



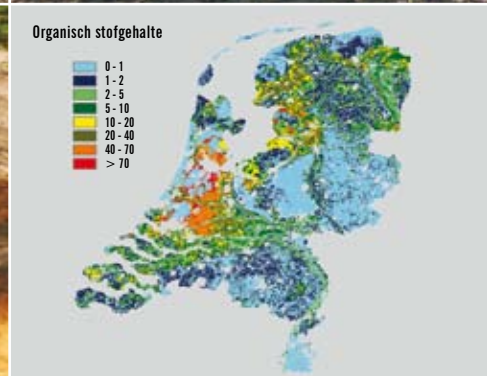
ALTEERRA

WAGENINGEN UR

Geochemische schematisering van de ondergrond in het STONE model

Organisch stofgehalte in de ondergrond

E.M.P.M. van Boekel



Alterra-rapport 1830, ISSN 1566-7197

Geochemische schematisering van de ondergrond in het STONE-model

In opdracht van LNV, Directie Landbouw, in het kader van Mineralen en Milieu, thema KRW en maatregelen

Projectcode [BO-05-004]

Geochemische schematisering van de ondergrond in het STONE model

Organisch stofgehalte in de ondergrond

E.M.P.M. van Boekel

REFERAAT

E.M.P.M. van Boekel, 2009. Geochemische schematisering van de ondergrond in het STONE-model. Organisch stofgehalte in de ondergrond. Wageningen, Alterra-Rapport 1830. 61 Blz.; 18 fig.; 10 tab.; 6 ref.

De geochemische parametrisering en schematisering van de ondergrond in het STONE-model speelt een belangrijke rol bij het inzichtelijk maken van haalbare nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater op de lange termijn. Op basis van geochemische analyses is het organisch stofgehalte voor de ondiepe ondergrond (> 1m-mv) opnieuw bepaald waarbij twee varianten onderscheiden worden. Het organisch stofgehalte voor beide varianten zijn significant verschillend t.o.v. het organisch stofgehalte in de huidige schematisatie. Het organisch stofgehalte in klei- en veengronden zijn over het algemeen lager, voor zandgronden worden hogere gehalten bepaald. Door veranderingen in organisch stofgehalten kunnen processen in de bodem zodanig worden beïnvloed dat er grote verschillen kunnen ontstaan in de nutriëntenvoorraad in de bodem en de uiteindelijke nutriëntenbelasting naar grond- en oppervlaktewater.

Trefwoorden: Nutriëntenuitspoeling, Geochemie, Ondergrond, STONE, Bodemschematisering

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra vestrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.boomblad.nl/rapportenservice.

© 2009 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

[Alterra-Rapport 1830/maart/2009]

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
2 Achtergrond	15
3 Methodiek	19
3.1 Tussenstappen	19
3.1.1 Grondsoort	19
3.1.2 Topsysteem	20
3.1.3 Geologische formatie	20
3.1.4 Onderverdeling holocene afzettingen	20
3.2 Organisch stofgehalte	21
3.2.1 Peatlayer	21
3.2.2 Subsoil	22
4 Resultaten	23
4.1 Tussenstappen	23
4.1.1 Grondsoort	23
4.1.2 Topsysteem	25
4.1.3 Geologische formatie	26
4.2 Organisch stofgehalte	28
4.2.1 Peatlayer	28
4.2.2 Subsoil	30
4.3 Synthese	33
5 Nutriëntenbelasting grond- en oppervlaktewater	39
5.1 Stikstofbelasting oppervlaktewater	39
5.2 Fosforbelasting oppervlaktewater	41
5.3 Nitraatconcentraties grondwater	43
5.4 Synthese	45
6 Conclusie	47
6.1 Organisch stofgehalte	48
6.1.1 Peatlayer	48
6.1.2 Subsoil	48
6.2 Nutriëntenbelasting grond- en oppervlaktewater	49
Literatuur	53
Bijlage 1 Ruimtelijk verdeling van het organisch stofgehalte in de ondergrond voor de laag tussen 2-4m-mv en tussen 4-13m-mv	55
Bijlage 2 Dominante grondsoort per diepte-interval op basis van de nieuwe STONE-schematisering	57
Bijlage 3 Organisch stofgehalte in de ondergrond volgens de nieuwe STONE-schematisering.	59

Woord vooraf

Organische stof in de bodem speelt een belangrijke rol bij tal van bodemprocessen. Organische stof heeft zowel invloed op de bodemfysische eigenschappen (structuur, vochthoudend vermogen, etc.) als op de meer biologische en chemische eigenschappen (CEC, mineralisatie, etc.). Organische stof bevat o.a. de macronutriënten stikstof (N) en fosfor (P), welke vrijkomen bij de afbraak van organische stof. Afbraak van organische stof kan hierdoor een bijdrage leveren aan de stikstof- en fosforbelasting naar grond- en oppervlaktewater. De omvang van deze bijdrage is o.a. afhankelijk van de organische stofvoorraad in de ondergrond.

Het STONE-instrumentarium is ontwikkeld om de uit- en afspoeling van nutriënten (stikstof en fosfor) naar het grond- en oppervlaktewater op landelijke schaal te kwantificeren voor verschillende bemestingsalternatieven. Voor een adequate schatting van de organisch stofvoorraden ligt een verbetering van de parameterisering van het organisch stofgehalte voor de hand. De parameterisering van de ondiepe ondergrond in de huidige schematisering is voornamelijk gebaseerd op expert-judgement en niet zozeer op laboratoriumanalyses.

Het onderzoek in dit rapport beschrijft de wijze waarop het organisch stofgehalte van de ondiepe ondergrond op basis van nieuwe metingen en inzichten bepaald is. Tevens worden de veranderingen in stikstof- en fosforbelasting naar grond- en oppervlaktewater gekwantificeerd als gevolg van veranderingen in organische stofvoorraden.

Samenvatting

Het STONE-model is ontwikkeld om de uit- en afspoeling van nutriënten (stikstof en fosfor) naar het grond- en oppervlaktewater op landelijke schaal te kwantificeren voor verschillende bemestingsalternatieven. Ook kan STONE een bijdrage leveren bij het inzichtelijk maken van de haalbare nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater op de lange termijn. Een van de belangrijke aandachtspunten binnen STONE is de geochemische parametrisering en schematisering van de ondiepe ondergrond (> 1m-mv).

In dit rapport worden op basis van de resultaten van het onderzoek uitgevoerd door TNO nieuwe organisch stofgehalten voor de ondiepe ondergrond bepaald. Vervolgens worden veranderingen in N- en P-belasting naar het oppervlaktewater en veranderingen in nitraatconcentraties in het grondwater gekwantificeerd.

Voor het bepalen van nieuwe organisch stofgehalten zijn een aantal tussenstappen uitgevoerd, waarbij per STONE-plot de grondsoort, het topsysteem en de geologische formaties bepaald zijn.

- Het areaal zandgrond in de laag tussen 1-2m-mv neemt t.o.v. de bovengrond met 12% toe. Deze toename vindt voornamelijk plaats in het zuidwestelijk en noordelijk zeekleigebied en in het rivierkleigebied. Zowel het areaal kleigrond (8%) als het areaal veengrond (4%) neemt af. De lössgronden zijn hierbij tot de kleigronden gerekend.
- Voor het centraal zeekleigebied (Flevoland) en delen van Noord- en Zuid-Holland zijn voor de laag tussen 1-2m-mv geen geologische afzettingen bepaald ($\pm 10\%$ van het oppervlak). De geologische formaties in de diepere lagen zijn wel beschikbaar.
- In het pleistocene deel van Nederland liggen voornamelijk de formaties van Boxtel, Sterksel en Drenthe aan het oppervlak, waarbij de formatie van Boxtel (40%) het meeste voorkomt. De formatie van Sterksel (1,7%) is voornamelijk afgezet in delen van Noord-Brabant, de formatie van Drenthe (2,1%) op het keilemplateau in Noord-Nederland.
- Voor het gedeelte van Nederland met holocene afzettingen kunnen er 4 regio's onderscheiden worden:
 - Maas- en Waalafzettingen → Fluviatiele kleiafzettingen ($\pm 8\%$)
 - Rijn- en IJsselafzettingen → Fluviatiele zandafzettingen ($\pm 2\%$)
 - Noord- en Zuid-Holland → Mariene kleiafzettingen ($\pm 4\%$)
 - Zuidwestelijk en Noordelijk zeekleigebied → holocene afzettingen ($\pm 24\%$, geen onderverdeling)
- De overige gebieden, voornamelijk het lössgebied en het noordwesten van Noord-Brabant, bestaan uit 20 verschillende formaties, $\pm 9\%$ van het totale oppervlak.

Organisch stofgehalte

Bij het bepalen van nieuwe organisch stofgehalten kunnen twee methoden toegepast worden. Bij de eerste methode ('Peatlayer') is het organisch stofgehalte gecorrigeerd voor eventuele veenlaagjes in de ondergrond. Bij de tweede methode ('Subsoil') is geen rekening gehouden met veenlaagjes, maar is de dominante grondsoort doorslaggevend voor het bepalen van nieuwe organisch stofgehalten.

In Tabel A is het areaal gewogen mediane waarden van het organisch stofgehalte weergegeven per grondsoort voor de verschillende varianten. Tevens is het areaal gewogen gemiddelde weergegeven.

Tabel A Areaal gewogen mediane en gemiddelde waarden van het organisch stofgehalte voor de laag tussen 1-2m-mv per grondsoort voor de verschillende varianten.

Grondsoort	Mediaan %			Gemiddelde %		
	STONE 2.3	Peatlayer	subsoil	STONE 2.3	Peatlayer	subsoil
Zand	0,1	0,7	0,3	5,4	1,7	0,7
Klei	5,0	3,0	0,7	38,3	6,9	4,9
Veen	75,0	21,5	1,7	64,0	27,9	29,7
löss	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Nederland	0,1	1,6	0,4	23,6	6,4	5,4

Uit de tabel blijkt dat er een opvallend verschil is tussen de mediane en gemiddelde waarden van het organisch stofgehalte. Landelijk gezien neemt de mediane waarde van het organisch stofgehalte toe van 0,1% naar 1,6% voor de variant 'Peatlayer' en 0,4% voor de variant 'Subsoil'. Gemiddeld neemt het organisch stofgehalte juist fors af, van 23,6% naar 6,4% voor 'Peatlayer' en van 23,6% naar 5,4% voor 'Subsoil'. Hierbij is er een duidelijk verschil zichtbaar tussen de klei- en veengronden enerzijds en de zandgronden anderzijds. Het organisch stofgehalte voor klei- en veengronden neemt af voor zowel het gemiddelde als de mediaan. Voor zandgronden neemt de mediaan toe, terwijl het gemiddelde afneemt. De opvallende verschillen tussen de mediane en gemiddelde waarden is een indicatie dat de verdeling van het organisch stofgehalten in de huidige STONE-schematisering scheef is.

Per variant kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

Peatlayer

- Voor een aantal delen van Nederland (Zuid-Limburg, Noord- en Zuid-Holland en delen van Gelderland en Overijssel) zijn geen analyses van het organisch stofgehalten beschikbaar. Voor deze gebieden is het organisch stofgehalten niet aangepast.
- De organisch stofgehalten in de ondergrond voor de holocene afzettingen zijn significant lager dan de organisch stofgehalten in de huidige STONE-schematisering. Dit geldt met name voor het zuidwestelijk en noordelijk kleigebied.
- Het organisch stofgehalten voor de pleistocene afzettingen (zuidoostelijk en noordoostelijk zandgebied) in de nieuwe schematisatie zijn daarentegen hoger dan in de huidige schematisatie. Uitzondering hierop zijn de beekdalen.

In de huidige schematisering is de mediaan van het organisch stofgehalte in de beekdalen 10%, terwijl in de nieuwe schematisering het organisch stofgehalte bijna 3,0% is.

- De cumulatieve frequentieverdeling van het organisch stofgehalte in de nieuwe STONE-schematisering komt goed overeen met de verdeling van het organisch stofgehalte uit de LSK-database. Ook de ruimtelijke verdeling komt redelijk goed overeen.

Subsoil

- Het organisch stofgehalte in de holocene afzettingen is in de nieuwe schematisatie veel lager dan in de huidige STONE-schematisering. Ook hier zijn de grootste verschillen zichtbaar in het zuidwestelijk en noordelijk kleigebied.
- Het organisch stofgehalte in het pleistocene gedeelte van Nederland heeft voor beide schematisaties dezelfde orde van grootte (< 1,0%). Uitzondering hierop zijn de beekdalen in Zuid- en Oost-Nederland en voor het keileemplateau. In de huidige schematisatie worden aan de beekdalen in Zuid- en Oost-Nederland organisch stofgehalten tussen de 10% en 20% toegekend en voor het keileemplateau hoger dan 70%. In de nieuwe schematisatie is het organisch stofgehalte in de beekdalen lager dan 1,0%.
- De cumulatieve frequentieverdeling van het organisch stofgehalte komt matig overeen met de verdeling van het organisch stofgehalte in de LSK-database. Het organisch stofgehalte wordt, vergeleken met de LSK-database, onderschat. 87% van de STONE-plots heeft een organisch stofgehalte lager dan 1,0%, in de LSK-database heeft 53% van de meetlocaties een organisch stofgehalte lager dan 1,0%.

Door de aanpassingen van het organisch stofgehalten in de ondergrond kunnen processen in de bodem zodanig worden beïnvloed dat er grote verschillen kunnen ontstaan t.a.v. de nutriëntenvoorraad in de bodem en de uiteindelijke nutriëntenbelasting naar grond- en oppervlaktewater.

In Tabel B is het areaal gewogen gemiddelde van de N- en P-belasting naar het oppervlaktewater weergegeven voor de periode 2001-2015 voor de verschillende varianten. Tevens is het areaal gewogen gemiddelde nitraatgehalte in het grondwater weergegeven voor deze periode.

Tabel B. Areaal gewogen gemiddelde N- en P-belasting naar het oppervlaktewater en NO₃-concentratie in het grondwater voor de verschillende varianten per grondsoort voor de periode 2001-2015

	STONE 2.3	Peatlayer	Subsoil	Peatlayer	Subsoil
N-belasting	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	%
Zand	29,4	29,0	29,6	1,6	-0,6
Klei	21,2	21,7	22,6	-2,2	-6,8
Veen	20,0	19,5	20,0	2,1	-0,2
Löss	8,4	8,4	8,4	0,2	0,2
Totaal	24,4	24,3	25,1	0,3	-2,8

	STONE 2.3	Peatlayer	Subsoil	Peatlayer	Subsoil
P-belasting	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	%
Zand	1,3	1,3	1,3	0,1	0,1
klei	1,9	1,8	1,8	0,4	0,5
veen	3,0	3,0	3,0	0,0	0,0
Löss	0,9	0,9	0,9	0,0	0,0
Totaal	1,7	1,7	1,7	0,2	0,2
	STONE 2.3	Peatlayer	Subsoil	Peatlayer	Subsoil
NO ₃ -concentratie	mg/l	mg/l	mg/l	%	%
Zand	71,3	69,9	71,7	2,0	-0,5
Klei	14,8	16,3	18,6	-9,8	-25,9
Veen	6,4	6,2	7,0	1,9	-9,5
Löss	41,3	41,3	41,3	0,1	0,1
Totaal	38,3	38,3	40,2	0,1	-4,8

- De stikstofbelasting neemt voor de variant 'Peatlayer' toe met ongeveer 2% voor zand- en veengronden, voor kleigronden neemt de N-belasting toe met $\pm 2\%$. Voor de variant 'Subsoil' neemt de N-belasting voor alle grondsoorten (m.u.v. löss) toe, waarbij de grootste toename ($\pm 7\%$) voor de kleigronden berekend wordt.
- Het aanpassen van het organisch stofgehalte heeft weinig tot geen effect op de P-belasting naar het oppervlaktewater. Het 'grootste' effect wordt berekend voor de kleigronden. De P-belasting neemt hier af met $\pm 0,5\%$.
- Het nitraatgehalte in het grondwater verandert als gevolg van aanpassingen in het organisch stofgehaltes. De grootste toename wordt berekend voor de kleigronden. Het nitraatgehalte neemt toe met bijna 10% voor de variant 'Peatlayer', voor de variant 'Subsoil' is de toename ruim 25%. De veranderingen in nitraatconcentraties voor zandgronden zijn beperkt tot $\pm 2\%$ voor de variant 'Peatlayer' en $\pm -0,5\%$ voor de variant 'Subsoil'. Voor veengronden wordt afname van $\pm 2\%$ berekend voor 'Peatlayer' en een toename van $\pm 10\%$ voor 'Subsoil'.

1 Inleiding

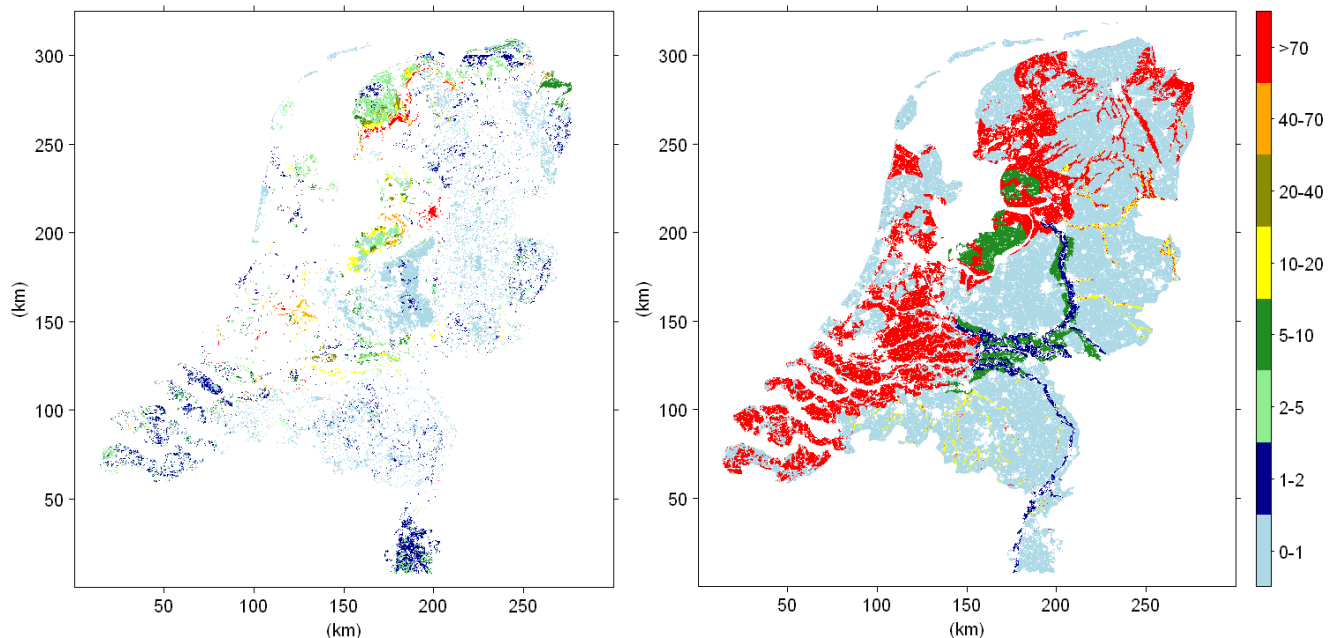
Het STONE-model is ontwikkeld om de uit- en afspoeling van nutriënten (stikstof en fosfor) naar het grond- en oppervlaktewater op landelijke schaal te kwantificeren voor verschillende bemestingsalternatieven (Wolf *et al.*, 2003). Ook kan STONE bijdrage leveren bij het inzichtelijk maken van de haalbare concentraties voor oppervlaktewater op de lange termijn. Een van de belangrijke aandachtspunten binnen STONE is de geochemische parametrisering en schematisering van de ondiepe ondergrond (> 1m-mv). De huidige parametrisering van de ondergrond is primair gebaseerd op expert-judgement, zonder expliciet gebruik te maken van beschikbare gegevens (Kroon *et al.*, 2000.) TNO heeft in opdracht van Wageningen UR, Alterra enkele (geochemische) karakterisaties van de ondiepe ondergrond opgesteld mede aan de hand van grond- en grondwateranalyses (Griffioen *et al.*, 2006), waarbij de gebiedsindeling volgens STONE (plots en hydrotype) en het topsysteem (Vermooten *et al.*, 2005) van de ondergrond het uitgangspunt is. Het gaat hierbij voornamelijk om de parameters t.a.v. de hoofdlithologie, organisch materiaal, hoofdsamenstelling van het grondwater, pH en een aantal spoorelementen.

