



thema

S
C
H
I
M
M
E
L
S

EN

B
O
O
M
B
E
H
E
E
R

en zorg. De overheid stelt daarvoor regels in de Algemene Zorgplicht. Zo is het noodzakelijk om het gemeentelijk bomenbestand met regelmaat te controleren.

8

Houtproductie houdt boom sterk

Schimmels tasten het inwendige van bomen aan. Dat lijkt een forse aanslag op de sterkte van de stam. Ondanks een aantasting groeien bomen door. Ze maken nieuw hout. Wat er aan de ene kant af gaat, komt er aan de andere kant weer bij: het vloeiend evenwicht.

16

De zes schimmels beschreven

De **tonderzwam** komt, met meer soorten, veel voor in bomen.

De **honingzwam** doodt in levende bomen allereerst het cambium.

De **ruige weerschijnzwam** heeft een grote voorkeur voor



22



24



26

natuurlijk verschijnsel. Een stam die hol wordt hoeft de boombeheerder dus allerminst te verontrusten. Hoe hol een stam mag zijn? Daarover bestaan verschillende ideeën.

10

Schimmels zijn selectief in hun gastboomsoort

In de natuur zijn schimmels opruimers. Een relatief klein aantal van hen begint dit werk al als de boom nog leeft. In hun keuze van boomsoort zijn schimmels selectief. Zeven schimmelsoorten komen in stedelijke beplantingen met grote regelmaat voor.

20



30



32



34

De **reuzenzwam** heeft zijn eerste vruchtlichamen tussen de wortels.

De **zwavelzwam** is een belangrijke bruinrotschimmel in diverse bomen.

De **korsthoutskoolzwam** wordt makkelijk over het hoofd

of dit was te voorkomen. Wel materiële schade toebrengt, kan gemeentelijke overheid of particulieren. Weliswaar moet de eigenaar gebrek had, maar de eigenaar te (laten) schouwen op gebre dat bij duidelijk zichtbare geva zoals bij vruchtlichamen van kelen.

Een aantal schimmels holt ook lijf proces. In wezen krijgt de boombeheerders bestaat het aan stabiliteit verliest waardoor omwaaien ontstaat. Resultaat om ellende te voorkomen, ge Voor onder meer de Bomen rigoureuze ingrijpen echt nood mentale bomen, waarop aant lijf toonden met mooie zwart gekapt, niet langer kunnen bleuk nou werkelijk zo groot nalen van de vruchtlicham kappen? Kortom: ligt het risi Al deze vragen vormen de aa over Schimmels en boombeh Twee Duitse boomadviseurs, Schlag uit Keulen, hebben zich Beiden zijn bioloog en hebbe lende ontwikkelingsstadia van in hun werk als boomadvisee door schimmels aangetaste b ben zij vele straat- en parkbo van 2.000 waarnemingen een belangrijkste schimmels en h clusie, met alle bijbehorende schimmelaantasting niet per omwille van de veiligheid, oo lijf zichtbaar op de boom aan twee onderzoekers vormen v themanummer over schimm schillende schimmels, hun or zij het meest voorkomen en v men, worden besproken. Opgemerkt dient te worden tuss Duitsland en Nederlanden in de mate waarin schim tasten. Hierdoor zijn wellicht nummer zonder meer te ver

an een boom kan
im tegemoetzien als
r zijn boom per-
ateriële schade
an. Het is aan de
om aan te tonen dat
ebrek had, maar de
moet bewijzen dat
lijke zorgplicht is
an de zorg voor
namelijk een ver-

agspunten voor het controleren
zelfde. De wet kent een oplopen-
: die aan bomen moet worden
et de algemene zorgplicht.
zorgplicht en de onderzoeks-
s van controles en onderzoek
stematische visuele beoordeling
ar in beheer heeft. Meestal wordt
visual tree assessment (VTA).
ie aan de zorgplichtige worden
articuliere boomeigenaren en
deze laatste groep, zoals gemeen-
nminzet en aandacht gevraagd
ur) kan de controle zelf doen of
Wie de controle ook uitvoert,
de aantoonbare deskundigheid
ervaring) van de controleur.
et een vereiste om alles wat met de
ele boom te maken heeft, op
e gegevens van de boom zelf, de
; moet een controlelijst informatie
antie, datum van controle, bevin-
n maatregelen en zo nodig datum
regelen. Alleen dan kan een rech-
igenaar aan zijn wettelijke zorg-
er **Wat de rechter wil weten**).

en
aarmee het eerste vangnet voor het
nemen aan bomen en is bedoeld
orkomen. Een visuele beoordeling
nsief van alle kanten en van top
schouwd op conditie en struc-



Foto: Erik Platje

De beheerder van bomen langs de openbare weg moet zijn
bomen regelmatig controleren op uitwendig zichtbare gebreken.

Richtlijn voor controlefrequentie in relatie tot kans op

	Kleine kans	Grote kans
Jonge bomen	1x per 5 jaar	1x per 3 jaar
Halfwas bomen	1x per 3 jaar	jaarlijks
Volgroeide bomen	1x per 1-3 jaar*	jaarlijks
Attentie bomen	jaarlijks	jaarlijks
Risicobomen	jaarlijks	1-2x per jaar

* afhankelijk van de soort
** afhankelijk van de aard van het gebrek

Bron: Stadsbomen Vademecum 3A

meeste andere boomsoorten. Deze bomen groeien sneller, heb-
ben een lager tijdstip van veroudering en een grotere kans op
tak- of stambreuk dan bij andere soorten.
Bomen die van armere grond houden en op rijke grond langs
een drukke weg staan, zoals platanen, vereisen eveneens extra
controle en onderhoud, ook als deze bomen nog jong zijn. De
boomcontroleur behoort namelijk te weten dat bomen op te
rijke grond te snel groeien en daardoor een zwakkere houtstruc-
tuur en verankering in de grond hebben. Hierdoor kunnen zelfs
bij jonge bomen van tien tot vijftien jaar bij een beetje storm de
koppen en hele of halve takken uitwaaien. Eigenlijk is hier sprake
ke van een verkeerde boomsoortkeuze voor die plek.

Een visuele beoordeling voldoet juridisch aan de algemene
zorgplicht, soms aan de verhoogde zorgplicht, maar nooit aan
de onderzoeksplicht. Nader onderzoek heeft echter juridisch
gezien, binnen bijvoorbeeld een gemeentelijk bomenbestand,
doorgaans alleen bij een beperkt aantal bomen te worden uitge-
voerd. Onderzoek is nodig als sprake is van uitwendig zichtbare
gebreken en als niet meteen duidelijk is wat deze gebreken bete-
kenen voor het handhaven van een boom.

Maatregelen snel uitvoeren

Aan de zorgplicht is pas afdoende voldaan als gesignaleerde
gebreken gevolgd zijn door nader onderzoek en eventuele te

nemen vervolgmaatregelen.
vellen bij bepaalde gebreken
noodzakelijk, zonder dat er
In de rapportage van een visu-
getekend dat de handaafba-
stellen of dat nader onderzo-
ning ontslaat de boomeigen-
voor eventuele schade. Nader
spoedig mogelijk na de visu-
treffen van maatregelen na

Extra aandacht voor

Juridisch is het logisch dat b-
de algemene zorgplicht ook
ken, zoals schimmelaantasti-
Zij veroorzaken vrijwel altijd
basis van de informatie beoo-
opdracht tot nader onderzo-
meloort en het stadium wa-
medebepalend. Bij twijfel is
zoals deskundigen op het ge-
noodzakelijk.

