

INLEIDING

In deze cursus bosbescherming wordt dieper ingegaan op de factoren die schade aan bomen en bossen kunnen veroorzaken en op de maatregelen die genomen kunnen worden om de negatieve gevolgen te beperken.

Organismen die aantastingen en ziekten bij bomen veroorzaken komen van nature voor in bossen. Tot voor kort werden ze enkel als belangrijk beschouwd wegens de schade en de verliezen die ze veroorzaken aan de houtproductie.

Nieuwe inzichten in bosbeheer hebben ons gedwongen de rol van deze organismen opnieuw te bekijken. Ze spelen immers een belangrijke rol spelen in het functioneren van bosesystemen, bijvoorbeeld door het creëren van een habitat voor andere organismen (dood hout, ...) en op die manier ook voor het behoud van de biodiversiteit. 'Schade' is dus een begrip waarvan de invulling in de loop van de tijden vaak gewijzigd is.

Anderzijds kunnen geïntroduceerde ziekteverwekkers tot grote ecologische veranderingen leiden in gebieden waar bomen weinig natuurlijke weerstand hebben tegen de nieuwkomers. Met het transport van bomen en hout over de hele wereld is het risico op de introductie van nieuwe pathogenen (schadelijke organismen) dan ook sterk gestegen.

Alle bomen hebben te lijden van ziekten en aantastingen, hoewel sommige meer resistent zijn dan andere. Veel ziekteverwekkers kunnen een grote variëteit aan boomsoorten infecteren, andere zijn zeer specifiek in hun waardkeuze.

Aantastingen worden vaak veroorzaakt worden door levende organismen, maar weersomstandigheden, vuur, luchtverontreiniging, ... kunnen eveneens schade veroorzaken. Schadesymptomen kunnen soms tot een enkele oorzaak teruggevoerd worden maar vaak treedt er een interactie tussen biotische (levende) en abiotische (niet-levende) factoren op. Zo kan een zeer vochtig voorjaar het risico op bladinfecties door schimmels doen toenemen of kunnen droogteperioden leiden tot een grotere gevoeligheid van de boom voor welbepaalde insecten. Ook tussen levende organismen onderling kunnen interacties optreden, insecten kunnen bijvoorbeeld sporen van schimmels verspreiden (cf. olmenziekte). Het is dus belangrijk dat de juiste oorzaak van schade aan bomen achterhaald wordt vooraleer gepaste maatregelen kunnen genomen worden.

Diagnose van ziekten en aantastingen berust in grote mate op identificatie van symptomen. Ze zijn het resultaat van de reactie van planten op de activiteiten van een ziekteverwekker of aantaster. Vele symptomen zijn algemeen en aspecifiek, dus niet eenvoudig toe te schrijven aan een ondubbelzinnige oorzaak, andere daarentegen zijn specifiek voor een welbepaald insect of een schimmel. Ook de aanwezigheid van de organismen zelf kan aanwijzingen geven over de oorzaken van ziekten of aantastingen. Bij het stellen van een diagnose moet echter zorgvuldig tewerk gegaan worden. Zo kan het bvb. zijn dat de waargenomen symptomen afkomstig zijn van de inwerking van zwakteparasieten die pas optreden nadat de boom reeds verzwakt is door een andere, primaire oorzaak waarvan de symptomen al minder goed of helemaal niet meer zichtbaar zijn.

Preventie is een van de belangrijkste principes in het kader van bosbescherming: een aangepaste boomsoortenkeuze en een goede bosbehandeling zijn belangrijke voorwaarden voor stabiele en gezonde bomen en bossen.

Boomsoortensamenstelling, leeftijdsverdeling, bestandsstructuur en bedrijfsvorm bepalen in sterke mate de gevoeligheid. Homogene, gelijkjarige en gelijkvormige bossen lopen meestal een aanzienlijk groter risico dan gemengde, ongelijkjarige en ongelijkvormige bossen. Verschillende insecten zijn bijvoorbeeld gebonden aan een welbepaalde voedselplant. Bossen, die nagenoeg uitsluitend uit één boomsoort opgebouwd zijn, vormen een ideale

voedselbron voor deze insecten. Het gevaar voor het ontstaan van plagen wordt dan aanzienlijk. Soortendiversiteit daarentegen verhoogt de stabiliteit en spreidt het risico. De aanwezigheid van dood hout levert meestal geen problemen op voor de bosgezondheid. Toch kan, in specifieke situaties, de aanwezigheid van veel kwijnende bomen, of van gevelde bomen die na de kapping nog enige tijd in het bestand blijven liggen, een verhoogd risico voor schorskeveraantastingen opleveren. Het verwijderen van aangetaste exemplaren of het ontschorsen van gevelde bomen, kan in die gevallen het risico voor het ontstaan van plagen beperken.

Naast preventieve oplossingen zijn er ook curatieve middelen om aantastingen en ziekten te bestrijden. Het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen moet in bossen echter een absolute uitzonderingsmaatregel zijn. Het is in de eerste plaats vanuit ecologisch standpunt ongewenst vanwege de mogelijke neveneffecten. Bovendien stuit de toepassing ervan in bossen dikwijls op praktische problemen en zijn de kosten aanzienlijk. In veel boomkwekerijen wordt chemische bestrijding wel regelmatig toegepast. Deze cursus verwijst af en toe naar de kwekerijsector, maar voor een volledig overzicht van aantastingen en bestrijdingsmethoden in de boomkwekerij wordt verwezen naar meer gespecialiseerde literatuur.

Dit cursusdeel wordt opgesplitst in twee grote delen. Een eerste deel handelt over de abiotische factoren (weersinvloeden, gebreksverschijnselen, brand en luchtverontreiniging). In het tweede deel komen hogere planten, insecten, schimmels, bacteriën, virussen, vogels, zoogdieren en schade door menselijke activiteiten aan bod. Tot slot volgt een bijdrage over wettelijke bepalingen en bestrijdingsmiddelen.

1. ABIOTISCHE FACTOREN

1.1. Weersinvloeden

1.1.1. Wind en storm

De negatieve invloed van de wind op het boscysteem kan onder verschillende vormen optreden.

Reeds bij vrij lage windsnelheden kunnen, vooral onder invloed van droge wind uit het oosten of noordoosten, groeistoringen ontstaan door uitdroging van de bodem en plantendelen. In dit geval spreekt men van windschade.

Bij hoge windsnelheden ontstaat acute, mechanische beschadiging wanneer bomen ontworteld (windworp; fig. 1) of afgebroken worden (windbreuk). In dit geval is er sprake van stormschade.

De blootstelling aan wind is het grootst op kaalvlakten, aan bestandsranden, in kust- en duingebieden. Op droge en arme standplaatsen zijn de gevolgen van windinwerking het vlugst merkbaar.

Langdurig aanhoudende wind voert de vochtige lucht af en verhoogt de transpiratie van bomen. Soms worden fijne, vruchtbare bodemdeeltjes en strooisel weggeblazen, waardoor bodemverarming en -verharding optreedt. Door de droogte verdwijnen ook typische bodemorganismen die zorgen voor een goede strooiselafbraak.

Verhoogde transpiratie en fysiologische storingen kunnen er voor zorgen dat jonge scheuten verdrogen en afsterven, waardoor de hoogtegroeier afgeremd wordt, groeiomvormingen ontstaan en de aanwas afneemt. De verzwakte bomen worden gevoeliger voor aantastingen door schimmels en insecten. In gebieden met constante windinwerking groeien bomen scheef en ontstaan afgeplatte, asymmetrische boomkronen. Ook het wortelstelsel ontwikkelt zich asymmetrisch. Er worden excentrische jaarringen gevormd waardoor de houtkwaliteit daalt.

Aan de kust en in duingebieden kan met de zeewind aangevoerd zout inwerken op bladeren en naalden.

Vooral Beuk en Douglas en in mindere mate Grove den, lork, berk en Gewone es zijn gevoelig voor wind.

Preventieve maatregelen zijn er vooral op gericht de windsnelheid in de bestanden te verminderen:

- bevorderen van de verticale bestandssluiting
- sluiten van de bestandsrand: behoud of aanleg van een struikvegetatie aan de bestandsrand, tevens interessant voor heel wat planten- en diersoorten
- aanleg van een windsingel met minder windgevoelige soorten (eik, els)

Bij **stormschade** wordt een onderscheid gemaakt in:

- windworp: ontworteling van bomen
- windbreuk: breken van stam, kroontop of takken (fig. 2)
- scheefstand van bomen
- ontbladering van takken en twijgen door wrijving met naburige boomkronen (vb. 'vegen' van berkentwijgen)
- mechanische beschadiging van bladeren en naalden door met de wind meegevoerde zandkorrels (vooral in kust- en duingebieden)

Schimmels en insecten kunnen verzwakte bomen infecteren (secundaire schade).

De impact van een storm wordt bepaald door:

- de **aard van de storm**: De windkracht en de duur van de storm zijn de belangrijkste factoren. De gevaarlijkste stormen in West-Europa komen uit noordwestelijke richting.

- de **boomsoort**: Naaldbomen zijn gevoeliger aangezien zware stormen voornamelijk tijdens de herfst- en winterperiode voorkomen en de kronen een groter aangrijpingsoppervlak vormen dan de onbebladerde kronen van loofbomen. Het wortelstelsel en de fysische eigenschappen van het hout spelen eveneens een rol. Diepwortelende soorten (penwortelaars) en soorten met een hoge breuksterkte zijn resistenter dan oppervlakkig wortelende soorten (vlakwortelaars) en boomsoorten met een lage breuksterkte.

- de **standplaats**: Factoren die de beworteling beperken zoals harde, ondoordringbare bodemlagen en een permanent hoge grondwaterstand verhogen het risico.

- het **bestand** en het **beheer**: Het voorkomen van gaten in het bestand of de aanwezigheid van kaalvlakten vergroten het risico. Plotse, sterke dunningen verhogen het gevaar voor windworp en -breuk voor de overblijvende bomen. Gelijkjarige, homogene bestanden maken meer kans op stormschade. Bomen in dichte bestanden hebben een ongunstige verhouding tussen boomhoogte (h) en stamdiameter (d). Hoge bomen en bomen met een dunne stam hebben een hoge h/d-verhouding. Het zwaartepunt ligt hoger waardoor deze bomen stormgevoeliger zijn.

- **leeftijd** van de bomen: Oudere bomen zijn minder elastisch, hebben een hoger zwaartepunt en zijn dus windgevoeliger dan jonge bomen

- **gezondheidstoestand** van de bomen: Bomen die aangetast zijn door schimmels of insecten die wortel- of houtrot veroorzaken, zijn gevoeliger voor windworp of -breuk.

Bijvoorbeeld bomen aangetast door Honingzwam, Rondziekte (*Fomes annosus*), Wilgenhoutrups, Populierenboktor, Letterzetter, Dennenlotrups,...

Zoals uit voorgaande blijkt, wordt de weerstand tegen stormwind door talloze factoren beïnvloed.

Onderstaande lijst geeft dan ook slechts een algemene indicatie van de gevoeligheid van enkele belangrijke boomsoorten.

- zeer gevoelige soorten: Beuk, Fijnspar, Douglas
- gevoelige soorten: Grove den, berk, populier
- weinig gevoelige soorten: eik, els, es, Haagbeuk, linde, Trilpopulier, esdoorn, lork

Grove den is diepwortelend maar vrij gevoelig voor tak- en stambreuk.

Hoewel zware stormen ook in beuken- en populierenbossen veel windval en windbreuk kunnen veroorzaken, is de kans groter in naaldbossen:

- loofbomen bezitten de natuurlijke eigenschap een grotere resistentie te bieden
- stormen treden veelal op tijdens de winter, wanneer de loofbomen kaal zijn
- naaldbossen situeren zich dikwijls op ongunstige standplaatsen (ondiepe, arme bodems)
- de bestandsopbouw is meestal ongunstig (gelijkjarig, homogeen, dichte bestanden, lang gesloten)
- de aanleg van sommige naaldbossen gebeurde vooral vroeger met exoten, die minder aan de lokale omstandigheden aangepast zijn (vb. Fijnspar in Vlaanderen)

Maatregelen ter vermindering van het gevaar voor windval zijn vooral gericht op een goede verankering van de wortels en een evenwichtige kroonontwikkeling van de bomen. Het gebruik van inheemse en standplaatsgeschikte boomsoorten vormt hierbij een eerste noodzakelijke voorwaarde.

Het wijzigen van de standplaatseigenschappen in functie van de boomsoort is een praktijk die vermeden moet worden. Op vochtige standplaatsen werd vroeger ontwaterd door aanleg van greppels. Dit gebeurde om de boomgroei te bevorderen en stormschade te beperken. Dergelijke maatregelen zijn duur en ecologisch onverantwoord. Een aangepaste boomsoort zorgt er voor dat de waterhuishouding niet verstoord moet worden. Op plaatsen waar bomen moeilijk groeien, kunnen ook open plaatsen gecreëerd worden of kan men spontane bebossing afwachten.

Op extreme standplaatsen zijn natuurlijke zaailingen resistenter aan droogte en wind in vergelijking met bosplantsoen. Het wortelstelsel ontwikkelt zich op de natuurlijke standplaats, waarbij de groei en de verankering bevorderd wordt. In de kwekerij wordt het wortelstelsel van plantsoen meermaals afgesneden. Dit belemmert de groei van diepgaande wortels.

Bij aanplantingen wordt best met ruim plantverband gewerkt (plantafstand minstens 1,5 x 1 m). Vroegtijdige en regelmatige dunningen zijn noodzakelijk voor een goede wortel- en kroonontwikkeling. Vroeg, matig en regelmatig dunnen verdient de voorkeur. Te sterke dunningen verhogen het gevaar op stormschade. Kaalkap moet vermeden worden. Ook bij schermslag is er meer kans op windval. Groepsgewijze verjonging op kleine schaal en in een mozaïekpatroon (femelslag) en uitkapbos (plenterkap) bieden het meest weerstand aan storm.

Op windgevoelige plaatsen kan een beschermende windsingel (30 m breed) met windresistente boomsoorten aangelegd worden. In deze windsingels wordt vroegtijdig en krachtig gedund, zodat de bomen zich vroeg aan de windinwerking kunnen aanpassen en diepe kronen ontwikkelen (laag zwaartepunt). De aanwezigheid van een struiklaag verhoogt

de efficiëntie. De beschermende windsingel mag niet al te dicht gesloten worden, want dan kunnen de luchtmassa's omhooggestuwd worden en door turbulenties het achterliggend bestand beschadigen.

Verticale kroonsluiting en het gebruik van een lange verjongingsperiode bij natuurlijke verjonging (bevorderen van ongelijkjarigheid en ongelijkvormigheid) verminderen het gevaar voor stormschade. Bij groepsgewijze kapping moet de verjonging gefaseerd gebeuren en tegen de heersende windrichting in (dus beginnend van O naar W of van NO naar ZW).

Ondanks alle voorzorgsmaatregelen zal stormschade blijven voorkomen. De bomen die door windval of windbreuk getroffen worden, kunnen best niet allemaal geëxploiteerd worden. Omwille van de natuurwaarde van dood hout ('dood hout brengt leven in het bos') is het belangrijk een aandeel liggend en staand dood hout in het bos te laten. De exploitatie van windval wordt trouwens dikwijls bemoeilijkt en de houtkwaliteit is bij windbreuk laag. Bovendien is het houtaanbod na stormperiodes zo groot dat de houtprijs daalt. In fijnsparbossen kan de hoge hoeveelheid vers dood hout na storm aanleiding geven tot verhoogde populaties schorskevers, die de overblijvende fijnsparren mogelijk aantasten. Een volume dood hout van 4% van het totale bestandsvolume wordt in de criteria voor duurzaam bosbeheer als wenselijk beschouwd. Deze criteria voor duurzaam bosbeheer werden in 1998 door de Vlaamse overheid (MINA-raad) opgesteld.

1.1.2. Vorst

Vorstverschijnselen worden veroorzaakt door koude, veelal polaire, luchtstromingen over grote gebieden tijdens de winter (wintervorst) of door sterke uitstraling gedurende de nacht, bij heldere hemel en windstilte (stralings- of nachtvorst). Bij **nachtvorst** wordt onderscheid gemaakt tussen

- najaarsvorst of vroege nachtvorst
- voorjaarsvorst of late nachtvorst

Wintervorst zorgt in onze streken zelden voor beschadiging op grote schaal. Tijdens zeer strenge en langdurige winters kan bij jonge boompjes schade aan cambium en wortels ontstaan, waardoor plantendelen of de volledige plant afsterven. Bij naaldbomen kan verkleuring en naaldverlies optreden door inwerking van wintervorst. Dit is het gevolg van droogte omdat bij zonnige vorstdagen de verdamping voortgezet wordt en de wateropname stilvalt. Een overwegend droge oostenwind versterkt het effect.

Door spanningen in de stam (kern en buitenste houtlagen krimpen verschillend) kunnen **vorstscheuren** ontstaan, uitgaande van de bast naar de binnenste houtlagen. Dit openbarsten gebeurt vaak met een luide knal. De boom reageert door vorming van wondweefsel, dat de vorstscheur overgroeit. De vorstscheur barst in volgende winterperiodes echter gemakkelijk terug open. Door herhaalde overwalling met wondweefsel ontstaan typische vorstlijsten op de stam. De boomgroei lijdt hier nauwelijks onder, maar het hout daalt sterk in waarde. Bovendien verdwijnt door het scheuren van de schors de natuurlijke bescherming tegen schimmels en insecten.

Op vochtige standplaatsen is het gevaar voor het ontstaan van vorstscheuren groter dan op droge standplaatsen. In onze streken zijn vooral eik en populier gevoelig (fig. 3). Een struiketage vermindert de temperatuurschommelingen om en in de stam, waardoor het gevaar voor vorstscheuren afneemt.

Door bevroering van het bodemwater kan de oppervlakkige bodemlaag uitzetten en jonge planten mee omhoog duwen. Als de wortels nog vastzitten in dieper gelegen lagen leidt dit tot wortelbeschadiging. Bij dooi zakt de bodem weer. De jonge planten zakken echter niet

maar komen los te staan of vallen om. In de kwekerij kan dit risico verminderd worden door ontwatering, aanleg van verhoogde bedden (droger) en bedekking met mos of bladeren. Omhoog geduwde planten moeten terug aangedrukt worden.

Niet-inheemse boomsoorten, die niet volledig aangepast zijn aan de heersende klimaatsomstandigheden, lopen meer risico voor beschadiging bij vorst, direct of indirect door verzwakking en verhoogde gevoeligheid voor aantastingen.

De herkomst van de boomsoort, ook bij inheemse soorten, bepaalt in sterke mate de vorstgevoeligheid. Herkomsten uit warmere streken hebben vooral te lijden van najaars- en wintervorst, daar de geringere zomerwarmte het afsluiten van de groeiperiode vertraagt. Herkomsten uit koudere gebieden daarentegen worden voornamelijk bedreigd door voorjaarsvorst, omdat het relatief warmere voorjaar de bomen sneller doet uitlopen.

Late nachtvorst in het voorjaar (tot einde mei) tast voornamelijk jonge, frisse scheuten, bladeren en bloesems aan (fig. 4). Bij stralingsvorst is de temperatuur het laagst vlak boven de bodem en de zone waarin de planten beschadigd zijn, is soms messcherp afgelijnd. Jonge bomen zijn dan ook het vaakst getroffen door late nachtvorst. De bevroren plantendelen hangen slap en verdorren. De getroffen bomen vormen meestal nieuwe scheuten en bladeren, maar dit kost uiteraard veel energie, met aanwasverliezen en geen (bij beschadiging van de bloemen) of verminderde vruchtzetting tot gevolg. Sterk getroffen bomen vormen duidelijk smallere jaarringen. Bij herhaalde ernstige beschadiging ontstaat groeimisvorming of kreupelgroei. Bij es ontstaan vaak dubbele toppen na het vervriezen van de eindscheut door voorjaarsvorst.

Vroege nachtvorst in het najaar is minder ernstig dan voorjaarsnachtvorst. Het meest frequente gevolg is vroegtijdig bladverlies.

Onder bepaalde omstandigheden wordt het groeiseizoen van bomen later afgesloten dan normaal, zodat het verhouten van de nieuwe scheuten (het zogenaamde 'afrijpen') nog niet beëindigd is op het moment dat de eerste nachtvorst inzet. De onvolledig verhoude scheuten kunnen hierdoor beschadigd worden en afsterven.

Dit verschijnsel is bekend bij de Johannesscheuten van inlandse eik, vooral als na het uitlopen van deze tweede groeischeut in juni een koele periode volgt, waardoor het afrijpen trager verloopt. Kaalvraat door insecten in het voorjaar, waardoor nieuwe scheuten moeten gevormd worden of een warme nazomer kunnen hetzelfde resultaat hebben.

De **vorstgevoeligheid** is afhankelijk van de boomsoort:

Schaduwboomsoorten zijn normaal gezien gevoeliger dan lichtboomsoorten. Pionierboomsoorten zijn beter aangepast aan extreme omstandigheden zoals vorst.

- zeer gevoelig voor late nachtvorst: Beuk, eik, es, Tamme kastanje
- gevoelig voor late nachtvorst: esdoorn, linde, lork
- weinig gevoelig voor late nachtvorst: Haagbeuk, els, berk, Grove den
- zeer gevoelig voor vroege nacht- en wintervorst: Tamme kastanje, Walnoot (zuidelijke afkomst)
- weinig gevoelig voor vroege nacht- en wintervorst: berk, els, Trilpopulier, Haagbeuk, linde, esdoorn, lork, Grove den

Door rekening te houden met een aantal factoren die het vorst risico meebepalen, kunnen beschermende maatregelen op vorstgevoelige plaatsen genomen worden.

Op plaatsen waar koude lucht zich kan verzamelen, zoals depressies in het terrein ('vorstgaten'), open plaatsen in het bestand en bestandsranden bestaat een verhoogd vorst risico. Sterk vorstgevoelige plaatsen worden best met vorstresistente soorten bebost of

helemaal niet beplant. Bij aanplanting moet plantsoen gebruikt worden van een nabije herkomst of autochtoon materiaal. Kaalkap is ondermeer omwille van het vorstgevaar te vermijden (stralingsvorst). Het behouden of aanleggen van een boven- of zijscherm biedt extra bescherming. Vochtige standplaatsen lopen meestal groter gevaar (warmteverlies door verdamping), evenals plaatsen met een dichte gras- en kruidvegetatie. De vegetatie verhindert de opwarming van de bodem en doet door verdamping en uitstraling de temperatuur van de luchtlagen boven het bodemoppervlak dalen. Omwille van het vorstgevaar kan bij aanplanting de plantspiegel vrijgehouden worden, bijvoorbeeld door de vegetatie te maaien. Ook voor het onderdrukken van voedsel- en lichtconcurrentie, sneeuwdruk en droogteschade is deze maatregel aangewezen. Een gesloten grasmat kan voorafgaand aan een beplanting beter gescheurd worden.

