

3 Mineralisatie van veengronden

Kor Zwart, Alterra

3.1 Het mineralisatieproces

Deze beschrijving van het proces beperkt zich tot de mineralisatie van organisch koolstof en stikstof. Voor veel elementen is hetzelfde principe als voor stikstof van toepassing. Mineralisatie is de omzetting van organische stof in de bodem naar anorganische (minerale) componenten. In aanwezigheid van zuurstof wordt organisch koolstof omgezet in CO₂ en organisch stikstof via ammonium (NH₄⁺) in nitraat (NO₃⁻). In afwezigheid van zuurstof verloopt de omzetting niet volledig en ontstaan organische eindproducten plus ammonium. Is onder anaërobe omstandigheden nog wel sulfaat of nitraat aanwezig, dan kan de oxidatie van organische tussenproducten nog iets verder verlopen naar CO₂. Nitraat wordt daarbij gereduceerd tot moleculair N₂ (denitrificatie) en sulfaat tot sulfide.

De omzetting is een biologisch proces dat hoofdzakelijk wordt uitgevoerd door bacteriën en schimmels. Bij de omzetting komt energie vrij die door de micro-organismen kan worden gebruikt voor de biosynthese van nieuw celmateriaal. Bij de vorming van nieuw celmateriaal is ook stikstof nodig. In een groeiende biomassa pool van micro-organismen komt daardoor niet alle stikstof die is opgeslagen in organische stof vrij, maar wordt een deel weer geïmmobiliseerd. Als de organische stof relatief weinig stikstof bevat, kan voor de vorming van microbiële biomassa ook minerale stikstof worden gebruikt. Dan daalt dus de hoeveelheid minerale stikstof in de omgeving. Ook dat proces heet immobilisatie. Bij de afbraak van micro-organismen komt ook die stikstof weer vrij in minerale vorm.

Netto mineralisatie

Er ontstaat nogal eens verwarring over het begrip netto stikstofmineralisatie, doordat er verschillende definities van bestaan. Procesmatig gezien vindt er netto N-mineralisatie plaats indien de mineralisatie groter is dan de immobilisatie; dan neemt de hoeveelheid minerale stikstof toe in de tijd. Landbouwkundig gezien vindt er netto N-mineralisatie plaats indien de som van mineralisatie en depositie groter is dan som van de immobilisatie en de denitrificatie en de uitspoeling. In beleidsmatige stukken is er vaak sprake van netto mineralisatie indien de afbraak van organische stof in de bodem groter is dan de jaarlijkse aanvoer.

De eerste twee definities lijken nog enigszins op elkaar, de derde is sterk afwijkend, waardoor er gemakkelijk begripsverwarring kan ontstaan. Voor de meeste landbouwgronden wordt beleidsmatig aangenomen dat de afbraak van organische stof min of meer in evenwicht is met de jaarlijkse aanvoer, waardoor de netto mineralisatie nul is. Voor veengronden, zeker als er sprake is van ontwatering, wordt verondersteld dat er geen sprake is van evenwicht. Daar is de afbraak veel hoger dan de aanvoer waarbij er zoveel stikstof vrijkomt in anorganische vorm, dat het stikstof

leverend vermogen (NLV) voor veengronden (veel) hoger is dan voor de overige gronden.

3.2 Mineralisatie van veengronden

Voor de mineralisatie van veengronden is een aantal factoren van belang:

- de samenstelling van het veen;
- de lokale condities en daarbij vooral de mate van ontwatering.

