



Kaliumgebrek bij
Hollandse iep
foto's WER

Nutriëntenbalansen in bossen op zandgronden

Het effect van oogst van stamhout en tak- en tophout

Bomen hebben nutriënten nodig voor de groei. Veel bossen in Nederland staan op arme zandgronden terwijl bosbeheerders in het houtconvenant hebben afgesproken het oogstniveau te verhogen. Maar daarmee voeren ze wel extra nutriënten af. De vraag is wat vanuit de nutriëntenbalans de mogelijkheden zijn voor een duurzame houtoogst.

— Anjo de Jong, Joop Spijker, Hans Kros, Wim de Vries (Wageningen Environmental Research)

> Er is de afgelopen jaren een markt ontstaan voor laagwaardig hout. Diverse bosbeheerders spelen hier op in door tak- en tophout te oogsten. Maar over het gebruik van deze biomassa is discussie ontstaan vanwege de onttrekking van nutriënten uit bossen die in Nederland vaak op arme bodems staan. Deze nutriënten zijn immers van belang voor de productiviteit en vitaliteit van het bos.

Het ministerie van Economische zaken heeft Wageningen Environmental Research opdracht gegeven om te onderzoeken wat het effect van oogst van stamhout en tak- en tophout is op de nutriëntenbalans. Hiervoor zijn met een eenvoudig balansmodel modelberekeningen gemaakt voor de aan- en afvoer van nutriënten voor diverse boomsoorten, bodemtypen en regio's. De onderscheiden boomsoorten zijn berk, beuk, eik, Douglas, fijnspar, grove den en lariks. Bij bodems

is onderscheid gemaakt in arme, matig arme en rijke zandgronden. De regio's zijn noord-, oost-, midden- en zuid-Nederland. De gebruikte gegevens zijn afkomstig uit de literatuur en modellen, en er zijn aanvullende metingen verricht aan de nutriëntgehalten in de bodem en in het stam- en takhout.

Nutriëntenbalans in bossen

Hoewel er in Nederlandse bossen een overmaat aan stikstof (N) is, zijn andere belangrijke macronutriënten, zoals fosfor (P) en de basische kationen calcium (Ca), kalium (K), magnesium (Mg), vaak beperkt beschikbaar. De aanvoer wordt bepaald door depositie en verwerking, de afvoer door oogst en uitspoeling. De depositie is locatieafhankelijk en is voor de basische kationen in de kustregio's hoger dan landinwaarts, terwijl die voor P in het zuiden het hoogst is. De totale

atmosferische depositie (nat + droog) van de basische kationen in de vier regio's is geschat met een combinatie van metingen (natte depositie) en modelberekeningen (droge depositie). De totale depositie van P is voor Nederland minder duidelijk in beeld, omdat gegevens over de droge depositie ontbreken. Sinds 1992 zijn echter concentraties gemeten op 16 meetstations van het RIVM. Die gegevens zijn gebruikt om de natte P-depositie te bepalen en de droge depositie is geschat met literatuurgegevens.

De hoeveelheden die door verwerking vrijkomen worden deels bepaald door het moeder materiaal van de bodem: op rijkere bodems (fijner materiaal) komen de nutriënten sneller vrij. De verwerkingssnelheden van basische kationen zijn afgeleid uit verwerkingsexperimenten. De P-aanvoer is geschat op basis van literatuurstudie.

De afvoer door de uitspoeling wordt vooral bepaald door de zure depositie waarbij zure deeltjes die naar het grondwater spoelen basische kationen meenemen. De uitspoeling van kationen en fosfaat is te bepalen door het vermenigvuldigen van een neerslagoverschot met de jaarlijks gemiddelde concentraties in de bodemoplossing aan de onderzijde van de wortelzone. Voor basen is op basis van de literatuur gerekend met een uitspoeling van 50 procent van de invoer, waarbij tevens de variatie is berekend bij een percentage van 35 procent en 65 procent, gegeven de onzekerheid in de schatting.