In dit rapport wordt het organisch stofgehalte in de ondiepe ondergrond aangepast op basis van nieuwe metingen en inzichten en vergeleken met de huidige organisch stofgehalten in de STONE-schematisering. Tevens wordt een vergelijking gemaakt met de organisch stofgehalten uit de Landelijke Steekproef Kaarteenheden (LSK; Finke *et al.*, 2001).

Vervolgens wordt het effect van de aanpassingen van het organisch stofgehalte op de N- en P-belasting van het grond- en oppervlaktewater gekwantificeerd.

2 Achtergrond

De organisch stofgehalten in de huidige STONE-schematisering zijn geschat door gebruik te maken van laboratoriumanalyses in combinatie met ‘best educated guesses’, waarbij de monsters zijn ingedeeld op basis van (sub)hydrotypen (Kroon *et al.*, 2001). Vervolgens zijn de STONE-plots toegekend aan een (sub)hydrotype met bijbehorend organisch stofgehalte. De ruimtelijke verdeling van het organisch stofgehalte kan vergeleken worden met metingen uit de Landelijke Steekproef Kaarteenheden (LSK; Finke *et al.*, 2001). In Figuur 1 zijn de organisch stofgehalten weergegeven voor metingen uit de LSK-database met een bemonsteringsdiepte >1m-mv (links) en voor de laag tussen 1-2m-mv in de huidige STONE-schematisering (rechts). In Bijlage 1 zijn de organisch stofgehalten voor de overige lagen weergegeven.



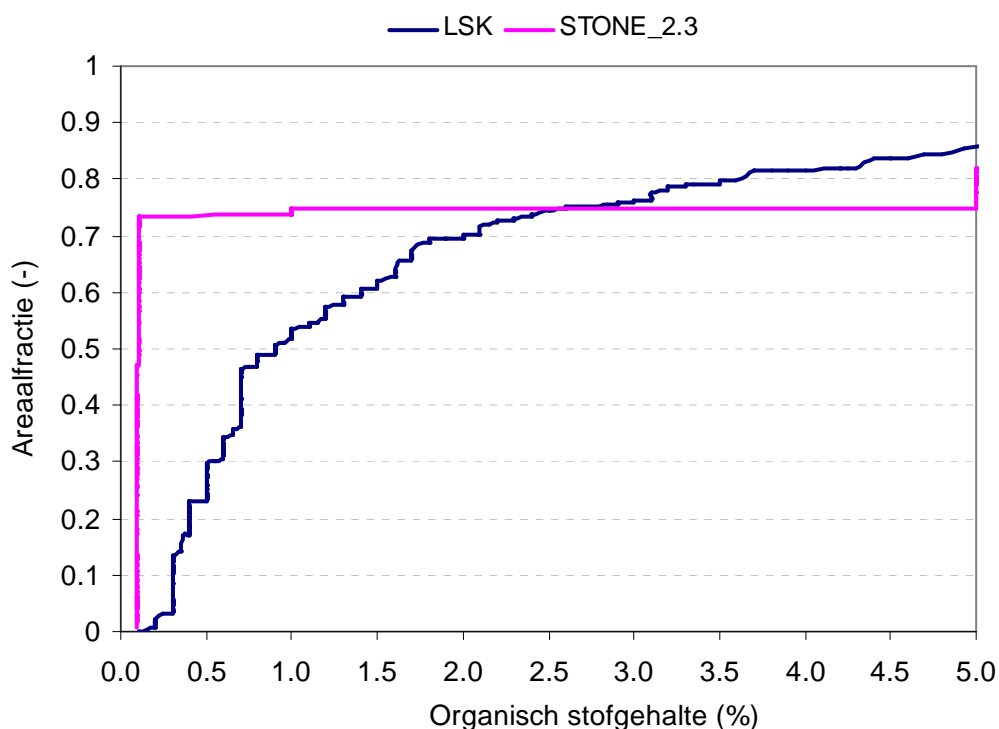
Figuur 1. Organisch stofgehalte (%) in de LSK-database met een bemonsteringsdiepte > 1m-mv (links) en het organisch stofgehalte in de laag tussen 1- 2m-mv in de huidige STONE-schematisering (rechts).

De verschillen tussen de organisch stofgehalten in de LSK-database en de huidige STONE-schematisering zijn groot. Dit geldt voornamelijk voor de kleigronden, waarbij ook duidelijke verschillen tussen de kleigebieden zichtbaar zijn. Het zuidwestelijk zeeleigebied heeft in de LSK-database voornamelijk organisch stofgehalten lager dan 5%, terwijl in de huidige STONE-schematisering gehalten hoger dan 70% veelvuldig voorkomen. Het organisch stofgehalte in het centraal zeeleigebied in LSK heeft een grote range aan waarden, tussen de 0% en 5% of tussen 20% en 70%. In de STONE-schematisering zijn dit juist andere waarden, namelijk tussen de 5% en 10% of hoger dan 70%. De gemeten organisch stofgehalten in het noordelijk zeeleigebied (< 1%) en in de rivierkleiafzettingen (1-10%) worden in de huidige STONE-schematisering onderschat.

In de LSK-database worden voor deze gebieden organisch stofgehalten gevonden van respectievelijk 2-5% in het noordelijk zeekeleigebied en 5-20% in de rivierkleiafzettingen.

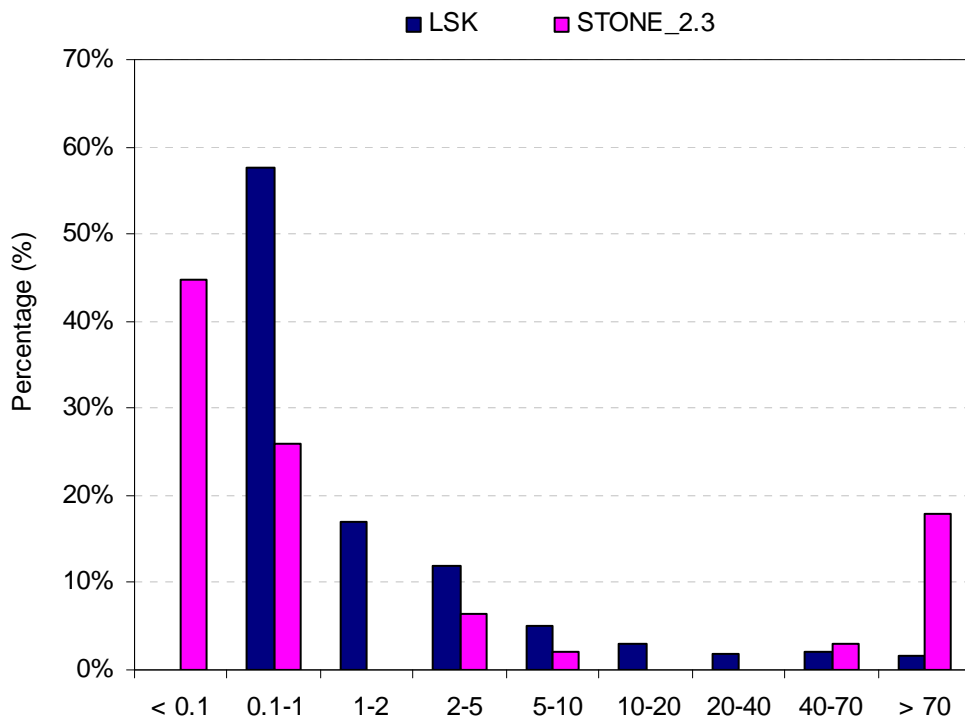
Het organisch stofgehalte in de zandgronden komt aardig overeen ($< 1\%$), m.u.v. de beekdalen. Ook zijn er duidelijke verschillen zichtbaar in organisch stofgehalten op het Drents keileemplateau.

In Figuur 2 is de cumulatieve frequentieverdeling weergegeven van de organisch stofgehalten voor de monsterpunten uit de LSK-database met een bemonsteringsdiepte $> 1\text{m-mv}$ en de organisch stofgehalten in de huidige STONE-schematisering voor de laag tussen $1-2\text{m-mv}$.



Figuur 2. Cumulatieve frequentieverdeling van organisch stofgehalten in de ondergrond voor metingen uit de LSK-database met bemonsteringsdiepte $> 1\text{m-mv}$ en voor de laag tussen $1-2\text{m-mv}$ in STONE 2.3.

In Figuur 3 is de verdeling van het organisch stofgehalte over verschillende klassen weergegeven.



Figuur 3. Frequentieverdeling van organisch stofgehalten in de ondergrond in de LSK-database met een bemonsteringsdiepte > 1m-mv en voor de laag tussen 1- 2m-mv in de huidige STONE-schematisering.

Ruim 70% van het areaal heeft in de huidige STONE-schematisering een organisch stofgehalte < 1%, waarvan 45% zelfs lager is dan 0,1%. In de LSK-database heeft bijna 60% een organisch stofgehalte lager dan 1%. Hierbij worden echter geen organisch stofgehalten lager dan 0,1% onderscheiden.

Ook voor de klassen > 70% zijn de verschillen zeer groot. 18% van de STONE-plots heeft een organisch stofgehalte hoger dan 70%. In de LSK-database is dit maar 2%. Wanneer de LSK-database representatief wordt geacht voor Nederland vindt er zowel een onderschatting van het organisch stofgehalte plaats (zandgronden) als een overschatting (kleigronden).

3 Methodiek

3.1 Tussenstappen

Op basis van de resultaten van het onderzoek uitgevoerd door TNO (Griffioen *et al*, 2006) zijn nieuwe organische stofgehalten voor de ondergrond bepaald. In het TNO-rapport zijn twee verschillende benaderingen gebruikt om het voorkomen van organisch materiaal in de diepe ondergrond te herleiden. Allereerst is het voorkomen van veen als hoofdbestanddeel van de grond herleidt naast het voorkomen van zand en klei, waarbij leemgronden tot de kleigronden worden gerekend. Daarnaast is voor de combinatie van het topsysteem en de geologische formatie het gemiddelde gehalte aan sedimentair organisch materiaal gegeven. Het voorkomen van veen is voornamelijk relevant voor gebieden met een holocene deklaag, terwijl het gehalte aan organisch materiaal in klastische sedimenten relevant is voor pleistocene (zand)afzettingen.

Op basis van de resultaten uit het TNO-onderzoek zijn nieuwe organisch stofgehalten bepaald voor de STONE-plots voor de verschillende diepte-intervallen. Hierbij kunnen verschillende deelstappen onderscheiden worden welke hieronder kort worden beschreven.

3.1.1 Grondsoort

Per STONE-plot is het voorkomen van zand, klei en veen voor verschillende diepte-intervallen bepaald. Een belangrijk verschil met de huidige schematisering van de ondergrond is het aantal lagen dat wordt onderscheiden. In de huidige STONE-schematisering worden 3 lagen onderscheiden tot een diepte van 13m-mv. TNO heeft het voorkomen van zand, klei en veen voor een zestal lagen bepaald, namelijk:

1. 1-2m-mv
2. 2-3m-mv
3. 3-4m-mv
4. 4-7m-mv
5. 7-10m-mv
6. 10-13m-mv

Bovenstaande laagindeling komt echter niet helemaal overeen met de compartimenten zoals deze in het STONE-model worden gehanteerd. Bij het verwerken van de gegevens is hier rekening mee gehouden. De dikte van laag 5 en 6 zijn hierbij aangepast;

5. 7-9m-mv
6. 9-13m-mv

3.1.2 Topsysteem

De Nederlandse ondergrond kan regionaal worden ingedeeld in verschillende topsystemen (Vermooten *et al.*, 2005). Het topsysteem omvat het bovenste deel van de ondergrond dat zich bevindt vanaf maaiveld tot ca 8-30m diep. De ondergrens verschilt per gebied en is afhankelijk van de geologische en hydrogeologische opbouw en de chemie van een gebied. Per STONE-plot is het bijbehorende topsysteem bepaald. Hiervoor is een overlay gemaakt van de topsystemen met de STONE-plots. Per plot kunnen meerdere topsystemen onderscheiden worden. Om het aantal topsystemen per plot te beperken zijn alleen de topsystemen binnen een plot geselecteerd die minimaal 5% van het oppervlak beslaan.

3.1.3 Geologische formatie

In deze stap zijn voor de STONE-plots en de verschillende diepte-intervallen het voorkomen van de geologische formatie bepaald. Per STONE-plot en per laag kunnen er meerdere formaties voorkomen, waarbij tevens rekening wordt gehouden met de dikte van de formatie.

3.1.4 Onderverdeling holocene afzettingen

Binnen de holocene afzettingen uit stap 2 wordt er nog een onderverdeling gemaakt tussen fluviatiel- en mariene afzettingen en/of tussen zand- en kleiafzettingen. Daarnaast wordt er nog de formatie Holocene/Naaldwijk onderscheiden. De onderverdeling wordt echter niet voor alle holocene afzettingen toegepast, maar alleen voor bepaalde combinaties met een topsysteem. Uiteindelijk worden de volgende combinaties onderscheiden:

<i>Formatie</i>	<i>Topsysteem</i>
a) Holocene, géén onderverdeling	➔ 1a, 1d, 5a2, 5b2, 5c2
b) Holocene/Marien_zand	➔ 1b, 2c, 3b, 3c
c) Holocene/Marien_klei	➔ 1b, 2c, 3b, 3c
d) Holocene/Fluviatiel_zand	➔ 1b, 2a
e) Holocene/Fluviatiel_klei	➔ 1b, 2a
f) Holocene/Naaldwijk	➔ 4d2

Alle STONE-plots met holocene formaties worden vervolgens aangepast, waarbij rekening wordt gehouden met de resultaten uit stap 1 en 3. Een STONE-plot met een holocene afzetting die voor 100% uit zand bestaat en binnen het topsysteem 2a voorkomt, wordt geclassificeerd als Holocene/Fluviatiel_zand. Wanneer er echter ook klei voorkomt wordt de STONE-plot eveneens als Holocene/Fluviatiel_klei geclassificeerd.

3.2 Organisch stofgehalte

In de laatste stap wordt per STONE-plot een nieuw organisch stofgehalte bepaald, waarbij de resultaten uit voorgaande stappen gebruikt worden. Tevens worden de resultaten uit het TNO-rapport (Griffioen *et al.*, 2006) gebruikt, waarin per combinatie van het topsysteem en geologische formatie het organisch **koolstof**gehalte gegeven is. Voor het bepalen van de organisch stofgehalten voor de STONE-plots kunnen twee methoden worden toegepast. Bij de eerste methode wordt bij het bepalen van het organisch stofgehalte rekening gehouden met eventuele veenlaagjes in de ondergrond (variant 'Peatlayer'). Bij methode 2 wordt alleen gekeken naar de dominante grondsoort, waarbij eventuele veenlaagjes buiten beschouwing worden gelaten (variant 'Subsoil').

3.2.1 Peatlayer

Het organisch stofgehalte per STONE-plot kan worden bepaald door gebruik te maken van onderstaande formule:

$$OM_{KLAS} = ((C_{1A} * f_1 * f_A + C_{1B} + f_1 + f_B + \dots) / (f_1 * f_A + f_1 * f_B + \dots)) / 0.58 \quad (1)$$

Waarin:

OM_{KLAS} = Organisch stofgehalte van de klastische sedimenten.

C_{1A} = Organisch **koolstof**gehalte voor de combinatie topsysteem 1 en formatie A

f_1 = Fractie van het totale oppervlak voor topsysteem 1

f_A = Fractie voorkomen binnen de laag voor geologische formatie A

Bij de variant 'Peatlayer' wordt rekening gehouden met het voorkomen van veenlaagjes in de ondergrond. Voor de diepere lagen (> 3m-mv) worden aan de veenlaagjes organisch stofgehalten toegekend van 60%. Voor de lagen 1-2m-mv en 2-3m-mv wordt onderscheid gemaakt tussen laagveen en hoogveen. Aan veenlaagjes voor STONE-plots met hydrotipe Westland (laagveen) wordt een organisch stofgehalte van 60% toegekend, voor veenlaagjes in de overige STONE-plots (hoogveen) wordt een organisch stofgehalte van 90% toegekend. Hierbij moet echter opgemerkt worden dat dit een zeer grove schatting van het organisch stofgehalte betreft en regionaal sterk kan afwijken. Voor het omrekenen van het organisch **koolstof**gehalten naar organisch **stof**gehalten wordt in deze studie ervan uitgegaan dat organische **stof** voor ongeveer 58% uit **koolstof** bestaat.

Uiteindelijk kan met formule 2 het organisch stofgehalte per plot bepaald worden.

$$OM_{TOT} = ((\%_{KLAS} * OM_{KLAS}) + (\%_{VEEN} * OM_{VEEN})) / (\%_{KLAS} + \%_{VEEN}) \quad (2)$$

Waarin;

OM_{TOT} = Nieuw organisch stofgehalte

$\%_{KLAS}$ = Percentage zand, klei en leem per laag

$\%_{VEEN}$ = Percentage veen per laag

OM_{KLAS} = Organisch stofgehalten van de klastische sedimenten

OM_{VEEN} = Organisch stofgehalte veen (60% of 90%)

3.2.2 Subsoil

Bij het bepalen van het organisch stofgehalte voor de variant 'Peatlayer' wordt rekening gehouden met eventuele veenlaagjes in de ondergrond. Om het effect van deze veenlaagjes te analyseren zijn de organisch stofgehalten opnieuw bepaald waarbij het organisch stofgehalte is bepaald op basis van de dominante grondsoort. STONE-plots met veen als hoofdbestanddeel krijgen een organisch stofgehalte van 60% of 90%, afhankelijk van het hydrotype. Voor het bepalen van het organisch stofgehalte voor zand, klei en lössgronden wordt onderstaande formule toegepast.

$$OM_{TOT} = ((C_{1A} * f_1 * f_A + C_{1B} + f_1 + f_B + \dots) / (f_1 * f_A + f_1 * f_B + \dots)) / 0.58 \quad (3)$$

De nieuwe organisch stofgehalten voor de variant 'Peatlayer' en voor de variant 'Subsoil' worden vervolgens met elkaar vergeleken. Tevens worden de organisch stofgehalten vergeleken met de organisch stofgehalten in de huidige schematisatie en de metingen uit de LSK-database.