Wat de rechter wil weten

Wordt een schadegeval juridisch afgehandeld dan zal de rechter ook informatie
vragen van de boomeigenaar. De eigenaar moet dan duidelijkheid verschaffen
• met welke regelmaat de boom in kwestie gecontroleerd is en waarom;
• op welke datum de boom voor het laatst is gecontroleerd;
• wat die controle precies omvatte;
• wat daarbij is geconstateerd;

van leven heeft, op een gegeven moment hol worden. Dat is net zo zeker als dat een plus een twee is. Een grote mate van uitholling is volkomen natuurlijk en niet per definitie een reden om een boom te kappen. Maar wanneer wordt de kritische grens bereikt en ontstaat een verhoogde kans op stambreuk?

en hol, tenminste als ze een gezond tegen is geleidelijk hol worden doen van schimmels een in oude(re) bomen. Dat een kwijtraakt, is nauwelijks een oet in de levensprocessen van een ven in een stam speelt zich af in de

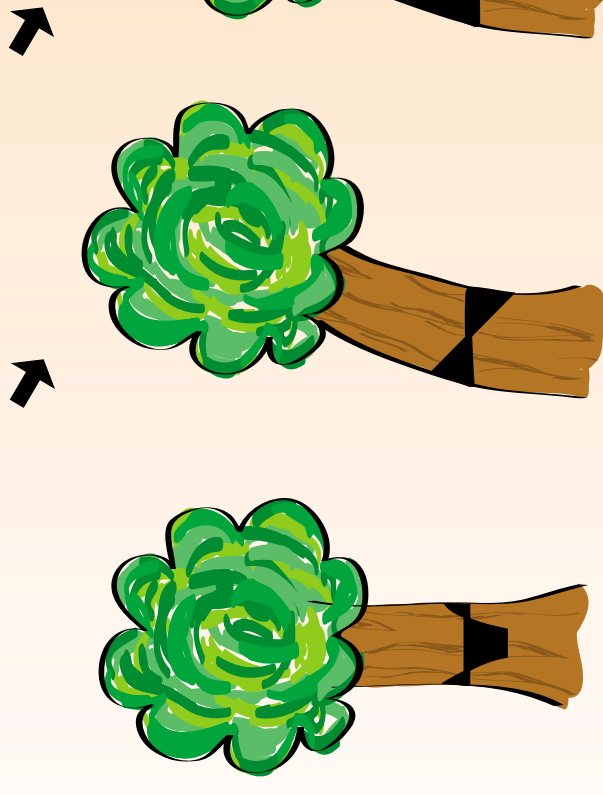
pagina 11). Maar daarvoor moet hij wel uit massief hout bestaan. De boomkern - dat is niet hetzelfde als kernhout - zorgt voor de druksteun, die nodig is voor de inwendige voorspanning.

Heel lange en dunne bomen, bijvoorbeeld in een bosperceel dat niet tijdig is gedund of op een kwekerij waar de bomen te dicht opeen staan, zijn daardoor weinig breukvast. Komen dergelijke bomen vrij te staan, dan breken ze bij storm heel gemakkelijk af. Daarom is voor laan- en straatbomen een dikte-lengteverhouding van 1:35 vastgesteld. Deze maatvoering geldt voor de meeste boomsoorten bij aflevering. De verhouding heeft betrekking op de stamomtrek in cm's gemeten op 1 m boven de wortelhals en op de lengte van de boom van wortelhals tot halve lengte van de topscheut.

Oude bomen zijn star

Een volwassen boom vertoont niet meer de onstuimige groei van een jonge boom. De kroon dijt niet meer zo buitensporig snel uit. Toch gaat de diktegroei van de stam bijna onverminderd door. De boom wordt zo ieder jaar veiliger, maar kan op den duur nauwelijks meer meebuigen in de wind. Daarmee

In de mechanica van oude bomen doet de holle of ingerotte kern niet meer mee. Aan de buitenzijde was niet in te schatten hoe ver het hout rot was.



Voorspanning maakt buigen van de stam mogelijk

Tijdens de groei pompen de cellen zich op met water. Dit betekent voor houtcellen in de buitenste jaarring, maar ook in de schors, in lengte altijd meer naar binnen in dezelfde jaarring. Omdat er radiale verbindingen tussen de cellen zijn, wordt er aan die kortere cellen getrokken. Het resultaat is een trekspanning over de hele lengte van de boom. Het is deze trekspanning die ervoor zorgt dat de boom niet breekt onder zijn eigen gewicht.

Om buigspanning beter op te vangen, kan de trekspanning op houtvezels dan de drukspanning. Buigt een boom onder windbelasting dan wordt de groot mogelijk stamoppervlak gereduceerd. Bij jonge bomen wordt de inwendige druk op de krachten tussen druk- en trekzijde op te vangen.

valt de dynamische belastingscomponent weg die een slanke boom wel moet verduren. Met de diktegroei bouwt een boom reservemassa op voor het geval een schimmel de stam binnendringt en hem uitholt.

In mechanisch opzicht levert het verdwijnen van het kernhout uit de stam geen problemen op. Een massieve staaf is immers nauwelijks sterker dan een holle buis. Dat heeft te maken met het krachtenverloop in die buis als er zijdelings aan wordt getrokken. Dat speelt zich vooral aan het oppervlak af. Wegrotten van het kernhout van de stam tast de boom daarom niet in zijn voortbestaan aan.

Wat de minimale wanddikte van een boom betreft, is het belangrijk in algemeenheden aan te denken aan de veiligheid. De zijde van een stam niet te zwaar te belasten, is de veiligheidsbeoordeling van de boom. Het is de enige optie om de veiligheid te waarborgen. Illustratief voor hoe lastig het is om een boom te ontwerpen, is de onenigheid over het gebied van boommechanica. Wessolly. Beiden hebben, onder andere, de mechanica van

Restwanddikte volgens Mattheck

Claus Mattheck hanteert bij holle bomen een restwanddikte die minimaal 0,3 deel is van de halve stamdiameter of straal (R). Als onderbouwing van deze veiligheidsnorm gebruikt hij een door hem, op basis van vele waarnemingen, samengesteld clusterdiagram. Hieruit blijkt dat wanneer de restwand minder is dan $0,3R$ een sterke toename van stambreuk optreedt. Het advies op basis van die vaste norm van Mattheck kan niet anders zijn dan: kap de bomen als de stamwand minder is dan $0,3R$. Bij het toenemen van de stamdiameter betekent die $0,3R$ dat ook de restwand navenant dikker moet zijn. Tevens geeft de norm geen relatie met de kroonvorm (volume). Hoe Mattheck aan de informatie voor zijn diagram is gekomen, heeft hij nooit willen verklaren. Daarom zijn er onder tussen vele boomverzorgers die aan de waarde van de Mattheck-norm twijfelen.