Afvoer door oogst

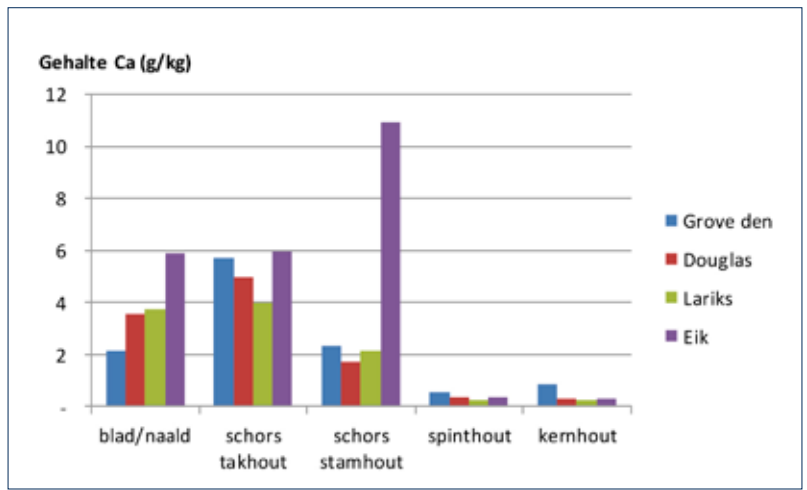
Het effect van oogst op de houtafvoer is afgeleid van de gehalten van nutriënten in het hout. Uit de buitenlandse literatuur is gebleken dat gehalten aan nutriënten variëren per boomsoort en onderdeel van de boom. Daarom zijn van de verschillende delen van de bomen per boomsoort monsters genomen. Dit is in 2016 gedaan in het midden van het land op arme tot rijke zandgronden. Gehalten in blad zijn berekend uit gegevens van bladmonsters die rond het jaar 2000 in het kader van OBN-onderzoek zijn geanalyseerd. Uit de gehalten van de verschillende delen van bomen zijn op basis van massaverhoudingen de voorraden voor de stammen, takken en gehele bomen bepaald.

Er zijn aanzienlijke verschillen te zien tussen zowel de boomsoorten als de delen van de bomen (figuur 1 en 2) voor Ca en K. De gehalten van schors zijn bijvoorbeeld aanzienlijk hoger dan van spint- of kernhout. De Ca-gehalten in eikenschors zijn ook aanzienlijk hoger dan die van grove den, Douglas of lariks.

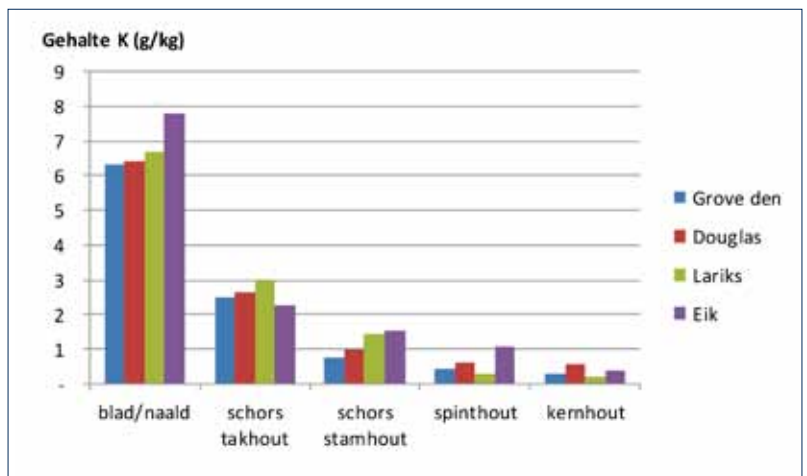
Verband tussen nutriëntgehalten in de bodem en in hout

We hebben geen duidelijke relatie gevonden tussen de gehalten van nutriënten in de bodem en die in het hout. Dat is op zich niet zo gek, want het bemonsterde hout is in de loop van meerdere decennia aangegroeid. Nutriënten zijn er in vastgelegd in perioden dat de beschikbaarheid wellicht anders was dan dat die nu is. De relatie is daarnaast complex. De opname van nutriënten wordt bijvoorbeeld niet alleen bepaald door de

