

Door overgebruik en intensieve drainage daalt het grondwaterpeil en kan in kustzones zout water in de grondwaterlaag binnendringen. Andere problemen die optreden zijn het vrijkomen van aluminium in het grondwater als gevolg van zure depositie, lijnvormige vervuiling van het grondwater afkomstig van autosnelwegen en lekkende pijpleidingen en lokale vervuilingen ten gevolge van lekkende installaties of verkeersongevallen.

T.o.v. de verdrogingsproblematiek is de rol van 'het bos' niet eenduidig vast te stellen. Bossen zijn door hun hoge en oneffen oppervlak te kenmerken als aërodynamisch ruw en reflecteren minder zonlicht in vergelijking met lagere vegetaties met een geringer bladoppervlak en hebben dan ook een lage albedo (0,12 à 0,14). Bij grassen en landbouwgewassen ligt die albedo rond de 0,25. Afhankelijk van de omstandigheden kan deze door het bladerdek geabsorbeerde energie worden afgegeven aan de atmosfeer door verdamping. De aërodynamische ruwheid veroorzaakt luchturbulenties waardoor de boven bos aanwezige waterdamp vlug wordt afgevoerd.

Hoewel de transpiratiecoëfficiënt van boomsoorten relatief laag is in vergelijking met andere plantensoorten (cfr. 2.1.5.1.), is de interceptieverdamping van bos hoog. De interceptieverdamping boven bos kan 10 tot 50 % van de neerslag bedragen (gemiddeld 20 %) (Dolman en Kabat, 1993). Veel hangt echter af van de boomsoort. Zo is de natuurlijke grondwateraanvulling onder loofbos groter dan onder naaldbos. Op regionale schaal kan bos een neerslagverhogende werking hebben (André et al., 1989, o.c. Dolman en Kabat, 1993).

Bossen zijn vooral belangrijk voor een continue aanvulling van de grondwaterreserve (cfr. 2.1.5.1.). Nieuwe bebossingen kunnen een grondwaterdaling veroorzaken. Dit kan echter niet worden veralgemeend. Met een gepaste boomsoortenkeuze (loofhout) en een aanpassing van eventueel aanwezige waterbeheersingsinfrastructuur is bebossing niet strijdig met een antiverdrogingsbeleid (Veen, 1992).

Verandering van landgebruik door bebossing heeft een positieve invloed op de kwaliteit van het grondwater, aangezien in bossen slechts heel uitzonderlijk bemesting of pesticiden worden toegepast.

2.1.6.2 Het bos als buffer voor de luchtkwaliteit

a) Bossen als C-sink.

De hoeveelheid koolstof die is opgeslagen in de bossen is ongeveer 3/4 van de in de atmosfeer aanwezige koolstof (tabel 2.5.). Indien ook wordt rekening gehouden met de in de bosbodems opgeslagen koolstof blijkt het belang van bossen als koolstofreservoir nog duidelijker.

Tabel 2.5: Schatting van koolstofreservoirs op wereldvlak (Gton C).

Bossen	560
Bodem (incl. bosbodems)	1500
Atmosfeer	735
Oceanen	36000
Fossiele brandstoffen	5000

Bron : DHV, 1991.

De oceanen zijn de grootste koolstofreservoirs met ongeveer 36000 gigaton koolstof. Voor de invloed op het klimaat zijn echter de uitwisselingen tussen de verschillende reservoirs van belang (tabel 2.6.). Hieruit blijkt overduidelijk het belang van de vegetatie, dus in de eerste plaats bossen, in de koolstofcyclus.

Tabel 2.6: Koolstofuitwisseling tussen de verschillende reservoirs op wereldvlak (Gton C/jaar).

Flux	Toename C in atmosfeer	Afname C in atmosfeer	Netto balans
Ontbossing	1 à 2		+ 1 à 2
Vegetatie ademhaling/fotosynthese	50	101 à 102	-51 à 52
Decompositie bodem	50		+50
Verbruik fossiele brandstoffen	5		+5
Oceanen vervluchtiging/oplossing	100	102	- 2
Totaalbalans	206 à 207	203 à 204	+ 3

Bron : DHV, 1991.

De toename van het broeikaseffect wordt dus veroorzaakt door een jaarlijkse netto toevoeging van 3 gigaton koolstof aan de atmosfeer onder de vorm van CO₂, door verbranding van fossiele brandstoffen en ontbossing. De concentratie aan CO₂ in de atmosfeer bedraagt nu ongeveer 350 ppm. Dit is 25 % meer dan voor de industriële revolutie. Aangezien tegelijk ook een toename optrad van CH₄, N₂O en CFK's is de totale concentratie van gasen verantwoordelijk voor het broeikaseffect inmiddels gestegen tot 400 ppm CO₂-equivalent. Op basis van natuurkundige wetten, gegevens van op Mars en Venus en analyse van in ijskappen bewaarde lucht van de afgelopen 160000 jaar blijkt dat er een relatie bestaat tussen de temperatuur op aarde en de concentratie CO₂ in de lucht. Het risico bestaat dat door de verstoring van de koolstofcyclus door de mens er systeemreacties ontstaan die nog veel groter zijn zoals het vrijkomen van grote hoeveelheden methaan door opwarming van permafrostgebieden, vrijkomen van extra CO₂ door verdroging en bosbranden als gevolg van hogere temperaturen. Ook is het mogelijk dat deze reacties weer gecompenseerd worden door bijvoorbeeld extra wolkenvorming als gevolg van een extra verdamping.

Over de terugkoppelingsmechanismen is nog weinig gekend. Wel staat vast dat de concentratie aan broeikasgassen in de atmosfeer blijft stijgen. Als dit doorgaat aan het huidig tempo zou er in 2100

op wereldvlak een gemiddelde temperatuurstijging hebben plaatsgevonden van 2 à 5 °C en zou de zeespiegel gemiddeld 30 à 110 cm zijn gestegen (IPCC, 1991). De regionale verschillen kunnen groot zijn en er is kans op klimaatinstabiliteiten door terugkoppelingsmechanismen.

Er zijn reeds verschillende scenario's ontworpen om de koolstofemissies te beperken. De belangrijkste maatregelen hierbij zijn het reduceren van CO₂-emissies in de geïndustrialiseerde landen, het beperken van de groei van CO₂-emissie in ontwikkelingslanden en het vastleggen van koolstof in de vorm van bossen. Uit tabel 2.6. bleek dat de jaarlijkse toename van CO₂ in de atmosfeer voor ongeveer 15 à 30 % te wijten is aan ontbossingen. De bijdrage van CO₂ aan het broeikaseffect bedraagt ongeveer 70 %. Door een goed bosbeheer en door uitbreiding van het bosareaal kan het broeikaseffect voor 10 à 30 % worden opgelost (Vellinga en Weenink, 1991). Op internationaal beleidsvlak is men hiervan terdege bewust. Zo werd n.a.v. een bijeenkomst van milieuministers uit 67 landen in 1989 onderschreven dat er moet worden gestreefd naar een evenwicht tussen ontbossing, evenwichtig beheer van het bos en herbebossing (Noordwijk Declaration on Climate Change, 1989). Als voorlopige doelstelling kan een jaarlijkse netto groei van het bosbestand op wereldvlak genomen worden met 12 miljoen hectare.

Na verloop van tijd zal er in elk nieuw aangelegd bos ongeveer evenveel CO₂ in de atmosfeer verdwijnen als er aan onttrokken wordt. In de strijd tegen het broeikaseffect zal door bosaanleg echter een tijdwinst worden geboekt om te zoeken naar meer permanente oplossingen.

b) De filterwerking van het bos t.o.v. stofdeeltjes.

De filterwerking van het bos hangt af van de boomsoortensamenstelling en van de bestandsstructuur. De ruwheid van het kronendak vermindert de windsnelheid en verhoogt de luchtturbulentie. Daardoor wordt het neerslaan van de stofdeeltjes voornamelijk in de bosrand en op open plekken bevordert. In tabel 2.7. wordt het aantal stofkernen in en buiten het bos vergeleken (Neuwirth, o.c. Lust, 1990).

Tabel 2.7: Aanwezigheid van stofkernen in de lucht in en buiten het bos (aantal kernen/cc).

	Normale weersgesteldheid.	Windstil.
Boven de stad	43000	66000
Aan de bosrand	12000	47000
Midden in het bos	4400	18000
Open plaats in het bos	33400	

Het aantal stofkernen boven de stad is steeds hoger dan boven het bos. Op open plaatsen in het bos zijn echter ook grote hoeveelheden stof aanwezig. De weersgesteldheid oefent een grote invloed uit.

De sedimentatie is ook afhankelijk van de boomsoort. Naaldbomen vangen minder stof op dan loofbomen (Meldau, o.c. Lust, 1990) :

- 1 ha Fijnspar adsorbeert 32 ton stof per ha en per jaar
- 1 ha Gewone den adsorbeert 36 ton stof per ha en per jaar
- 1 ha Beuk adsorbeert 68 ton stof per ha en per jaar

c) Luchtvervuiling langsheen autosnelwegen.

Een zeer specifieke vervuiling betreft de pollutanten langs autosnelwegen. De voornaamste stoffen zijn lood, stikstofmonoxyde en zwaveldioxide. Over de grootte van de polluerende fracties afkomstig van uitlaatgassen is men het niet eens (Van Eeckhoudt, 1989), behalve voor van het lood.

Door de opkomst van de loodvrije benzine en het verhoogd gebruik van dieselmotoren begon de loodverontreiniging sinds 1983 lichtjes te dalen. De loodvervuiling is afhankelijk van de afstand tot de rand van de weg, de verkeersintensiteit, het tijdstip van de monsternamen en de weersomstandigheden.

In tabel 2.8. wordt het loodgehalte in verschillende delen van een aantal plantensoorten weergegeven. Worden deze cijfers vergeleken met de EEG-norm van 10 ppm per kg D.S. dan blijkt deze norm steeds te worden overschreden bij het bladgedeelte van de teelten en in een aantal gevallen ook bij de vruchten. Het is dan ook onverantwoord om nog langer landbouwteelten langsheen autosnelwegen toe te staan. Bebossing is hier aangewezen.

Tabel 2.8: Loodgehalten in plantendelen langsheen autosnelwegen.

Soort	afstand tot de weg (m)	cc lood in ppm/kg D.S.
Solanum tuberosum (blad)	10	262
Aardappel (knol)	10	3
Beta vulgaris (blad)	16	44
Beta vulgaris (wortel)	16	4
Cichorium intybus (blad)	16	63
Cichorium intybus (wortel)	16	3
Pisum sativum (blad)	16	22
Pisum sativum (granen)	16	3
Zea mays (blad)	15	108
Zea mays (granen)	15	9
Phaseolus vulgaris (blad)	15	51
Phaseolus vulgaris (boon)	15	52
Lactuca sativa (blad)	15	110

Bron: Deroanne-Bauvin, Delcarte & Impens, 1988.

2.1.6.3 Het bos als buffer bij bodemverzuring en bodemdegradatie

In elke bodem in een gebied met neerslagoverschot is verzuring een natuurlijk verschijnsel door het optreden van een aantal processen zoals de dissociatie van CO_2 , nitrifikatie en ophoping van organische stof. Daarnaast treden er ook externe verzuringsverschijnselen op, door de aanvoer van verzurende stoffen. Dit kan een gevolg zijn van menselijke activiteiten maar kan ook ontstaan uit natuurfenomenen.

De hoeveelheid basen of ijzer aanwezig in het geologisch substraat (Bonneau, 1973) en de tijd (Günther, 1959) spelen een belangrijke rol. Rijke substraten hebben een grotere weerstand tegen biologische degradatie dan armere.

De invloed van de vegetatie op de H^+ -balans in een bodem wordt veroorzaakt door het verschil in de opname en afgifte van verscheidene anionen en kationen. Aangezien zowel de vegetatie als de bodem elektroneutraal blijven, wordt een kationenoverschot in de vegetatie gecompenseerd door de afgifte van een equivalente hoeveelheid lading in de vorm van H^+ -ionen aan de bodem.

Deze H^+ -ionen worden door de bodem gebufferd op verschillende manieren naargelang het bodemtype en de bodem-pH. In tabel x wordt een overzicht gegeven van de verschillende buffersystemen.

Zowel de $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ als de pH_{KCl} zijn weergegeven. Deze laatste ligt meestal 0,5 tot 1 pH-eenheid lager omdat bij deze bepaling ook H^+ -ionen uit het bodemadsorptiecomplex in oplossing komen en een pH-daling veroorzaken. Ecologisch komt de $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ overeen met de actuele zuurgraad, terwijl de pH_{KCl} de potentiële of totale zuurgraad is. De $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, gemeten door een bodemmonster in een water op te lossen en in evenwicht te laten komen, komt in situ slechts tijdelijk en op microschaal voor en kan dan ook vrij sterk schommelen naargelang het seizoen of zelfs over kortere perioden.

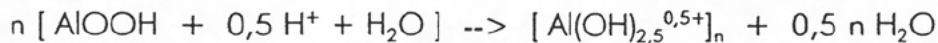
Koele, vochtige periodes remmen de verzuring, droge periodes versnellen de verzuring (Ulrich, 1989; o.c. Van Den Berge et al., 1991). De pH_{KCl} dempt daarentegen de temporele variaties en kan als schatting dienen voor het bufferbereik van de bodem onder belastingssituaties (hoge zomertemperatuur, toedienen bemestingszouten).

Boven een $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ van 5 worden H^+ -ionen, voornamelijk afkomstig van de dissociatie van CO_2 in water, geneutraliseerd door uitwisseling van voornamelijk Ca^{2+} -ionen. Boven een $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ van 6,2 gebeurt dit door reactie met calciumcarbonaat :



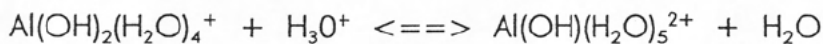
Bij een $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ tussen 6,2 en 5 zijn de Ca^{2+} -ionen afkomstig uit silikaten, zoals bijvoorbeeld veldspaten. Deze kunnen in aanwezigheid van water, zonder H^+ -consumptie, overgaan naar secundaire kleimineralen (bijvoorbeeld kaolinit) waarbij de Ca^{2+} -ionen (en K^+ , Mg^{2+} , ..) uitwisselbaar zijn. De secundaire kleimineralen kunnen ook verder verweren. Deze reacties gebeuren niet enkel in het pH-bereik tussen 6,2 en 5 maar in dit bereik is het wel de enige voorkomende bufferreactie.

Tussen $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 5 en 4,2 worden H^+ -ionen gebufferd door de vrijstelling van Al^{3+} -ionen uit kleimineralen. Er ontstaat een complex van Al^{3+} en polymere aluminiumhydroxo-kationen dat zich bindt in de tussenruimtes van de kleimineralen.



De Ca^{2+} , Mg^{2+} en K^+ -ionen die uitwisselbaar gebonden waren op de kleimineralen worden samen met de verzurende anionen uitgespoeld en hun plaats wordt ingenomen door de aluminium-complexen, die sterker gebonden zijn.

Naarmate het buffersysteem van de ionenuitwisseling verder doorlopen is, zijn de oppervlakten van de bodemineralen meer en meer met aluminiumhydroxiden bezet. Onder een pH van 4,2 worden ook aluminiumionen uit dit complex vrijgesteld volgens de reactie :



Het verschil met het buffersysteem van de ionenuitwisseling is dat Al^{3+} -ionen in meetbare concentraties in de bodemoplossing voorkomt die ook voor zuurtolerante soorten ecofysiologische gevolgen hebben. Vanaf een pH van 3,8 in humusrijke horizonten, en vanaf een pH van 3,2 in humusarme horizonten worden zuren ook gebufferd door het oplossen van ijzeroxiden. Dit gaat gepaard met kleurveranderingen in de bodem. Het proces is bekend als podsolisering.

De vrijgekomen aluminiumionen stapelen zich op in de intercellulaire ruimte en aan de celwanden. De middenlamellen tussen verschillende cellen bestaan uit protopectinen. Dit zijn zure polysachariden waarvan de verschillende sachariden aan elkaar zijn verbonden met tweewaardige kationen, vnl. Ca^{2+} en Mg^{2+} . Deze kunnen door de aluminiumionen van hun plaats worden verdrongen en uitspoelen, met als gevolg dat de **cellulaire samenhang** vermindert. Zo kan de cortex (wortelschors) loskomen van de centrale cilinder. Ook kan de ontwikkeling van de endodermis worden verstoord (Tischner et al., 1983). De endodermis is de binnenste laag van de cortex en is een diffusie laag die twee weefsels met verschillende osmotische druk van elkaar scheidt en zo de waterbeweging regelt. Het gevolg is telkens dat de opname en het transport van voedingsstoffen wordt verstoord.

Ook kan aluminium in de nog weinig gedifferentieerde cellen in de worteltoppen dringen en de fysiologische processen in de wortel storen door het aangaan van complexe bindingen met de celinhoud of door het laten neerslaan van fosfaten.

Tabel 2.9: Overzicht van buffersystemen van bodems volgens pH-klasse.

$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	pH_{KCl}	Buffersysteem
8,6 - 6,2	ca. 8,0 - 5,4	Koolzuur - Carbonaat
6,2 - 5,0	5,4 - 4,2	Koolzuur - Silikaat
5,0 - 4,2	4,2 - 3,4	Ionenuitwisseling
4,2 - 3,8	3,4 - ca. 2,5	Aluminium
3,8 - 3,0	3,0 - 2,5 - 2,0	Aluminium - ijzer
3,0 - 2,4		Ijzer

Bron : Meiwes et al., 1984

Bodemverzuring is de afname van de buffercapaciteit van de vaste bodemfase die op korte of lange termijn gevolgd wordt door een pH-daling in de bodemoplossing (de Vries & Breeuwsma, 1985). In de Europese literatuur worden de bodems doorgaans ingedeeld volgens de pH-klassen in tabel 2.10.

Tabel 2.10: Indeling van de bodems volgens pH klasse.

pH _{H₂O}	pH _{KCl}	pH-klasse
< 3,8 - 5,0	< 3,0 - 4,2	sterk zuur
5,0 - 6,2	4,2 - 5,4	matig zuur
6,2 - 6,7	5,4 - 5,9	zwak zuur
6,7 - 7,0	5,9 - 6,2	neutraal
6,7 - 7,7	5,9 - ca. 7,0	neutraal tot basisch
7,0 - 7,5	6,2 - ca. 7,0	basisch
> 7,5	> ca. 7,0	

Bron : Aaltonen, 1948 o.c. Van Den Berge et al., 1991

Naargelang het buffersysteem of de pH-klasse zijn er verschillende ecologische gevolgen merkbaar. In het carbonaat bufferbereik heeft de bodem een stabiele structuur. Wegens de afwezigheid van toxische stoffen zoals aluminium, verloopt de wortelgroei er uitstekend. Er is een zeer hoge activiteit van allerlei reducenten. Het strooisel wordt dan ook zeer snel omgezet tot mull-humus. De C:N-verhouding schommelt rond 10. In het silikaat bufferbereik heeft de bodem een kruimelige structuur, de C:N-verhouding is gering en de humus is van het Mull-type.

Echt merkbare verzuringsverschijnselen beginnen pas op te treden vanaf het ionenuitwisselingsbufferbereik. Hoe meer Ca²⁺, Mg²⁺ en K⁺-ionen worden uitgespoeld en hoe geringer de zuurtoerantie van de vegetatie is, hoe groter het gevaar op zuurintoxicatie. Vanaf het ionenuitwisselingsbufferbereik kunnen dus ook veranderingen in de flora optreden. De biologische activiteit wordt gereduceerd (vnl. regenwormactiviteit) en het organisch materiaal wordt minder snel afgebroken. Vanaf nu is de humus dan ook van het moder-type. Organisch stikstof en fosfaat zijn minder beschikbaar. Fosfaat is wel ook beschikbaar onder de vorm van aluminium- en ijzerfosfaten die echter in dit pH-bereik weinig oplosbaar zijn.

In het aluminiumbufferbereik is aluminium, onder diverse vormen, het belangrijkste element in de bodemoplossing. Organisch materiaal, stikstof en Ca²⁺-, Mg²⁺- of K⁺-ionen in een voor de plant opneembare vorm zijn slechts in heel beperkte mate aanwezig. Zware metalen zijn gemakkelijk oplosbaar en mangaan kan in toxische concentraties voorkomen. Het toedienen van een bemesting die gemakkelijk in water oplosbaar is en hoeveelheden nitraten, sulfaten of chloriden bevat kan het gevaar voor een aluminiumintoxicatie verhogen (Meiwes et al., 1984).

Wanneer het ecosysteem bos wordt bekeken kunnen er drie groepen bodemverzuringprocessen worden onderscheiden : bodemverzuring door natuurlijke processen, bodemverzuring door bosbeheersmaatregelen en bodemverzuring door zure depositie. Deze zure depositie kan rechtstreeks of onrechtstreeks in de bodem terechtkomen maar kan ook natuurlijke processen versterken zodat een hogere zuurvorming optreedt. Onder bodemverzuring door zure depositie wordt hier dan ook alle verzuringen van exogene oorsprong verstaan.

a) Bodemverzuring door natuurlijke processen (endogene oorsprong).

In tabel 2.11 wordt een overzicht gegeven van van nature voorkomende zuurproducerende, zuurconsumerende en neutrale processen in een bosbodem.

Tabel 2.11: Overzicht van processen van invloed op de H⁺-balans.

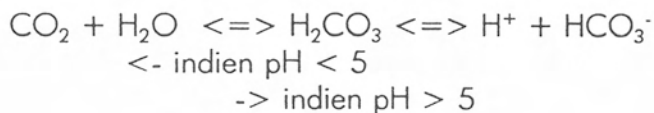
Neutrale processen	Zuurproductie	Zuurconsumptie
N ₂ - Fixatie 2 N ₂ + 4 R-OH + 3 CH ₂ O --> 4 R-NH ₂ + 3 CO ₂ + H ₂ O	Opname van kationen Kat ⁺ + R-OOH --> R-OOKat + H ⁺	Opname van anionen An ⁻ + R-OH + H ⁺ --> R-An + H ₂ O
NH ₃ -opname NH ₃ + R-OH --> R-NH ₂ + H ₂ O	De-ammonificatie (opname van NH ₄ ⁺ NH ₄ ⁺ + R-OH --> R-NH ₂ + H ₂ O + H ⁺	Ammonificatie (N-mineralisatie tot NH ₄ ⁺ R-NH ₂ + H ₂ O + H ⁺ --> R-OH + NH ₄ ⁺
Ademhaling met totale koolstofoxydatie CH ₂ O + O ₂ --> CO ₂ + H ₂ O	Hydrolyse van CO ₂ en dissociatie CO ₂ + H ₂ O --> HCO ₃ ⁻ + H ⁺	Opname van NO ₃ ⁻ R-OH + NO ₃ ⁻ + H ⁺ + CH ₂ O --> R-NH ₂ + 2 CO ₂ + 2 H ₂ O
Partiële afbraak van koolstofketens tot organische zuren 2 (R-CHO) + O ₂ --> 2 RCOOH	Nitrificatie van NH ₄ ⁺ NH ₄ ⁺ + 2 O ₂ --> NO ₃ ⁻ + H ₂ O + 2 H ⁺	Denitrificatie 4 CH ₂ O + 4 NO ₃ ⁻ + 4 H ⁺ --> 2 N ₂ O + 4 CO ₂ + 6 H ₂ O 5 CH ₂ O + 4 NO ₃ ⁻ + 4 H ⁺ --> 2 N ₂ + 5 CO ₂ + 7 H ₂ O
Mineralisatie van organische stikstof-verbindingen tot NH ₃	Mineralisatie van organische fosfor-verbindingen R-O-PO(OH) ₂ + H ₂ O --> R-OH + H ₂ PO ₄ ⁻ + H ⁺ Mineralisatie van organische zwavel-verbindingen R-SH + H ₂ O + 2 O ₂ --> SO ₄ ²⁻ + ROH + 2 H ⁺ Dissociatie van carbonzuur en zwakke organische zuren R-OOH --> R-COO ⁻ + H ⁺	Mineralisatie van organische zouten R-OOM + H ⁺ --> R-OOH + M ⁺
	Oxydatie-reakties	Reductie-reakties

Bron : de Vries en Breeuwsma, 1985; Van Miegroet H., 1986; Tietema, 1992.

De bodem verzuurt wanneer de elementenkringloop in een ecosysteem niet gesloten is en dus de zuurproducerende en -consumerende processen elkaar niet meer opheffen. In veel gevallen is er van nature een onevenwicht.

(1) ademhaling wortels en bodemfauna :

De koolstofkringloop is op niveau van het bos niet gesloten, CO₂ wordt immers opgenomen uit de lucht, vastgelegd door de fotosynthese in de biomassa en komt weer vrij door de wortelademhaling en mineralisatie van organische stof. Het vrijgekomen CO₂ diffundeert terug naar de atmosfeer of wordt in water gedissocieerd volgens :



Op bodems met een gering zuurneutraliserend vermogen daalt door het ademhalingsproces de pH tot ongeveer 5. Indien de pH van de bodem lager is dan 5, speelt koolzuur geen verdere rol meer als protonenbron (Bredemeier en Ulrich, 1989). Op kalkrijke bodems is de dissociatie van CO_2 een belangrijk zuurproducerend proces. De H^+ -productie varieert volgens diverse auteurs tussen 7,5 en 20 kmol/ha.j (Breeuwsma en de Vries, 1985).

(2) Vorming van organische zuren in de bosbodem.

Op zandgronden daalt de pH verder dan 5. Niet alle organisch materiaal wordt immers volledig afgebroken tot CO_2 maar een deel wordt onvolledig afgebroken tot organische zuren. Indien de protonen van deze zuren bufferreacties aangaan met de vaste bodemfase en de anionen uitspoelen uit het wortelbereik, dragen deze organische zuren bij tot de bodemverzuring. Indien de anionen nog in het wortelbereik mineraliseren (m.a.w. worden omgezet tot H_2O en CO_2), treedt geen verzuring op. Op kalkrijke gronden en cultuurgronden leveren de organische zuren weinig of geen bijdrage tot de verzuring omdat afbraak en opbouw van organisch materiaal bijna even snel verloopt.

De dissociatie van deze zuren verloopt volgens de reactie :



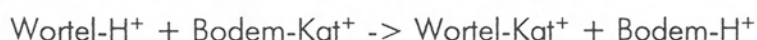
De protonen die bij deze dissociatie vrijkomen worden voornamelijk geneutraliseerd door mineralisatie tot organische zouten door bij bodemverwerking vrijgekomen kationen (Ca^{2+} , Mg^+ , Na^+ , K^+), of bij lagere pH door aluminium- en ijzerionen :



De H^+ -productie bij de dissociatie van organische zuren varieert volgens diverse auteurs tussen 0,1 en 0,7 kmol/ha.j (Breeuwsma en de Vries, 1985).

(3) Opname van kationen door de wortels.

Voor de opbouw van de biomassa neemt de plant allerhande kationen op, wat dan wordt gecompenseerd door de afgifte van een equivalente hoeveelheid lading in de vorm van H^+ -ionen aan de bodem.



Dit vastleggen van kationenoverschotten in de vegetatie werkt bodemverzurend tijdens de opbouwfase van een bestand. Het omgekeerde proces, mineralisatie van kationen uit de biomassa, doet zich dan immers veel minder voor. De in de biomassa opgeslagen kationen komen onrechtstreeks ook in de humus terecht (bijvoorbeeld bladval). Doordat, naargelang het type humus, de afbraak relatief

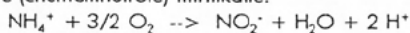
langzaam verloopt komen de kationen pas na verloop van tijd vrij terwijl ondertussen het bodemverzuringproces verderloopt.

(4) Nitrifikatie.

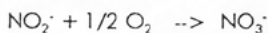
Stikstof is in de bodem aanwezig in complexe organische verbindingen, anorganische oplossingen en in gasvorm. In gematigde streken komt stikstof het meest voor als organische stikstof gebonden aan organische planten- en dierresten in de humuslaag. Dit wordt door een hele reeks van bacteriën, actinomyceten en fungi afgebroken tot ammonium (stikstof mineralisatie). Het bij de mineralisatie vrijgekomen ammonium kan worden geoxideerd tot nitraat met nitriet als tussenvorm, maar de organische verbindingen kunnen ook rechtstreeks tot nitraat worden omgezet (nitrifikatie) (tabel 2.12.). Autotrofe nitrifikatie treedt op boven een pH van 4. In de meeste bosbodems zijn de nitrifikatiereacties dan ook van het heterotrofe type. Tegelijk met de nitrifikatie treedt in de bodem ook een **stikstof immobilisatie** op waarbij van ammonium en nitraat microbiel protoplasma wordt gesynthetiseerd.

Tabel 2.12: Autotrofe en heterotrofe nitrifikatie reacties en bij de reactie betrokken organismen. (Tietema, 1992)

Autotrofe (chemolithotrofe) nitrifikatie.

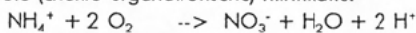


(Nitrosomas, Nitrospira, Nitrosolobus, Nitrosovibro)

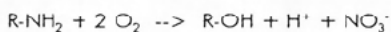


(Nitrobacter)

Heterotrofe (chemo-organotrofische) nitrifikatie.



(anorganisch)



Exacte reactie varieert naargelang substraat.

(bacteriën : Arthrobacter, Pseudomonas; actinomyceten : Streptomycetes, Nocordia; fungi : Aspergillus, Penicillium)

Oorspronkelijk was stikstof een limiterende factor in de primaire produktie van bosesystemen. De nitrifikatie was laag en al het geproduceerde nitraat wordt geïmmobiliseerd. Enkel na vernietiging van een relatief grote oppervlakte bos trad uitspoeling van nitraat op.

