

HERKOMST VAN BEEKSLIB IN VIER STROOMGEBIEDEN

Een analyse op basis van de chemische samenstelling

▶▶ KIWK 2022-16



Kennisimpuls
WATERKWALITEIT

MODDER

Met je blote poten in de modder staan.
Vallen, opstaan en weer dóórlopen.
Vuile handen maken.
Dat is de kern van ons bestaan.

Met blijе gezichten door de modder gaan.
Dat is gezond voor onze geest.
Sterker nog. Dat is een feest!

Voor toeschouwers is het leerzaam.
Voor ons die met schone handen,
aan de zijlijn blijven staan.

A. Weijman, 2017



TER NAGEDACHTENIS AAN

Gerlinde Roskam

* 31-10-1975 † 2-11-2021

▶▶ KIWK IN HET KORT

Dit rapport is geschreven in het kader van het project **Systeemkennis ecologie en waterkwaliteit** van de Kennisimpuls Waterkwaliteit.

In de Kennisimpuls werken Rijk, provincies, waterschappen, drinkwaterbedrijven en kennisinstituten aan meer inzicht in de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater en de factoren die deze kwaliteit beïnvloeden. Daarmee kunnen waterbeheerders en andere partijen de juiste maatregelen nemen om de waterkwaliteit te verbeteren en de biodiversiteit te vergroten.

In het programma brengen partijen bestaande en nieuwe kennis bijeen, en maken ze deze kennis (beter) toepasbaar voor de praktijk. Hiermee verstevigen ze de basis onder het waterkwaliteitsbeleid. Het programma is gestart in 2018 en duurt vier jaar. Het wordt gefinancierd door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, STOWA, waterschappen, provincies en drinkwaterbedrijven.

Kennisimpuls Waterkwaliteit.

Beter weten wat er speelt en wat er kan.

►► COLOFON

Opdrachtgever Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK) m.m.v. Waterschap Limburg, Waterschap de Dommel

Auteurs Gerlinde Roskam †, Ellis Penning, Marc Verheul (Deltares)

Gebruikerscommissie Kennisimpuls waterkwaliteit **Systeemkennis ecologie en waterkwaliteit**

John Lenssen	Waterschap Rijn en IJssel
Bastiaan van Zuidam	Waterschap Rijn en IJssel
Carlo Rutjes	Waterschap Aa en Maas
Bart Brugmans	Aa en Maas
Joost Rinks	Waterschap Aa en Maas
Arjan Verhoeff	Waterschap Drents Overijsselse Delta
Iris van der Laan	Waterschap de Dommel
Ineke Barten	Waterschap de Dommel
Peter Paul Schollema	Waterschap Hunze en Aa's
Gertie Schmidt	Waterschap Vechtstromen
Peter van Beers	Waterschap Vallei en Veluwe
Riens Hofstra	Prolander
Bert Knol	Waterschap Vechtstromen
Rikje van de Weerd	Rechobot - Water & Kennis
Bas van der Wal	STOWA
Wim Wiersinga	VBNE

Vormgeving Shapeshifter.nl | Utrecht

STOWA-rapportnummer 2022-16

ISBN 978.90.5773.986.6

Wijze van citeren Roskam, G.D., Penning W.E. Verheul M.R.A., 2022. Herkomst van beekslib in vier stroomgebieden; Een analyses op basis van de chemische samenstelling. Utrecht, Deltares, STOWA Rapport 2022-16

Trefwoorden Slib, sediment, beken, bodemerosie, winderosie, watererosie, oeverafkalving.

Copyright De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is kosteloos verkrijgbaar.

Disclaimer Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteur(s) en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van dit rapport.

De kwaliteit van de waterbodem is van invloed op de ecologische kwaliteit van beken. Als beekslib een goede ecologische kwaliteit in de weg staat, dan is het belangrijk om te weten hoe het slib zich vormt en waar het vandaan komt. Dit biedt namelijk handvaten voor het tegengaan van overmatige slibaanwas en het zo ecologisch gezonder maken van beeksystemen. In dit rapport wordt de herkomst van slib geanalyseerd in vier beeksystemen: het Gasterensche Diep, de Eefse Beek, de Tongelreep en de Lage Raam. Op basis van gebiedskenmerken is bepaald welke bronnen waar en wanneer een bijdrage leveren aan het beekslib. Gekeken is naar bronnen vanuit het omringende land zoals bodemerosie door water en/of wind, naar externe slibbronnen zoals inlaatwater en riooloverstorten, maar ook naar lokale bronnen in de beek zelf zoals detritus, ijzerrijke kwel en oeverafkalving.