1.1.3. Hitte en zon

Zonnestraling kan schade aan bomen tot gevolg hebben door verhoging van de temperatuur boven een voor de plant kritische grens en door het veroorzaken van schorsbrand en zonnescheuren.

In principe zijn enkel kiemplanten en zeer jonge boompjes gevoelig voor hoge temperaturen. De kritische temperatuurgrens schommelt tussen 45 en 55°C. Dergelijke temperaturen kunnen bereikt worden door zonnestraling op voornamelijk donkere, humushoudende of veenachtige bodems, die veel warmte absorberen. In droge, losse bodems bestaat eveneens een verhoogd risico door de slechte warmteafvoer. Het gevolg is verbranding van de wortelhals en omvallen van de kiemplanten (gelijkaardig symptoom bij schimmelaantasting).

Een bedekking met grassen en kruiden vermindert het risico van oververhitting maar verhoogt het gevaar voor optreden van droogtestress.

Schorsbrand ontstaat na oververhitting en sterfte van het cambium door directe zonnestraling op de stam (fig. 5). De schors scheurt open en plaatselijk verliest de boom stukken schors. De ontstane wonden overgroeien soms gedeeltelijk met wondweefsel. De boom kan overleven maar via de wondplekken kunnen infecties door schimmels, insecten, bacteriën, ... optreden. Schorsbrand komt bijna uitsluitend bij boomsoorten met een dunne, gladde schors voor. Het frequentst wordt schorsbrand bij beuk waargenomen maar het kan ook bij fijnspar voorkomen. Het verschijnsel treedt op aan de zuidelijke of westelijke zijde van de stam en ontstaat vooral in het onderste stamgedeelte, dat niet door bladeren beschaduwd wordt. Het gevaar voor schorsbrand is groot na plotse vrijstelling van bomen die voor de kapping in gesloten bestanden opgroeiden. Ook het opsnoeien van bomen of bladverlies gedurende droge periodes verhoogt het risico.

In bestanden met gevoelige boomsoorten moet hiermee rekening gehouden worden. Plotselinge vrijstelling moet vermeden worden. Waardevolle bomen die na kapping van omringende bomen een verhoogd risico lopen kunnen ingesmeerd worden met een kalk- of leembrij. Aangetaste bomen worden best niet gekapt, aangezien de omliggende bomen na de kapping ook door schorsbrand getroffen kunnen worden.

In de late winter of in het vroege voorjaar kunnen door rechtstreekse zonnestraling op de stam grote temperatuurverschillen optreden tussen de binnenste en buitenste houtlagen. Door de spanningen, die hiervan het gevolg zijn, kunnen zogenaamde zonnescheuren ontstaan in schors en hout. Het verschijnsel komt vooral voor bij Beuk en eik.

1.1.4. Droogte

Als het water dat de boom verliest door transpiratie niet tijdig aangevuld kan worden uit de bodem via de wortels, ontstaan droogteverschijnselen (fig. 6). Het risico is het grootst in warme, droge periodes tijdens de zomer of bij droge oosten- of noordoostenwind in het voorjaar, samen met weinig neerslag en geringe luchtvochtigheid. Vooral jonge planten zijn gevoelig omdat hun wortelstelsel zich beperkt tot de vlug uitdrogende, oppervlakkige bodemlaag. Grassen en kruiden verhogen door extra verdamping en vochtconcurrentie in aanplantingen en natuurlijke verjongingen het gevaar voor droogtestress. Bij langdurige droogte sterven kiemplanten en jonge boompjes af. In zeer droge periodes kunnen ook volwassen bomen droogteverschijnselen vertonen. De gevolgen van langdurige, droge zomerperiodes kunnen nog één of meerdere jaren later tot uiting komen. De verzwakte bomen worden ook gevoeliger voor aantastingen.

Afhankelijk van intensiteit en duur van de droogte treden volgende symptomen op: verwelking, verkleuring, vroegtijdig blad- of naaldverlies, scheutsterfte, verdroging van de kroontop, verminderde vruchtzetting en voortijdig afvallen van de zaden.

Maatregelen om het gevaar voor droogteschade te beperken, bieden uiteraard slechts een relatieve bescherming:

- boomsoortenkeuze
- dunningen (verminderen de opvang van regenwater door de kroon en de verdamping)
- maaien van gras- en kruidvegetatie in jonge aanplantingen (plantspiegel), scheuren van grasmat bij bosaanleg
- beschutting door windsingels, zij- of bovenscherm
- tegengaan van strooiselroof
- bij aanplantingen: in het najaar of in het vroege voorjaar planten

De **droogtegevoeligheid** is tevens afhankelijk van de boomsoort. Vlakwortelaars lijden vlugger aan droogte dan diepwortelende soorten. Bomen die vochtige standplaatsen vereisen, vertonen vlugger droogteverschijnselen.

- zeer gevoelig: Beuk, populier, es, Zwarte els, wilg
- gevoelig: berk, linde, lijsterbes, inlandse eik, esdoorn, lork, Trilpopulier, Haagbeuk, linde
- minder gevoelig: Grove den, abeel

Verdroging van natuurgebieden door verstoring van de waterhuishouding leidt tot het wijzigen van vegetaties. De grondwaterstand moet daarom op een zo natuurlijk mogelijk peil behouden worden. Het afsluiten van grachten om drainage te voorkomen zorgt vooral voor een verhoogde toevoer van (zuur) regenwater en is geen goede natuurbeheermaatregel. Beter kan het ruimen van de bestaande grachten afgebouwd worden, zodat in verdroogde gebieden de grondwatertafel geleidelijk verhoogt en drainage toch nog mogelijk blijft. Kokers en duikers onder wegen moeten steeds vrijgehouden worden. Omvorming van niet-geschikte bostypen op vochtige plaatsen en het herstel van het natuurlijk verloop van beken moet overwogen worden.

1.1.5. Neerslag

1.1.5.1. Regen

Slagregens kunnen jonge planten en kwetsbare delen (bladeren, bloemen, vruchten) beschadigen. Strooisel, fijne bodemdeeltjes en zaden kunnen weggespoeld worden. Veel neerslag beïnvloedt de verankering van de bomen ongunstig, waardoor het gevaar voor windworp toeneemt.

Een te hoge aanvoer van water bemoeilijkt de ademhaling van de wortels waardoor sterfte kan optreden. Veel boomsoorten verdragen geen stilstaand water. Soorten van broekbossen (wilg, els) gedijen goed bij hoge waterstand. Ooibossen worden gekenmerkt door regelmatige overstromingen. In zachthoutooibossen (wilg, zwarte populier) zijn de overstromingen regelmatig en langduriger dan in hardhoutooibossen (vb. es, olm, esdoorn, Zomereik, els, populier). Soorten als berk en beuk zijn gevoelig voor hoge waterstanden.

1.1.5.2. Sneeuw

Sneeuw vormt enerzijds een goede bescherming tegen vorst en uitdroging, anderzijds heeft sneeuw ook ongewenste gevolgen.

Wanneer sneeuw langdurig de bodem bedekt, kan er toename van vraat aan jonge boompjes optreden.

Overmatige belasting van het kronendak met een sneeuwlaag leidt tot het ombuigen of neerdrukken van bomen (sneeuwdruk) en tot breuk van kroontoppen, takken of stammen (sneeuwbreuk).

Sneeuwschade komt het meest voor bij natte, plakkerige sneeuw en windstilte. Het gevaar voor sneeuwdruk is het grootst in de jongere bestanden, sneeuwbreuk komt meer voor in oudere bestanden (fig. 7).

Planten zoals adelaarsvaren en braam kunnen onder het gewicht van een sneeuwlaag doorbuigen en op die manier jonge boompjes neerdrukken.

Door hun groter draagoppervlak lopen wintergroene naaldboomsoorten meer risico dan bladverliezende boomsoorten. Bomen met brede, afgeplatte kronen maken meer kans op sneeuwbreuk dan bomen met slanke kronen.

Bij de naaldboomsoorten zijn den en Fijnspar gevoelig, bij de loofboomsoorten voornamelijk Beuk en berk.

Preventieve maatregelen bestaan vooral uit tijdige en regelmatige dunningen, verticale kroonsluiting en het vrijstellen van jonge beplantingen.

1.1.5.3. Hagel

Hagel kan kwetsbare delen van bomen zoals jonge scheuten, bladeren, bloemen en vruchten beschadigen.

Geringere vruchtzetting en verminderde groei zijn mogelijke gevolgen. Langs de ontstane wonden kunnen gemakkelijker infecties ontstaan.

1.1.5.4. IJzel en rijm

Rijm ontstaat als onderkoelde nevel zich afzet op bladeren en twijgen onder de vorm van ijskristallen. IJzel ontstaat als onderkoelde regen aanvriest op twijgen, naalden en bladeren. Hierdoor verzwaren kroon en takken, wat bij overmatige belasting tot breuk kan leiden. De schade is meestal plaatselijk.

1.1.5.5. Bliksem

De symptomen van blikseminslag variëren van kleine scheuren in de schors tot het volledig opensplijten van boomstammen. De scheuren zijn niet breed maar meterslang en lopen spiraalsgewijs van boven tot onder aan de boom (fig. 8). Alleenstaande bomen en bomen die hoog boven het kronendak uitsteken worden gemakkelijker getroffen. Eik, populier, es en

dennensoorten zijn gevoeliger dan Beuk, berk, esdoorn of Haagbeuk. Het vochtgehalte in de boom bepaalt in grote mate de kans op bliksemschade.

Het gezegde 'Eichen soll man weichen, Buchen soll man suchen', met betrekking tot het schuilen onder bomen, vindt zijn oorsprong in het feit dat bij onweer de natte schors van beuken de elektrische lading van de bliksem beter naar de bodem afleidt. Het ontstaan van bosbranden door blikseminslag is vooral in Noord-Amerika en Australië bekend.

Door bliksem getroffen bomen worden beter in het bos gelaten. De houtwaarde is zeer gering en de natuurwaarde van staand dood hout is groot.

1.2. Voedingstoestand

Bomen kunnen soms abnormale verschijnselen vertonen zoals:

- slechte groei
- kleine bladeren of korte naalden
- afwijkende bladstand of bladkleur
- groeimisvormingen

Deze symptomen kunnen veroorzaakt worden door een tekort aan bepaalde voedingsstoffen. Deze gebreksverschijnselen kunnen het gevolg zijn van:

- voedingsstoffentekort in de bodem
- een te beperkte beschikbaarheid van de aanwezige voedingselementen
- een verstoorde voedingsstoffenbalans in de plant

Ongunstige fysische bodemomstandigheden, zoals bodemverdichting, die de groei van het wortelstelsel belemmert, een geringe waterdoorlaatbaarheid of een te beperkte doorwortelbare ruimte (voorkomen van een harde laag op geringe diepte) kunnen rechtstreeks aan de basis liggen van gebreksverschijnselen.

Het visueel herkennen van gebreksverschijnselen is niet eenvoudig. Nagenoeg analoge symptomen kunnen soms door zeer uiteenlopende factoren veroorzaakt worden.

Uitsluitend bekamt men slechts door een chemische analyse van de bladeren of naalden, waarbij verondersteld wordt dat het gehalte in de bladeren een weerspiegeling is van de beschikbare hoeveelheden van de voedingselementen in de wortelzone.

Bij de interpretatie van de gegevens moet rekening gehouden worden met de bodemgesteldheid, waterhuishouding, voorgeschiedenis van het bestand,... Extra chemische analyses van de bodem kunnen belangrijke bijkomende informatie verschaffen.

Afhankelijk van het element dat in te lage hoeveelheden beschikbaar is, kunnen gebreksverschijnselen eerst tot uiting komen aan de jongste, in andere gevallen aan de oudere bladeren of naalden. Hieronder worden enkele voorbeelden van gebreksverschijnselen kort besproken. Voor een volledig overzicht wordt verwezen naar gespecialiseerde literatuur.

1.2.1. Kaliumgebrek

Kalium is een belangrijk element voor het transport van plantaardige stoffen en de weerstand tegen ziekte en koude. Kaliumgebrek heeft een negatieve invloed op vorst- en droogteresistentie.

Bij kaliumgebrek is er altijd een geremde groei. Bij hoge stikstofconcentraties treden kaliumgebreksverschijnselen vlugger op, waardoor er ook verhoogde kans op droogte- en vorstschade is.

Kaliumgebrek geeft bij naaldboomsoorten aanvankelijk aanleiding tot een gele, later bruinachtige verkleuring, uitgaande van de naaldtoppen. De naaldbasis blijft vaak groen. Er is steeds een geleidelijke overgang van geelgroen naar groen. De symptomen worden meestal eerst aan de oudere naalden zichtbaar. Later vertonen ook de jonge naalden gebreksverschijnselen. Kaliumgebrek veroorzaakt geen kleinere naalden.

Bij loofboomsoorten krijgen de bladeren een gele rand, die na verloop van tijd bruin verkleurt en afsterft (bladrandnecrose). De necrose zet zich tussen de bladnerven voort. In een gevorderd stadium volgt verbruining en inrollen van de bladeren.

De symptomen treden eerst op aan oudere, later aan jongere bladeren. De bladeren ontwikkelen meestal normaal wat de grootte betreft.

1.2.2. Magnesiumgebrek

Magnesiumtekort is vaak moeilijk te onderscheiden van kaliumgebrek. Magnesiumgebrek geeft bij Grove den aanleiding tot een intense goudgele, later roodbruine verkleuring, uitgaande van de naaldtoppen (fig. 9). De grens met de groene naaldbasis is, in tegenstelling tot kaliumgebrek, scherp afgeijnd. Magnesiumgebrek treedt bij oudere bomen overwegend het eerst op bij de oudere naalden.

Bij Zomereik en Beuk ontstaat eerst vergeling tussen de nerven, uitgaande van het bladmidden. Later ontstaan bruine vlekken tussen de nerven. De hoofdbladaders blijven donkergroen. De symptomen uiteten zich eerst aan de oudere bladeren, binnenin de kroon en onderaan de scheuten. Er kan ook vroegtijdige bladval voorkomen.

1.2.3. Fosforgebrek

Fosfor is een belangrijk element voor de wortelgroei. Kenmerkend voor fosforgebrek is de donkere, vaalgroene verkleuring van naalden. Bij ernstig gebrek ontstaat bronsgroene verkleuring die overgaat naar bruinviolet. Er kunnen ook necrosen op de oudere naalden voorkomen. De groei is slecht en de bladeren of naalden blijven klein.

Bij Zomereik is het blad onregelmatig groengeel gevlekt, hetgeen fosforgebrek onderscheidt van stikstofgebrek (gelijkmatige geelgroene verkleuring), kaliumgebrek (geelverkleuring van de bladrand) en magnesiumgebrek (groengele plekken tussen de hoofdlijfnerven, vanaf de bladrand tot de hoofdnerf). Stengels, bladstelen en nerven kunnen rood tot paars verkleuren.

1.2.4. Calciumgebrek

Calcium is belangrijk omwille van de zuurneutraliserende werking. Calcium verstevigt tevens de celwanden.

Bij dennen met een tekort aan calcium zijn de punten van de jongste naalden aan de top van de scheut helder geel tot bruin gekleurd, terwijl de basis van de naalden groen blijft. De naaldpunten kunnen daarbij necrotisch zijn. De overgang van het gele naar het groene gedeelte is tamelijk scherp. De gele naalden zijn vaak kleiner dan de overige naalden. Dit calciumgebrek verschilt van kaliumgebrek (lichtgele punten bij de jongste naalden) of magnesiumgebrek (helder gele punten bij de oudere naalden). In extreme gevallen ontstaat scheut- en topsterfte.

Bij loofbomen ontstaat bladvergeling aan de jongste bladeren en wordt de bladstand ijler. De bladranden kunnen misvormd zijn.

1.2.5. Stikstof: van gebrek tot overmaat

Stikstof is het voornaamste voedingselement voor de plantengroei. Het is essentieel voor de opbouw van eiwitten. Lignine, een bouwsteen voor hout, bestaat voornamelijk uit stikstof. Stikstofgebrek leidt dan ook tot sterke groeivermindering. De symptomen zijn meestal in de gehele boomkroon zichtbaar.

Er grijpt een egale, lichtgroene tot gele verkleuring van bladeren (inclusief nerven) of naalden plaats, die kleiner zijn dan normaal. Bij loofboomsoorten geeft stikstofgebrek soms aanleiding tot een geelrode tot paarse verkleuring, door vorming van anthocyaan.

Stikstofgebrek komt in tegenstelling tot vroeger zelden of nooit voor. De oorzaak ligt niet alleen bij het aan banden leggen van strooiselroof in bossen. Vooral de verhoogde aanvoer via de lucht zorgt dat stikstof meestal op zijn minst in optimale concentraties voorkomt. Hetzelfde geldt trouwens voor het element zwavel.

Hoge stikstofgehalten kunnen via uiteenlopende processen negatief inwerken op bossen en natuurgebieden (zie ook bij "2.4. Luchtverontreiniging")

bodemverzuring

Stikstofoxiden en ammoniak vormen na uitstoot nieuwe verbindingen in de lucht. Wanneer deze opnieuw afgezet worden (depositie) werken beide verzurend. Stikstofoxiden worden omgezet tot salpeterzuur en ammonium wordt in de bodem omgezet tot nitraat. Bij dit proces treedt ook bodemverzuring op.

voedingsstoornissen

Door een teveel aan stikstof kunnen voedingsonevenwichten ontstaan. Door een overopname aan ammonium kan het gebeuren dat kalium, calcium en magnesium te weinig opgenomen worden. Vooral op plaatsen waar de bodem weinig van deze elementen bevat, treden tekorten op.

mycorrhizen

Mycorrhizerende schimmels leven in symbiose met de wortels van bomen (fig. 10). Dankzij deze samenwerking zijn bomen in staat om meer bodemvocht op te nemen. De meeste van deze 'zwamwortels' verdragen weinig bodemverzuring en toevoer van stikstof. Door het afsterven van de mycorrhizen verdwijnt ook een deel van de mogelijkheid tot water- en mineralenopname van de boom. Dit leidt tot voedingsstoffentekort en droogtestress.

vorst, droogte, schimmelaantasting

Niet alleen het afsterven van mycorrhizen veroorzaakt droogtestress. Door de stikstofaanrijking is er een vluigere groei en wordt er meer water verdampt. Bovendien blijkt stikstofaanrijking bomen minder resistent aan vorst en schimmelaantasting te maken.

vegetatiewijziging

Verhoogde inbreng van stikstof laat zich dikwijls het eerst zien aan een veranderende plantengroei. Zeldzame voedselarme vegetatietypes verdwijnen. Pijpenstrootje en stekelvaren worden dominant op arme standplaatsen. Op rijkere plaatsen overwoekeren soorten als kleefkruid, braam,... Het is niet mogelijk om de toename van deze soorten toe te

schrijven aan één enkele factor: zowel natuurlijke successie, veranderend bosbeheer (minder strooiselroof, meer dood hout,...) als depositie spelen een rol.

1.2.6. Overmaatverschijnselen bij andere elementen

1.2.6.1. Zware metalen

Een aantal bos- en natuurgebieden zijn ontstaan op voormalige industriële gronden of stortterreinen. Dikwijls is er op dergelijke plaatsen sprake van historische bodemverontreiniging. Tal van sporenelementen (dit zijn elementen die van nature belangrijk kunnen zijn voor planten maar steeds in geringe mate opgenomen worden) kunnen er lokaal in hoge concentraties voorkomen. Een aantal zware metalen zijn niet essentieel voor de planten en kunnen reeds bij lage hoeveelheid toxisch zijn. Vooral op arme bodems kan dit de ontwikkeling van de vegetatie verhinderen. Op voormalige baggerslibgronden komen zware metalen (bv. zink, cadmium) dikwijls in hoge concentraties voor. Deze elementen worden door de bomen in verhoogde mate opgenomen. Door de hoge concentratie aan voedingsstoffen ontstaan geen onevenwichten en worden overmaatverschijnselen zelden waargenomen.

1.2.6.2. Zoutschade

Bomen langs wegen kunnen een overmatige dosis chloriden opnemen. Deze zijn afkomstig van de hoge concentraties zouten die 's winters op de wegen gestrooid worden.

Maar ook in gebieden waar het grondwater door de zee wordt beïnvloed, kunnen zouten inwerken op de boomgroei.

Bij te hoge zoutconcentratie gaan de bladranden verdorren en inkrullen. Dit kan reeds in de loop van de zomer en vooral in het vroege najaar. De grens tussen de dorre en groene gedeelten van het blad is meestal scherp afgelijnd. Een gele rand ontbreekt meestal.

1.3. Brand

Brand vormt in vele streken ongetwijfeld één van de meest vernietigende en grootschalige bedreigingen voor bos en natuur. Dit geldt zeker voor gebieden als Australië, Noord-Amerika of de landen rond de Middellandse Zee, waar jaarlijks enorme oppervlakten door brand getroffen worden.

De belangrijkste oorzaken van natuurbranden zijn:

- recreatie: brandende sigarettenpeuken, barbecue, kampvuur, met vuur spelende kinderen, ...
- pyromanie of brandstichting
- gebruik van vuur voor landbouwkundige (afstoken van grassen) of bosbouwkundige werken of bij natuurbeheer
- militaire oefeningen

Zelden zijn blikseminslag, wegspringende vonken van treinstellen,... de oorzaak van brand. Natuurlijke bosbranden, ontstaan na blikseminslag, komen wel voor in Noord-Amerika. Bosbranden zijn er in bepaalde bostypes een drijvende kracht bij de verjonging en het voortbestaan van het ecosysteem.

Vroeger werden in Vlaanderen heidegebieden afgebrand om de vegetatie te verjongen. Omwille van veiligheid, milieubelasting en verlies aan biodiversiteit wordt deze vorm van natuurbeheer niet meer uitgevoerd.

Het **brandgevaar** is het grootst tijdens de maanden **maart, april en mei**:

- de vegetatie is nog dor (pijpenstrootje, adelaarsvaren,...)
- de neerslaghoeveelheden en de luchtvochtigheid kunnen zeer gering zijn
- regelmatig is er een droge wind uit het oosten of noordoosten

Tijdens de zomermaanden is het brandgevaar kleiner, doch droogteperiodes in combinatie met recreatieve druk leveren een verhoogd risico op. In heidegebieden is het brandgevaar meestal nog groter dan in bossen: de vegetatie (Pijpenstrootje, Struikheide) is er mogelijk nog droger en de wind waait harder op open terrein. Ook de recreatiedruk kan zeer hoog zijn.

Om het risico op bos- en heidebranden te bepalen, wordt in de Kempen gebruik gemaakt van een **Brand Waarschuwings Index (BWI)**. Door de Meteorologische Wing van de Luchtmacht wordt de BWI berekend en dit op basis van meetgegevens uit de weerstations van Brasschaat en Kleine-Brogel.