De laatste decennia trad een verhoogde stikstofdepositie op als gevolg van allerhande luchtvervuiling en gebruik van drijfmest in de landbouw. In veel bossen trad een **stikstofverzadiging** op met een verhoogde uitspoeling van stikstof als gevolg. In deze met stikstof verzadigde bosesystemen zijn nu andere nutriënten, water en licht de limiterende factoren in de primaire produktie. Ook treedt er verzuring op. In bossen die niet met stikstof verzadigd zijn en met een relatief gesloten N-cyclus (geen atmosferische input, geen output door verwijdering van biomassa,...), gebeurt de accumulatie van stikstof in de biomassa door N₂-fixatie, een neutraal proces. In een met stikstof verzadigd ecosysteem wordt maximaal 2 mol protonen geproduceerd per mol genitrificeerd ammonium. Bij de denitrifikatie wordt slechts 1 mol protonen verwijderd per mol gedenitrificeerd nitraat. Maar er treedt hierbij niet enkel **bodemverzuring** op met alle nefaste gevolgen voor het bos. Het **uitgespoelde nitraat** komt in het grondwater terecht dat in veel gevallen wordt gebruikt voor drinkwaterproduktie. Ook kan een verhoogde emissie van N₂O uit de bosbodem optreden, een van de gassen verantwoordelijk voor het

broeikasewffect en vernietiging van de stratosferische ozon.

b) Bodemverzuring door bosbeheersmaatregelen.

Het kappen en afvoeren van bomen heeft twee gevolgen die tot verzuring leiden : verwijdering van kationen en tijdelijk versnelde mineralisatie.

(1) Permanente verwijdering van ionen uit de bodem.

De ionen die door de bomen zijn opgenomen worden door het kappen en afvoeren van de bomen permanent uit de bodem verwijderd. De waarde van de H^+ -produktie varieert volgens diverse auteurs van 0,5 tot 2,0 kmol/ha.j (Ulrich & Matzner, 1983; Van Breemen et al, 1984; o.c. de Vries en Breeuwsma, 1985). Dit is echter een overschatting. De kapping is vaak een dunningsoperatie en meestal blijven takken en wortels achter waardoor het gevaar voor verzuring bijna onbestaande is. De meeste literatuurwaarden i.v.m. H^+ -produktie hebben dan ook meestal betrekking op het kationenoverschot zowel in stam, takken en wortels. De verzuring als gevolg van het verwijderen van boomstammen bedraagt over het algemeen niet meer dan 0,5 tot 0,6 kmol H^+ /ha.j. De export van nutriënten wordt trouwens ruimschoots gedekt door de input van nutriënten uit luchtverontreiniging. De luchtverontreiniging draagt daarentegen in grote mate bij tot de bodemverzuring (cfr. 2.1.6. en 1.2.1.4.). In tabel 2.13 worden bijvoorbeeld de gemiddelde jaarlijkse export door houtwinning en dunning weergegeven van een fijnsparbestand met een bedrijfstijd van 100 jaar en de gemiddelde jaarlijkse input van een aantal elementen.

Indien bij de exploitatie stam en schors worden afgevoerd, worden hierdoor gemiddeld de helft van de in de boom aanwezige mineralen afgevoerd (tabel 2.13).

Tabel 2.13: Gemiddelde jaarlijkse export en import van nutriënten in een fijnsparbestand te Solling.

(kg/ha.j)	N	P	K	Ca	Mg
Export					
werkhout zonder schors	1,3	0,09	1,4	2,3	0,32
werkhout met schors	2,3	0,21	2,1	4,6	0,48
Import					
luchtverontreiniging	40,0	0,20	21,0	25,0	4,80

Bron : Yldirim, 1978 en Ulrich et al., 1979. o.c. Meiwes et al., 1984³

Tabel 2.14: Gemiddelde nutriënteninhoud per boomdeel van een bestand van 100 jaar.

	Orgaan	Ca (%)	K (%)	P (%)
Loofhout	Stamschors	46	19	22
	Stamhout	20	40	29
	Takken	16	16	24
	Bladeren	5	11	11
	Wortels	13	14	14
	TOTAAL (%)	100	100	100
	(kg/ha)	1284	300	70
Gewone den	Stamschors	25	12	17
	Stamhout	30	33	26
	Takken	18	15	17
	Bladeren	14	28	33
	Wortels	13	12	7
	TOTAAL (%)	100	100	100
	(kg/ha)	283	138	30
Ander naaldhout	Stamschors	32	23	26
	Stamhout	19	27	14
	Takken	21	20	20
	Bladeren	15	17	29
	Wortels	13	13	11
	TOTAAL (%)	100	100	100
	(kg/ha)	676	373	70
Export (BT 100 j)	Loofhout (kg/ha)	1930	483	106
	Gewone den (kg/ha)	424	168	38
	Ander naaldhout (kg/ha)	890	466	74
	Landbouwcultuur (kg/ha)	2420	7400	1060

Bron : Rennie, 1957.

Bij het toepassen van kaalslagen wordt een gedeelte van de mineralen ook afgevoerd via opervlakkige waterafvoer of perkolatie (tabel 2.15).

Tabel 2.15: Import en export van nutriënten, per jaar en per ha, voor een gemengd loof-boombos verdeeld over zes stroomgebieden.

Element	Import door neerslag (kg/ha)	Bruto-afvoer door drainagewater (kg/ha)
Ca ²⁺	2.6	11.2
Mg ²⁺	0.7	2.9
K ⁺	1.1	1.7
NO ₃ ⁻	16.3	8.7
SO ₄ ²⁻	38.3	48.6
Cl ⁻	5.2	4.9
Al ³⁺	-	1.8

Bron : Likens et al., 1971.

Echt nefaste invloeden treden op door kaalslag over relatief grote oppervlakten en totale afvoer van de boombiomassa (total tree utilization). Dit leidt tot een verbreking van het evenwicht tussen productie en opslag van H⁺-ionen. Indien de kaalslagen elkaar op relatief korte termijn opvolgen kan onherstelbare schade worden aangericht. De reorganisatie van het boscysteem na een kaalslag duurt immers 10 tot 20 jaar (Bormann en Likens, 1979).

(2) Versnelde mineralisatie.

Na het kappen overtreft de mineralisatie de opname van ionen. De kringloop van de elementen wordt tijdelijk doorbroken. Dit kan tot een sterke H⁺-productie leiden omdat organische stof meer stikstof en zwavel dan kationen bevat (de Vries en Breeuwsma, 1985). Deze stikstof beïnvloedt de zuurproductie. Bij lage pH-waarden neemt de snelheid van de nitrificatie wel af, maar meestal is dit in de zure bosgronden snel genoeg om het bij de mineralisatie vrijkomend ammonium om te zetten in nitraat.

De zuurproductie als gevolg van de versnelde mineralisatie ligt in de grootte orde van 6 kmol H⁺ /ha.j (Van Breemen et al., 1984, o.c. de Vries en Breeuwsma, 1985). De gegevens zijn echter afkomstig van een ontbossingsexperiment in Hubbard Brook (New Hampshire), waar de ondergroei nadien systematische met behulp van herbiciden werd onderdrukt. Deze verzuring heeft enkel een belangrijk effect wanneer de grond na een kaalslag lange tijd blijft braak liggen. Wanneer na een kaalslag onmiddellijk wordt geplant is de verzuring als gevolg van versnelde mineralisatie verwaarloosbaar t.o.v. andere vormen van verzuring. Indien niet wordt herplant ontstaat meestal na een à twee jaar een natuurlijke bodembedekkende vegetatie.

c) Invloed op de bodem van de boomsoortenkeuze en de bestandsdichtheid (Muys, 1992; Mitchell & Kirby, 1989).

De bodemfauna en -flora hangt af van de hoeveelheid en soort organisch materiaal in de bodem. Voornamelijk de invloed van bladstrooisel is goed bestudeerd alhoewel de aanwezigheid van dode fijne wortels en wortellexudaten in de bodem eveneens een belangrijke rol spelen. De eigenschappen van het bladstrooisel (hoeveelheid ligninen en baseninhoud) bepalen in grote mate de aanwezige bodemfauna en -flora, de afbraaksnelheid van het strooisel en het type humus dat ontstaat. Onder mor-humus, met een lage pH en lage basenstatus, zijn vooral schimmels actief en onder mull-humus, met een hogere pH en baseninhoud, zijn de actieve bodemorganismen regenwormen. Moder-humus is een intermediaire soort waar mijten en springstaarten de meest actieve bodemorganismen zijn.

De verschillende boomsoorten beïnvloeden door hun bladstrooisel de biologische bodemactiviteit en dus de bodemdegradatie of het bodemherstel. In bestanden is echter het effect van de bestandsdichtheid en bedrijfstijd groter dan het effect veroorzaakt door de boomsoort. Een relatief open structuur veroorzaakt directe en indirecte effecten. Licht stimuleert de biologische bodemactiviteit en werkt de ontwikkeling van een kruidachtige vegetatie in de hand. Algemeen levert een kruidvegetatie beter strooisel dan de boomlaag, vooral door een hoog K-gehalte. Ook de invloed van het substraat is belangrijker. Zo zorgen bestanden van Gewone pijn op heidepodzolen voor een bodemverbetering, terwijl deze op de meeste andere bodems degraderend werken. Veranderingen in de boomsoortensamenstelling binnen de groep van naaldbomen of loofbomen heeft een kleiner effect dan veranderingen tussen de groepen.

De invloed van de bedrijfsoort op de bodemtoestand en het uitspoelen van mineralen vermindert naargelang de kapvlakte verkleint. Gebruik van kleine groepen is dus heel belangrijk in gebieden waar de kwaliteit van het grondwater belangrijk is.

Algemeen geldt ook dat veranderingen van de bodemgesteldheid; dus zowel bodemdegradatie als bodemverbeterende maatregelen, die een klein effect hebben

De hoofdboomsoorten eik, beuk en de meeste naaldbomen oefenen een min of meer degraderende werking uit op de standplaats, tenzij er voldoende nevenboomsoorten aanwezig zijn. Nevenboomsoorten met een gunstige werking op de bodemactiviteit zijn els, es, linde en kers. Ook Haagbeuk, Esdoorn en Lijsterbes hebben een gunstig effect als bijmenging. Bonneau et al. (1979) raden een bijmenging aan van 25 % met bodemverbeterende soorten. In de struiklaag oefent o.a. Hazelaar een gunstige werking uit. Het strooisel van Berk brengt een depodsolisatieproces op gang, behalve in extreem arme zandbodems. Het strooisel van Els en de stikstofaanrijking van deze soort die in symbiose leeft met de bacterie *Actinomyces alni*, werkt eveneens bodemverbeterend op arme bodems of in mengingen van naaldhout. Op rijke bodems kan els echter een verzurend effect hebben. Ook Robinia leeft in symbiose met stikstoffixerende bacteriën en zijn bladstrooisel levert een milde humus.

Onder beukenbladstrooisel wordt de biologische bodemactiviteit geremd door het hoog ligninegehalte. De afbraak is echter sterk afhankelijk van het Ca^{2+} -gehalte van de bodem. Beuk werkt dan ook bodemdegraderend behalve op kalkrijke substraten. Ook bij fijnspar speelt het substraat een belangrijke rol. Deze soort werkt verzurend door zijn slecht verteerbaar strooisel, ongunstig microklimaat in de dikke strooiselpakketten en zijn verhoogde interceptie van zure depositie.

d) Bodemverzuring door zure depositie (exogene oorsprong).

Verzuring kwam voor het eerst onder de aandacht in het begin van de jaren '50. Door de emissie van zwaveldioxide en stikstofoxiden, die in de lucht worden omgezet tot resp. zwavelzuur en salpeterzuur, daalde de pH van de regen van 5 à 6 tot gemiddeld 4,5. Verzuringsverschijnselen waren duidelijk zichtbaar in de Scandinavische meren en waterlopen en later ook in Noord-Amerika. Vissen en andere waterorganismen stierven af.

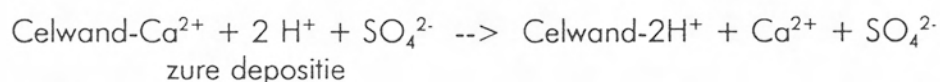
In het begin van de jaren '70 bleek dat deze 'zure regen' ook schadelijke effecten had op de gezondheidstoestand van, vnl. centraaleuropese, bossen. Op sommige plaatsen trad massale bossterfte op.

De droge en natte depositie van verzurende stoffen heeft volgende rechtstreekse en onrechtstreekse gevolgen voor het bosesysteem :

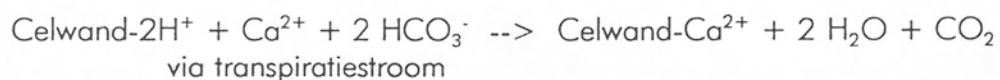
(1) uitloging van voedingselementen uit naalden en bladeren

Een gedeelte van de opgenomen kationen is nodig voor het buffersysteem in het kronendak. De zure depositie die op de bladeren terechtkomt kan geneutraliseerd worden door uitwisseling van kationen en protonen. Het buffersysteem wordt dan opnieuw aangevuld door de opname van een equivalente hoeveelheid kationen uit de bodemoplossing, waardoor een verdere bodemverzuring plaatsvindt. Het proces wordt weergegeven in volgend schema (Bredemeier en Ulrich, 1989) :

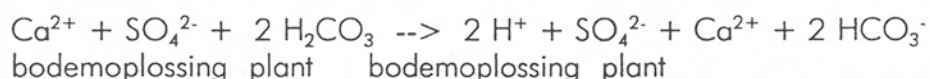
a. Bufferen van protonen aan de bladoppervlakte



b. Terug aanvullen buffer



c. Bodemverzuring



De uitloging uit het kronendak kan ook aan ozon- en SO₂-schade te wijten zijn (Arndt et al., 1982, o.c. Ronse, De Temmerman en De Borger, 1986). Vooral de ozonconcentratie is de laatste jaren sterk gestegen door luchtvervuiling met koolwaterstoffen, welke precursoren zijn bij de ozonvorming. Ozon veroorzaakt in combinatie met SO₂ schade aan de membranen van naalden en bladeren, zodat voedingsstoffen uit de cellen lekken.

(2) verminderde beschikbaarheid van voedingselementen

De combinatie van een verhoogde beschikbaarheid van stikstof en bodemverzuring leidt tot een relatief gebrek aan kationen in de bodem. Er treden bijvoorbeeld ook tekorten op aan fosfor vanaf het aluminium-bufferbereik door de vorming van ijzerfosfaten en aluminium-fosfor complexen.

(3) mobilisatie van aluminium en mangaan

Vanaf een pH lager dan 4,2 worden aluminium en mangaan gemobiliseerd. De gevolgen voor het ecosysteem bos zijn (cfr. 2.1.6.3. en 1.2.) het wegwijnen en eventueel afsterven van bomen als zichtbaar gevolg van de verstoring van de opname en het transport van voedingsstoffen en de verstoring fysiologische processen in de wortels.

(4) vermindering van biologische bodemactiviteit (cfr. 2.1.6.3. en 1.2)

Hoe lager de bodem-pH, hoe trager het organisch materiaal wordt afgebroken. De kwaliteit van het humustype, bodemstructuur en C:N-verhouding vermindert. De biologische activiteit neemt af en er treedt een verschuiving op van de actieve groepen van regenwormen over arthropoden naar fungi.

(5) beschadiging van mycorrhiza's

Voornamelijk hoge stikstofdeposities (stikstofoxiden van verkeer en industrie, ammoniakemissies van intensieve veeteelt en kunstmestfabrieken) reduceert de hoeveelheid mycorrhiza's, vooral op arme gronden. Hierdoor vermindert de groei en vitaliteitstoestand van de bossen door een afname van de wortelfunctie van mycorrhiza en van hun beschermende werking tegen pathogene infecties. Bij een hoge stikstofgift kan mycorrhizavorming volledig worden onderdrukt (Dumbroff, 1968; Fowells en Krauss, 1959; o.c. Denneman, 1989).

(6) verhoging stormschade, vorstschade en infecties

Stikstof is naast fosfaat een belangrijk voedingselement voor planten. Verhoogde stikstofdeposities leiden in de eerste plaats dan ook tot een verhoogde groei en vorming van grotere cellen. Een te hoge stikstofdepositie, zoals de laatste decennia plaatsvindt, leidt echter tot een verhoogde gevoeligheid voor vorstschade en infecties. Aantastingen van *Fomes annosus* en *Armillaria mellea* nemen toe, de gevoeligheid voor aantastingen van *Sphaeropsis sapinea* stijgt.

Ook gebeurt de wortelgroei van de bomen trager dan de bovengrondse plantendelen zodat de verankering van bomen in de bodem vermindert en de gevoeligheid voor stormschade verhoogt.

(7) bodemverzuring

De depositie van S- en N-verbindingen leidt tot bodemverzuring (cfr. 1.2. en 2.1.6.).

(8) remmende werking op natuurlijke verjonging

N-bemesting remt de ontwikkeling en groei van zaailingen en verhoogt hun gevoeligheid voor de aantasting door wortelrot (Rowan, 1971, Hesterberg en Jurgensen, 1972, o.c. Denneman, 1989).

(9) invloeden op de fauna

Afhankelijk van de ecologische niche van zoogdieren treden effecten op door beïnvloeding van de voedselketen (verschuivingen in het aanbod van prooidieren of vegetatie). De biologische bodemactiviteit neemt af (cfr. (3)). In beken die de afwatering verzorgen van verzuurde bossen daalt de pH, waardoor vissoorten verdwijnen.

(10) grondwater

Als gevolg van de verhoogde stikstofdepositie kunnen in met stikstof verzadigde bossen nitraten uitspoelen in het grondwater, dat in veel gevallen voor drinkwaterproductie wordt gebruikt. Naargelang het bodemtype worden onder een pH van 4,2 ook aluminiumionen uitgespoeld, zijn zware metalen gemakkelijk oplosbaar en kan mangaan in toxische concentraties voorkomen. Het toedienen van een bemesting verhoogt het gevaar voor een aluminium toxicatie.

(11) verschuivingen in de kruidlaag

Een verhoogde N-input stimuleert de groei van N-minnende grassoorten als *Molinia caerulea* en *Deschampsia flexuosa*.

De verzurende depositie is een gevolg van emissies van zwaveldioxide (SO_2), stikstofdioxide (NO_x) en ammoniak (NH_3). Industrie en elektriciteitscentrales leveren 84 % van de SO_2 -emissies, het wegverkeer levert 59 % van de $NO_x(NO_2)$ -emissies (tabel x).

De totale emissie van ammoniak als gevolg van dierlijke uitwerpselen bedraagt meer dan 48000 ton (tabel 2.16 en 2.17). De emissie is vooral geconcentreerd in West- en Oost-Vlaanderen. De ammoniakemissies in Vlaanderen zijn samen met de Nederlandse de hoogste van Europa. De bijdrage van ammonium en ammoniak in de verzuring wordt in Nederland op 35 % à 45 % geschat (Ronse, De Temmerman, De Borger, 1986).

Tabel 2.16: Emissies van SO₂ en NO_x(NO₂) in Vlaanderen. Toestand 23 december 1992.

	SO ₂		NO _x (NO ₂)	
	(ton)	(%)	(ton)	(%)
elektriciteitscentrales	68715	33	44789	25
industrie	105430	51	21375	12
gebouwenverwarming	24960	12	7062	4
wegverkeer	7862	4	105867	59
TOTAAL	206967	100	179093	100

Bron : VMM, 1992.

Tabel 2.17: Ammoniakemissie per diersoort in Vlaanderen. Toestand 1991. (in ton NH₃)

rundvee	varkens	pluimvee	andere	TOTAAL
28629	14981	4558	452	48620

Bron : VMM, 1992.

Tabel 2.18: Ammoniakemissie in Vlaanderen per provincie. Toestand 1991. (in ton NH₃)

Antwerpen	Vlaams-Brabant	West-Vlaanderen	Oost-Vlaanderen	Limburg
9047	3256	19030	11946	5341

Bron : VMM, 1992.

De immissie van verzurende stoffen in Vlaanderen bedraagt 5,1 kmol zuurequivalenten per ha per jaar (tabel 2.19). Hiervan maken zwavelverbindingen 43 % uit, NO_x-bestanddelen 25 % en NH_x-bestanddelen 32 %. De natte fractie bedraagt 1,5 kmol zuurequivalenten per ha per jaar, de droge fractie 3,6 kmol. In kg verzurende depositie uitgedrukt betekent dit 35,4 kg zwavel/ha.j en 40,8 kg stikstof/ha.j (tabel x). Op sommige plaatsen loopt de stikstofdepositie echter op tot 90 kg/ha.j (Werkgroep ABO, mondelinge mededeling). Er blijkt duidelijk een verhoogde stikstofdepositie op te treden in bossen gelegen op 400 m (Denneman, 1989). Deze verhoogde depositie is voor een aanzienlijk deel te wijten door het vrijkomen van ammoniak uit drijfmest. Dit verlies kan oplopen tot enkele honderden kg per toepassing per hectare, waarna het elders onder de vorm van natte ammoniumsulfaatdepositie terugkeert in de bodem (Lauer et al., 1976; o.c. Denneman, 1989).

Tabel 2.19: Verzurende depositie in het Vlaams Gewest (periode 1989 - 1990). (zuurequivalenten/ha.jaar)

	NAT	DROOG	TOTAAL	%
Zwavelverbindingen	724	1488	2212	43
NO _x -bestanddelen	350	940	1290	25
NH ₃ -bestanddelen	471	1153	1624	32
Totaal	4545	3581	5126	100
%	30	70	100	

Bron : VMM, 1991.

Tabel 2.20: Verzurende depositie in het Vlaams Gewest (periode 1989 - 1990). (kg/ha.jaar)

	NAT	DROOG	TOTAAL
Zwavelverbindingen	11,6	23,8	36,4
Totaal Stikstof	11,5	29,3	40,8

Bron : VMM, 1991.

f) Conclusies.

Het is aangetoond dat in bossen van de zandstreek en leemstreek zich de afgelopen 25 jaar reeds een verzuringsproces voltrokken heeft (Ronse, De Temmerman, De Borger, 1986). Dit is een gevolg van zowel natuurlijke als anthropogene verzuringsprocessen. In kalkrijke gronden is het aandeel van de zure depositie relatief gering (10 - 45 %) terwijl in kalkarme gronde dit aandeel hoog is (60 - 90 %) (cfr. tabel 2.21). Op arme zandgronden is de natuurlijke verzuring maximum 10 % van de totale verzuring.

Tabel 2.21: Zuurproduktie (kmol H⁺/ha.j) naargelang verschillende oorzaken.

ORZAAK	Natuurlijke processen		bosbeheer	verzurende depositie
	kalkrijke gronden	kalkarme gronden	0,5 - 0,6	2,0 - 6,5
	7,5 - 20	0,1 - 0,9		

Bron : De Vries & Breeuwsma, 1985.

Op basis van theoretische berekeningen blijkt dat de pH_{KCl} in podsolbodems zal gedaald zijn tot 2,78 tot op een diepte van gemiddeld 50 cm binnen 65 jaar. Hierbij wordt de ondergrens voor een normale groei van pijn overschreden (ongeveer pH_{KCl}3). Momenteel is de pH_{KCl} in ongeveer een derde van de bossen op zandgronden al gedaald tot 3,1 en vinden een aantal bossen hinder van de

verzuring. De resultaten uit de jaarlijkse vitaliteitsonderzoeken laten geen optimisme toe.

Om de verzuring als gevolg van bosbeheersmaatregelen tot een minimum te beperken dat lager ligt dan de verzuring die optreedt door de natuurlijke processen van het bosesysteem, gelden enkele eenvoudige maatregelen. De afvoer van elementen bij de exploitatie dient te worden beperkt. Dit kan door zoveel mogelijk takhout en wortelmateriaal in het bos achter te laten en de stammen in het bos, voor het uitslepen, te ontschorsen. Daarnaast dienen ook kaalslagen te worden beperkt, zowel in oppervlakte als in frequentie. Algemeen dient er ook te worden gestreefd naar een bijmenging van 25 % nevenboomsoorten met een bodemverbeterende werking (Es, Linde, Kers, Lijsterbes, Hazelaar, Esdoorn, Haagbeuk, Notelaar, populieren, Wilg en Berk). Muys (1992) pleit tegelijk voor een bekalking en regenwormintroductie bij de kunstmatige verjonging.

De invloed van het bosbeheer en van natuurlijke verzuringsprocessen op arme zandgronden is echter verwaarloosbaar t.o.v. de anthropogene verzuring. Het is te verwachten dat bij het huidige niveau van verzuring de bomen tegelijk minder weerstand zullen vertonen voor ziekten en aantastingen. Er kan dan ook objectief worden gesteld dat indien er geen maatregelen worden genomen, er op termijn van 1 tot enkele decennia catastrofale gevolgen optreden voor de gezondheidstoestand van het bos en de kwaliteit van het grondwater op de armere bodems in Vlaanderen.

Oplossingen om de anthropogene verzuring tegen te gaan werden reeds verschillende malen in talloze rapporten voorgesteld (o.a. afstandsregel t.o.v. bosrand voor uitrijden drijfmest, strenger toezicht op intensieve veehouderij, reductie verzurende emissies,...). Om de meest ernstige schade aan bossen en heide te voorkomen gelden volgende kritische lasten voor de depositie van verzurende stoffen (Zorgen voor Morgen, 1988) :

- 700 mol H⁺/ha.jaar voor kalkarme vennen
- 1400 mol H⁺/ha.jaar voor naaldbossen en heide op zandgronden
- 1800 mol H⁺/ha.jaar voor loofbossen op arme zandgronden
- 2400 mol H⁺/ha.jaar voor loofbossen op iets rijkere gronden

In de Nederlandse nationale milieuverkenning *Zorgen voor Morgen*, wordt gesteld dat als landelijk gemiddelde tegen 2000 een interimwaarde gerealiseerd te worden van 2400 mol H⁺/ha.jaar om in 2010 een verzurende depositie van 1400 mol H⁺/ha.jaar te bereiken.

In Vlaanderen impliceert dit een reductie van de totale verzurende depositie met 73% en van de N-depositie met 86 % tegen 2010 ...

2.1.6.4 Het bos als windscherm

Bossen aangelegd als windscherm hebben tegelijk ook een invloed op temperatuur, vochtigheid en evapotranspiratie.

a) Windreductie.

De windreducerende invloed van het bos op de bewegende luchtlagen wordt veroorzaakt door het feit dat, bij het opbotsen tegen een hinderpaal, een deel van de luchtmoleculen verplicht wordt te stijgen: de verticale component van de luchtbeweging wordt verhoogd, waardoor automatisch de horizontale component daalt. Aan de luwzijde van het bos herneemt de wind zijn oorspronkelijke snelheid doordat de neergaande luchtbeweging gepaard gaat met daling van de verticale en dus stijging van de horizontale windcomponent. Een aantal elementen bepalen de graad van windreductie. **Permeabiliteit** speelt hierin een belangrijke rol. De ideale permeabiliteitsgraad ligt tussen de 40 en 60%, dit is de permeabiliteit van de traditionele elzenkanten in het Vlaamse landschap.

Na het relatief lange traject over het bos behouden de luchtlagen tijdelijk hun horizontale richting (Flensburg, 1940; Marcell, 1926; Soltner, 1973; o.c. Dua, 1978), de windsnelheid boven de bodem is dus gereduceerd.

b) Invloed van de vochtigheid.

In de omgeving van bossen treedt verhoogde **dauwvorming** op onder invloed van de verminderde evapotranspiratie in het bos zelf, verminderde windkracht en verhoogde relatieve luchtvochtigheid. Daardoor vermindert de transpiratie en kan het fotosynthese proces iets langer doorgaan. Dit resulteert in een verhoogde groeiactiviteit.

De absolute luchtvochtigheid ligt hoger in de buurt van bosschermen door de verhoogde bodemvochtigheid, de transpiratie van het bos zelf en de verminderde luchtvermenging.

De bodemvochtigheid wordt beïnvloed door een hogere opstapeling van water in de bodem door verminderde evaporatie en de vertraging en of vermindering van de afvloeien van het regenwater, waardoor meer water in de grond wordt opgenomen.

Deze verhoogde bodemvochtigheid werd duidelijk aangetoond door STEUBING (1952).

c) Invloed op de temperatuur

De invloed van een bosscherm op de luchttemperatuur hangt nauw samen met de warmtebalans :

- in de eerste helft van de dag is de warmtebalans positief : de bodem geeft door terugstraling warmte af aan de bovenliggende luchtlagen. Door de verminderde luchtbeweging wordt in de omgeving van bos vlugger een hogere temperatuur bereikt.
- in de tweede helft van de dag is de warmtebalans negatief : de bodem neemt warmte op uit de bovenliggende luchtlagen en de beschutte zones koelen sneller af.

Dit brengt een verhoogd nachtvorstgevaar met zich mee (DUA, 1978).

Naast deze algemene bepalingen inzake temperatuursbeïnvloeding, moet ook de onmiddellijke omgeving van de beplanting vermeld worden :

- de schaduwzijde : vermits enkel diffuse en teruggekaatste stralen instaan voor verwarming, kan de temperatuur bij zonnig weer hier lager zijn dan verder van het bos.
- de zonzijde : door de verhoogde energietoevoer en de reflectie van de zonnestrallen kan een verhoogde temperatuur optreden.

d) Invloed op de evapotranspiratie

De temperatuur, de relatieve vochtigheid en vooral de windsnelheid bepalen grotendeels de verdampingsintensiteit van de bodem.

Het is dan ook logisch dat het verloop van de bodemevaporatie analoog loopt aan de windreductiecurve.

Het punt met minimale evaporatie ligt wel in het bos.