▶▶ VOORWOORD

Meer grip op beekslib

De waterkwaliteit is de afgelopen jaren in veel Nederlandse beken verbeterd. Toch blijven de gewenste waterplanten vaak weg en hebben veel beken te maken met woekering van ongewenste soorten. In het project ‘Grip op Slib’ (2019 t/m 2021) is onderzocht in hoeverre de aanwezigheid en kwaliteit van het slib in beken hiervan de oorzaak is. Daaruit komt naar voren dat de aanwezigheid van voedselrijk slib in veel beken een belangrijk obstakel blijkt te zijn voor ecologisch herstel. Binnen de Kennisimpuls Waterkwaliteit is de herkomst van dit slib nader onderzocht en zijn maatregelen geformuleerd om slibophoping in beken tegen te gaan.

Als beekslib een goede ecologische kwaliteit in de weg staat, is het natuurlijk belangrijk om te weten hoe het slib zich vormt en waar het vandaan komt. Dit biedt namelijk handvatten voor het tegengaan van overmatige slibaanwas en het zo ecologisch gezond maken van beeksystemen. Dit rapport bevat de resultaten van een onderzoek naar herkomst van slib in vier beeksystemen: het Gasterensche Diep, de Eefse Beek, de Tongelreep en de Lage Raam. Op basis van gebiedskenmerken hebben de onderzoekers bepaald welke bronnen waar en wanneer een bijdrage leveren aan het beekslib. Gekeken is naar bronnen vanuit het omringende land zoals bodemerosie door water en/of wind, en naar externe slibbronnen zoals inlaatwater en riooloverstortingen. Maar ook naar lokale bronnen in de beek zelf zoals afgestorven waterplanten (detritus), ijzerrijke kwel en oeverafkalving.

De onderzoekers zijn in staat gebleken de bronnen van slibvorming kwalitatief in kaart te brengen. Maar kwantitatief (nog) niet. Dat maakt het vooralsnog lastig om concrete stappen te zetten en maatregelkeuzes te maken voor de individuele beken om slibvorming te beperken. Ook blijkt in veel gevallen de bron een ‘beek-eigen’ bron te zijn, die moeilijk aan te pakken is. Dit laat onverlet dat het aanpakken en beperken van slibvorming in beken wel belangrijk is voor succesvol beekherstel. Dit onderzoek onderstreept het belang van een beekspecifieke watersysteemanalyse, waarbij het achterhalen van de herkomst van het gevormde slib een onderdeel kan zijn.

Bij dit rapport is een Deltafact opgesteld, waarin een overzicht van de huidige kennis over de invloed van beekslib op het behalen van KRW- en natuurdoelen is gegeven. In deze Deltafact wordt ook ingegaan op de herkomst van dit slib en op belangrijkste processen die ten grondslag liggen aan de relatie tussen het voorkomen van waterplanten in laaglandbeken en het voorkomen en de kwaliteit van het slib.

Bas van der Wal (STOWA)

Voorzitter gebruikerscommissie ‘Systeemkennis en Ecologie’ Kennisimpuls Waterkwaliteit

▶▶ INHOUD

	KENNISIMPULS WATERKWALITEIT IN HET KORT	3
	VOORWOORD	5
	SAMENVATTING	7
1	INLEIDING	8
1.1	Scope, kennisvragen en aanpak van 'Grip op Slib'	8
1.2	Scope, kennisvragen en aanpak van dit deelrapport	9
1.3	Leeswijzer	11
2	BEMONSTERING EN ANALYSES	12
2.1	Algemene bemonstering bronnen	12
2.2	Analyse en interpretatie methode	14
3	DRENTSE AA - GASTERENSCHIE DIEP	19
3.1	Bemonsteringslocaties	19
3.2	Resultaten van de analyses	22
4	EEFSE BEEK	27
4.1	Bemonsteringslocaties	27
4.2	Resultaten van de analyses	30
5	LAGE RAAM	35
5.1	Bemonsteringslocaties	35
5.2	Resultaten van de analyses	36
6	TONGELREEP	41
6.1	Bemonsteringslocaties	41
6.2	Resultaten van de analyses	44
7	DISCUSSIE, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	48
7.1	Vergelijking tussen de beken	48
7.2	Bronbepalingen op basis van chemische analyse	49
7.3	Wat leert dit onderzoek gebruikmakend van veldbemonstering over bronherkenning?	50
7.4	Hoe helpt deze informatie richting maatregelen?	51
7.5	Aanbevelingen voor vervolg	51
8	REFERENTIES	53
	BIJLAGE 1	54
	Correlaties van sporen elementen met aluminium uitgezet voor de Drentse Aa	

▶▶ SAMENVATTING

De waterkwaliteit is de afgelopen jaren verbeterd in veel Nederlandse beken. Toch blijven de gewenste waterplanten vaak uit en hebben veel beken te maken met woekering van ongewenste soorten. Het project 'Grip op Slib' (2019 t/m 2021) heeft onderzoek gedaan of deze woekering komt door de aanwezigheid en kwaliteit van het slib in deze beken.