De gegevens die dagelijks gemeten en in het model worden ingevoerd zijn:

- luchttemperatuur
- windsnelheid
- relatieve vochtigheid
- cumulatieve neerslaghoeveelheid op 24 uur

Deze berekende BWI wordt vermenigvuldigd met een correctiefactor teneinde eveneens rekening te houden met de staat van de begroeiing (dor of groen Pijpenstrootje, ...).

De "actuele" en de "verwachte" BWI resulteert in een fasering gaande van groen (geen of klein risico) over geel (verhoogd risico) naar rood (hoog risico) en rood-rood (kritisch). Afhankelijk van de waarschuwingfase volgen maatregelen zoals permanent toezicht in bos- en heidegebied, uitbreiding van permanentie op brandtorens, toegangsverbod voor het publiek,...

Men maakt bij bosbrand een onderscheid in:

- **loop- of bodemvuur**: De bodemvegetatie en de oppervlakkige strooisellaag branden.
- **kronenvuur**: De boomkronen branden. Deze vorm ontstaat uit loopvuur, dat door de hitteontwikkeling de kronen uitdroogt en brandgevoeliger maakt. De brand verplaatst zich zeer snel. Vooral bij naaldbomen, komen door de grote hitte vluchtige stoffen vrij, waardoor brandbare gaswolken ontstaan. Door ontbranding van deze gassen kan het vuur soms tientallen meters voor het eigenlijke front plots opwakkeren.
- **grondvuur**: Het opbranden van het organisch materiaal boven de minerale bodem. Bij zeer dikke strooisellagen (voorbeeld veenbodem) kan het zich tijdelijk ondergronds verplaatsen. Bij deze vorm zijn er geen echte vlammen en is er weinig rookontwikkeling. Het vuur verplaatst zich langzaam. Grondvuur is eerder zeldzaam, maar zeer destructief (wortelschade) en moeilijk te controleren.

De gevolgen van bosbrand kunnen onderverdeeld worden in primaire en secundaire schade.

Primaire schade doet zich voor als ontbladering, wortelsterfte, schorsbeschadiging of onmiddellijke sterfte van de boom. De resistentie tegen brand is afhankelijk van de boomsoort en wordt bepaald door:

- schorsdikte
- hoogte en dichtheid van de kroon
- bestandsdichtheid
- worteldiepte
- regeneratievermogen

De schors speelt een belangrijke rol in de bescherming van een boom. Jonge bomen hebben een dunnere schors dan oudere exemplaren en zijn dus brandgevoeliger. Het isolerend vermogen van de schors is ook afhankelijk van de structuur, de samenstelling en het vochtgehalte.

Algemeen zijn naaldbomen brandgevoeliger dan loofbomen. Sparrenbossen zijn weinig resistent, niet alleen omwille van de dunne schors maar ook door de dichte en lage kronen, de dichte bestanden en de ondiepe wortels. Het strooisel van naaldbomen blijft langer ontvlambaar. Loofbomen bezitten een groter regeneratievermogen na brand.

Bomen waarvan de schors uitwendig weinig getroffen lijkt, kunnen toch afsterven door beschadiging of sterfte van het cambium door de grote hitteontwikkeling. De sterfte kan zich nog jaren na de brand voortzetten. Door brand geblakerde stammen hebben ook een verminderde houtkwaliteit.

Secundaire schade ontstaat tengevolge van schimmel- en insectenaantastingen. De door brand beschadigde bomen worden makkelijker aangetast. Na brand is er ook gevaar voor aantasting door Koffievuurtjeszwam (of Oliebolzwam). Deze soort is typerend voor brandplekken en kan de wortels van overlevende bomen aantasten met boomsterfte als gevolg.

Door branden kunnen diersoorten uit een gebied verdwijnen en kan de vegetatie wijzigen. Bodems degraderen zowel fysisch, chemisch als biologisch. Branden kunnen aanleiding geven tot compactie, verhoogde erosie en het afsterven van bodemfauna op geringe diepte. Door het verbranden van de humuslaag is er een versnelde mineralisatie. De mineralen spoelen uit of worden door de kruidvegetatie vlugger opgenomen. Pijpenstrootje is een grassoort die profiteert van deze vrijstelling van mineralen (fig. 11).

De wijze van **brandbestrijding** is afhankelijk van het type brand. Om een efficiënte en snelle brandbestrijding mogelijk te maken is het uiteraard noodzakelijk dat het vuur zo vroeg mogelijk na het ontbranden gedetecteerd en gelokaliseerd wordt.

Daartoe worden in grotere boscomplexen uitkijktorens opgericht, die in brandgevaarlijke periodes permanent bemand worden. Van hieruit worden de hulpdiensten op de hoogte gebracht van de coördinaten en de omvang van de bos- of heidebrand.

Meer en meer worden vliegtuigen met infrarood detectoren ingezet om branden op te speuren. Ook na een brand kan de warmtebeeldcamera mogelijke nieuwe haarden (grondvuur) vroegtijdig signaleren.

Omwille van problemen bij het overzicht van het terrein is de communicatie bij de brandbestrijding zeer belangrijk. De beheerders zijn het best vertrouwd met de terreinomstandigheden en spelen dan ook een cruciale rol bij het gidsen van de brandweer.

Bij **loopvuur** worden de vlammen rechtstreeks bestreden door:

- bespuiten met water

- neerdrukken of uitvegen met bebladerde takken of handgereedschap (schop, vuurzweep, heideschuiver,...)
- bedekken van de brandende plaatsen met zand
- draagbare brandblusapparaten

Een kleine brand kan met deze middelen langs alle zijden bestreden worden, bij hevige branden is bestrijding vóór het eigenlijke vuurfront moeilijk door de hitte en rookontwikkeling.

Als bestrijding aan het vuurfront mogelijk is, moet dit front doorbroken worden, waarna men het vuur naar de zijden toe kan oprollen. Is frontaal aangrijpen niet mogelijk, dan wordt het vuur aan de zijanten wigvormig ingeperkt. Indien nodig worden brandvrije stroken aangelegd, meestal door ploegen, frezen, inzet van bulldozer,... waarop het vuur doodloopt. Op hetzelfde principe berust het aanleggen van een gecontroleerd vuur om aan de eigenlijke brand alle brandbaar materiaal te onttrekken. Hierbij kan op twee manieren te werk gegaan worden.

Op enige afstand van het vuurfront, in de buurt van een brandweg, wordt de vegetatie in brand gestoken en, met de wind mee, gecontroleerd afgebrand. Er kan tevens een tegenvuur aangelegd worden (zie verder).

De bestrijding van **kronenvuur** berust vooral op het 'neerdrukken' van de brand tot een loopvuur, dat gemakkelijker bestreden kan worden.

Dit gebeurt van op een brandweg of door het aanleggen van boomvrije stroken, die breed genoeg moeten zijn opdat het vuur niet naar het aangrenzende bestand zou overslaan. Daarbij worden de bomen met de kroon naar het vuur toe geveld. Aan het vuurfront van grote branden is deze maatregel soms uitzichtloos. Onder extreme omstandigheden kan brandend materiaal in de lucht zelfs meer dan 100 meter verplaatst worden. De aanleg van een tegenvuur, te beginnen vanaf een brand- of exploitatieweg voor het vuurfront, kan dan aangewezen zijn. Het aangelegde tegenvuur, dat als loop- en kronenvuur tegen de wind in brandt, vordert vrij langzaam, tot het in de zuiging van de bosbrand komt en dan sneller het vuurfront nadert.

Deze methode houdt zeker risico's in en wordt daarom best alleen toegepast als er voldoende manschappen aanwezig zijn om het terugslaan van de vlammen te voorkomen. De aanleg van een tegenvuur is ook wettelijk geregeld.

Ook hier kan met hoger beschreven methode, waarbij de bodemvegetatie met de wind mee afbrandt, gewerkt worden. Zonder voorverhitting door bodemvuur moet het kronenvuur uitdoven.

Na de brand moet de gebluste oppervlakte nog enige tijd bewaakt worden om heropflakkeren te voorkomen.

Tegen brand moet ook **preventief** gewerkt worden, onder andere door voorlichting van de recreanten via krant, radio, televisie, informatiepanelen in het bos,...

Een goede ontsluiting van de boscomplexen door aanleg van een wegnnet is noodzakelijk om de vuurhaard snel te kunnen bereiken. Ook moet goed en actueel kaartmateriaal beschikbaar zijn met aanduiding van de berijdbare wegen.

In het bos worden brandwegen aangelegd. Het bosdecreet bepaalt dat deze brandwegen tenminste tweejaarlijks moeten vrijgemaakt worden van afgestorven vegetatie. Deze brandwegen herbergen vaak belangrijke vegetaties of hebben belang voor fauna. Een aangepast maaibeheer komt ook deze elementen ten goede.

In naaldbestanden kunnen brandsingels (minstens 10 meter breed) met loofboomsoorten aangelegd worden, om het brandgevaar te beperken. Deze loofboomsoorten kunnen tevens,

door spontane vestiging van zaailingen in de naaldhoutbestanden, bijdragen tot een meer gemengde soortensamenstelling.

Voor de aanleg van loofboomsingels worden best inheemse boomsoorten gebruikt en liefst autochtoon materiaal.

Het regelmatig uitvoeren van dunningen is niet alleen noodzakelijk in het kader van een goede bosbehandeling, ook het brandgevaar wordt hierdoor verminderd. Oude bossen met een heterogene bestandsstructuur op basis van loofboomsoorten zijn veel minder brandgevaarlijk dan jonge (naald)bossen met veel afgestorven takken en dood hout op de bosbodem.

De wetgeving voorziet dat bossen omwille van brandgevaar ontoegankelijk kunnen verklaard worden door het bosbeheer. Het is in alle bossen en binnen een afstand van 100 meter tot de bossen verboden in open lucht vuur te maken.

1.4. Luchtverontreiniging

1.4.1. Inleiding

Reeds in de 19^{de} eeuw kwam schade aan bossen en bossterfte voor in de directe omgeving van bronnen van luchtvervuiling. Een verband tussen luchtvervuiling over lange afstand en de gezondheidstoestand van bossen en meren werd vanaf de tweede helft van de 20^e eeuw vermoed toen er een nieuw soort beschadiging werd opgemerkt in Scandinavië, Centraal- en West-Europa.

Aanwijzingen voor de invloed van luchtvervuiling waren:

- de snelheid waarmee de toestand van bossen en natuurgebieden op uiteenlopende standplaatsen achteruitging
- de vaststelling dat luchtverontreiniging voorkwam in vele delen van Europa, ook ver buiten de industriegebieden
- het ontbreken van symptomen van klassieke aantastingen, veroorzaakt door schimmels en insecten

Globaal genomen wordt luchtvervuiling in Vlaanderen als één van de factoren aanzien die maken dat bomen afnemen in vitaliteit.

1.4.2. Bronnen van luchtverontreiniging

De uitstoot of emissie van vervuilende stoffen in de lucht door industrie, elektriciteitscentrales, verkeer, gebouwen- en serreverwarming en landbouw geeft aanleiding tot luchtverontreiniging. De voornaamste vervuilende stoffen zijn: zwaveldioxide (SO₂), stikstofoxiden (NO_x), ammoniak (NH₃), zware metalen en waterstoffluoride (HF). Deze komen na uitstoot in de lucht op de één of andere manier terug op aarde. Zo draagt luchtvervuiling bij tot verzuring en in het geval van stikstofverbindingen, vermesting van de bodem. In de atmosfeer ontstaan ook andere, secundaire schadelijke stoffen, zoals ozon (O₃). Naar verzuring toe spelen vooral SO₂, NO_x en NH₃ een belangrijke rol.

Zwaveldioxide (SO₂)

SO₂ ontstaat bij de verbranding van fossiele brandstof (steenkool, aardolie) waarin een natuurlijke hoeveelheid zwavelverbindingen aanwezig is. Deze verbindingen reageren bij verbranding met zuurstof in de lucht tot zwaveldioxide. Het belangrijkste effect van SO₂ is de

verzuring van regenwater en bodems.

Sinds de jaren '80 zijn er grote inspanningen geleverd om de uitstoot te beperken. Het omschakelen van steenkool en aardolie naar aardgas en het filteren van rookgassen heeft de emissie van zwavel doen dalen. Ook het verminderen van het aandeel van klassieke centrales in de totale elektriciteitsproductie heeft bijgedragen tot een lagere uitstoot. Het overschakelen op groene energie zal de druk op het leefmilieu nog verminderen. De invoering van zwavelarme brandstof voor wagens en het gebruik van uitlaatfilters zijn evenzeer positieve maatregelen.

Stikstofoxiden (NO_x)

De uitstoot van stikstofoxiden draagt in hoge mate bij tot de huidige luchtvervuiling. Tijdens verbrandingsprocessen wordt de in de brandstof aanwezige stikstof geoxideerd tot NO en NO₂, samen NO_x genaamd. NO_x wordt mee verantwoordelijk gesteld voor de verzuring en de vermesting van ons leefmilieu.

Belangrijkste bronnen zijn het wegverkeer, de elektriciteitscentrales, de industrie en de gebouwen- en serreverwarming. Vooral het sterk toegenomen autoverkeer zorgt dat, in vergelijking met SO₂, de uitstoot trager afneemt. De uitstoot van de voertuigen neemt wel af maar het toenemend wagenpark en het hoger wagengebruik doen dit teniet. Maatregelen voor afname zijn o.a. verscherping van de NO_x- emissiegrenswaarden bij nieuwe voertuigen, emissiebeperking in de energiesector, emissieheffingen, fiscale maatregelen, promoten van LPG, daling van de energievraag stimuleren, hernieuwbare energie,...

Ammoniak (NH₃)

Ammoniak (NH₃) is een stikstofverbinding, die in belangrijke mate bijdraagt tot de verzuring en vermesting van ons leefmilieu. In Vlaanderen is de landbouw voor de ammoniakemissies verantwoordelijk. Door de uitbreiding van de veestapel nam de ammoniakemissie sterk toe. Een vergelijking met de luchtconcentraties in de omliggende landen toont aan dat de ammoniakwaarden in Vlaanderen tot de hoogste ter wereld behoren. Het aandeel van ammoniak bedraagt ongeveer de helft van de verzurende en twee derden van de vermestende depositie in Vlaanderen.

De maatregelen voor afname situeren zich allen in de landbouw: afbouw van de veestapel, mestverwerking, emissiearme stallen, aangepaste voedertechnieken, emissiearme toediening (uitrijden en onderwerken) van dierlijke mest.

Ozon (O₃)

In aanwezigheid van zonlicht kan bij hoge zomertemperaturen uit NO₂, zuurstof en vluchtige organische stoffen (VOS), ozon ontstaan. Door de hogere luchtconcentraties van NO₂ en VOS treedt de vorming van ozon de laatste jaren gemakkelijker op. NO₂ komt voort uit de verbranding van fossiele brandstoffen zoals hierboven vermeld. Vluchtige organische stoffen (VOS) komen vrij bij allerlei processen. Het gaat om een waaier van zeer vluchtige stoffen die in hoofdzaak afkomstig zijn van het verkeer en tankstations, van de verdamping van huishoudelijk en industrieel aangewende oplosmiddelen zoals aceton en white spirit, van de distributie van aardgas, van de chemische en metallurgische industrie.

Ozonconcentraties in de lucht schommelen sterk. Ozon wordt snel gevormd van zodra de omstandigheden gunstig zijn (veel NO₂, fel zonlicht, hoge temperaturen, ...). Tegelijk is het een gas dat zeer sterk reageert met allerlei materialen zodat hoge concentraties weer snel verdwijnen, van zodra de gunstige vormingsomstandigheden wegvallen. Zo treedt tijdens een zonnige zomerdag een typische schommeling op over 24 uur. Maximale

ozonconcentraties worden genoteerd tussen 12 en 20 uur. 's Morgens is de ozonconcentratie het laagst ten gevolge van de nachtelijke afbraak. Van mei tot september kunnen bij zonnig en warm weer periodes voorkomen waarbij sterk verhoogde ozonconcentraties worden genoteerd. Vooral deze zomersmogperiodes kunnen schade toebrengen, zowel aan de volksgezondheid als aan de vegetatie. Ozon kan rechtstreeks op bomen inwerken via de bladeren.

In de troposfeer (luchtlaag tussen de begane grond en 15 km hoogte) is ozon een luchtvervuiler. In de stratosfeer (luchtlaag om de aarde vanaf 15 km hoogte) is ozon echter belangrijk omdat het de schadelijke UV-straling van de zon tegenhoudt. De uitstoot van bepaalde luchtvervuilende gassen (o.a. CFK's) is de oorzaak van de aantasting van de ozonlaag.

Waterstoffluoride (HF)

Fluor (F) is een snelreagerend gas dat in vrije vorm nooit voorkomt. In natuurlijke stoffen (bv. klei) komt fluor veel voor. Vooral in de omgeving van fabrieken die fluorhoudende grondstoffen verwerken, zoals in de keramische industrie (steenbakkerijen,...) kan beschadiging optreden. Waterstoffluoride komt via de huidmondjes de plant binnen en wordt naar de toppen en randen van bladeren en naalden getransporteerd. De opname van magnesium wordt beperkt en er ontstaat een geelachtige verkleuring met necrotische beschadiging van de bladranden en de toppen van de naalden (fig. 12). Net als bij ozon is er dus rechtstreekse schade via het bladweefsel.

1.4.3. Begrippen: emissie, depositie, kritische last

De uitstoot van de pollutanten aan de bron wordt **emissie** genoemd (fig 13). De som van de potentieel verzurende emissies wordt uitgedrukt in zuurequivalenten. Eén zuurequivalent (Zeq) is de massa van een stof die bij volledige omzetting 1 mol protonen (H^+) vrijgeeft.

De totale potentieel verzurende emissie daalde de laatste decennia beduidend. Dit was vooral te danken aan de dalende SO_2 -emissies. Desondanks zijn de korte en middellange termijn doelstellingen nog niet gehaald.

De belangrijkste pollutanten, SO_2 en NO_x , reageren in de lucht en vormen onder invloed van water de zuren H_2SO_4 (zwavelzuur) en HNO_3 (salpeterzuur). Vandaar de benaming zure neerslag of zure regen. Een andere vervuilende stof, namelijk NH_3 (ammoniak) wordt in de lucht omgezet tot ammonium en kan reageren met de andere stoffen, waarbij ammoniumsulfaat, $(NH_4)_2SO_4$, of ammoniumnitraat, NH_4NO_3 , wordt gevormd. Dit zijn geen zuren, maar bij omzetting in de bodem werken ze wel verzurend. Daarom wordt beter van 'verzurende' in plaats van 'zure' neerslag gesproken.

Eénmaal in de lucht, kunnen SO_2 , NO_x en hun transformatieproducten verschillende dagen in de atmosfeer blijven. Hierdoor worden ze met de wind al gauw over afstanden tussen 200 en 1000 km getransporteerd. Luchtvervuiling is dus een grensoverschrijdend probleem. NH_3 daarentegen wordt sneller omgezet en slaat in een straal van enkele tientallen kilometer rond de bron neer. Ook de verontreinigende stoffen die ozon kunnen vormen, worden over lange afstanden vervoerd. Vlaanderen is een netto uitvoerder van verzurende componenten. Van de ammoniakemissies wordt 80% in Vlaanderen afgezet.

Het neerslaan van de luchtvervuiling op aarde heet depositie. Men onderscheidt **droge en natte depositie**. Natte depositie vindt plaats bij neerslag (regen, sneeuw, hagel, mist): de luchtvervuiling wordt uit de lucht gewassen en opgelost in de neerslag. Droge depositie vindt

plaats doordat de microscopisch kleine stofdeeltjes en gasdeeltjes aan allerlei oppervlakken blijven kleven, zoals aan bladeren en naalden van bomen. Zo blijkt uit berekeningen dat voor Vlaanderen de droge verzurende depositie driemaal hoger is dan de natte.

De evolutie van de verzurende depositie vertoont in Vlaanderen een dalende trend. De daling is minder groot dan deze van de emissie. Binnen de totale verzurende depositie stijgt het aandeel van ammoniumverbindingen (NH_x). De **kritische last**, dat is de maximaal toelaatbare depositie per eenheid van oppervlakte voor een bepaald ecosysteem zonder dat er schadelijke effecten optreden, wordt op veel plaatsen overschreden.

Vooraf inzake de vermindering van verzurende (en vermestende) stikstof is dus nog een lange weg af te leggen.

Bossen werken als echte luchtfilters. In bosranden wordt zelfs 2 tot 5 keer meer zure depositie afgezet dan in het open veld. Dit komt omdat de wind, die de vervuilde luchtdeeltjes vervoert, tegengehouden wordt aan de bosranden. Hierdoor ontstaan turbulenties en worden meer deeltjes afgezet op de bomen die in de bosrand voorkomen. Het Vlaamse bos is sterk versnipperd en er komen dus zeer veel bosranden voor. Bossen worden op die manier extra belast door de luchtvervuiling.

1.4.4. Invloed op bosvitaliteit

Zwavel- en stikstofverbindingen kunnen onder de vorm van droge of natte depositie op de boomkronen terecht komen. Daar kunnen zij rechtstreeks reageren met de bladeren of naalden en deze eventueel aantasten. Ook op de bosbodem hebben vervuilende stoffen een belangrijke invloed. De effecten kunnen dus zowel op het kronendak als in de bodem waargenomen worden.

Verschillende effecten kunnen het gevolg van luchtverontreiniging zijn:

- ontregeling van de werking van de huidmondjes in de bladeren (gevaar voor uitdroging door transpiratie)
- verkleuring en vroegtijdig blad-/naaldverlies
- ontregeling van fysiologische processen met mogelijk verminderde scheut- en wortelgroei
- afname van de vitaliteit met verminderde resistentie tegen natuurlijke aantastingen
- indirecte gevolgen door negatief inwerkende bodemprocessen

Zichtbare effecten zijn moeilijk éénduidig aan luchtvervuiling toe te schrijven. Zowel biotische als abiotische factoren spelen in op het bosecosysteem en kunnen elkaar versterken. Deze complexe elkaar versterkende werking van vervuilende stoffen onderling, klimaatsfactoren, biotische aantasting en voedingsstoffengebrek door uitloging en standplaatsarmoede wordt ook wel eens de 'multiple stress theorie' geheten. Men maakt dan een onderscheid in vatbaarmakende stressoren (ongunstige standplaatskarakteristieken, ongunstige waterhuishouding en voedingstoestand,...), veroorzakende stressoren (extreme weersomstandigheden, insecten en schimmels, luchtverontreiniging, mechanische schade) en begeleidende stressoren (schimmels en insecten die verzwakte bomen aantasten).

1.4.4.1. Directe werking

In het Vlaamse Gewest worden geen symptomen van directe beschadiging van bomen door zwavel waargenomen. Dit komt omdat de zwavelvervuiling in onze streken de kritische toxiciteitsdrempel niet overschrijdt. Omdat stikstof een essentieel groei-element is, komt rechtstreekse schade door stikstofverbindingen pas bij zeer hoge dosissen voor.