Volgens diverse waarnemingen zou de globale bodemevaporatie o.i.v. het bos als windscherm tot 30% verminderd worden.

e) Invloed op de bodemerosie

Een bijkomend gunstig effect van de houtachtige beplantingen op de omgeving is de beveiliging van het bodemmateriaal tegen winderosie :

- enerzijds door verlaging van de windsnelheid waardoor minder materiaal kan meegevoerd worden;
- anderzijds door het vormen van een obstakel waartegen het meegevoerde materiaal zal afgezet worden.

Dit is van belang voor zandgronden, vooral dan voorduinen en stuifzanden, en voor oppervlakkige humuslagen. Vooral bij droog en winderig weer kunnen ook bij ons nadelige verstuivingen voorkomen (DUA, 1978)

f) Invloed van bos als windscherm op de landbouwopbrengst

Uit de voorafgaande paragrafen kan besloten worden dat voornamelijk de windreductie en de daarmee gepaard gaande microklimatische wijzigingen een gunstige invloed hebben op het groeimilieu en dus op de opbrengst van de landbouwgewassen:

- verminderde mechanische schade : de kans op het neerslaan van het graan, het vroegtijdig afvallen van fruit wordt gereduceerd
- verhoging van de bodemtemperatuur : de vegetatieperiode wordt verlengd waardoor de fotosynthese activiteit verhoogt.
- hogere vochtigheidsgraad : met uitzondering voor waterzieke gronden heeft de verhoogde dauwvorming en de hogere relatieve vochtigheid een productievermeerdering voor gevolg.

2.1.7 HET BEHEER VAN EEN BOS

2.1.7.1 Bosbouw

Met bosbeheer worden de manier en de methoden bedoeld waarop en waarmee een bos wordt beheerd. Er zijn bosbedrijfsvormen (hooghout, middelhout, hakhout) en bosbedrijfssoorten. Bij deze laatste is er een zeer grote verscheidenheid naargelang de wijze van verjonging (natuurlijk, kunstmatig, gefusioneerd), de kapwijze (kaalkap, femelkap, plenterkap, schermkap, zoomkap), de variatie in kapoppervlakte van de verjongingsgroepen (kaalvlakte, groep tot individuele boomruimte), de vorm en expositie van de kapoppervlakte, de verjongingsrichting, de kaprichting, de houtafvoerrichting, de ecologische uitgangspositie (kaalstelling, schermstelling, randstelling), verschillen in snelheid, richting en zin van de verjongingskernen,

Het hoofddoel van elk bosbeheer dient niet gericht te zijn op exploitatie van het bos maar op behoud van het bos in een staat van optimale stabiliteit. Behoud betekent echter niet het behouden van een bereikte toestand maar betekent dat ervoor dient gezorgd te worden dat het reactievermogen van het bos nooit overschreden wordt. Dit impliceert het regelen van interne veranderingen in het ecosysteem en het opvangen van externe verstoringen. Indien het behoud van een bos is verzekerd, dan kan geprobeerd worden het bosgebruik zo goed mogelijk te regelen. Het geheel, bosbehoud en optimale regeling van het bosgebruik, is de bosfunctionalisering; de belangrijkste opdracht van elk verantwoord bosbeheer. In een dichtbevolkt en geïndustrialiseerd gewest als Vlaanderen dient er bij het beheer van een bos dus evenzeer rekening gehouden te worden met sociale en economische behoeften zonder de ecologische draagkracht van het bos te overschrijden. Vandaar dat in Vlaanderen geopteerd wordt voor een multifunctioneel bosbeheer en bosbeleid : er dient met verschillende functies te worden rekening gehouden. Zonerings van bossen met een bepaalde functie zijn dus ongewenst en kunnen nefaste gevolgen hebben. Want in de bosbouw is de tijdsduur waarover moet gedacht worden in de grootte-orde van minimum 3 mensengeneraties. Uitzonderingen op de multifunctionele bossen zijn die bossen waar een bepaalde functies een of meerdere andere functies uitsluiten, bijvoorbeeld schermbossen en bosreservaten.

2.1.7.2 Principes van een natuurgetrouw bosbeheer

Als gevolg van lawines, insektenplagen en andere catastrofes en als tegenreactie op bosbouwmethoden die gebruik maken van exoten en kaalslagsystemen, ontwikkelde zich eind vorige eeuw in de bergachtige gebieden van Centraal Europa een bosbouw met aandacht voor alle componenten van het bosecosysteem en gebaseerd op zelfregulerende processen. Het doel van deze bosbouw is het creëren van stabiele en gezonde bossen met een duurzame ecologische en economische waarde. Verscheidene belangrijke auteurs maakten hierover publikaties : Gayer, Schädelin, Leibundgut, Mayer en Huss. Een natuurgetrouwe bosbouw is daar immers zeer goed mogelijk omwille van de natuurlijke boomsoortenmenging en de geschikte standplaatsen.

Onder impuls van de internationale Pro Silva beweging, opgericht in 1989, wordt deze natuurgetrouwe bosbouw gepromoot. Door middel van de principes van een natuurgetrouwe bosbouw wordt een multifunctioneel en stabiel bosgebruik mogelijk gemaakt. Een constante hoeveelheid kwaliteitshout wordt voortgebracht, de recreant vindt zijn gading in een aantrekkelijk en gevarieerd bos. Inheemse planten en dieren krijgen de nodige kansen en ook de schermfunctie wordt vervuld.

Meer monofunctioneel gerichte bosbeheerssystemen zoals boomplantages, natuurtechnisch bosbeheer in natuurreservaten of tuinieren in parken kunnen weliswaar plaatselijk bepaalde functies beter vervullen, maar zijn maatschappelijk minder aanvaardbaar over grote oppervlakten bos. De onderstaande principes moeten streefdoelen zijn; in de meeste actuele bossen kunnen ze pas op lange termijn bereikt worden.

PRINCIPES

Onderstaande principes voor een natuurgetrouwe bosbouw in Vlaanderen werden opgesteld op de vergadering van Pro Silva Vlaanderen van 14 mei 1992.

1/ Bomen moeten oud kunnen worden. Dit betekent dus lange bedrijfstijden of het niet toepassen van dit begrip. Veel oude bomen moeten in ieder geval in het bos behouden worden.

2/ De basis van het bosesysteem wordt gevormd door inheemse boomsoorten. Uitheemse soorten mogen maar in die mate voorkomen dat ze dit inheems boslandschap niet fundamenteel in gevaar brengen. Ze mogen dus niet kwantitatief in de meerderheid zijn in een boscomplex met natuurgetrouwe bosbouw.

3/ Het bos moet een gevarieerde structuur hebben. Dit betekent ongelijkvormigheid, ongelijkjarigheid en stams- of groepsgewijze menging. In grotere boscomplexen kunnen al dan niet permanente open plekken voorkomen en kunnen zoom- en mantelvegetaties zich in de bosranden ontwikkelen. Ook struiken en kruiden maken integraal deel uit van het bosesysteem en verdienen het nodige respect.

4/ Zelfregulerende processen vormen de basis van deze bosbouw. Natuurlijke verjonging moet dus regel zijn. Men moet streven naar een selectie van inheems materiaal dat zeer goed aan de plaatselijke situatie is aangepast. Ook de natuurlijke waterhuishouding mag niet verstoord worden.

5/ Bij de houtwinning moet zo weinig mogelijk schade aangericht worden. Dit kan door het aanduiden van ruimingswegen, waar zware machines niet mogen van afwijken. Of er kunnen zones worden aangeduid waarbinnen dergelijk verkeer niet toegelaten wordt. Ook aan de aard van de machines zelf kunnen beperkingen worden gesteld of kan er zoveel mogelijk gebruik gemaakt worden van aangepaste technieken (paarden, lier,...). De boomstammen moeten voor het uitslepen reeds op een bepaalde lengte ingekort worden. De exploitatieperiode moet dermate gekozen worden dat een minimale verstoring van flora en fauna plaatsvindt.

6/ Kleine elementen met een hoge natuurbehoudswaarde moeten behouden worden en zo nodig een aangepast beheer krijgen; bronnen, poelen, venen, vennen, open plekken, rotsformaties, duinen, nesten van zeldzame diersoorten (marter, havik, vleermuizen enz.) en standplaatsen van zeldzame planten (Zevenster, Wolfsklauw, Koningsvaren, enz..).

7/ Kaalslagsystemen veroorzaken een grondige verstoring van het bosmicroklimaat en moeten dan ook vermeden worden. Groepsgewijze of individuele kapping geniet de voorkeur.

8/ Een natuurgetrouw beheerd bos bevat dood hout. Overschot van takhout mag zeker niet verbrand worden. Strooiselroof en sprokkelen komen de gezondheid van het bosesysteem evenmin ten goede. Ook dikke bomen, rechtstaand of liggend, die occasioneel afgestorven zijn horen in het bos te blijven als leefplaats voor planten en dieren en voor het behoud van een natuurlijke nutriëntencyclus. Alleen

bindende fytosanitaire voorschriften vormen hierop een uitzondering (naaldhout, Olmenziekte). Het bos moet beheerd worden, niet opgekuist.

9/ Mechanische of biologische bestrijding van ongewenste vegetatie (Amerikaanse vogelkers, bramen, enz.) verdient de voorkeur boven chemische bestrijding. Pesticiden worden in principe vermeden.

2.1.7.3 Beheer van bossen op arme gronden

Rond 8000 voor Christus had men in de Kempen een gesloten boslandschap, voornamelijk bestaande uit Eik en Berk. Een eerste ontbossingsgolf vond plaats in de Romeinse periode. Er werden toen nog maar geïsoleerde plekken geroid voor landbouwdoeleinden. Tussen de 6de en 10de eeuw ontstonden gemeenschappelijke weilanden. Deze werden uitgebreid en evolueerden tot een heidevegetatie. Na de Middeleeuwse ontginningen (11de tot 13de eeuw) begon hier en daar houttekort op te treden, vooral in de bouwsector.

Een volgende grote verandering in dit landschapsbeeld begon met de opkomst van de pijn. De Gewone pijn was aanvankelijk inheems maar behalve enkele verspreide vliegdennen kwam hij in de 16de eeuw bijna niet meer voor. Vanaf 1368 was men in Nürenberg al begonnen met het zaaien van Gewone pijn (Kok, 1985).

Vanuit Nürenberg werd deze methode verder verspreid door zgn. Dannensäer, kooplui en specialisten in pijnzaad. Ze opereerden over het hele Heilig Roomse Rijk van de 15de eeuw tot aan de 30 jarige oorlog. Onder impuls van Hendrik van Nassau werd door een Duitse zaaier van Gewone pijn in 1514 voor het eerst 'mastbossen' aangelegd in de omgeving van Breda en iets later in de omgeving van Diest. Reden was de produktiviteit van pijn op de arme zandgronden. Vanaf 1667 werden ook pijnen gezaaid in de omgeving van Turnhout. Het zaad werd gehaald uit de omgeving van Breda en Diest. In het begin van de 18de eeuw werd de pijn verder verspreid over de Oostenrijkse Nederlanden door enkele abdijen (Sint-Bernaards, Postel, Averbode, Tongerlo, de priorij van Schoten, Floreffé). Vanaf de tweede helft van de 18de eeuw begon de Staat de aanleg van pijnbossen te promoten. Dit gebeurde door 'Oostenrijkse' edikten van 1752 en 1754 en door de ordonnantie van 25 januari 1772. Er kwam protest van autochtonen die de heide als gemeenschappelijke weide en vindplaats van turf wilden bewaren. Sinds eeuwen was de Kempische bevolking zich goed bewust van het evenwicht tussen het areaal wilde gronden, het aantal stuks vee en de oppervlakte akkerland. Een Kempisch schapenbedrijf exploiteerde gemiddeld 1 ha heide per schaap. Verder waren er 25 tot 35 ha heidegrond nodig om één ha akkerland onrechtstreeks van de nodige meststoffen te kunnen voorzien. Andere zaken droegen echter ook bij tot het geringe enthousiasme van de plaatselijke bevolking voor de ontginning van de heide, zoals de grote afstand tot de economische en hoofdstedelijke centra, de zeer geringe handelsstromingen omdat het gebied de grensstreek vormde tussen het Prinsbisdom Luik, het Hertogdom Brabant en later de Noordelijke Nederlanden, de opeisingen van de aan de grenzen gestationeerde troepen, de concurrentie met het vruchtbare Haspengouw en de geringe bevolkingsdichtheid.

Nochtans was de pijn tijdens de 18de eeuw al goed verspreid. Tussen 1790 en 1830 volgde echter een belangrijke ontbossingsperiode in de Kempen ten gevolge van overexploitatie en vervreemding. Onder impuls van de Franse wet van 29 maart 1803 werd gepoogd de ontginning van heide opnieuw te stimuleren. Dit kwam pas goed op gang na de Belgische wet van 25 maart 1847 waardoor het omzetten van heide in landbouwgebied, weide of (naald)bos werd gestimuleerd door kandidaat ontginners vrijstelling van belastingen te verlenen.

Een nieuwe periode van aanleg van Gewone pijn kwam in het begin van de 20ste eeuw door de vraag naar mijnhout en de aanleg van staatsbossen. Er kon toen al gebruik gemaakt worden van de stoomploeg (locomobiel) die 7 ha heide per dag kon bewerken. Tegelijk daalde de agrarische beroepsbevolking in de Kempen door de vestiging van enkele industrieën in de Noord-Kempen, de goedkope spoorabonnementen en de aanwezigheid van de Kempense steenkoolmijnen.

Een typische manier waarop de aanleg van nieuwe pijnbossen plaatsvond begin deze eeuw (1904-1910) is terug te vinden in de archieven van het domeinbos Pijnven (Hechtel-Eksel). Het grootste deel werd volledig geploegd met de locomobiel. Bodems met een harde B-horizon werden gebroken met de spade. Op duingronden werd in banden gewerkt, zo nodig werden ze eerst vastgelegd met heideplaggen. Er werd gebruik gemaakt van bemestingen : 1200 kg metaalslakken en 300 kg kaïniet per ha. Op podsolen werd ook 3 ton kalkmergel per ha toegevoegd.

Soms werd de bebossing voorafgegaan door een lupineteelt. Het resultaat hiervan was meestal twijfelachtig. Het terrein werd vervolgens verdeeld in percelen van 4 à 5 ha, van elkaar gescheiden door brandwegen van 10 m breed. Rond elk perceel werd een loofhoutgordel van 5 m aangebracht, met als voornaamste boomsoorten Amerikaanse Eik, Berk, Amerikaanse Vogelkers en Lijsterbes. De pijnen werden hoofdzakelijk aangeplant (1 x 0,8 m). De plantafstand steeg systematisch (over 1 x 1 en 1,25 x 1,25 tot nu 1,5 x 1,5). Na 1950 werd ook gebruik gemaakt van bezaaiing. Na 1945 werd meer en meer gebruik gemaakt van de Corsicaanse pijn maar tegelijk werd ook aangenomen dat bij een bebossing 20 % loofhout moest worden gebruikt. Corsicaanse pijn werd al vanaf het begin van de eeuw her en der aangeplant. Het zaad werd door de legers van Napoleon meegebracht en uitgezaaid in de kuststreek.

De naaldbossen op de arme zandgronden zijn in de eerste plaats te beschouwen als pionierbossen. De belangrijkste eigenschap van een pioniersoort is dat ze de standplaats voorbereidt op meer eisende soorten. De gewone pijn is hierin in zekere mate geslaagd, vooral door het feit dat onder zijn scherm de oorspronkelijke bosvegetatie (Eik, Berk, Lijsterbes, Vuilboom) een grotere kans krijgt zich te vestigen.

Aan de naaldhoutaanplantingen zijn echter ook een aantal nadelen verbonden. Gezien de sterke bodemdegradatie tengevolge van een eeuwenlange bodemuitputtend landbouwsysteem zou een pionierbos een bodemverbeterende functie moeten vervullen. Dit kan van de gewone en Corsicaanse pijn, onder de vorm waaronder ze tot voor een aantal jaren geleden werden aangeplant, niet worden gezegd. In de uitgestrekte homogene bestanden wordt een ruwe humus gevormd die het bodemdegradatieproces nog verder zet. Om die reden werd trouwens de Amerikaanse vogelkers als humus- en bodemverbeteraar aangeplant. Ook wordt het reeds arme boscysteem op deze arme gronden verder verarmd op gebied van fauna en flora.

Onder jonge aanplantingen van Gewone pijn komt nauwelijks een ondergroei voor. Oudere aanplantingen bezitten meestal een grazige ondergroei van Bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*) of Adelaarsvaren (*Pteridium aquilinum*), eventueel gecombineerd met een struiketage. Bestanden van Corsicaanse pijn bezitten meestal een grazige ondergroei met varens (*Dryopteris cristata* en *Dryopteris dilatata*). Op de arme gronden komen er grosso modo twee typen loofbos voor : de arme eiken-berkenbossen en de zure eikenbossen. Het eerste wordt gekenmerkt door ongeveer dezelfde soortenarme ondergroei als oudere aanplantingen van Gewone pijn, aangevuld met een aantal typische soorten : Blauwe bosbes (*Vaccinium myrtillus*), Schermhavikskruid (*Hieracium umbellatum*) en Pijpestrootje (*Molinia caerulea*). Soms is een bijna identieke vegetatie terug te vinden in de Pinus-bossen.

De zure eikenbossen bevatten behalve de soorten van het arm eiken-berkenbos nog andere soorten als Valse salie (*Teucrium scorodonia*), Lelietje-der-dalen (*Convallaria majalis*), Dalkruid (*Maianthemum*

bifolium) en Hengel (*Melampyrum pratense*). De struiklaag is hier wat meer ontwikkeld. Overgangen tussen beide typen komen frequent voor. Enkel op vochtiger standplaatsen en in Haspengouw worden de bostypen soortenrijker.

De Amerikaanse vogelkers (*Prunus serotina* Ehrh.) is een duidelijk voorbeeld van de risico's verbonden aan de introductie van exoten. Volgende beschrijving is gebaseerd op Muys, Maddelein en Lust (1992). In heel West-Europa bestaat waarschijnlijk geen enkele boomsoort die in bosbouwkundige middens een slechtere reputatie geniet dan de Amerikaanse vogelkers (Maddelein, 1990).

De soort heeft de onderetage overwoekerd van duizenden ha dennenbossen in België, Duitsland en Nederland, en verhindert er de natuurlijke verjonging van de aanwezige boomsoorten. Een omvorming van homogene dennenbestanden naar ongelijkjarige, gemengde bestanden is enkel mogelijk indien er een bestrijding gebeurt die geïntegreerd is in de beheersplannen.

Amerikaanse vogelkers is inheems in een uitgestrekt gebied in Noord-Amerika, gaande van Guatemala tot Nova Scotia (Fowells, 1965). Optimale groei komt er echter enkel voor op het Allegheny Plateau (NW Pennsylvania en ZW New York). De soort werd voor het eerst in Europa ingevoerd tussen 1620 en 1630, meer bepaald in Frankrijk. Oorspronkelijk werd hij enkel gebruikt als sierboom.

De eerste proefaanplantingen in België dateren van 1892. Er bestond een groot optimisme omtrent de mogelijkheden van kwaliteitshout: 'Indien onze grootvaders het advies van Michaux in 1810 hadden opgevolgd om deze boomsoort in ons land te gebruiken, zouden we nu zien dat de inwoners van de Kempen het graan geïmporteerd uit Amerika zouden betalen met zaaghout van de Amerikaanse vogelkers' (Berger, 1894; o.c. Muys, Maddelein en Lust, 1992). Het optimisme was gebaseerd op de goede groei en houtopbrengst in het oorspronggebied en op de mooie vormen van geïsoleerde bomen in enkele parken. Hoewel er al heel vroeg enkele waarschuwingen kwamen i.v.m. de mogelijkheden tot een slechte stamvorm en de eerste resultaten ook in praktijk ronduit negatief waren, was de massale aanplanting niet meer te stuiten. Er werden in de praktijk een hele reeks voordelen ontdekt, o.a. de kwaliteit als brandhout, overvloedige zaadproductie en gemakkelijke verspreiding door vogels, goede bodembedekking, goede strooiselafbraak die leidt tot een nutriëntenrijke humus, gemakkelijk te behandelen als hakhout, licht schaduwtolerant, schuilplaats voor wild, ...

Tussen 1900 en 1930 werd Amerikaanse vogelkers op de zandgronden in België gebruikt als hakhout, voor het vastleggen van landduinen, als onderplanting in pijnbossen en gemengd met ander loofhout in de loofhoutsingels rond de pijnbestanden op de heide. Vanaf 1930 was de bodembeschermende en -verbeterende werking het hoofddoel van de aanplantingen met Amerikaanse vogelkers. Onderplanting van pijnbossen gebeurde tot in de late jaren vijftig. Sindsdien spreidde de plant vanzelf uit, in sommige gevallen werd de oppervlakte bezet met Amerikaanse vogelkers verachtvoudigd in een periode van 40 jaar (Bormann, 1988). Momenteel wordt Amerikaanse vogelkers nog steeds gebruikt voor bosbouwdoeleinden in sommige Oosteuropese landen. In eigen land wordt de soort nog steeds aangeplant langsheen autosnelwegen door de dienst Bruggen en Wegen.

Er wordt echter nog steeds gezocht naar mogelijkheden om uit Amerikaanse vogelkers hout van voldoende kwaliteit te produceren. Zo werd recent de oprichting van een veredelingsprogramma in Vlaanderen overwogen. Dit is echter vrij zinloos gezien de mogelijkheden om op arme gronden waardevol hout te produceren even gering zijn als op de arme gronden in zijn gebied van herkomst, op rijke gronden minstens even goede resultaten te verwachten zijn met de inheemse boskers (*Prunus avium*) en zelfs een introductie van geselecteerd materiaal geen oplossing biedt voor de huidige overwoekering met waardeloos materiaal.

De eerste bestrijding van Amerikaanse vogelkers in Europa begon rond 1950, alhoewel de soort door sommige auteurs nog tot 1956 werd gepromoot. Rond 1950 waren de eerste pijnnaanplantingen, aangelegd bij het begin van de eeuw, kaprijp. Er werd toen voor Gewone pijn algemeen gebruik gemaakt van het kaalslagsysteem met een bedrijfstijd van 50 à 60 jaar. De nadelen kwamen duidelijk tot uiting en bleken veel groter dan de voordelen. Amerikaanse vogelkers kreeg een bijnaam die al gauw ingeburgerd was : de bospest (Leclercq, 1960). De bestrijding van Amerikaanse vogelkers steunt op economische, ecologische en natuurbehoudsmotieven.

De aanwezigheid van een gesloten onderetage van Amerikaanse vogelkers zorgt voor 40 % meer kosten bij dunnen, vellen en uitslepen. De kosten voor onderhoud van de verjonging kunnen zelfs 10 maal hoger zijn (Bormann, 1988). De humus- en bodemverbeterende werking blijken vrij twijfelachtig. Er is geen betere groei van de bovenetage in zijn aanwezigheid (Dik en Jager, 1970) en de soort is een belangrijke concurrent voor vocht en nutriënten, hoewel andere bodemvegetatie zoals een grasmat van *Deschampsia flexuosa* eveneens een grote water- en nutriëntenbehoefte heeft (Van den Tweel, 1984). De afbraak van naalden van Gewone pijn verloopt aan de zelfde snelheid met of zonder de aanwezigheid van Amerikaanse vogelkers. De afbraak van de bladeren van Amerikaanse vogelkers in de strooisellaag gebeurt daarentegen wel snel, het strooisel is rijk aan Mg en K en heeft een lage C/N verhouding. Maar gezien andere vegetatie onder Amerikaanse vogelkers bijna steeds ontbreekt en gezien zijn oppervlakkig wortelstelsel ontstaat een soort van kortsluiting in de nutriëntenkringloop. Ongeveer 74 % van het aanwezige Mg in het bosesysteem en ongeveer 71 % van alle K wordt afgegeven in de strooisellaag maar ook weer opgenomen door de Amerikaanse vogelkers.

Enkele andere ecologische kenmerken maken van de soort een ideale bospest. Hij heeft kenmerken van een r-strategie (reproductie strategie : hoge zaadproductie, lage levensverwachting), ruderaal strategie (massale kolonisatie na verstoring), stress tolerantie (waterstofcyanide in schors en bladeren, schaduw tolerant) en zaadbankstrategie van het korte type (3-5 jaar). De zaden van de Amerikaanse vogelkers worden vooral door vogels verspreid. Toch gebeurt de vestiging van de zaailingen slechts zelden verder dan 20 meter van de zaadboom. Over het algemeen vestigen zaailingen zich over een periode van 20 jaar niet verder dan 100 meter (Oosterbaan en Van Tol, 1977).

De bodemvereisten van de soort zijn vrij vaag, zijn voorkeur gaat evenwel uit naar niet te droge eutrofe bodems. Het toepassen van bemestingen tijdens de eerste bebossingen en de enorme toevoer van stikstof door de lucht (50-100 kg/ha/j) hebben de soort dan ook bevoordeligd.

Het resultaat van de ecologische vereisten van de soort en van een aantal antropogene verstoringen (grondbewerking en bemesting, lichtdoorlatende pijnbestanden, eutrofiëring door atmosferische stikstof) is het *Padus serotina-Culto-Pinetum silvestris* (Hofmann 1991) : monotone pijnbestanden met een gesloten ondergroei van Amerikaanse vogelkers die elke evolutie naar gemengde, ongelijkjarige bossen tegenhoudt. Het is mogelijk dat bij afwezigheid van elk beheer of verstoring de Amerikaanse vogelkers vanzelf verdwijnt. Dit kan echter eeuwen duren, een termijn die sociaal onverantwoord is. Een doorgedreven bestrijding dringt zich dan ook op.

Tot nu toe waren er twee manieren van aanpak die beiden gefaald hebben : de minimalistische aanpak in België en de 'Prunoneurose' in Nederland. In het eerste geval, vooral toepasbaar bij het kaalslagsysteem, ligt de nadruk bij de bestrijding op de verjongingsperiode, van ongeveer 5 jaar voor de kaalslag tot de primaire kroonsluiting na de verjonging. Bij de Nederlandse aanpak werden jaarlijks miljoenen gulden gependend voor de complete uitroeiing van de soort. Bestrijding dreigde een doel op zichzelf te worden omdat dit het belangrijkste punt was van de meeste beheersplannen (Stichting Kritisch Bosbeheer, 1983). Bestrijding van Amerikaanse vogelkers moet een geïntegreerd onderdeel zijn van beheersplannen die rekening houden met het gehele ecosysteem. Herstel van het ecosysteem

en herstel van de gedegradeerde Kempische bodems dient het lange termijn doel te zijn, de bestrijding van Amerikaanse vogelkers is het middel.

Amerikaanse vogelkers komt voor in zowat 50000 ha bos. Een geïntegreerd bestrijdingsplan bestaat uit een korte termijn planning en een lange termijn planning (Muys, Maddelein en Lust, 1992). Om de korte termijn planning te realiseren worden de kosten geschat op jaarlijks 65 miljoen frank (maximale schatting). Dit geld kan beschikbaar gesteld worden door bestaande overheidsfondsen voor natuurontwikkeling. Een duurzame bestrijding van Amerikaanse vogelkers is duur maar is gerechtvaardigd indien het wordt ingepast in een globaal beheersplan en is een *conditio sine qua non* voor een geslaagde natuurontwikkeling in de Kempische bossen.

Fasen in de korte termijn planning (10 - 15 jaar)

1. Totaal verbod op handel, kweken en planten van Amerikaanse vogelkers over het hele Vlaamse grondgebied.
2. Tegengaan van zaadverspreiding door bestrijding van zaadbomen :
Bestrijding van alle zaadbomen in de domeinbossen tijdens dunningen (omhakken of klepelen, stompen insmeren met chemisch (op basis van het biologisch afbreekbare glyphosaat of biologisch biocide). Zes jaar later, bij de volgende doorgang, totaal verbod op het laten bloeien van Amerikaanse vogelkers en dit ook in aansluitende private bossen en tuinen.
3. Tegelijkertijd gesubsidieerde bestrijding in de andere openbare bossen en private bossen of bosgroeperingen van meer dan 20 ha. De subsidie geldt voor toepassing van een gecombineerde methode (mechanisch/chemisch, mechanisch/biologisch).
4. Verder toepassen van bestrijding tijdens de verjongingsfase in de openbare bossen. Uittrekken is enkel toegelaten indien met natuurlijke verjonging wordt gewerkt.
5. Totale bestrijding van de Amerikaanse vogelkers met methoden die geen bodemomwoeling tot gevolg hebben (uittrekken) in grote geïsoleerde domeinbossen. Deze bossen zijn dan verder pilootbossen voor een strikte toepassing van de principes van natuurgetrouwe bosbouw.
6. Tegengaan van verdere verspreiding door totale verwijdering van Amerikaanse vogelkers in openbare bossen waar de invasie pas begonnen is.

Fasen in de lange termijn planning (50 jaar)

1. Opvolging in de behandelde gebieden. Hervestiging kan voorkomen door zaadverspreiding, kieming van de zaadbank of slecht behandelde stompen.
2. Creëren van een ecologisch evenwicht door omvorming naar gemengde bossen door middel van de onderplanting van inheemse soorten (Farjon, 1986; Maddelein, 1990; Bormann, 1990). Gebruik van schaduwtolerante loofhoutsoorten die beter aangepast zijn aan de hoge atmosferische stikstofinput zoals Eik, Beuk, Linde of Esdoorn is aangewezen.

Gezien de negatieve ervaringen met een gesubsidieerde bestrijding van Amerikaanse vogelkers (Stichting Kritisch Bosbeheer, 1983) en algemeen met elke gesubsidieerde bestrijding, cfr. bestrijding muskusrat, dient een eventuele gesubsidieerde bestrijding dan ook weldoordacht te worden uitgewerkt.