De kwaliteit van de waterbodem is van invloed op de ecologische kwaliteit van beken. Als beekslib een goede ecologische kwaliteit in de weg staat, dan is het belangrijk om te weten hoe het slib zich vormt en waar het vandaan komt. Dit biedt namelijk handvaten voor het tegengaan van overmatige slibaanwas en het zo ecologisch gezonder maken van beeksystemen. In dit rapport wordt de herkomst van slib geanalyseerd in vier beeksystemen: het Gasterensche Diep, de Eefse Beek, de Tongelreep en de Lage Raam. Op basis van gebiedskenmerken is bepaald welke bronnen waar en wanneer een bijdrage leveren aan het beekslib. Gekeken is naar bronnen vanuit het omringende land zoals bodemerosie door water en/of wind, naar externe slibbronnen zoals inlaatwater en riooloverstorten, maar ook naar lokale bronnen in de beek zelf zoals detritus, ijzerrijke kwel en oeverafkalving.

Uit de analyses blijkt dat zand in de genomen slib- en beekbodemmonsters altijd dominant aanwezig is. Organisch materiaal was veelal minder dan 20% van het monstervolume en de kleifractie is gemiddeld klein (tot 10%volume). Het organisch stofgehalte en de CN ratio zijn sterk afhankelijk van potentie op lokale bladinvall (dit kan ook een individuele boom in de nabijheid van een monsterpunt zijn) en daarmee moeilijk op waarde te schatten als een belangrijke bron van slib. Voor de interpretatie van de data is op de kleifractie gefocust, specifiek op de daaraan gekoppelde hoofd-elementen, sporen-elementen en zeldzame aarde-elementen, omdat deze mogelijk bronnen kunnen aanduiden. De monsterresultaten zijn dan ook genormaliseerd door deze fractie op 100% te stellen en zand en organisch stof buiten beschouwing te laten.

Uit de analyses blijkt dat in de hier beschouwde beken de Fe/Al/Ca ratio de belangrijkste indicator is om onderscheid tussen bronnen van slib en het slib zelf te bekijken. Analyses van sporen-elementen versterken de conclusies soms, bijv. als er vrij nikkel in het systeem gevonden wordt. Zeldzame aarde elementen blijken in deze beeksystemen weinig toegevoegde waarde te hebben.

Voor alle beken blijkt dat de bemonsterde droge landbouwpercelen vrijwel nooit als een belangrijke bron van slib kunnen worden aangewezen op basis van de hier toegepaste analyses. Inlaatwater uit bovenstroomse watersystemen is vaak wel als bron terug te zien (bijv in de Tongelreep waar het Belgische signaal over de lengte van de beek langzaam uitvloeit tot een meer 'systeem-eigen' signaal, maar in veel gevallen is de lokale beekbodem een belangrijke bron voor het slib. In de Lage Raam komt hier lokaal ook ijzerrijke kwel bij.

In deze studie was het niet mogelijk om de volumes aan slib en dynamiek in vrachten te bepalen. Daardoor is nog geen goed beeld over dynamiek van het slib in ruimte en tijd. Nu is een eenmalige monstercampagne in het najaar gehouden, waarbij we dus spreken van een momentopname en een eerste aanzet voor vervolg om deze dynamiek beter te begrijpen. Ook is er in deze studie geen uitgebreide analyse gedaan naar de koppeling tussen de verschillende elementen en nutriënten. De nutriëntdynamiek in het slib is dusdanig complex dat de bemonsteringsstrategie hier beter op had moeten aansluiten, wat niet het doel was van deze studie.

Voor vervolgstudies wordt aangeraden monsters alleen in het veld te bemonsteren met een hand-held XRF-systeem voor de hoofdelementen, omdat daarmee op goedkope en efficiënte wijze snel veel locaties en mogelijke bronnen bemonsterd kunnen worden, die gezamenlijk meer zeggen dan op minder punten veel verschillende elementen in het lab te moeten meten.

▶▶ 1 INLEIDING

1.1 SCOPE, KENNISVRAGEN EN AANPAK VAN 'GRIP OP SLIB'

Scope

De waterkwaliteit is de afgelopen jaren verbeterd in veel Nederlandse beken. De nutriëntengehaltes in het beekwater zijn gedaald en steeds meer beken voldoen aan de stikstof- en fosfornormen die gelden vanuit de Kaderrichtlijn Water. Toch blijven de gewenste waterplanten vaak uit en hebben veel beken te maken met woekering van ongewenste soorten. De vraag is hoe dat komt. Het project 'Grip op Slib' gaat hierop in. Het project loopt van 2019 t/m 2021 en bestaat uit een OBN-deel en een Kennisimpuls-deel. Het OBN-onderzoek richt zich via veld- en laboratoriumonderzoek op de standplaatsen van woeker- en doelsoorten en de relatie tussen de soortensamenstelling en de samenstelling van de waterbodem. Het Kennisimpuls-project kijkt naar mogelijke bronnen van het slib die binnen het stroomgebied aanwezig zijn. Kennis over de herkomst van het slib geeft de waterbeheerder namelijk handvaten om maatregelen te selecteren die de aanvoer van slib kunnen verminderen.