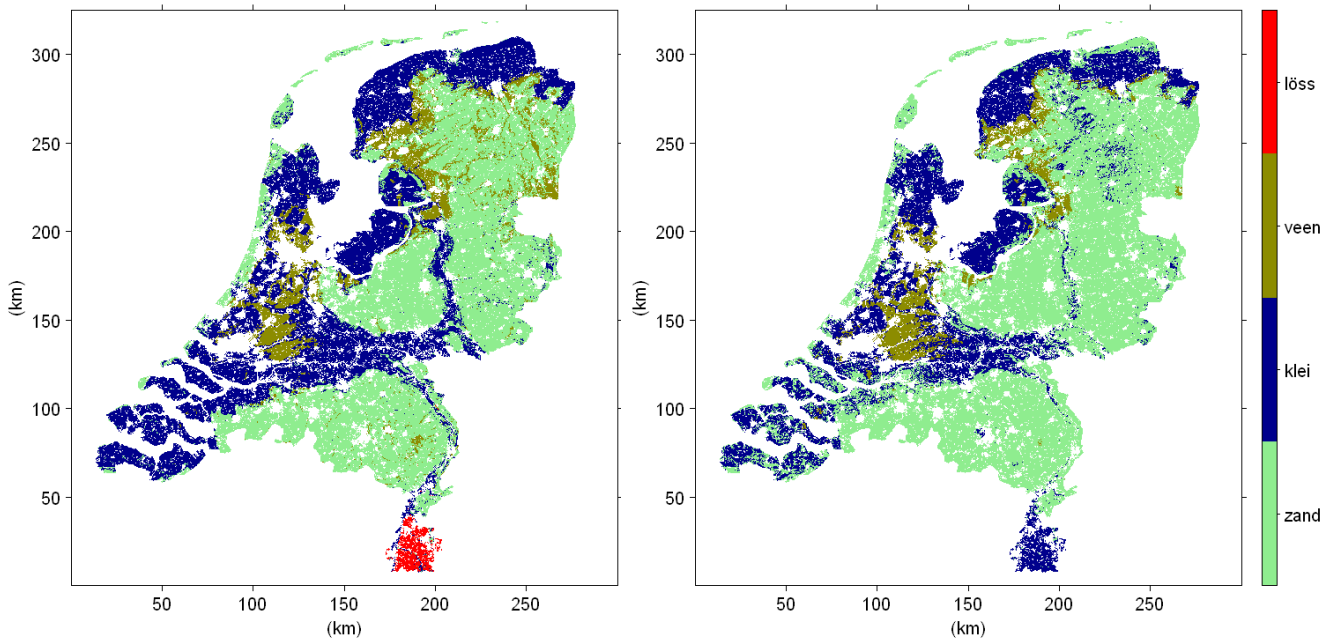
4 Resultaten

4.1 Tussenstappen

De organisch stofgehalten in de ondergrond zijn aangepast op basis van beschikbare geochemische analyses. In dit hoofdstuk worden eerst de resultaten van de verschillende tussenstappen gepresenteerd, waarna in paragraaf 4.2 de nieuwe organisch stofgehalten voor de STONE-plots geanalyseerd worden. Hierbij kunnen twee varianten worden onderscheiden, namelijk de variant 'Peatlayer' waarbij rekening wordt gehouden met veenlaagjes in de ondergrond en de variant 'Subsoil' waarbij het organisch stofgehalte bepaald wordt op basis van de dominante grondsoort.

4.1.1 Grondsoort

Het voorkomen van zand, klei, leem en veen in de STONE-plots is bepaald voor een aantal lagen. In Figuur 4 is de dominante grondsoort van de bovengrond in de huidige schematisering (links) vergeleken met de dominante grondsoort voor de laag tussen 1-2m-mv volgens de nieuwe schematisering (rechts). In Bijlage 2 is voor de overige lagen de dominante grondsoort weergegeven.



Figuur 4. Dominante grondsoort voor de bovengrond in de huidige STONE-schematisering (links) en voor de laag tussen 1-2m-mv voor de nieuwe STONE-schematisering (rechts).

In Tabel 1 is het areaal van de verschillen grondsoorten weergegeven. Hierbij moet echter in ogenschouw genomen worden dat voor STONE-huidig het om de bovengrond gaat, voor STONE-nieuw gaat het om de ondergrond (laag tussen 1-2m-mv).

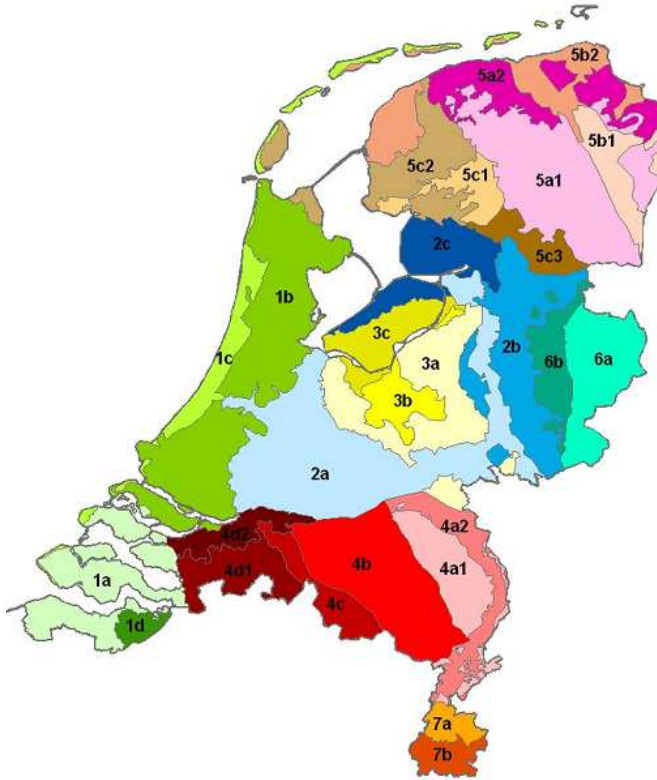
Tabel 1. Areaal zand, klei, veen en löss voor de bovengrond in de huidige STONE-schematisering en voor de laag tussen 1-2m-mv in de nieuwe STONE-schematisering

Grondsoort	STONE-huidig		STONE-nieuw	
	(ha * 1000)	%	(ha * 1000)	%
Zand	1448	52	1786	64
Klei	1014	36	817	29
Veen	309	11	205	7
Löss	36	1	-	-

In de huidige STONE-schematisering wordt meer dan 50% van het totale areaal tot de zandgronden gerekend. Voor de laag tussen 1-2m-mv neemt dit toe tot bijna 65% van het totale areaal. Uit Figuur 4 blijkt dat de toename van het areaal zand voornamelijk in het zuidwestelijk en noordelijk kleigebied en rond de grote rivieren plaatsvindt. Een ander verschil tussen beide schematisaties is de afname van het voorkomen van veen. Dit is voornamelijk zichtbaar op het keilemplateau in Drenthe en Groningen. Voor de ondergrond wordt er geen onderscheid gemaakt tussen klei en lössgronden.

4.1.2 Topsysteem

Voor het toekennen van topsystemen aan de STONE-plots is een overlay gemaakt tussen de STONE-plots en de regionale indeling van het topsysteem. Per STONE-plot kunnen er meerdere topsystemen toegekend worden. In Figuur 5 is de gebiedsindeling van het topsysteem weergegeven.



Figuur 5. Gebiedsindeling van het topsysteem voor de Nederlandse ondergrond.

Nederland kan worden ingedeeld op basis van 7 (hoofd)topsystemen welke vervolgens zijn opgedeeld in 27 topsystemen. In Tabel 2 worden de topsystemen kort beschreven.

Tabel 2. Overzicht van de verschillende topsystemen.

Topsystemen	Gebiednummer	omschrijving
Kustzone	1a	Zeeland
	1b	Holland
	1c	Duinen
	1d	Oost Zeeuws-Vlaanderen
Het rivierengebied	2a	Rijndelta, IJssel
	2b	IJsselvallei, Westelijke achterhoek
	2c	Noordoostpolder, noordelijke Flevopolders
Stuwwallen in Midden-Nederland	3a	Stuwwallen Midden-Nederland
	3b	Gelderse Vallei (dekzand)
	3c	Gelderse Vallei, zuidelijke Flevopolders

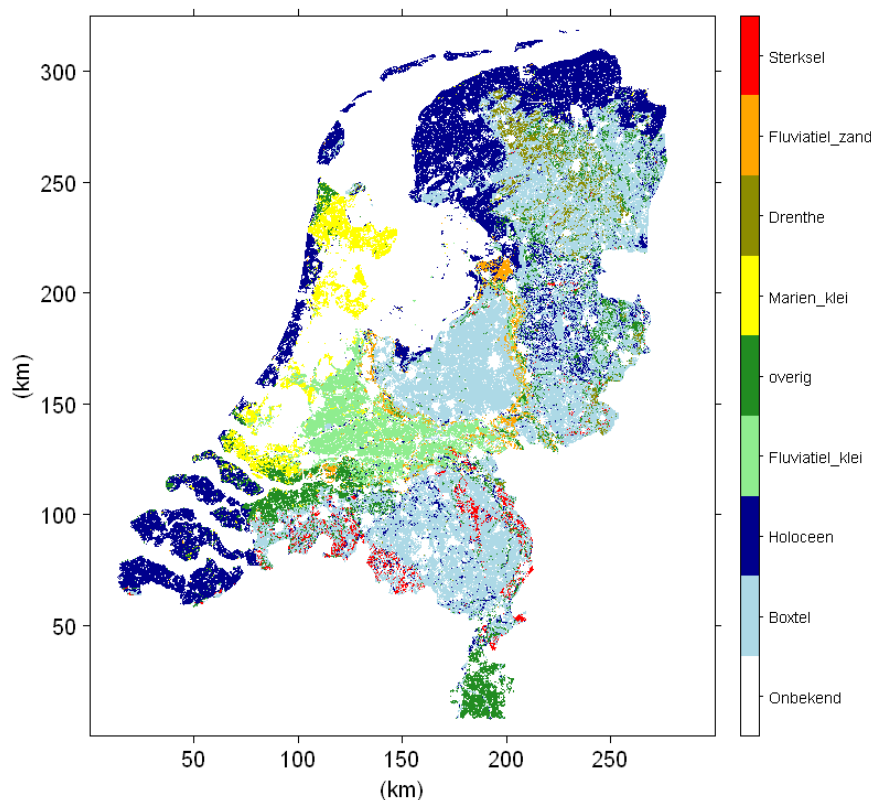
Noord-Brabant en Noord-Limburg	4a1	De Peel Horst, Venlo Slenk
	4a2	Maasdal
	4b	Roerdalslenk
	4c	Kempisch Plateau, Midden-Brabant
	4d1	Westelijk Noord-Brabant
	4d2	Holoceen westelijk Noord-Brabant
Noord-Nederland	5a1	Centraal Drents Plateau
	5a2	Fries-Groningse kustzone
	5b1	Hunzedal
	5b2	Gronings-Friese zeeklei
	5c1	Westelijk Drents Plateau
	5c2	Fries veen- en kleigebied
Twente en omstreken	5c3	Zuidelijk Drents Plateau
	6a	Twente-Oost, oostelijke Achterhoek
	6b	Twente-West
Zuid-Limburg	7a	Noordelijk Zuid-Limburg
	7b	Zuidelijke kalksteenplateaus

4.1.3 Geologische formatie

In de derde tussenstap is per STONE-plot en per diepte-interval het voorkomen van de geologische formatie bepaald. Per STONE-plot kunnen er meerdere geologische formaties onderscheiden worden. In Tabel 3 is een overzicht gegeven van de dominante formaties voor de STONE-plots met het totale oppervlak. In Figuur 6 is vervolgens de ruimtelijke verdeling van de dominante formaties weergegeven voor de laag tussen 1-2m-mv.

Tabel 3. Meest voorkomende geologische afzettingen voor de STONE-plots met bijbehorend oppervlak..

Geologische formatie	Aantal plots		Oppervlakte	
	#	%	ha	%
Boxtel	2739	42,8	1116556	39,8
Holoceen	1234	19,3	666888	23,8
Holoceen/Fluviatiel_klei	504	7,9	217200	7,7
Holoceen/Marien_klei	276	4,3	118444	4,2
Drenthe	133	2,1	59894	2,1
Holoceen/Fluviatiel_zand	164	2,6	54288	1,9
Sterksel	138	2,2	48419	1,7
Overig	593	9,1	241494	8,7
Onbekend	624	9,7	284363	10,1
Totaal	6405		2807544	



Figuur 6. Dominante geologische formatie in de laag tussen 1-2m-mv voor de STONE-plots.

In de laag tussen 1-2m-mv komt de formatie van Boxel het meeste voor (40%). De formatie van Boxel is voornamelijk afgezet in Zuid- en Oost-Nederland (zandafzettingen). Naast de formatie van Boxel is in Noord-Brabant ook de formatie van Sterksel (1,7%) afgezet. Op het keileemplateau is de formatie van Drenthe (2,1%) afgezet. In Gelderland en Overijssel liggen ook nog holocene afzettingen vlak onder het oppervlak.

In West-Nederland zijn voornamelijk holocene formaties afgezet, waarbij onderscheid gemaakt is tussen mariene- en fluviaatiele afzettingen en tussen zand- en kleiafzettingen. Voor het Zuidwestelijk en Noordelijk kleigebied wordt er geen onderscheid gemaakt tussen de holocene afzettingen. In Noord- en Zuid-Holland liggen voornamelijk mariene kleiafzettingen.

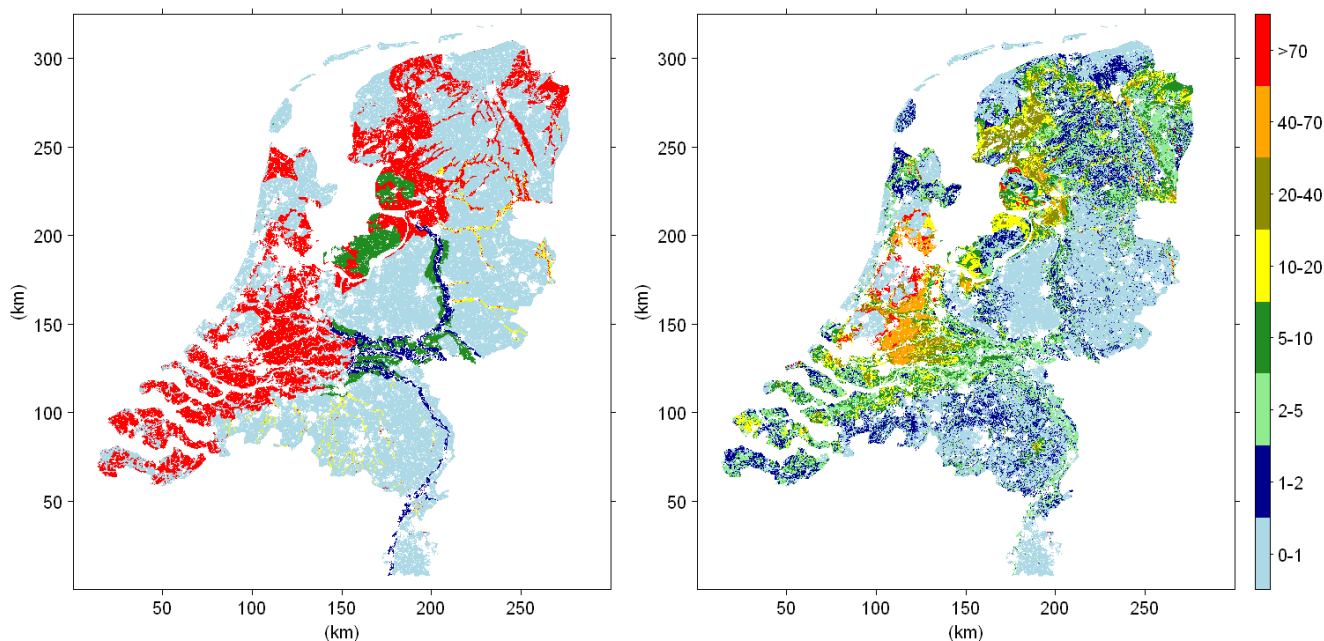
Voor de fluviaatiele afzettingen is er een opvallend verschil tussen de afzettingen van de Maas en Waal t.o.v. de NederRijn en IJssel. De Maas/Waal afzettingen zijn voornamelijk kleiafzettingen, terwijl de Rijn/IJssel afzettingen voornamelijk uit zandig sediment bestaan. De overige afzettingen (9%, 20 formaties) liggen voornamelijk in het lössgebied van Zuid-Limburg en in het noordwesten van Noord-Brabant. Voor het centrale zeekleigebied (Flevoland) en een gedeelte van Noord- en Zuid-Holland zijn er voor de laag tussen 1-2m-mv geen afzettingen bekend. Voor deze gebieden is het dus a priori al niet mogelijk om nieuwe organisch stofgehalten te bepalen voor de laag tussen 1-2m-mv.

4.2 Organisch stofgehalte

Het organisch stofgehalte voor de verschillende lagen zijn uiteindelijk bepaald door gebruik te maken van de formules uit hoofdstuk 3. Bij het toepassen van deze formules moet per STONE-plot het topsysteem en geologisch formatie bekend zijn. Uit paragraaf 4.1 is echter gebleken dat er een aantal gebieden zijn (Noord- en Zuid-Holland, Flevoland) waar voor de laag tussen 1-2m-mv geen geologische afzettingen bekend zijn. Voor Flevoland zijn de geologische afzettingen voor de diepere lagen (3-13m-mv) wel bekend. De organisch stofgehalten voor deze lagen kunnen dus volgens de gekozen methodiek bepaald worden. De organisch stofgehalten voor de laag tussen 1-2m-mv zijn vervolgens bepaald door de organisch stofgehalten voor de diepere lagen te extrapoleren naar de laag tussen 1-2m-mv. Voor Zuid- en Noord-Holland is dit niet echter niet mogelijk, omdat ook voor de diepere lagen geen geologische afzettingen bekend zijn. In paragraaf 4.2.1 en 4.2.2 worden de resultaten voor de variant 'Peatlayer' en 'Subsoil' nader toegelicht.

4.2.1 Peatlayer

In Figuur 7 is de ruimtelijke verdeling van de nieuwe organisch stofgehalten voor de laag tussen 1-2m-mv op plotniveau gegeven, waarbij links de organisch stofgehalten in de huidige STONE-schematisering zijn weergegeven en rechts de organisch stofgehalten voor de variant 'Peatlayer'. In Bijlage 3 zijn de organisch stofgehalten voor de overige lagen weergegeven.



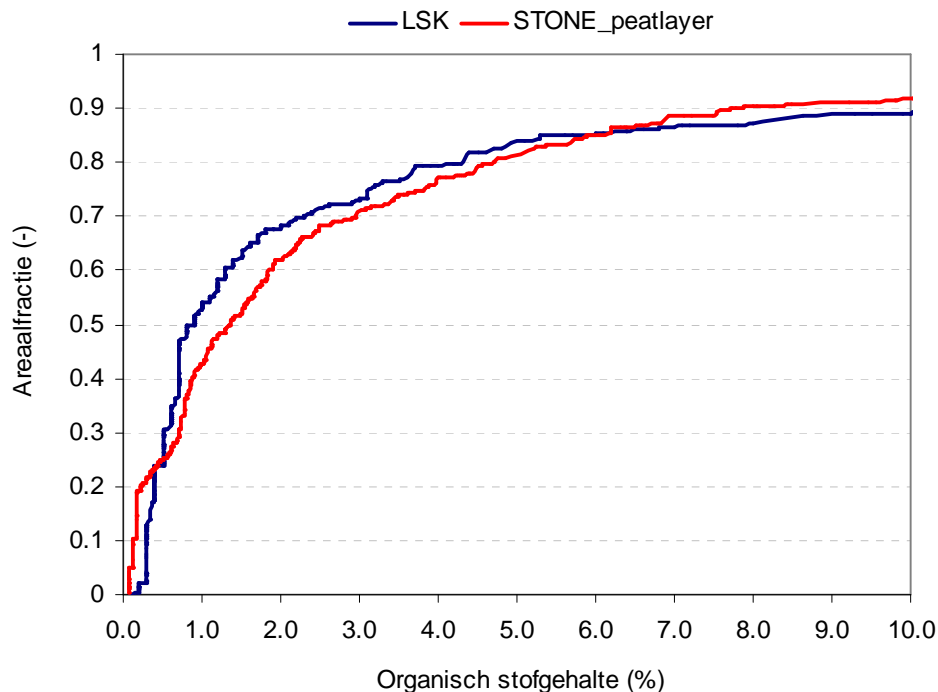
Figuur 7. Organisch stofgehalte voor de laag tussen 1-2m-mv in de huidige STONE-schematisering (links) en het organisch stofgehalte in de nieuwe schematisatie voor de variant 'Peatlayer' (rechts).