2.1.7.4 Naar meer ecologisch waardevolle populierenaanplantingen (Buysse, 1991)

De meeste populieren die momenteel in het landschap voorkomen zijn cultivars behorend tot de oude Euramerikaanse hybriden (*Populus x euramericana* (Dode) Guinier), ontstaan uit een kruising van een mannelijke inheemse *Populus nigra* en een vrouwelijke *Populus deltoides* afkomstig uit Noord-Amerika. Er worden ook reeds nieuwe euramerikaanse en interamerikaanse klonen, en westamerikaanse balsempopulieren aangeplant (oude benaming : Unal-klonen). De ecologische vereisten zijn over het algemeen vrij vergelijkbaar met die van de Zwarte populier hoewel tussen de klonen onderling duidelijke verschillen bestaan.

De kruidvegetatie in een klassieke populierenaanplanting zonder onder- of nevenetage wordt vaak gedomineerd door Grote brandnetel (*Urtica dioica*) en bramen (*Rubus* sp.). Verder komt ook Ruw beemdgras voor (*Poa trivialis*) en een aantal ruigtekruiden. De moslaag wordt gedomineerd door *Brachytecium rutabulum* en *Eurynchium praelongum*, beide zeer algemene soorten van vochtige, voedselrijke plaatsen. Een monoklonale populierenplantage is dan ook vegetatiekundig doorgaans weinig interessant. Avifaunistisch kan de betekenis groter zijn. Uit een Nederlands onderzoek (Jonkers, 1980) blijkt dat er geen vogelsoorten zijn die als broedvogel enkel in populierenbossen voorkomen. Wel vertonen een aantal soorten een zekere voorkeur voor populierenbossen zoals de Wielewaal (*Oriolus oriolus*) en de Houtsnip (*Scolopax rustica*). Veel hangt af van de bestandsleeftijd, de aanwezige struik- en kruidlaag, de gevarieerdheid ervan en het gevoerde beheer.

De associatie van populier met monotone plantages met een ondergroei van brandnetels is echter geen algemene regel. Veel hangt af van de standplaats, bestandsleeftijd en het gevoerde beheer.

Er wordt vaak beweerd dat de dominantie van Grote brandnetel, bramen en andere ruigtekruiden onder populierenplantages een gevolg is van het stikstofrijke bladstrooisel. Door de snelle afbraak zou dit bodemverrijkend werken. Dit werd echter nog niet bewezen. Het bladstrooisel van de populier wordt op natte voedselrijke gronden wel zeer snel afgebroken zodat er het volgende jaar bijna geen meer aanwezig is (Hermy, 1985). De jaarlijkse produktie aan bladeren en het stikstof- en fosforgehalte is echter vergelijkbaar met andere boomsoorten.

Grote brandnetel is vooral een indicator voor de aanwezigheid van hoge hoeveelheden fosfaat, omdat de wortels dit niet efficiënt kunnen opnemen (Pigott and Taylor, 1964, in : Rackham, 1980). De plant komt van nature overvloedig voor in alle typen loofbossen op vochtige voedselrijke grond (Duin-Berkenbos, lepen- en Essenbossen, minder in het Eiken- Haagbeukenbos) en op de hoger gelegen delen van Wilgenbossen en -struwelen. In Elzenbossen komt ze oorspronkelijk vooral voor in bronbossen maar breidt zich sterk uit na ontwatering (Weeda e.a., 1985). Grote brandnetel komt dus in bossen niet enkel onder populieren voor. In de bossen van Binnen-Vlaanderen is *Populus x euramericana* geassocieerd met zo'n 200 soorten van mesotrofe en eutrofe bodems, wat logisch is omdat de soort is ingeplant in bestaande ecosystemen. Het zijn telkens zeer algemene soorten van voedselrijke en vochtige standplaatsen. Deze soorten zijn meestal ook sterk competitieve planten en snelle kolonistoren die zich vlug uitbreiden na verstoring van de standplaats. Dit gebeurt dus niet alleen na aanplanting van populieren maar na elke aanplanting van boomsoorten op voormalige landbouwgronden. Zo vermeldt Noïrfalise (1969) dat er dan aanvankelijk vooral *Urtica dioica*, *Glechoma hederacea*, *Geranium robertianum*, *Galium aparine*, *Galeopsis tetrahit*, *Aegopodium podagraria* en in mindere mate *Veronica hederifolia* voorkomen, eventueel samen met *Ranunculus ficaria* en *Adoxa moschatellina*. Deze soortencombinatie kan zich verder ontwikkelen naar een aantal subassociaties

en varianten van het Endymio-Carpinetum.

De plantverbanden zijn hier namelijk veel enger zodat de vestiging en groei van sterk competitieve planten uit de kruidlaag sneller wordt afgeremd. De belangrijkste factor voor het al dan niet voorkomen van brandnetelfaciës onder populier is dan ook de lichtfactor of m.a.w. de aanwezigheid van een struiklaag of een nevenetage. Dit blijkt ook uit de geringe wijziging in soortenrijkdom van de kruid- en moslaag wanneer bestaande hakhoutbossen werden ingeplant met populieren in een 8x8 of 12x12 m verband (Verlinden, 1987). Verder speelt ook de factor verstoring een belangrijke rol (bodembewerking, wiel- en sleepsporen, drainage) en de voedselrijkdom, vnl. fosfaatgehalte, van de bodem voor de aanplanting (m.a.w. het voormalig bodemgebruik, bijvoorbeeld bemest akkerland).

Eenmaal een brandnetelruigte gevestigd is blijkt ze zeer persistent omdat de erin aanwezige soorten sterk competitief zijn en hun eigen, voedselrijk, milieu in stand houden.

Het ontwikkelen van een brandnetelruigte onder populierenaanplantingen is dus afhankelijk van:

- 1/ de afwezigheid van een struiklaag en/of nevenetage
- 2/ verstoring van het abiotisch milieu
- 3/ het voormalig bodemgebruik (bemesting)

Hieruit kunnen enkele conclusies worden getrokken om de ecologische waarde van populierenplantages te verhogen.

Bij het aanleggen van populierenplantages dient steeds te worden gestreefd naar een wijd plantverband (min. 9 x 9 m) en het aanleggen van bij voorkeur een onderplanting op basis van gemengd, standplaatsgeschikt, inheems loofhout (verband 2 x 2 m), of eventueel een struiklaag. Het loofhout kan dan eventueel als hakhout worden uitgebaat. Tevens dient de bodem en de waterhuishouding van de standplaats zo weinig mogelijk te worden gestoord. Dit impliceert het achterwege laten van een bodembewerking, drainage en bemesting.

Indien deze richtlijnen worden nagevolgd zijn er enkele interessante perspectieven vanuit economisch, ecologisch en landschappelijk oogpunt.

Economisch perspectief.

Hoe geringer het beginstamtal, hoe geringer de eindopbrengst in volume maar hoe groter de gemiddelde diameter is (Faber, 1990). Dit heeft als gevolg dat het hout in de zaaghoutcategorie komt en een hogere prijs haalt. Wordt daarbij ook nog vakkundig gesnoeid gedurende de eerste 15 jaar dan wordt hout van hoge kwaliteit bekomen, eventueel geschikt voor fineerproductie. Een plantverband van 9 x 9 m geeft het hoogste grondvlak (Lust en Van Gijsel, 1985). Wordt bijvoorbeeld Eik als onderetage gebruikt dan zal dit plantverband nog iets moeten verhoogd worden. Als gevolg van het ruime plantverband zijn dunningen overbodig en is de kans ook kleiner dat een aantal ziekten optreden zoals roestaantastingen, schorsbrand (dotichiza) en de bastvlekkenziekte (De Kam, 1990; Heybroek en Schmidt, 1990). Wordt de onderetage als hakhout uitgebaat dan kan er 2 tot 3 maal geëxploiteerd worden binnen de bedrijfstijd van de populier (Van Slycken, 1985).

Om de bodem minimaal te verstoren dient de exploitatie te gebeuren bij lage grondwaterstand en bij vriesweer. Door gebruik te maken van poten dienen enkel boorgaten gemaakt van 6 tot 8 cm diameter en een diepte van 80 cm. Onder normale omstandigheden bestaan voor de 5 interamerikaanse klonen geen aantoonbare verschillen tussen poten en beworteld plantsoen (Van Slycken, 1985). Het transport ervan is bovendien eenvoudiger, de planten staan vaster in het boorgat zodat ze minder snel omwaaien en het graven van plantgaten is overbodig. Dit spaart heel wat kosten uit. De kosten kunnen ook worden gedrukt door bemesting achterwege te laten. Alluviale gronden zijn zeer nutriëntenrijke gronden waardoor een bemesting overbodig is.

De nevenetage van loofboomsoorten geeft bij het vellen van de populieren een geschikte uitgangssituatie voor het creëren van een meer natuurlijk bos. De opbrengst van de populieren kan hierbij gebruikt worden als investering. In Nederland wordt dit in enkele natuurreservaten toegepast door Natuurmonumenten en Stichting Geldersch Landschap (Stolk, 1990; Vos, 1990).

Ecologisch perspectief.

De aanwezigheid van een nevenetage remt de ontwikkeling van een ruigtekruidenvegetatie af. Indien zich in de nabijheid andere boskernen bevinden kunnen bosplanten zich vlugger uitbreiden. Een onder- of nevenetage heeft daarnaast ook nog een aantal belangrijke kulturele functies zoals het beschermen van de bodem tegen hevige neerslag en beschermen van de populier tegen ongunstige klimatologische omstandigheden (vorstscheuren).

In ornithologisch opzicht hebben sommige typen populierenbossen een groot belang. Van Hees (1978, in : Jonkers, 1980) formuleert twee hypothesen voor populierenbossen met betrekking tot hun ornithologische waarde :

- de natuurlijke kwaliteit van de avifauna neemt toe bij het ouder worden van de bomen
- de natuurlijke kwaliteit van de avifauna van populierenbossen met een struiklaag is hoger dan die in populierenbossen zonder struiklaag

Populierenbossen waarvan de bomen ouder zijn dan 40 jaar en die een struiklaag bezitten, benaderen bijna de natuurlijke kwaliteit van de avifauna van een min of meer natuurlijk eikenbos. Bij een eventueel hakhoutbeheer kan hiermee vrij eenvoudig rekening worden gehouden door de exploitatie niet onmiddellijk over het hele bestand uit te voeren maar te spreiden over verschillende jaren. Soorten die populierenbossen met een gevarieerde struik- en kruidlaag een ornithologische waarde geven zijn de Nachtegaal (vaak in hoge dichtheden), Houtsnip, Wielewaal, Kleine bonte specht (in oude bestanden) en Sprinkhaanrietzanger.

Landschappelijke waarde.

Voor populierenbossen waar ook recreatie belangrijk is blijkt vooral de aan- of afwezigheid van struiken een rol te spelen (Stoffel, 1985). Het is rijker en gevarieerder begroeid, oogt natuurlijker en wordt vlugger mooi gevonden. Door de variatie in bladvorm en structuur en omdat er sneller en meer vogels in voorkomen, verhoogt de belevingswaarde.

Hogervermelde richtlijnen kunnen, zonder negatieve economische gevolgen, de ecologische en

landschappelijke waarde van een populierenaanplanting verhogen. Het blijft echter steeds een aanplanting van cultivars, meestal op plaatsen waar ook een meer complex bosecosysteem van inheemse boomsoorten kan voorkomen. Een uitgebreid onderzoek over voldoende lange termijn naar de wijzigingen in vegetatie, fauna en abiotische factoren die optreden na het aanleggen van verschillende typen aanplantingen is zeer wenselijk en kan een aantal interessante conclusies voor het beheer opleveren.

2.2 DE SOCIALE EN EDUCatieve FUNCTIE

De sociale en educatieve functie van een bos behelst naast de recreatie als sociale dienstverlening ook het gebruik van het bos voor onderwijs evenals zijn opvoedende waarde in het algemeen.

Het recreatiegedrag in de Vlaamse bossen vormt een vrij complexe studie-topic en is recent als verschijnsel.

Tot 1970 was er nauwelijks beleidsinteresse voor de bosrecreatie. Elke Belg beschikte toen slechts over 20m² bos om in te wandelen (13.000 ha) (VAN MIEGROET(n.d.)). Tegen 1988 stijgt dit tot 36,6 m² per vlaming door het openstellen van de openbare bossen (gegevens N.I.S. en Waters en Bossen).

Volgende evoluties bewerkstelligden een verhoogde interesse voor de recreatieve functie van het bos en kunnen voor verdere toename zorgen :

- a) de verhoging van het welvaartspeil met als gevolgen : werktijdverkorting, verhoogde mobiliteit, verstedelijking en de vlucht ervan;
- b) voortschrijdende milieuvervuiling;
- c) toenemende intellectualisering, waardoor mensen compensatie zoeken in lichaamskultuur.

Omdat het niet haalbaar is binnen deze opdracht een omvattend en diepgaand onderzoek naar recreatie in de bossen te verrichten, wordt in hoofdzaak gebruik gemaakt van twee informatiebronnen.

Enerzijds wordt uitgegaan van voorbij onderzoek naar recreatievoorzieningen, recreatiegedrag en eventueel recreatiehinder, verricht in Vlaanderen en Nederland.

Anderzijds wordt op een modelmatige manier de recreatieve dienstverlening van de bossen ten opzichte van de bevolkingsspreiding in Vlaanderen berekend.

Bij deze berekeningen kan in belangrijke mate beroep worden gedaan op Nederlands onderzoek over bosrecreatie.

Hierbij wordt bijgevolg uitgegaan van de veronderstelling dat het Nederlands en het Vlaamse recreatiegedrag in grote mate gelijklopend zijn.

De bosrecreatie behoort tot de landgebonden recreatievormen en kan zowel bij de infrastructuurgebonden als bij de niet-infrastructuurgebonden recreatie gecatalogeerd worden. Bovendien kan er ook overlapping met watergebonden recreatie optreden.

2.2.1 HET BELANG VAN BOSRECREATIE IN VLAANDEREN IN VERHOUDING TOT ANDERE RECREATIEVORMEN

Met betrekking tot bosrecreatie zijn voor Vlaanderen tot nu toe weinig gegevens bekend.

Uit een enquête uitgevoerd in Ename (dorp dicht tegen Oudenaarde in Oost-Vlaanderen) bleek dat 71% van de inwoners het bos bezoekt. Extrapolatie van deze lokale gegevens naar Vlaams niveau is wetenschappelijk niet te verantwoorden.

Zowel in Bremen als in de USSR bezoekt 76% van de bevolking het bos (ROZSNAY, (1972), MAYER (1974)).

De sectorstudie inzake Openluchtrecreatie in Vlaanderen (1987) maakt onderscheid tussen verblijfsrecreatie en dagrecreatie.

2.2.1.1 Verblifsrecreatie

De relatie tussen verblijfsrecreatie en bosgebieden kan worden gecorreleerd met het voorkomen van enerzijds weekendverblijven, anderzijds vakantiegebieden.

Kaart 2.2.1. geeft de lokalisatie van de weekendverblijven aan.

Kaart 2.2.2. geeft het areaal bos per 1000 inwoners weer.

De combinatie van beide kaarten leidt tot de conclusie dat weekendverblijven in belangrijke mate ruimtelijk gebonden zijn aan het voorkomen van bos, en aan de nabijheid van stedelijke agglomeraties. Vooral de Antwerpse Kempen en de rand van Brussel zijn hiervan een duidelijk voorbeeld.

Verblifsrecreatie, in de vorm van weekendverblijven, in bosrijke gebieden moet als een bedreiging van deze bossen worden beschouwd. Immers, de inplanting van de weekendverblijven, geïsoleerd of in een vorm van weekendverblijf-park, gaat in de meeste gevallen gepaard met ontbossing en bosversnippering.

Bovendien blijkt dat de meeste weekendverblijven voorkomen in die bosgebieden waar de ecologische en de cultuurhistorische waarden het hoogst liggen.

De illegaliteit van veel weekendhuizen vormen een extra element in de problematiek.

Een andere indicator zijn de uitverkoren vakantiegebieden voor de Belgische bevolking. De typisch Belgische vakantiegebieden zijn de Belgische Kust, de Kempen en de Ardennen. Beide laatste zijn trouwens gebieden met een voor Vlaanderen meer dan gemiddelde bosoppervlakte.

Tabel 2.22 geeft weer hoe de belangrijkste vakantiebestemmingen evolueren, tabel 2.x hoe de korte vakantiebestemmingen evolueren.

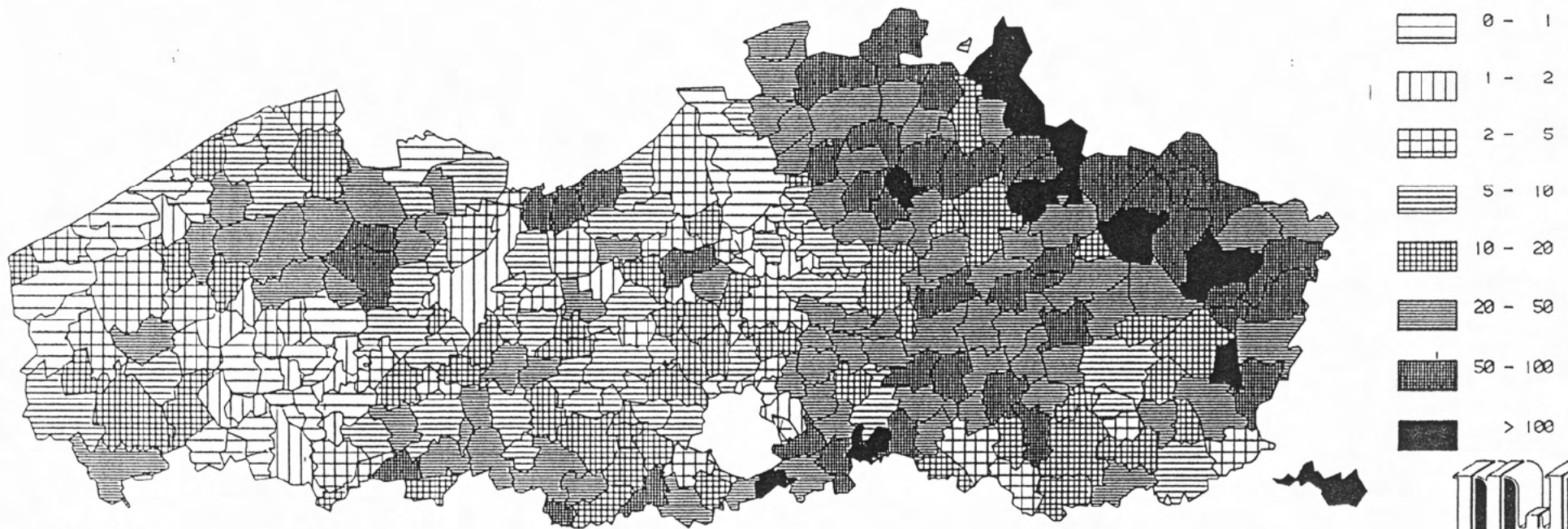
Tabel 2.22: Evoluties in de periode van 82 tot 88 van de belangrijkste vakantiebestemmingen voor de Belgische bevolking uitgedrukt in % van het totaal aantal vakanties (inclusief buitenland)

Belangrijkste vakantiebestemmingen	1982	1985	1988
Belgische kust	20,4	20,8	18,1
Ardennen	11,1	10,8	8,6
Kempen	2,8	2,6	3,4
Overig België	3,9	3,3	2,9
TOTAAL	38,2	37,7	33,0

Bron: WES, 1990

Kaart 2.2.1

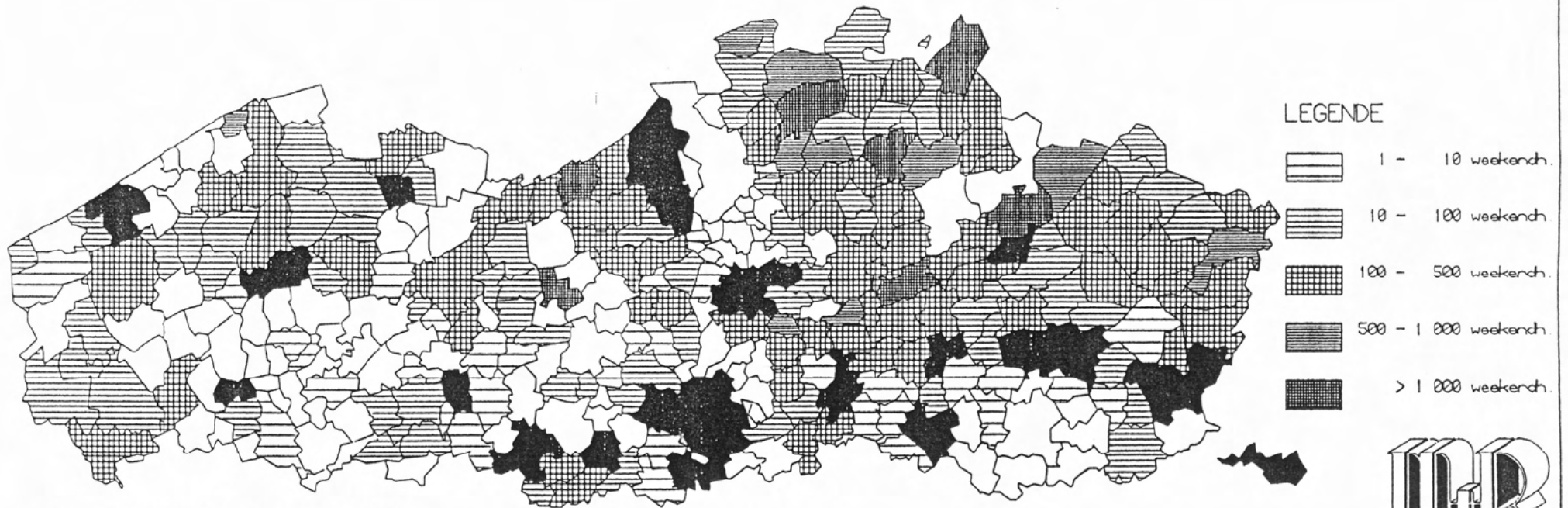
AREAAL BOS PER 1 000 INWONERS
(Ha/1 000 inwoners)



Bron NIS
Verwerking Mens en Ruimte/Kartografie 1991

Kaart 2.2.2

WEEKENDVERBLIJVEN IN VLAANDEREN



Bron: Koning Boudewijnstichting 1985
Verwerking Mens en Ruimte/Kartografie 1991



Belangrijk hierbij is te zien dat globaal genomen de binnenlandse aantrekkingskracht afneemt voor de belangrijkste vakantiebestemming en fluctueert voor de korte vakantiebestemmingen.

Tabel 2.23: Evolutie in de periode 1982 tot 1988 van de korte vakantiebestemmingen voor de Belgische bevolking, uitgedrukt in % van de totaal genomen vakanties (inclusief buitenland)

Korte vakantiebestemmingen	1982	1985	1988
Belgische kust	31,9	27,1	29,3
Ardennen	20,5	21,7	23,2
Kempen	2,7	4,3	6,0
Overig België	7,7	5,5	4,6
TOTAAL	62,8	58,6	63,1

Bron: WES, 1990

Opmerkelijk is dat de Kempen zijn aandeel in alle gevallen verhoogt, de Ardennen enkel bij korte vakanties. Terwijl voor België, voor lange vakanties een dalende trend naar voor komt.

Als conclusie kan gesteld worden dat er een relatie bestaat tussen bos en verblijfsrecreatie in Vlaanderen. Dit verband is niet afhankelijk van de aparte boscomplexen maar staat in verhouding met de oppervlakte bos op streekniveau.

Bovendien stijgt het aantal recreanten in de Kempen.

2.2.1.2 Dagrecreatie

In verband met de dagrecreatieve functie van bos kan in belangrijke mate geput worden uit de Nederlandse literatuur, waar, in voorbereiding op het Meerjarenplan Bosbouw, een zeer grote hoeveelheid sociologisch onderzoek inzake bosrecreatie werd verricht. Hierbij kan ondermeer verwezen worden naar onderzoek dat terzake werd verricht door het Staatsbosbeheer en door de 'Dorschkamp'.

Aangenomen wordt dat de gegevens uit het Nederlands onderzoek met titel, "Bezoek aan bos- en natuurgebieden, een landelijk recreatieonderzoek." MEELES M., (1982) in belangrijke mate ook voor Vlaanderen gelden.

Uit een groots opgezet onderzoek dat van 1977 tot 1978 werd gerealiseerd, en waarbij op 18 peildata op maandag of dinsdagavond 600 huishoudens werden ondervraagd over hun recreatie-activiteiten gedurende het voorbij weekend, bleek dat systematisch het bosbezoek als de belangrijkste vorm van openluchtrecreatie werd gesignaleerd. In vergelijking met het totale tijdsbestedingspatroon op de vrije zondagen blijkt dat bosrecreatie steevast op de tweede plaats komt, na de categorie 'familiebezoek', maar vóór een aantal andere belangrijke categorieën, zoals sportbeoefening, toeschouwer bij sport, rondritten met de auto, of met de fiets...

Gemiddeld nemen 7,2% van de Nederlandse gezinnen op zondagnamiddag deel aan bosrecreatie, enkel familiebezoek scoort hoger (30,2%) volgens tabel 2.x

Tabel 2.24: Deelname aan de recreatievormen

recreatievorm	weersomstandigheden			
	algemeen	goed	matig	slecht
familiebezoek	30,2	30,1	30,0	30,4
bosbezoek	7,2	8,0	9,8	4,9
zwemgelegenheid	3,7	7,1	1,8	1,6
watersport	1,3	1,8	0,8	1,1
vissen	1,3	1,9	1,3	0,8
rondrit met auto	6,6	6,7	7,1	6,2
rondrit met fiets	3,4	5,1	3,0	2,0
wandeltocht	4,3	4,3	6,3	3,0
sport beoefenen	4,0	3,3	6,5	3,3
toeschouwer bij sport	3,7	3,7	4,7	3,0
bezoek attracties	2,7	2,5	2,6	3,0
niemand buiten woonplaats geweest	47	43,4	45,2	51,7
andere	5,5	5,5	4,8	5,0

Bron: Staatsbosbeheer Nederland (1982)

Een onderzoek van het Westvlaams Economisch Studiebureau over de aard van de dagtochten (1982) wijst in dezelfde richting.

In het Wes-document werd de term 'recreatie buiten' (tussen 17,7 en 26%) algemeen gesteld en werd het bosbezoek niet apart in de vraagstelling opgenomen.

Uit hetzelfde onderzoek blijkt dat 80 tot 92% van de recreanten binnen hun eigen provincie blijven met een gemiddelde afstand van slechts 13 km tussen woon- en recreatiegebied.

Uit de rapportage valt niet op te maken of het hier echte bossen, dan wel parken of groen betreft. Op dit punt kunnen de cijfers met enig voorbehoud worden geïnterpreteerd.

Tevens wordt er op gewezen dat recent onderzoek geen aanduidingen geeft dat het bosbezoek zou zijn teruggelopen, integendeel.

Uit het voorgaande blijkt dat bosbezoek als recreatie een blijkbaar zeer belangrijke, zonet de belangrijkste vorm van openlucht-dagrecreatie vormt in ons huidig cultureel patroon.

Uit hetzelfde onderzoek blijkt dat de weersomstandigheden een belangrijke invloed uitoefenen op de globale frequentie van deelname aan openluchtrecreatie, maar dat dit niet van aard is om de gekende hiërarchie inzake vormen van openluchtrecreatie te wijzigen.

2.2.2 HET PROFIEL VAN DE BOSRECREANT

De instelling van een mens t.o.v. het bos hangt voornamelijk af van tradities, directe omgeving, en socio-economische situatie. Bovendien wordt uit de verschillende case studies van de RUG uitgemaakt dat een groot deel van de bosbezoekers getrouw en regelmatig terugkeert. Zo blijken in Drongengoed slechts 11% van de bezoekers voor het eerst op bezoek te komen en 38% minstens éénmaal per maand een bezoek aflegt.

De bosrecreatie oefent een grotere aantrekkingskracht uit op de stedeling dan op de plattelandsbewoner (VAN MIEGROET (n.d.)).

2.2.2.1 Inkomen en opleiding

Bosbezoek blijkt in belangrijke mate gekoppeld te zijn aan het inkomen en de opleiding. Deze vaststelling geldt echter voor bijna alle vormen van recreatie. Met andere woorden, 'het zijn steeds dezelfde groepen die veel of weinig bossen, stranden of duinen bezoeken'. Het bosbezoek ligt het hoogst bij de hogere opleidingsniveaus en vooral bij mensen uit het onderwijs- en beambtensectoren (KALAORA en PELOSSE (1979), DE BOCK (1983))

Tabel 2.25: Relatie tussen bosbezoek en de opleiding en inkomen van de hoofdkostwinner

Inkomen in gulden	% bosbezoek	opleiding	% bosbezoek
< 15.000	3,5	hoger	13,1
15.000 tot 18.999	3,4	middelbaar	8,9
19.000 tot 23.999	6,3	voortgezet	7,8
24.000 tot 28.999	7,3	lager	7,2
29.000 tot 33.499	8,2	geen	4,0
33.500 tot 41.999	9,7		
42.000 tot 49.999	10,0		
50.000 tot 59.999	11,4		
> 60.000	13,2		
weet niet, wil niet zeggen	12,1		
gemiddeld	7,2		7,2

Bron: Staatsbosbeheer Nederland, 1982

Dezelfde globale tendens kan vastgesteld worden inzake het inkomen.

2.2.2.2 Samenstelling van het gezin

Het bosbezoek is niet gelijk verdeeld over alle vormen van gezinssamenstelling. Gezinnen of samenwonenden, al of niet met kinderen, blijken het meest deel te nemen aan vormen van bosrecreatie. Volgens onderstaande tabel ligt de laagste participatie bij alleenstaanden, ouder dan 35 jaar.