Kennisvragen

De belangrijkste vragen die dit Kennisimpuls-project wil beantwoorden zijn:

1. Waar in het stroomgebied bevinden zich welke slibbronnen?
2. Kunnen we de slibbronnen koppelen aan de karakteristieken van het slib in de beek zelf?
3. Kunnen de bron-karakteristieken worden gekoppeld aan de standplaats-karakteristieken die bepalend zijn voor de vegetatiesamenstelling?
4. Hoe kan maatregelenselectie worden vormgegeven gebruikmakend van kennis over de herkomst van slib?

Aanpak

Het Kennisimpuls-project richt zich op vier beeksystemen die tevens worden onderzocht in het OBN-project. Dit zijn de Drentsche Aa (het Rolderdiep en het Gasterensche Diep, delen van de oostelijke tak van de Drentsche Aa), de Eefse Beek, de Tongelreep en de Lage Raam (Figuur 1.1).

FIGUUR 1.1

Ligging van de onderzochte stroomgebieden.

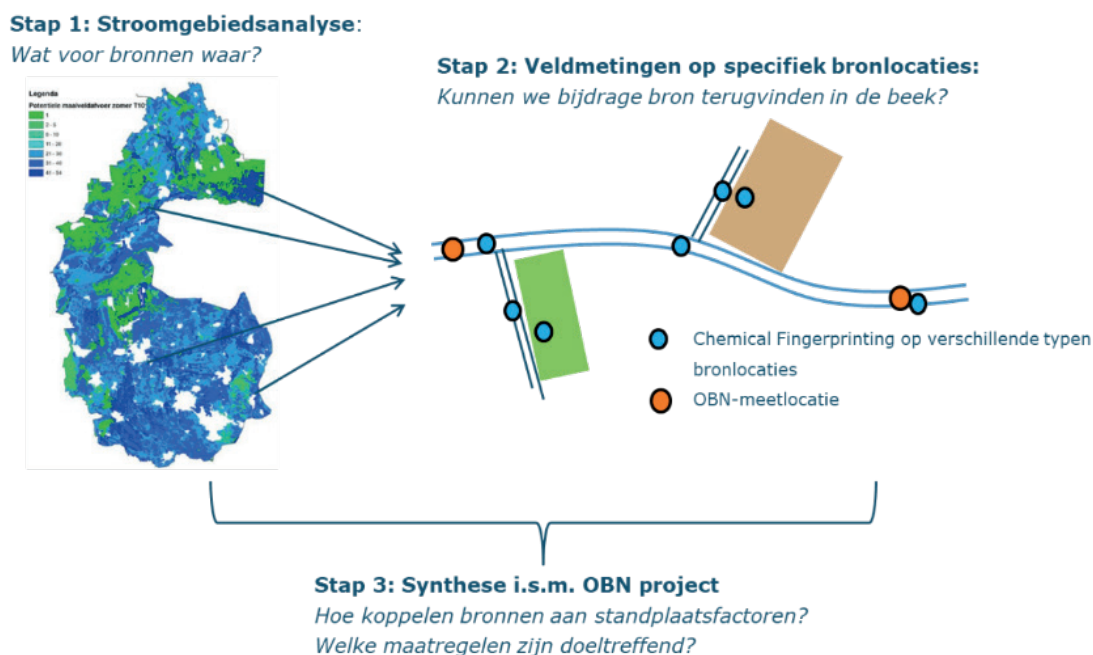


Om de kennisvragen te kunnen beantwoorden worden 3 stappen doorlopen (zie [Figuur 1.2](#)):

1. Stroomgebiedsanalyse (kennisvraag 1)
2. Veldmetingen op specifieke bronlocaties (kennisvraag 2)
3. Synthese i.s.m. het OBN-project (kennisvraag 3 en 4)

FIGUUR 1.2

Werkwijze die wordt gehanteerd in dit Kennisimpuls-project.



1.2 SCOPE, KENNISVRAGEN EN AANPAK VAN DIT DEELRAPPORT

Scope en kennisvragen

Dit rapport vormt een deelrapport van het Kennisimpuls-project en beschrijft de resultaten van de bemonstering van bronnen van slib en slib in de vier beken (stap 2).