Voor een aantal gebieden zijn voor de combinatie topsysteem/geologische formatie geen analyses beschikbaar en kan het organisch stofgehalte niet bepaald worden.

Dit geldt voornamelijk voor het lössgebied in Zuid-Limburg, delen van Overijssel, Noord- en Zuid-Holland.

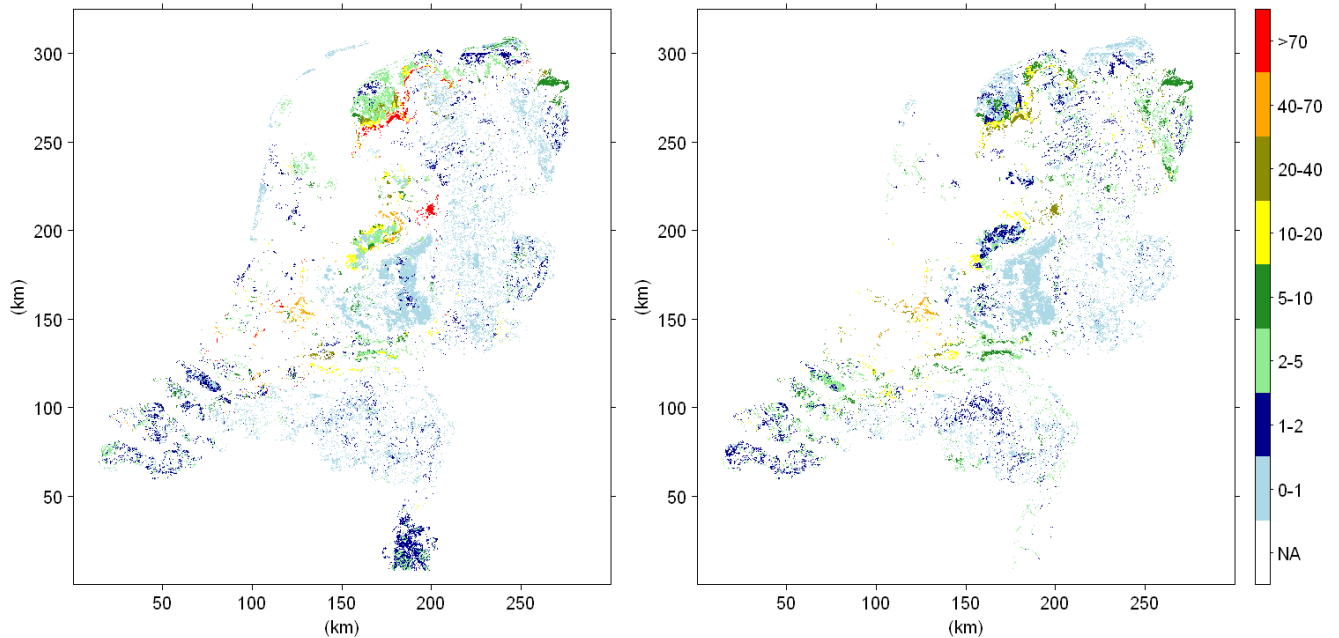
Er zijn duidelijke verschillen waarneembaar in organisch stofgehalten tussen de huidige en nieuwe STONE-schematisatie. Over het algemeen zijn de organisch stofgehalten in het gedeelte van Nederland met pleistocene afzettingen nabij het oppervlak voor de variant 'Peatlayer' hoger dan in de huidige STONE-schematisering, terwijl in West-Nederland, waar holocene afzettingen aan het oppervlak liggen, de organisch stofgehalten in de nieuwe schematisering veel lager zijn.

Het organisch stofgehalte in de nieuwe schematisering is vervolgens vergeleken met het organisch stofgehalte voor meetpunten in de LSK-database. In Figuur 8 is de cumulatieve frequentieverdeling van het organisch stofgehalte weergegeven voor meetpunten uit de LSK-database met een bemonsteringsdiepte > 1m-mv en de verdeling van het organisch stofgehalte voor de laag tussen 1-2m-mv voor de variant 'Peatlayer'.



Figuur 8. Cumulatieve frequentieverdeling van het organisch stofgehalte in de LSK-database met een bemonsteringsdiepte > 1m-mv en de verdeling van het organisch stofgehalte voor de laag tussen 1-2m-mv voor de variant 'Peatlayer'.

Het verloop van de cumulatieve frequentieverdeling van het organisch stofgehalte voor de variant 'Peatlayer' komt aardig goed overeen met de frequentieverdeling van het organisch stofgehalte in de LSK-database. Dit betekent echter niet dat de ruimtelijke verdeling van het organisch stofgehalte ook goed overeen komt. In Figuur 9 is de ruimtelijke verdeling van het organisch stofgehalte in de LSK-database en de variant 'Peatlayer' weergegeven.

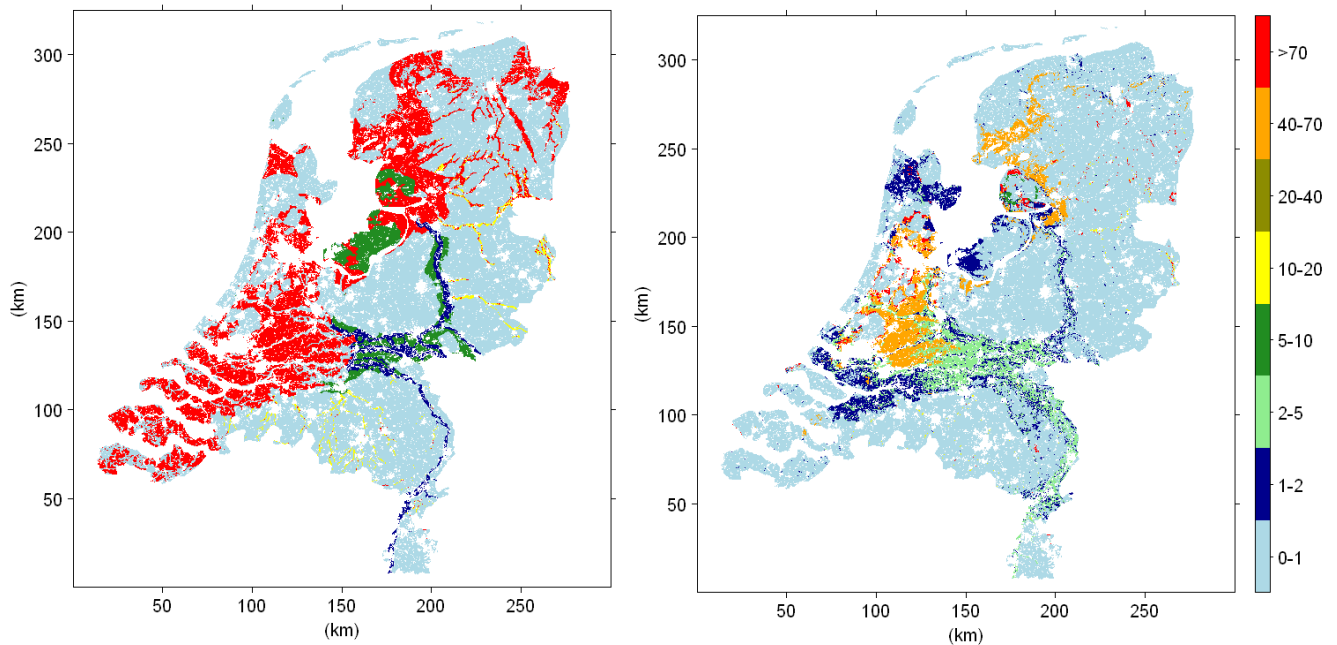


Figuur 9 Ruimtelijke verdeling van het organisch stofgehalte in de LSK-database met een bemonsteringsdiepte > 1m-mv (links) en het organisch stofgehalte in de laag tussen 1-2m-mv voor de variant 'Peatlayer' (rechts).

Ook de ruimtelijke verdeling van het organisch stofgehalte in de ondergrond lijkt aardig goed overeen te komen. De grootste verschillen in organisch stofgehalten zijn zichtbaar voor het centrale zeekleigebied (Flevoland), de veenkoloniën (Groningen) en Noordwest Friesland.

4.2.2 Subsoil

In Figuur 10 zijn de organisch stofgehalten in de ondergrond weergegeven voor de huidige STONE-schematisering (links) en voor de laag tussen 1-2m-mv voor de variant 'Subsoil' (rechts). In Bijlage 3 is de ruimtelijke verdeling van de organisch stofgehalten voor de overige lagen weergegeven.

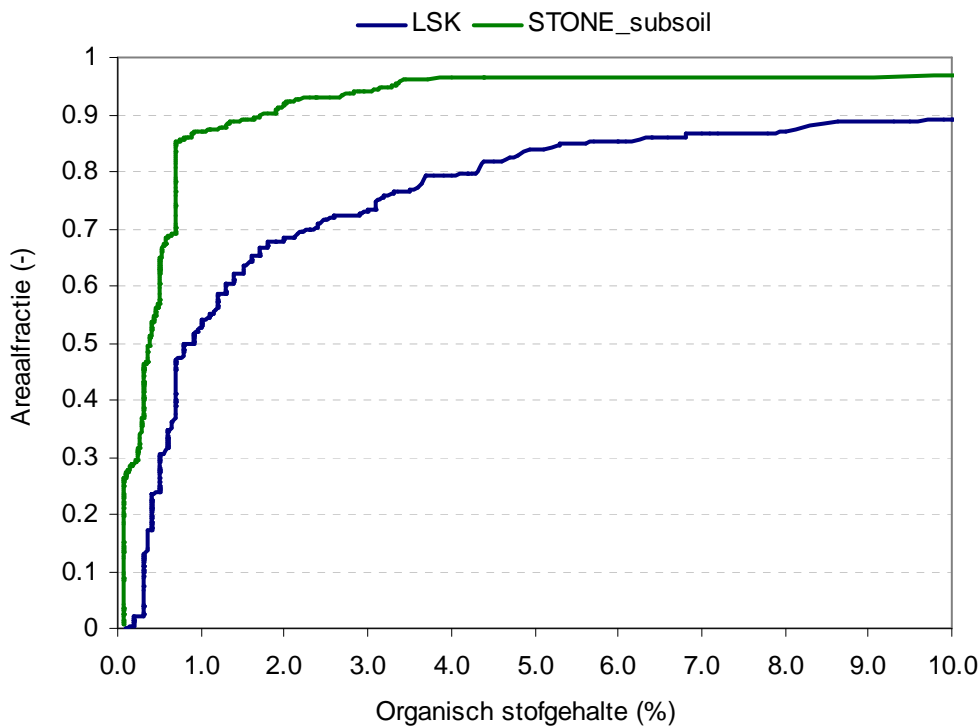


Figuur 10. Organisch stofgehalte voor de laag tussen 1-2m-mv in de huidige STONE-schematisering (links) en het organisch stofgehalte in de nieuwe schematisatie voor de variant 'Subsoil'(rechts).

De verschillen in organisch stofgehalten in Nederland met pleistocene afzettingen aan het oppervlak zijn klein. Uitzondering hierop zijn de beekdalen in de zandgebieden en op het keileemplateau. In de huidige STONE-schematisering zijn deze duidelijk zichtbaar met organisch stofgehalten tussen de 10% en 20%. Voor de variant 'Subsoil' is het organisch stofgehalte in het gehele zandgebied, inclusief de beekdalen lager dan 1,0%.

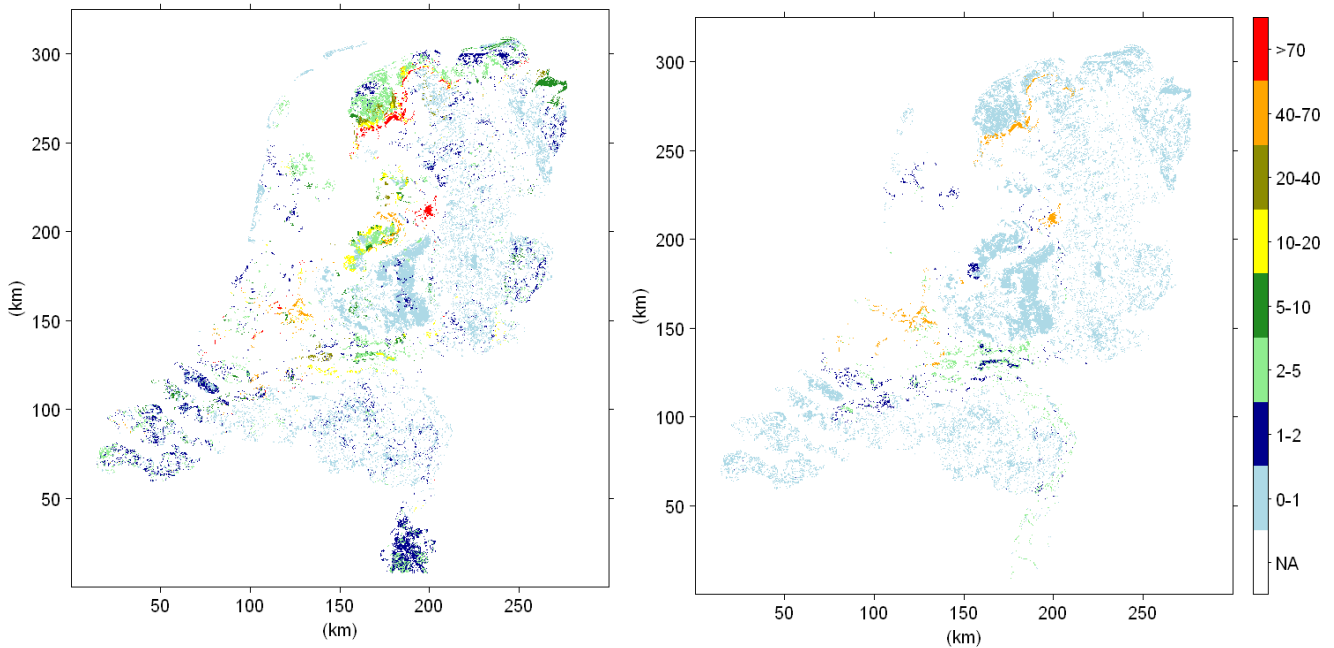
De organisch stofgehalten voor het gedeelte van Nederland met holocene afzettingen nabij het oppervlak zijn in de nieuwe schematisering fors lager dan in de huidige schematisering. De grootste verschillen in organisch stofgehalten zijn zichtbaar in het zuidwestelijk zeeleigebied. In de huidige STONE-schematisering is het organisch stofgehalte in dit gebied hoger dan 70%, in de nieuwe schematisering is het organisch stofgehalte lager dan 2,0%! Hetzelfde geldt voor delen in Noord-Holland en Noord-Nederland.

In Figuur 11 is de cumulatieve frequentieverdeling weergegeven voor het organisch stofgehalte in de LSK-database en voor de variant 'Subsoil'.



Figuur 11. Cumulatieve frequentieverdeling van het organisch stofgehalte in de LSK-database met een bemonsteringsdiepte > 1m-mv en de verdeling van het organisch stofgehalte voor de laag tussen 1-2m-mv voor de variant 'Subsoil'.

Uit de figuur blijkt dat het organisch stofgehalte waarbij gebruik gemaakt is van de dominante grondsoort significant lager is dan het organisch stofgehalte in de LSK-database. 87% van de STONE-plots heeft voor de variant 'Subsoil' een organisch stofgehalte lager dan 1,0% terwijl in de LSK-database 53% van de meetpunten een organisch stofgehalte lager dan 1,0% heeft. Ook ruimtelijk zijn er grote verschillen zichtbaar (Figuur 12).



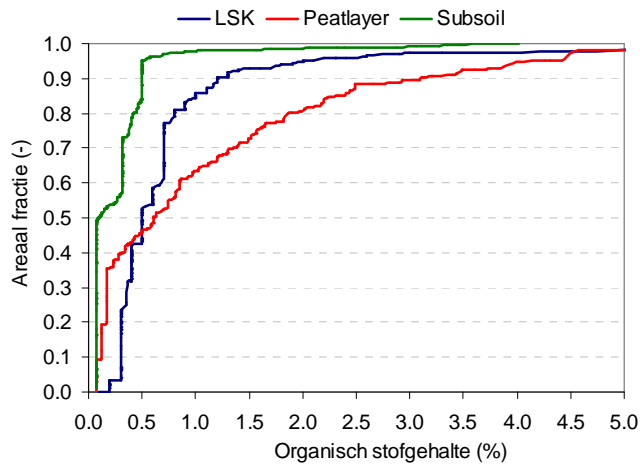
Figuur 12 Ruimtelijke verdeling van het organisch stofgehalte in de LSK-database met een bemonsteringsdiepte > 1m-mv (links) en het organisch stofgehalte in de laag tussen 1-2m-mv voor de variant 'Subsoil'(rechts).

In de LSK-database worden voor de zandgronden over het algemeen organisch stofgehalten lager dan 2,0% bepaald, waarbij de verdeling tussen het aantal punten met een gehalte lager dan 1,0% en tussen 1-2% ongeveer gelijk is. Voor de variant 'Subsoil' worden voor de zandgronden bijna alleen gehalten lager dan 1,0% toegekend. Ook voor het zuidwestelijk, centraal- en noordelijk kleigebied is het organisch stofgehalte aan de lage kant vergeleken met de meetpunten uit de LSK-database.

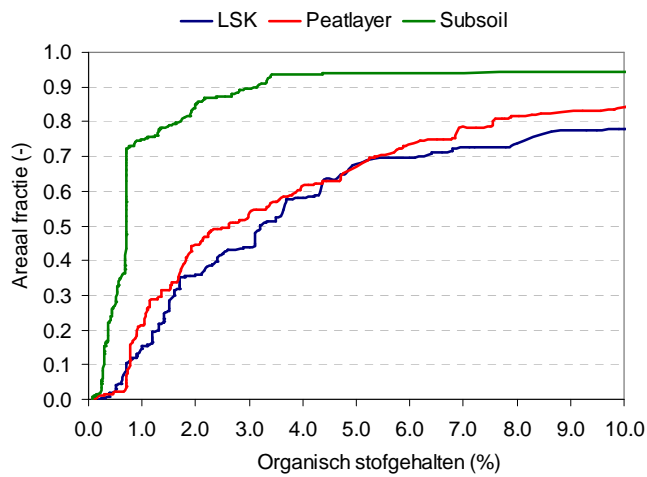
4.3 Synthese

In dit hoofdstuk is het organisch stofgehalte in de ondergrond opnieuw bepaald door gebruik te maken van beschikbare geochemische analyses. Bij het bepalen van nieuwe organisch stofgehalten kunnen twee varianten toegepast worden. Bij de eerste variant ('Peatlayer') is rekening gehouden met eventuele veenlaagjes in de ondergrond. Bij de tweede variant ('Subsoil') is geen rekening gehouden met veenlaagjes, maar is de dominante grondsoort doorslaggevend voor het bepalen van nieuwe organisch stofgehalten. De organisch stofgehalten in de ondergrond zijn vergeleken met organisch stofgehalten van metingen uit de LSK-database. In Figuur 13 zijn de cumulatieve frequentieverdelingen van het organisch stofgehalte voor de verschillende grondsoorten weergegeven van meetpunten uit de LSK-database (> 1m-mv) en de verdeling van het organisch stofgehalte voor de variant 'Peatlayer' en 'Subsoil' voor de laag tussen 1-2m-mv.