De samenstelling van veen

Organische stof is een verzamelnaam voor een zeer grote hoeveelheid natuurlijke organische verbindingen waarvan de complexiteit uiteenloopt van zeer eenvoudig tot uitermate complex. In de bodem is de oorsprong van organische stof hoofdzakelijk plantaardig en microbiel en in geringere mate dierlijk. De belangrijkste hoofdgroepen van verbindingen zijn:

- Koolhydraten: voornamelijk cellulose en hemicellulose als de belangrijkste componenten van planten. Het zijn stikstofloze polysacchariden, die zowel onder aërobe als anaërobe omstandigheden kunnen worden afgebroken;
- Lignine: een complex stikstofloos polymeer, waarvan de depolymerisatie zuurstofafhankelijk is, daardoor neemt in veen het ligninegehalte toe naarmate het veen ouder wordt;
- Eiwitten: stikstof en zwavel bevattende polymeren met een grote variatie in afbraaksnelheid. Voor de vorming ervan is stikstof (en in mindere mate zwavel) nodig;
- Vetten, wassen en harsen: (soms) fosfor bevattende lipiden die meestal vrij snel worden afgebroken, maar onder bepaalde (zure en natte) condities kunnen ophopen, waardoor het gehalte in veen toeneemt in de tijd.

Lokale condities

Uit bovenstaande blijkt dat de afbraak van veen afhankelijk is van o.a. het zuurstofgehalte. Aangezien dat in een bodem zeer sterk wordt bepaald door het vochtgehalte, speelt ontwatering van veen een grote rol bij de afbraak. Ontwatering leidt tot een versnelde mineralisatie.

Veensoorten

Voor wat betreft voedselrijkdom worden er drie veensoorten onderscheiden. De veensoort wordt sterk bepaald door het milieu waarin het ontstaat, waarbij vooral de voedselrijkdom een rol speelt. De voedselrijkdom wordt sterk bepaald door de geografische ligging en de hydrologische omstandigheden. De drie veensoorten zijn:

- voedselrijk (eutroof) veen ontstaat in de buurt van voedsel- en slibrijke rivieren en brak water;
- mesotroof veen ontstaat in een omgeving met minder voedsel;
- voedselarm (oligotroof) veen wordt uitsluitend gevormd door zeer voedselarm regenwater.

Het C/N quotiënt neemt af van oligotroof naar eutroof veen en hoe lager het C/N quotiënt, hoe meer anorganische stikstof er vrijkomt bij de afbraak van eenzelfde hoeveelheid veen. Doordat de voedselrijkdom ook sterk bepalend is voor de botanische ontwikkeling, bestaan er ook botanische verschillen tussen de diverse veensoorten. De eigenschappen daarvan zijn samengevat in tabel 3.1. In hoofdstuk 2 is aangegeven wat de ruimtelijke verbreiding is van de diverse veensoorten.

Tabel 3.1 Eigenschappen van veensoorten (Hendriks, 1992)

Soort	Milieu van vorming	Gehalte organische stof	C/N verhouding	Minerale bestanddelen	Doorlatendheid m.dag-1
Bosveen	Zoet, eutroof	30-60	15-25	Lutum	0.05-1
Eutroof broekveen		60-80	18-30		
Zeggeveen	mesotroof	60-95	15-30	Zand of lutum	<0.05-0.4
Rietzeggeveen			15-20		0.05-0.4
Mesotroof broekveen					
Zeggerietveen	Brak of zoet, eutroof	30-80	15-40	Lutum	0.4>1
Rietveen					
Veenmosveen / spalterveen	oligotroof	80-95	40-70		<0.05-0.4
Bolster		95-100			>1