De analyse gaat in op kennisvraag 2:

Kunnen we de slibbronnen koppelen aan de karakteristieken van het slib in de beek zelf?

Aanpak

De potentiële bronnen en mogelijk geschikte bemonsteringslocaties die in deelrapport 1¹ worden genoemd, zijn - voor zover mogelijk en relevant - in alle stroomgebieden bemonsterd. Voor een deel van het slib en voor de vaste onderliggende waterbodem is gebruik gemaakt van materiaal dat in het kader van het gekoppelde OBN project 'Grip op beekslib' is bemonsterd. Daarnaast is monstermateriaal meegenomen van landbouwpercelen die in opdracht van Waterschap Aa en Maas door B-Ware zijn bemonsterd in het kader van het project 'Lage Raam'.

1 Van Gerven, L.P.A., H.T.L. Massop, 2019. Herkomst van beekslib in vier stroomgebieden; Een verkennende systeemanalyse als onderdeel van het Kennisimpuls-project Grip op Slib. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Kennisimpuls-Waterkwaliteit Rapport XX.

Op de monsters is een totaal-destructie uitgevoerd gevolgd door een analyse van de aanwezig elementen. Door de gehalten van de verschillende elementen en de ratio's tussen elementen te vergelijken, zijn overeenkomsten en verschillen tussen het materiaal van verschillende locaties in kaart gebracht.

De volgende stap is om via veldbemonsteringen te achterhalen welke slibbronnen het meeste bijdragen aan de slibaanwas. Dit gebeurt via 'chemical fingerprinting' (zie toelichting in tekstbox 1), waarmee wordt bepaald in hoeverre de samenstelling van het bemonsterde beekslib overeenkomt met de samenstelling van de verschillende bemonsterde slibbronnen.

TOELICHTING CHEMICAL FINGERPRINTING

Chemical fingerprinting is gebaseerd op het zoeken van verschillen in chemische samenstelling tussen de potentiële bronnen van het slib. Omdat zachte extracties (zoals CaCl₂ en 0.43 M HNO₃ extracties, etc), meer monster- en laboratorium afhankelijk zijn dan totaal extracties, is er voor gekozen om een totaal destructie uit te voeren waarbij al het materiaal wordt opgelost. Op het extract kunnen vervolgens meerdere chemische analyses worden uitgevoerd. De destructie wijkt af van de extracties die in het kader van het OBN-onderzoek zijn uitgevoerd doordat met deze destructie ook de aluminiumsilicaten (kleimineralen, veldspaten, zand) volledig in oplossing gaan. Op die manier kan ook de samenstelling van de mineralogie basis worden ingezet om de diverse bronnen van elkaar te onderscheiden.

De elementen die zijn geanalyseerd (door middel van diverse ICP-analyses) zijn:

1. de hoofdelementen (Al, Fe, Ca, Mg, Mn etc.)
2. de sporen-elementen (Ba, Cu, Zn, etc.)
3. de zeldzame aardelementen (REE - Rare Earth Elements, ook wel lanthaniden genoemd)

Deze laatste groep REE elementen (de elementen van lanthaan tot lutetium) komen in lage concentraties voor en hebben eenzelfde geochemisch gedrag in het milieu. Dit maakt het moeilijk om door natuurlijke processen individuele zeldzame aardelementen aan te rijken ten opzichten van elkaar (met als uitzondering cerium). Mineralogische verschillen, zoals bijvoorbeeld tussen het brongebied van de Maas en de Rijn, leveren wel verschillende patronen op, die kunnen potentieel worden ingezet bij de bronherkenning. Het verschil in zeldzame aardpatronen tussen de Maas en de Rijn komt door een verschil in brongebied. Zo wordt de Maas meer gedomineerd door kalk en de Rijn door kleien. Ook is de concentratie Lanthaan in de Rijn relatief hoog door belasting van het water met deze stof vanuit een specifieke fabriek in Worms. Lanthaan is echter vooral gekoppeld aan zwevend stof in water, en het is nog niet bekend in hoeverre dit in slibafzettingen duidelijk meetbaar is. Of zeldzame aardelementen ingezet kunnen worden voor bronbepaling binnen Nederlandse laaglandbeken moet dan ook blijken uit de gegenereerde resultaten tijdens deze studie, omdat er naar verschillen in een relatief klein gebied gekeken wordt. Ook slib uit RWZI's kan worden opgespoord, doordat hierin resten van MRI-contrastmiddelen zitten die d.m.v. het zeldzame aardelement gadolinium geïdentificeerd kan worden. De reden om een uitgebreid pakket aan analyses in te zetten is omdat vooraf niet bekend is welke parameters het meest geschikt zijn om de verschillende bronnen in een specifiek gebied te onderscheiden.