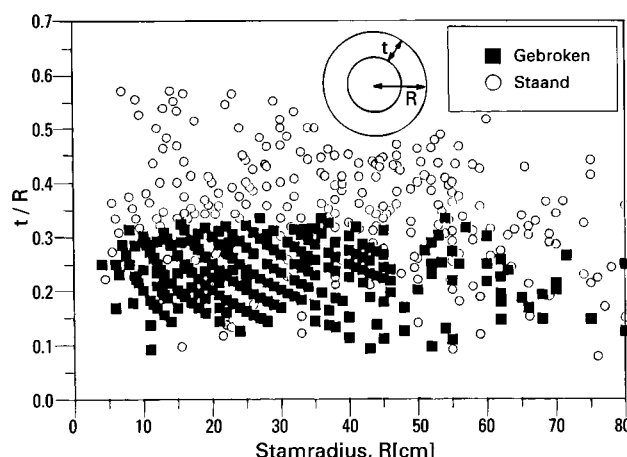
Restwanddikte volgens Wessolly

Lothar Wessolly deed eveneens veel veiligheidsonderzoek bij bomen, waarvan 266 vrijstaande oude bomen. Zijn conclusie is dat een verhouding tussen wanddikte en straal van 0,3 geen aanvaardbare grenswaarde is. Wessolly constateerde dat veel bomen met een volle, niet-gesnoeide kroon, een stamdiameter van meer dan 1 m en een restwand van slechts 5 tot 10 cm, zware stormen en stormen met orkaankracht glansrijk doorstonden. Wel ervaaarde hij dat bij sterk uitgeholde bomen gevaar van takbreuk bestond. Geëigende veiligheidsmaatregelen zoals snoei, moeten risico's en schade helpen voorkomen.

Terugkijkend naar de $0,3R$ -standaard vermoedt Wessolly dat Mattheck zijn waarnemingen heeft verricht aan slanke bomen - bijvoorbeeld sparren in bosverband - met een uitholling. De interne voorspanning is dan weggerot.

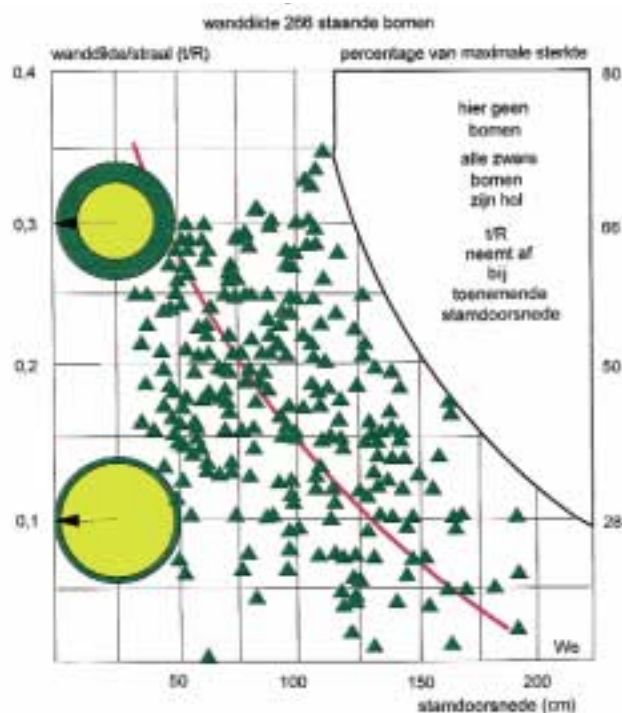
Onderzoek van Wessolly, onder meer met trekproeven, was gericht op de breukvastheid van holle stammen. Zijn metingen toonden aan dat een holle stam met een restwanddikte van $0,3R$ slechts tot 30% afname van de sterkte leidt in vergelijking tot een massieve stam. Wessolly zegt daarover dat dit voor de slanke, holle spar in het bos van Mattheck al te veel kan zijn geweest. Maar voor een dikke, min of meer vrijstaande boom heeft die afname weinig invloed op de veiligheid. Zo'n boom heeft ondertussen voldoende veiligheidsreserve opgebouwd. Ook uit de ervaring van voormalige boomchirurgen blijkt dat de restwanddikte veel dunner kan zijn dan die $0,3R$.

Daarnaast stelde Wessolly vast dat bij gelijke stamdiameter de ene boom elf keer veiliger is dan de andere. Daarom noemt hij uitholling van de stam een secundair criterium bij de beoordeling van de veiligheid. Een echte minimummaat voor de restwand is niet te geven. Bovendien heeft het hout van zwaarbelaste boomdelen een tot twee keer grotere taaiheid door een andere lignine-celluloseverhouding. Volgens Wessolly levert de trekproef als enige onderzoeksmethode voldoende elastometrische informatie op voor een gefundeerd advies over wel of niet vellen van een mogelijke risicoboom. ■



Restwanddikte volgens Mattheck

In een VTA-diagram (visuele controle van bomen) geeft Claus Mattheck het resultaat weer van een veldonderzoek naar de sterkte van restwanden (R) van holle bomen. Getoond zijn boombreuken als gevolg van knikken van de stam. Grenswaarde voor het bezwijkmoment is hier 0,3 tot 0,32R, bij bomen met een gereduceerde kroon is die grenswaarde vaak 0,25R.



Restwanddikte volgens Wessolly

Voor zijn onderzoek naar de minimale restwanddikte heeft Lothar Wessolly de restwand van 266 ongesnoeide, vrijstaande oude bomen bepaald. De kern van al deze bomen was dus hol. Ook Wessolly heeft de restwand uitgedrukt als deel van de straal (R) van de stam. Ook bij $0,1R$ bleken er in trekproeven nog veel bomen met voldoende restwanddikte bij storm overeind te blijven. Bij een restwanddikte van meer dan $0,3R$ brak bij de proeven bijna geen enkele boom af.

im gaat het om het
i gezond evenwicht
n aangroei van
ude boom probeert
e van hout de
ak ervan voor te
wicht is belangrijk
an de stam tijdens
omcontroleur om
anneer dit even-
eschonden is.

oleren. Met andere woorden: een
st op alles letten. Dus ook schim-
meloet of wortelaanzetten het hout
ten zijn aandacht. Vruchtluchamen
nomstortelijk aan dat een schimmel
boomcontroleur om vast te stellen
gheid van individuele bomen voor
nde gezond, ondanks de aanwezig-
toet er worden ingegrepen. In dat
aal van snoei in de kroon om de
tot velling van de boom omdat de
groot zijn geworden. Het begrip
rband een essentiële betekenis.
hout, de restwand, bepaalt de
an een boom, zo is in het voor-

tellen

wer de restwanddikte - feitelijk de
lerzoek zeer gebruikelijk. De invoer-
tential jaren geleden, heeft dat
raat heeft een lange boor van
ik. Tijdens het boren wordt de
out biedt. Ruwweg gesteld: gezond
nd, rot hout heeft een veel lagere
t uiteraard helemaal geen weer-
resistograaf zegt echter alleen iets
de hout - de restwand - op die ene
ene gemeten waarde representa-
at zou het geval zijn als inrottingen

Boren slecht

Maar dan nog blijft de vraag hoe de situatie boven en onder
de onderzochte plek is. De boomcontroleur schiet dus niet veel
op met boren in de stam, is de mening van Michael Schlag,
bomenonderzoeker uit Keulen. En de boom schiet er nog min-
der mee op. Boren dwars door gezond en aangetast hout biedt
schimmels nieuwe invalspoor ten om het gezonde hout aan te
tasten.

Een alternatief, zonder boringen, biedt hier de geluidstomo-
graaf, de Picus, die onder meer door Arcadis Bomen dienst
wordt ingezet. De Picus meet de geluidswaarde in het hout.
Daarvoor worden veel meet- en signaalpunten op de stam aan-
gebracht. Er wordt zo een netwerk van metingen door de stam
gedaan zonder deze te beschadigen. Ook bij deze techniek heeft
aangetast hout een andere geleidbaarheid dan gezond hout.
Het resultaat is een geluidsscan dwars door de stam die een
goed beeld geeft van de mate van aantasting en wat er nog aan
gezond hout over is. Het 'lezen' van zo'n scan vergt echter een
grote mate van ervaring en deskundigheid.