Tabel 2.26: Relatie tussen de deelname aan de recreatievormen en de gezinssamenstelling, idem autobezit.

recreatievorm	gezinssamenstelling (*)											autobezit	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	geen	wel
familiebezoek	41,4	24,2	37,1	25,5	38,7	31,3	30,7	39,8	33,4	27,2	19,0	23,0	33,6
bosbezoek	8,8	3,1	9,7	6,3	7,5	10,7	9,0	8,7	7,0	7,0	9,5	3,3	9,1
zwemgelegenheid	5,3	0,9	5,3	1,4	4,0	6,8	5,7	3,4	6,2	4,8	4,6	2,0	4,6
watersport	2,1	0,3	2,5	1,1	1,1	0,8	1,0	3,7	2,0	2,1	1,1	0,7	1,6
vissen	0	0,5	2,2	1,3	1,1	1,0	1,6	0	2,5	1,0	2,4	0,9	1,5
rondrit met auto	5,5	2,2	9,4	6,3	6,1	6,8	8,7	6,1	7,9	7,1	8,3	(1,7)	(8,9)
rondrit met fiets	4,3	1,4	3,4	3,0	3,1	2,8	3,8	5,1	5,3	5,2	5,9	2,9	3,7
wandeltocht	10,1	1,9	5,5	3,2	5,5	4,8	5,3	8,3	5,2	3,4	3,5	2,7	5,0
sport beoefenen	4,8	1,0	7,3	2,4	4,7	4,8	4,4	4,4	6,5	5,1	2,7	2,2	4,9
toeschouwer bij sport	1,7	0,9	4,3	2,4	3,0	3,5	4,6	4,6	6,5	8,3	3,2	2,2	4,4
bezoek attracties	5,4	0,9	3,9	2,0	2,0	3,4	2,9	7,0	4,3	3,5	3,4	1,8	3,1
niemand buiten woonplaats geweest	37,6	65,5	37,2	55,8	40,4	39,5	41,1	34,5	38,8	42,4	47,2	62,3	39,8
andere	5,1	3,2	4,7	5,0	4,7	5,3	5,7	7,7	6,7	6,1	8,9	3,8	5,8
aantal gezinnen per kolom	226	1148	864	2976	1260	766	1101	45	1097	867	95	3338	7106

Bron: Staatsbosbeheer Nederland, 1982

* Samenstelling van de gezinnen:

- alleenstaande waarvan de leeftijd is :
 - 1 = 34 jaar of jonger
 - 2 = 35 jaar of ouder
- echtpaar of gemeenschap van 2 of meer volwassenen van 18 jaar en ouder waarvan de leeftijd van de vrouw is
 - 3 = 34 jaar of jonger
 - 4 = 35 jaar of ouder
- gezin met thuiswonende kinderen van 0 t/m 17 jaar waarvan de leeftijd van de kinderen is :
 - 5 = uitsluitend 0 t/m 5 jaar
 - 6 = uitsluitend 6 t/m 12 jaar
 - 7 = uitsluitend 13 t/m 17 jaar
 - 8 = van 0 t/m 12 jaar
 - 9 = van 0 t/m 5 jaar en van 13 t/m 17 jaar
 - 10 = van 6 t/m 17 jaar
 - 11 = van 0 t/m 17 jaar

2.2.2.3 Autobezit

Een belangrijk gegeven is het autobezit. Van de autobezitters gaat 9,1 % op bosbezoek, van de niet autobezitters slechts 3,3 %.

Omwille van de afstanden tussen de bossen en de wooncentra en de slechte ontsluiting van bosgebieden door het openbaar vervoer vormt het bezit van een auto een zeer belangrijke factor van invloed op de participatie aan de bosrecreatie.

In tweede plaats wordt gebruik gemaakt van de fiets om het bos te bereiken en wanneer het bos nabij genoeg ligt te voet.

In dit verband kan worden opgemerkt dat het autobezit in Vlaanderen en Nederland ongeveer even hoog ligt, namelijk ongeveer 335 auto's per 1000 personen.

Globaal voor Nederland waren er in 1984 : 336 auto's per 1000 personen en globaal voor België in 1984 : 333. (N.I.S., 1984, Eurostat, 1984)

2.2.2.4 Woonplaats van de recreant en afstand tot het bos

In Brasschaat werd gedetailleerd onderzoek verricht naar het verband tussen de woonplaats van de recreant en het vervoermiddel (DE MESMAEKER H., 1984). Het recreatieonderzoek werd uitgevoerd in het complex Peerdsbos, park van Brasschaat en recreatiecentrum "Leon Hendrickx".

Het Park wordt gekenmerkt als lokaal recreatiecentrum waar mensen van de buurt (Brasschaat) vooral met de fiets of te voet naartoe komen. Het is gekenmerkt door veel infrastructuur: speeltuinen, roeien, visserij, sportterreinen,..

Het Peerdsbos is vooral attractief voor de bewoners van de Antwerpse fusiegemeenten (60% van de bezoekers). Het aantal bezoekers uit Brasschaat en Schoten ligt lager dan verwacht. Het Recreatiecentrum, met zwembaden, speeltuigen, duiktoren, ligweiden, café-restaurant,.., trekt vooral mensen aan van Antwerpen en van de provincie.

Tabel 2.27: Herkomst van de bezoekers

	Peerdsbos	Park	Recreatiecentrum
Antwerpen	60	32	53
Brasschaat	18	52	17
Schoten	9	7	6
Kapellen	4	1	2
Provincie Antwerpen, zonder voorgaande	9	9	17
Buiten provincie Antwerpen	4	2	6
totaal	104	103	101

Bron : De Mesmaeker, 1984

Iets meer dan de helft ondervraagden komt uit Brasschaat, 1/3 uit de fusiegemeenten. De andere randgemeenten van Brasschaat leveren bijna geen bezoekers.

Opvallend is dat er duidelijk minder mensen uit de oostelijke gemeenten komen, dat een residentieel karakter heeft. 90% van de bezoekers van het Peerdsbos en het Park, 80% van de bezoekers van het recreatiecentrum komt uit de plaatselijke gemeenten of het westen ervan. DE MESMAEKER concludeert dan ook dat de behoefte aan openluchtrecreatie stijgt met de verstedelijking.

Daardoor bestaat een verschil in recreatiepatroon tussen de stedelingen en de bewoners van de landelijke gebieden.

Er kunnen duidelijke verbanden worden gelegd tussen de woonplaats en de participatie aan de bosrecreatie. Vooral de afstand tot het bos speelt mee.

De afstand die moet worden afgelegd om tot het bos te raken, is zeer belangrijke invloedfactor inzake de actieve participatie aan de bosrecreatie.

Tabel 2.28: Vervoermiddel (volgens interviews)

	Peerdsbos	Park	Recreatiecentrum
auto	67	32	53
fiets	29	35	33
te voet	7	30	5
andere *	1	6	10
totaal	104	103	101

* bromfiets, openbaar vervoer

Bron: DE MESMAEKER, 1984

Volgens DE NIL (1973) is de sleutelafstand voor Vlaanderen 30 km. Met sleutelafstand wordt de gemiddelde limiet voor 9/10 van de recreanten bedoeld. Onderstaande tabel is vooral gebaseerd op de 15 km grens en geeft een lokaler beeld.

Tabel 2.29: Relatief aantal recreanten afkomstig van binnen de afstand van

Lembeekse bossen :	voor 90% is de afstand < 15 km
Tillegembos	voor 55% is de afstand < 15 km
Peerdsbos	voor 85% is de afstand < 15 km
Drongengoed	voor 72% is de afstand < 15 km
Bulscampveld	voor 45% varieert de afstand tussen 20 en 30km
Kravaalbos	voor 97% is de afstand < 15 km

Bronnen : G. ROGGEMAN (1982), MOERDIJK W. (1982)

Bovendien wordt in bosarme gebieden een grotere afstand afgelegd dan in bosrijke gebieden.

Indien we ook rekening houden met de verplaatsingsduur komen DE NIL (1974) en ROGGEMAN (1982) tot volgende sleutelafstanden : voor voetgangers 0 tot 3 km, voor fietsers 0 tot 10 km, voor de auto (voor driekwart niet verder dan 25 km, tenzij er geen bos voorhanden is binnen deze straal).

In de verschillende case studies die aan de rijksuniversiteit te Gent gemaakt werden over de recreatieve functie van bossen wordt telkens geconcludeerd dat bossen een lokale functie hebben en tot 60% van de bezoekers op minder dan 10 km van het bos wonen.

Uit een enquête uitgevoerd in Ename blijkt dat de mensen die op 3 à 4 km van Enamebos wonen nog slechts voor 10% het bos kennen, terwijl dit in een straal van 500 m 92% is, op 1 km afstand nog 81% en verder geleidelijk daalt. (DE BOCK K.,1983)

De keuze voor een bos wordt bijgevolg grotendeels bepaald door de bereikbaarheid en niet door een bewuste keuze voor één of ander bostype

Gezien het voorgaande en met het oog op het planmatige gedeelte van de lange termijnplanning werden de drempelafstanden van 5 km, tussenin de bereikbaarheid voor voetganger en fietser, en 12 km aangenomen.

De kaart 3.1 bis geeft een beeld van de gebieden waar opengesteld bos op een bereikbare afstand voor ongeveer 75% van de bosbezoekers aanwezig is.

2.2.2.5 Leeftijd van de bosrecreant

Bepaalde leeftijdsgroepen participeren het meest aan bosrecreatie. Dit lijkt nauw verband te houden met de gezinssituatie, met de aanwezigheid van kinderen in het gezin, en met de groep van de derde leeftijd, die fysisch nog in de mogelijkheid verkeert om te participeren (MEELES (1982)).

Volgende leeftijdsklassen bezoeken vooral het bos : kinderen van 0 tot 12 jaar; volwassenen van 25 tot 59 jaar. De leeftijdscategorieën van 13 tot 24 jaar en van meer dan 60 jaar bezoeken in vergelijking met hun aandeel in de bevolking weinig het bos.

De frequentie van het bosbezoek door eenzelfde persoon stijgt met de leeftijd. Ook de verblijfsduur stijgt met de leeftijd (MEELES (1982)).

2.2.3 KENMERKEN VAN DE BOSRECREATIE

De fundamentele kenmerken van de bosrecreatie werden als volgt omschreven (VAN MIEGROET (1983)):

- Zij leidt tot een intenser contact met de natuur en werkt tegelijkertijd ontspannend en verrijkend.
- Zij verzekert een zekere graad van isolering, waardoor het actief genot kon verhoogd worden, maar tevens de onveiligheid toeneemt
- Zij vertoont een zeer hoge graad van continuïteit zowel in ruimte als in tijd.
- Bovendien blijft ze geconcentreerd langs de randen. Individuele bezoekers verlaten zelden de wegen.

2.2.3.1 Spreiding in de tijd

De bosrecreatie komt verspreid over het ganse jaar voor. Piekmomenten zijn de herfst en de lente. In juli en augustus komt een relatief dieptepunt voor.

Zij is een uitgesproken weekendverschijnsel, met concentratie op de zondagnamiddag van 14 tot 17 u.

De bosrecreatie is gekenmerkt door korte bezoeken (max 3 uren) en overtreft zelden twee uren. Bossen hebben meest succes bij matig weer, minder bij goed weer.

De verblijfsduur neemt toe met de leeftijd van de recreant en de afstand tot het bos.

In het rapport 88/37 komt het Staatsbosbeheer tot de conclusie dat de bossen in typische vakantiegebieden een regelmatige spreiding vertonen van de bezoekers over alle dagen van de week tijdens de vakantieperiodes. Ook daar doen zich pieken voor in de lente en de herfst.

De gewone gebieden vertonen duidelijke weekendpieken.

Het **maximaal momentane bezoek** (m.m.b.) is de relatieve hoeveelheid bezoekers die tegelijkertijd in het recreatiegebied of centrum aanwezig is. Dit ligt voor de bosrecreatie op **45% van het totaal bosbezoek**. Dit m.m.b. cijfer is belangrijk voor de planning van sommige infrastructuurwerken.

2.2.3.2 Spreiding in de ruimte

De voornaamste factor in de ruimtelijke spreiding van de bosrecreatie in Vlaanderen is, bij gebrek aan voldoende, bereikbaar en opengesteld bos, de ruimtelijke aanwezigheid. In landen met een groter aanbod concentreert de bosrecreatie zich rond de bevolkingscentra, vooral voor de uitloofunctie en in de grotere boscomplexen voor de verblijfsrecreatie.

Kaart 3.1 bis geeft de lokalisering weer van de bosrecreatie in Vlaanderen.

De bosbezoeker blijft bij voorkeur in de buurt van de parking (DE NIL, 1973). Het aantal bosbezoekers per oppervlakteëenheid vermindert van de periferie naar het centrum toe.

2.2.3.3 Types van bosrecreatie

Bij bosrecreatie zijn de voornaamste activiteiten wandelen en zitten. In onderstaande tabel worden verschillende types bosrecreatie onderscheiden.

Tabel 2.30: Bosrecreatietypes

type bosrecreatie	% recreanten
toeren	12,4
wandelen	47,1
stationaire recreatievormen : luieren, spelen	16,5
natuurgerichte activiteiten	16,1
sportieve recreatie	3,0

Bron : Staatsbosbeheer Nederland (1982)

Algemeen worden volgende motiveringen voor bosbezoek aangegeven (ROZSNAY (1972))

wandelen	20 tot 80%
gezonde lucht	38 tot 40%
natuurobservatie	13 tot 23%
sport	5 tot 20%
rust	24 tot 34%
restaurantbezoek	kleiner dan 5%
verzamelen van bosprodukten	kleiner dan 5%

Stationaire recreatievormen komen vooral voor bij gezinnen met kleine kinderen en bij jongeren van 17 tot 24 jaar.

Natuurgerichte activiteiten staan nummer 1 bij jongeren tussen 13 en 17 jaar.

In het rapport 84/30 van het Staatsbosbeheer over "Het Recreatief gebruik van kleine boselementen" wordt de indeling gemaakt tussen stationaire en niet-stationaire recreatie.

Tegenover de opsplitsing stationaire en niet-stationaire recreatie kan de opsplitsing geïndividualiseerde, niet geconcentreerde of mobiele recreatie en de geconcentreerde, groepsgewijze of stationaire recreatie gesteld worden (VAN MIEGROET (n.d.), LUST (n.d.)).

De geïndividualiseerde recreatie kenmerkt zich door :

- maximum 5 personen per ha
- wandelen en natuurobservatie
- bezoeker zoekt isolering of gelijkgezinden
- weinig infrastructurele behoeften
- wordt vooral uitgeoefend door mensen van de middelbare leeftijd

De geconcentreerde recreatie kenmerkt zich door :

- langdurige aanwezigheid van grote groep personen op een beperkte oppervlakte
- 20 personen per ha is maximale grens
- nadruk ligt op spel en vermaak
- afbakening van territorium :zetel,...
- opbouw comfort : radio,
- vragen accommodatie
- wordt vooral uitgeoefend door kleine kinderen, ouden van dagen,

Onderstaande tabel geeft de resultaten weer van een vergelijkend onderzoek tussen twee kleine bossen (MSSCHEDIJK (1984)). Het Loetbos (22,6 ha) is het bosgedeelte van een 100 ha groot recreatiepark. Lingebos (27,5 ha) is een deel van 100 ha groot domein met volgende voorwaarden : gelegen aan de Randstad, gemakkelijk bereikbaar, met wandel- en fietsmogelijkheden, parkeerplaatsen en is reeds een tijdje als recreatiebos gekend.

Tabel 2.31: Vergelijkend onderzoek naar type recreatie

item	Loetbos	Lingebos
oppervlakte (ha)	22,6	27,5
type recreatie	niet-stationair	stationair
activiteiten	wandelen, fietsen	zitten, zonnen, rusten
aantal fietsers	51 %	8%
spreiding bezoek	zondag	meer gespreid
piek uur	15 tot 16 uur	15 tot 16 uur
afstand > 15 km omgeving	3%	40%
	dichter bevolkt	minder dicht bevolkt
verblijfsduur	1 uur	60% langer dan 1,5 uur
> 10 bezoeken/jaar	67 %	60%
seizoen voorkeur	weinig	zomer
redenen bezoek	rust, stilte, natuurbeleving	recreatiemogelijkheden

Bron: Staatsbosbeheer Nederland (1984)

De meeste bezoekers hebben drempelvrees, daardoor dringen ze niet diep het bos in. Individuele bezoekers en kleine groepen verlaten zelden de paden of wegen.

2.2.4 RECREATIEDRUK IN DE VLAAMSE BOSSEN

2.2.4.1 Huidige situatie

Volgens de gegevens van Waters en Bossen zijn er 20.890 ha opengesteld bos in Vlaanderen (1991). De hoeveelheid opengesteld bos van de privéboseigenaars zijn niet mee opgenomen omdat er geen systematische gegevens over bestaan en omdat over het algemeen een privéboseigenaar slechts uitzonderlijk zijn bos openstelt voor het publiek.

Onderstaande tabel geeft een gedetailleerde weergave per provincie en per openbare eigenaarscategorie. Het zijn voornamelijk de bossen van gemeenten, OCMW's en de provincies die recreatieve infrastructuur vertonen. De openbare bossen daarentegen vertonen meer de kenmerken van niet-infrastructuurgebonden recreatie.

Tabel 2.32: Opengestelde bossen per provincie (- in ha)

Eigenaar	Antwerpen	Oost-Vlaanderen	West-Vlaanderen	Limburg	Brabant
provincie	321	317	518	266	42
gemeente	1107	173	286	4149	47
OCMW	421	255	120		65
Vlaams Gewest	2147	876	766,5	3421	5075
Totaal open-gesteld bos	3996	1621	1690,5	7836	5229
bevolking	1571092	1332547	1081913	720766	935261
nood volgens norm (100 m ² per inwoner) in ha	15.711	13.325,5	18.819	7.208	9.353
tekort aan opengesteld bos	11.715	11.704,5	9.128,5	- 628	4.124

Bron: Waters en Bossen, 1991, N.I.S.

De norm 100 m² bos per inwoner wordt algemeen aanvaard in de sector (LUST(n.d.))

De voornaamste tekorten aan opengesteld bos liggen in de provincies Antwerpen en Oost- en West-Vlaanderen. In totaal is er een tekort van 26.044 ha opengesteld bos.

De kaart 3.1 bis geeft aan in welke streken er een opengesteld bos van meer dan 50 ha ter beschikking is.

Naast de opengestelde bossen geldt een tweede normstelling. De planologie stelt voorop dat de beschikbare open ruimte per persoon moet schommelen tussen de 650 en 1500m², waarvan tegenover de aangegeven grenzen 125 tot 250m² bos (LUST (n.d.)).

Deze meer globale, welzijnsbenoeding veronderstelt alleen reeds voor de sociaal-educatieve functie een beboste oppervlakte tussen 75.000 en 150.000 ha voor Vlaanderen.

Tabel 2.33 geeft de situatie op een andere manier weer en drukt uit hoeveel m² opengesteld bos ter beschikking staat per provincie.

BOSFUNCTIES

Tabel 2.33: : Hoeveelheid opengestelde m2 bos per inwoner per provincie

provincie	Toegankelijk bos	bevolking	m2 per inwoner
Antwerpen	3.996	1.571.092	25.4
Brabant	5.229	935.261	55.9
Limburg	7.836	720.766	108.7
Oost-Vlaanderen	1.621	1.332.547	12.2
West-Vlaanderen	2.208,5	1.081.913	20.4

Bron: Sectorstudie recreatie Vlaanderen, Waters en Bossen, 1991
eigen berekeningen

De potentiële druk op een bos gaat uit van het aantal inwoners in de invloedzone. De maximale draagkracht bedraagt 15 gelijktijdige bezoekers per ha. De maximale belasting bestaat uit 20% van de bevolking, tot 15% (lage belasting) die op dezelfde dag het bos bezoekt (VAN MIEGROET (n.d.)). Volgens de gegevens in hoofdstuk 2.2.1.2. is de minimale bezetting per zondagnamiddag 7,2% van de bevolking. Rekening houdend met de verblijfsrecreatie en de piekmomenten werd in de onderstaande tabel 15% van de bevolking aangenomen als een zich regelmatig voordoende situatie.

Tabel 2.34: Recreatiedruk per provincie

provincie	Toegankelijk bos	bevolking	Druk op het bos in bezoekers per ha	
			bij 7,2% van de bevolking	bij 15% van de bevolking
Antwerpen	3.996	1.571.092	28	59
Brabant	5.229	935.261	13	27
Limburg	7.836	720.766	7	14
Oost-Vlaanderen	1.621	1.332.547	59	123
West-Vlaanderen	2.208,5	1.081.913	35	74

Bron: Sectorstudie recreatie Vlaanderen, Waters en Bossen, 1991, N.I.S., eigen berekeningen.

De conclusie is dan ook dat wat de landrecreatie betreft de situatie van de bossen met recreatieve infrastructuur, behalve voor Limburg, overal tekorten aangeeft.

De gebieden voor recreatief medegebruik, waarin opengestelde bossen tezamen gerekend worden met agrarische gebieden, geven een zeer verschillend beeld in Vlaanderen. West-Vlaanderen heeft genoeg dankzij het landbouwareaal, Vlaams-Brabant en Limburg boeken overschot door de hoeveelheid opengestelde bossen en Antwerpen en Oost-Vlaanderen hebben meer vraag dan aanbod (BELGROMA, 1987).

Oost-Vlaanderen heeft het grootste tekort, gevolgd door West-Vlaanderen en Antwerpen.

2.2.4.2 Draagkracht van de bossen

Omdat het bos zo attractief is voor de recreant loopt het gevaar door de concentratie aan recreanten onder de voet gelopen te worden.

Voor elk terrein zijn een maximum toelaatbaar aantal mensen per oppervlakte eenheid bepaalbaar (VAN DEN BERG (1976)).

Gezien de cijfers van 2.2.4.1. is het niet verwonderlijk dat bijvoorbeeld de Lembeekse bossen in Oost-Vlaanderen of het Peerdsbos in Antwerpen schade lijden door de recreatie.

Onderscheid wordt gemaakt tussen de biologische, technische en psychologische opnamecapaciteit. De biologische opnamecapaciteit wordt bepaald door de ecologische grenzen namelijk de waarborg dat de natuurlijke levensgemeenschap kan blijven bestaan.

De technische opnamecapaciteit wordt bepaald door de mogelijkheden van het bosbeheer.

De psychologische opnamecapaciteit wordt bepaald door het gedrag en de eisen van de recreant. (VAN DER WERF (1967))

GOOSEN (1971) verbindt de opnamecapaciteit met de uitbouw van een intern wegennet. Hij komt tot volgende normen :

- 1 persoon per ha bij extensieve ontsluiting d.w.z. als het wegennet enkel voor bosbeheer aangelegd is
- 3 tot 5 personen per ha in gebieden met lage voorzieningsgraad
- 20 tot 50 personen per ha in gebieden met hoge voorzieningsgraad waartoe behoren verharde parkeerplaatsen, speel- en ligweiden, enz..

BECKMANN (1975) gaat in dezelfde lijn en bepaalde voor het wandelen in bossen normen op basis van de wegdichtheid :

<u>wegdichtheid</u>	<u>capaciteit</u>
25 m/ha	0,3 pers/ha
50 m/ha	0,6 pers/ha
100 m/ha	1,2 pers/ha
150 m/ha	1,8 pers/ha
200 m/ha	2,4 pers/ha

De directie Openluchtrecreatie van Nederland hanteert volgende normen betreffende de opnamecapaciteit voor de landgebonden recreatie (1), Belgroma stelt andere normen (2).

Tabel 2.35: Opnamecapaciteitsnormen

type	aantal personen per ha	Belgroma norm
parken en plantsoen	10	3
bos	5	3
landgoederen	3	-
heide, duinen, zandverstuiving	2	-
natuurgebied	0.5	0.5

Bron : Belgroma, Rijksplanologische dienst NI

2.2.4.3 Actuele verhouding tussen het gebruik en de draagkracht

Op basis van de bestaande opengestelde bossen en de opnamecapaciteitsnormen wordt berekend hoeveel inwoners aan bosrecreatie kunnen doen zonder het bos zelf aan te tasten.

Tabel 2.36: maximaal draagbaar aantal recreanten

provincie	oppervlakte in ha		capaciteit in pers/dag		
	(1)	(2)	(1')	(2')	(1'+2')
Antwerpen	1.645	1.955	8.225	5.865	14.090
Brabant	89	5.121	445	15.363	15.808
Limburg	4.365	2.776	21.825	8.328	30.153
Oost-Vl	679	764	3.395	2.292	5.687
West-Vl	932	674	4.660	2.022	6.682
Totaal	7.710	11.290	38.550	33.870	72.420

Bron : Waters en Bossen, Belgroma, N.I.S.

- (1) aantal ha opengestelde bossen in 1991 met recreatieinfrastructuur
 (2) aantal ha opengestelde bossen zonder recreatieinfrastructuur
 (1') maximaal aantal gelijktijdige recreanten in (1), norm 5 bezoekers per ha
 (2') maximaal aantal gelijktijdige recreanten in (2) norm 3 bezoekers per ha

Bij toetsing van de 5.9% van de bevolking die de zondagnamiddag op bosbezoek gaat komen we tot een richtcijfer van ongeveer 340.000 mensen.

Dit betekent dat op dit moment er een structurele en zware overdruk vanuit de recreatie op het bos gebeurt.

Bosgebrek, een onevenwichtige spreiding en gebrek aan opengesteld bos maken dat een groot deel van de bevolking weinig tot niet in contact komt met het bos.

2.2.4.4 Impact van de recreatie op het bos

Bosrecreatie heeft altijd een negatieve weerslag op het bos. Het beperkt de andere bosfuncties en leidt tot de verarming van het ecosysteem.

De voornaamste impacten zijn de volgende (VAN DER WERF (1967)) :

- Weerslag op de fysische en chemische bodemeigenschappen. Betreding leidt tot bodemverdichting, verminderde aëratie en daling van de biologische bodemactiviteit. Bij erosiegevoelige bodems leidt recreatie tot erosie.
- Verandering en verarming van de vegetatie. Betreding gaat meestal gepaard met plukken en vertrappelen van planten, vooral de zaailingen ontgelden het, waardoor de floristische samenstelling kan veranderen.
- De microklimatische verhoudingen wijzigen zich door de verarming van de bosflora en de vermindering van de bodembedekking.
- De productiecapaciteit van de standplaats vermindert, als gevolg van de verarming van

- het ecosysteem.
- De bosfauna raakt verstoord in zijn rust en door de vermindering van de voedselmogelijkheden.
 - De esthetische waarde vermindert door het storten van afval en het (meestal) plukken van de mooiste bloemen en planten.

De meest gekende negatieve effecten van de recreatie zijn de vorming van sluikepaden en daardoor ontstane versnippering van de bestanden, bodemverdichting, verwondingen aan de bomen, struiken, meenemen an flora en/of fauna.

Vooraf de gevoeligheid aan bodemverdichting is een lokale en zeer belangrijke factor. Zandgronden zijn hieraan minder gevoelig, klei en leemgronden meer.

De voortgebrachte schade is cumulatief en exponentieel met de grootte van de groep. Bovendien verhoogt de schade met de meer intensieve , actuele vormen van recreatie zoals terreinfietsen.

Gezien het recreatief overgebruik van de bossen in Vlaanderen (2.2.4.3.) vormt recreatie een aantasting van de opengestelde bossen.

2.2.5 WENSEN INZAKE BOSRECREATIE

2.2.5.1 Belevingswaarde van bos

a) De waarde en de invloed van een natuurlijke omgeving

Door de eeuwen heen beschreven pedagogen en schrijvers de speciale band die mensen en vooral kinderen hebben met de natuur. Kinderen zijn vanuit hun ontwikkelingsfase meer op de fysische wereld gericht. Ze trachten de diversiteit van de wereld te verstaan, planten en dieren inbegrepen en hun plaats erin.

Tieners daarentegen zijn meer betrokken op hun eigen individualiteit en hun relaties met andere mensen.

De laatste jaren wordt meer onderzoek verricht op de invloed van de omgeving op de mens en meer in het bijzonder het kind.

Hart (Departement van Environmental and Development Psychology, New York) stelt dat het landschap en zijn variatie belangrijke instrumenten zijn in het socialisatieproces dat een kind doormaakt.

Als belangrijke elementen worden opgesomd :

- de ontwikkeling van de fysische gezondheid : lopen, springen, klimmen...
- de ontwikkeling van de zintuiglijke waarneming en het schoonheidsgevoel;
- de groei naar competentie en autonomie door de vrijheid om de omgeving te ontdekken en te manipuleren
- de samenwerking met anderen
- de ervaringen met andere levende wezens.

Dit alles draagt bij tot de psychologische en existentiële groei van het kind en dus de mens (HART (1983)).

Veel van deze groeibehoeften kunnen slechts vervuld worden als het kind in zijn vrije tijd op eigen kracht de 'natuurlijke' omgeving kan bereiken.

Na onderzoek over jaren (SOUTWIRTH (1976); LYNCH (1979); HART (1979) en MOORE (1982) geciteerd in HART (1983)) komen de psychologen tot volgende conclusies.

1. Opvallend weinig tijd wordt besteed aan speeltuinen. Deze voldoen uitstekend voor heel kleine kinderen vergezeld van hun ouders en in zeer beperkte mate voor grotere kinderen. Zij stimuleren enkel de motorische ontwikkeling.
2. Kinderen gebruiken alles wat hen omringt. In die zin moet in het ontwerp en beheer van de totale buitenhuisinrichting van woongebieden met hen rekening gehouden worden.
3. Zeer belangrijk om in te schatten is de zeer kleine schaal waar kinderen zich toe aangetrokken voelen en de grote diversiteit in hun interesses.
4. Meestal zijn de meest interessante plaatsen voor kinderen deze die door de grote mensen vergeten zijn, die overgelaten zijn aan de natuur zoals: water, zand en vuil, opgespoten gronden, zandheuvelds, afbraakmaterialen, omgevingen met te verzamelen dingen zoals vruchten, .. Alles wat in een normale woonwijk geweerd is.
5. Kinderen hechten grote waarde aan die omgeving waar ze voor zichzelf een plaatsje

kunnen maken. Het bos of de struiken met het gekende kampen maken is daarin koploper.