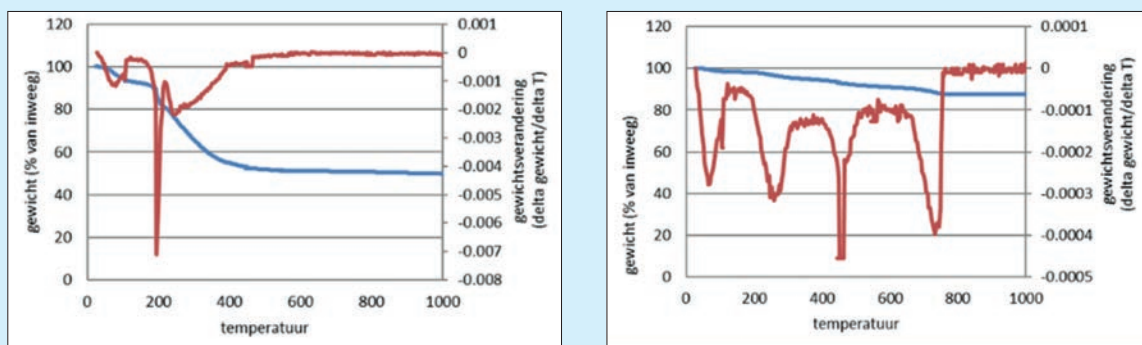
De belangrijkste voorwaarde waaraan chemische fingerprinting moet voldoen zijn:

- De te onderscheiden potentiële bronnen moeten afwijkende eigenschappen hebben ten opzichte van het gemiddelde signaal in het systeem.
- De afwijkende eigenschappen moeten volgbaar zijn in het systeem
- Deze afwijkingen moeten zich overeenkomstig met het te volgen medium(slib) gedragen.

Naast het onderscheiden van diverse mineralogische bronnen, we willen ook een beeld krijgen van het karakter van het aanwezige organische stof. Hiertoe wordt een TGA (thermogravimetrische analyse) uitgevoerd waarbij een monster vanaf kamertemperatuur met 1°C/min tot 1000°C wordt verhit waarbij tijdens deze oplopende verhoging continue de gewichtsverandering wordt gemeten. Het profiel (een tweetal voorbeelden hieronder, blauwe lijn (linker as) geeft het gewicht als % van het begin gewicht weer, rode lijn de snelheid van de gewichtsafname) geeft inzicht of het karakter van het organisch materiaal op verschillende locaties vergelijkbaar is (en mogelijk een gelijke bron heeft, of op gelijke wijze lokaal gevormd wordt) (Figuur 1.3).

FIGUUR 1.3

Voorbeelden van 2 verschillende TGA analyse monsters.



1.3 LEESWIJZER

In dit rapport is eerst een beschrijving van de bemonstering en de uitvoering van de analyses opgenomen (Hoofdstuk 2). Vervolgens volgt per stroomgebied een beschrijving van de bemonsterde locaties, de resultaten van de analyses (met een focus op de parameters op basis waarvan onderscheid kan worden gemaakt) en conclusies die ten aanzien van verschillende bronnen kunnen worden getrokken (Hoofdstuk 3 tot en met 6). In Hoofdstuk 7 volgt de discussie en conclusies van de voorgaande hoofdstukken.

▶▶ 2 BEMONSTERING EN ANALYSES

Dit hoofdstuk gaat in op de analyse-stappen die per stroomgebied zijn uitgevoerd om de verschillende slibbronnen in kaart te brengen. In de volgende paragrafen wordt de gehanteerde methodiek nader toegelicht.

2.1 ALGEMENE BEMONSTERING BRONNEN

Voor elk van de 4 beeksystemen is gebruik gemaakt van de resultaten uit de herkomstbepalingsanalyse die voor het totale stroomgebied van de beek is uitgevoerd middels een GIS-analyse (Van Gerven & Massop, 2019). De monsterlocaties en het aantal monsters per slibbron zijn hierbij gebaseerd op de uitkomsten van de stroomgebiedsanalyse (Tabel 2.1; van Gerven en Massop 2019). Als uit deze analyse bijvoorbeeld bleek dat winderosie een grote rol kan spelen dan is getracht om percelen te bemonsteren die gevoelig zijn voor winderosie.

TABEL 2.1

Kwalitatieve inschatting van de rol van sedimentbronnen per stroomgebied (0=geen/zeer beperkte rol, +=geringe rol, +=matige rol, +++=grote rol). De bronnen zijn ingedeeld naar categorieën (bovenste rij). 'Autigeen' staat voor slib dat is gevormd in de beek zelf en bestaat uit een organische component (via detritus) en een anorganische component (ijzerhoudend slib dat ontstaat via ijzerrijke kwel en/of een ijzerrijke landbodem). Bron Van Gerven en Massop, 2020.