Schlag, die samen met Hermann Reinartz het Instituut für
BaumDiagnose vormt, vraagt zich af wat de boomcontroleur
met dergelijke nauwkeurige informatie moet. Weliswaar is van
millimeter tot millimeter bekend wat de kwaliteit van de hout-
structuur is op de plaats van de scan, maar het is niet meer dan
een momentopname, terwijl de boom verder leeft.

Diktegroeï compenseert houtrot

Een gezonde boom is heel goed in staat om de houtafbraak
door een schimmel met jaarlijkse diktegroeï te compenseren.
Het resultaat is dat de standvastheid van een door schimmel
aangetaste boom niet onherroepelijk terugloopt. Afhankelijk

penseren met diktegroeï. Boom- en schimmelsoort spelen in dit
oordeel een rol.

Voor een onderbouwd oordeel over een boom vinden beide boom-
deskundigen het niet nodig om in de boom te kijken. De restwand-
dikte is voor hen niet zo van belang. Aan de buitenkant van de
stam is voor hen voldoende te zien. Het gaat erom de reactie van de
boom op een schimmelaantasting te onderkennen.

Zo'n beoordeling noemen zij geïntegreerde boomcontrole (IBA =
Integrierte BaumAnalyse). Deze controle bestaat in de eerste plaats
uit een visueel oordeel over de uitwendige symptomen. Bij twijfel
kan, als aanvulling op de visuele toets, een trekproef worden uitge-
voerd. De techniek hiervoor is door Lothar Wessolly ontwikkeld en
in Nederland opgepakt en verder ontwikkeld door Omegam in
Amsterdam en Boom-KCB (Kenniscentrum voor Bomen) in
Emmen.

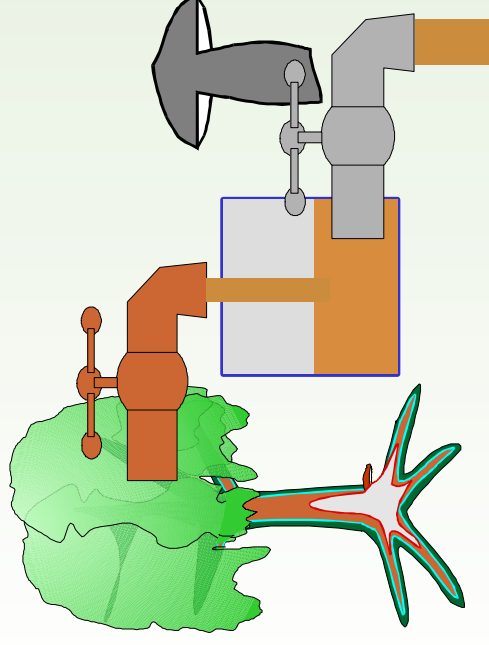
Wel of geen evenwicht

De gedachte achter de geïntegreerde boomcontrole is dat een holle
boom niet per definitie riskant is. Schlag en Reinartz hanteren hier
het moeilijk te vertalen begrip 'Fließgleichgewicht'. Letterlijk bete-
kent dit 'vloeiend evenwicht'. Zij bedoelen hiermee een voortdurend
evenwicht tussen aangroei en verlies van hout. Van zo'n situatie is
sprake als een boom jaren achtereenvolgens, vaak zelfs tientallen jaren, de
afbraak van hout door schimmels weet te compenseren met nieuw
spinhout.

De evenwichtssituatie van het Fließgleichgewicht wordt pas door-
broken als de vitaliteit van de boom terugloopt. Pas dan zijn hout-
rotveroorzakende schimmels in staat verder in het spinthout door
te dringen, om ten slotte ter plekke het cambium te verwoesten.
Nieuw hout en nieuwe bast kunnen dan niet meer worden ge-
vormd. Dit is aan de buitenkant van een boom te zien als 'terug-

Het vloeiend e

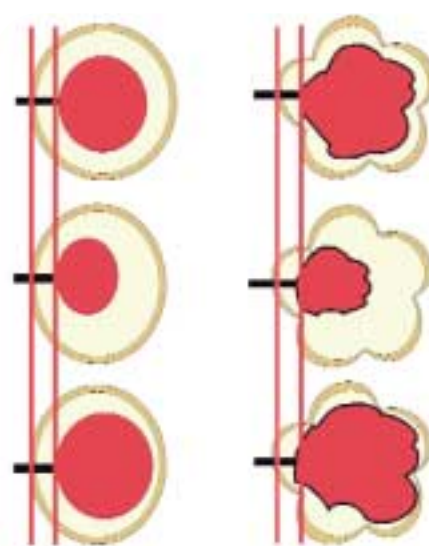
Als een boom groeit
ker en daarmee ook
breken hout af en
stam, veelal vanuit
aanzet hol wordt. Z
van hout in evenw
stam voldoende st
gaat pas verloren a
gewijs meer hout a
groeit.





Schadebeelden aan de stam

Aan stammen zijn als gevolg van schimmels verschillende schadebeelden te herkennen. Uitwendig vertellen zij hoe de boom er inwendig voor staat. Van boven naar beneden: schervorming, opening in stam, terugval van bast en ribvorming.



Boren en restwand

Door middel van boren worden de wanddikten alleen puntsgewijs bepaald. De informatie per boormeting is niet voldoende om de statische toestand van de hele boom te beschrijven. Voldoende informatie over de restwanddikte wordt alleen verkregen door meerdere boringen rondom in de stam.

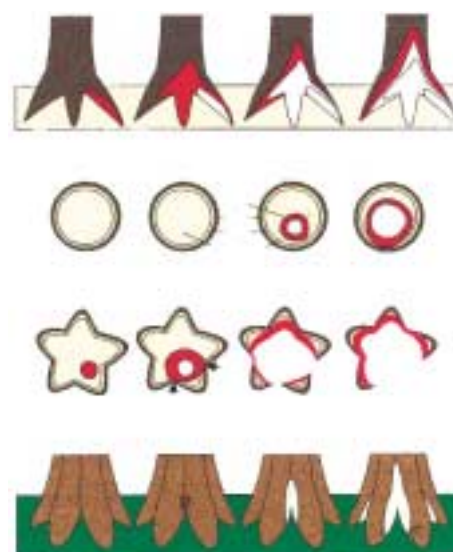
Letten op zichtbare schade

Geïntegreerde boomcontrole richt zich daarom in de eerste plaats op de jaarlijkse diktegroei en de conditie van de bast. Is de bast, in vooral het mechanisch belangrijke gebied van stamvoet/wortelaanzet, rondom intact en is er jaarlijks zichtbare diktegroei, dan mag de boom als veilig worden gezien. Vruchtlichamen van een schimmel op een oude schade aan de stamvoet geven wel een signaal af dat er inwendige afbraak van hout plaatsvindt, maar is niet het belangrijkste argument om een boom te vellen.

Bovendien kan de stamvoet zich extra verbreden als gevolg van extra reactiehout. Maar ook dan mag je aannemen dat het spinthout overwegend gezond is en de wanddikte toereikend voor voldoende breukvastheid van de stam.

De eerste reële twijfel over de veiligheid van een boom begint met plekgewijs achterwege blijven van diktegroei. Dit is te herkennen aan teruggevalen schorsplekken. Maar ook hier weet Schlag uit ervaring dat na het signaleren van de eerste symptomen, het meestal nog vele jaren duurt voordat een boom zodanig ernstig is aangetast dat deze acuut gevaar oplevert. Zijn eindoordeel - wel of niet vellen van een boom - baseert hij op kennis van de biologie van schimmels in relatie tot de boomsoort waar deze op groeien.