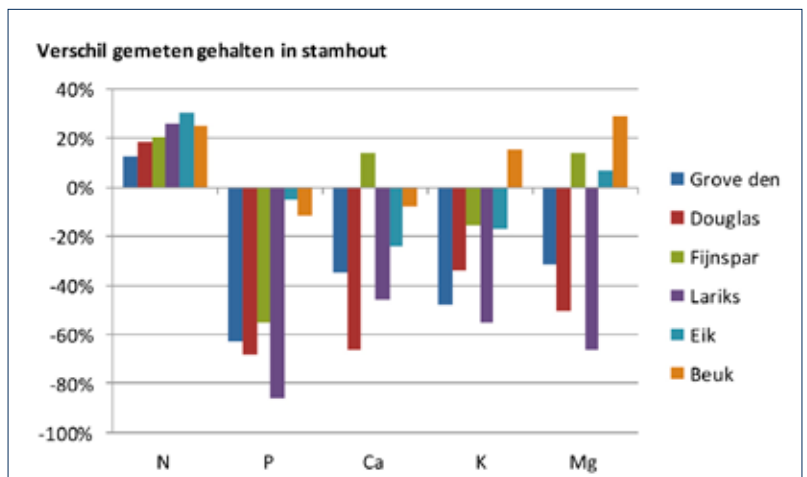
Figuur 1. Gehalten van Ca in verschillende delen van vier boomsoorten.



Figuur 2. Gehalten van K in verschillende delen van vier boomsoorten.



Figuur 3. Verschil in nutriëntgehalten tussen bomen in Nederland en buitenlandse gegevens. Een positief percentage betekent een navenant hoger gehalte in Nederland; een negatief percentage een lager gehalte.



gehalten in de bodem, maar ook door de mate waarin het bomen lukt de nutriënten op te nemen. Hierbij spelen vochtvoorziening en bodemleven een belangrijke rol. Daarnaast speelt de groeisnelheid een rol. Als de groei laag is, zijn er per m³ hout relatief meer nutriënten beschikbaar. Onze meetgegevens gecombineerd met buitenlandse metingen laten zien dat de gehalten in het Nederlandse hout gemiddeld afwijken van die in andere Europese landen en de VS (figuur 3). De gehalten van N zijn hoger, terwijl die van P, K, Ca en Mg lager zijn. Dit is te verklaren vanuit de hoge stikstofdepositie in ons land, en de verzuring waardoor de andere nutriënten zijn uitgespoeld. Zoals hierboven beschreven kijken we met de

gehalten nutriënten in het hout voor een deel terug in de tijd. Voor nieuwe generaties bomen die onder de huidige omstandigheden groeien, zijn deze verschillen wellicht nog groter.

Voorraden nutriënten

Bij de evaluatie van het effect van oogst op de nutriëntenbalans van bossen is het van belang om de mogelijke toe- of afname van nutriënten te vergelijken met de aanwezige voorraad. In de bodem zitten goed beschikbare en slecht beschikbare voorraden. De (snel) beschikbare nutriënten zijn gebonden aan de buitenkant van bodemdeeltjes of aan organische stof en zijn vrij gemakkelijk opneembaar door planten. De slecht beschikbare

voorraad zit vast in complexe verbindingen in de bodem, en komt maar heel langzaam vrij door verwerking.

In 2016 zijn metingen aan de beschikbare voorraden in de bodem verricht. De gehalten aan basische kationen (Ca, K en Mg) bleken vrijwel overal laag. De waarden voor P waren in een derde van de locaties ook aan de lage kant (minder dan 20 mg P₂O₅ per 100 gram bodem). Voorts blijkt dat de voorraden sterk verschillen tussen de locaties. Soms zijn er ook binnen een bosgebied grote verschillen. Dit kan komen door verschillen in de aard van het moedermateriaal maar ook de beheer geschiedenis speelt een grote rol. In (voormalig) hakhout zijn bijvoorbeeld veel nutriënten afgevoerd. Maar bij aanplant en verjonging werd vaak bemest met soms wel 500 kg/ha P en/of 250 kg/ha K.