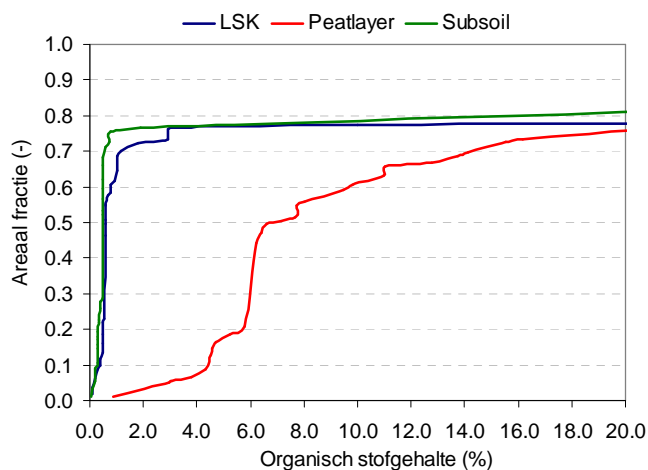
Zandgronden



Kleigronden



Veengronden



Figuur 13. Cumulatieve frequentieverdeling van het organisch stofgehalte voor de verschillende grondsoorten in de LSK-database met een bemonsteringsdiepte > 1m-mv en de verdeling van het organisch stofgehaltes voor de laag tussen 1-2m-mv voor de variant 'Peatlayer' en 'Subsoil'.

Het organische stofgehalte in kleigronden, waarbij gebruik gemaakt is van de variant 'Peatlayer', komt goed overeen met het organisch stofgehalte voor kleigronden in de LSK-database. Het organisch stofgehalte in kleigronden voor de variant 'Subsoil' wordt fors onderschat.

Voor de veengronden geldt juist het omgekeerde. Het organisch stofgehalte voor veengronden wordt voor de variant 'Peatlayer' fors overschat, terwijl de verdeling van het organisch stofgehalte voor de variant 'Subsoil' goed overeen komt met het organisch stofgehalte in de LSK-database.

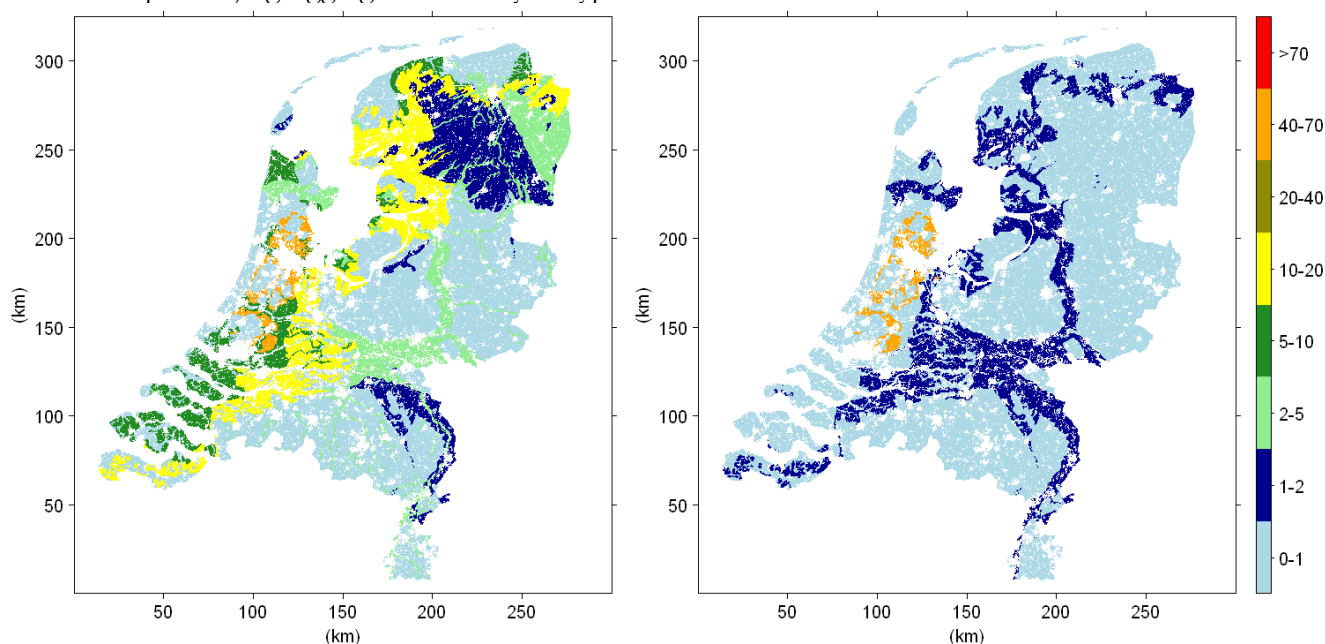
Wanneer voor het bepalen van het organisch stofgehaltes in zandgronden gebruik gemaakt wordt van de variant 'Peatlayer' wordt het organisch stofgehalte overschat, gebruik van de variant 'Subsoil' resulteert juist in een onderschatting van het organisch stofgehalte.

In de huidige STONE-schematisering zijn de organisch stofgehaltes geschat door gebruik te maken van laboratoriumanalyses en 'best educated guesses'. De monsters zijn hierbij ingedeeld op basis van het hydrotype. In Tabel 4 is de mediaan (areaal gewogen) van het organisch stofgehalte per hydrotype gegeven in de huidige STONE-schematisering en voor de varianten 'Peatlayer' en 'Subsoil'. Tevens zijn de absolute veranderingen weergegeven.

Tabel 4 Areaal gewogen mediane organisch stofgehaltes voor de verschillende varianten voor de laag tussen 1-2m-mv.

Hydrotype	Organisch stofgehalte (%)			Verschil (%)	
	STONE 2.3	Peatlayer	Subsoil	Peatlayer	Subsoil
Betuwe-komgronden	5,0	2,6	1,3	2,4	3,7
Betuwe-stroomruggronden	1,0	2,2	1,9	-1,2	-0,9
Dekzand profiel	0,1	0,3	0,1	-0,2	0
Duinstrook	0,1	0,1	0,1	0	0
Eem en/of keileemprofiel	0,1	0,8	0,1	-0,7	0,0
Keileem profiel	0,1	1,4	0,5	-1,3	-0,4
Keileem-Peeloo profiel	0,1	1,8	0,5	-1,7	-0,4
Loss profiel	0,1	0,1	0,1	0	0
Nuenengroep profiel	0,1	0,8	0,3	-0,7	-0,2
Oost-Nederland profiel	0,1	0,2	0,1	-0,1	0,0
Open profiel	0,1	1,6	1,5	-1,5	-1,4
Peeloo profiel	0,1	3,2	0,5	-3,1	-0,4
Singraven-beekdalen	10,0	2,9	0,4	7,1	9,6
Stuwwallen	0,1	0,1	0,2	0,0	-0,1
Tegelen/Kedichem profiel	0,1	1,0	0,3	-0,9	-0,2
Westland-C-profiel	0,1	0,1	0,1	0	0
Westland-DC-profiel	0,1	2,2	1,3	-2,1	-1,2
Westland-DHC-profiel	95,0	7,0	0,9	88,0	94,1
Westland-DH-profiel	92,0	10,8	1,5	81,2	90,5
Westland-D-profiel	0,1	0,5	0,7	-0,4	-0,6
Westland-HC-profiel	95,0	55,5	60,0	39,5	35,0
Westland-H-profiel	95,0	12,7	0,7	82,3	94,3
Nederland	0,1	1,57	0,4	-1,5	-0,3

De mediaan van het organisch stofgehalte voor heel Nederland neemt toe met ongeveer 1,5% wanneer gebruik gemaakt wordt van de variant 'Peatlayer' en een kleine 0,3% voor de variant 'Subsoil'. Uit de Tabel blijkt echter dat er zeer grote verschillen zichtbaar zijn tussen de hydrotypen. Voor Westland H, DH en DHC is de absolute afname van het organisch stofgehalte meer dan 80%. Ook voor Westland-HC en de beekdalen is de afname groot. In Figuur 14 is de mediaan van het organisch stofgehalte in de laag tussen 1-2m-mv weergegeven, waarbij de STONE-plots zijn geaggregeerd naar hydrotypen.

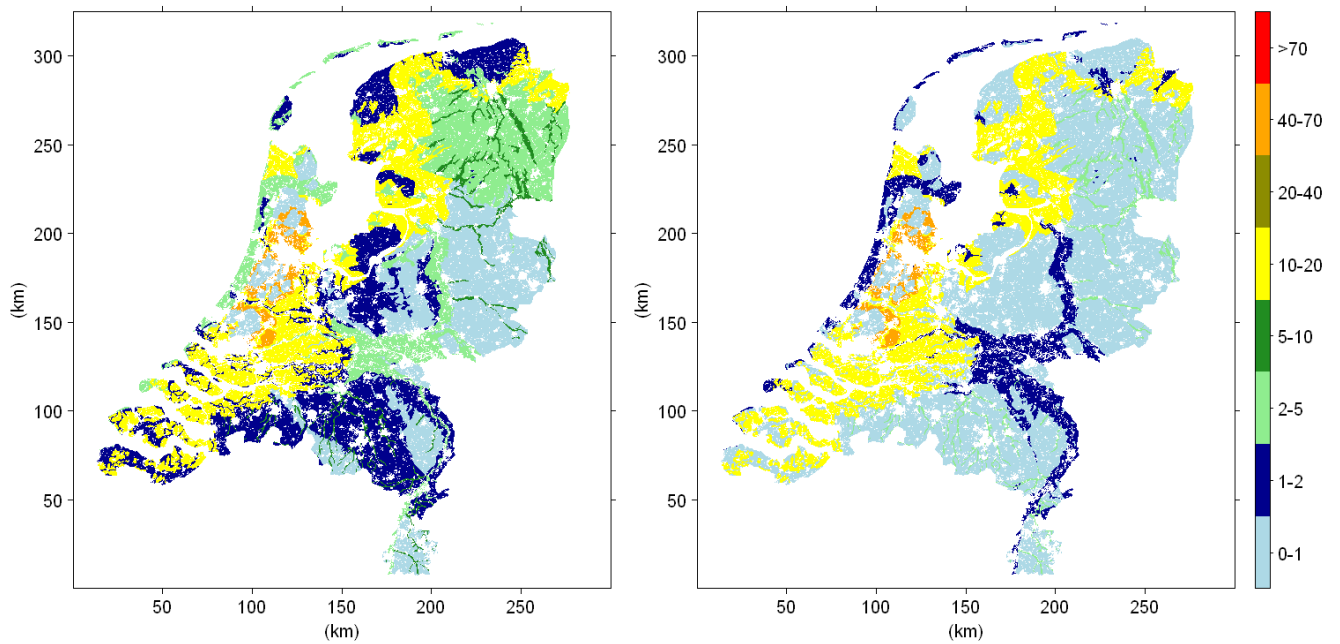


Figuur 14. Areal gemiddelde mediaan van het organisch stofgehalte (%) in de laag tussen 1-2-mv, voor de variant 'Peatlayer' (links) en de variant 'Subsoil' (rechts).

Er is een duidelijk verschil in mediane waarden van het organisch stofgehalte tussen beide varianten. Het opvallendste verschil is de verdeling van het organisch stofgehalte over de verschillende klassen.

Voor de variant 'Subsoil' is de mediaan of lager dan 2% of tussen de 40% en 70%. Voor de variant 'Peatlayer' is er meer variatie tussen de hydrotypen.

Mediane waarden van het organisch stofgehalte geven alleen maar aan dat binnen het hydrotype 50% van de STONE-plots een hoger organisch stofgehalte heeft en 50% een lager organisch stofgehalte. Het zegt dus niets over de spreiding binnen het hydrotype. Wanneer per hydrotype het areaal gemiddelde van het organisch stofgehalte wordt berekend zien bovenstaande figuren er compleet anders uit (Figuur 15). Dit geldt met name voor de variant 'Subsoil'.



Figuur 15. Areaal gewogen gemiddelde van het organisch stofgehalte (%) in de laag tussen 1-2-mv, voor de variant 'Peatlayer' (links) en de variant 'Subsoil' (rechts).

Er is een opvallend verschil tussen de mediane waarden en de gemiddelde waarden wanneer beide varianten met elkaar worden vergeleken. De mediaan van het organisch stofgehalte voor het gedeelte van Nederland met pleistocene afzettingen nabij het oppervlak is voor beide varianten van dezelfde orde van grootte. Voor het holocene gedeelte van Nederland is het verschil in mediane waarde tussen beide varianten groot. Wanneer de gemiddelde waarden van het organisch stofgehalte tussen beide varianten wordt vergeleken is dit juist omgekeerd. Het gemiddelde organisch stofgehalte voor het holocene gedeelte van Nederland is van dezelfde orde van grootte, terwijl voor het pleistocene gedeelte er nu wel duidelijk verschillen zichtbaar zijn.

Door verschillen in organisch stofgehalten tussen de verschillende varianten kunnen de processen in de bodem zodanig worden beïnvloed dat er grote verschillen kunnen ontstaan t.a.v. de nutriëntenvoorraad in de bodem en de uiteindelijke nutriëntenbelasting naar grond- en oppervlaktewater.

5 Nutriëntenbelasting grond- en oppervlaktewater

Het organisch stofgehalte in de ondergrond is aangepast, waarbij de twee varianten, 'Peatlayer' en 'Subsoil', onderscheiden kunnen worden. Aanpassingen in organisch stofgehalten in de ondergrond kunnen een groot effect hebben op processen in de bodem waardoor de stikstof- en fosforbelasting naar het grond- en oppervlaktewater kan toe- of afnemen. In deze paragraaf worden de veranderingen in stikstofbelasting en fosforbelasting naar het oppervlaktewater voor beide varianten beschreven evenals de veranderingen in nitraatconcentraties in het grondwater. Bij de resultaten is natuur buiten beschouwing gelaten.

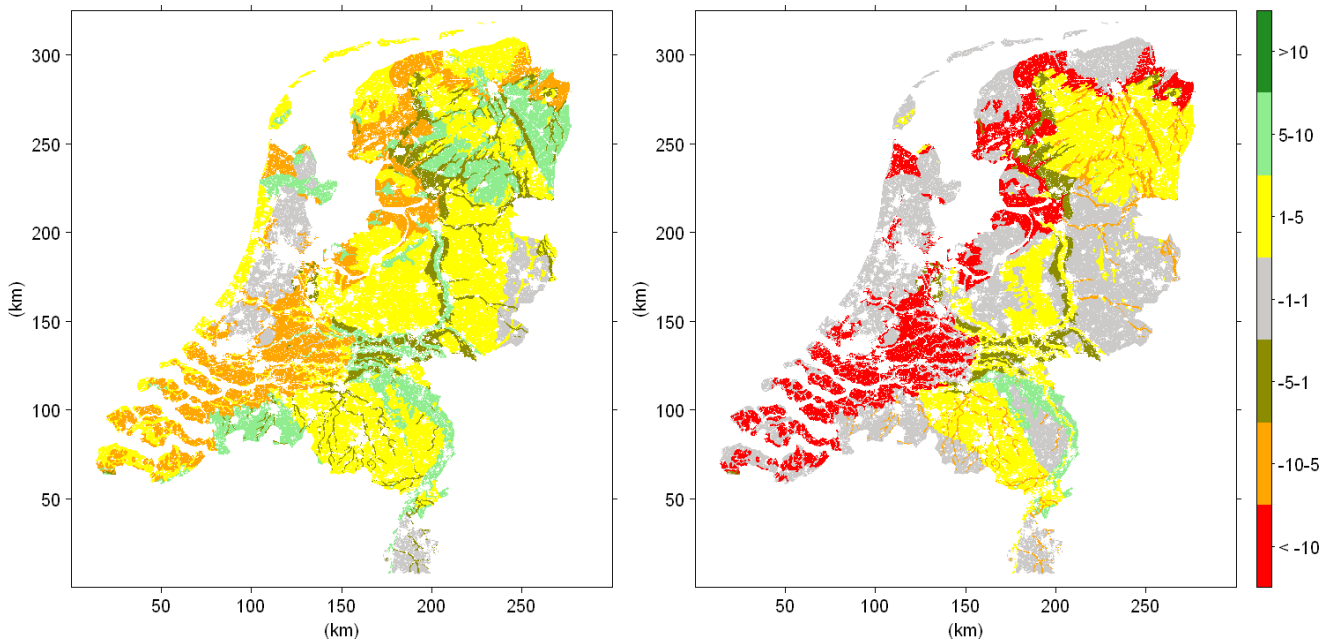
5.1 Stikstofbelasting oppervlaktewater

In Tabel 5 is de gemiddelde stikstofbelasting naar het oppervlaktewater ($\text{kg N ha}^{-1} \text{ j}^{-1}$) weergegeven voor de periode 2001-2015 voor de verschillende varianten.

Tabel 5. Areaal gewogen gemiddelde N-belasting naar het oppervlaktewater voor de periode 2001-2015 voor de verschillende schematisaties.

Hydrotype	N-belasting kg ha^{-1}			Reductie %	
	STONE 2.3	Peatlayer	Subsoil	Peatlayer	Subsoil
Betuwe-komgronden	20,3	20,6	20,9	-1,9	-3,3
Betuwe-stroomruggronden	22,6	21,4	21,8	5,3	3,6
Dekzand profiel	27,7	27,3	27,7	1,7	0,3
Duinstrook	38,8	38,0	38,7	2,1	0,4
Eem en/of keileemprofiel	32,1	31,5	32,1	1,9	0,01
Keileem profiel	20,4	19,4	20,1	5,1	1,5
Keileem-Peeloo profiel	18,9	18,0	18,7	4,8	1,1
Loss profiel	4,9	4,9	4,9	-0,0	-0,0
Nuenengroep profiel	34,3	32,7	33,9	4,7	1,2
Oost-Nederland profiel	31,1	30,8	31,1	0,9	-0,0
Open profiel	23,2	21,7	21,9	6,4	5,7
Peeloo profiel	24,6	23,0	24,2	6,4	1,7
Singraven-beekdalen	35,2	36,9	37,7	-4,8	-7,0
Stuwwallen	11,6	11,3	11,5	2,6	1,5
Tegelen/Kedichem profiel	26,7	24,7	26,4	7,4	1,0
Westland-C-profiel	29,4	29,5	29,7	-0,4	-0,8
Westland-DC-profiel	22,2	20,9	22,1	5,7	0,5
Westland-DHC-profiel	22,6	24,4	25,9	-8,1	-14,5
Westland-DH-profiel	21,6	22,8	23,8	-6,0	-10,5
Westland-D-profiel	23,3	22,6	23,3	3,0	-0,0
Westland-HC-profiel	20,0	20,0	20,0	-0,1	-0,3
Westland-H-profiel	14,0	14,3	14,5	-1,9	-3,4
Nederland	24,4	24,3	25,1	0,3	-2,8

Er zijn grote verschillen in verandering van de N-belasting naar het oppervlaktewater zichtbaar tussen de verschillende hydrotypen en tussen de varianten. Landelijk neemt de N-belasting voor de variant 'Peatlayer' af met 0,3%, voor 'Subsoil' wordt juist een toename van 2,8% berekend. In Figuur 16 is de gemiddelde procentuele afname van de N-belasting naar het oppervlaktewater weergegeven voor de periode 2001-2015 voor de variant 'Peatlayer' (links) en de variant 'Subsoil' (rechts). De STONE-plots zijn hierbij geaggregeerd naar hydrotypen.