De directe inwerking van stofdeeltjes of gassen gebeurt via de huidmondjes van de bladeren of naalden. Deze huidmondjes dienen om de transpiratie en de ademhaling van de plant te regelen. Wanneer bij voorbeeld zwaveldioxide in de huidmondjes terecht komt, wordt zwavelzuur gevormd, dat bij hoge concentratie het afsterven van het blad als gevolg kan hebben. Bij lagere concentraties wordt enkel de fotosynthese van het blad afgeremd. Dit zorgt voor versnelde verouderingsverschijnselen en vervroegd bladverlies.

Het sluitingsmechanisme zorgt er voor dat de huidmondjes van de bladeren bij hoge temperaturen dichtgaan, waardoor de transpiratie beperkt wordt. Beschadiging van dit mechanisme kan resulteren in een overmatige transpiratie, met uitdroging tot gevolg. Ook de celmembraanpermeabiliteit kan aangetast worden (gevolg: verminderde vorstresistentie) en de enzymatische activiteit verstoord raken. Dit alles zorgt voor een afname van de vitaliteit en de weerstand tegenover biotische en abiotische schadelijke factoren.

Net als ammonium kan zwavelzuur bij rechtstreekse reactie met het blad voor uitloging van voedingselementen zorgen. Calcium, magnesium en kalium zijn nutriënten die uit de celoplossing van bladeren of naalden uitgespoeld kunnen worden. Dit kan aanleiding geven tot voedingsoevenwichten in het blad en de gevoeligheid voor vorstschade en schimmelaantasting verhogen.

Stikstofoxiden, salpeterzuur en ozon kunnen een gelijkaardig direct effect als zwaveldioxide en zwavelzuur veroorzaken. Een gelijktijdige inwerking kan in een versterkt schadelijk effect resulteren.

In tegenstelling tot zwavel en stikstof is ozon geen voedingselement voor planten. Ozon is een zeer reactief gas. Het wordt voornamelijk opgenomen in het blad door de huidmondjes. Algemeen wordt aangenomen dat ozon de cellen in het blad aantast, zodat ook andere pollutanten zoals SO_2 voor een versterkt schade-effect kunnen zorgen. Hoge ozonconcentraties komen overdag voor op het moment dat de huidmondjes geopend zijn voor de verdamping van water en voor de gasuitwisseling voor fotosynthese. Ozon kan reeds bij lage luchtconcentraties directe schade veroorzaken. De duidelijkste schade is te verwachten bij piekperiodes met hoge concentraties, zoals die bij ons in de zomer kunnen voorkomen, tussen 12 uur en 20 uur. Met het blote oog is ozonschade waar te nemen als licht groene puntvormige verkleuringen op het blad, gevolgd door bronsgroene bladverkleuring of zwarte stippen en tenslotte afsterven van bladweefsel (fig. 14).

Loofbomen reageren door een snelle veroudering van hun bladeren die vroegtijdig afvallen. Naaldbomen daarentegen lijken geen vervroegde naaldval te vertonen ten gevolge van ozonschade. De bladbeschadigingen leiden tot verminderde groei. Vaak wordt ozonschade gemaskeerd door de effecten van andere stressfactoren zoals droogte of een onregelde mineralenbalans door bodemverzuring.

1.4.4.2. Indirecte werking

Verzuring van water en bodem wordt bepaald door de zuurtegraad te meten. De pH of zuurtegraad wordt uitgedrukt als de negatieve logaritme van de concentratie aan waterstofionen ($-\log_{10}[\text{H}^+]$). Hoe lager de pH, hoe zuurder (fig. 15). Een pH-daling van één eenheid betekent dat een stof tien maal zuurder is. Neutrale stoffen hebben een pH van 7. Regenwater heeft door het opgeloste koolzuur een iets lagere pH (5,6). Kalkhoudende bodems hebben een pH hoger dan 6,5.

De **verzuring** van de bodem is in feite een natuurlijk proces op plaatsen waar planten groeien. Door het opnemen van voedingselementen geven planten waterstofionen af. Bij het afsterven van de planten komen de voedingsstoffen echter terug in de bodem terecht zodat de natuurlijke verzuring stopt. Op de meeste plaatsen wordt echter al wat groeit geogost,

zodat verzuring van de bodem het gevolg is. Anderzijds veroorzaakt traag afbrekend strooisel zoals in een naaldbos of in een beukenbos eveneens verzuring. Bovenop die natuurlijke verzuring komt de verzuring door de luchtvervuiling. De neerslag brengt opgeloste zuren en verzurende stoffen in de bodem.

In de bodem nemen zuurwerkende deeltjes (H^+) de plaats in van kationen (positief geladen ionen) als K^+ , Mg^{2+} en Ca^{2+} . Deze lossen op in het bodemwater en spoelen zo door naar diepere grondlagen. Zolang er nog veel uitwisselbare kationen voorradig zijn in de bodem, zal de bodem-pH, de maat voor de zuurheid, weinig dalen. De bodem is min of meer gebufferd tegen verzuring. Door de aanhoudende verzurende depositie wordt de buffercapaciteit van de bodem steeds verder aangetast. Zodra deze ionen weggespoeld zijn zal de zuurtegraad drastisch dalen. Wanneer deze daalt tot onder de 4, kunnen ook aluminiumionen vrijgesteld worden.

Ammonium is een verzurende stof die met de neerslag in de bodem komt. Deze stikstofverbinding wordt in de bodem door nitrificerende bacteriën omgezet naar nitraatstikstof. Hierbij worden waterstofionen gevormd die de bodem verzuren.

In kalkrijke bodems is er voldoende calcium aanwezig om de zuren te bufferen. De bosbodems in Vlaanderen zijn echter van nature reeds vrij zuur en worden gekenmerkt door een geringe buffercapaciteit. Arme zandgronden zoals in de Kempen, hebben een klein buffervermogen, waardoor de kans op pH-verlaging en uitspoeling van aluminium daar groter is dan op leemgronden. Leembodems kunnen door verwerking meer kationen vrijstellen, die de verzuring opvangen.

1.4.4.3. Gevolgen van bodemverzuring

Door de uitspoeling van calcium, kalium en magnesium, wordt de bodem armer aan deze voedingselementen. Dit bedreigt ook de voedselvoorziening voor de planten. Er kan zo een **ontregelde mineralen- en nutriëntenbalans** ontstaan. Een onevenwicht in de voedingsbalans kan ook het gevolg zijn van hoge stikstofdeposities. Door de hoge toevoer kan de plant meer stikstof opnemen. Als de andere voedingselementen niet evenredig toenemen, ontstaat er een tekort. Door kaliumgebrek worden bomen gevoeliger voor vorstschade.

Een aantal **planten en bodemorganismen** kunnen zich niet aanpassen aan de dalende pH en **verdwijnen** uit het ecosysteem (vb. diepgravende regenwormen). Door het verdwijnen van bodemorganismen vertraagt de afbraak van het strooisel waardoor de opgeslagen voedingsstoffen in het strooisel vertraagd worden vrijgesteld.

Bodemverzuring geeft aanleiding tot een verhoogde **uitspoeling van aluminium en nitraatstikstof**. In het ondiepe bodemwater worden soms zeer hoge nitraatconcentraties gemeten. Wanneer deze verschijnselen zich ook op grote diepte zouden voordoen in het grondwater, zou dit niet meer geschikt zijn voor gebruik als drinkwater. Aluminium is ook toxisch voor planten omdat het kan zorgen voor het afsterven van wortels.

De bodemverzuring kan ook het afsterven van **mycorrhiza** tot gevolg hebben. Deze mycorrhiza zijn schimmels die in de bodem in symbiose met de boomwortels leven (de boom levert suikers, de schimmel helpt de wortels bij opname van water en voedingselementen). Het afsterven van mycorrhiza heeft een verstoorde wateropname en groeistofregulatie tot gevolg. Dit kan leiden tot droogtestress en een tekort aan voedingsstoffen.

Bodemverzuring heeft een invloed op de **soortensamenstelling van fauna en flora** van het bos. In het Vlaamse bos wordt op vele plaatsen een verhoogde dominantie van zuurtolerante

en stikstofminnende planten waargenomen. Deze wijziging in de vegetatie kan ook gevolgen hebben voor de organismen die van deze planten afhankelijk zijn (bv. relatie waardplanten-vlinders).

De bodemverzuring kan ook een invloed hebben op de **natuurlijke verjonging** van de bomen. De kieming en vestiging van zaailingen kan bemoeilijkt worden door de zuurtegraad van de bodem en door de explosieve groei van concurrerende (stikstofminnende) planten.

1.4.4.4. Gevolgen van vermesting (zie ook 1.2.5 “ Stikstofovermaat”)

Stikstofverbindingen hebben niet alleen een verzurend effect maar bovendien een bemestende werking. Het aandeel van ammoniak in de totale vermestende depositie bedraagt ongeveer twee derden. Daardoor ligt de stikstoflast in streken met intensieve veeteelt nog hoger in vergelijking met de rest van Vlaanderen.

Door de verrijking gaat het bos in eerste instantie sneller groeien. Het hoge aanbod aan stikstof wordt door de bomen gretig aangenomen. De andere essentiële groei-elementen nemen daarentegen niet noodzakelijkerwijze in hoeveelheid toe. Dit betekent dat aan de verhoogde vraag naar bij voorbeeld calcium, magnesium, fosfor en kalium niet kan voldaan worden en dat er een voedingsstoffenonevenwicht ontstaat.

Het verhoogde stikstofaanbod zorgt vooral voor een stimulatie van de toename van de bovengrondse biomassa. Gecombineerd met de bodemverzuring, grijpt een betere groei plaats terwijl het wortelsysteem niet toeneemt. Hierdoor ontstaat een slechte verhouding tussen bovengrondse en ondergrondse biomassa. Dit kan opnieuw voor droogtestress en verstoorde voedingsstoffenopname zorgen.

Ammonium kan rechtstreeks uit de lucht in het blad ingebouwd worden. Bladeren, takken en stam kunnen hogere concentraties stikstof bevatten. Deze concentraties vergroten de kans op vorstschade, schimmelinfecties en insectenaantastingen.

Er werd vastgesteld dat ammonium een nadelige invloed op de aanwezigheid van mycorrhizen heeft. Ook werd een dalende resistentie aan schimmels (na strenge vorstperiodes) vastgesteld.

Een ander effect, dat in combinatie met verzuring wordt vastgesteld, is een verhoogde uitspoeling van nitraten, andere voedingsselementen en zware metalen.

Tot slot dient hierbij de nodige aandacht te gaan naar de achteruitgang van vegetaties van voedselarme en matig voedselarme gebieden. De ontwikkeling van stikstofminnende planten en de hogere biomassa-productie van deze planten kunnen een verlies aan biodiversiteit tot gevolg hebben. Niet alleen verdwijnen kwetsbare plantensoorten. Er ontstaat ook een wijziging in de soortensamenstelling van de fauna, dit door een gewijzigde soortensamenstelling van voedsel- en waardplanten. Tot de gevoeligste bosbiotopen worden gerekend: voedselarme tot matig voedselarme (gagel- en wilgen-) struwelen, voedselarme bostypen zoals eiken-berkenbossen, berkenbroeken en matig voedselarme elzenbroeken.

1.4.5. Maatregelen

De belangrijkste maatregelen zijn de externe of brongerichte maatregelen, die de emissie verminderen. Een beperking van de uitstoot zal een afname van de verzurende depositie in bos- en natuurgebieden teweeg brengen.

Ondertussen kunnen een aantal interne maatregelen genomen worden. De terreinbeheerder neemt met deze effectgerichte maatregelen de oorzaak van de verzuring en de vermesting

niet weg. Op lange termijn zijn deze oplossingen dus onvoldoende.

- Inbreng van loofboomsoorten en **omvorming** van naaldbossen naar loofbossen:

Loofbomen vangen minder atmosferische pollutanten en hebben een hogere N-behoefte. Nitraatopname heeft een ontzurend effect. Bij nitraatopname scheiden de wortels namelijk ionen af die waterstofionen (H^+) neutraliseren. Het strooisel van loofbomen heeft ook een betere kwaliteit. Loofbomen zijn ook minder gevoelig voor hoge stikstofdeposities. Ook in homogene beukenbossen worden beter andere loofboomsoorten met een milder bladstrooisel ingebracht. Enkele voorbeelden van soorten met een bodemverbeterend strooisel zijn Winterlinde, Gewone es, Zoete kers, Zwarte els, Haagbeuk, Ruwe berk, Boswilg, Ratelpopulier, Wilde lijsterbes en Gewone esdoorn.

- Op extreem verzuurde plaatsen kan enkel bij een omvorming een **bekalking** toegepast worden. Een bekalking vermindert de zuurtegraad van de bodem en zorgt voor een extra mineralenvoorziening. De bekalking mag alleen uitgevoerd worden na uitsluitel over de verzuring door een bodem- en bladonderzoek. De vastgelegde criteria en regels voor bekalking moeten gevolgd worden. Een te hoge bekalking veroorzaakt mineralen- en stikstofuitspoeling. Door de verhoogde opname van calcium en eventueel magnesium kan een voedingsstoffenonvenwicht ontstaan.

- Een **natuurgetrouw bosbeheer** met kleinschalige ingrepen, menging, ongelijkjarigheid, ongelijkvormigheid en natuurlijke verjonging biedt de beste garantie tegen alle levende en niet-levende bedreigingen van het bos. Ook dunningen verhogen de natuurlijke weerstand van bossen. Bij exploitatie moet gestreefd worden naar het behoud van een maximale hoeveelheid voedingsstoffen in het bos. Daarom blijven takresten en schors beter in het bos liggen. Het wegnemen van bladmateriaal en strooisel moet ten allen tijde vermeden worden.

- **Bosranden** verdienen extra aandacht: behoud of inbreng van zuurtolerante en/of stikstoftolerante boomsoorten, beperking van het uitrijden van mest nabij de bosrand,...

1.4.6. Monitoring van bosvitaliteit

In de meeste Europese landen wordt de gezondheidstoestand van de bossen jaarlijks geïnventariseerd. Elke lidstaat van de Europese Unie is verplicht deze bosvitaliteitsinventaris aan de hand van een steekproefraster van 16 bij 16 km uit te voeren. In Vlaanderen wordt de bosvitaliteit gevolgd aan de hand van 72 proefvlakken in een 4x4 km meetnet. Per proefvlak wordt van 24 bomen de gezondheidstoestand bepaald. Dit gebeurt aan de hand van verschillende criteria, waarvan het belangrijkste het geschatte bladverlies is.

De bosvitaliteitsinventaris beschrijft de toestand van het bos en de evolutie van de kroontoestand per boomsoort. De invloed van luchtverontreiniging op het boscysteem wordt in een ander meetnet onderzocht. Binnen dit meetnet voor de monitoring van boscystemen wordt de depositie van pollutanten gemeten en worden alle facetten van het boscysteem bestudeerd (fig. 16). Met behulp van permanente meetstations worden ook meteorologische parameters en luchtconcentraties van zwavel-, stikstofverbindingen en ozon gevolgd.

2. BIOTISCHE FACTOREN

2.1. Hogere planten

De invloed van hogere planten beperkt zich in de regel tot jonge boompjes. Enerzijds kunnen ze een positieve invloed uitoefenen door beschutting en het creëren van een gunstig microklimaat voor de kieming van zaden en de groei van kiemplanten.

Anderzijds kunnen ze ook negatieve aspecten vertonen:

- concurrentie om water, voedingsstoffen en licht voor de jonge boompjes
- verhinderen of bemoeilijken van natuurlijke bosverjonging (bramen, grassen, adelaarsvaren, Amerikaanse vogelkers)
- groter risico voor nachtvorst
- groter brandgevaar in het voorjaar (dorre vegetatie)
- neerdrukken van jonge boompjes (vb. bij sneeuw)
- overwoekering en stammisvorming door klimplanten (Bosrank, Kamperfoelie)

Of bestrijding noodzakelijk is en zo ja, met welke middelen dit dient te gebeuren, moet voor iedere situatie afzonderlijk beoordeeld worden.

Grassen (Pijpenstrootje, Bochtige smele) en Adelaarsvaren, maar ook andere planten kunnen bij een herbebossing of voor het verkrijgen van natuurlijke verjonging zeer hinderlijk zijn. Bestrijding kan pleksgewijs, strooksgewijs of over de volledige oppervlakte van het terrein gebeuren.

Een preventieve maatregel bestaat uit het gebruik van boomplaten, die op de bodem rond de aangeplante bomen gelegd worden. Deze platen belemmeren de groei van concurrerende vegetatie. Boomplaten zijn echter duur, waardoor zij bij bebossing of herbebossing zelden aangebracht worden.

Mechanische bestrijding omvat maaien, kappen en eventueel bij bosaanleg een grondbewerking (scheuren van de graszoden).

Het tijdstip waarop deze maatregelen worden toegepast is belangrijk. Indien gemaaid wordt, gebeurt dit best tussen bloei en zaadzetting van de ongewenste plantensoort.

Chemische bestrijding gebeurt met herbiciden. Aan grootschalig en niet-selectief gebruik van herbiciden zijn belangrijke ecologische nadelen verbonden, zodat mechanische bestrijding de voorkeur moet genieten.

Een veel gebruikt herbicide is glyfosaat dat toegepast wordt tegen grassen, kruidachtige planten en ongewenste loofboomsoorten. Naaldboomsoorten (uitgezonderd lorken) zijn in de regel ongevoelig na het afsluiten van de groeiperiode. Voor de bestrijding van de Amerikaanse vogelkers zijn verschillende methoden mogelijk: mechanisch (uittrekken, afzetten), chemisch (bladbespuiting, stobbebehandeling, 'hak en spuit'-methode), biologisch (Paarse korstzwam).

Klimplanten zoals Haagwinde, Bosrank en Kamperfoelie kunnen jonge boompjes volledig overgroeien en omlaag drukken of stammisvormingen veroorzaken. Ze worden indien nodig mechanisch bestreden door afsnijden of afhakken. Een begroeiing op volwassen bomen (voorbeeld Klimop) moet niet verwijderd worden.

Maretak (*Viscum album*) is een halfparasiet die in onze streken plaatselijk voorkomt, voornamelijk op populieren en appelbomen. Water en mineralen onttrekt de plant van zijn gastheer, voedingsstoffen worden zelf samengesteld door fotosynthese.

De directe schade, die volwassen bomen van maretak ondervinden, is meestal zeer gering. Op de plaats waar de plant vastgehecht zit op de tak, ontstaat een verdikking. Enkel bij massale bezetting door maretakken sterven takken of, in zeldzame gevallen, de volledige boom af. Een bestrijding is niet noodzakelijk .

2.2. Schimmels

Schimmels of zwammen zijn organismen die, in tegenstelling tot groene planten, niet in staat zijn om aan fotosynthese te doen. Ze halen hun voedingsstoffen uit dood organisch materiaal (men spreekt dan van saprophyten) of uit andere levende organismen (parasieten).

Ze bestaan uit meercellige draden of hyfen, die samen de zwamvlok of het mycelium vormen.

Voortplanting gebeurt door sporen, die zowel langs ongeslachtelijke als via geslachtelijke weg kunnen gevormd worden. Paddestoelen zijn vruchtlichamen van schimmels, waarop of waarin sporen gevormd worden. Vele schimmels hebben een ingewikkelde voortplantingscyclus, die zowel een geslachtelijke als ongeslachtelijke vorm kan omvatten, beide met een afzonderlijke naam. Dit maakt naamgeving en systematiek van schimmels zeer complex.

2.2.1. *Armillaria mellea* /Echte honingzwam

Waardplant: naald- en loofboomsoorten

Beschrijving: De schimmel leeft enerzijds als saprofyt in bodem en dode boomstompen, anderzijds kan hij als parasiet levende bomen infecteren, meestal na verzwakking van de gastboom door ander schade- of stressfactoren.

Aangetaste bomen vertonen vaak een verdikte stambasis. Bij naaldbomen treden naaldverkleuring en harsuitvloeï aan de stamvoet op. De schimmel veroorzaakt wortelrot waardoor bomen ook gevoelig worden voor windworp.

Het mycelium komt voor als een witgele mat onder de schors en als roodbruine of zwarte strengen (rhizomorfen), die een rol spelen bij de verspreiding van de schimmel. Als het cambium aangetast wordt valt de (afgestorven) schors meestal af. De paddestoelen komen rondom de stamvoet voor en soms ook hoger op de stam. Ze groeien in bundels en zijn meestal geelachtig maar toch vrij variabel van kleur. De steel bezit een duidelijke ring (fig. 17). Er bestaan verschillende soorten honingzwammen die bomen kunnen aantasten. Naast de Echte honingzwam is er o.a. de Knolhoningzwam (*A. lutea*) en de Sombere honingzwam (*A. ostoyae*).

Bestrijding: Een efficiënte bestrijding is in het bos onmogelijk. Aangezien Honingzwam vaak als zwakteparasiet optreedt, moet eerst de primaire oorzaak van de verzwakking vastgesteld en verholpen worden. Schade aan boomwortels moet steeds vermeden worden.

2.2.2. *Fomes annosus*/ Wortelzwam, Rondziekte

Huidige naam: *Heterobasidion annosum*

Waardplant: voornamelijk naaldboomsoorten, zelden loofboomsoorten

Beschrijving: De schimmel veroorzaakt wortel- en stamrot. Wortelrot leidt tot een verhoogd risico voor windworp en sterfte van de boom. Stamrot begint met een verkleuring die overgaat in een bruin rot (voornamelijk bij Fijnspar en Douglas). De ziekte breidt zich in een

bestand soms cirkelvormig uit, vandaar de naam rondziekte. Door het houtrot is er verhoogde kans op windbreuk en windval.

De vruchtlichamen bevinden zich op de aangetaste wortels en de stambasis. Het zijn bruine, korstvormige zwammen met witte poriën aan de onderzijde. De schimmel leeft zowel in dood als in levend hout en verspreidt zich via het mycelium (wortelcontact tussen naburige bomen) of door sporen. Aanplantingen op voormalige landbouwgronden worden vaak sterk aangetast. De infectie gebeurt vooral via verse beschadiging van wortels of stambasis.

Bestrijding: Directe bestrijding is onmogelijk. Bij herbebossing kan een preventieve behandeling overwogen worden, door de stompen van de gekapte bomen te bespuiten (bijvoorbeeld met een sporensuspensie van een concurrerende schimmel namelijk *Peniophora gigantea*). Uittrekken van de stompen geeft slechts gedeeltelijk resultaat (achtergebleven wortelresten). Beschadiging van wortelstelsel en stam moet vermeden worden.