Bomen die om gaan tijdens een storm zijn meestal goed gezond, maar hebben een onvoldoende verankering in de bodem. Statistisch bekeken is het aantal ontwortelde bomen tijdens stormen vele malen groter dan bomen die stambreuk vertonen. En gaat bij storm onverwacht toch een boom tegen de vlakte als gevolg van te weinig restwanddikte, dan blijkt achteraf dat dit euvel bij een goede visuele beoordeling altijd vooraf had kunnen worden vastgesteld.



Schimmelontwikkeling in stamvoet en wortels

Veel schimmels beginnen hun werk na een beschadiging van de stamvoet. Ze breken het hout steeds verder in de stamvoet en ten slotte in de stam af. Zo ontstaat op den duur een kegelvormig ingerotte plek.

Begint de schimmel zijn werk bij de wortels, zoals de reuzenzwam, dan is te zien dat de boom reageert met extra groei in de wortelaanzetten. Tussen die wortelaanzetten verschijnen de eerste zwammen, gevolgd door de eerste dode plekken in de bast en de schors. Ook hier zie je een kegelvormige inrotting in de stam.

In de natuur zijn schimmels bij uitstek de opruimers van organisch materiaal. Dit afbraakproces begint al als de bomen nog leven. Het adviesbureau Reinartz & Schlag in Keulen heeft sinds 1986 vele straat- en parkbomen onderzocht en stelde aan de hand van 2.000 waarnemingen een overzicht samen van de zeven belangrijkste schimmels en hun zeven gastheren.

Wilt u bij welke boom voor en wat t elkaar? Na jaren van onderzoek in bomen hebben Hermann een eerste antwoord op deze vraag deel over houtrotschimmels en p waarnemingen in Duitsland. De tal gevallen afwijken van die in

nader onderzoek aan bomen is andere schimmel. Want zodra er) op een boom verschijnen, leeft s voor omvallen of breuk van hun

t vereist nader onderzoek. Zo bij veel straat- en parkbomen met sen. In iets meer dan de helft van i van de zeven schimmels die in ls schimmeldeskundigen conclu- dat die zeven schimmels in zeroorzakers zijn van houtrot in eving.

Zeven bomen
Reinartz en Schlag inventariseerden ook de boomsoorten waarin de schimmels voorkwamen. De gevonden aangetaste bomen bleken een goede afspiegeling van het stedelijk bomen assortiment in Duitsland. De zeven boomsoorten die het meest geplaagd worden door houtrotveroorzakende schimmels maken zelfs 75% van het onderzochte bomenbestand van zo'n 2.000 bomen uit (zie tabel 2). Een duidelijk zwaartepunt in schimmelaantastingen vonden de onderzoekers in beuk en eik. Die beuken en eiken groeiden overigens vooral als solitair of in groepen in parken en groenvoorzieningen. De overige boomsoorten staan in hoofdzaak in straten en lanen.

Relatie tussen boom en schimmel
Wat opviel was dat een deel van de gevonden schimmels weinig boom- of waardplantenspecifiek zijn. Anderszins kan een deel van de schimmels bepaalde boomsoorten vrij agressief aantasten. Waardplantenspecifiek en agressief sluiten elkaar zeker niet uit (zie tabel 3). Misschien ten overvloede, maar door de geografische en klimatologische verschillen tussen Duitsland en Nederland kunnen in het voorkomen van schimmels en de mate waarin zij boomsoorten aantasten, verschillen optreden.



Platte tonderzwam Echte honingzwam Ruige weerschijnzwam

Foto's: Reinartz en Schlag

Tabel 1

Belangrijkste schadeveroorzakers van de gevonden schimmels		
Schimmelsoort		Aandeel in %
Echte honingzwam	<i>Armillaria mellea</i>	15
Dikrandtonderzwam	<i>Ganoderma australe</i>	10
Zwavelzwam	<i>Laetiporus sulphureus</i>	8
Korsthoutscoolzwam	<i>Ustulina deusta</i>	7
Reuzenzwam	<i>Meripilus giganteus</i>	6
Ruige weerschijnzwam	<i>Inonotus hispidus</i>	4
Platte tonderzwam	<i>Ganoderma lipsiense</i>	3
Totaal		53

Tabel 2

Belangrijkste bomen in het stedelijk gebied en hun aandeel in onderzoek met circa 2.000 bomen		
Boomsoort		Aandeel in %
<i>Fagus</i>		20
<i>Quercus</i>		13
<i>Tilia</i>		12
<i>Aesculus</i>		8
<i>Platanus</i>		8
<i>Acer</i>		7
<i>Robinia</i>		7
Totaal		75

Tabel 3

De belangrijkste houtrot veroorzakende schimmels en hun aandeel in de zeven in voorkomende stedelijke boomsoorten.

	Acer	Aesculus	Fagus	Platanus	Que
<i>Armillaria mellea</i>	23	25	9	<1	2
<i>Ganoderma australe</i>	7	3	6	11	2
<i>Ganoderma lipsiense</i>	2	0	4	2	2
<i>Inonotus hispidus</i>	<1	0	<1	22	0

is wellicht de meest rakteparasiet in n. In Nederland rse loof- en naald-er niet in dezelfde ngetast. De verschill-nderzwammen teza-delijk in staat alle n te tasten.

at- en parkbomen komen in hoofdzaak gaat het om twee itrale, de dikrandtonderzwam platte tonderzwam. Ze hebben i. Twee andere tonderzwammen, lakzwam en *Ganoderma lucidum*, en relatief weinig voor. Ook van elden er min of meer hetzelfde

en hun waardboom meestal via de eschadigde wortels. De schimmel i bomen te vinden wanneer de ontgravingen, bodemverdichting gd zijn.

tasting door de tonderzwam is dat concentreert in de stamvoet en . Slechts zeer langzaam breidt de soms al tientallen jaren in een ; buitenzijde te zien is. In de tus-voet en hoofdwortels al sterk begonnen en vervolgens geleide-le eindfase heeft de tonderzwam erg aangetast dat dit tot een

als een gevolg van graafwerkzaam-g. Ook de aantasting door de ton-aardoor aan een zijde van de stam. den duur stabiliteitsproblemen reef. In de eindfase zijn de wortels : aan de trekszijde van de boom als over zijn om de boom overeind

taantasting door de tonderzwam kroon snel af en is deze op een meer aantoonbaar. Geheel anders nden vertoont door snoei, boom-



Foto's: Reinartz en Schlag

Op het moment dat een aantasting door de ton-derzwam in de kroon zicht-baar wordt, is de schimmel al vele jaren actief in de stamvoet van die boom.

grondse deel van de bomen voor. Daarentegen drong de ton-derzwam in linde en beuk relatief vaak verder de stam binnen.

Schadebeelden

Het schadebeeld is afhankelijk van de plaats in de boom. Het verst gaat de aantasting van het ondergrondse hout. Hier vindt men in de regel witrot, waarbij het structuurgevend lignine (houtstof) wordt afgebroken en de cellulosebestand-delen achterblijven. Daarmee verdwijnt de structuur van het hout volledig.

Vanaf het moment dat de schimmel het spinthout en het cambium weet te doorgroeien en te doden, wijzen schadeplek-ken aan de schors op inwendige aantasting door houtrot. Door ontbreken van groei blijft zo'n plek achter bij de stam die dikker wordt. Op deze plekken ontstaan de eerste vrucht-lichamen.