Figuur 16 Gemiddelde procentuele afname N-belasting naar het oppervlaktewater voor de periode 2001-2015 t.o.v. van de N-belasting in de huidige schematisering voor de variant 'Peatlayer' (links) en de variant 'Subsoil' (rechts).

Uit de figuur blijkt dat er een duidelijk verschil is tussen het gedeelte van Nederland met pleistocene afzettingen en het gedeelte met holocene afzettingen nabij het oppervlak. De N-belasting voor Nederland met holocene afzettingen (voornamelijk de klei- en veengebieden) neemt toe met meer dan 5%. Dit geldt voor beide varianten, waarbij de toename voor de variant 'Subsoil' groter is dan voor 'Peatlayer'. Uitzondering hierop zijn de rivierafzettingen waar gedeeltelijk ook een afname van de N-belasting berekend wordt. In het gedeelte van Nederland met overwegend pleistocene afzettingen nabij het oppervlak neemt de N-belasting af. Dit geldt voornamelijk voor de variant 'Peatlayer'. Voor de variant 'Subsoil' zijn de verandering over het algemeen kleiner dan 1,0%. De N-belasting in de beekdalen (formatie van Singraven) neemt toe met 1-5% voor 'Peatlayer' en 5-10% voor 'Subsoil'.

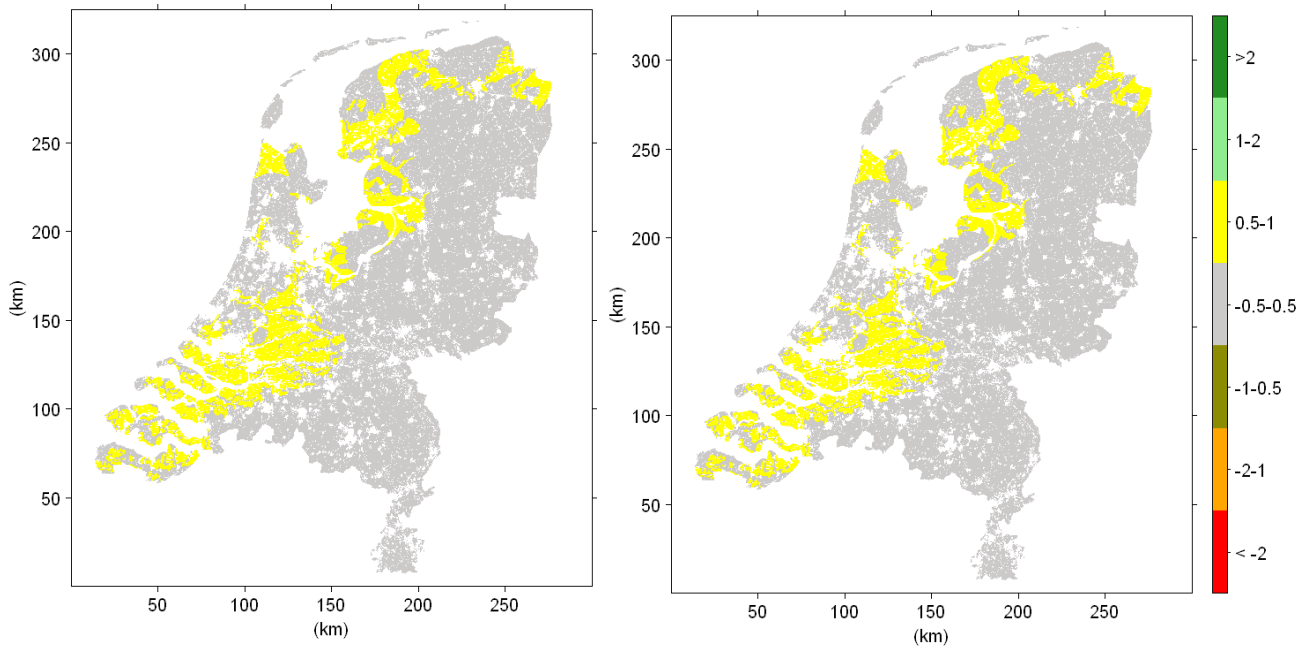
5.2 Fosforbelasting oppervlaktewater

In Tabel 6 is de gemiddelde P-belasting naar het oppervlaktewater weergegeven voor de periode 2001-2015 voor de verschillende varianten waarbij de STONE-plots zijn geaggregeerd op basis van hydrotypen.

Tabel 6. Areaal gewogen gemiddelde P-belasting naar het oppervlaktewater voor de periode 2001-2015 voor de verschillende varianten.

Hydrotype	P-belasting kg ha ⁻¹			Reductie %	
	STONE 2.3	Peatlayer	Subsoil	Peatlayer	Subsoil
Betuwe-komgronden	1,3	1,3	1,3	0,0	0,0
Betuwe-stroomruggronden	1,2	1,2	1,2	-0,0	-0,0
Dekzand profiel	1,3	1,3	1,3	-0,0	0,0
Duinstrook	4,7	4,7	4,7	0,0	0,0
Eem en/of keileemprofiel	1,8	1,8	1,8	-0,0	0,0
Keileem profiel	0,9	0,9	0,9	-0,0	-0,0
Keileem-Peeloo profiel	1,0	1,0	1,0	-0,0	0,0
Loss profiel	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0
Nuenengroep profiel	1,1	1,1	1,1	-0,0	0,0
Oost-Nederland profiel	1,5	1,5	1,5	0,0	0,0
Open profiel	1,1	1,1	1,1	-0,1	-0,0
Peeloo profiel	0,7	0,7	0,7	-0,0	0,0
Singraven-beekdalen	2,7	2,7	2,7	0,2	0,2
Stuwwallen	0,8	0,8	0,8	-0,0	0,0
Tegelen/Kedichem profiel	0,7	0,7	0,7	-0,0	0,0
Westland-C-profiel	5,5	5,5	5,5	0,0	0,0
Westland-DC-profiel	2,1	2,1	2,1	-0,1	-0,0
Westland-DHC-profiel	2,2	2,1	2,1	0,8	0,9
Westland-DH-profiel	1,9	1,9	1,9	0,6	0,6
Westland-D-profiel	1,4	1,4	1,4	0,0	0,0
Westland-HC-profiel	3,8	3,8	3,8	0,0	0,0
Westland-H-profiel	2,2	2,2	2,2	0,1	0,2
Nederland	1,7	1,7	1,7	0,2	0,2

Veranderingen in organisch stofgehalten hebben een beperkt effect op de P-belasting naar het oppervlaktewater. De verschillen zijn voor alle hydrotypen kleiner dan 1,0%. Landelijk neemt de P-belasting licht af. De grootste afname wordt gevonden voor de hydrotypen Westland DH- en DHC. De P-belasting neemt gemiddelde voor beide varianten af met bijna 1,0%, waarbij de afname voor de variant 'Subsoil' iets groter is dan voor 'Peatlayer'. Ook is de afname voor het hydrotype Westland-DHC groter dan voor Westland-DH. De verschillen tussen de variant 'Peatlayer' en 'Subsoil' zijn beperkt (Figuur 17).



Figuur 17 Gemiddelde afname P-belasting naar het oppervlaktewater voor de periode 2001-2015 t.o.v. de P-belasting in STONE 2.3 voor de variant 'Peatlayer' (links) en de variant 'Subsoil' (rechts).

Bij de gehanteerde klassenindeling is er geen verschil tussen beide varianten zichtbaar. De grootste afname van de P-belasting is zichtbaar in Zuidwest-Nederland en delen van Noord-Holland, Flevoland en Friesland. Voor het gedeelte van Nederland met overwegende pleistocene afzettingen zijn de verandering in P-belasting zeer beperkt.

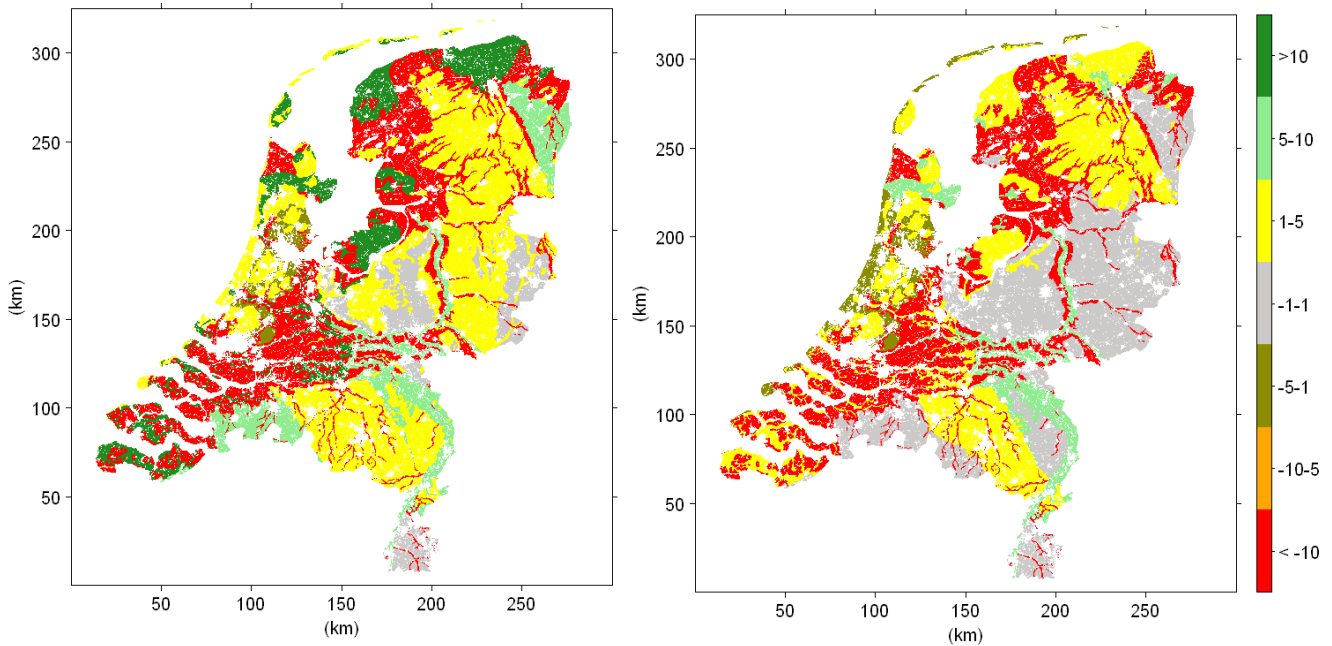
5.3 Nitraatconcentraties grondwater

In Tabel 7 is per hydrotype de gemiddelde NO₃-concentratie in het grondwater weergegeven voor de periode 2001-2015.

Tabel 7. Areaal gevogen gemiddelde NO₃-concentratie in het grondwater voor de periode 2001-2015 voor de verschillende varianten.

Hydrotype	NO ₃ -concentraties (mg l ⁻¹)			Reductie %	
	STONE 2.3	Peatlayer	Subsoil	Peatlayer	Subsoil
Betuwe-komgronden	12,5	14,1	14,8	-13,2	-18,5
Betuwe-stroomruggronden	19,6	17,6	18,1	10,0	7,5
Dekzand profiel	70,0	68,5	69,7	2,2	0,5
Duinstrook	47,7	46,1	48,5	3,3	-1,7
Eem en/of keileemprofiel	47,0	45,8	46,9	2,5	0,1
Keileem profiel	68,1	64,9	67,2	4,7	1,4
Keileem-Peeloo profiel	55,8	53,1	55,2	4,9	1,1
Loss profiel	45,4	45,5	45,5	-0,1	-0,1
Nuenengroep profiel	103,9	99,8	102,5	4,0	1,5
Oost-Nederland profiel	54,6	54,3	54,7	0,6	-0,1
Open profiel	98,7	92,1	92,8	6,6	5,9
Peeloo profiel	45,2	42,7	44,8	5,6	0,9
Singraven-beekdalen	33,3	38,8	40,1	-16,5	-20,4
Stuwwallen	68,8	68,2	68,5	0,9	0,4
Tegelen/Kedichem profiel	118,8	112,6	118,5	5,2	0,2
Westland-C-profiel	10,6	10,2	10,4	3,3	1,5
Westland-DC-profiel	16,9	13,7	15,7	19,1	7,2
Westland-DHC-profiel	10,1	16,3	19,9	-61,6	-97,0
Westland-DH-profiel	10,1	13,8	16,3	-36,9	-61,8
Westland-D-profiel	22,4	19,8	21,6	11,5	3,5
Westland-HC-profiel	2,1	2,1	2,1	-1,6	-2,3
Westland-H-profiel	6,8	9,0	9,5	-31,9	-39,9
Nederland	38,3	38,3	40,2	0,1	-4,8

Uit de tabel blijkt dat veranderingen in organisch stofgehalten een zeer grote effect kan hebben op de NO₃-concentratie in het grondwater. De spreiding tussen de verschillende hydrotypen is groot. Voor een aantal hydrotypen neemt het nitraatgehalten in het grondwater toe met meer dan 30%, terwijl voor andere gebieden het nitraatgehalten juist afneemt met meer dan 10%. Hierbij moet echter wel de absolute veranderingen in ogenschouw genomen worden. Voor een aantal gebieden is de relatieve af- of toename groot, terwijl de absolute veranderingen beperkt zijn. Naast de verschillen in nitraatgehalten tussen de verschillende hydrotypen zijn er ook duidelijke verschillen waarneembaar tussen de twee varianten (Figuur 18).



Figuur 18 Gemiddelde afname NO_3 -concentratie in het grondwater voor de periode 2001-2015 t.o.v. de NO_3 -concentratie in STONE 2.3 voor de variant 'Peatlayer' (links) en de variant 'Subsoil' (rechts).

Uit bovenstaande figuur blijkt dat er voor beiden varianten een duidelijk verschil is tussen het gedeelte van Nederland met overwegend holocene afzettingen en het gedeelte met voornamelijk pleistocene afzettingen nabij het oppervlak. Het nitraatgehalte in de holocene klei- en veengebieden neemt toe met meer dan 10%, terwijl in de pleistocene zandgebieden het nitraatgehalte afneemt met 1-5% of min of meer gelijk blijft (-1-1%). Uitzondering hierop zijn de beekdalen in de zandgebieden waar het nitraatgehalte toeneemt met meer dan 10%. De afname van het nitraatgehalten in de zandgebieden is voor de variant 'Peatlayer' over het algemeen groter dan voor de variant 'Subsoil'.

5.4 Synthese

In dit hoofdstuk zijn de effecten van aanpassingen in organisch stofgehalten op de N- en P-belasting naar het oppervlaktewater en het nitraatgehalte in het grondwater beschreven. In Tabel 8 is het areaal gewogen gemiddelde van de N- en P-belasting naar het oppervlaktewater en het areaal gewogen gemiddelde nitraatgehalten in het grondwater per grondsoort weergegeven.

Tabel 8. Areaal gewogen gemiddelde N- en P-belasting naar het oppervlaktewater en NO₃-concentratie in het grondwater voor de verschillende varianten per grondsoort.

	STONE 2.3	Peatlayer	Subsoil	Peatlayer	Subsoil
N-belasting	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	%
Zand	29,4	29,0	29,6	1,6	-0,6
Klei	21,2	21,7	22,6	-2,2	-6,8
Veen	20,0	19,5	20,0	2,1	-0,2
Löss	8,4	8,4	8,4	0,2	0,2
Totaal	24,4	24,3	25,1	0,3	-2,8
P-belasting					
Zand	1,3	1,3	1,3	0,1	0,1
Klei	1,9	1,8	1,8	0,4	0,5
Veen	3,0	3,0	3,0	0,0	0,0
Löss	0,9	0,9	0,9	0,0	0,0
Totaal	1,7	1,7	1,7	0,2	0,2
NO ₃ -concentratie					
Zand	71,3	69,9	71,7	2,0	-0,5
Klei	14,8	16,3	18,6	-9,8	-25,9
Veen	6,4	6,2	7,0	1,9	-9,5
Löss	41,3	41,3	41,3	0,1	0,1
Totaal	38,3	38,3	40,2	0,1	-4,8

Landelijk treedt er voor de variant 'Peatlayer' een lichte afname van de N- en P-belasting naar het oppervlaktewater op. Dit geldt voor alle grondsoorten, m.u.v. de kleigronden, waar een toename van de stikstofbelasting van ruim 2% berekend wordt. Het effect op de N- en P-belasting voor de variant 'Subsoil' is verschillend. De N-belasting neemt landelijk toe met bijna 3%, terwijl de P-belasting licht afneemt. De grootste toename van de N-belasting (bijna 7%) wordt berekend voor de kleigronden. Het aanpassen van het organisch stofgehalten resulteert ook in significante veranderingen van nitraatconcentraties in het grondwater. Hierbij zijn duidelijke verschillen zichtbaar tussen de verschillende grondsoorten en de twee varianten. Het nitraatgehalten in de zand-, veen- en lössgronden voor de variant 'Peatlayer' neemt licht af, voor de kleigronden is er een forse toename (bijna 10%). Ook voor de variant 'Subsoil' is de toename van het nitraatgehalte voor de kleigronden fors (ruim 25%). Het belangrijkste verschil met de variant 'Peatlayer' is de toename van het nitraatgehalten in zand- en veengebieden. Voor de variant 'Peatlayer' neemt het nitraatgehalten voor beide grondsoorten af met ongeveer 2,0%, terwijl voor de variant 'Subsoil' juist een toename van 0,5% voor de zandgronden en bijna 10% voor de veengebieden wordt berekend.

6 Conclusie

De eerdere bijdrage van TNO aan de parametrisering van STONE (Griffioen *et al.*, 2000) was primair gebaseerd op expert-judgement, zonder expliciet laboratoriumgegevens te gebruiken. Een van deze parameters is het organisch stofgehalte voor de ondiepe ondergrond. Wanneer de organisch stofgehalten worden vergeleken met metingen van het organisch stofgehalte uit de LSK-database en deze representatief wordt geacht voor Nederland, valt op dat het organisch stofgehalte voor zandgronden over het algemeen worden onderschat, terwijl voor kleigronden het organisch stofgehalte wordt overschat. In dit onderzoek is het organisch stofgehalte in de ondergrond voor de STONE-schematisering opnieuw bepaald op basis van resultaten uit de studie van TNO (Griffioen *et al.*, 2006) waarbij gebruik gemaakt is van grond- en grondwateranalyses.

Bij het bepalen van nieuwe organisch stofgehalten kunnen twee methoden toegepast worden. Bij de eerste methode ('Peatlayer') is rekening gehouden met eventuele veenlaagjes in de ondergrond. Bij de tweede methode ('Subsoil') is geen rekening gehouden met veenlaagjes, maar is de dominante grondsoort doorslaggevend voor het nieuwe organisch stofgehalte.