Hart stelt als uiteindelijke conclusie dat de goedkoopste en beste oplossing is het voorzien van "wildlands" zodat de kinderen er hun eigen speelterrein van maken. Kinderen leren best als ze zelf kunnen ontdekken in hun eigen omgeving en op hun ritme.

De voorstellen van City University of New York zijn dan ook de volgende (HART (1983)):

1. Systematisch voorzien van collectieve bouselementen aan nieuwe woonwijken.
2. Kleine mini-parkjes met struiken en snelgroeiende, taaie bomen in de verstedelijkte gebieden
3. Braak land, geen natuurreservaat, geen park.

Deze stellingen sluiten nauw aan bij de observaties van Van Miegroet (1983), gebaseerd op enquêtes over de motivering van bosrecreanten :

- Het is opvallend dat de meeste aangegeven motieven voor bosrecreatie van een positieve instelling getuigen : men schrijft het bos zeer positieve kenmerken toe.
- Het bos wordt door het merendeel van de bezoekers vooral gewaardeerd vanuit zijn compensatie-effecten (anti-stad)
- Men zoekt in het bos wat men in de onmiddellijke woonomgeving niet meer vindt.

In die zin zou men hypothetisch kunnen stellen dat als de steden leesbaarder zouden zijn de vraag naar bosrecreatie zou dalen.

b) Elementen in de belevingswaarde van bossen (DE DORSCHKAMP, (1990))

Recreanten waarderen in een bosgebied vooral de afwisseling en de rust die zij er kunnen vinden. Bosgebieden waar veel open gebieden voorkomen worden minder gewaardeerd dan bosgebieden waar openheid en dichte bospercelen elkaar afwisselen.

De gecultiveerde indruk opgewekt door jonge aanplantingen of door een grootschalige wordt door de meeste recreanten niet positief gewaardeerd.

Daartegenover wordt een meer "natuurlijk" karakter wel gewaardeerd. Bossen met kronkelige paden, langs beide zijden voorzien van een redelijk dichte ondergroei worden als natuurlijk beleefd.

Mensen houden meer van licht transparante bossen dan van bossen die zwaar en dicht zijn en daardoor een beklemmende sfeer oproepen. Blijkbaar bestaat de behoefte om zich te kunnen blijven oriënteren op de ruime omgeving van het pad, hetgeen bijdraagt tot een gevoel van veiligheid en vertrouwdheid. Maar ook dit moet genuanceerd worden.

Een open landschap, waar afwisselend houtopstanden en open gebied van omvang voorkomt wordt minder positief gewaardeerd, vooral door wandelaars. Fietsers lijken dikwijls al tevreden met een afwisseling in de hoofdstructuur van een bosgebied, terwijl een wandelaar meer waarde hecht aan afwisseling op een lager schaalniveau.

Het onderzoek van de Dorschkamp concentreerde zich op 6 hypothesen.

1. Men waardeert bosgebieden waar sprake is van een grote afwisseling. Deze afwisseling heeft betrekking op het bomenbestand, de leeftijdssamenstelling en de padenstructuur in het gebied zelf, maar ook op het landschap waarin het bos gesitueerd is en de overgangen met kultuurlandschappen.

De hypothese wordt door het onderzoek bevestigd. Zowel de afwisseling tussen open en gesloten structuur als in begroeiingsdichtheid, gelaagdheid van struiken en bomen en de structuur van het gebied (paden, afwisseling in soortensamenstelling, gras- en akkerbouwpercelen).

2. Naarmate in bossen ook oudere ontwikkelingsstadia aanwezig zijn, worden deze bossen meer gewaardeerd.

Uit onderzoek toegespitst op de verschillende ontwikkelingsfasen van een populierenbos komt men tot de conclusie dat jonge bossen minder gewaardeerd worden vanwege de te open en gecultiveerde indruk. Oudere populieren worden positief gewaardeerd.

3. Mensen waarderen ondergroei indien er afwisseling is in de hoogte en samenstelling van de ondergroei en de ondergroei het doorkijken niet belemmert.

Vooraf op ooghoogte wordt transparantie verlangd. De aanwezigheid van ondergroei ontnemt het zicht op de kale stammen en geeft het bos een minder gecultiveerde indruk, wat positief gewaardeerd wordt.

4. Paden met een kronkelig verloop worden meer gewaardeerd dan brede lanen met laanbeplantingen.

Deze stelling wordt bevestigd door het onderzoek.

5. Bossen waarin ook percelen met een agrarisch gebruik aanwezig zijn worden hoger gewaardeerd dan groter aaneengesloten bosenheden.

Deze stelling wordt bevestigd door het onderzoek.

6. Bossen met een meer natuurlijk beheer worden door recreanten als rommelig gezien en minder gewaardeerd.

Deze hypothese kan noch bevestigd noch verworpen worden. Wel kan men opmaken dat een ruig bos met hoge, dichte ondergroei als wanordelijk en negatief gewaardeerd wordt.

2.2.5.2 Inrichting

De inrichting van het bos in functie van de recreatie vormt een belangrijke factor in de attractiewaarde ervan voor groepen en gezinnen met kleine kinderen en jongeren tussen 18 en 24 jaar (MEELES (1982)).

Bossen met specifieke recreatieve inrichting zoals bijvoorbeeld een speeltuin, vormen een duidelijk attractiever geheel.

De inrichting van een bos in functie van recreatie vormt dus een strategisch element in het aantrekken of afstoten van deze groepen recreanten met een eerder geconcentreerde recreatieve druk.

De meeste andere groepen bosbezoekers gebruiken weinig de voorziene infrastructuur, zelfs niet voor de stationaire recreatie.

De gebruiksgraden van de voorzieningen zijn laag (MEELES (1982)):

wandelloorzieningen	14 tot 19%
pick-nick plaatsen, ligweiden enz	17%
sportieve-recreatie	3%
ontsluitingsvoorzieningen	45%

Inrichtingsmodaliteiten laten eveneens toe om vormen van recreatief medegebruik te voorzien. Zo is duidelijk dat bijvoorbeeld produktiebossen eveneens in belangrijke mate een recreatieve functie kunnen vervullen, vermits het perfect mogelijk is om ook deze bossen op een aantrekkelijke manier met weinig voorzieningen in te richten.

Anderzijds blijkt dat de recreanten weinig discipline aan de dag leggen om zich aan de opgelegde regels te houden, regels die voornamelijk opgesteld zijn met het oog op het vermijden van recreatiedruk. Zo houden, vooral groepen, zich matig aan de beperkingen opgelegd in verband met het gebruik van wandelwegen.

2.2.5.3 Grootte van het bos

Een bepaalde minimale bosoppervlakte dient in acht te worden genomen.

De voorgesteld minimale oppervlaktet variëren van 50 tot 100 ha afhankelijk van de inrichting en het gebruik (VAN MIEGROET (n.d.), DESCHUYTER (1974)).

Voor de opmaak van kaart 3.1.bis werden alle opengestelde bossen van meer dan 50 ha beschouwd.

Voor de aanleg van nieuwe bossen dient gestreefd te worden naar een oppervlakte van minimum 100 ha, zeker rond de agglomeraties.

2.2.6 PROSPECTIEVE BEHOEFTEENRAMING

2.2.6.1 Kwantificering van de recreatieve behoeften

Op basis van de toekomstige demografische gegevens werd een schatting opgemaakt. Uit de tabel blijkt dat er een daling van het bosbezoek te verwachten valt tegen 2040.

In grote lijnen zou aldus in 2040 : 46.629 ha opengesteld bos nodig zijn en 116.000 ha voor de volledige sociale en educatieve functie.

Tabel 2.37: Gemiddeld aantal bosbezoekers per zondagmiddag in Vlaanderen in 1991, 2010 en 2040

leeftijdscategorie	% dat bos bezoekt	V	% bezoek 91	beo 2010	bosbez2010	beo 2040	bosbez2040
0 tot 4	7.6	337527	25653	256306	19479.26	216165	16428.54
5 tot 9	7.1	341913	24276	262923	18667.53	219989	15619.22
10 tot 14	5.52	357222	19719	278495	15372.92	224896	12414.26
15 tot 19	3.06	366454	11214	305660	9353.196	232536	7115.602
20 tot 24	2.7	424582	11464	319495	8626.365	239840	6475.68
25 tot 29	7.2	473649	34103	337519	24301.37	243821	17555.11
30 tot 34	8.2	462057	37889	337923	27709.69	247458	20291.56
35 tot 39	8.3	427872	35514	369494	30668	253810	21066.23
40 tot 44	6.1	405776	24753	419033	25561.01	267655	16326.96
45 tot 49	6.9	340559	23499	457896	31594.82	291302	20099.84
50 tot 54	7.1	333373	23670	433958	30811.02	302260	21460.46
55 tot 59	7.2	341197	24567	387132	27873.5	313177	22548.74
60 tot 64	4.4	321090	14128	354656	15604.86	301510	13266.44
> 65	2	835654	16714	1014978	20299.56	1308455	26169.1
totaal	5.9	5768925	327163	5535468	305923.1	4662874	236837.7

Bron: opgebouwd met gegevens van N.I.S. en nederlands staatsbosbeheer

* bedoeld wordt het gemiddeld aantal mensen dat op zondagmiddag een bos bezoekt

Naast het feit dat elke prognose relativering vraagt hangen de toekomstige tendensen ook af van maatschappelijke ontwikkelingen.

De verstedelijking en de leefbaarheid van de woonomgeving is een beïnvloedend element, naast de modetendensen in de recreatie, het welvaartspeil en de scholingsgraad.

Bosrecreatie wint aan belang naargelang de verstedelijking voortschrijdt.

Bosrecreatie vermindert naargelang er betere centra bestaan voor openluchtrecreatie en sport.

2.2.6.2 Lokalisering van de behoeften

De opbouw van de kaart 3 (Zones waar bosuitbreiding gewenst is vanuit de sociaal-educatieve invalshoek) is gebaseerd op enerzijds de het huidige aanbod aan opengesteld bos, anderzijds op de vraagzijde, gebaseerd op de bevolkingscijfers.

Kaart 3.1 : Zones waar geen opengesteld bos van meer dan 50 ha voorhanden is. Deze is gebaseerd op het huidige aanbod van opengestelde bossen.

Uit kaart 17 met de eigendomsstructuur van de bossen werden alle openbare bossen met uitzondering van de militaire domeinen en met een oppervlakte groter dan 50 ha gekozen.

Deze uitverkoren bossen werden gebufferd op een afstand van 5 km en 12 km en geven een beeld van deze streken waar de mensen op bereikbare afstand een opengesteld bos voorhanden hebben (kaart 3.1.bis). Kaart 3.1. met de streken waar geen opengesteld bos op een bereikbare afstand aanwezig is werd opgemaakt door het negatief te nemen van kaart 3.1.bis, met enige correcties door plaatselijke streekgebonden toetsing.

Kaart 3.2. : Nood aan bosuitbreiding per gemeente. Deze is gebaseerd op de vraag vanuit de bevolking.

De combinatie van de N.I.S. bevolkingsgegevens, kaart 1 : De huidige bossen en de norm 250 m² bos per inwoner in de formule :

(Aantal inwoners per gemeente * 0,025 ha) - huidige oppervlakte bos in ha=x

De uitslagen werden gegroepeerd in klassen en zijn weergegeven in kaart 3.2.

Vervolgens werden beide kaarten gecombineerd tot de kaart 3: Zones waar bosuitbreiding gewenst is vanuit de sociaal-educatieve invalshoek.

2.2.6.3 Voorlichting en educatie

Gezien de grote druk op het bos is voorlichting een dringende noodzaak. Het bosdecreet heeft terecht strenge gebruiksregels opgesteld, de toepassing ervan hangt vooral af van de kennis en het gedrag van de bosgebruikers.

Een aangepast campagne is een belangrijke behoefte om deze bosfunctie te verbeteren en de harmonisatie tussen de verschillende functies te bekomen.

2.2.7 POTENTIES

2.2.7.1 Openstelling

Alle openbare bossen zijn toegankelijk voor het publiek, maar de bezoekers mogen alleen de bestaande wegen betreden. De sporen die ontstaan zijn door de exploitatie worden niet als wegen beschouwd. Om het bos te beschermen of brandgevaar tegen te gaan kan de openbare eigenaar het bos geheel of gedeeltelijk afsluiten.

In het Bosdecreet zijn de mogelijkheden voorzien voor openstelling. Vraag is in hoeverre de privéboseigenaars er gebruik zullen van maken. De privébossen zijn enkel toegankelijk als de eigenaar zijn toestemming verleent. Hoe een boswandelaar dat te weten komt is niet bekend.

Voor de verder uitwerking van wat niet en wel mag in het bos verwijzen we naar het juridisch instrumentarium. Voor de financiële ondersteunende maatregelen naar het financiële luik.

De resultaten van de voorgestelde maatregelen nl. de subsidiëring van openstelling zijn nu moeilijk te evalueren. Er zijn nog geen gegevens beschikbaar over de openstelling van privébossen.

Een eerste indicatie geeft aan dat de meeste privéboseigenaars zelfs mits steun niet happig zijn op openstelling.

Uit de enquêtes kan opgemaakt worden dat er niet veel interesse bestaat van de privéboseigenaar om zijn bos open te stellen. Uit de zeer weinige antwoorden kunnen we slechts indicatief enkele opmerkingen geven.

Bij de 26 antwoorden zijn er 21 bouseigenaars die hun bos niet openstellen, 2 stellen het enkel open voor familie en bekenden, niet voor het publiek, 1 heeft 7 km wandelwegen opengesteld, 1 bouseigenaar duidt 100% openstelling aan maar geeft intense jacht tegelijkertijd aan en 1 formulier is onduidelijk ingevuld. Op de vraag of men gebruik zou maken van de subsidiemogelijkheden van de Vlaamse Gemeenschap antwoorden 15 bouseigenaars uitgesloten, 4 overwegen het en 7 stippen aan dat het niet in aanmerking komt.

Openstelling is een mogelijkheid maar lijkt in de huidige omstandigheden een eerder relatieve potentie, tenzij openstelling als principe voor alle bossen juridisch vastgelegd wordt.

2.2.7.2 Areaalsuitbreiding van de openbare bossen

Een andere mogelijkheid, naast openstelling, is het uitbreiden van de opengestelde openbare bossen door bosaanleg.

Gezien de acute situatie rond de agglomeraties is dit ook het meest wenselijk.

Mogelijkheden bestaan enerzijds door bebossing van verlaten landbouwgrond (zie ook 1.4.).

Een eerste inventarisatie van potentieel te bebossen restgronden geeft 758 ha aan.

Op korte termijn ligt de grote potentie voor opengesteld bos in de militaire domeinen welke door het Ministerie van Landsverdediging worden afgestoten.

Buffergebieden rond industrieterreinen zijn niet aangewezen voor recreatie.

Om deze potentie te ontwikkelen zal financiële en organisatorische steun nodig zijn, voor de verschillende openbare eigenaars.

De meest voor de hand liggende eigenaars zijn de gemeentebesturen, provinciebesturen en het Vlaamse Gewest.

2.3 DE ECONOMISCHE FUNCTIE

2.3.1 Naar een vernieuwde definitie van de economische waarde

Een bos produceert hout en hout is grondstof. Het bos is dus naast produkt ook produktiefactor. Voor normale marktgoederen wordt de vraagcurve bepaald door het gedrag van de consument. De aanbodcurve past zich hierop aan, en te dure goederen worden uit de markt geconcurrereerd. De bosbouwsector beantwoordt niet aan dit klassiek economisch proces : marktmechanismen verlopen er anders omdat niet alleen meetbare hoeveelheden hout worden geleverd, maar ook een reeks niet kwantificeerbare goederen en diensten. Er ontstaan dan ook een reeks foutieve marktbenaderingen. Hierop volgen dan overheidstussenkomsten om de marktmechanismen te corrigeren. Een overheidstussenkomst kan echter pas geslaagd genoemd worden indien er een evenwichtige verhouding is tussen de kosten die de tussenkomst met zich meebrengt en de baten als gevolg van gecorrigeerde marktsituaties. Sören en Jones (1992) onderscheiden als gevolg van foutieve marktbenaderingen en niet geslaagde overheidstussenkomsten drie groepen economische problemen in de bosbouwsector:

- economische problemen als gevolg van verkeerde input hoeveelheden

Het belangrijkste probleem is de te lage bosoppervlakte. Desondanks zijn er landbouwoverschotten. Bebossing van landbouwgrond zou vanuit kosten-baten oogpunt de economische efficiëntie verhogen. Landbouwproductie wordt echter sterk gesubsidieerd en er worden hoge taksen geheven op geïmporteerde landbouwprodukten. Het gevolg is een onevenwichtige verdeling in bodemoppervlakte tussen bosbouw en landbouw. Het subsidiëren van concurrerende bodemgebruiksvormen leidt dus uiteindelijk tot een onderinvestering in bosbouw. Dit verschijnsel wordt versterkt door de moeilijkheid om de waarde te bepalen van sommige goederen en diensten die het bos voortbrengt, zoals bijvoorbeeld het vastleggen van CO₂.

- economische problemen als gevolg van verkeerde output hoeveelheden

Zulke problemen treden bijvoorbeeld op als er teveel nadruk wordt gelegd op houtproductie en te weinig aandacht wordt besteed aan de andere functies. Ook het tegengestelde kan waar zijn, nl. te geringe houtvoortbrengst, door bijvoorbeeld bosdegradatie.

- economische problemen als gevolg van te geringe efficiëntie

Problemen betreffende efficiëntie, rentabiliteit en produktiviteit.

Verder ontstaan er regelmatig problemen ten gevolge van strijdige sociale, ecologische en economische doelstellingen.

Een reeks voorbeelden van foutieve marktbenaderingen en niet geslaagde overheidstussenkomsten wordt gegeven in tabel 2.38

Tabel 2.38: Overzicht van foutieve marktbenaderingen en niet geslaagde overheidstussenkomsten in de bosbouw. (Sören en Jones, 1992)

Foutieve marktbenadering	Type
Beschikken over onvolledige informatie over biologische gevolgen	O
Niet-geïnteresseerde en onwetende eigenaars	E
Kleine, versnipperde boseigendommen	E
Te geringe investering in private bossen	E
Te grote concentratie op de productie van goederen en diensten uit het bos die rechtstreeks geld opbrengen	O
Vernietiging van ecosystemen door het aanleggen van monoculturen	E
Externe effecten van andere sectoren, vb. luchtvervuiling	E
Niet geslaagde overheidstussenkomsten	
Ongelijke behandeling van verschillende sectoren (vb. landbouwsubsidies)	I,E
Inefficiënt gebruik van bosbouw in regionale ontwikkeling	E
Te strikte reglementeringen	E
Verkoop aan te lage prijzen door publieke eigenaars	E
Zware reguleringen op de markt voor bosgrond, belastingsstelsel, ...	E
Te sterke stimulering van bosgroeperingen	O

I = Input, O = Output, E = Efficiëntie

Klassieke economische theorieën gaan dus niet volledig op voor het bos. Recent worden dan ook door een aantal economen nieuwe voorstellen gelanceerd om met milieu-aspecten rekening te houden, o.a. door gebruik te maken van de "totale economische waarde" (Pearce & Turner, 1990, in : Bateman, 1992) (tabel 2.39). De totale economische waarde van een bos bestaat uit de totale bosgebruikswaarde en de niet utilitaire boswaarde.

De totale bosgebruikswaarde kan worden onderverdeeld in :

- de klassieke bosgebruikswaarde, nl. de commerciële waarde van bijvoorbeeld de houtopbrengst en de niet-commerciële waarde van (niet betalende) bosrecreanten
- de toekomstige bosgebruikswaarde, dit is de persoonlijke waarde die een bosgebruiker geeft aan de mogelijkheid om in de toekomst van producten en diensten van het bos, zoals bosrecreatie, gebruik te maken
- de niet waarneembare bosgebruikswaarde, dit is de gebruikswaarde van een bos die niet duidelijk zichtbaar is voor bosgebruikers, zoals CO₂-fixatie, bescherming waterwingebieden,

Naast producten en diensten die aan de huidige bosgebruikers kunnen worden geleverd zijn er ook een reeks producten en diensten die pas door toekomstige generaties kunnen worden gebruikt : de niet utilitaire waarde van het bos. Dit omvat de overervingswaarde, bijvoorbeeld de waarde die door de huidige generatie wordt gehecht aan het aanleggen van nieuwe bossen om aan toekomstige generaties voldoende mogelijkheden voor bosbezoek te bieden, en de bestaanswaarde van het bos, de waarde die door individuen wordt gegeven aan het behouden van iets, ongeacht enig huidig of toekomstig gebruik. Een voorbeeld van dit laatste is het behoud van biodiversiteit.

BOSFUNCTIES

De niet-commerciële waarde, toekomstige bosgebruikswaarde, overervingswaarde en bestaanswaarde samen vormen dan de waarneembare bosbehoudswaarde. Dit is de som van alle waarden die door individuen wordt gegeven aan de aanwezigheid en het behoud van het bos.

De totale som geeft dan de totale economische waarde van het bos, de totale som van de verschillende milieubaten en milieukosten in de bosbouw.

Tabel 2.39: De totale economische waarde van een bos.

Totale bosgebruikswaarde			niet utilitaire boswaarde		
	klassieke bosgebruikswaarde				
niet waarneembare bosgebruikswaarde	commerciële waarde	niet commerciële waarde	toekomstige bosgebruikswaarde	overervingswaarde	bestaanswaarde
bv. CO ₂ -fixatie	bv. houtopbrengst	bv. recreatie	bv. recreatie in de toekomst (individueel)	bv. recreatie voor toekomstige generaties	bv. behoud van biodiversiteit
		Waarneembare bosbehoudswaarde			
Totale economische waarde van het bos					

Bron : Pearce & Turner, 1990. In : Bateman, 1992.

Er valt echter nog heel wat onderzoek te verrichten voor de totale economische waarde van een bos op een objectieve manier kan worden gekwantificeerd. Voor Vlaanderen zijn hieromtrent geen gegevens bekend. In een aantal landen werden reeds een aantal case studies uitgevoerd over deelaspecten.

In het Verenigd Koninkrijk wordt de waarde van bosrecreatie geschat tussen 9 en 53 miljoen pond per jaar (Bateman, 1992 in Sören & Jones, 1992). De schattingen zijn gebaseerd op de kostprijs van het vervoer tussen de woonplaats van de bosrecreant en het bos dat wordt bezocht. Recent zijn nieuwe onderzoeken gestart die rekening houden met wat de bosrecreant waardevol vindt, het 'willingness-to-pay' principe.

In tabel 2.40. worden enkele waarden gegeven voor niet-bosproducten, o.a. gebaseerd op wat men er voor zou willen betalen, in miljoen Zweedse kronen (1 ZKr = 4,3 Bfr). De cijfers zijn dan ook zeer ruwe schattingen en een aantal belangrijke 'dienstverleningen' zijn buiten beschouwing gelaten.

BOSFUNCTIES

Tabel 2.40: Schatting van de opbrengsten van hout en andere bosprodukten in de Zweedse bossen. (in miljoen Zweedse Kronen, prijsniveau 1990)

Houtproductie	8000
Andere bosprodukten	
Waarde van het behoud van soorten	450
Waarde van het behoud van oerbossen	125
Recreatie (kosten)	700
Jacht, vleeswaarde	400
Jacht, recreatiewaarde	900
Bosbessen en paddestoelen	750
Totaal andere bosprodukten	3325

Bron : Jones & Wibe, 1991 in : OECD, 1992.

Naast baten zijn er ook kosten. In tabel x worden de jaarlijkse verliezen weergegeven, uitgedrukt in miljarden dollars, ten gevolge van de schade aan Europese bossen door sulfaatneerslag. Indien de schade veroorzaakt door stikstofdioxide werd meeberekend, zouden de verliezen nog veel groter zijn geweest.

Tabel 2.41: Jaarlijkse verliezen ten gevolge van de schade aan Europese bossen door sulfaatneerslag (in miljarden dollars).

Verliezen aan onbewerkt hout	6,3
Verliezen in toegevoegde waarde in de basisverwerking van hout tot timmerhout, papierpulp,	7,2
Andere kosten, inclusief schade door overstromingen, verliezen aan bovenlaag door erosie, het dichtslibben van rivieren,	16,9
TOTAAL	30,4

Bron : The Price of Pollution, 1990, in : Brown e.a., 1993

Gezien voor Vlaanderen nog onvoldoende gegevens bekend zijn om rekening te houden met de totale economische waarde van een bos, wordt de economische functie dan ook verder op de 'klassieke' manier beschreven.

2.3.2 SITUERING BINNEN DE BELGISCHE ECONOMIE

Bij de verwerking van de gegevens botst men op verschillende problemen die de mogelijkheden tot uitgebreidere conclusies hypothekeren.

De twee voornaamste zijn

1. het feit dat veel statistieken het belgisch grondgebied beslaan, zeker wat de landbouw betreft (bosbouw ressorteert eronder)
2. bosbouw, visserij en landbouw dikwijls onder één noemer vernoemd worden en bijgevolg de afweging tussen bosbouw en landbouw onmogelijk maakt.
3. Bovendien beslaan de statistieken van de Nationale Bank of de FAO de Belgisch-Luxemburgse Unie.

Binnen het totaal van de belgische economie is landbouw, bosbouw en visserij samen goed voor 1.9% van het BNP. Niettegenstaande de stijging in absolute cijfers tussen 1980 en 1990 betekent dit toch een daling van 2.2 naar 1.9%. Bosbouw draagt 5.4% bij aan het aandeel van de landbouw aan het BNP, d.w.z. 0.107% van het BNP tegen marktprijs. Relatief gezien stijgt het aandeel van de bosbouw in het totale pakket van de belgische landbouw, bosbouw en visserijsector. In 1980 was dit slechts 4,2%. Ook de visserij neemt een licht stijgend aandeel voor zijn rekening, wat aangeeft dat de landbouw relatief in belang daalt. Gezien echter de discrepantie tussen het aandeel van de landbouw (92 tot 94%) en de rest blijft dit marginaal.

2.3.2.1 Situering van de sectoren betrokken bij de houtverwerking binnen de belgische economie

Een eerste vorm van verwerking van ruw hout gebeurt in de zagerijen, schaverijen en drogerijen waar de boomstammen worden verzaagd geschaafd en gedroogd tot platen, latten en planken. In 1989 telde België 323 zagerijen met 3383 werknemers, 7 schaverijen met 124 werknemers en 5 drogerijen met 11 werknemers. De sector (R.S.Z. code 461) was dus goed voor een totale tewerkstelling van 3518 personen in 335 inrichtingen. Meer dan de helft van de werknemers (57.6 %) was tewerkgesteld in het Vlaamse Gewest. Ook 54.3 % van de inrichtingen bevond zich in het Vlaamse Gewest. De sector is een typische KMO sector, 40.3 % van de inrichtingen stelde minder dan 5 personen tewerk, 66.3 % van de inrichtingen stelde minder dan 10 personen tewerk. De sector bleef vrij stabiel. In 1981 waren 3345 werknemers tewerkgesteld in 352 bedrijven. In 1972 werkten er echter nog 5737 personen in 496 bedrijven. Deze achteruitgang was vooral te wijten aan een schaalverkleining en het wegvallen van enkele middelgrote bedrijven. De belangrijkste bedrijven zijn in zeer hoge mate gemechaniseerd wat zijn weerslag heeft op de werkgelegenheid. De grote bedrijven zijn bijna allemaal gelegen in het Waalse gewest.

De sector fabrieken van houten halffabrikaten (R.S.Z. code 462) groepeerde de industrieën waarvan het productieproces gebaseerd is op een mechanische, chemische en/of thermische verwerking van hout, al dan niet gepaard gaande met verwijdering van inherente organische of chemische verbindingen en/of toevoeging van niet-inherent organische of chemische verbindingen. Het eindproduct is steeds een met hout sterk verwant element dat door het verwerkingsproces beter werd aangepast voor specifieke doelstellingen. De sector kent volgende subsectoren :

- fineer- en triplexfabrieken
- houtvezel- en spaanderplaatfabrieken
- fabrieken van verbeterd hout
- houtbereidingsinrichtingen

Een aantal kleinere sectoren die een minder belangrijke plaats innemen in de houtverwerkende industrie en hun subsectoren (volgens het R.S.Z.) zijn :

1. Timmer- en parketvloerenfabrieken (R.S.Z. code 463)

- Fabrieken van houten bouwelementen (productie, ook indien verbonden met montage op de bouwplaats)
- Overige timmerfabrieken (productie, ook indien verbonden met montage op de bouwplaats)
- Parketvloerenfabrieken (productie, ook indien verbonden met het leggen ter plaatse)

2. Houten emballagefabrieken

- Kisten- kratten en palettenfabrieken
- Vatenfabrieken, kuiperijen

3. Overige houtindustrie

- Houtwarenfabrieken
- Houtmeelfabrieken
- Houtwol- en houtvezelfabrieken
- Klompenfabrieken en -makerijen

4. Riet-, stro- kurk- en borstelwarenfabrieken

Wordt hier verder buiten beschouwing gelaten.

De meerderheid van de werknemers en inrichtingen situeert zich in het Vlaamse Gewest. In 1981 werkten in de verschillende sectoren nog respectievelijk 2245, 2066 en 1074 werknemers in 206, 178 en 82 ondernemingen.

