8b. Gerelateerd onderzoek p.m.

## 9. ORGANISATIE, PLANNING EN FASERING

9a. Fasering: Zie "Methode"(7a).

9b. Projectmedewerkers

Ir. J. Kopinga, C. Das, C.A. van den Berg, Ing. A. Oosterbaan, Ing. J.P. Peeters, Dr.Ir. J. van den Burg

9c. Beslag op interne diensten. p.m.

9d. Samenwerking

SBB, Waterschap, IKC-NB, p.m. Staring Centrum

9e. Uitbesteding en geraamde kosten daarvan

Uit te besteden posten (zie in totaalbegroting):

toezicht/assistentie SBB

onderhoud installatie

## BEGROTING

(voor de personele kosten is een kostenstijging van 3 % per jaar aangehouden)

Personele capaciteit (in mandagen)

	1998	1999	2000	2001	2002
groei en vitaliteit	100	100	100	100	100
vegetatie	10	10	10	10	10
beworteling	100	100	100	100	100
zuurstofvoorziening	15	15	15	15	15
verdamping	40	40	40	40	40
wortelschimmels				20	20
rapportage	15	15	15	15	15
<b>totaal</b>	<b>280</b>	<b>280</b>	<b>280</b>	<b>280</b>	<b>280</b>
<b>personele kosten</b>					
personele kosten IBN	263000	270000	278000	286000	294000
toezicht/assistentie SBB	28000	28800	29600	30400	31200
<b>materiele kosten</b>					
vaste kosten proefveld	22000	22000	22000	22000	22000
onderhoud installatie	10000	2000	2000	2000	2000
verdampingsmeetapp.	25000				
nutrientenanalyse	15000	15000	15000	15000	15000
wortelbemonsteringapp.	10000				
determineren wortelschimmels			10000		
reis- en verblijfkosten	10000	10000	10000	10000	10000
onvoorzien	3000	3000	3000	3000	3000
<b>TOTAAL</b>	<b>386000</b>	<b>350800</b>	<b>359600</b>	<b>378400</b>	<b>377200</b>



Begroting scenario met beknopt wortelonderzoek

	1998	1999	2000	2001	2002
groei en vitaliteit	100	100	100	100	100
vegetatie	10	10	10	10	10
beworteling	20	20	20	20	20
zuurstofvoorziening	10	10	10	10	10
wortelschimmels				20	20
rapportage	15	15	15	15	15
<b>totaal</b>	<b>155</b>	<b>155</b>	<b>115</b>	<b>175</b>	<b>175</b>
personele kosten					
personele kosten IBN	145700	145700	145700	164500	164500
toezicht/assistentie SBB	28000	28800	29600	30400	31200
materiele kosten					
vaste kosten proefveld	22000	22000	22000	22000	22000
onderhoud installatie	10000	2000	2000	2000	2000
verdampingsmeetapp.	25000				
nutrientenanalyse	15000	15000	15000	15000	15000
wortelbemonsteringapparatuur	10000				
determineren wortelschimmels			10000		
reis- en verblijfkosten	10000	10000	10000	10000	10000
onvoorzien	3000	3000	3000	3000	3000
<b>TOTAAL</b>	<b>268700</b>	<b>226500</b>	<b>227300</b>	<b>256900</b>	<b>247700</b>

Consequenties voor de vraagstelling (zie 5b):

- effecten op beworteling slechts beperkt aan te geven
- geen extrapolatiemogelijkheden naar andere omstandigheden
- effecten van verschillende snelheid van vernatting moeilijk aan te geven (grotere onzekerheid)

Begroting scenario zonder wortelonderzoek

Personele capaciteit (in mandagen)

	1998	1999	2000	2001	2002
groei en vitaliteit	100	100	100	100	100
vegetatie	10	10	10	10	10
wortelschimmels				20	20
rapportage	15	15	15	15	15
<b>totaal</b>	<b>125</b>	<b>125</b>	<b>125</b>	<b>145</b>	<b>145</b>
personele kosten					
personele kosten IBN	117500	117500	117500	163300	163300
toezicht/assistentie SBB	28000	28800	29600	30400	31200
materiele kosten					
vaste kosten proefveld	22000	22000	22000	22000	22000
onderhoud installatie	10000	2000	2000	2000	2000
nutrientenanalyse	15000	15000	15000	15000	15000
determineren wortelschimmels			10000		
reis- en verblijfkosten	8000	8000	8000	8000	8000
onvoorzien	3000	3000	3000	3000	3000
<b>TOTAAL</b>	<b>203500</b>	<b>196300</b>	<b>197100</b>	<b>253700</b>	<b>244500</b>

Consequenties voor de vraagstelling (zie 5b):

- effecten op beworteling niet aan te geven
- geen extrapolatiemogelijkheden naar andere omstandigheden
- effecten van verschillende snelheid van vernatting niet aan te geven (te grote onzekerheid)