Risico

De aantasting is het eerst zichtbaar tussen de wortelaanzetten. Op dat moment betekent zo'n aantasting nog niet dat de boom een gevaar voor zijn omgeving is. Vitale bomen kunnen de afbraak van hout heel lang door jaarlijkse houtaangroei compenseren. Ze versterken daarmee de stamvoet en vooral de wortelaanzetten. Groeikrachtige bomen geven geen grote



Ganoderma australe (syn. *G. adspersum*) en *Ganoderma lipsiens*

De dikrandtonderzwam (links) en de platte tonderzwam (rechts) veroorzaken vooraf en stam. Ze kunnen uiteindelijk tot enkele meters hoog in de stam vruchtlichamen aantasting van de stam neemt met de hoogte sterk af; ondergronds vindt de sterf Beide schimmels ontwikkelen zich zeer geleidelijk in het hout van de waardboom eindfase van de aantasting voor statische problemen in de wortelzone en de wort tonderzwammen zijn de vruchtlichamen het hele jaar aanwezig. In Nederland komen in totaal vijf tonderzwamsoorten voor die parasitair op loofbo soorten kunnen op zaagsel worden gekweekt. De echte vuurzwam en de essen-zwammen.



De eerste vruchtlichamen van de tonderzwam, hier de dikrandtonderzwam, verschijnen doorgaans aan de stamvoet.





Foto's: Reinartz en Schlag

en is een duidelijke aanwijzing
de honingzwam. De aantasting

en de sombere honingzwam leven
ut ook van levend hout. Ze beho-
uritaire schimmels. Met karakte-
celiumdraden (rhizomorfen)
en door de bodem naar een nieu-
de houtige gewassen kunnen dan
t bijna altijd om gewassen die
zijn verzwakt.
ch dan als een gevaarlijke zwakte-
zwakt raken door droogte, ziekten
ateroverlast. Ook gebrek aan
- en bodemvervuiling tasten de
. En tot slot zal verplanten en
n stress veroorzaken die de boom
ns geeft binnen te dringen.
ningzwam in korte tijd afsterven.
len) verschijnen in de late herfst
eerste nachtvorst. De paddestoelen
i van naald- en loofbomen te vin-
in de grond staan.

**De honingzwam komt algemeen
voor en is zowel in stedelijke
en landschappelijke beplantin-
gen als in bossen te vinden. De
schimmel kan erg veel schade
aanrichten. Vanuit dood hout
van stobben weet hij ook
levende, minder vitale bomen
aan te tasten.**

len en tot het afstoten van de schors. Het afstervingsproces
dat de honingzwam veroorzaakt, maakt van hem een gevaar-
lijke parasiet en heeft hem de bijnaam cambiumkiller bezorgd.
Na het doden van het cambium groeit de schimmel het hout-
weefsel binnen. Hij veroorzaakt daar een witrotaantasting, die
relatief langzaam van buiten naar binnen het hout verder
binnendringt. De snelheid hangt af van de krachtenverhou-
ding tussen schimmel en boom. De aantasting valt op door
aftakelingsymptomen in de kroon.

Risico

Bij weinig gezonde bomen lukt het de schimmel om de stam
rondom in zijn greep te krijgen. Het einde van de boom is dan
spoedig in zicht. Zo'n uitbreiding van de schimmel betekent
namelijk dat de sapstroom volledig onderbroken raakt. De
schade is aan de buitenzijde van de stam goed zichtbaar, ruim
voordat stabiliteitsproblemen ontstaan door voortschrijdende
witrot in stam en wortels.

Is de boom vitaal, dan kan deze de schimmel in de cambium-
zone nog redelijk goed stoppen door afgrenzing volgens het
compartimenteringsmodel (CODIT, 1979) van Shigo. Vanuit
de aangetaste cambiumzone kan de schimmel weinig anders
dan het achterliggende hout binnendringen. Zo'n witrot-
aantasting verspreidt zich zeer langzaam in het centrale hout-
lichaam van de stam. Dit proces duurt jaren. Over het alge-
meen zijn de schadesymptomen in de kroon minder goed
zichtbaar.

Wanneer een boom met de honingzwam in staat is een deel
van het cambiumgebied voor de schimmel af te grenzen,
dan zal hij in de gezonde delen jaarlijks nieuw hout vormen.
Dit nieuwe hout is door afgrenzing slecht bereikbaar voor
de schimmel en biedt de boom voldoende stabiliteit om veilig



De boom weet
de aantasting
door de honing-
zwam nog goed
te compenseren
met houtaan-
groei. Wel is het
cambium op
bepaalde plekken
afgestorven.

Armillaria

Onder de honi-
van verwante s
in Nederland zi
(foto), echte ho
knolhoningzwa
leven parasitair
opruimer van d
honingzwam is
en leeft op loof
niet in alle boo
andere twee s
bomen. De sch
Schlag in nege
(loofbomen) aa

De zwarte myceliumdraden onder de losse bast maken
een aantasting door de honingzwam goed herkenbaar.



In een vitale boom
breekt de honing-
zwam het hout
zeer langzaam af.
Uiteindelijk zal

oor de warmte-
e weerschijn-
belangrijkste
e schimmel start
rk in het kern-
laar jaren over.
zelden voor,
fase van de

ruige weerschijnzwam treedt als
illende straat- en parkbomen en
hout. Het gaat hoofdzakelijk om
mus acerifolia, *Fraxinus excelsior*
emende belangrijkheid).
ont zijn waarboom binnen via
3de of afgebroken takken en bast-
it is een witrotaantasting van het
: naar het midden van de stam
preidt zich meestal langzaam en

! goed in staat een aantasting
het verlies aan hout jarenlang te
ei van nieuw hout. Dit geldt in het
n het relatief harde hout weet deze
ze barrière op te bouwen tegen een
:schijnzwam. De mergstralen in
rin een belangrijke rol. Zij bezitten
! tegen de enzymen die de schim-
van het hout. In vergelijking met
an biedt de plataan daardoor de

chamen van de ruige weerschijn-
de gesteltakken verschijnen.
bewijs zijn van een aantasting
ze bij de ruige weerschijnzwam
jaarlijkse situatie.
en de zwammen op snoeiwonden.
: tegelijk, die dakpansgewijs boven
r met elkaar vergroeid zijn. De



Foto's: Reinartz en Schlag

Pas in de eindfase van een aantasting door de ruige
weerschijnzwam zullen afstervingsverschijnselen in
de kroon te zien zijn.

de ruige weerschijnzwam de beschadiging van de bast slechts
klein te zijn om tot de vorming van vruchtlichamen te komen.
De boom vormt juist op die plek reactiehout en wondweefsel.
De uitgang voor de schimmel wordt zo nauw omsloten. De
veiligheid voor de omgeving is hierdoor in de regel voldoende.

Risico

Ook in vitale hardhoutboomsoorten als plataan vindt men
alleenstaande vruchtlichamen. Dat kan jarenlang zo blijven,
zonder dat er gevaar voor breuk zal optreden. Pas als het
mycelium het spinhout aan het oppervlak heeft doorgroeit,
de bast over grote oppervlakten afsterft en/of vele vruchtlica-
men dicht bijeen verschijnen, moet men rekening houden met
een sterk toegenomen kans op breuk. In dit stadium treden
over het algemeen ook afstervingsverschijnselen op in de
kroon. De sterke afbraak van het spinhout tast namelijk in
belangrijke mate de functie van de hout- en zeefvaten aan,

Inonotus hispidus

De ruige weerschijnzwam
schimmel die alleen op
in grotere aantallen kan
andere veelgebruikte b
groen (beuk, eik, esdo
van weinig betekenis.
De weerschijnzwam v
takken. Soms staan de
andere gevallen zijn ze
pansgewijs boven elka
schijnen vanaf juli tot i
tweede helft van de zo
groeid. Oude, zwart ge
ven aanwezig tot in fel



Foto: Peter Jan Keizer

Een gezonde plataan kan
jarenlang met aangroei van
hout de ruige weerschijn-
zwam voor blijven. Binnenin
kan het hout zijn aangetast
zonder dat daarvan iets te
zien is.