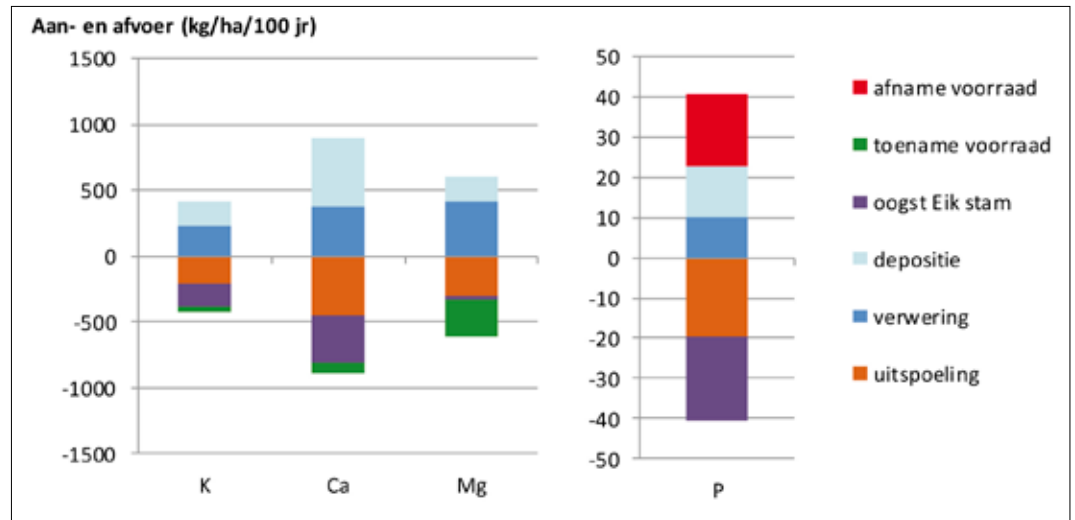
Voorbeeld van een balansberekening

In figuur 4 en figuur 5 staan voorbeelden van een aan- en afvoerbalans over een omloop van honderd jaar van eik, met een oogst van 400 en 700 m³ per hectare stamhout voor een matig arme zandgrond in het midden van het land. De figuren laten zien dat er met depositie en verwerking in dit voorbeeld bijna 900 kg Ca per ha beschikbaar komt. Daarvan spoelt ongeveer de helft uit. De andere helft is beschikbaar voor de vegetatie en kan in theorie afgevoerd worden zonder dat dit ten koste gaat van de beschikbare voorraad in de bodem. Figuur 4 laat zien dat er bij een oogst van 4 m³ per hectare per jaar minder met oogst wordt afgevoerd dan er vanuit de depositie, verwerking en uitspoeling nog resteerde, zodat een overschot aan Ca aan de beschikbare voorraad kan worden toegevoegd. Voor P is de jaarlijkse aanvoer door depositie en verwerking ca. 23 kilo per hectare waarvan 19 kg weer uitspoelt. Er blijft dus netto niet veel over voor afvoer via oogst, en al gauw wordt de balans voor P negatief en neemt de beschikbare voorraad af. Bij een jaarlijkse oogst van 7 m³ per hectare (figuur 5) wordt er duidelijk meer afgevoerd, en ontstaat voor K en Ca een negatieve balans waarmee de beschikbare voorraad afneemt. Als er naast stamhout ook (bij de eindkap) tak- en tophout wordt geoogst, wordt er duidelijk meer afgevoerd. Bij eik en beuk is de extra afvoer door oogst van dat tak- en tophout 'slechts' tien tot dertig procent. Maar bij Douglas wordt grofweg het dubbele afgevoerd als takhout bij de eindvelling wordt geoogst.

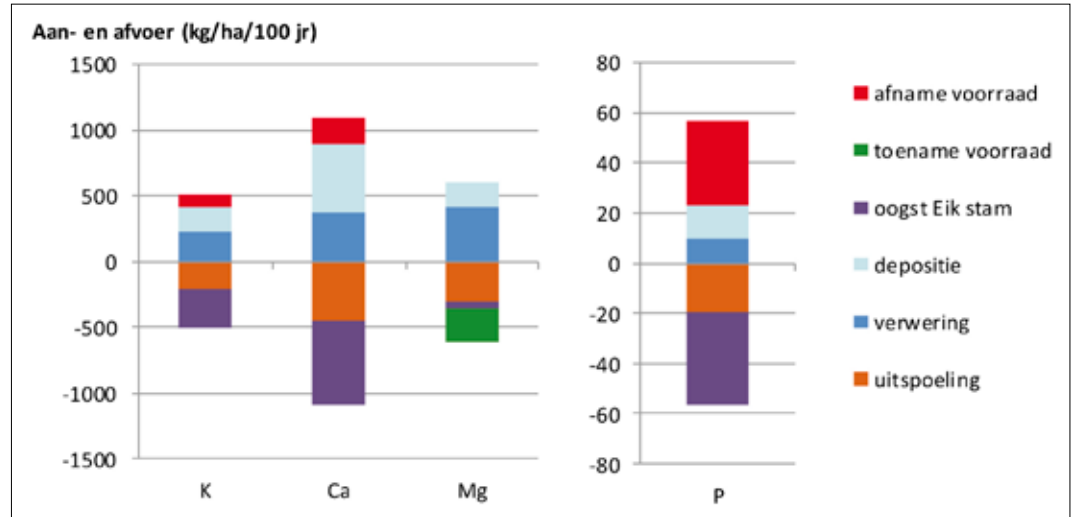
Negatieve nutriëntenbalans?