2.2.3. Andere houtrotters

Een volledig overzicht geven van alle houtrotzwammen is in deze uitgave onmogelijk. Een honderdtal soorten kunnen parasiteren op levende bomen en houtrot veroorzaken. Hier worden enkel *Fomes annosus* en *Armillaria mellea* wat uitgebreider belicht. Enkele andere bekende soorten zwammen die (kunnen) parasiteren zijn:

Collybia fusipes / Spoelvoetcollybia
Ganoderma australe / Dikrandtonderzwam
Ganoderma lipsiense / Platte tonderzwam
Ganoderma resinaceum / Harslakzwam
Laetiporus sulphureus / Zwavelzwam
Meripilus giganteus / Reuzenzwam
Phaeolus schweinitzii / Dennenvoetzwam
Pholiota squarrosa / Schubbige bundelzwam
Piptoporus betulinus / Berkenzwam
Pleurotus ostreatus / Gewone oesterzwam

2.2.4. *Phytophthora cambivora* / Wortelrot

Waardplant: verschillende loofboomsoorten (veroorzaakt o.a. Inktziekte bij Tamme kastanje)

Beschrijving: Deze schimmel veroorzaakt wortelrot en stamrot en is zeer moeilijk waarneembaar. Op dikkere wortels zijn bruine ingezonken plekken in de schors zichtbaar. Wanneer de schors aan de stamvoet weggesneden wordt is een bruine verkleuring van het hout waarneembaar. De grens met het gezond weefsel is scherp afgelijnd. In de kroon ontstaat vergeling en verwelking, zoals bij droogteschade. Wanneer de boom afsterft, vormt de schimmel sporen die zich in bodemvocht over korte afstand actief kunnen voortbewegen. Afhankelijk van de leeftijd van de boom ontwikkelt de aantasting zich vlugger of trager. Het gevaar voor infectie vergroot wanneer er verwondingen aan de wortels zijn. Er zijn verschillende schimmelsoorten van het geslacht *Phytophthora* die schade veroorzaken (ook aan naaldboomsoorten). De ziekte bij els zou veroorzaakt worden door een kruising tussen twee *Phytophthora*-soorten.

Bestrijding: Kwetsbare soorten mogen enkel op goed gedraineerde bodems aangeplant worden (geen stagnerend water). Er mag niet te dicht geplant worden.

2.2.5. *Lophodermium seditiosum* / Dennenschot

Waardplant: Grove den

Beschrijving: Deze schimmel treedt vooral op tijdens en na een vochtige zomer, vooral in kwekerijen en jonge bestanden, zelden in oude bestanden. Oude bomen ondervinden geen noemenswaardige schade. De infectie treedt op via de huidmondjes van de naalden. In het najaar worden de naalden vlekkelig geel, later roodbruin, voortschrijdend aan de twijg van onder naar boven. De naalden vallen bij sterke aantasting in het daaropvolgende voorjaar af (fig. 18). De boompjes staan in de zomer soms kaal, met uitzondering van de nieuwe jaarscheut. Bij sterke aantasting sterven ze af.

De vruchtlichamen worden op oude afgevalen naalden gevormd en zijn ovaal van vorm (1-2 mm) en zwart van kleur.

L. seditiosum wordt vaak begeleid of gevolgd door de saprofytisch levende *Lophodermium pinastri* (fig. 19).

Bestrijding: In kwekerijen kan gespoten worden met een fungicide, sterk aangetaste planten worden verbrand. Preventief: de bomen niet te dicht bij elkaar planten, zorgen voor optimale groeiomstandigheden.

2.2.6. *Microsphaera alphitoides* / Eikenmeeldauw

Waardplant: eik

Beschrijving: De bladeren en scheuten kleuren wit door het pluizig mycelium en de poederachtige schimmelsporen (fig. 20). Bij sterke infectie rolt het blad op en doet zich verkleuring en voortijdige bladval voor. De groei van de scheuten wordt geremd. In juli en augustus kunnen de Johannesscheuten zeer sterk geïnfecteerd worden. Als kaalvraat door insecten gevolgd wordt door sterke infectie van de nieuwe scheuten, kan dit het herstel van de aangetaste bomen bemoeilijken. In de zomer komen de vruchtlichamen te voorschijn als kleine, zwarte bolletjes. Deze zijn zelden waar te nemen en niet noodzakelijk voor het voortbestaan van de schimmel.

Bestrijding: De schimmel wordt in boomkwekerijen bestreden door herhaalde bespuitingen tijdens het groeiseizoen. In bosverband is bestrijding van eikenmeeldauw niet noodzakelijk.

2.2.7. *Melampsora larici-populina* / Populierenroest

Waardplant: populier

Beschrijving: De schimmel veroorzaakt gele vlekjes op de bladeren, een vervroegde bladval (aug.-sep.) en een algemene verzwakking van de boom (fig. 21). In de zomer vormen zich oranje-gele sporen op de onderzijde van het blad. In het najaar worden bruine sporen op de bovenzijde zichtbaar. Een deel van de cyclus vindt plaats op lork. Bij herhaaldelijk zware roestaantasting treedt in de kroon taksterfte op. Jonge bomen kunnen geheel afsterven. Wanneer de schimmel meerdere jaren na elkaar voorkomt, vergroot de kans op aantasting door *Dothichiza*.

Bestrijding: In de kwekerijen: bespuiten en opruimen van afgevalen blad. Tolerante of minder gevoelige klonen aanplanten. Geen populieren in de onmiddellijke omgeving van lorken aanplanten. Chemische middelen tegen roestinfecties bij bomen zijn enkel erkend voor toepassing in de boomkwekerijen en op sierbomen en -struiken.

2.2.8. *Marssonina*-soorten / Bladvlekkenziekte op populier

Synoniem: *Drepanopeziza*. spp.

Waardplant: populier

Beschrijving: De ziekte is genoemd naar het voorkomen van kleine bruine tot zwarte vlekken op de bladeren, die zich uitbreiden en tot bladval kunnen leiden. De boom verzwakt, waardoor aantasting door *Dothichiza* in de hand gewerkt wordt.

Bestrijding: Bespuiting is alleen haalbaar in de kwekerijen, bij de aanleg worden best resistente of minder gevoelige soorten gebruikt.

2.2.9. *Apiognomonia errabunda* / Bladvlekkenziekte op Beuk

Waardplant: Beuk

Beschrijving: Op het beukenblad zijn bruine, necrotische vlekken zichtbaar langs de hoofdnerf. Wanneer de infectie de bladbasis bereikt, valt het blad af. Dit kan reeds in het voorjaar gebeuren (juni-juli). Op de bosbodem zijn de nog groene bladeren terug te vinden met de bruine vlekken en de verdroogde bladsteel. Bij extreme aantasting kunnen twijgen afsterven.

Op plataan komt een gelijkaardige bladvlekkenziekte voor, veroorzaakt door *Gnomonia platani* (syn. *Apiognomonia veneta*).

Bestrijding is niet noodzakelijk.

2.2.10. *Blumeriella jaapii* / Bladvlekkenziekte (Anthracnose) op kers

Waardplant: *Prunus*

Beschrijving: Op de bladeren ontstaan paarsrode vlekjes, die aan de onderkant van het blad bruin zijn. De vlekken kunnen na verloop van tijd uitbreiden en samenvloeien. Het blad wordt vroegtijdig geel en valt af. De symptomen zijn vanaf mei tot september zichtbaar. In augustus kunnen de bomen reeds volledig kaal staan. Vooral jonge aanplantingen en bomen in kwekerijen zijn gevoelig. De scheuten harden onvoldoende af en zijn gevoeliger aan lentevorst. De bomen worden gevoeliger voor secundaire aantasters. De schimmel overwintert op afgevallen bladeren.

Bestrijding: In kwekerijen kan men afgevallen bladeren opruimen.

2.2.11. *Sphaeropsis sapinea* / Scheutsterfte

Waardplant: Grove den, Corsicaanse den

Beschrijving: Deze schimmel veroorzaakt sterfte van de nieuw gevormde jaarscheuten. De aangetaste scheuten verbruinen, krommen en blijven duidelijk kleiner dan onaangetaste scheuten (fig. 22). Deze scheutsterfte gaat gepaard met harsuitvloei. Vaak worden in hetzelfde jaar nog nieuwe scheuten gevormd uit slapende knoppen. Bij herhaalde aantasting ontstaat een bossige groei van de kroon. Doorgaans gaat de sterfte niet verder in de oudere scheuten, maar soms kan schorsnecrose volledige tak- en topsterfte veroorzaken.

De kogelvormige vruchtlichamen worden gevormd in de schors van de afgestorven scheuten, aan de basis van dode naalden of op 2-jarige dennenkegels (fig. 23).

Bestrijding: Bestrijding moet plaats hebben via indirecte weg, via de zorg voor optimale groeiomstandigheden en een goede bosbouwkundige behandeling. Zwaar aangetaste bomen kunnen verwijderd worden. In de kwekerij is een behandeling met fungicide mogelijk.

2.2.12. *Ceratocystis ulmi* / Iepenziekte

Synoniem: *Ophiostoma ulmi*

Waardplant: olm

Beschrijving: De iepenziekte veroorzaakt aanvankelijk een geel- en bruinverkleuring van de bladeren en het afsterven van de twijgen door gebrek aan sap (fig. 24). Uiteindelijk sterft de aangetaste boom volledig af. Op de doorsnede van de twijgen is een ringvormige verkleuring van de vaten te zien. De overdracht van de sporen gebeurt door de Kleine en Grote iepenspintkever. De kevers vreten gangen onder de schors van verzwakte of dode iepen en leggen er hun eieren. Na op deze plaats het larvaal stadium doorlopen te hebben, vliegen de jonge kevers uit en nemen de sporen van de schimmel mee. Zij vreten aan de bast van gezonde olmen en laten er de sporen achter. De schimmel vormt in de vaten dan een ander soort sporen. Deze sporen verspreiden een toxische stof in de sapstroom waartegen de boom reageert met het afsluiten van zijn vaten. Daardoor krijgt de kroon geen vocht. Geïnfecteerde bomen sterven meestal binnen enkele jaren af. Volledige verdorring van de kroon kan zelfs binnen één groeiseizoen gebeuren. Verspreiding van de ziekte gebeurt eveneens door wortelcontact tussen naburige bomen.

Bestrijding: Een directe bestrijding is niet mogelijk. Aangetaste en dode olmen moeten gekapt en verwijderd worden, teneinde verdere verspreiding van de ziekte tegen te gaan. Minder gevoelige soorten en cultivars kunnen gebruikt worden. De Fladderiep (*Ulmus laevis*) is niet resistent, maar wordt zelden door de iepenspintkever aangetast, waardoor de kans op aantasting geringer is.

2.2.13. *Endocronartium pini* Harsdas

Synoniem: *Peridermium pini*

Waardplant: voornamelijk grove den, ook andere (tweenaaldige) *Pinus*-soorten.

Beschrijving: Deze schimmel kan zeer schadelijk zijn. De gevoeligheid van de dennen stijgt met toenemende leeftijd, zodat voornamelijk volwassen, oude bomen aangetast worden. De infectie vindt meestal plaats aan de stam in de kroon. Het kroongedeelte dat zich boven de infectieplaats bevindt, sterft na verloop van enkele jaren af, het gedeelte eronder blijft groen (fig. 25). Aan de infectieplaats treedt sterke harsuitvloei op uit kankerachtige plekken. In mei-juni worden hier oranje-gele blazen gevormd, die sporen bevatten welke andere bomen kunnen infecteren.

Bestrijding: Verwijderen van aangetaste bomen.

2.2.14. *Dothichiza populea* / Schorsbrand

Huidige naam: *Discosporium populeum*

Synoniem: *Cryptodiaporthe populea*

Waardplant: populier

Beschrijving: Zowel jonge als oude bomen worden aangetast. Er treedt bladverkleuring op en aan stam en takken ontstaan ellipsvormige, ingezonken schorsnecrosen (fig. 26). Zijtakken en eindscheuten sterven af. Bij sterke aantasting kan de kroon gedeeltelijk of volledig afsterven. De necrosen ontstaan meestal aan de basis van de zijtakken. Kleinere wonden worden nog in hetzelfde jaar overgroeid door wondweefsel, zodat de infectie soms na één jaar afgelopen is. Soms woekert de schimmel verder in het volgende jaar zodat kankerachtige schorsnecrosen ontstaan. Op de dode takken worden in het voorjaar en in de zomer de zwartgekleurde vruchtlichamen gevormd. Aantastingen door bladroest verhogen het gevaar voor schorsbrand.

Bestrijding: Tegen schorsbrand moeten preventieve maatregelen genomen worden. Aangezien de gevoeligheid voor schorsbrand sterk toeneemt na roestinfecties, worden best roesttolerante klonen aangeplant. Ook de gevoeligheid voor *Dothichiza* verschilt naargelang van de kloon.

Uitdroging van het plantsoen (tijdens transport of bij planting), wateroverlast, een dicht plantverband, ondeskundig planten en een ongeschikte standplaats - kortom factoren die een verzwakking van de boom veroorzaken - verhogen het infectiegevaar.

2.2.15. *Nectria coccinea* / Bastnecrose van Beuk

Synoniem: *Cylindrocarpon candidum*

Waardplant: Beuk

Beschrijving: De schimmel veroorzaakt ingezonken, donkerbruine plekken op de stam en (dikkere) takken. Dit gebeurt vaak op plaatsen waar ook aantasting van Wollige beukenstamluis is. De necrosen zijn grillig van vorm en variabel van grootte. Door de slijmuitvloei worden ze dikwijls zwart van kleur. In een later stadium vindt men groepen van rode vruchtlichamen (1 à 3 mm). Bij ernstige infectie is er een verminderde bladbezetting en een geleidelijk afsterven van de boom. De beuken zijn ook gevoeliger voor secundaire aantastingen.

Bestrijding: Aangetaste bomen worden best verwijderd. Gebruik van gezond uitgangsmateriaal vermindert het risico.

2.2.16. *Nectria ditissima* / Beukenkanker

Synoniem: *Cylindrocarpon willkomii*

Waardplant: Beuk

Beschrijving: Op stam en takken vormen zich open (niet-overgroeide) kankers. Takken die door de kankers geringd worden sterven af. Bij jong bomen en takken ontstaan groeimisvormingen. Omdat de boomschors door de schimmel ter hoogte van de kankers wordt gedood, scheurt deze en valt af, waardoor het hout zichtbaar wordt. Na verloop van tijd ontwikkelen zich op de schorsscheuren rood gekleurde sporenhoopjes van ongeveer 1 mm groot.

De infectie gebeurt via allerlei wondjes en snoeiwonden. Bij oude bomen doet zich enkel taksterfte voor.

Bestrijding: Uitsnoeien en verwijderen van aangetaste takken, snoeiwondbehandeling. Geen bomen aanplanten in de nabijheid van reeds aangetaste bomen. Beuken in optimale omstandigheden laten groeien.

2.2.17. *Lachnellula willkommii* / Lorkenkanker

Waardplant: lork

Beschrijving: De ziekte veroorzaakt stamverdikkingen, kankerwonden en harsuitvloeï. Kleine kankers kunnen nog overgroeien maar de houtwaarde vermindert. De vruchtlichamen verschijnen rond de kanker. Ze zijn schotelvormig en wit en oranje-rood van kleur.

Bestrijding: Vochtige standplaatsen en dichte bestanden zijn te vermijden. Zieke bomen moeten verwijderd worden. Preventieve maatregelen zijn de aanleg van gemengde bestanden en het gebruik van Japanse lork en hybride lork die veel minder gevoelig zijn dan Europese lork.

2.3. Bacteriën

Bacteriën zijn eencellige organismen die zich door celdeling vermenigvuldigen en daardoor snel uitbreiding kunnen nemen. Zij komen voor in de meest verschillende milieus: in lucht, water en bodem, bij mens, dier en plant. Sommige soorten veroorzaken ernstige schade.

2.3.1. *Xanthomonas populi* / Bacteriekanker

Waardplant: populier

Beschrijving: Bacteriekanker doet zich voor als woekeringen aan stam en takken (fig. 27). Deze woekeringen ontstaan door het opzwellen bij aantasting, gevolgd door openscheuren en opnieuw overgroeien met wondweefsel. Aan de randen van deze kankers wordt in het voorjaar bacterieslijm gevormd. Het kan meerdere jaren duren vooraleer een aangetaste boom afsterft. Ondertussen is hij een grote infectiebron voor andere bomen. De verspreiding van de ziekte kan zeer vlug gaan.

Bestrijding: Dode en zieke bomen moeten worden opgeruimd. Preventie kan gebeuren door resistente klonen te gebruiken.

2.3.2. *Erwinia salicis* / Watermerkziekte

Huidige naam: *Brenneria salicis*

Waardplant: wilg

Beschrijving: De Watermerkziekte veroorzaakt vergeling en verwelking van de bladeren in de kroon. De verdroogde bladeren kunnen nog lang aan de takken blijven. Aan de voet van aangetaste takken is er vorming van waterlot en uitvloeïing van vocht dat zwart kleurt. In het merg van takken en stam is er een duidelijke bruinverkleuring van het hout in de vorm van een ring. De aantasting breidt geleidelijk uit over de gehele kroon. Het kan jaren duren vooraleer een boom volledig afgestorven is (fig. 28).

De verspreiding van de ziekte gebeurt door insecten, regen en via besmette stekken of snoeimateriaal.

Bestrijding: Dode en aangetaste bomen moeten verwijderd worden. Knotwilgen moeten regelmatig geknot worden. De ziekte kan voorkomen worden door bij aanplanting gebruik te maken van bacterievrij plantmateriaal. Het is aan te raden poten te gebruiken van verschillende omliggende gezonde knotwilgen. De kans op massale aantasting door Watermerkziekte is op die manier geringer dan bij een monoklonale aanplanting.

2.3.3. *Erwinia amylovora* / Bacterievuur (Perenvuur)

Waardplant: peer, appel, Meidoorn, Wilde lijsterbes, Dwergmispel, Vuurdoorn

Beschrijving: Aangetaste bomen vertonen verwelkte en opgedroogde bloesems, zwart verdroogde vruchtjes, donkerbruin tot zwart verkleurde jonge scheuten (opkrullend), verwelkende en verdroogde bladeren. Op de zieke plantendelen komt veelal bacterieslijm voor. Op de doorsnede van dikkere takken is een verkleuring van het bastweefsel merkbaar. De verspreiding van het bacterieslijm gebeurt door insecten, regen en wind. De aantasting start meestal als bloeseminfectie. Peer is gevoeliger dan appel. Bacterievuur kan zich snel ontwikkelen. Fruitbomen kunnen in één groeiseizoen afsterven.

Bestrijding: Om de fruitteelt te beschermen werden verschillende bestrijdingsmaatregelen getroffen (zie 3. Wettelijke bepalingen). Zo moeten bij afzonderlijke bomen de besmette delen weggenomen worden tot min. 30 cm onder de zichtbare aantasting. Als de ziekte te diep is doorgedrongen moet de plant tegen de grond worden afgezet of gerooid. Weggesnoeid hout moet verbrand worden. In besmette meidoornhagen moeten alle zieke delen tot tegen de grond afgezet worden of gerooid. De rest van de haag moet gesnoeid worden tussen 1 nov. en 1 maart. Gezonde hagen mogen eveneens slechts tijdens dezelfde periode gesnoeid worden. Snoei tijdens de lente en de zomer verhoogt het gevaar op besmetting.

2.3.4. *Pseudomonas syringae subsp. savastanoi* / Essenkanker

Synoniem: *Pseudomonas savastanoi subsp. fraxini*

Waardplant: Gewone es

Beschrijving: Aan stam en takken van aangetaste bomen treden zwellingen op, die na verloop van tijd openbarsten. Uiteindelijk worden zwarte, gekroesde kankers gevormd (fig. 29). Taksterfte kan hiervan het gevolg zijn. Uit de woekeringen loopt bij vochtig weer bacterieslijm. Verspreiding van de ziekte gebeurt via insecten, wind, regen of krooncontact tussen naburige bomen. De aantasting leidt zelden tot sterfte. Jonge bomen kunnen in incidentele gevallen toch afsterven.

Bestrijding: Verwijderen van zwaar aangetaste bomen, aanplanten op geschikte standplaatsen

2.3.5. *Pseudomonas syringae var. mors prunorum* / Gomziekte (syn. Hagelschotziekte, bacteriekanker van *Prunus*)

Synoniem: *Pseudomonas mors prunorum*

Waardplant: *Prunus*-soorten

Beschrijving: Een aantasting is herkenbaar onder de vorm van ingezonken plekken op de schors met daarin of daarrond afscheiding van gom. Dit vocht verkleurt en wordt na verloop van tijd hard (fig. 30). Op de takken ontstaan kankers. Eénmaal de kankers de tak geringd hebben, sterft deze af. Op de bladeren zijn in de zomer waterig groene vlekjes te zien, vaak met een gele rand. Het centraal deel van deze vlekken verdort en valt uit het blad, dat er daarna als met hagel doorschoten uitziet. De bladeren vallen vroegtijdig. De bacterieziekte veroorzaakt vergeling en verwelking in de kroon, met een slechte groei als gevolg.

Bestrijding: Na snoei moet besmet snoeihout verwijderd worden. Optimale groeiomstandigheden verminderen het risico.

2.4. Virussen

Virussen zijn geen levende organismen, zijn bestaan enkel uit DNA in een mantel van eiwitten. Vermenigvuldiging kan alleen in een levende gastheercel. Veel virussen verwekken ziektes bij mens, dier en plant. Bij bomen worden de meeste virusziekten gekenmerkt door het veroorzaken van vlekken en vervormingen van het blad.

2.5. Insecten

De insecten behoren tot de groep van de geleedpotigen. Dit wil zeggen dat hun poten uit meerdere geledingen bestaan. In volwassen toestand bezitten ze zes poten. Hun lichaam bestaat uit een duidelijk te onderscheiden kop, borststuk en achterlijf. Poten en vleugels zitten vast op het borststuk.

Ze worden ingedeeld in verschillende orden, zoals bijvoorbeeld:

- kevers
- vlinders
- tweevleugeligen (vliegen en muggen)
- vliesvleugeligen (bijen, wespen, mieren)
- rechtvleugeligen (sprinkhanen, krekels)
- snavelinsecten (wantsen, cicaden, bladluizen,...)

De meeste insecten ondergaan een aantal gedaantewisselingen (metamorfosen) vooraleer zij volwassen zijn. Uit het ei komt een larve te voorschijn die lijkt op het volwassen individu (onvolledige metamorfose) of er totaal van verschilt naar vorm en levenswijze (volledige metamorfose). De larve groeit, maar heeft een huid van weinig rekbaar chitine die te klein wordt. De larve werpt de oude huid af. De nieuwe huid is ruimer.

Bij onvolledige metamorfose verschilt de larve van het volwassen stadium door het ontbreken van vleugels. Deze worden slechts langzamerhand gevormd.

Bij volledige metamorfose gaat de larve zich verpoppen als zij haar grootste stadium bereikt heeft. De pop is onbeweeglijk en neemt geen voedsel meer op. In de pop gebeuren allerhande veranderingen die tot het uiteindelijke imago leiden. De poppenhuid scheurt open en het volwassen insect verschijnt. Dit imago groeit niet meer.

2.5.1. Kevers

Kevers zijn insecten met bijtende monddelen en twee paar vleugels waarvan het voorste paar (dekschilden) verhard is en het achterste paar vliezig. Kevers ondergaan een volledige metamorfose.