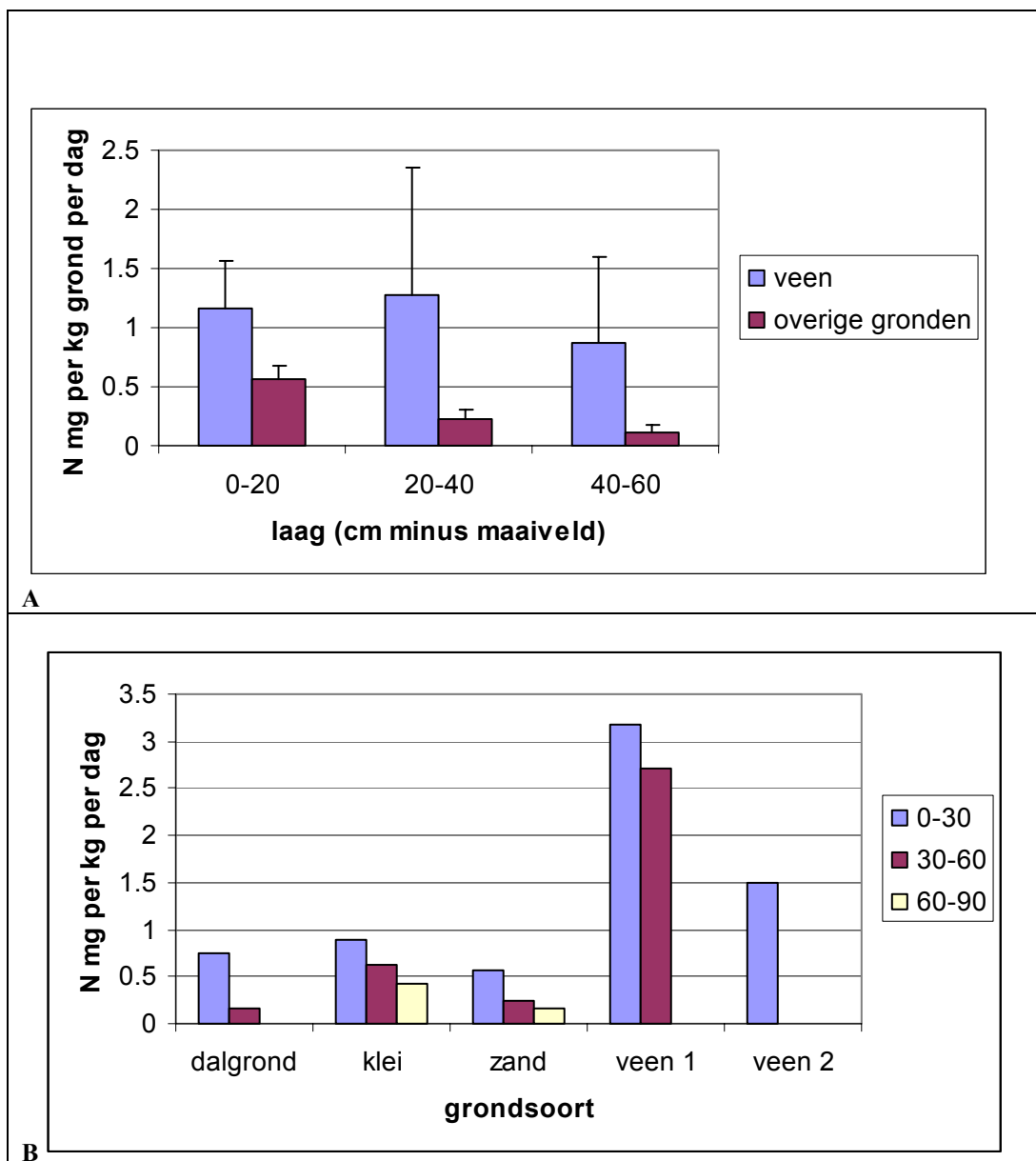
3.3 Mineralisatiemetingen in het laboratorium

Stikstofmineralisatie wordt in het laboratorium vaak gemeten door grond gedurende enkele weken te incuberen bij een vaste temperatuur en een vast vochtgehalte. De incubatie kan plaatsvinden onder volledig aërobe of volledig anaërobe omstandigheden. De toename in de hoeveelheid minerale stikstof in de tijd is een maat voor de mineralisatiesnelheid van de grond. De toename ten opzichte van de hoeveelheid organische stikstof in de bodem is een maat voor de afbreekbaarheid van organisch N (specifieke afbraaksnelheid).