Een negatieve nutriëntenbalans betekent dat er meer nutriënten worden afgevoerd door uitspoeling en oogst dan er bijkomen door verwerking en depositie. Dit kan effect hebben op de groei en vitaliteit van bomen. Uit veel studies blijkt dat vooral N van invloed is op de groei van bomen, maar ook P en K spelen hierin een rol. Zoals bekend is er sprake van een N-overschot. Van P en de basische kationen zijn de voorraden in de bodem sterk wisselend. Op diverse plekken is de

Figuur 4. Aan- en afvoer over een omloop van 100 jaar van eik voor 400 m³ha⁻¹ stamhout in Midden Nederland op een matig arme zandgrond. Bij P is de schaalbalk (y-as) vergroot.



Figuur 5. Aan- en afvoer over een omloop van 100 jaar van eik voor stamhout 700 m³ha⁻¹ in Midden Nederland op een matig arme zandgrond. Bij P is de schaalbalk (y-as) vergroot.



Tabel 1. Voorbeeld tabel voor de belangrijkste boomsoorten in midden Nederland (oogst alleen stamhout)

Voor P hebben we alleen de letter aangegeven als deze kan gaan afnemen. We hebben hier niet met de kleuren gewerkt, omdat de balans van P in het merendeel van de gevallen negatief is en omdat de netto afname van P vaak klein is ten opzichte van de voorraad. Als P is aangegeven is voorzichtigheid wel geboden en kan het raadzaam zijn om de bodem op P-gehalte te laten analyseren.

Grondsoort	Arme zandgronden			Matig rijke zandgronden			Rijke zandgronden		
	4	7	11	4	7	11	4	7	11
Oogstniveau (m ³ ha ⁻¹ jr ⁻¹)	4	7	11	4	7	11	4	7	11
Berk	P	Ca K P	nvt	P	P	nvt	P	P	nvt
Beuk	K P	Ca K P	nvt	P	Ca K P	Ca K P	P	Ca K P	Ca K P
Eik	P	Ca K P	nvt	P	Ca K P	nvt	P	Ca K P	nvt
Douglas		P	K P		P	K P		P	K P
Grove den	P	P	nvt	P	P	nvt	P	P	nvt
Lariks	P	P	P	P	P	P	P	P	P



Kaliumgebrek bij zomereik

beschikbaarheid laag en kunnen deze nutriëntengehalten ongunstig zijn voor de groei en vitaliteit. Nutriënten die bij oogst vrijkomen uit takhout dat wordt achtergelaten dragen vaak bij aan de beschikbare voorraad.

Samen met de Vereniging van Bos- en Natuureigenaren hebben we een brochure gemaakt waarin voor de zandgronden het effect van houtoogst op de nutriëntenbalans voor de eerdergenoemde regio's en boomsoorten. Voor elke combinatie van boomsoort, oogstniveau en bodem is per regio aangegeven of daarbij de beschikbare nutriëntenvoorraad kan toenemen, gelijk blijft of kan afnemen (Tabel 1. Voorbeeldtabel voor de belangrijkste boomsoorten in midden Nederland (oogst alleen stamhout)). Voor K, Ca en Mg hebben we dat met kleuren en letters gedaan. Daarbij geeft oranje aan dat een nutriënt kan afnemen (het betreffende nutriënt is dan aangegeven met letters), licht groen geeft aan dat ze kunnen toenemen of gelijk blijven en donkergroen geeft aan dat alle basische kationen kunnen toenemen. Omdat er onzekerheden in de berekeningen zijn en de situaties van plek tot plek verschillen, willen we met de oranje kleur aangeven dat voorzichtigheid geboden is, terwijl licht en donker groei weinig of geen reden tot zorg geeft.<

anjo.dejong@wur.nl



Magnesiumgebrek bij linde