	Extern		Autigeen		Omringende land		Overig	
	Extern	Organisch	Anorganisch	Winderosie	Watererosie	Oeverafkalving	Verweking	
Gasterensche Diep	0	+ / +++	+++	+	+	++	+ / +++	
Eefse Beek	++	+++	++	+	+ / +++	0	0	
Tongelreep	+++ ¹	++	+	0	0 / +	++	0	
Lage Raam	+	++ / +++	++	++	+	0	0	

¹ de instroom vanuit België via de Warmbeek wordt beschouwd als 'externe' bron.

Daarnaast is een eerste verkennend veldbezoek gedaan waarin i.s.m. betrokken beheerders potentiële locaties zijn geïdentificeerd voor veldbemonstering volgens de stappen in (Tabel 2.2). Op basis van beide informatiebronnen is vervolgens een selectie van monsterpunten gemaakt van boven- naar benedenstrooms, waarbij steeds is getracht om zoveel mogelijk potentiële slibbronnen te bemonsteren. Van de lijst van mogelijke slibbronnen is 'oeverafkalving' niet expliciet bemonsterd of in kaart gebracht. De reden hiervoor is dat oeverafkalving vaak zeer lokaal van aard is en/of lastig in kaart te brengen is met de data die beschikbaar waren voor deze studie om veldmonsterlocaties te selecteren. De bron 'verweking van de onderliggende waterbodem' is in kaart gebracht door zowel het bovenliggende slib als de onderliggende vaste laag apart te bemonsteren. Voor de andere bronnen is gezocht naar locaties van overstorten, aanpalende landbouwpercelen/zijlopen vanuit een landbouwgebied, bosranden langs de beek en inlaatlocaties van extern water. Voorafgaand aan de bemonstering zijn de geplande locaties aan het waterschap voorgelegd, zodat de selectie getoetst kon worden aan hun gebiedskennis en is advies verkregen ten aanzien van de toegankelijkheid (zowel fysiek als wat betreft eigendom/vergunningen).

TABEL 2.2

Omschrijving van stappen die per stroomgebied zijn uitgevoerd, inclusief de sedimentbron (zie paragraaf 1.2) waarop de analysestap betrekking heeft.

Stap	Omschrijving	Sedimentbron
Watersysteem	In kaart brengen van het stroomgebied van de beek. Waar komt het water in de beek vandaan? Wat zijn de belangrijkste zijlopen/bovenlopen en wordt er gebiedsvreemd water ingelaten? Naast het watersysteem wordt ook het landgebruik, bodemtype en reliëf weergegeven.	
Externe bronnen	In kaart brengen van eventuele externe bronnen van slib, bijvoorbeeld door RWZI's, riooloverstorten of inlaat van gebiedsvreemd (of buitenlands) water.	Extern slib
Detritus	Bepalen in hoeverre detritus via bladval en afgestorven waterplanten een sedimentbron is.	Organisch autigeen slib
IJzerrijke Kwel	In kaart brengen van eventuele ijzerrijke kwel in beek/stroomgebied via beschikbare kwelkaarten en gegevens over het ijzergehalte van het kwelwater. Ook is gekeken naar de aanwezigheid van ijzerafzettingen in de landbodem.	Anorganisch autigeen slib
Winderosie	Bepalen in hoeverre het omringende land gevoelig is voor verstuiving, naar gelang de openheid van het landschap, type gewas en bodemsoort.	Bodemerosie omringende land
Watererosie	Bepalen in hoeverre het omringende land gevoelig is voor oppervlakkige afstroom van regenwater over het land naar de beek, en de bodemerosie die hiermee gemoeid is, naar gelang de kans op piekbuien, het bodemtype, het landgebruik en de helling van het omringende land.	Bodemerosie omringende land

In totaal zijn circa 100 monsters genomen en geanalyseerd. Met behulp van een steekbuis is steeds de bovenste laag van het sediment opgehaald, en is de sliblaag hiervan apart opgevangen van het onderliggende materiaal (visuele beoordeling). Voor de bemonstering van overstorten is er zo goed mogelijk direct benedenstrooms van de overstort bemonsterd, daar waar de locatie voldoende toegankelijk was. De monsters zijn gekoeld overgebracht naar het lab in Utrecht.

Er zijn monsters genomen van:

- landbodem (percelen die gevoelig zijn voor water- en winderosie)
- belangrijke zijlopen
- inlaatpunten
- overstorten
- locaties met ijzerrijke kwel
- locaties met veel bladval of vegetatieophoping

Er zijn geen specifieke oever-bemonsteringen uitgevoerd omdat dit in de praktijk te heterogeen was om representatieve monsterlocaties uit te zoeken.

Er zijn ook OBN-datapunten aan de totale monsterpuntenlijst toegevoegd.