Hier is een enkele zwam door nog gezonde
bast en schors uitgegroeid. De schimmel
heeft op die plek het spinhout bereikt.



Als in een boom met de ruige weerschijn-
zwam een wond ontstaat, dan ontstaan op
het open kernhout de vruchtlichamen.



m is zo ongeveer
ste houtrotschimmel
en beschrijven de
een gevaarlijke
rtels. Zo'n stand-
beuken in stede-
ngen onnodig vroeg-
n. Nieuwe criteria
oordeling kunnen

ct uit onderzoek van Reinartz en
en met de reuzenzwam ouder zijn
maakt daarbij niet uit of het om
soort gaat. In alle gevallen is de
asiet die zijn werk begint op
gestorven wortels.
chimmels in bomen, komt de
; gestoorde locaties voor zoals
tsoenen. Mogelijk zit daarom de
natuurlijke afsterfing van oude
n een infectie al ontstaan als de
nder de stam - afsterft. Een reu-
; als de boom allang gekapt is,
nog naar de volgende boom.
t witrot. Dit komt in de regel voor
Hij begint meestal in de dieperlig-
t pas na jaren de hogergelegen
tot vitaliteitsvermindering die
boom produceert eerst minder
indelijk bovengronds af.

ting tot afsterfing kan zeer varia-
breedte van 'volledig in blad valt
oom is dood, maar staat nog

erschillen te maken met het
eageert op zijn aantasting, met
ils en reactiehout in de stamvoet.
dventiefwortels al snel na de aan-
de nieuwe wortels in staat met de
eel nieuw netwerk te vormen. Op
wortels de functie van de aange-
tijd wordt reactiehout gevormd
stamvoet zorgt. Deze combinatie
t de boom zijn stabiliteit behoudt.
ir toedoen van de reuzenzwam
; als een huis.



Foto's: Reinartz en Schlag

Een beuk die volop in blad staat kan zomaar omvallen
door toedoen van de reuzenzwam. De boom heeft
dan te laat met wortel- en houtvorming gereageerd
op de schimmelaantasting.

Vruchtlichamen

In de eindfase van de aantasting ontwikkelt de reuzenzwam
zijn vruchtlichamen, van juli tot januari. De zwammen vor-
men een aanwijzing dat het wortelstelsel sterk is aangetast.
Afhankelijk van de eerder beschreven boomreacties wordt
geadviseerd de boom te vellen of niet.
Het verschijnen van vruchtlichamen is dus op de eerste plaats
een waarschuwing dat er vakkundig onderzoek naar de stabi-
liteit van de boom nodig is. Hierbij wordt gekeken naar de
wortels, de stam en de kroon. In de meeste gevallen is aan-
tasting door deze schimmel duidelijk zichtbaar aan de kroon.



Meripilus giganteus

De reuzenzwam is in beuken de belang-
ste veroorzaker van houtrot in de wor-
zone en de ondergrondse stamaanzet.
Daarnaast werd hij in het onderzoek bij
een beperkt aantal (4%) Amerikaanse
eiken (*Quercus rubra*) aangetroffen en s-
radisch in nog drie andere boomsoorten
stedelijke gebieden in Nederland wordt
reuzenzwam geregeld in paardekastanj-
plataan aangetroffen.

Tussen infectie en het optreden van gro-
re schade zitten meestal vele jaren. De
schimmelinfectie zorgt voor een sterke
aantasting van het wortelfundament en
stabiliteit van de gastboom. Meestal zie-
de kroon er minder gezond uit. De kroon
dan duidelijk herkenbaar aan minder en
kleiner blad en dood hout.



Ondanks een ern-
stige aantasting
door de reuzen-
zwam was deze
beuk nog voldoen-
de stabiel. Hij is
eerder als gevolg
van de schimmel-
aantasting dood
gegaan dan dat hij
zou omvallen.

De reuzenzwam tast vooral het wortelgestel aan. Gemis aan reac-
tiehout en krachtige adventiefwortels maken deze beuk instabiel.



is in straat- en belangrijkste veroorzaker van houtrot. De houtstructuur wordt vernietigd door de aanwezigheid van ledig ontbonden. Het is dat de cellulose, de sterkste treksterkte geeft, wordt vernietigd. Wat overblijft is lignine met een structuur, die tot

bomen vormen waarbomen voor
himmel groeit zowel in stamvoet
takken van de kroon. Op den
houtlichaam volledig uit. Bij vitale
echter niet afgebroken. Hierdoor
aant om met zijn jaarlijkse dikte-
oor de schimmel op te vangen: het

it van de boom langzaam
zwam het spinhout binnendrin-
ook het cambium vernietigd. Het
uitdroogt en krimpscheuren gaat
ordt zo al het hout aangetast en

thout is binnengedrongen, kant van de boom zichtbare nbiom door de schimmel de diktegroei. Dit uit zich in ors en bast. Compensatiehout vormen op plaatsen waar het

t openbreekt, is het dode, door
ut te zien. Van het hout is dan
over. Dit materiaal brokkelt in
n bruin poeder uiteen.

t is verpulverd, zit de boom in zijn kgevaarlijk. Het risico dat gestel-



De zwavelzwam kan ook hoger in de kroon en in gesteltakken tot ontwikkeling komen.

hoofdwortels aantasten. Deze aantasting is niet zo ingrijpend dat de stabiliteit van de boom eronder lijdt.

Voordat aangetaste bomen een gevaar kunnen gaan opleveren, zijn ze al volledig afgestorven. De wortels, die zorgen voor het transport van water en voedingsstoffen, zijn dan namelijk al verloren gegaan.

Vruchtlichamen

De zwavelzwam vormt zijn vruchtlichamen van mei tot in de

De zwavelzwam breekt alleen de cellulose in het hout af: bruinrot. Hierdoor verdwijnt de structuur uit het hout en valt dit in brokjes uiteen.



Gevaar voor uitbreken van gesteltakken of stambreuk is pas aanwezig in de eindfase van de aantasting door de zwavelzwam.



Laetiporus sul

De zwavelzwam wordt in Duitsland in tien bo-
name oude eiken en
schimmel aangetas-
soorten groeit de zw-
kers en wilg, incide-
ten.