2.5.1.1. *Hylobius abietis* / Grote dennensnuitkever

Synoniem: *Curculio abietis*

Waardplant: jonge naaldbomen, soms ook loofbomen.

Beschrijving: De dennensnuitkever is ongeveer 1 cm groot en heeft gele vlekjes op de donkerbruine dekschilden. Hij heeft een lange snuit met op het uiteinde ervan de antennen. De overwinterende kevers verlaten in de lente hun schuilplaats. Ze zoeken lopend en vliegend plaatsen op om hun eitjes te leggen. Daarbij worden ze aangetrokken door de geur van verse kapvlakten, waar ze hun eitjes leggen op de stobben. Ook oppervlakkige, gekwetste wortels en zieke jonge planten komen in aanmerking. De kever vliegt snel en ver. De eileg duurt de gehele zomer. In deze periode verliest de kever zijn vliegvermogen. De larven graven gangen tussen schors en hout, naar beneden toe. Na de winter heeft de verpopping plaats in het spinhout van de wortels. In de zomer komen hieruit de jonge, nog niet geslachtsrijpe kevers.

De kevers vreten aan de bast van jonge boompjes en twijgen en kunnen sterfte veroorzaken als zij een volledige ring vreten (fig. 31). De overwintering als kever gebeurt in het strooisel aan de voet van bomen of in oude stronken. De volledige cyclus kan in onze streken, afhankelijk van de omstandigheden, tot 2 jaar duren.

De larve doet weinig schade vermits ze gewoonlijk op stobben en afgekapte bomen voorkomt. De kever kan zeer schadelijk zijn in jonge aanplantingen en in kwekerijen. Mei en augustus zijn de maanden met de meeste vraat.

Bestrijding: Er wordt bij heraanplanting aangeraden tot drie jaar te wachten met de aanleg van een nieuw bestand. Hierdoor ontstaat echter wel het risico voor verruiging van het terrein (bijvoorbeeld met Amerikaanse vogelkers). Verwijdering van het voortplantingsbiotoop van de kever door ontstronken is in praktijk weinig haalbaar. In het buitenland wordt soms met lokstofvallen gewerkt. Afhankelijk van het aantal gevangen kevers wordt overgegaan tot chemische bestrijding.

Plantsoen kan voor de planting ondergedompeld worden, of net na de aanplanting handmatig bespoten worden met een insecticide.

2.5.1.2. *Rhynchaenus fagi* / Beukenspringkever

Waardplant: Beuk

Beschrijving: De Beukenspringkever is een donkerbruine tot zwarte snuitkever van 2 - 3 mm groot. Typisch voor springkevers zijn de verdikte dijen die hen hun springvermogen geven. De kevers komen in april-mei te voorschijn. Ze vreten gaatjes in het blad, dat er als met hagel doorschoten uitziet. Bij sterke aantasting kan er bladvergeling optreden.

De kevers leggen de eitjes afzonderlijk tegen de hoofdnerf van de jonge bladeren. De larven zijn pootloos en leven in het blad. Ze maken een smal gangetje vanuit de hoofdnerf naar de bladrand. Daar verpopt de larve in juni in een blaasmijn die bruin verkleurt (fig. 32). Deze onregelmatige blaasvormige mijn bevindt zich meestal aan de bladspits. De kevers overwinteren achter boomschors of op andere beschutte plaatsen.

Bestrijding is niet nodig. Een zware aantasting verhoogt wel, net als bij de bladvlekkenziekte, de kans op schorsbrand.

2.5.1.3. *Tomicus piniperda* / Gewone dennenscheerder

Synoniemen: *Myelophilus piniperda* / *Blastophagus piniperda*

Voedselplant: *Pinus*-soorten, soms *Picea*

Beschrijving: De dennenscheerder is een glanzende, zwarte kever van ongeveer 0,5 cm lengte met fijn behaarde dekschilden. De kevers komen in februari-maart uit en zetten zich neer op de schors van boomstronken en van kwijnende en gevelde bomen. Het wijfje boort een gang onder de schors die ongeveer 10 cm lang is. Aan weerszijden van deze moedergang worden eitjes gelegd in kleine uithollingen. Na twee weken komen de larfjes uit, die op hun beurt een gangetje van 4-10 cm boren loodrecht op de moedergang.

Op het einde van deze larvengang gebeurt de verpopping. Na 2-3 maanden, meestal in juni of juli, verschijnen de jonge kevers die een gat boren door de schors en uitvliegen.

De kevers vinden hun voedsel in de toppen van dennen. Zij boren een gat onderaan de scheuten tot in het merg en vreten zich door het merg heen tot aan de top van de scheut (fig. 33). Op het uiteinde verlaten zij de scheut en beginnen aan een andere. De uitgeholde scheut breekt gemakkelijk af, vooral tijdens najaarsstormen. De kevers overwinteren in een korte gang aan de voet van bomen met dikke schors, in scheuten of in het strooisel.

De schade van de larven is niet noemenswaardig vermits ze wordt aangericht in kwijnende bomen, die daardoor verzwakken en na een paar jaar een gunstige basis vormen voor eileg (fig. 34).

Aanwezigheid van de dennenscheerder is te merken aan de harsuitloop uit de moedergang en de afgevallen twijgen op de grond.

Bestrijding: Vermits de kever vooral kwijnende bomen opzoekt voor de eileg, moeten deze regelmatig verwijderd worden. Het is wettelijk verboden (KB 19.11.87) gevelde naaldbomen met schors te laten liggen in de vliegtijd van de kevers (juni-augustus). Er kunnen vangstammen gelegd worden die voor half mei worden afgevoerd of geschild.

2.5.1.4. *Scolytus scolytus* / Grote iepenspintkever

Waardplant: olm

Beschrijving: De kever is ongeveer 0,5 cm groot, glanzend zwart of donkerbruin. Hij vliegt in juni en in augustus. In het jonge hout van iepen maakt hij gaten waaruit sap stroomt, dat hem tot voedsel dient. Deze rijpingsvraat gebeurt voornamelijk in de takoksels van twee- en meerjarige twijgen. Het wijfje legt haar eitjes onder de schors van een verzwakte of stervende boom. Zij boort daartoe een verticale gang, de moedergang. Aan weerszijden worden de eitjes afgezet. Na een paar weken komen de larven uit die eveneens een gangetje vreten loodrecht op de moedergang (fig. 35). De gangen van de larven worden naar het einde toe steeds breder. Op het einde van de gang gebeurt de verpopping in een poppenwieg. Het is nog in larvaal stadium dat overwinterd wordt.

De vraat van de iepenspintkever is niet echt schadelijk, maar de kever draagt wel tijdens de rijpingsvraat de zeer gevaarlijke schimmel *Ceratocystis ulmi* over die voor de olm dodelijk is.

Bestrijding: Zieke en dode bomen waarop de eileg gebeurt, moeten verwijderd worden en gevelde bomen worden best voor april ontschorst. Schors en takhout moet verbrand worden (KB 19.11.87).

2.5.1.5. *Agrilus biguttatus* / Eikenprachtkever

Waardplant: eik

Beschrijving: De Eikenprachtkever is een metaalachtig groene tot blauwgroene of staalblauwe kever met een lengte van 0,8 - 1,3 cm. Typerend zijn de twee kleine witte vlekjes achteraan op de dekschilden.

De larve is plat en gesegmenteerd, met aan het eind twee kleine zwarte tangetjes. De larve kan 2 tot 5 cm lang worden en één of tweemaal overwinteren vooraleer te verpoppen.

De kever vliegt van half mei tot half juni en legt de eitjes in groep aan de zuidzijde van de stam. De larven vreten zich in de schors en maken tussen de schors en het hout lange zigzagvormige gangen van 2 tot 4 mm breed (fig. 36). De larven overwinteren en verpoppen in de schors. De uitvlieggaten hebben een typische halfcirkelvorm (ongeveer 2,5 mm breed en 2 mm hoog). De sapstroom wordt door het gangenstelsel verstoord. Wanneer de boom geringd wordt, sterft hij af. De kever komt in eerste instantie op verzwakte eiken voor maar kan in principe ook gezonde bomen aantasten. Bij een eerste aantasting weren gezonde bomen deze af met slijmuitvloei en vorming van callusweefsel.

Bestrijding: Aangezien de soort in hoofdzaak een secundaire aantaster is moet vooral aan preventieve maatregelen gedacht worden. De prachtkever is een warmteminnende soort. Beschaduwning beperkt de mate van aantasting. Plotse vrijstelling van eiken moet vermeden worden. Gemengde eikenbestanden met een dichte onderetage lopen minder gevaar. Stammen waarin veel larven zitten kan men verwijderen. Bomen die al meer dan een jaar dood zijn bevatten geen kevers meer en kunnen in het bos blijven. Ook bomen met slijmuitvloei moeten niet gekapt worden.

2.5.1.6. *Agelastica alni* / Elzenhaantje

Waardplant: *Alnus*

Beschrijving: Het Elzenhaantje is een kevertje van 0,5 tot 0,7 cm groot. De kever is eirond en donkerblauw metaalglanzend. De elzenhaantjes overwinteren als volwassen kever onder het strooisel en in de bodem. In april-mei komen ze te voorschijn en vreten ze gaten in elzenbladeren. De gele eitjes worden in mei-juni in hoopjes op de onderkant van de bladeren afgezet. De volgroeide larven zijn ongeveer 1 cm groot, zwart en behaard. Ze skeletteren het blad door enkel het bladmoes op te eten (venstervraat). De verpopping van de larven gebeurt in de bodem. Eind juli-augustus verschijnen de volwassen diertjes, die in september-oktober gaan overwinteren.

Er zijn heel wat soorten haantjes. Naast Elzenhaantje zijn ook Heidehaantje (*Lochmaea saturalis*), Populierenhaantje (*Chrysomela populi*) en Wilgenhaantje (*Phyllodecta vitellinae*) bekend om hun vraatschade, respectievelijk aan struikheide, populieren en wilgen.

Vooraf jonge bomen kunnen lijden onder de bladbeschadiging van larven en imago's.

Bestrijding: In boomkwekerijen worden haantjes soms chemisch bestreden. In het bos is bestrijding niet nodig.

2.5.2. Vlinders

Vlinders zijn insecten met twee paar geschubde vleugels. Hun monddelen zijn omgevormd tot een roltong, waarmee voedsel wordt opgezogen. Het larvale stadium is de rups, die bijtende monddelen heeft. De meeste soorten die zware aantastingen op bomen kunnen veroorzaken, zijn nachtvlinders.

2.5.2.1. *Operophtera brumata* / Kleine wintervlinder

Waardplant: loofboomsoorten (voornamelijk eik, maar ook andere soorten)

Beschrijving: Het mannetje heeft geelgrijze voorvleugels met donkere, gegolfde dwarslijnen;

Het wijfje is grijsbruin met korte vleugelstompjes en kan niet vliegen (fig. 37).

De rupsen (20 mm) zijn geelgroen met een donkere rugstreep en 3 witte tot lichtgele lengtestrepen aan weerszijden. Het zijn spanrupsen: ze spannen zich op om zich voort te bewegen.

De vlinders komen in het najaar (oktober-november) te voorschijn. De wijfjes kruipen omhoog langs de stam en leggen hun eitjes (groen tot licht oranje) af in schorsspleten of aan de twijguiteinden, in de buurt van de bladknoppen. De rupsen verschijnen in april, spinnen bladeren geheel of gedeeltelijk samen en vreten ze voor een deel of helemaal af. De verpopping vindt plaats in het strooisel (juni). Bomen worden soms volledig kaalgevreten. Omdat de vraat vroeg in het voorjaar plaatsvindt, kunnen bomen herstellen van de schade. Herhaalde kaalvraat leidt echter tot verzwakking van de betrokken bomen. De soort komt vaak voor in eikenbossen, samen met Grote wintervlinder en/of Groene eikenbladroller.

Bestrijding: Bestrijding gebeurt met lijmringen rond de stam, waarin de omhoog kruipende wijfjes blijven kleven. Zoals bij andere vlindersoorten kan een bacteriesuspensie gespreeid worden.

2.5.2.2. *Erannis defoliaria* / Grote wintervlinder

Waardplant: loofboomsoorten (voornamelijk eik, maar ook andere soorten)

Beschrijving: Het mannetje heeft geelbruine voorvleugels met donkerbruine, gegolfde dwarsbanden (fig. 38a); de achtervleugels zijn bleekgeel. Het wijfje is geel met zwarte vlekken en vleugelloos (fig. 38b).

De rupsen (35 mm) zijn aan de bovenzijde roodbruin met donkere vlekken en donkere gegolfde zijlijnen; de onderzijde is geel (fig. 39).

De levenswijze is gelijkaardig aan die van de Kleine wintervlinder. De vlinders komen echter vroeger in het najaar te voorschijn (sep. - okt.) en de rupsen kunnen iets langer teruggevonden worden. De verpopping gebeurt ondiep in het strooisel (juni).

De bladeren worden, in tegenstelling tot bij Kleine wintervlinder, niet samengesponnen voor de vraat. Beide soorten komen regelmatig gelijktijdig voor, eventueel ook samen met Groene eikenbladroller. De aangetaste bomen verzwakken en er treedt groeivermindering op.

Bestrijding: Bestrijding gebeurt met lijmringen rond de stam, waarin de omhoog kruipende wijfjes blijven kleven. Zoals bij andere vlindersoorten kan een bacteriesuspensie gespreeid worden.

2.5.2.3. *Tortrix viridana* / Groene eikenbladroller

Waardplant: eik

Beschrijving: De Groene eikenbladroller is een klein vlindertje (18-22 mm spanwijdte) met helgroene voorvleugels en grijze achtervleugels. De rups is groen met zwarte stippen en zwarte kop (het gaat hier niet om een spanrups). De vlinders zijn aanwezig in de maanden juni en juli. Zij leggen hun eitjes op twijgen. Overwintering gebeurt in dit stadium. In het voorjaar verschijnen de zeer beweeglijke rupsjes die zich in een knop inboren en bij de bladuitloop zich te goed doen aan de bladeren. Zij spinnen deze bladeren samen tot een

rolletje en vreten ze volledig of gedeeltelijk op. De verpoping gebeurt in juni in de bladrol. De eikenbladroller kan samen met de Kleine wintervlinder (*Operophtera brumata*) en de Grote wintervlinder (*Erannis defoliaria*) gehele eikenbossen kaalvreten (fig. 40).

Bestrijding: Er wordt gerekend op de natuurlijke vijanden van de eikenbladroller. Biologische bestrijding kan gebeuren door besproeien met een bacteriesuspensie.

2.5.2.4. *Thaumetopoea processionea* / Eikenprocessievlinder

Waardplant: vnl. zomer- / wintereik

Beschrijving: De Eikenprocessievlinder heeft licht bruingrijze vleugels met een spanwijdte van 2,5 - 3,5 cm. Bij het mannetje is een donkere dwarsband op de voorvleugels zichtbaar. De vlinders leven maar maximum een paar dagen en vliegen in augustus - september. De eikenprocessierupsen zijn bij de mens geducht omwille van mogelijke huidirritatie en ontsteking van o.a. ogen en luchtwegen.

De vlinders leggen hun eitjes in groepjes op de twijgen van de eiken en bedekken die met een kitachtige substantie. De eitjes overwinteren en in april komen de rupsen uit. Aanvankelijk hebben ze nog geen brandharen. Na enkele vervellingen ontstaan de brandharen en beginnen de rupsen met het maken van een nest. De behaarde rupsen zijn dan op de rug blauwachtig zwart gekleurd met een bleke zijkant en 2 oranje of grijze wratjes op elk segment. Ze worden tot 3,5 cm lang. De typische nesten bestaan uit spinsel van haren, vervellingshuiden en uitwerpselen en bevinden zich aan de stam en zware takken (fig. 41). De rupsen trekken vanuit de nesten 's avonds in processie naar de boomkronen, waar zij 's nachts aan de bladeren vreten. De bomen kunnen volledig kaalgevreten worden. De verpoping gebeurt in juli, eveneens in de nesten. De eiken herstellen moeilijker van de vreterij dan bij aantasting door wintervlinder of eikenbladroller, omdat de aantasting tot later in het groeiseizoen duurt. Vooral eikendreven en solitaire bomen, maar ook ijle eikenbestanden worden aangetast. Halfweg de jaren '90 veroorzaakten herhaaldelijke zware aantastingen van eikenprocessievlinder verzwakking en sterfte van eiken in de Kempen.

Bestrijding: Na enkele jaren van explosieve toename stort een populatie in door parasiterende insecten en virusziekten. Omwille van de overlast is bestrijding dikwijls gewenst, bijvoorbeeld langs openbare wegen. Dit kan mechanisch door het verwijderen van de nesten of branden van de nesten. Biologische bestrijding gebeurt met een bacteriesuspensie van *Bacillus thuringiensis*. Biotechnische bestrijding kan met groeiregulatoren die de vervelling van de rupsen blokkeren. Pas in laatste instantie kan chemische bestrijding overwogen worden.

2.5.2.5. *Lymantria dispar* / Plakker

Synoniem: *Porthetria dispar*

Waardplant: polyfaag (bij lage dichtheden vooral eik)

Beschrijving: Het vrouwtje van de Plakker heeft een spanwijdte van 4,5 - 6 cm, heeft een vuilwitte kleur met op de voorvleugels 3-4 getande dwarsbanden. Het mannetje is kleiner en bruingrijs, met witte vlekken en bruine dwarsbanden. De antennen zijn geveerd. De rupsen zijn 4 - 7,5 cm groot en sterk behaard (fig. 42). De zwarte haarborstels staan op kleine roodachtige, verheven wratjes. Op de segmenten 1-5 zijn er blauwe wratten zichtbaar, op segmenten 9 en 10 is er een rode vlek op de rug. Zowel de beharing van de rups als van de vlinder kan irriterend zijn.

Rond de maand mei komen de rupsen uit de overwinterende eitjes. Ze vreten bladeren en naalden slordig af, waarbij bladresten op de grond vallen. De aantasting kan vooral in jonge bestanden en in naaldbossen ernstige gevolgen hebben. De rupsen verpoppen in juli-augustus in schorsspleten of tussen samengesponnen bladeren. De vlinders leggen hun eitjes in groep aan takken of stam en bedekken die met haren.

Bestrijding: Aantastingen zijn minder erg in dichte bestanden. De populaties kunnen zeer sterk uitbreiden maar plots ineens storten door ziektes en parasieten.

2.5.2.6. *Lymantria monacha* / Nonvlinder

Voedselplant: naald- en loofbomen

Beschrijving: De vlinder heeft witte tot donkergrijze voorvleugels met zwarte lijnen in zigzagvorm en grijze achtervleugels. De spanwijdte is 35-60 mm. Het achteruiteinde is rooskleurig. De nonvlinder is een nachtvlinder die de dag doorbrengt aan de schaduwzijde van de stammen. Hij vliegt in juli-augustus en vooral 's avonds. Het wijfje legt haar eitjes onder de schors in groepen van 20-100, bij voorkeur onder aan de stam. De eitjes overwinteren en in de lente komen de rupsen te voorschijn. Deze blijven gedurende een vijftal dagen samen. Ze zijn tot vijf cm lang, grijsachtig van kleur, met een brede donkere ruglijn en een lichtgrijze zadelvlek. De lichaamsringen dragen donkere wratten met lange zwarte haren. De rupsen kruipen naar de kroon waar zij van de bladeren vreten, op een nogal verspillende manier. Bij naalden wordt eerst de bovenste helft afgebeten, die op de bodem valt, waarna de rest van de naald tot aan de basis opgegeten wordt. Zij komen minstens één keer via een gesponnen draad naar beneden en kunnen dan met de wind naar een andere boom verplaatst worden. In juli verpoppen de rupsen in een eigen spinsel tussen de naalden of bladeren. De pop is eerst groenachtig, later glanzend met een bronskleur en blauwe haartjes aan de kop en gele aan het achterlijf. Ernstige vraat komt normaal gezien slechts één of twee achtereenvolgende jaren op dezelfde plaats voor. De aantasting verplaatst zich van jaar tot jaar. Loofbomen herstellen zich gemakkelijk na een aanval, met uitzondering van beuk (schorsbrand). Grove den lijdt fel en valt vlugger ten prooi aan andere schadelijke factoren door verzwakking. Fijnspar overleeft een sterke aantasting gewoonlijk niet.

Bestrijding: De Nonvlinder heeft natuurlijke vijanden waaronder sluipwespen, die hun eitje leggen in de rups, maar ook vogels en een virusziekte die optreedt het tweede jaar na een massale nonvlinderaanval. Bestrijding met groeiregulatoren werd bij een zware aantasting in 1986 in verschillende Limburgse bossen uitgevoerd.

2.5.2.7. *Coleophora laricella* / Lariksmot

Waardplant: lork

Beschrijving: De Lariksmot is klein en grijs met lang-behaarde vleugels. De mot legt in mei-juni één eitje per naald. Het rupsje boort zich in de naald en vreet ze hol, zodat de naald een gele kleur krijgt en verschrompelt. De naalden worden soms massaal bruin (fig. 43). Een stuk van deze uitgeholde naald wordt door de rups bijgehouden als een kokertje waarin de overwintering gebeurt. Het kokertje wordt daartoe vastgesponnen aan de twijg bij de knoppen. De naalden van deze knoppen worden bij het uitlopen al dadelijk aan de basis uitgevreten. In mei gebeurt de verpopping. De lorken herstellen gemakkelijk van deze vraat, maar zullen na meerdere jaren van aantasting toch verzwakken en gevoeliger worden voor andere infecties.

Bestrijding is meestal niet noodzakelijk.

2.5.2.8. *Rhyacionia buoliana* / Dennenlotrups

Synoniem: *Evetria buoliana*

Waardplant: *Pinus*-soorten

Beschrijving: De vlinder heeft een spanwijdte van 18-22 mm. De voorvleugels zijn donkerrood met zilverkleurige lijnen, de achtervleugels zijn grijs. Het wijfje legt in juni-juli haar eitjes op twijgen en naalden. De rups, roodbruin met zwarte kop en halsschild, eet eerst van de naalden en boort zich daarna in een knop om te overwinteren. In de lente worden de knoppen en de basis van nieuwe scheuten uitgevreten. De scheut sterft of knikt om en richt zich weer op om verder te groeien onder de vorm van een posthoorn (fig. 44). De rups verpopt einde mei-begin juni en na 2-3 weken verschijnen de vlinders.

Bestrijding: Bestrijding is meestal niet noodzakelijk. De *Pinus*-soorten vertonen een verschillende gevoeligheid.

2.5.2.9. *Yponomeutidae* / Spinselmotten

Waardplant: verschillende loofboomsoorten, heel wat struiksoorten (*Prunus*, *Crataegus*, *Sorbus*,...)