Voor het bepalen van nieuwe organisch stofgehalten zijn een aantal tussenstappen uitgevoerd, waarbij per STONE-plot een aantal kenmerken zijn bepaald, de grondsoort, het topsysteem en de geologische formatie. De tussenstappen leveren de volgende resultaten op:

- Het areaal zandgrond in de laag 1-2m-mv neemt t.o.v. de bovengrond met 12% toe. Deze toename vindt voornamelijk plaats in het zuidwestelijk en noordelijk zeekleigebied en in het rivierkleigebied. Zowel het areaal kleigrond (8%) als het areaal veengrond (4%) neemt af. De lössgronden worden tot de kleigronden gerekend.
- Voor het centraal zeekleigebied (Flevoland) en delen van Noord- en Zuid-Holland zijn voor de laag tussen 1-2m-mv geen geologische afzettingen bepaald (10% van het oppervlak). De geologische formaties voor de diepere lagen (2-13m-mv) zijn wel beschikbaar.
- In het pleistocene deel van Nederland liggen voornamelijk de formaties van Boxtel, Sterksel en Drenthe aan het oppervlak, waarbij de formatie van Boxtel (40%) het meeste voorkomt. De formatie van Sterksel (1,7%) komt voornamelijk voor in Noord-Brabant, de formatie van Drenthe (2,1%) op het keileemplateau in Noord-Nederland.
- Voor het gedeelte van Nederland met holocene afzettingen kunnen er 4 regio's onderscheiden worden:
 - Maas- en Waalafzettingen → Fluviaatiele kleiafzettingen (7,7%)
 - Rijn- en IJsselafzettingen → Fluviaatiele zandafzettingen (1,9%)
 - Noord- en Zuid-Holland → Mariene kleiafzettingen (4,2%)
 - Zuidwestelijk en Noordelijk zeekleigebied → holocene afzettingen (23,8%, geen onderverdeling)

- De overige gebieden, voornamelijk het lössgebied en het noordwesten van Noord-Brabant, bestaan uit 20 verschillende formaties, 8,7% van het totale oppervlak.

6.1 Organisch stofgehalte

6.1.1 Peatlayer

Het aanpassen van het organisch stofgehaltes waarbij gecorrigeerd wordt voor veenlaagjes resulteert tot de volgende conclusies:

- Voor een aantal delen van Nederland (Zuid-Limburg, Noord- en Zuid-Holland en delen van Gelderland en Overijssel) zijn voor de combinatie topsysteem/geologische formatie geen analyses van organisch stofgehaltes beschikbaar. Voor deze gebieden kan het organisch stofgehalte niet worden aangepast.
- De nieuwe organisch stofgehaltes in de ondergrond voor de holocene afzettingen zijn significant lager dan de organisch stofgehaltes in de huidige STONE-schematisering. Dit geldt met name voor het zuidwestelijk en noordelijk kleigebied.
- Het organisch stofgehalte voor de pleistocene afzettingen (zuidoostelijk en noordoostelijk zandgebied) in de nieuwe schematisatie zijn daarentegen hoger dan in de huidige schematisatie. Uitzondering hierop zijn de beekdalen. In de huidige schematisering is de mediaan van het organisch stofgehalte 10%, terwijl in de nieuwe schematisering dit 3% is.

6.1.2 Subsoil

Het bepalen van het organisch stofgehaltes op basis van de dominante grondsoort geeft ander resultaten, waarbij de volgende conclusies getrokken kunnen worden:

- Het organisch stofgehalte in de holocene afzettingen is in de nieuwe schematisatie veel lager dan in de huidige STONE-schematisering. Ook hier zijn de grootste verschillen zichtbaar in het zuidwestelijk en noordelijk kleigebied.
- Het organisch stofgehaltes in het pleistocene gedeelte van Nederland heeft voor beide schematisaties dezelfde orde van grootte ($< 1,0\%$). Uitzondering hierop zijn de beekdalen in Zuid- en Oost-Nederland en in het keilemplateau. In de huidige schematisatie worden aan de beekdalen in Zuid- en Oost-Nederland organisch stofgehaltes tussen de 10% en 20% toegekend en voor het keilemplateau hoger dan 70%. In de nieuwe schematisatie is het organisch stofgehalte in de beekdalen lager dan 1%.

De cumulatieve frequentieverdeling van het organisch stofgehalte in de nieuwe schematisering kunnen worden vergeleken met de cumulatieve frequentieverdeling van het organisch stofgehalte in de LSK-database, waarbij de metingen en STONE-plots zijn ingedeeld op basis van de grondsoort.

Dit resulteert tot het volgende:

- De cumulatieve frequentieverdeling van het organisch stofgehalte in de kleigronden voor de variant 'Peatlayer' komt beter overeen met de LSK-database dan de variant 'Subsoil'. Het organisch stofgehalte voor de variant 'Subsoil' is beduidend lager dan het organisch stofgehalte in de LSK-database en de variant 'Peatlayer'.
- Voor de veengronden geldt juist het omgekeerde. Het organisch stofgehalte in de veengebieden voor de variant 'Peatlayer' wordt overschat, terwijl de verdeling van het organisch stofgehalte voor de variant 'Subsoil' aardig goed overeen komt.
- In de zandgronden wordt voor de variant 'Peatlayer' het organisch stofgehalte licht overschat, terwijl voor de variant 'Subsoil' er juist een onderschatting plaatsvindt

De STONE-plots kunnen worden ingedeeld op basis van de grondsoort. Per variant en per grondsoort is de mediaan van het organisch stofgehalte bepaald (Tabel 9).

Tabel 9. Areaal gemiddelde mediane waarden van het organisch stofgehalte in de ondergrond voor de verschillende varianten.

Grondsoort	STONE 2.3	Peatlayer	Subsoil
Zand	0,1	0,7	0,3
Klei	5,0	3,0	0,7
Veen	75,0	21,5	1,7
Löss	0,1	0,1	0,1
Totaal	0,1	1,6	0,4

De belangrijkste verschillen met de huidige schematisering enerzijds en de verschillen tussen de varianten anderzijds zijn:

- Het organisch stofgehalte voor zandgronden is voor zowel de variant 'Peatlayer' als voor de variant 'Subsoil' hoger dan in de huidige schematisering. Voor de klei- en veengronden is het organisch stofgehalte juist lager. Voor de lössgronden is er geen verschil, aangezien deze niet zijn aangepast.
- Het organisch stofgehalte voor de variant 'Peatlayer' is hoger dan voor de variant 'Subsoil', waarbij het verschil voor veengronden het grootst is.
- Landelijk gezien neemt het organisch stofgehalte toe van 0,1% naar 1,6% voor 'Peatlayer' en van 0,1 naar 0,4% voor de variant 'Subsoil'.

6.2 Nutriëntenbelasting grond- en oppervlaktewater

De 'nieuwe' inschattingen van het organisch stofgehalte in de ondergrond zijn voor beide varianten significant verschillend dan de huidige schattingen van het organisch stofgehalte. Processen in de bodem kunnen hierdoor zodanig worden beïnvloed dat er verschillen kunnen ontstaan t.a.v. de nutriëntenvoorraad in de bodem en de uiteindelijke nutriëntenbelasting naar grond- en oppervlaktewater.

In Tabel 10 is het areaal gewogen gemiddelde van de N- en P-belasting naar het oppervlaktewater weergegeven voor de periode 2001-2015 voor de verschillende varianten. Tevens zijn de veranderingen in nitraatgehalten weergegeven voor deze periode.

Tabel 10. Areaal gewogen gemiddelde N- en P-belasting naar het oppervlaktewater en NO₃-concentratie in het grondwater voor de verschillende varianten per grondsoort.

	STONE 2.3	Peatlayer	Subsoil	Peatlayer %	Subsoil %
N-belasting	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	%
Zand	29,4	29,0	29,6	1,6	-0,6
Klei	21,2	21,7	22,6	-2,2	-6,8
Veen	20,0	19,5	20,0	2,1	-0,2
Löss	8,4	8,4	8,4	0,2	0,2
Totaal	24,4	24,3	25,1	0,3	-2,8
P-belasting					
Zand	1,3	1,3	1,3	0,1	0,1
klei	1,9	1,8	1,8	0,4	0,5
veen	3,0	3,0	3,0	0,0	0,0
Löss	0,9	0,9	0,9	0,0	0,0
Totaal	1,7	1,7	1,7	0,2	0,2
NO ₃ -concentratie					
Zand	71,3	69,9	71,7	2,0	-0,5
Klei	14,8	16,3	18,6	-9,8	-25,9
Veen	6,4	6,2	7,0	1,9	-9,5
Löss	41,3	41,3	41,3	0,1	0,1
Totaal	38,3	38,3	40,2	0,1	-4,8

- De stikstofbelasting neemt voor de variant 'Peatlayer' toe met ongeveer 2% voor zand- en veengronden, voor kleigronden neemt de N-belasting toe met $\pm 2\%$. Voor de variant 'Subsoil' neemt de N-belasting voor alle grondsoorten (m.u.v. löss) toe, waarbij de grootste toename ($\pm 7\%$) voor de kleigronden berekend wordt.
- Het aanpassen van het organisch stofgehalte heeft weinig tot geen effect op de P-belasting naar het oppervlaktewater. Het 'grootste' effect wordt berekend voor de kleigronden. De P-belasting neemt hier af met $\pm 0,5\%$.
- Het nitraatgehalte in het grondwater verandert als gevolg van aanpassingen in het organisch stofgehalten. De grootste toename wordt berekend voor de kleigronden. Het nitraatgehalte neemt toe met bijna 10% voor de variant 'Peatlayer', voor de variant 'Subsoil' is de toename ruim 25%. De veranderingen in nitraatconcentraties voor zandgronden zijn beperkt tot $\pm 2\%$ voor de variant 'Peatlayer' en $\pm -0,5\%$ voor de variant 'Subsoil'. Voor veengronden wordt afname van $\pm 2\%$ berekend voor 'Peatlayer' en een toename van $\pm 10\%$ voor 'Subsoil'.

Aanbevelingen

- Voor een aantal gebieden is er nog geen informatie beschikbaar t.a.v. de geologische afzettingen in de ondergrond (Flevoland en delen van Noord- en Zuid-Holland). Tevens zijn er ook delen van Nederland waar voor de combinatie van het topsysteem en geologische formatie geen geochemische analyses beschikbaar zijn (Zuid-Limburg en delen van Noord- en Zuid-Holland). Om voor deze gebieden een verbetering t.a.v. de schematisering te bewerkstelligen is het van belang dat de benodigde informatie voor deze gebieden beschikbaar komt.
- Het organisch stofgehalte in de huidige schematisering is, voornamelijk voor het gedeelte van Nederland met holocene afzettingen, te hoog ingeschat. Op basis van de resultaten uit dit onderzoek wordt dan ook aanbevolen om het organisch stofgehalte van de ondergrond aan te passen.
- Bij het bepalen van nieuwe organisch stofgehalten kunnen er twee varianten toegepast worden. Op basis van de vergelijking met organisch stofgehalten uit de LSK-database wordt aanbevolen om een combinatie van beide methoden toe te passen. Voor zand- en veengronden kan gebruik gemaakt worden van de variant 'Subsoil', voor kleigronden kan de variant 'Peatlayer' toegepast worden.
- Naast de geochemische schematisering is ook het voorkomen van zand, klei en veen voor de diepere lagen opnieuw bepaald. Het voorkomen van veen en/of kleilagen in de ondergrond kan effect hebben op de waterhuishouding van de ondergrond en daarmee de af- en uitspoeling van nutriënten. Het is daarom ook van belang dat de hydrologie, waar nodig, wordt aangepast.
- In dit rapport is alleen gekeken naar de uiteindelijke veranderingen in N- en P-belasting naar het oppervlaktewater en naar de nitraatconcentraties in het grondwater. Hierbij is niet zozeer gekeken naar verandering van processen in de ondergrond (denitrificatie, mineralisatie etc.). Om inzicht te krijgen waardoor veranderingen optreden in de af- en uitspoeling is het noodzakelijk om hier verder onderzoek naar te doen.
- Bij de variant 'Peatlayer' worden de veenlaagjes als een diffuse laag beschouwd, m.a.w. het veen wordt over de gehele laag uitgesmeerd. In werkelijkheid is dit echter maar een dun laagje. Door de grove schematisering (laagdikte > 1m) is het niet mogelijk om de exacte ligging van de veenlaagjes te bepalen. Afhankelijk van de diepte en de hydrologische omstandigheden kan dit een belangrijk effect hebben op de water- en nutriëntenstromen in de ondergrond. Een verdere verfijning van de schematisering (meerdere lagen) is in de toekomst dan ook gewenst.

Literatuur

Finke, P.A., J.J. de Gruijter & R. Visschers, 2001. *Status 2001 Landelijke Steekproef Kaartenbeden en toepassingen*. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 389.

Griffioen, J., D.J. Huisman, J.H.A. Bosch, F.D. de Lang en H.J.T. Weerts, 2000. Geologische parametrisatie van de Nederlandse ondergrond ten behoeve van het STONE-model. Delft, NITG-TNO, rapport. NITG 00-217-B.

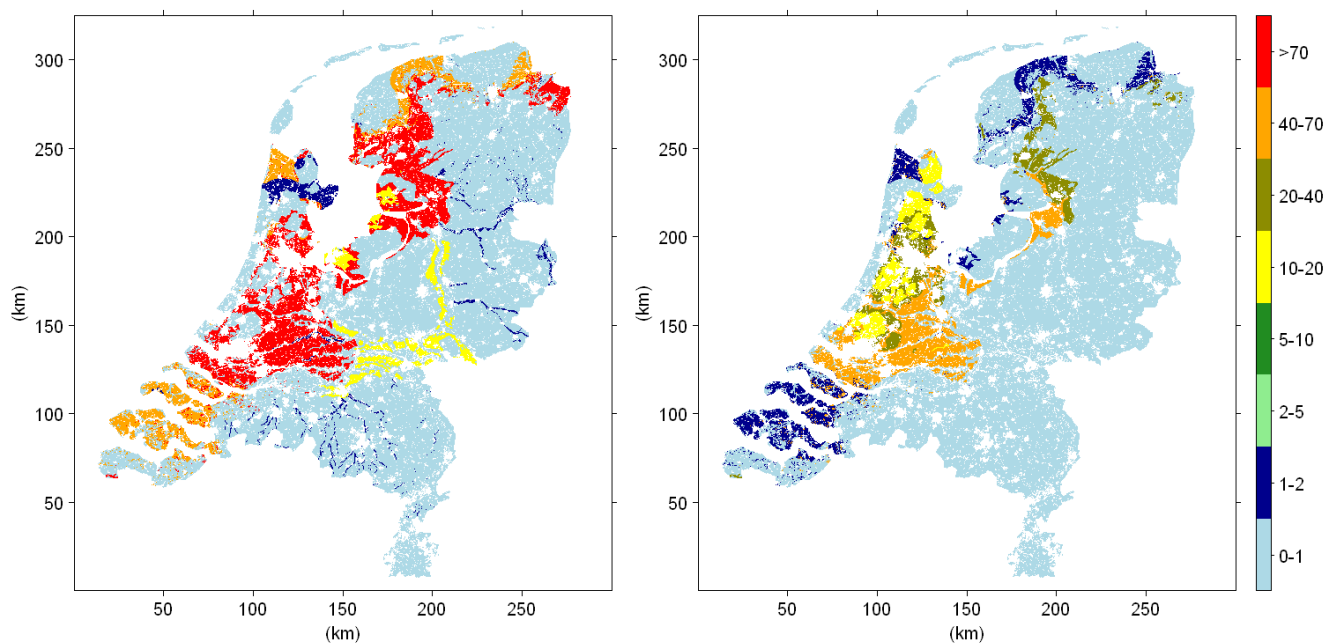
Griffioen, J., R. Heerdink, L. Maring, S. Vermooten, D. Maljeres en J. Hettelaar, 2006. Enkele lithologische en (Hydro)geochemische karakteristieken van de ondergrondparametrisering in het landelijk nutriëntenemissiemodel STONE. TNO-rapport 2006-U-R0161/A, Utrecht.

Kroon, T., P. Finke, I. Peereboom & A. Beusen, 2001. *Redesign STONE, De nieuwe schematisatie voor STONE: de ruimtelijke indeling en toekenning van hydrologische en bodemchemische parameters*. Lelystad, RIZA rapport 2001.017.

Vermooten, J.S.A., L. Vasak, J. Griffioen, G.T. Klaver, R.W. Vernes, H.J.T. Weerts, 2005. Afbakening van het topsysteem voor de kartering van de reactiviteit van de Nederlandse ondergrond. TNO-rapport NITG 05-121-A

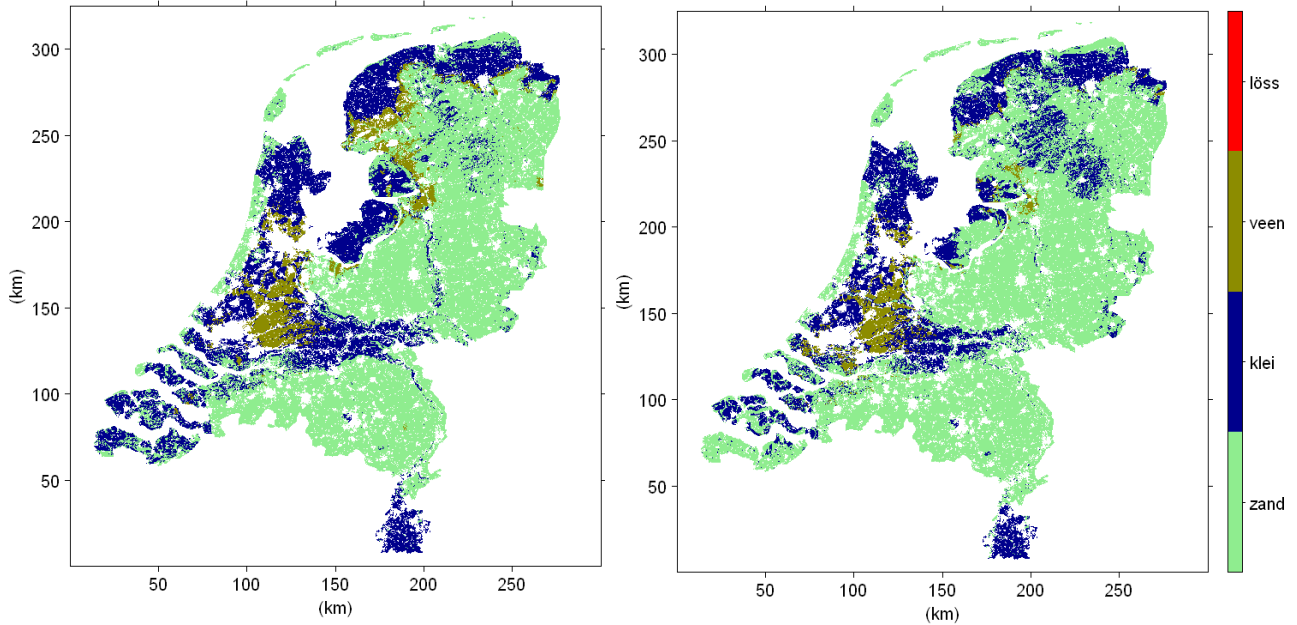
Wolf, J., A.H.W. Beusen, P. Groenendijk, T. Kroon, R. Rötter & H. van Zeijts, 2003. *The integrated modeling system Stone for calculating nutrient emissions from agriculture in the Netherlands*. *Environmental Modelling & Software*, Vol. 18:597-617

Bijlage 1 Ruimtelijk verdeling van het organisch stofgehalte in de ondergrond voor de laag tussen 2-4m-mv en tussen 4-13m-mv