Koolstofmineralisatie wordt gemeten op een vergelijkbare wijze als de stikstofmineralisatie, maar nu wordt de hoeveelheid CO₂ die wordt geproduceerd bepaald in de tijd. Door de CO₂-productie te delen door de totale hoeveelheid koolstof wordt de mate van afbreekbaarheid van de organische stof bepaald (specifieke afbraaksnelheid).

Er zijn te weinig gegevens bekend waarin de stikstofmineralisatie van veengronden is bepaald om er een goed gefundeerd verschil tussen veengronden en overige gronden mee te kunnen onderbouwen. In figuur 3.1 staan de gegevens van een zeer beperkte dataset (12 locaties waaronder 2 veengronden) van Zwart (2003 & ongepubliceerd), waaruit blijkt dat de mineralisatie in veengronden hoger is dan in de overige gronden. De verschillen worden trouwens kleiner als de mineralisatie wordt uitgedrukt in kg per hectare, doordat veengronden een lager volumegewicht hebben dan de overige gronden (bovengronden van veengronden hebben meestal een fors hoger volumegewicht dan de ondergrond, echter nog steeds lager dan in minerale gronden),

maar ook dan is de mineralisatie van veengronden hoger dan die van de overige gronden.



Figuur 3.1. Stikstofmineralisatie in laboratoriumproeven van veen en overige gronden. A grasland, B open teelten; veen 1 Boskoop, veen 2 Valthermond. De balk in 2A geeft de standaarddeviatie van het gemiddelde weer. (bron A. Zwart, 2002, B Zwart, ongepubliceerd)

3.4 Stikstofmineralisatie van dalgronden

De stikstofmineralisatie in dalgronden is slechts in enkele gevallen bepaald. Een voorbeeld van een laboratoriummeting staat in figuur 3.1B. In het project Sturen op Nitraat komt een aantal bedrijven voor met zowel dalgrond als zandgrond binnen

hetzelfde bedrijf. Daarvan is de mineralisatie bepaald; de resultaten staan vermeld in tabel 3.2.

Tabel 3.2. Stikstofmineralisatie op bedrijven met zowel dalgrond als zandgrond

bodem	N-mineralisatie (mg per kg per		
	dag)	Stdev	n
dalgronden	2.09	0.84	13
zandgronden	0.94	0.32	30

In het project Agrobiokon is een aantal keren de N-opname van zetmeelaardappelen op nulveldjes bepaald op zandgrond en op dalgrond. De gemiddelde waarden staan weergegeven in tabel 3.3. De totale opname en de opname per groeidag (dag tussen opkomst en oogstdatum) is op dalgronden ca 1.5 keer hoger dan op zandgrond. Daarbij moet wel worden opgemerkt dat de voorvrucht en de teelt van een groenbemester een duidelijk effect op de resultaten had (tabel 3.4).

Tabel 3.3. N-opname van zetmeelaardappelen op zand- en dalgrond in kg N per ha, resultaten van nulveldjes (Bron Agrobiokon)

	N-opname totaal		N-opname per dag	
	zand	dalgrond	zand	dalgrond
Gemiddeld	78	119	0.6	0.9
Maximum	121	197	0.9	1.5
Minimum	46	64	0.3	0.5

Tabel 3.4. Effect van voorvrucht/groenbemester op de stikstofopname (uitgedrukt in kg N per dag van zetmeelaardappelen op nulveldjes; Bron Agrobiokon)

Voorvrucht/groenbemester	zand	Dalgrond
graszaad	0.6	
graszaad/rogge	0.5	
suikerbieten	0.8	1.1
zomergerst	0.6	0.5
wintertarwe/bladrammenas		0.9

[De Agrobiokon gegevens zijn beschikbaar gesteld door AVEBE, met dank aan Rob van Haren (AVEBE) en Johan Steenhuizen (Plant Research International)]