Beschrijving: Spinselmotten zijn kleine, slanke vlindertjes met witte of lichtgrijze voorvleugels met vele zwarte puntjes. De vlinders vliegen in juli-augustus. De overwintering gebeurt als rups, binnenin het eikapsel dat bescherming tegen de kou biedt. De rupsen zijn geelgroen of grijs met rijen zwarte puntjes. De rupsen vormen in het voorjaar een taai spinsel waarbinnen ze leven en in juni ook verpoppen. Deze spinselnetten worden rond bladeren en twijgen en soms ook op de stam gevormd (fig. 45). Binnenin de spinsels bevinden zich beschadigde en dode bladeren. Herhaalde aantasting kan tot verzwakking van bomen leiden.

Bestrijding is niet nodig. Spinsels kunnen eventueel in het voorjaar uitgeknipt en verbrand worden.

2.5.2.10. *Cossus cossus* / Wilgenhoutrups

Synoniem: *Bombyx cossus*

Waardplant: loofboomsoorten, met voorkeur voor wilg en populier

Beschrijving: De wilgenhoutrups is een grote nachtvlinder met een plompe lichaamsbouw. De vleugels zijn bruingrijs met vele donkere gegolfde dwarsbanden, waardoor de vlinder goed gecamoufleerd is als hij op boomschors zit. De vlinders komen in juni uit. Ze leggen de eitjes in groepjes in schorsspleten. Na ongeveer twee weken komen de rupsen uit. Die boren zich in beschadigde delen van de schors in. Aanvankelijk leven ze in de schors, maar later maken ze ook gangen in het hout, meestal in het onderste stamdeel. Regelmatig worden openingen naar buiten gemaakt, waarlangs nieuwe aantastingen kunnen gebeuren. De rups kan tot 9,5 cm groot worden en 1,8 cm dik. De kleur is geelwit met een opvallende brede bruinrode band over de rug. In mei-juni verpoppen ze in een cocon van samengesponnen boorspanen en excrementen. Het kan verschillende jaren duren vooraleer een rups verpopt.

Bestrijding: Schade komt overwegend in wegbeplantingen voor. Beschadiging van de schors (bij maaien, snoeien, wegwerkzaamheden,...) moet vermeden worden. Bij lichte schorsbeschadiging kan eventueel een wondafdekmiddel gebruikt worden. Aangetaste bomen moeten gedeeltelijk of geheel verwijderd worden.

2.5.2.11. *Cameraria ohridella* / Kastanjemineermot

Waardplant: Paardenkastanje

Beschrijving: De Kastanjemineermot is een klein mineermotje van ongeveer 0,5 cm groot. De mot is okergeel met op de vleugels zwart-wit gerande dwarsstrepen. De larven zijn tot 0,6 cm groot en afgeplat. Ze leven in het blad van de Paardenkastanje. Er zijn verschillende generaties per jaar. In april komen de vlinders uit de poppen die overwinteren in het strooisel. De eitjes worden op het blad in de buurt van een bladnerf afgezet. De uitkomende larfjes dringen in het blad en maken een mineergang (fig. 46). Ook de verpopping gebeurt in de mineergang, die meestal parallel loopt met de bladnerf. De laatste generatie blijft als pop in het afgevallen blad overwinteren.

De kastanjebladeren verkleuren, krullen op en vallen vervroegd af. Na herhaaldelijke aantastingen kan de boom verzwakken. Verwarring met de bladschimmel *Guignardia aesculi* is mogelijk. Uitsluitel kan gegeven worden door het blad tegen het licht te houden: bij Kastanjemineermot zijn larven, uitwerpselen en poppen zichtbaar in de mineergangen.

Bestrijding: Aangetaste, afgevallen bladeren kunnen verzameld en gecomposteerd worden.

2.5.3. Vliesvleugeligen

De orde van de vliesvleugeligen telt veel nuttige insecten. Beide paren vleugels zijn vliezig, de monddelen zijn zuigend-bijtend en de metamorfose is volledig.

2.5.3.1. *Diprion pini* / Gewone dennenbladwesp

Waardplant: *Pinus*-soorten

Beschrijving: De vrouwelijke bladwespen zijn 8-10 mm lang en geel van kleur, de mannelijke zijn iets kleiner en zwart (fig. 47). De bastaardrupsen (30 mm) zijn geelgroen met bruine kop (fig. 48). In mei legt het wijfje de eitjes in serie af op de naald en bedekt ze onder een wit laagje. Hieruit komen de geelgroene larven (bastaardrupsen), die tot 3 cm lang worden en in kolonies tussen de naalden leven. Deze larven eten de malse delen van oudere naalden op en laten de middennerf in eerste instantie staan, die dan krult en bruinrood wordt.

Oudere larven eten de naalden gans op en bij sterke aantasting vreten ze ook van de jonge naalden. Na enkele weken verpopt de larve in een bruine, eivormige en harde cocon aan de takken of tussen de schors. Na veertien dagen komt de nieuwe generatie te voorschijn, die eitjes legt op de nieuwe naalden. De larven verschuilen zich in de winter in de strooisellaag. Ze overwinteren in een cocon en verpoppen het volgend voorjaar. De schade kan bij grove den zeer belangrijk zijn. De bomen verzwakken, lijden aan groeivermindering en worden vlugger aangetast door andere organismen.

Bestrijding: De Gewone dennenbladwesp heeft een aantal natuurlijke vijanden, die het risico op een plaag kunnen beperken (parasieten zoals onder andere sluipwespen en sluipvliegen; predatoren zoals Rode bosmier, spitsmuizen, vogels).

Bladwespen komen ook op andere boomsoorten voor. Bekend is bijvoorbeeld de aantasting door Lindenbladwesp (*Caliroa annulipes*) op linde. Heel wat soorten veroorzaken galvorming zoals ondermeer de Aardappelgalwesp (*Biorhiza pallida*) op eik. De gallenvormers worden wat verder afzonderlijk besproken.

2.5.4. Snavelinsecten, onderorde plantenluizen en cicade-achtigen

2.5.4.1. Plantenluizen

In deze orde van insecten komen zeer uiteenlopende vormen voor. Er zijn veel ongevleugelde soorten. Indien aanwezig, zijn de voorvleugels vliezig of leerachtig. De metamorfose is onvolledig. Luizen hebben stekende monddelen, waarmee ze sap zuigen. De meeste soorten scheiden een plakende stof (honingdauw) af, die door andere insecten als voedsel gebruikt wordt. Op de honingdauw die op de bladeren druipt groeien vaak roetschimmels, waardoor de bladeren op de bovenzijde een zwarte kleur krijgen. Dit is ondermeer bekend bij lindebomen die aangetast zijn door Lindenbladluis (*Eucallipterus tiliae*). Er zijn onder andere bladluizen, wolluizen en schildluizen. Bladluizen overwinteren meestal als ei. Uit het ei komt in het voorjaar een ongevleugelde wijfjesluis, de stammoeder, die zich ongeslachtelijk voortplant. De gevleugelde nakomelingen paren en zetten de wintereieren af waaruit in het voorjaar weer een stammoeder komt. Wolluizen overwinteren als vleugelloos wijfje onder bescherming van een wasvlok. Bij de schildluizen vormt het wijfje tijdens de voedselopname een schildvorming lichaam dat de eieren en de jonge larven beschermt. Luizen zijn zelden oorzaak van boomsterfte, maar kunnen bij massaal optreden verzwakkend werken en de boom gevoeliger maken voor andere infecties. In kwekerijen kan de schade wel aanzienlijk zijn. De luizen kunnen dan bestreden worden met een chemisch middel dat met de plantensapstroom wordt meegevoerd en door de luis wordt opgezogen.

2.5.4.1.1. *Phyllaphis fagi* / Beukenbladluis

Waardplant: Beuk

Beschrijving: De geelgroene, gevleugelde of ongevleugelde luizen zijn bedekt met witte wasvlokken en bevinden zich aan de onderzijde van de beukenbladeren (fig. 49). Ze zuigen voornamelijk in mei-juni aan jonge bladeren en zaailingen. Bij sterke aantasting wordt de bladontwikkeling geremd. De bladranden verbruinen, krullen op of rollen langs de middennerf omlaag. De bladeren kunnen ook verkleuren door roetschimmels op de honingdauw.

Bestrijding: Bestrijding is meestal niet nodig, enkel in kwekerijen wordt chemische bestrijding toegepast.

2.5.4.1.2. *Cryptococcus fagisuga* / Wollige beukenstamluis

Waardplant: Beuk

Beschrijving: Stam en takken zijn bedekt met een witte, vlokkige waslaag waaronder zich ronde, gele luizen bevinden (fig. 50). De voortplanting gebeurt waarschijnlijk alleen ongeslachtelijk. Er komt geen gevleugeld stadium voor, zodat verspreiding voornamelijk met de wind of met vogels en insecten plaatsvindt.

De luizen steken en zuigen aan de schors. Schors en cambium verkleuren soms bruin op de aantastingsplaats. De combinatie van een aantasting door wollige beukenstamluis, gevolgd door een infectie met de schimmel *Nectria coccinea* is waarschijnlijk (mede)verantwoordelijk

voor het ontstaan van beukenschorskanker (slijmvloei uit de stam, schorskankers, verwelken en vergelen van bladeren).

Bestrijding: Bij ernstige aantasting kunnen de aantastingsplaatsen met vruchtboomcarbolineum behandeld worden. Bomen die symptomen van beukenschorskanker vertonen worden best verwijderd. Als natuurlijke vijand zijn een paar soorten lieveheersbeestjes bekend.

2.5.4.1.3. *Pulvinaria regalis* / Koningsschildluis

Waardplant: loofboomsoorten (vb. esdoorn)

Beschrijving: De vrouwtjes produceren een opvallend witte eierzak waar de stammen en takken vol mee kunnen zitten (fig. 51). De eitjes worden onder het schild afgezet, dat langzamerhand omhoog wordt gedrukt door een wollige wasmassa (de eierzak). Verwarring is mogelijk met de Hydrangaeschildluis (*Eupulvinaria hydrangeae*), die echter enkel op twijgen en bladeren voorkomt.

De vrouwtjes zijn 0,7 tot 1 cm lang. Het schildje is plat, rond en bruin gekleurd. De vrouwtjes zuigen zich vast en verplaatsen zich niet. De mannetjes zijn kleiner en gevleugeld. De voortplanting kan zowel geslachtelijk als ongeslachtelijk.

Bestrijding: Hoewel bij sterke aantasting twijgen kunnen verdrogen en afsterven is bestrijding van de luizen in bossen niet nodig.

2.5.4.2. Cicade-achtigen

De monddelen van de cicade-achtigen zijn gelijkaardig aan die van de plantenluizen. De cicaden zijn echter groter, hebben korte borstelachtige antennen en zijn steeds gevleugeld. De meeste soorten leggen hun eitjes met een legboor in plantenmateriaal. Bij de schuimcicaden of 'spuugbeestjes' leven de nimfen in een schuimachtige substantie die hen tegen uitdroging beschermt.

2.5.4.2.1. *Haematoloma dorsatum* / Roodzwarte dennencicade

Waardplant: Grove den, Corsicaanse den (larve: Bochtige smele)

Beschrijving: De roodzwarte dennencicade is een schuimcicade waarvan de nimfen op de wortels van grassoorten leven. De volwassen cicade is 0,7 cm groot en heeft een bloedrode kleur, met zwarte vlekken. De cicade vliegt vooral in de periode mei-juni en zuigt aan de naalden van de dennen. De naalden verkleuren en vertonen bandvormige ringen. De bandvormige verkleuring kan overgaan in volledige verkleuring en vroegtijdig afvallen van de naalden (fig. 52). Vooral de oudere naalden worden aangetast. Wanneer de naalden vallen, zijn de cicaden bijna niet meer terug te vinden. De eieren worden in de stengelbasis van de grassen afgezet. De overwintering kan zowel als eitje als in het nimfestadium. Bij ons worden de nimfen in maart-april in schuimvlokken aan de basis van de grasstengels teruggevonden. Bij herhaalde aantastingen kunnen bomen verzwakken en gevoelig worden voor secundaire aantastingen.

Verwarring is mogelijk met sommige schimmelaantastingen die ook naaldval veroorzaken, maar dan zijn op de naalden sporenhoopjes terug te vinden.

Bestrijding: Een goed ontwikkelde onderetage vermindert de aanwezigheid van Bochtige smele, de grassoort waarop de nimfen in onze streken leven. Te ijle bestanden bevorderen

de vergrassing. Vergrassing treedt ook op onder invloed van stikstofdepositie en natuurlijke successie.

2.5.5 Galverwekkende insecten

Een gal is het geheel van vervormde cellen of weefsel van een plant, ontstaan onder invloed van een parasitair organisme. Gallen ontstaan als reactie op de prikkel van het organisme. Het is de waardplant die de gal vormt en daarmee probeert het organisme af te zonderen. Het organisme (meestal een insect) leeft in de gal en voedt zich er ook mee. Gallen worden op bomen het meest in de herfst waargenomen. Ze hebben geen nadelige invloed op de bomen.

Verskillende insectensoorten kunnen voor gallenvorming op bomen zorgen. Het meest bekend zijn de gallen die veroorzaakt worden door galwespen op eik, zoals de aardappelgal (*Biorhiza pallida*, fig. 53), de galappel (*Cynips quercusfolii*) en de ananasgal (*Andricus fecundator*). Maar gallen kunnen ook veroorzaakt worden door galmuggen, bladluizen,...

De galverwekkers zijn meestal verbonden aan één plantensoort, of enkele nauw verwante soorten. Bij de bomen komen de hoogste aantallen galvormende soorten op eik en wilg voor, gevolgd door berk, populier en kers. Op de inlandse eiken alleen al komen meer dan 40 soorten galwespen voor.

Bij de meeste soorten galwespen wordt de gal pas gevormd bij het uitsluipen van de larve uit het eitje, dat in het blad, in de bladknop of op de steel werd afgezet. Vele galwespen hebben per jaar een sexuele en een asexuele generatie. Daarbij worden de gallen op verschillende plaatsen gevormd en kunnen ze er ook anders uitzien. Bij de Aardappelgalwesp veroorzaakt de asexuele generatie de bekende aardappelgallen in het voorjaar. Daaruit komen zowel mannelijke als vrouwelijke galwespen. Na de paring worden de eitjes op jonge eikenwortels leggen. Op deze boomwortels worden kleinere gallen gevormd. Tijdens de winter verpoppen de wespen in de gallen en in het volgend voorjaar komen de vleugellose vrouwtjes van de asexuele generatie te voorschijn.

2.6. Vogels

Vogels hebben vooral een positieve invloed op het bos door het eten van schadelijke insecten. De schade veroorzaakt door vogels beperkt zich voornamelijk tot het eten van zaden. Het is mogelijk dat daardoor plaatselijke de natuurlijke verjonging in het gedrang komt. Ook kunnen ongewenste boomsoorten zoals Amerikaanse vogelkers over een grote oppervlakte verspreid worden. Hinderlijk is ook het wegpikken van zaden uit kwekerijen of bezaaiingen. Dit kan tegengegaan worden door het leggen van takken op de kweekbedden of door het spannen van draden. Ook vogelverschrikkers worden geplaatst.

2.7. Zoogdieren

Plaatselijk en onder bepaalde omstandigheden, kan de schade door zoogdieren deze van andere organismen ver overtreffen. Ze bestaat hoofdzakelijk uit vreet- en veegschade. Vreetschade omvat het eten van knoppen, bladeren, naalden en jonge scheuten, het afbijten en eten van jonge boompjes en takjes, vraat aan de bast (schillen) en het knagen aan boomwortels.

Muizen kunnen vooral in kwekerijen en jonge beplantingen (voornamelijk loofboomsoorten) schade aanrichten door vraat aan wortels, knoppen, scheuten en schors.

De Rosse woelmuis klimt zeer goed en kan vrij hoog in de boom schade aanrichten door vraat aan de bast.

Woelratten kunnen beplantingen volledig vernietigen door wortelvraat. De aangetaste boompjes verdorren en sterven af. De wortel is vaak kegelvormig afgebeten. Konijnen veroorzaken schade door schillen van de bast en door afbijten van jonge boompjes, knoppen, scheuten, enz. Bij langdurige sneeuw neemt de vraat toe. Hazen veroorzaken schade door afbijten van knoppen, scheuten enz. en door schillen. De afgebeten scheuten zijn schuin en glad en afgebeten.

Reeën veroorzaken vreet- en veegschade (fig. 54, fig. 55). De afgebeten scheuten vertonen een rafelig snijvlak. In de regel veroorzaken ze geen schiltschade. In het voorjaar vegen de reebokken hun nieuw gewei tegen bomen om het van de huid te ontdoen. Voor en tijdens de bronst (juli-augustus) vegen de reebokken eveneens om hun territorium af te bakenen. Zij hebben tussen hun gewei een voorhoofdsklief die geurstoffen afscheidt. De schade die dan veroorzaakt wordt is vaak ernstiger dan in het voorjaar.

Bescherming tegen wildschade kan onder andere door mechanische bescherming (rasters rond bestanden of afzonderlijk met gaas of boomspiralen) of instrijken met afweermiddelen. In het buitenland wordt vreeschade door Ree en Edelhert in de winter soms beperkt door bijvoeding. Als er schade is ten gevolge van een te hoge wildstand kan een weloverwogen afschotplan aangewezen zijn. Bij hoge populaties van wilde konijnen kan men eveneens tot populatieregeling overgaan.

2.8. Mens

2.8.1. Exploitatie

Bij de exploitatie doet zich gemakkelijk vel- en ruimschade voor (fig. 56). Velschade is het breken van takken en stammen van omstaande bomen en het verpletteren van jonge planten bij het neervallen van de boom.

Ruimschade is de ontschorsing van bomen bij het wegslepen van stammen (fig. 57). Daarbij worden ook jonge planten vernield. Het gebruik van zware machines bij de ruiming veroorzaakt bodemverdichting. Tijdens de exploitatie moet toezicht gehouden worden opdat de velling en ruiming zo voorzichtig mogelijk gebeurt. Schadevergoeding kan geëist worden. Te zware machines kunnen verboden worden (lastenboek).

2.8.2. Recreatie

Recreanten kunnen schade toebrengen door vertrappeling van jonge planten, het veroorzaken van bodemverdichting, breken van takken, achterlaten van afval, verjagen van wild (loslopende honden), vandalisme, veroorzaken van brand enz.

Natuureducatie en informatieverstrekking over het bos kunnen hier een eerste positieve bijdrage leveren.

Om allerlei redenen moet de recreatieve infrastructuur tot een minimum beperkt worden (parkeerplaats, sanitaire inrichting, wegnnet, afvalkuilen of vuilnisbakken, rustbanken). Veel hangt af van de hoofdfunctie van het bos. In speelbossen en recreatieve delen van stadsbossen is een aangepaste inrichting aangewezen.

Recreatie dient buiten de speelbossen beperkt te blijven tot de paden. Hinderlijke activiteiten en gemotoriseerd verkeer kunnen niet toegestaan worden. In kwetsbare delen van het bos kan de recreatie beperkt of volledig verboden worden. Dit kan tijdelijk (vb. gedurende het broedseizoen) of het ganse jaar.

Indien verbodsbepalingen worden aangebracht, dient de toepasselijke wetgeving hierop vermeld te worden.

2.8.3. Strooiselroof

Strooiselroof is het weghalen van de mos- en strooisellaag, voornamelijk voor gebruik in de sierplantenteelt. De kwaliteit van de bodem vermindert door het onttrekken van humus en mineralen. Ook de biologische activiteit en de fysische eigenschappen van de bodem worden verstoord. Daarbij komt dat het best geschikte strooisel afkomstig is van bestanden die al op arme gronden gelegen zijn. Er wordt veel geld geboden voor strooisel, zodat sommige privé-boseigenaars deze bijkomende bron van inkomsten niet afslaan. Het bosdecreet verbiedt strooiselroof, tenzij mits machtiging van het Bosbeheer.

3. WETTELIJKE BEPALINGEN

3.1. Luchtverontreiniging

Voor een volledig overzicht van alle wetgeving met betrekking tot luchtverontreiniging wordt verwezen naar meer gespecialiseerde literatuur. De laatste decennia ontstonden verschillende wereldverdragen, Europese protocols, wetten, koninklijke besluiten, decreten en reglementeringen. Op Vlaams niveau is er o.a. de VLAREM-wetgeving, die de uitbating van industriële inrichtingen vergunningsplichtig maakt en de milieunormen vastlegt waaraan een vergunde uitbating moet voldoen. De controle hierop gebeurt door de milieu-inspectie. Het milieubeleidsplan en de milieujaarprogramma's zijn de hoekstenen van het milieubeleid in Vlaanderen. De toestand van het milieu wordt in het milieu- en natuurrapport (MIRA) gerapporteerd.

3.2. Koninklijk Besluit 19.11.1987

Dit is een Koninklijk Besluit in uitvoering van de Wet van 2 april 1971 inzake Bestrijding van voor planten en plantaardige producten schadelijke organismen.

Het Besluit regelt de bestrijding van o.a. distels, myxomatose, muskusratten,... maar ook de bestrijding van een aantal aantastingen aan bomen (zoals Bacterievuur, Iepenziekte,...) en een aantal insectensoorten.

De controle gebeurt in principe door inspecteurs van het Ministerie van Landbouw (dienst plantenbescherming), maar kan ook door het Bosbeheer uitgevoerd worden. De praktijk leert dat de controles vooral buiten de bosgebieden gebeuren. Denken we maar aan de bestrijding van bacterievuur. In de beheervisie voor de openbare bossen worden er vragen gesteld bij het nut van een deel van deze fytosanitaire wetgeving.

Distelbestrijding

"De verantwoordelijke is verplicht de bloei alsmede de zaadvorming en de uitzaaiing van schadelijke distels met alle middelen te beletten. Als schadelijke distels worden beschouwd: Akkerdistel, Speerdistel, Kale Jonker en Kruldistel. Een afwijking wordt toegestaan voor natuurgebieden met wetenschappelijke waarde of natuurrezervaten."

In feite is Akkerdistel de enige mogelijke probleemsoort, vooral op verstoorde en voedselrijke bodems. In verjongingen kan de soort massaal voorkomen. Na verloop van tijd (overschaduwning) verdwijnen de distels vanzelf. Bestrijding is onnodig, tenzij er klachten zijn. Dan is maaien de aangewezen oplossing. De bodem moet zo weinig mogelijk verstoord worden.

Bestrijding van de lepenziekte (*Ceratocystis ulmi*).

"Iedere verantwoordelijke die in zijn bossen of op alleenstaande bomen de aanwezigheid van schorskevers (*Scolytus scolytus* of *Scolytus mulistriatus* March.) of van lepenziekte vaststelt is verplicht de aangetaste iepen te vellen, te ontschorsen en te verbranden ofwel te behandelen volgens de richtlijnen van de dienst voor plantenbescherming."

Bestrijding van de Sparrenschorskever (*Ips typographus*), Nonvlinder (*Lymantria monacha*) en de Grote dennenbladwesp (*Diprion* spp.)

"De verantwoordelijke moet de dienst voor plantenbescherming de aanwezigheid van abnormale hoeveelheden in zijn bos melden. De bomen die door schorskevers zijn aangetast, moeten voor 1 mei geveld en ontschorst worden.