Onder de rubriek papierindustrie worden deze inrichtingen begrepen, die zorgen voor de aflevering van papier en/of karton, of van het basismateriaal dat wordt gebruikt voor de productie van papier en/of karton, nl. houtpulp en houtslip. Dit omvat dus de sector houtslip- en cellulosefabrieken (R.S.Z. code 471) en de sector papier- en kartonverwerkende industrie (R.S.Z. code 472).

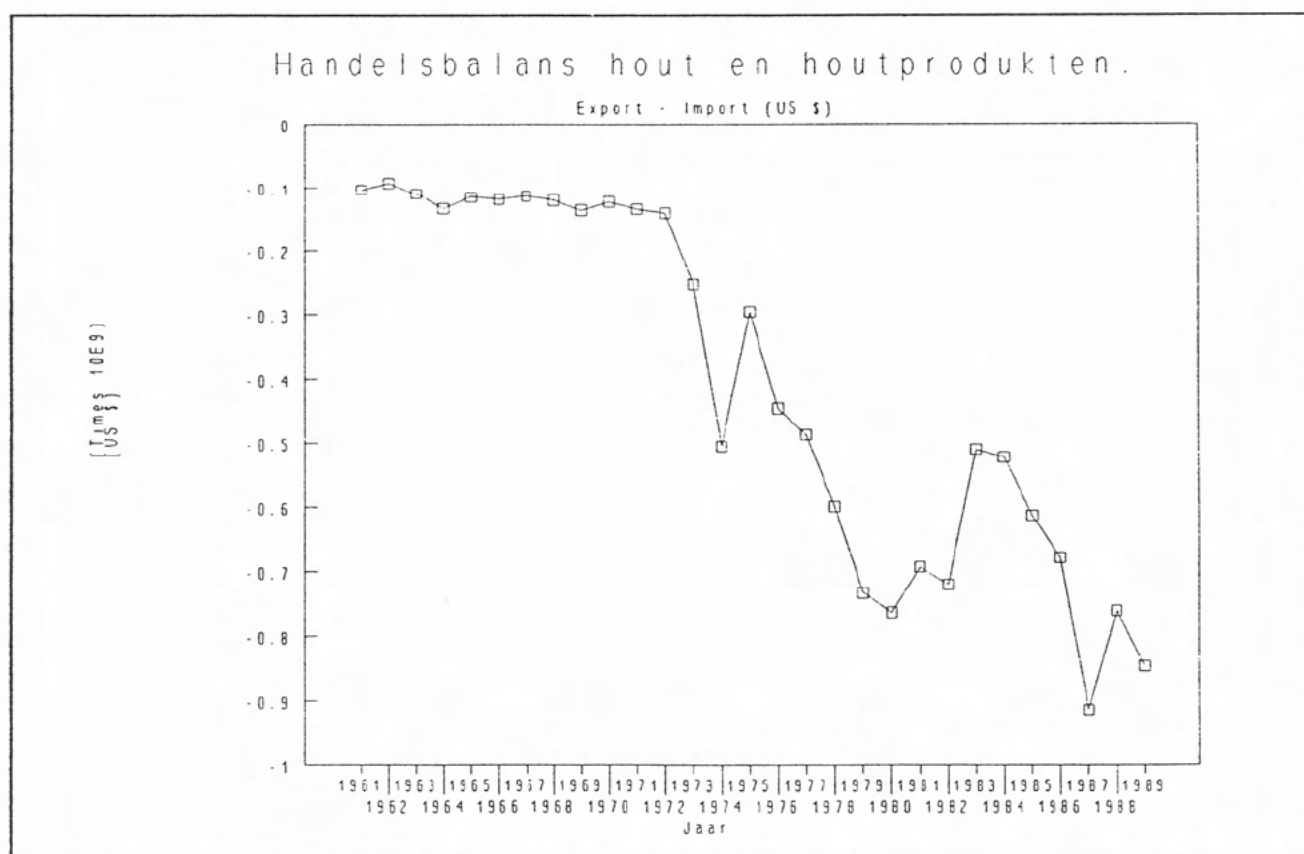
Het aandeel van de houtverwerking in de bruto toegevoegde waarde van de totale be- en verwerkende nijverheid bedroeg in 1989 3,85 %. Het aandeel van de totale be- en verwerkende nijverheid in het BNP was in 1989 23 %, zodat het directe aandeel van de houtverwerking in het Bnp 0,89 % was. In 1980 bedroegen de aandelen van de houtverwerking resp. 4,31 en 1,06 %. Deze aandelen namen af tot 1987, nadien volgde een herstel. De houtverwerking is een conjunctuurgevoelige sector waarvan het activiteitsniveau sterker fluctueert dan de totale economie. In 1989 werd voor 112,7 miljard Bfr aan meubelen en andere artikelen in hout gekocht. Dit is 2,91 % van de totale private belgische consumptie (N.I.S.). In 1980 was dit 3,12 %.

De ongunstige economische omstandigheden van de laatste jaren is in de sector van de houtverwerking duidelijk voelbaar. Tijdens de eerste negen maanden van 1992 haalde de

houtverwerkingssector een omzet van 102 miljard frank. Dit is 1,1 % lager dan in dezelfde periode van 1991. Rekening houdend met de stijging van het indexcijfer der productieprijsen is het reële volume van de verkopen met bijna 3 % gedaald. Vooral de binnenlandse leveringen gingen achteruit. De uitvoer bleef op het niveau van 1991, voornamelijk door een dalende uitvoer naar Frankrijk. Uit de resultaten van een enquête onder de leden van Febelhout wordt voor 1992 een verlies van 1000 arbeidsplaatsen in de sector geschat.

Ondanks het geringe aandeel van de houtverwerking in de vorming van het BNP mag de sector niet worden onderschat, algemeen is de secundaire sector (de nijverheid) het belangrijkste economische draagvlak voor de tertiaire en quartaire sector

De tewerkstelling in de sectoren die al dan niet rechtstreeks betrokken zijn bij het bos en zijn producten bedraagt grofweg 70000 werknemers in een 6000 bedrijven. Dit is ongeveer 2.3 % van de belgische werknemers in ongeveer 2.6 % van de belgische ondernemingen. Het is zeker verkeerd om uit het geringe aandeel van de houtverwerkende sector en uit de lage rentabiliteit van bossen conclusies te trekken naar bosoppervlakte toe. Naast het produkt hout bieden de bossen ook een hele reeks andere "produkten en dienstverleningen" die niet rechtstreeks verkoopbaar zijn (recreatiemogelijkheden, natuur, bescherming van waterwingebieden, ...). Indien een eigen (belgische) houtproduktie van 5 miljoen m³ volledig zou ontbreken, betekent dit door de invoer een bijkomende belasting op de betalingsbalans van 5 à 10 miljard Bfr. Op het niveau van België en het Groothertogdom Luxemburg bedraagt het negatief effect op de handelsbalans ongeveer 25 miljard frank (figuur 2.7).



Figuur 2.7. Handelsbalans van hout en houtprodukten.

Naast de bovenvermelde sectoren zijn er tenslotte nog een aantal andere sectoren die op één of andere manier betrokken zijn bij het bos of de be- en verwerking van hout. Dit zijn de machinebouwsector en de groothandel in metaal- en houtverwerkingsmachines. Ze hebben een toeleveringsfunctie voor de bosexploitatie, de zagerijen, de houtverwerkende industrie, papierindustrie en de papier- en kartonverwerkende industrie. De groothandel in metaal- en houtverwerkingsmachines zorgt voor de distributie van het materiaal. Verder zijn ook een aantal subsectoren betrokken bij de distributie van hout- en papierwaren. Ook de bouwsector wordt in belangrijke mate bevoorrad door de zagerijen en de houtverwerkende industrie. En een belangrijk aandeel van de werkzaamheden in de transportsector verzorgt het vervoer van allerlei eind- en tussenprodukten. Het is bijna onmogelijk deze onderlinge relaties te kwantificeren.

2.3.3 SITUERING BINNEN DE VLAAMSE ECONOMIE

Tabel 2.42. geeft een overzicht van de tewerkstelling en het aantal bedrijven voor de totale houtkolom in 1990.

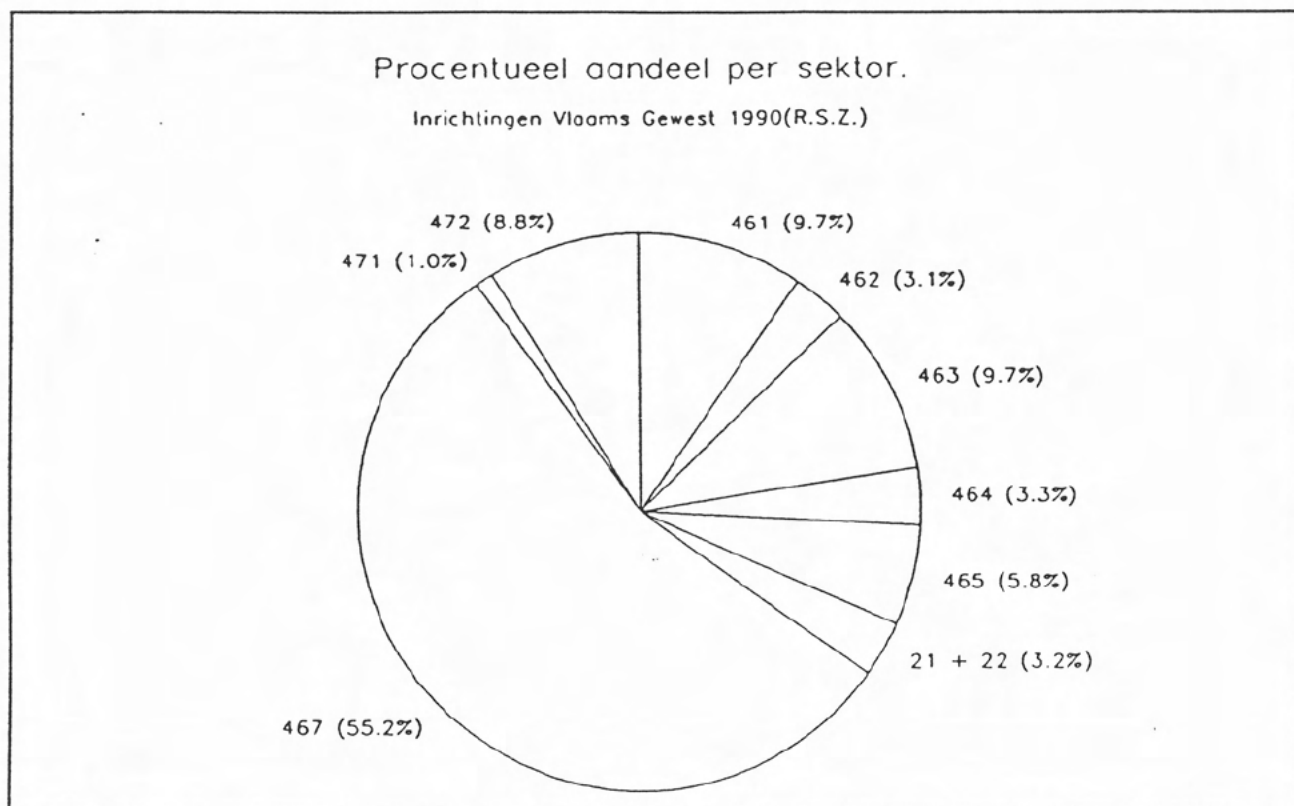
Figuur 2.8 geeft het sectorieel aandeel voor de inrichtingen, figuren 2.9. en 2.10. de sectoriële aandelen in de tewerkstelling voor mannen en vrouwen en 2.11 geeft de totale tewerkstelling.

In alle figuren worden de sectoren uitgedrukt in codes die op de respectievelijke tabellen in de linkerbovenhoek te vinden zijn.

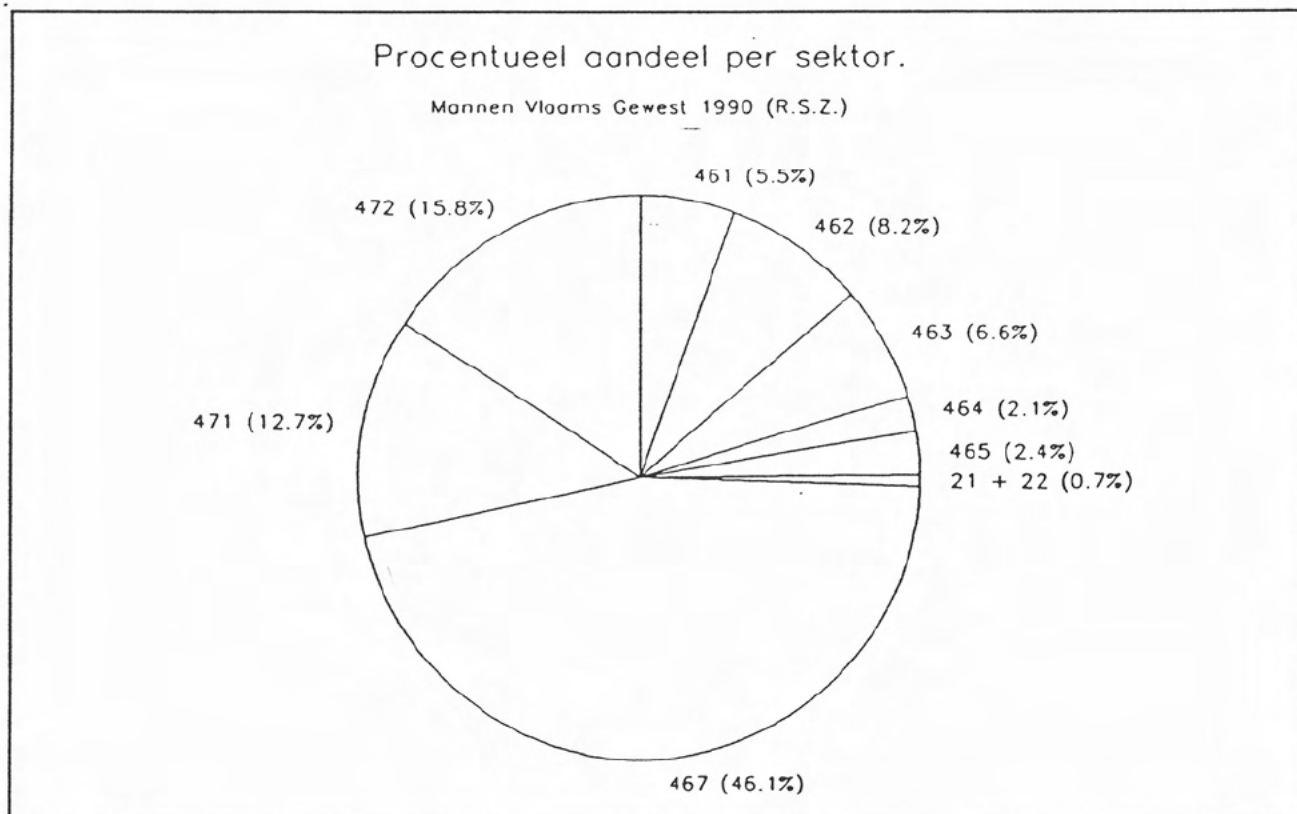
Figuren 2.12 en 2.13 geven een overzicht van de sectorenverdeling voor de hoofd- en handwerkers.

Tabel 2.42: tewerkstelling en aantal bedrijven voor de totale houtkolom in 1990 (R.S.Z.)

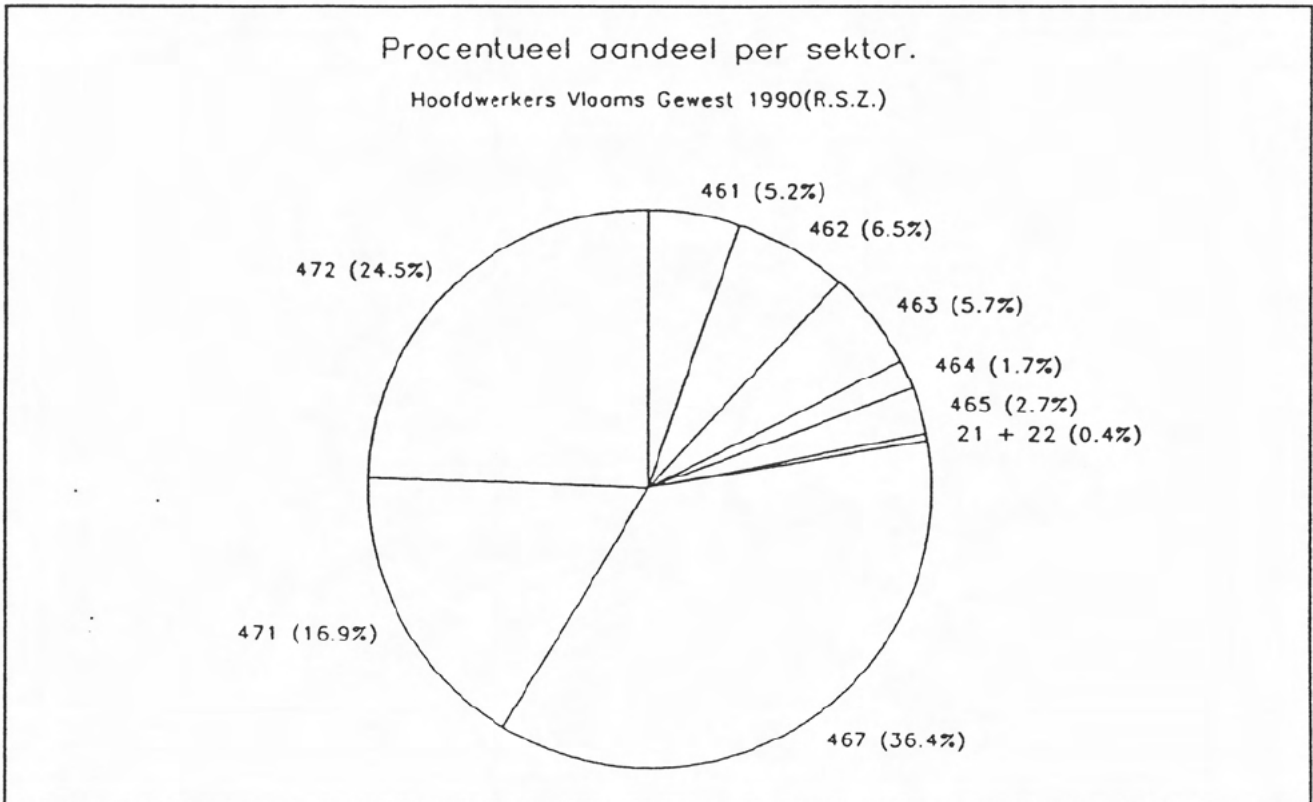
Totaal Arrondissement + provincie	Handwerkers	Hoofdwerkers	Mannen	Vrouwen	Totaal aantal werknemers		Totaal aantal inrichtingen	
					abs.	%	abs.	%
Antwerpen	2370	552	2258	664	2922	7.7	213	11.7
Mechelen	974	336	1180	130	1310	3.5	10	0.5
Turnhout	2400	457	2407	450	2857	7.6	139	7.6
ANTWERPEN	5744	1345	5845	1244	7089	18.7	362	19.9
Halle-Vilvoorde	2639	634	2503	770	3273	8.7	152	8.3
Leuven	1251	223	1141	333	1474	3.9	92	5.0
VLAAMS-BRABANT	3890	857	3644	1103	4747	12.6	244	13.4
Brugge	2157	224	1888	493	2381	6.3	87	4.8
Diksmuide	380	50	389	41	430	1.1	20	1.1
Ieper	904	127	754	277	1031	2.7	42	2.3
Kortrijk	2731	424	2624	531	3155	8.3	138	7.6
Oostende	201	26	177	50	227	0.6	19	1.0
Roeselare	2320	251	2069	502	2571	6.8	126	6.9
Tielt	2083	274	2079	278	2357	6.2	68	3.7
Veurne	137	15	136	16	152	0.4	16	0.9
WEST-VLAANDEREN	10913	1391	10116	2188	12304	32.5	516	28.3
Aalst	1792	382	1774	400	2174	5.7	94	5.2
Dendermonde	1209	235	1230	214	1444	3.8	69	3.8
Eeklo	837	102	772	167	939	2.5	52	2.9
Gent	2265	513	2351	427	2778	7.3	140	7.7
Oudenaarde	630	72	638	64	702	1.9	44	2.4
St. Niklaas	372	62	363	71	434	1.1	51	2.8
OOST-VLAANDEREN	7105	1366	7128	1343	8471	22.4	450	24.7
Hasselt	2368	498	2470	396	2866	7.6	123	6.7
Maaseik	884	163	838	209	1047	2.8	81	4.4
Tongeren	935	361	1181	115	1296	3.4	47	2.6
LIMBURG	4187	1022	4489	720	5209	13.8	251	13.8
VLAAMS GEWEST	31839	5981	31222	6598	37820	100.0	1823	100.0



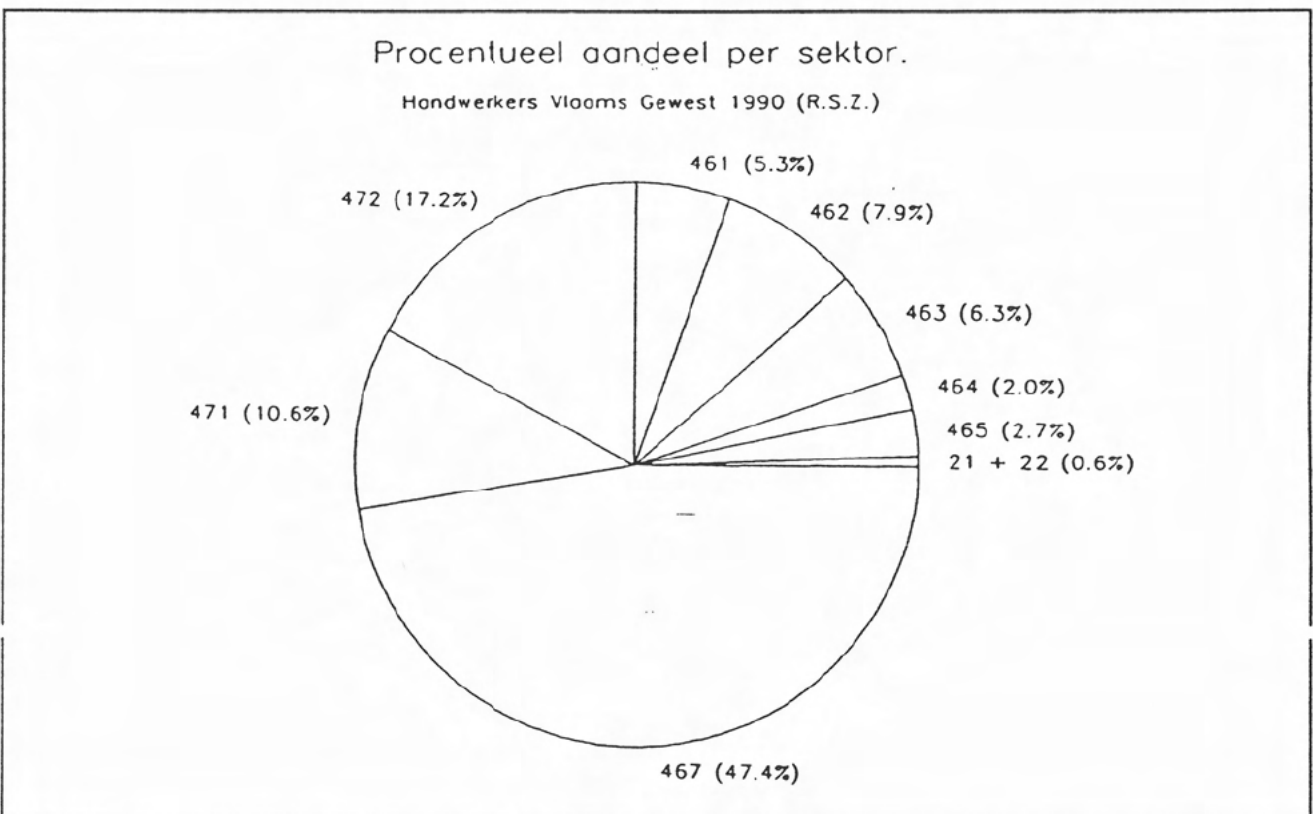
Figuur 2.8.



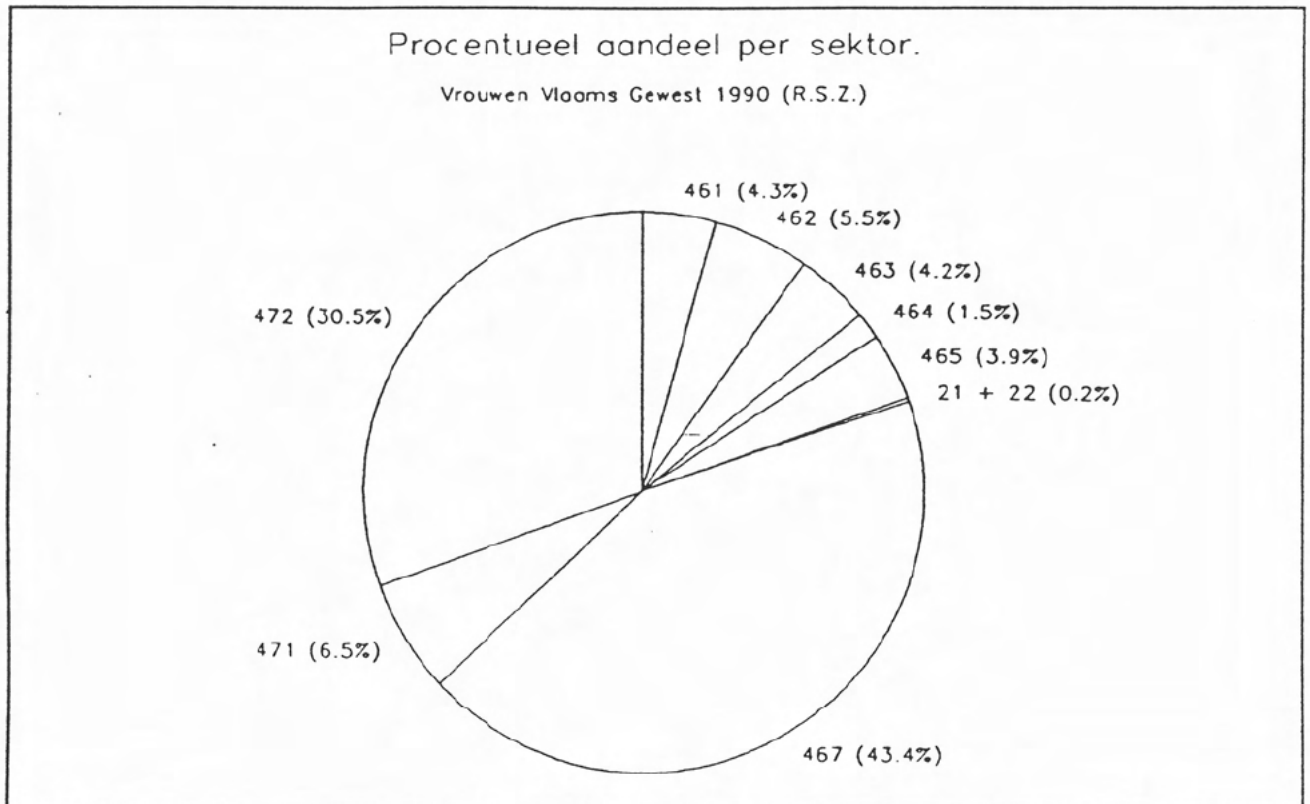
Figuur 2.9.



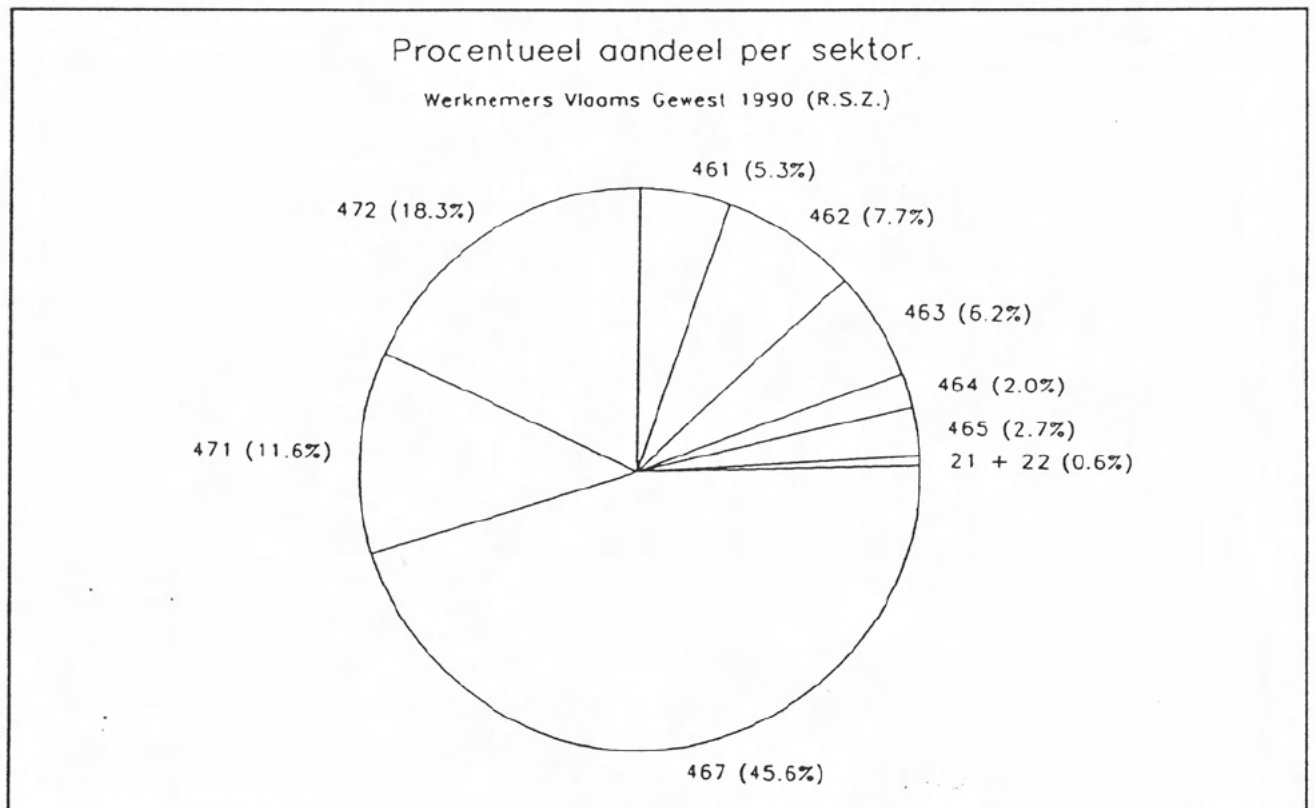
Figuur 2.10.