3.5 Aanvoer van stikstof vanuit de ondergrond

Theoretisch en volgens Hassink (1995) is de mineralisatie van veengronden hoger naarmate de ontwatering dieper is. Echter ook vanuit de permanent verzadigde ondergrond wordt in veengronden waarschijnlijk minerale stikstof aangevoerd, die niet het gevolg is van bemesting maar van de natuurlijke mineralisatie van veen. Het stikstofleverend vermogen van veen wordt echter hoofdzakelijk bepaald door de dikte van de bewortelde zone (in graslanden 20 tot 40 cm). Anorganische stikstof die dieper in het profiel vrijkomt wordt dan ook nauwelijks opgenomen. Deze stikstof komt via de kwel in het oppervlaktewater terecht, een proces dat ook doorgaat indien de bemesting volledig achterwege zou blijven.

Dat de ondergrond van veen minerale stikstof levert blijkt o.a. uit de gehalten aan minerale N op grotere diepte. In tabel 3.5 zijn de minerale N-gehalten in de bovengrond en de ondergrond van bollenpercelen weergegeven (Groenendijk et al., 1997). Op grotere diepte komen hoge gehalten aan ammonium voor, die het gevolg zijn van de (anaërobe) afbraak van organische stof op deze diepte.

Tabel 3.5. Ammonium (NH₄) en totaal (N-tot) stikstofgehalten in de diepere ondergrond van 2 profielen op bollenpercelen te St Maartensbrug en Wassenaar (Bron: Groenendijk et al., 1997)

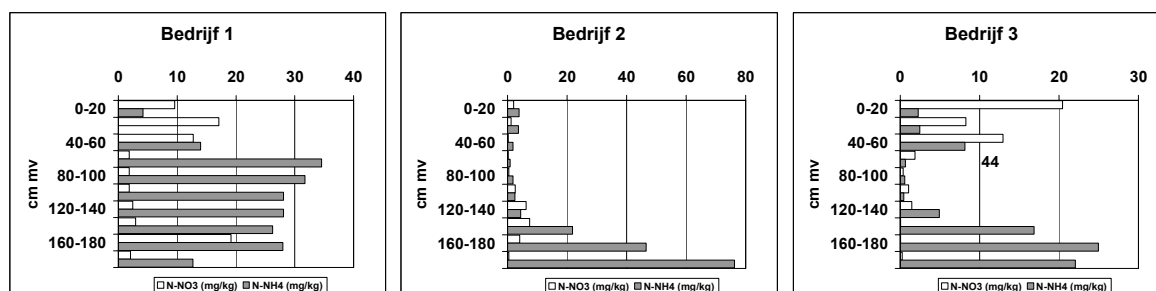
diepte	St Maartensbrug-1		St Maartensbrug -2		Wassenaar A		Wassenaar B	
	N-NH ₄	N-tot	N-NH ₄	N-tot	N-NH ₄	N-tot	N-NH ₄	N-tot
1.4 m	1.0	4.1	2.9	7.0	5.9	9.6	4.5	7.5
>=5.3 m	27.9	32.0	25.5	32.4	7.1	7.1	11.7	11.7

Hendriks et al. (2002) vonden in Bergambacht hogere concentraties van stikstof in kwelwater onder plekken met veen dan onder plekken met klei (tabel 3.6).