Gevelde naaldbomen mogen gedurende de maanden juni, juli en augustus enkel blijven liggen als ze gestreept of ontschorst worden.

- Stammen van minder dan 39 cm omtrek moeten aan twee kanten worden gestreept of ontschorst
- Stammen van 40 tot 70 cm aan vier kanten
- Stammen van grotere afmetingen moeten volledig ontschorst worden."

Bestrijding van Populierenkanker (*Xanthomonas populi*)

"Alle populieren die zichtbaar aangetast zijn door populierenkanker moeten geveld worden."

Bestrijding van Bacterievuur (*Erwinia amylovora*)

De wetgeving inzake bestrijding van perenvuur of bacterievuur werd reeds herhaalde malen aangepast. De strenge controles in de beschermde gebieden worden veelal bekritiseerd en aanzien als een heksenjacht op meidoorn.

Niet alleen appel, peer, Kwee en Meidoorn zijn mogelijke waardplanten voor bacterievuur. Ook andere boom- en struiksoorten die tot de familie van de Roosachtigen behoren: Wilde lijsterbes, Dwergmispel (*Cotoneaster* sp.), Vuurdoorn (*Pyracantha*) en *Stranvaesia*.

Het KB van 1987 werd onder meer in 1989 en 1990 gewijzigd. Het laatste Ministerieel Besluit in uitvoering van dit KB dateert van 25.05.1992.

Wettelijk is elke verantwoordelijke verplicht alle waardplanten die aangetast zijn door het bacterievuur onmiddellijk te behandelen (vb. de aangetaste takken wegsnoeien), tegen de grond af te zetten of, desnoods, te rooien. Dit geldt dus ook voor alleenstaande meidoorns en andere waardplanten.

Voor meidoornhagen moet, van zodra er een besmetting in de haag wordt vastgesteld, de aangetaste struik (niet de hele haag) tegen de grond afgezet of gerooid worden. De besmette takken wegnemen is onvoldoende. De rest van de haag moet gesnoeid worden tussen 1 november en 1 maart.

Gezonde hagen mogen ook slechts in dezelfde periode gesnoeid worden.

3.3. Bosdecreet (13 juni 1990), gewijzigd bij decreet van 18 mei 1999

Volgende artikels hebben betrekking op het beschermen van bossen tegen mogelijke verstoring of het herstel van bossen na verstoring.

Art. 10 § 2: Bossen kunnen ontoegankelijk verklaard worden (bijvoorbeeld bij brandgevaar). Zie ook Art. 106.

Art. 18: Ecologische functie openbare bossen: aandacht voor behoud of herstel van de natuurlijke waterhuishouding, aanbod van dood hout, tegengaan van nadelige externe beïnvloeding.

Art. 20: Verbodsbepalingen in openbare bossen: verbod op bestrijdingsmiddelen, meststoffen (uitgezonderd stalmest in plantput), verdelgen van planten en dieren, vuur, opgravingen, wijzigen reliëf, waterhuishouding, vegetatie,...

Art. 30: Uitbreiding art. 20 voor Bosreservaten: verbod op alle meststoffen, sport, jacht, keten en loodsen,...

Art. 55: Verkoop uit de hand in plaats van openbare verkoop: voor sanitaire kappingen in openbare bossen

Art. 81: Sanitaire kapping of kapping om veiligheidsredenen in privé-bos: meldingsplicht

Hoofdstuk 8 (Art. 90-107): hoofdstuk volledig aan bosbescherming gewijd

Artikels over vervreemding, ontbossing, onteigening, kaalslag en illegale kappingen. Noodgedwongen kappingen (sanitaire redenen) worden niet als kaalslag aanzien.

Art. 96-97: Verbodsbepalingen in openbare en privé-bossen inzake strooiselverwijdering, dood hout, plukken, snoeien, keten en loodsen, rustverstoring, reclame, afval, dieren binnen omheiningen, beschadiging aan planten of infrastructuur, prikkeldraad

Art. 99-106: Maatregelen inzake brandpreventie en -bestrijding

Art. 107: Eventuele maatregelen tegen abiotische en biotische dreiging

Ook verschillende **uitvoeringsbesluiten** behandelen diverse onderwerpen inzake bosbescherming:

Besluit van de Vlaamse regering tot vaststelling van de criteria voor duurzaam bosbeheer voor bossen gelegen in het Vlaamse Gewest (27 juni 2003): bindend decreet voor openbare bossen en bossen in het VEN, met o.a. maatregelen inzake boomsoortenkeuze en -menging, exoten, omvorming, dood hout, verjonging, gebruik bestrijdingsmiddelen, drainage, bodemherstel, kaalslag, exploitatie, wildbeheer...

Besluit van de Vlaamse regering betreffende de erkenning en de subsidiëring van bosgroepen en de wijze waarop leden van het Bosbeheer kunnen meewerken in erkende bosgroepen (27 juni 2003): o.a. projectsubsidie voor bestrijding Amerikaanse vogelkers, beheer volgens criteria duurzaam bosbeheer,...

Ook het *Besluit van de Vlaamse regering betreffende de beheerplannen van bossen (27 juni 2003)* en het *Besluit van de Vlaamse regering betreffende de subsidiëring van beheerders van openbare en privé-bossen (27 juni 2003)* verwijzen meermaals naar de criteria duurzaam bosbeheer. Een subsidie voor de bevordering van de ecologische bosfunctie kan

toegekend worden aan bosbeheerders die beschikken over een beheerplan dat voldoet aan de criteria duurzaam bosbeheer.

3.4. Decreet betreffende het natuurbehoud en het natuurlijk milieu (21 oktober 1997), gewijzigd bij decreet van 19 juli 2002

In het decreet wordt onder andere de zorgplicht en het stand-still principe geformuleerd. Dit houdt in dat ieder die werkzaamheden in de natuur uitvoert elke vermijdbare schade dient te voorkomen en dat de toestand van de natuur nergens meer achteruit kan gaan.

Het decreet legt een gebiedsgericht beleid vast, gebaseerd op een Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN) met Grote Eenheden Natuur (GEN), Grote Eenheden Natuur in Ontwikkeling (GENO) en een Integraal Verwevings- en Ondersteunend Netwerk (IVON).

In het VEN wil de overheid o.a. een natuurgerichte bosbouw en het instellen van bosreservaten bevorderen. Het gebruik van bestrijdingsmiddelen wordt er verboden (tenzij mits ontheffing). Andere verbodsbepalingen hebben o.a. betrekking op het wijzigen van vegetatie en kleine landschapselementen, reliëfwijzigingen, grondwaterpeilverlaging, wijziging structuur waterlopen. In natuurverwevings- en natuurverbindingsgebieden (IVON) kunnen stimulerende maatregelen in dezelfde zin genomen worden.

Het uitvoeringsbesluit met de criteria voor duurzaam bosbeheer (zie hoger) bepaalt dat in de openbare bossen en de bossen gelegen in het VEN het beheer moet gebeuren met naleving van de criteria voor duurzaam bosbeheer.

In natuurreservaten gelden verbodsbepalingen met betrekking tot uitvoeren van sportactiviteiten, gebruik van motorvoertuigen, plaatsen van keten en loodsen, rustverstoring, grondwerkzaamheden en beschadigen van het plantendek. Het gebruik van vuur is verboden, alsook verlaging van het grondwaterpeil en gebruik van bestrijdingsmiddelen en meststoffen (met uitzondering van begrazing).

3.5. Decreet houdende vermindering van het gebruik van bestrijdingsmiddelen door openbare diensten in het Vlaamse Gewest (21 december 2001)

Vanaf 2004 is het gebruik van bestrijdingsmiddelen door openbare diensten in het Vlaamse Gewest verboden:

- in openbare parken en plantsoenen
- op minder dan 6 meter van waterlopen, vijvers, moerassen of andere oppervlaktewaters
- op wegranden, berm en andere terreinen van het openbare domein die deel uitmaken van de weg of er bij horen, autosnelwegen, waterwegen en spoorwegen inbegrepen
- in natuur- en bosgebieden of kwetsbare gebieden zoals vallei- of brongebieden, zoals bedoeld in het decreet van 21 oktober 1997 betreffende het natuurbehoud en het natuurlijk milieu en het bosdecreet van 13 juni 1990
- op de terreinen die al dan niet behoren tot het openbaar domein, waarvan een overheid eigenaar, vruchtgebruiker, pachter, opstalhouder of huurder is en die voor openbaar nut worden gebruikt of horen bij een gebouw dat voor openbaar nut wordt gebruikt

Biologische bestrijdingsmiddelen en stoffen bestemd voor specifieke bestrijding van organismen in gebouwen of woningen of voor bestrijding van parasieten van mens en dier worden hier buiten beschouwing gelaten.

4. BESTRIJDINGSMIDDELEN

De term pesticiden omvat de stoffen die als bestrijdingsmiddelen worden aangewend tegen planten (herbiciden), insecten (insecticiden), schimmels (fungiciden), aaltjes (nematiciden),... In de Belgische wetgeving worden deze middelen beschouwd als bestrijdingsmiddelen voor landbouwkundig gebruik. Met biociden of bestrijdingsmiddelen voor niet-landbouwkundig gebruik worden onder andere bedoeld: ontsmettingsmiddelen, materiaalbeschermingsmiddelen, ongediertebestrijdingsmiddelen en aangroeiwerende middelen (vb. voor schepen en constructies in het water).

4.1. Preventieve maatregelen

De preventieve maatregelen zijn vooral van bosbouwkundige aard. Er wordt gezorgd voor een zo natuurlijk mogelijk evenwicht in het bos. Zo worden de meest gunstige omstandigheden voor de natuurlijke vijanden van de schadelijke organismen gecreëerd.

Bij bosaanleg wordt gebruik gemaakt van standplaatsgeschikte en weinig gevoelige boomsoorten. Er wordt voldoende aandacht besteed aan soortenmenging. Er wordt regelmatig gedund en de exploitatie gebeurt beredeneerd en met een minimum aan schade. In kwetsbare bestanden (bv. oude gelijkjarige fijnsparbestanden) wordt een omvorming met inbreng van loofboomsoorten uitgevoerd. Als overgangmaatregel kan het aanbod aan kwijnende en recent afgestorven bomen beperkt gehouden worden. Dit om het risico op aantasting door Letterzetter te minimaliseren.

Er werden bij Koninklijk Besluit maatregelen uitgevaardigd voor de bestrijding van letterzetter, nonvlinder en dennenbladwesp. Het Besluit vermeldt dat geen naaldbomen gedurende de maanden juni, juli en augustus mogen blijven liggen, als ze niet over de volledige lengte gestreept of ontschorst zijn (zie hoofdstuk 3: 'Wettelijke bepalingen').

Kruising en selectie kan planten resistent maken aan bepaalde aantastingen. Zo werd in Vlaanderen de inheemse (gevoelige) Zwarte populier gekruist met Amerikaanse soorten waardoor resistentie aan populierenroest bekomen werd. Door het ontstaan van nieuwe roestrassen werd deze resistentie ondertussen weer doorbroken.

4.2. Biologische bestrijding

Biologische bestrijding is het bevoordelen of het uitzetten van natuurlijke vijanden van de schadelijke organismen zoals:

- insecten (onzelieveheersbeestjes, sluipwespen, ...);
- schimmels;
- bacteriën waaronder *Bacillus thuringiensis*;
- virussen,...

Voor de bestrijding van rupsen worden vaak microbiële preparaten ingezet.

Bacillus thuringiensis (Bt) is een bacterie die in de natuur ook als ziekteverwekker bij rupsen voorkomt. De bacterie kan ongunstige omstandigheden (temperatuur, vocht, voedsel) overleven door de vorming van sporen, die opnieuw kiemen als de omstandigheden terug beter zijn. Tijdens de sporulatiecyclus worden één of meer eiwitten in kristalvorm geproduceerd, die, na opname door de rupsen, een toxische werking uitoefenen. Darmbeschadiging en bloedvergiftiging leiden meestal tot sterfte van de rupsen binnen enkele dagen. Het middel moet via bladvraat opgenomen worden. Voor een goede werking moet de buitentemperatuur minstens 16°C bedragen.

Biologische bestrijding van Amerikaanse vogelkers kan door het bespuiten of insmeren met Loodglansschimmel (*Chondrostereum purpureum*).

4.3. Bestrijding van insecten

Er bestaan vele traditionele, mechanische middelen voor het verzamelen en vernietigen van insecten: opzuigen, verbranden, rupsenlijm, vangbomen, vangkuilen,...

Chemische middelen worden zelden buiten de boomkwekerijen aangewend. Er worden in het bos samen met het te verdelgen organisme te veel andere organismen gedood. Er is tevens gevaar voor accumulatie in het milieu. Alternatieven voor chemische bestrijding zijn onder andere biologische en biotechnische bestrijding.

4.3.1. Chemisch

4.3.1.1 Maaggiften

Zij veroorzaken de dood bij insecten die zich gevoed hebben met behandelde plantendelen, nadat het product in het spijsverteringstelsel is doorgedrongen.

Een niet systemisch maaggift doodt slechts de vretende insecten die zich voeden met de behandelde plantendelen. Een dergelijk insecticide zal de stekend-zuigende insecten die zich voeden met het sap en de insecten die binnen in de weefsels leven (bv. mineerders) niet treffen.

Systemische insecticiden worden opgenomen door de weefsels van de behandelde plant en vervolgens met het sap naar de verschillende organen gevoerd. De plant wordt dus door haar sap giftig voor alle insecten: zuigende, stekende en de insecten die binnen in de weefsels leven (mineerders).

4.3.1.2. Contactgiften

Zij veroorzaken de dood van de insecten nadat zij doorheen de cuticula van de insectenhuid gedrongen zijn.

Deze insecticiden worden vooral gebruikt voor de bestrijding van stekend-zuigende insecten maar ook voor de bestrijding van sommige vretende insecten, die een vrij gemakkelijk doordringbare cuticula hebben.

4.3.1.3. Gasvormige giften (ademhalingsgiften)

Zij dringen langs de ademhalingswegen in het insect binnen en veroorzaken dan een min of meer vlugge verstikking. Sommige gasvormige giften kunnen door de cuticula dringen.

4.3.2. Biotechnisch

4.3.2.1. Insectengroeiregulatoren

Deze biotechnische bestrijdingsmiddelen werken in op fysiologische processen die uniek zijn voor insecten. De ontwikkelde middelen remmen bijvoorbeeld de vorming van chitine af en verstoren daardoor de vervelling van insecten, met sterfte tot gevolg. Deze middelen werken ook na opname via bladvraat.

4.3.2.2. Hormonale insecticiden

Ook hier wordt de vervelling verstoord. Waar insectengroeiregulatoren inwerken op de vorming van chitine, wordt bij hormonale insecticiden de synthese of werking van het juveniel hormoon bij insecten beïnvloed.

4.3.2.3. Feromonen

Feromonen (lokstokken) zijn stoffen die door het insect zelf afgescheiden worden en een aantrekkingskracht uitoefenen op het andere geslacht. Feromoonpreparaten worden gebruikt om insecten te lokken en daarna te vernietigen, om een idee te krijgen van de omvang van hun aanwezigheid of om het ene geslacht zodanig in de war te brengen dat het niet meer in staat is het andere geslacht te lokaliseren, zodat het aantal bevruchtingen afneemt.

Het uitzetten van gesteriliseerde individuen vermindert eveneens het aantal bevruchtingen en zo de populatie. Deze methode lukt slechts onder zeer specifieke voorwaarden.

4.3.3. Geïntegreerde bestrijding

Geïntegreerde bestrijding is het inschakelen van zowel preventieve als curatieve maatregelen op een zodanige manier dat het natuurlijk evenwicht zo veel mogelijk behouden blijft of hersteld wordt. Door preventieve maatregelen wordt de natuurlijke weerstand vergroot. Bij een dreigende aantasting worden natuurvriendelijke bestrijdingsmethoden ingezet. Pas in laatste instantie wordt met chemische bestrijdingsmiddelen gewerkt.

4.4. Fungiciden

Bestrijding van schimmels gebeurt vooral in de boomkwekerij. Zaden kunnen behandeld zijn met fungiciden om rotting te voorkomen (zaadontsmetting). De bodem kan behandeld zijn met een bestrijdingsmiddel om de ontwikkeling van schadelijke bodemschimmels te beletten (vb. *Fusarium*, *Phytophthora*).

In de kwekerij worden ook fungiciden tegen bladschimmels ingezet, bijvoorbeeld voor bestrijding van populierenroest. Slechts weinig fungiciden zijn erkend voor toepassing in bossen. Dit geldt ook voor middelen tegen roest in populierenaanplantingen. Enkele van deze middelen zijn bovendien zeer toxisch voor aquatische organismen (vissen, algen, bacteriën,...).

4.5. Herbiciden

Herbiciden worden ingezet voor de bestrijding van monocotylen (meestal grassoorten), dicotylen of beide.

Er wordt een onderscheid gemaakt in bladcontactherbiciden, systemische bladherbiciden en bodemherbiciden. De opname gebeurt via het blad, de wortels of via kiemblaadjes en jonge weefsels.

Een veel gebruikt middel dat ingezet wordt bij de bestrijding van Amerikaanse vogelkers is glyfosaat.

Een verkeerd gebruik van herbiciden, meestal ter bestrijding van grassen en kruiden, kan schade aan bomen veroorzaken. De schadesymptomen zijn verschillend bij contactherbiciden en systemische herbiciden. Er ontstaat vergeling en verdorring van het blad. De verdorde bladeren blijven nog lang aan de takken hangen.

4.6. Ecologische gevolgen

De ecologische nevenwerking van pesticiden is groot. Bij bespuitingen komt slechts een deel van het bestrijdingsmiddel op het blad of de bodem terecht. Veel wordt in de lucht verspreid en opgenomen door plant, dier en mens. De schadelijke stoffen kunnen accumuleren in de bodem of afspoelen en in het oppervlakte- of grondwater terechtkomen.

Bestrijdingsmiddelen kunnen zich opstapelen in de voedselketen en toxisch zijn. Predatoren, die zich aan de top van de voedselpiramide bevinden, lopen het meest risico. Residu's in het voedsel zijn ook voor de mens schadelijk. De kans bestaat dat een pesticide gemakkelijk afbreekt, maar dat de afbraakproducten of metabolieten moeilijk afbreken en zelfs giftig zijn voor mens en milieu.

Bestrijdingsmiddelen oefenen een invloed uit op de biodiversiteit. Veel pesticiden zijn niet selectief. Heel wat insecticiden doden ook natuurlijke vijanden, zoals parasiterende insecten. Ook bijen en hommels zijn gevoelig voor sommige insecticiden. Er kan vissterfte optreden wanneer chemische bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater terechtkomen. Herbiciden kunnen ook bomen ongewenst aantasten.

Door het afsterven van bodemorganismen kunnen bodemprocessen zoals o.a. nitrificatie bemoeilijkt worden.

Dieren die afhankelijk zijn van bepaalde bestreden soorten, worden verdreven (bijvoorbeeld: relatie akkeronkruiden en patrijzen).

Door de inzet van bestrijdingsmiddelen voor een specifiek doel, kunnen andere plagen begunstigd worden. Bovendien kan resistentie optreden, zodat naar nieuwe bestrijdingsmiddelen gezocht moet worden.

4.7. Wettelijke bepalingen inzake bestrijdingsmiddelen

Bestrijdingsmiddelen mogen niet om het even waar of wanneer ingezet worden. Het te gebruiken middel hangt af van de toepassing. In de "Lijst der erkende fytofarmaceutische producten en hun gebruik", kan men opzoeken welk product voor welke toepassing gebruikt mag worden. Bij het gebruik moeten de voorschriften gevolgd worden. Een onoordeelkundig gebruik brengt grote risico's met zich mee. Spuittoestellen moeten aan een technische controle onderworpen worden.

4.8. Conclusie

In bos- en natuurgebieden moet het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen omwille van ecologische redenen een absolute uitzonderingsmaatregel zijn. Uitzonderingen kunnen in bepaalde gevallen, bijvoorbeeld voor de bestrijding van Amerikaanse vogelkers met glyfosaat. Ook hier moet gekeken worden of bestrijding met mechanische middelen niet voldoende resultaat kan geven. Mechanische, biologische of biotechnische bestrijding kunnen een goed alternatief zijn voor chemische bestrijding.

Ook in de boomkwekerijsector bestaan tegenwoordig ecologisch minder/niet belastende alternatieven voor chemische bestrijdingsmiddelen.

LITERATUUR

Beheervisie Bos en Groen, Bosdecreet e.a. decreten, uitvoeringsbesluiten

Blanchard, R.O., Tattar, T.A. 1981. Field and Laboratory guide to Tree Pathology. Academic Press, 285 p.

Brauns, A. 1991. Taschenbuch der Waldinsekten, Gustav Fischer Verlag, ISBN 3-437-30613-8

Butin, H. 1989. Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Georg Thieme Verlag, 216 p., ISBN 3-13-639002-4

Cursus brandweeropleiding, provincie Antwerpen

Dejonckheere, W., Steurbaut., W. 1996. Pesticiden: Gebruik en milieurisico's. Stichting Leefmilieu, 287 p., ISBN 90-289-20692

Hartmann, G., Nienhaus, F., Butin, H. 1995. Farbatlas Waldschäden. Ulmer Verlag, 256 p.

Kuijken et al. Natuurrapport (NARA). Instituut voor Natuurbehoud, Brussel

Mertens, P., Derycke, V. 1997. Ziekten en plagen in de boomkwekerij: herkennen en bestrijden. POVLT, 312 p., ISBN 90-803660-1-3

Moraal, L., Kopinga, J., Siepel, H., Maaskamp, F., Borst, R. & Szabo, P. 2001. Tree doctor CD-Rom. Alterra, IPC Groene Ruimte en Staatsbosbeheer. ISBN 2-904740-79-1

Overloop, S., Roskams, P. & Sioen, G. 1996. Bosvitaliteit. Afdeling Bos en Groen en Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, 59 p.

Roskams, P., 1991. Bosbescherming (kursus bosbouwbekwaamheid). Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Dienst Groen, Waters en Bossen, 40 p.

Schwerdtfeger, F. 1950. Grundriss der Forstpathologie. Paul Parey, 197 p.

van Broekhuizen, J.T.M. et al. 1982. Bosbescherming. Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie, Pudoc Wageningen, 385p. ISBN 90-220-0772-3

Van den burg en Schaap, 1995. Mineralentoediening en bekalking als effectgerichte maatregelen in bossen. Rapport IKC Natuurbeheer n° 16, 64 p.

van Gent, H., Keizer, P.J., Kopinga J & Visser, B.M. 1997. Houtrot in bomen. Bomenstichting, IPC Groene Ruimte en Kring Praktiserende Boomverzorgers. ISBN-90-70405-09-1

Van Steertegem M. (ed.). Milieu- en Natuurrapport Vlaanderen (MIRA): thema's. Vlaamse Milieumaatschappij, Erembodegem, www.milieurapport.be