Figuur 2.11.



Figuur 2.12.



Figuur 2.13.

Tabel 2.43: tewerkstelling en aantal bedrijven voor de sector bosontginning in 1990 (R.S.Z.)

Code 22 Arrondissement + provincie	Handwerkers	Hoofdwerkers	Mannen	Vrouwen	Totaal aantal werknemers		Totaal aantal inrichtingen		Gem. concentratie- graad per onderneming
					abs.	%	abs.	%	
Antwerpen	17	9	22	4	26	14.4	3	6.3	8.7
Mechelen	2		2		2	1.1	1	2.1	2.0
Turnhout	38		38		38	21.1	6	12.5	6.3
ANTWERPEN	57	9	62	4	66	36.7	10	20.8	6.6
Halle-Vilvoorde	5	1	6		6	3.3	5	10.4	1.2
Leuven	14	2	14	2	16	8.9	2	4.2	8.0
VLAAMS-BRABANT	19	3	20	2	22	12.2	7	14.6	3.1
Brugge	3		3		3	1.7	2	4.2	1.5
Diksmuide									
Ieper									
Kortrijk	1		1		1	0.6	1	2.1	1.0
Oostende									
Roeselare									
Tielt									
Veurne									
WEST-VLAANDEREN	4	0	4	0	4	2.2	3	6.3	1.3
Aalst	5		4	1	5	2.8	3	6.3	1.7
Dendermonde	2		2		2	1.1	2	4.2	1.0
Eeklo	13	1	14		14	7.8	1	2.1	14.0
Gent	12	1	11	2	13	7.2	2	4.2	6.5
Oudenaarde	5		5		5	2.8	2	4.2	2.5
St. Niklaas									
OOST-VLAANDEREN	37	2	36	3	39	21.7	10	20.8	3.9
Hasselt	26	1	26	1	27	15.0	10	20.8	2.7
Maaseik	14		14		14	7.8	5	10.4	2.8
Tongeren	7	1	8		8	4.4	3	6.3	2.7
LIMBURG	47	2	48	1	49	27.2	18	37.5	2.7
VLAAMS GEWEST	164	16	170	10	180	100.0	48	100.0	3.8

Tabel 2.44: tewerkstelling en aantal bedrijven voor de sector bosbouw in 1990 (R.S.Z.)

Code 21 Arrondissement + provincie	Handwerkers	Hoofdwerkers	Mannen	Vrouwen	Totaal aantal werknemers		Totaal aantal inrichtingen		Gem. concentratie- graad per onderneming
					abs.	%	abs.	%	
Antwerpen	2		2		2	5.0	2	18.2	1.0
Mechelen	1	1	2		2	5.0	1	9.1	2.0
Turnhout	6	6	8	4	12	30.0	1	9.1	12.0
ANTWERPEN	9	7	12	4	16	40.0	4	36.4	4.0
Halle-Vilvoorde	2		2		2	5.0	1	9.1	2.0
Leuven	8		8		8	20.0	1	9.1	8.0
VLAAMS-BRABANT	10	0	10	0	10	25.0	2	18.2	5.0
Brugge		1		1	1	2.5	1	9.1	1.0
Diksmuide									
Ieper	1		1		1	2.5	1	9.1	1.0
Kortrijk									
Oostende									
Roeselare									
Tielt									
Veurne									
WEST-VLAANDEREN	1	1	1	1	2	5.0	2	18.2	1.0
Aalst									
Dendermonde									
Eeklo									
Gent									
Oudenaarde									
St. Niklaas									
OOST-VLAANDEREN	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0
Hasselt	1	1	2		2	5.0	2	18.2	1.0
Maaseik	10		10		10	25.0	1	9.1	10.0
Tongeren									
LIMBURG	11	1	12	0	12	30.0	3	27.3	4.0
VLAAMS GEWEST	31	9	35	5	40	100.0	11	100.0	3.6

2.3.3.1 Situering van de sectoren betrokken bij bosontginning

De sectoren betrokken bij bosontginning hebben een heel gering aandeel in de tewerkstelling.

2.3.3.2 Situering van de sectoren betrokken bij de houtverwerking

De houtkolom is algemeen geconcentreerd in de provincies Oost- en West-Vlaanderen, zowel in aantal inrichtingen als in aantal werknemers. Dit is vooral een gevolg van de sterke aanwezigheid van de meubelnijverheid en de overige houtverwerkende industrieën.

In 1990 werkten 2001 personen in 177 inrichtingen binnen de sector zagerijen, schaverijen en houtdrogerijen (zie tabel 2.45.). Ongeveer 93 % hiervan werkte in de eigenlijke zagerijen. De belangrijkste provincies zijn Oost-Vlaanderen met 38.2 % van de werknemers en 26.6 % van de inrichtingen, Antwerpen en West-Vlaanderen. Uitschieters zijn de arrondissementen Aalst (8 bedrijven met in totaal 387 werknemers) en Turnhout (25 bedrijven met in totaal 324 werknemers). De sector kent een vrij laag percentage bedienden (15.5 %) en ook slechts 14.2 % zijn vrouwelijke werknemers.

In 1990 waren er 57 ondernemingen van de sector fabrieken van houten halffabrikaten die samen 2919 personen tewerkstelden (tabel 2.45). In 1981 waren dit nog 3120 werknemer in 74 bedrijven. Ook hier werken weinig bedienden (13.4 %) en is ook het aandeel vrouwelijke werknemers laag (12.4 %). De sector situeert zich vooral in West-Vlaanderen (69.4 % van de werknemers en 49.1 % van de bedrijven). Het arrondissement Tielt telt 1242 werknemers of 42.5 % van het totaal aantal werknemers in het Vlaamse gewest.

De sector timmer- en parketvloerenfabrieken telde in 1990 2341 werknemers in 177 bedrijven. Het aantal werknemers was vrij gelijkmatig verdeeld over de Vlaamse provincies met uitzondering van Antwerpen (tabel 2.47.). Er waren gemiddeld 13.2 werknemers per bedrijf. De sector houten emballagefabrieken telde 742 werknemers in 61 bedrijven, voornamelijk gesitueerd in Antwerpen, Oost-Vlaanderen en Limburg. De sector overige houtindustrie telde 1019 werknemers verspreid over 106 bedrijven. Ongeveer tweederde van de werknemers en inrichtingen situeert zich in Oost- en West-Vlaanderen, vooral in de arrondissementen Gent en Kortrijk.

Er werkten in 1990 4392 personen in 19 bedrijven in de sector houtslijp- en cellulosefabrieken (tabel 2.48). De grote bedrijven zijn gevestigd in het arrondissement Gent en Tongeren. In 1981 waren er 4201 werknemers in 20 bedrijven. De sector papier- en kartonverwerkende industrie telt 6931 werknemers verspreid over 161 bedrijven, vooral in de provincies Antwerpen, Vlaams-Brabant en Oost-Vlaanderen.

De tabellen 2.8 tot 2.11 geven de cijfers van de overige sectoren.

Tabel 2.45: sector zagerijen, schaverijen en houtdrogerijen

Code 461 Arrondissement + provincie	Handwerkers	Hoofdwerkers	Mannen	Vrouwen	Totaal aantal werknemers		Totaal aantal inrichtingen		Gem. concentratie- graad per onderneming
					abs.	%	abs.	%	
Antwerpen Mechelen Turnhout	81	17	90	8	98	4.9	16	9.0	6.1
ANTWERPEN	362	60	361	61	422	21.1	41	23.2	10.3
Halle-Vilvoorde Leuven	33	2	34	1	35	1.7	9	5.1	3.9
	111	13	96	28	124	6.2	17	9.6	7.3
VLAAMS-BRABANT	144	15	130	29	159	7.9	26	14.7	6.1
Brugge	80	2	68	14	82	4.1	6	3.4	13.7
Diksmuide	11		11		11	0.5	1	0.6	11.0
Ieper	34		34		34	1.7	3	1.7	11.3
Kortrijk	45	3	47	1	48	2.4	7	4.0	6.9
Oostende	46	16	60	2	62	3.1	1	0.6	62.0
Roeselare	72	16	82	6	88	4.4	12	6.8	7.3
Tielt	37	24	50	11	61	3.0	5	2.8	12.2
Veurne	11		11		11	0.5	1	0.6	11.0
WEST-VLAANDEREN	336	61	363	34	397	19.8	36	20.3	11.0
Aalst	300	87	291	96	387	19.3	8	4.5	48.4
Dendermonde	82	16	84	14	98	4.9	9	5.1	10.9
Eeklo	52	2	53	1	54	2.7	4	2.3	13.5
Gent	112	14	113	13	126	6.3	15	8.5	8.4
Oudenaarde	42		36	6	42	2.1	4	2.3	10.5
St. Nikolaas	44	13	49	8	57	2.8	7	4.0	8.1
OOST-VLAANDEREN	632	132	626	138	764	38.2	47	26.6	16.3
Hasselt	127	33	144	16	160	8.0	12	6.8	13.3
Maaseik	37	4	39	2	41	2.0	6	3.4	6.8
Tongeren	52	6	54	4	58	2.9	9	5.1	6.4
LIMBURG	216	43	237	22	259	12.9	27	15.3	9.6
VLAAMS GEWEST	1690	311	1717	284	2001	100.0	177	100.0	11.3

Tabel 2.46: sector houten halffabrikaten

Code 462 Arrondissement + provincie	Handwerkers	Hoofdwerkers	Mannen	Vrouwen	Totaal aantal werknemers		Totaal aantal inrichtingen		Gem. concentratie- graad per onderneming
					abs.	%	abs.	%	
Antwerpen	26	5	27	4	31	1.1	4	7.0	7.8
Mechelen									
Turnhout	167	41	157	51	208	7.1	9	15.8	23.1
ANTWERPEN	193	46	184	55	239	8.2	13	22.8	18.4
Halle-Vilvoorde	28	1	21	8	29	1.0	3	5.3	9.7
Leuven	157	31	120	68	188	6.4	4	7.0	47.0
VLAAMS-BRABANT	185	32	141	76	217	7.4	7	12.3	31.0
Brugge	122	6	70	58	128	4.4	2	3.5	64.0
Diksmuide									
Ieper									
Kortrijk	434	81	416	99	515	17.6	11	19.3	46.8
Oostende									
Roeselare	123	19	132	10	142	4.9	5	8.8	28.4
Tielt	1104	138	1203	39	1242	42.5	10	17.5	124.2
Veurne									
WEST-VLAANDEREN	1783	244	1821	206	2027	69.4	28	49.1	72.4
Aalst	97	36	127	6	133	4.6	2	3.5	66.5
Dendermonde	19		10	9	19	0.7	1	1.8	19.0
Eeklo	19	3	22		22	0.8	1	1.8	22.0
Gent	64	6	65	5	70	2.4	3	5.3	23.3
Oudenaarde	24	5	27	2	29	1.0	1	1.8	29.0
St. Nikolaas	12	2	12	2	14	0.5	1	1.8	14.0
OOST-VLAANDEREN	235	52	263	24	287	9.8	9	15.8	31.9
Hasselt	126	15	139	2	141	4.8		3	
Maaseik	7	1	8		8	0.3		3	
Tongeren						0.0			
LIMBURG	133	16	147	2	149	5.1	0	0.0	0.0
VLAAMS GEWEST	2529	390	2556	363	2919	100.0	57	100.0	51.2

Tabel 2.47: sector timmer- en parketvloeren

Code 463 Arrondissement + provincie	Handwerkers	Hoofdwerkers	Mannen	Vrouwen	Totaal aantal werknemers		Totaal aantal inrichtingen		Gem. concentratie- graad per onderneming
					abs.	%	abs.	%	
Antwerpen Mechelen Turnhout	56	11	61	6	67	2.9	16	9.0	4.2
ANTWERPEN	198	30	197	31	228	9.7	26	14.7	8.8
Halle-Vilvoorde Leuven	86	11	90	7	97	4.1	16	9.0	6.1
VLAAMS-BRABANT	290	46	244	92	336	14.4	8	4.5	42.0
Brugge Diksmuide Ieper Kortrijk Oostende Roeselare Tielt Veurne	376	57	334	99	433	18.5	24	13.6	18.0
WEST-VLAANDEREN	33	5	34	4	38	1.6	5	2.8	7.6
Aalst Dendermonde Eeklo Gent Oudenaarde St. Niklaas	49	7	52	4	56	2.4	3	1.7	18.7
OOST-VLAANDEREN	52	10	60	2	62	2.6	6	3.4	10.3
Hasselt Maaseik Tongeren	240	39	259	20	279	11.9	19	10.7	14.7
LIMBURG	2		2		2	0.1	1	0.6	2.0
VLAAMS GEWEST	39	10	47	2	49	2.1	6	3.4	8.2
	15	4	17	2	19	0.8	2	1.1	9.5
	430	75	471	34	505	21.6	42	23.7	12.0
	209	39	224	24	248	10.6	12	6.8	20.7
	36	9	42	3	45	1.9	5	2.8	9.0
	29	1	30		30	1.3	3	1.7	10.0
	98	27	111	14	125	5.3	12	6.8	10.4
	69	8	73	4	77	3.3	4	2.3	19.3
	51	4	49	6	55	2.3	10	5.6	5.5
	492	88	529	51	580	24.8	46	26.0	12.6
	211	46	238	19	257	11.0	18	10.2	14.3
	253	42	253	42	295	12.6	16	9.0	18.4
	39	4	39	4	43	1.8	5	2.8	8.6
	503	92	530	65	595	25.4	39	22.0	15.3
	1999	342	2061	280	2341	100.0	177	100.0	13.2

Tabel 2.48: sector houtlijp- en cellulosefabrieken

Code 471 Arrondissement + provincie	Handwerkers	Hoofdwerkers	Mannen	Vrouwen	Totaal aantal werknemers		Totaal aantal inrichtingen		Gem. concentratie- graad per onderneming
					abs.	%	abs.	%	
Antwerpen	4		1	3	4	0.1	1	5.3	4.0
Mechelen	707	213	856	64	920	20.9	3	15.8	306.7
Turnhout	140	39	168	11	179	4.1	1	5.3	179.0
ANTWERPEN	851	252	1025	78	1103	25.1	5	26.3	220.6
Halle-Vilvoorde	670	159	701	128	829	18.9	6	31.6	138.2
Leuven	27	3	22	8	30	0.7	2	10.5	15.0
VLAAMS-BRABANT	697	162	723	136	859	19.6	8	42.1	107.4
Brugge									
Diksmuide									
Ieper									
Kortrijk	17	3	9	11	20	0.5	1	5.3	20.0
Oostende									
Roeselare									
Tielt									
Veurne									
WEST-VLAANDEREN	17	3	9	11	20	0.5	1	5.3	20.0
Aalst									
Dendermonde	504	131	566	69	635	14.5	2	10.5	317.5
Eeklo									
Gent	715	162	837	40	877	20.0	1	5.3	877.0
Oudenaarde									
St. Niklaas									
OOST-VLAANDEREN	1219	293	1402	109	1512	34.4	3	15.8	504.0
Hasselt									
Maaseik	40	28	33	35	68	1.5	1	5.3	68.0
Tongeren	557	273	772	58	830	18.9	1	5.3	830.0
LIMBURG	597	301	805	93	898	20.4	2	10.5	449.0
VLAAMS GEWEST	3381	1011	3965	427	4392	100.0	19	100.0	231.2

Tabel 2.49: sector meubelnijverheid

Code 467 Arrondissement + provincie	Handwerkers	Hoofdwerkers	Mannen	Vrouwen	Totaal aantal werknemers		Totaal aantal inrichtingen		Gem. concentratie- graad per onderneming
					abs.	%	abs.	%	
Antwerpen	1171	244	1282	133	1415	8.2	114	11.3	12.4
Mechelen									
Turnhout	509	85	536	58	594	3.4	67	6.7	8.9
ANTWERPEN	1680	329	1818	191	2009	11.6	181	18.0	11.1
Halle-Vilvoorde	797	141	801	137	938	5.4	78	7.8	12.0
Leuven	270	41	264	47	311	1.8	37	3.7	8.4
VLAAMS-BRABANT	1067	182	1065	184	1249	7.2	115	11.4	10.9
Brugge	1832	185	1639	378	2017	11.7	62	6.2	32.5
Diksmuide	320	43	623	37	363	2.1	16	1.6	22.7
Ieper	728	110	599	239	838	4.9	27	2.7	31.0
Kortrijk	1488	210	1462	236	1698	9.8	72	7.2	23.6
Oostende	120	7	109	18	127	0.7	13	1.3	9.8
Roeselare	1851	182	1643	390	2033	11.8	77	7.7	26.4
Tielt	870	94	776	188	964	5.6	46	4.6	21.0
Veurne	125	15	124	16	140	0.8	14	1.4	10.0
WEST-VLAANDEREN	7334	846	6678	1502	8180	47.4	327	32.5	25.0
Aalst	943	146	887	202	1089	6.3	59	5.9	18.5
Dendermonde	264	40	268	36	304	1.8	31	3.1	9.8
Eeklo	643	87	570	160	730	4.2	40	4.0	18.3
Gent	611	81	567	125	692	4.0	76	7.6	9.1
Oudenaarde	286	31	286	31	317	1.8	25	2.5	12.7
St. Niklaas	185	36	192	29	221	1.3	25	2.5	8.8
OOST-VLAANDEREN	2932	421	2770	583	3353	19.4	256	25.4	13.1
Hasselt	1458	270	1422	306	1728	10.0	61	6.1	28.3
Maaseik	357	54	361	50	411	2.4	40	4.0	10.3
Tongeren	249	76	277	48	325	1.9	26	2.6	12.5
LIMBURG	2064	400	2060	404	2464	14.3	127	12.6	19.4
VLAAMS GEWEST	15077	2178	14391	2864	17255	100.0	1006	100.0	17.2

Tabel 2.50: sector houten emballagefabrieken

Code 464 Arrondissement + provincie	Handwerkers	Hoofdwerkers	Mannen	Vrouwen	Totaal aantal werknemers		Totaal aantal inrichtingen		Gem. concentratie- graad per onderneming
					abs.	%	abs.	%	
Antwerpen	156	48	183	21	204	27.5	13	21.3	15.7
Mechelen									
Turnhout	53	8	57	4	61	8.2	7	11.5	8.7
ANTWERPEN	209	56	240	25	265	35.7	20	32.8	13.3
Halle-Vilvoorde	22	3	23	2	25	3.4	3	4.9	8.3
Leuven	19	2	19	2	21	2.8	2	3.3	10.5
VLAAMS-BRABANT	41	5	42	4	46	6.2	5	8.2	9.2
Brugge									
Diksmuide									
Ieper	12	2	13	1	14	1.9	4	6.6	3.5
Kortrijk	8	2	9	1	10	1.3	4	6.6	2.5
Oostende									
Roeselare	48	2	15	35	50	6.7	2	3.3	25.0
Tielt									
Veurne									
WEST-VLAANDEREN	68	6	37	37	74	10.0	10	16.4	7.4
Aalst	8	1	8	1	9	1.2	1	1.6	9.0
Dendermonde	14		14		14	1.9	3	4.9	4.7
Eeklo	78	8	80	6	86	11.6	1	1.6	86.0
Gent	8	1	8	1	9	1.2	2	3.3	4.5
Oudenaarde	44		35	9	44	5.9	2	3.3	22.0
St. Nikolaas	28	3	27	4	31	4.2	2	3.3	15.5
OOST-VLAANDEREN	180	13	172	21	193	26.0	11	18.0	17.5
Hasselt	97	18	105	10	115	15.5	10	16.4	11.5
Maaseik	18	1	17	2	19	2.6	3	4.9	6.3
Tongeren	29	1	29	1	30	4.0	2	3.3	15.0
LIMBURG	144	20	151	13	164	22.1	15	24.6	10.9
VLAAMS GEWEST	642	100	642	100	742	100.0	61	100.0	12.2

Tabel 2.51: overige houtindustrie

Code 465 Arrondissement + provincie	Handwerkers	Hoofdwerkers	Mannen	Vrouwen	Totaal aantal werknemers		Totaal aantal inrichtingen		Gem. concentratie- graad per onderneming
					abs.	%	abs.	%	
Antwerpen	153	23	140	36	176	17.3	15	14.2	11.7
Mechelen									
Turnhout	10	5	6	9	15	1.5	3	2.8	5.0
ANTWERPEN	163	28	146	45	191	18.7	18	17.0	10.6
Halle-Vilvoorde	17	2	15	4	19	1.9	7	6.6	2.7
Leuven	60	5	32	33	65	6.4	5	4.7	13.0
VLAAMS-BRABANT	77	7	47	37	84	8.2	12	11.3	7.0
Brugge	16	2	16	2	18	1.8	3	2.8	6.0
Diksmuide									
Ieper									
Kortrijk	199	32	172	59	231	22.7	9	8.5	25.7
Oostende	1		1		1	0.1	1	0.9	1.0
Roeselare	78	7	73	12	85	8.3	17	16.0	5.0
Tielt	32	4	19	17	36	3.5	4	3.8	9.0
Veurne	1		1		1	0.1	1	0.9	1.0
WEST-VLAANDEREN	327	45	282	90	372	36.5	35	33.0	10.6
Aalst	16	1	13	4	17	1.7	3	2.8	5.7
Dendermonde	50	8	44	14	58	5.7	11	10.4	5.3
Eeklo	1	0	1	0	1	0.1	1	0.9	1.0
Gent	191	63	199	55	254	24.9	14	13.2	18.1
Oudenaarde	3	4	4	3	7	0.7	2	1.9	3.5
St. Nikolaas	3	0	2	1	3	0.3	2	1.9	1.5
OOST-VLAANDEREN	264	76	263	77	340	33.4	33	31.1	10.3
Hasselt	4	2	5	1	6	0.6	4	3.8	1.5
Maaseik	23	1	19	5	24	2.4	3	2.8	8.0
Tongeren	2		2		2	0.2	1	0.9	2.0
LIMBURG	29	3	26	6	32	3.1	8	7.5	4.0
VLAAMS GEWEST	860	159	764	255	1019	100.0	106	100.0	9.6

Tabel 2.52: sector papier en kartonverwerkende industrie

Code 472 Arrondissement + provincie	Handwerkers	Hoofdwerkers	Mannen	Vrouwen	Totaal aantal werknemers		Totaal aantal inrichtingen		Gem. concentratie- graad per onderneming
					abs.	%	abs.	%	
Antwerpen	704	195	450	449	899	13.0	29	18.0	31.0
Mechelen	264	122	320	66	386	5.6	5	3.1	77.2
Turnhout	1054	211	1030	235	1265	18.3	10	6.2	126.5
ANTWERPEN	2022	528	1800	750	2550	36.8	44	27.3	58.0
Halle-Vilvoorde	979	314	810	483	1293	18.7	24	14.9	53.9
Leuven	295	80	322	53	375	5.4	14	8.7	26.8
VLAAMS-BRABANT	1274	395	1132	536	1668	24.1	38	23.6	43.9
Brugge	71	23	58	36	94	1.4	6	3.7	15.7
Diksmuide									
Ieper	77	5	47	35	82	1.2	1	0.6	82.0
Kortrijk	299	54	249	104	353	5.1	14	8.7	25.2
Oostende	32	3	5	30	35	0.5	3	1.9	11.7
Roeselare	109	15	77	47	124	1.8	7	4.3	17.7
Tielt	25	10	14	21	35	0.5	1	0.6	35.0
Veurne									
WEST-VLAANDEREN	613	110	450	273	723	10.4	32	19.9	22.6
Aalst	214	72	220	66	286	4.1	6	3.7	47.7
Dendermonde	238	31	200	69	269	3.9	5	3.1	53.8
Eeklo	2		2		2	0.0	1	0.6	2.0
Gent	454	158	440	172	612	8.8	15	9.3	40.8
Oudenaarde	157	24	172	9	181	2.6	4	2.5	45.3
St. Niklaas	49	4	32	21	53	0.8	4	2.5	13.3
OOST-VLAANDEREN	1114	289	1066	337	1403	20.2	35	21.7	40.1
Hasselt	318	112	389	41	430	6.2	6	3.7	71.7
Maaseik	125	32	84	73	157	2.3	6	3.7	26.2
Tongeren									
LIMBURG	443	144	473	114	587	8.5	12	7.5	48.9
VLAAMS GEWEST	5466	1465	4921	2010	6931	100.0	161	100.0	43.0

2.2.3.3 Houtproductie en verbruik in Vlaanderen

Van houtproductie en houtverbruik zijn enkel cijfers bekend van België of België en Luxemburg samen. Het houtverbruik en de houtproductie in Vlaanderen kan dan ook enkel worden berekend op basis van benaderingen en hypothesen. Een eerste benadering kan gebeuren door de verdeelsleutel te berekenen van de bosoppervlakte en het aantal inwoners in Vlaanderen t.o.v. de cijfers voor België of België en Luxemburg. Een tweede benadering is mogelijk door gebruik te maken van gemiddelde kapquanta in de onderworpen bossen.

a. Benadering met behulp van verdeelsleutels.

In tabel 2.53 wordt een overzicht gegeven van het aantal inwoners, de landoppervlakte en de beboste oppervlakte in Vlaanderen, België, Luxemburg en België-Luxemburg. Vooral de bosoppervlakte varieert nogal naargelang de bron.

Tabel 2.53: *Inwoners, landoppervlakte en bosoppervlakte*

	Inwoners	Oppervlakte (ha)	Bosoppervlakte (ha)		
België / Luxemburg	10300000 (5)	331 000 (8)	762000 (4)	699000 (5)	691844 (6)
Luxemburg	370000 (8)	259000 (8)	82100 (7)	82000 (8)	
België	9948000 (1)	3052792 (2)	609744 (2)	617000 (8)	
Vlaanderen	5740000 (1)	1352225 (2)	109533 (2)	114900 (3)	

- Bronnen: (1) N.I.S. Statistisch overzicht van België, 1991
 (2) N.I.S. Bodembezetting 1990
 (3) ramingen Waters en Bossen 1980
 (4) Forest resources 1980 (FAO)
 (5) Stichting Bos en Hout (1987-1989)
 (6) N.I.S. 1990, Eurostat 1985
 (7) Eurostat, 1985
 (8) Eurostat, 1988 cijfer voor 1986

Op basis van tabel 2.53 werden gemiddelde verdeelsleutels berekend van de bosoppervlakte en het aantal inwoners van Vlaanderen t.o.v. België en België-Luxemburg (tabel 2.54). Kolom 1 in tabel 2.55. geeft een overzicht van de produktie en het verbruik in België en België-Luxemburg naargelang de verschillende bronnen. In de tweede kolom werd m.b.v. de verdeelsleutel voor de bosoppervlakte het aandeel van Vlaanderen in de produktie berekend. Met behulp van de verdeelsleutel voor het aantal inwoners werd het aandeel van Vlaanderen in het verbruik berekend. Een tweede manier om dit verbruik te berekenen is het verbruik per inwoner (FAO '87 - '89 = 1.08 m³/inw) vermenigvuldigen met het aantal inwoners. De verhouding produktie over verbruik is dan de zelfvoorzieningsgraad. De gemiddelde zelfvoorzieningsgraad voor Vlaanderen bedraagt 12 %.

Tabel 2.54: Berekening van het Vlaams percentage aan bos oppervlakte en inwoners

Bosoppervlakte

Verdeelsleutel Vlaanderen t.o.v. België (%)

1. (2) Vlaanderen x 100 / (2) België	17.96
2. (2) Vlaanderen x 100 / (8) België	17.75
3. (3) Vlaanderen x 100 / (2) België	18.84
4. (3) Vlaanderen x 100 / (8) België	18.62
Gemiddelde	18.29

Verdeelsleutel Vlaanderen t.o.v. België (%)

1. (2) Vlaanderen x 100 / (6) België/Luxemburg	15.83
2. (2) Vlaanderen x 100 / (5) België/Luxemburg	15.66
3. (3) Vlaanderen x 100 / (6) België/Luxemburg	16.60
4. (3) Vlaanderen x 100 / (5) België/Luxemburg	16.43
Gemiddelde	16.14

Bevolking

t.o.v. België (%)	57.70
t.o.v. België/Luxemburg (%)	55.73

Tabel 2.55: Gemiddeld jaarlijks kapquantum in de onderworpen bossen (m³/ha.j)

Jaar	LOOFHOUT		NAALDHOUT	
	Totaal	Domeinbos	Totaal	Domeinbos
1952	2,7	3,6	1,4	3,0
1957	3,1	3,8	2,7	2,4
1962	2,6	3,0	2,8	4,2
1967	2,8	3,3	2,3	3,9
1972	1,7	2,0	2,6	4,4
1977	1,8	2,6	3,6	3,7
1982	3,4	4,1	3,7	3,8
1987	3,0	3,3	5,3	6,0
Gemiddeld	2,6	3,2	3,0	4,0