Tabel 3.6 Verschillen in stikstofgehalten (Mg N per L) in kwelwater binnen één poldergebied (Bron Hendriks et al., 2002)

Grondsoort	N-NH ₄	N-tot
klei	1.9	5.1
veen	8.3	12.5

In figuur 3.2 zijn de minerale N gehalten op 3 melkveehouderijbedrijven tot 2.0 m onder het maaiveld weergegeven. Bedrijf 1 is een laagveenbedrijf in Friesland, bedrijf 2 ligt op een dalgrond in Zuid-Drenthe en bedrijf 3 op een afgegraven veengrond in Noord-Brabant. In alle gevallen komen in de ondergrond hoge tot zeer hoge ammoniumgehalten voor. Bij de overige melkveehouderijbedrijven die waren onderzocht was dit niet het geval, evenmin als op de akkerbouwbedrijven die werden onderzocht. (Zwart, 2002). Bij het Friese bedrijf is de oorzaak hoogstwaarschijnlijk mineralisatie van voedselrijk veen in de ondergrond in combinatie met kwel. Bij de twee overige bedrijven is de oorzaak onduidelijk, aangezien de organischestof gehalten bij deze bedrijven in de ondergrond zeer laag waren. (Zwart, 2002). De natuurlijke achtergrond mineralisatie kan in deze gevallen voor een aanzienlijke belasting van grond- en/of oppervlaktewater zorgen.



Figuur 3.2. Minerale N gehalten tot 2.0 m onder het maaiveld op een drietal melkveehouderijbedrijven op veengrond (bedrijf 1) en voormalige veengronden (bedrijven 2 en 3)

Stikstofmineralisatie is altijd de resultante van de mineralisatie van de bodem zelf (achtergrondmineralisatie) en die van de organische meststoffen en plantenresten die er in het verleden aan zijn toegediend (zie tabel 3.4). Door middel van modelberekeningen hebben Hendriks et al. (2002) voor een aantal poldergebieden (Bergambacht en Rozendaal in Zuid-Holland, De Noorderkoggen in Noord-Holland en De Putten in Friesland) onderzocht welk deel van de belasting van het oppervlaktewater in veen het gevolg was van de achtergrondbelasting en welk deel aan de bemesting kon worden toegeschreven. De eerste twee polders behoren tot het veen-weide gebied. De drie belangrijkste bronnen van nutriënten die werden onderscheiden waren: bodem, kwel en bemesting. In tabel 3.7 staat de relatieve bijdrage van elk van die bronnen gedurende de periode 1970-1998 en gedurende de periode 1985-1998, de jaren dat de meeste mest werd toegediend.

Tabel 3.7 Bijdrage van kwel, bodem en bemesting aan de belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfor in vier poldergebieden in Nederland (Bron: Hendriks et al., 2002)

Gebied	Bron (bijdrage %)	Totaal N		Totaal P	
		1970-1998	Top mest 1985-1998	1970-1998	Top mest 1985-1998
Bergambacht	Topjaren bemesting				
	% bodem	37	35	30	27
	% kwel	38	36	46	46
	% mest	25	29	24	27
	Bodem-overschot kg/ha	131	225	14.8	31.2
Rozendaal	Topjaren bemesting		1985		1985
	% bodem	27	26	31	29
	% kwel	41	44	40	42
	% mest	32	30	29	29
	Bodem-overschot kg/ha	127	236	17.2	47.2
Noorderkoggen	Topjaren bemesting		1980-1989		1980-1989
	% bodem	22	22	21	22
	% kwel	24	51	65	63
	% mest	54	57	14	15
	Bodem-overschot kg/ha	61	96	23.3	34.1
De Putten	Topjaren bemesting		1980-1989		1980-1989
	% bodem	19	16	28	18
	% kwel	15	13	20	13
	% mest	66	71	52	69
	Bodem-overschot kg/ha	73	172	5.7	14.4

Uit tabel 3.7 blijkt dat in sommige delen van het land meer dan de helft van de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater het gevolg is van de aanvoer vanuit de diepere ondergrond en niet direct het gevolg is van bemesting en mineralisatie in de bewortelbare zone. Voor de Vlietpolder, een andere polder in het westelijk veenweide gebied vonden Van Beek et al.(2004) dat 8-27% van de totale oppervlaktewaterbelasting met nutriënten het gevolg was van de aanvoer vanuit dieper gelegen nutriëntrijke veenlagen.