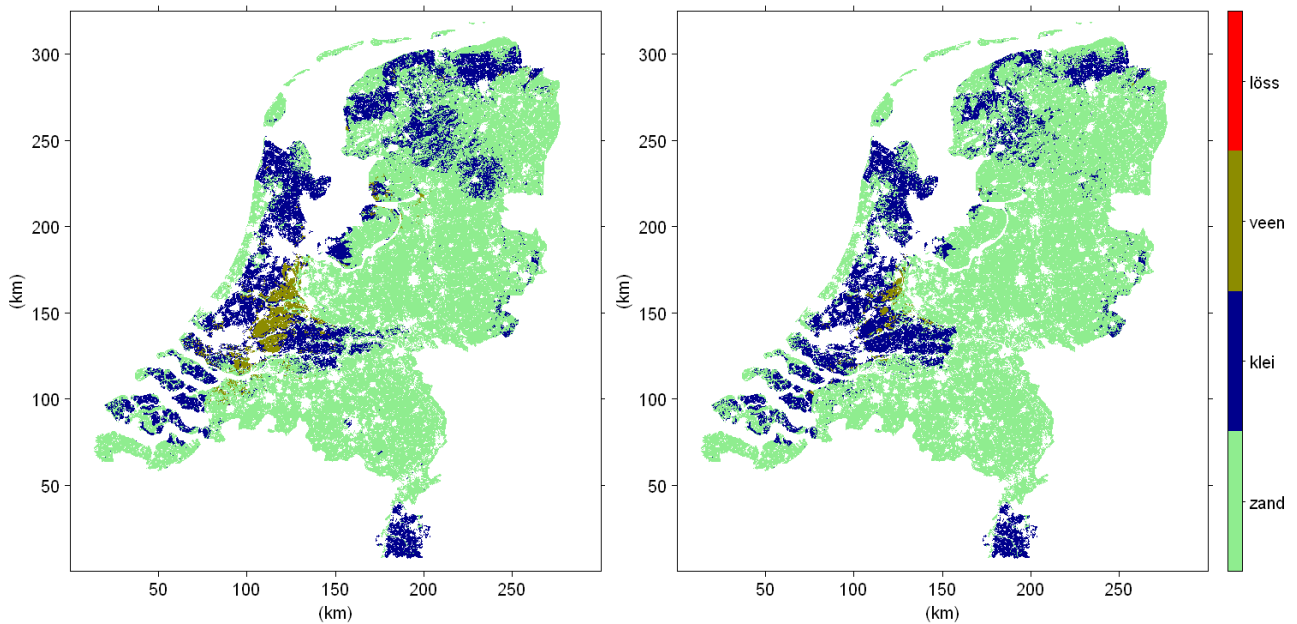


Figuur 19. Organisch stofgehalte (%) in de laag tussen 2-4m-mv (links) en tussen 4-13m-mv (rechts) in de huidige STONE-schematisering

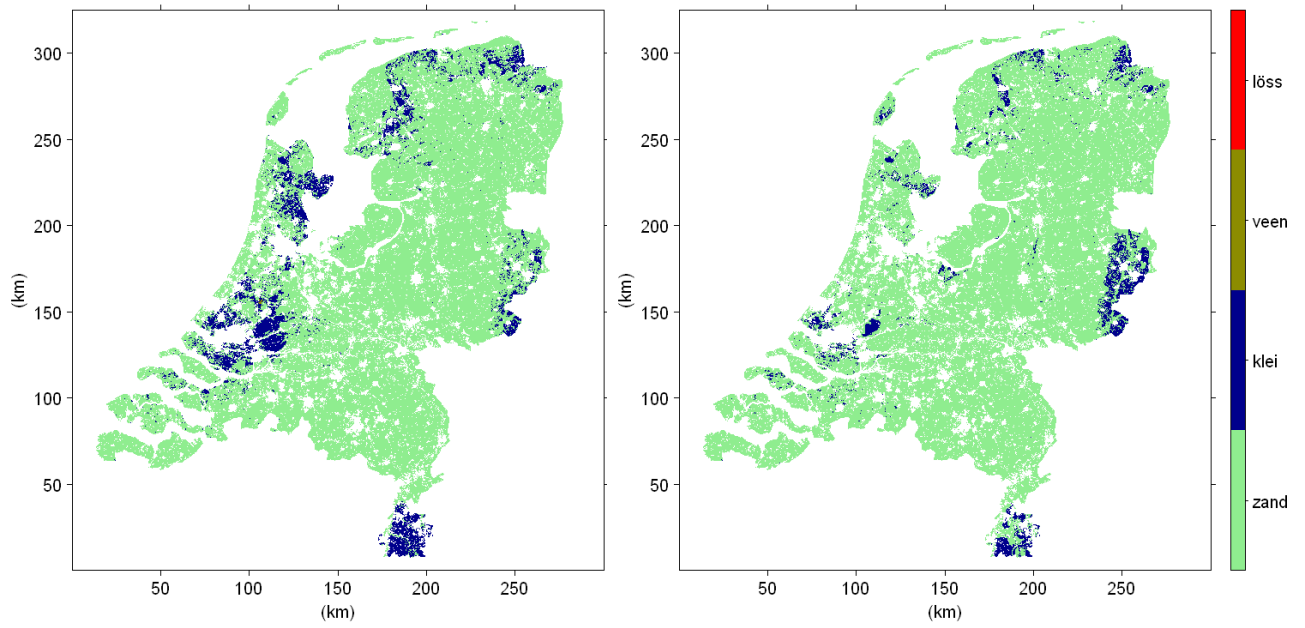
Bijlage 2 Dominante grondsoort per diepte-interval op basis van de nieuwe STONE-schematisering



Figuur 20. Dominante grondsoort voor de laag tussen 1-2m-mv (links) en 2-3m-mv (rechts) op basis van de nieuwe STONE-schematisatie.

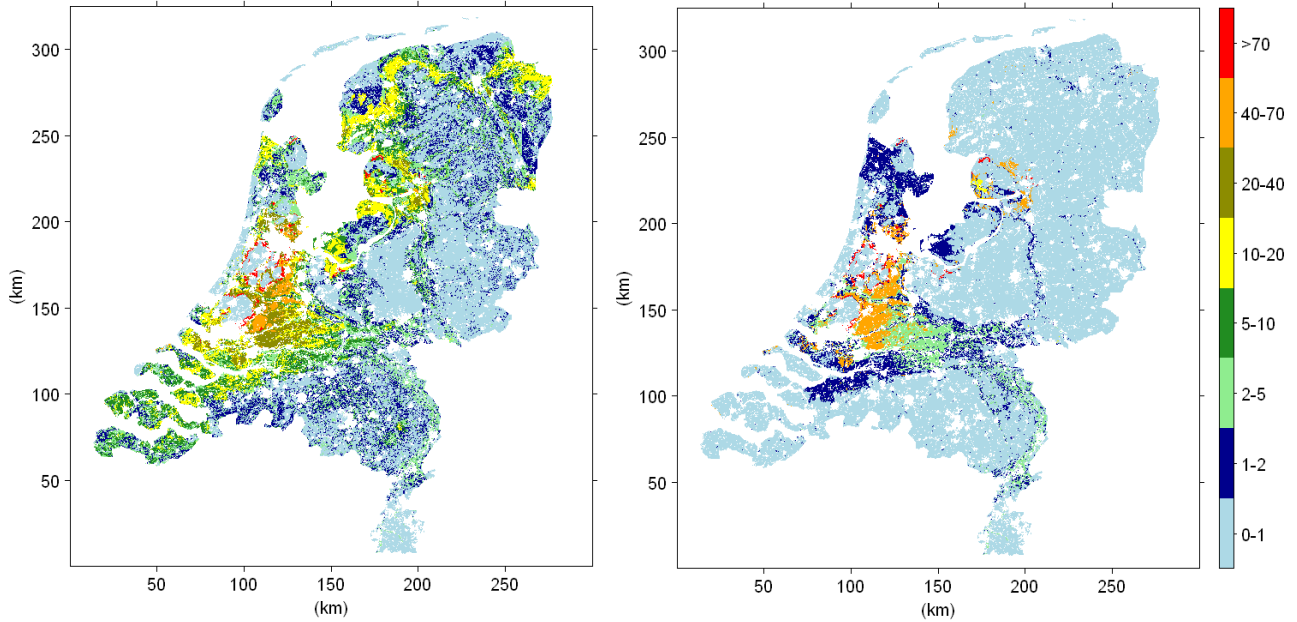


Figuur 21. Dominante grondsoort voor de laag tussen 3-4-mv (links) en 4-7-mv (rechts) op basis van de nieuwe STONE-schematisatie.

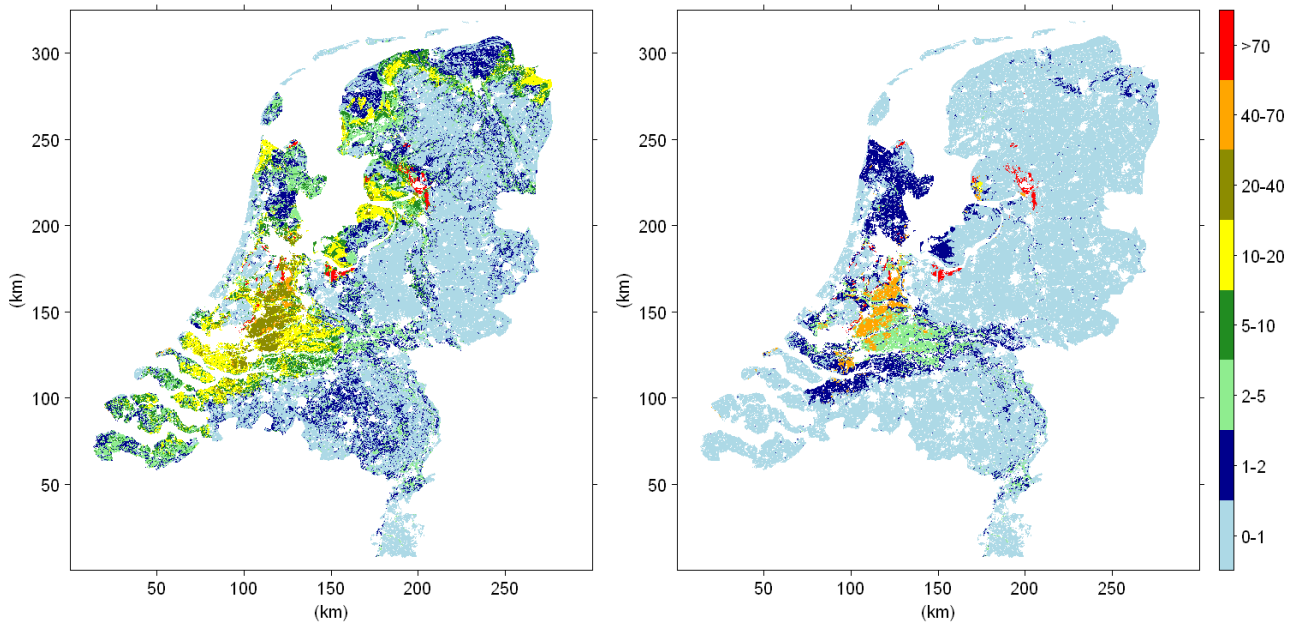


Figuur 22. Dominante grondsoort voor de laag tussen 7-9m-mv (links) en 9-13m-mv (rechts) op basis van de nieuwe STONE-schematisatie.

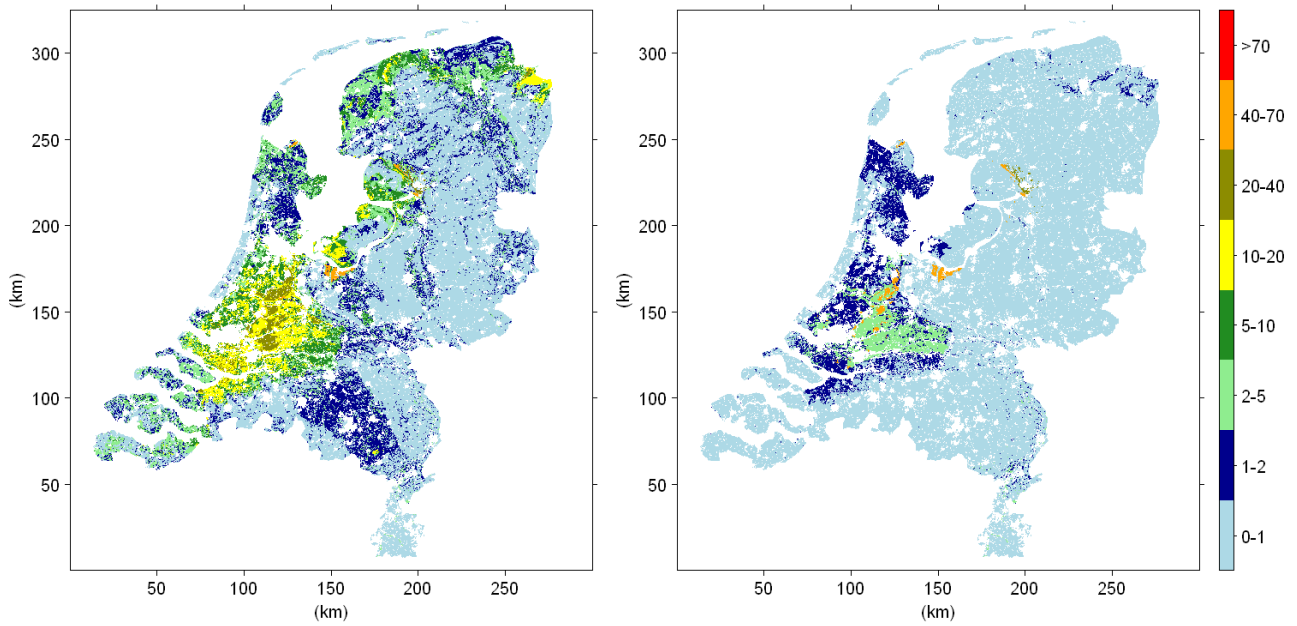
Bijlage 3 Organisch stofgehalte in de ondergrond volgens de nieuwe STONE-schematisering.



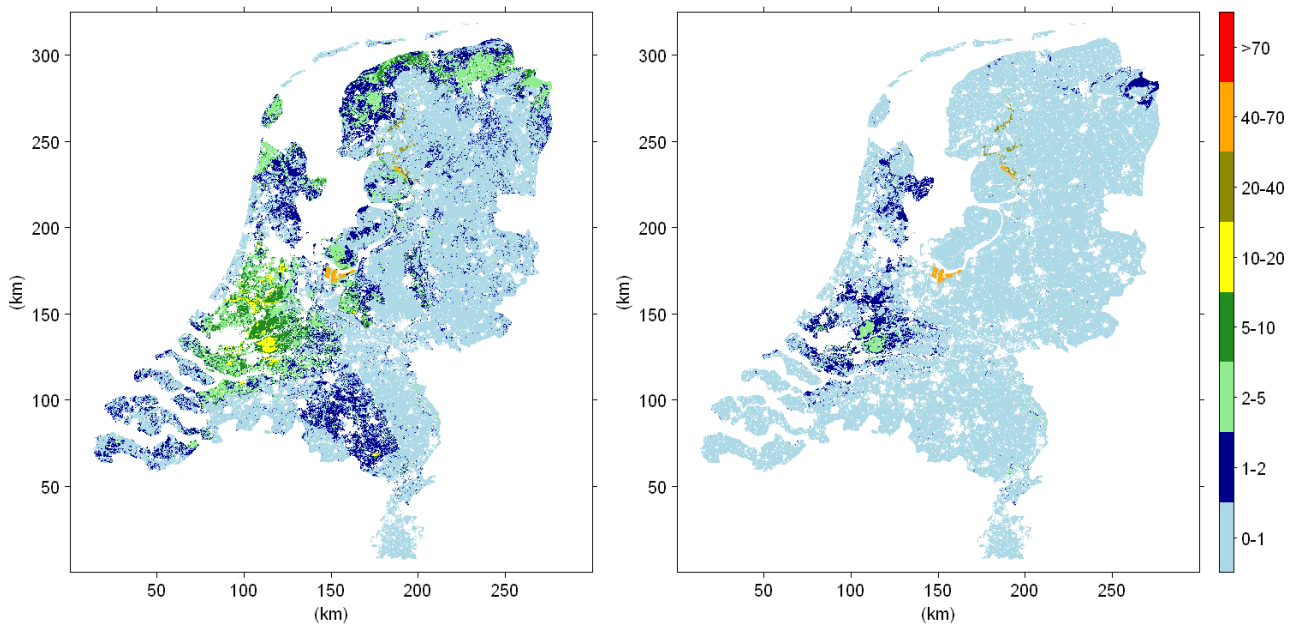
Figuur 23. Organisch stofgehalte (%) in de laag tussen 2-3-mv voor de variant 'Peatlayer'(links) en voor de variant 'Subsoil' (rechts) in de nieuwe STONE-schematisering.



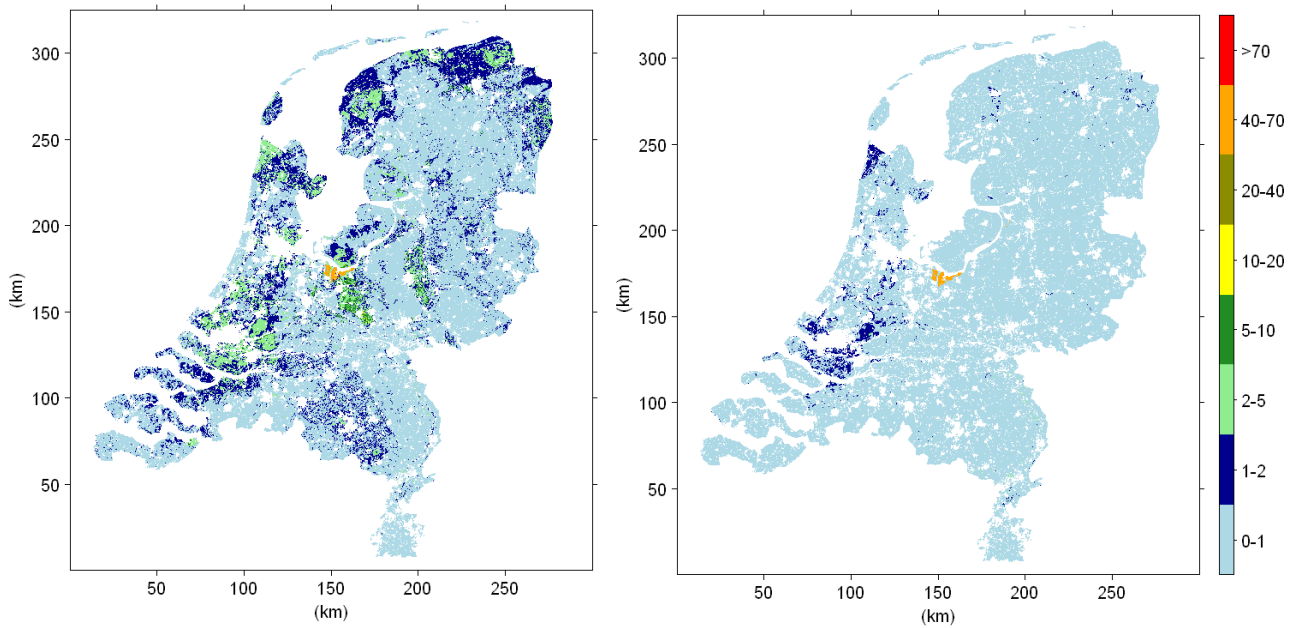
Figuur 24. Organisch stofgehalte (%) in de laag tussen 3-4m-mv voor de variant 'Peatlayer'(links) en voor de variant 'Subsoil' (rechts) in de nieuwe STONE-schematisering.



Figuur 25. Organisch stofgehalte (%) in de laag tussen 4-7-mv voor de variant 'Peatlayer'(links) en voor de variant 'Subsoil' (rechts) in de nieuwe STONE-schematisering.



Figuur 26. Organisch stofgehalte (%) in de laag tussen 7-9-mv voor de variant 'Peatlayer'(links) en voor de variant 'Subsoil' (rechts) in de nieuwe STONE-schematisering.



Figuur 27. Organisch stofgehalte (%) in de laag tussen 9-13-cm voor de variant 'Peatlayer'(links) en voor de variant 'Subsoil' (rechts) in de nieuwe STONE-schematisering.