De schimmel kan zich kroon vestigen, maar de wortelaanzet van ontstaat rot in het sieve productie van stamdeel (compensatie onderzochte bomen gevonden in de sta

De zwavelzwam vormt de l

men: onregelmatig gevorm

zwammen die dakpansgew





Foto's: Reinhart en Schlag

astig van de korsthoutskoolzwam wordt. Een visuele beoordeling van de schade aan de stam.

korsthoutskoolzwam omschreven als nisch materiaal afbreekt (saprofytisch). Het is een gevaarlijke parasiet die in 1936 als gevaarlijke parasiet werd beschreven. De korsthoutskoolzwam kan de aandacht van boomkwaliteitsbeoordelaars trekken, vooral als er schade aan de achtergevoerde bladeren of aan de stam is. Het is een gevaarlijke ziekte die voortdurend voorkomt. Ondertussen leeft bij veel bomen de korsthoutskoolzwam en gekapt om geen risico te lopen.

le waarheid in het midden. De korsthoutskoolzwam is een onschuldige ziekte van bomen met een aantasting in de stam. Wel is het noodzakelijk

De korsthoutskoolzwam is een witrot veroorzakende schimmel die in loofbomen grote schade kan veroorzaken. De schimmel komt vooral in het hout van beuk en linde voor. Maar ook de paardekastanje, esdoorn en plataan zijn gevoelig voor deze schimmelsoort.



De eerste zichtbare vruchtlichamen verschijnen veelal kort boven het maaiveld en zijn nog klein. Ze vallen daardoor nauwelijks op.

van reactiehout. Hierdoor ontstaan karakteristieke, ribvormige vergroeiingen in de stam. Is de reactiegroei minder sterk dan zal het cambium afsterven. Er ontstaan dan dode schorsplekken, waaronder geen hout meer groeit. Eromheen gaat de houtgroei wel door.

Vruchtlichamen

Voor het herkennen van de korsthoutskoolzwam zijn vruchtlichamen onmisbaar. Van april tot juni komen ze tot ontwikkeling. Eerst als witte myceliumplekken (zie kader) die zich snel verdikken. Later, als de sporen gerijpt zijn, krijgen de vruchtlichamen een grijsblauw bepoederd uiterlijk. De rand blijft eerst nog wit.

In de loop van de zomer verkleurt de zwam langzaam naar zwart. In dit stadium bedekken de vruchtlichamen slechts enkele vierkante centimeters schors. Het herkennen van de



Bomen met een duidelijk uitlopende stamvoet, vertonen een goede reactie op de korsthoutskoolzwam.

te. Toch is het niet zo dat iedere boom met vruchtlichamen van de korsthoutskoolzwam moet worden gekapt. Of kap noodzakelijk is, heeft te maken met de reactie van de boom op de aantasting.

Het meest gevaarlijk zijn de bomen die geen duidelijk uitlopende stamvoet hebben, die als een paal in de grond staan. Met name bij linden komt dat regelmatig voor. Zo'n boom heeft niet op de schimmelaantasting gereageerd en daarmee de afbraak van hout in de stamvoet niet weten te compenseren en versterken. Desondanks zit de kroon nog goed in het blad. Wanneer de eerste vruchtlichamen op de stam verschijnen, zijn bomen zonder stamvoetverbredening inwendig al sterk aangetast. Ook kleine aanwijzingen moeten dan zeer serieus worden genomen. Lastig is dat de vruchtlichamen ook onder aan de stamvoet verschijnen en weinig opvallen.

Compenseert de boom de houtafbraak wel, dan kan hij de schimmelaantasting nog vele jaren overleven. De eindfase van dergelijke

Ustulina deusta (syn. Hyphodermia deusta)

De korsthoutskoolzwam is in zeldzaamheid, maar heeft in het onderzoek duidelijke voorkeur voor beuk en linden tussen de wortellijsten vanden stam, maar kan zich eveneens hoog in de stam verspreiden. De boom binnen via beschadigingen en stamvoet, en ook via grotere schade. Kans op stambreuk is er vooral bij aantasting. Vruchtlichamen zijn het meest zichtbaar in de zomer en lente en zomer zijn ze echter het





De schimmel heeft het cambium pleksgewijs gedood.
Als reactie ontstonden bij deze linde ribvormige ver-
groeiingen op de stamvoet.



Het hout van de ribvormige wortelaanzetten leeft en is niet aangetast
door de korsthoutskoolzwam.



De inwendige aantasting van deze linde was uitwendig waar te nemen. De ver-
bindingen met de wortels functioneerden nog volledig.

Een boom die als een paal in de grond staat,
reageert onvoldoende op de schimmelaan-
tasting. Het breukrisico is dan groot.



Verklarende woordenlijst

Afgrendeling

Reactie van onder meer het cambium op een serieuze aantasting of beschadiging. De reactie moet voorkomen dat vreemde organismen de boom binnendringen. Zo vormt het cambium een schil van cellen die verkurkt.

Bast

De weefsellaag (floëem) aan de buitenzijde van het cambium. In de bast speelt zich de neerwaartse sapstroom af die suikers vanuit de bladeren omlaag voert. De schors beschermt de bast.

Bruinrot

Afbraak van de cellulose in het houtweefsel door schimmels, waarbij donkere lignine resteert en het hout een brokkelige, breekbare structuur krijgt.

Cambium

Een laag van een tot enkele cellen waarin de diktegroei plaatsvindt. Vanuit het cambium worden binnenwaarts houtweefsel (xyleem) en buitenwaarts bastcellen (floëem) gevormd.

Cellulose

Bouwstof van secundaire wand in cellen. Die wand bestaat uit lange ketens suikermoleculen en heeft een vezelige structuur.

Compartimentering

De opdeling van houtweefsel in kleinere eenheden. De kleinste eenheid is de cel. Ook overgangen van jaarringen en de mergstralen zorgen voor een opdeling van het houtweefsel. De afgrendeling is gebaseerd op de opdeling in kleinere eenheden.

Hyfen

Draadvormige organismen vanuit het mycelium die de voedingsbodem verder koloniseren.

Kernhout

Het dode hout van het houtlichaam van de boom: de centrale houtcilinder. Niet alle boomsoorten hebben zichtbaar kernhout. Kernhout is omgeven door levend spinhout.

Lignine

Houtstof van de primaire wand van de cellen. De ligninewanden vormen gezamenlijk een ruimtelijk netwerk van koolstofringen.

Mergstralen

Radiaal in het hout verlopende bundels houtweefsel, ook wel houtstralen genoemd. De mergstralen verbinden de jaarringen, zodat deze niet ten opzichte van elkaar kunnen schuiven.

Mycelium

Zwamvlok als massa van verweven schimmeldraden.

Paddestoel

Het sporenvormend vruchtlichaam van een schimmel die bestaat uit steel en hoed.

Parasiet

Een schimmel (of ander organisme) die leeft ten koste van zijn waard, zonder deze direct te doden.

Saprofiet

Een schimmel (of ander organisme) die van dood (organisch) materiaal leeft.

Schimmel

Lagere plant zonder bladgroen, behorend tot de afdeling van de *Fungi*, bestaande uit draadvormige organismen zoals zwamvlok (*mycelium*) en zwamdraden (*hyphae* of hyfen) en die zich voortplant door sporen.

Schors

Buitenste bekleding van kurkweefsel om de houtige delen van planten. De schors beschermt de bast tegen verdroging en aantastingen van buitenaf.

Spinhout

Het levende hout van de houtcilinder (xyleem), waarin via de houtvaten (lange cellen die in verbinding met elkaar staan) water met opgeloste voedingselementen opwaarts wordt getransporteerd.

Spoor of spore

Voortplantingscel.

Vruchtlichaam

Het sporenvormend deel van een schimmel, vaak paddestoel of zwam genoemd.

Witrot

Afbraak van lignine in het houtweefsel door een schimmel, waarbij de bleke cellulose resteert en het hout een vezelige, buigzame structuur krijgt.

Zwam

De totale schimmel, hier specifiek gebruikt voor de vruchtlichamen van schimmels zonder steel en hoed.

S
C
H
I
M
M
E
L
S
EN
B
O
O
M
B
E
H
E
R
R