2.2 ANALYSE EN INTERPRETATIE METHODE

2.2.1 Uitgevoerde chemische analyses

De genomen sedimentmonsters zijn in het laboratorium geanalyseerd op:

- Organisch stofprofiel (via TGA analyse)
- Elementenanalyse: hoofdelementen (Al, Fe, Ca, Mg, Mn, etc.), sporen-elementen (Ba, Cu, Zn, etc.) en zeldzame aarde-elementen (Rare Earth Elements REE, ook wel lanthaniden genoemd).

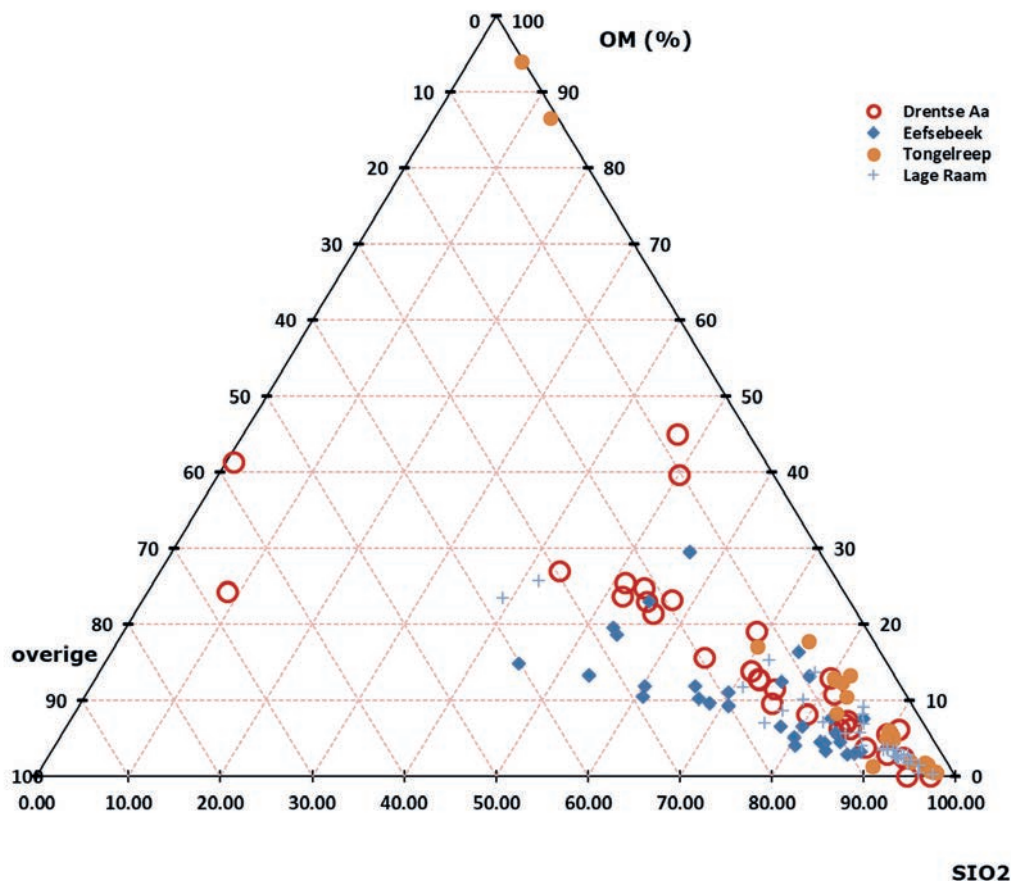
2.2.2 Algemene indruk van de genomen monsters

Er is gestart met het krijgen van een algemene indruk van de genomen monsters. Het driehoeksdiagram (Figuur 2 1) geeft van alle vier de gebieden weer wat de macro-samenstelling van de monsters is. Het grootste deel van de monsters bestaat uit zand aangevuld met organisch materiaal. Veelal is meer dan 70% van het totale monster silica en organisch materiaal, met uitzondering 2 monsters Drentse Aa die bewust gemonsterde ijzerrijke plekken betroffen. Minder dan 30% van het monster bestaat dus uit andere 'klei-gerelateerde' stoffen.

De verzamelde monsters zijn erg heterogeen in karakteristiek. Zowel bodemmonsters als slibmonsters wisselen sterk in de hoeveelheid zand en organisch materiaal dat in het monster aanwezig was. Door te corrigeren voor de aanwezigheid van het organisch materiaal en het zand is er een betere vergelijkingsbasis tussen de monsters. Deze vergelijkingsbasis is essentieel om de invloed van de verschillende bronnen te kunnen bepalen. Silica wordt daarom samen met het organische deel van het materiaal verwijderd uit de waarden van de verschillende elementen-analyses. De overgebleven waarden worden genormaliseerd en gecompenseerd voor een basis-ratio in het betreffende gebied (Figuur 2.2).

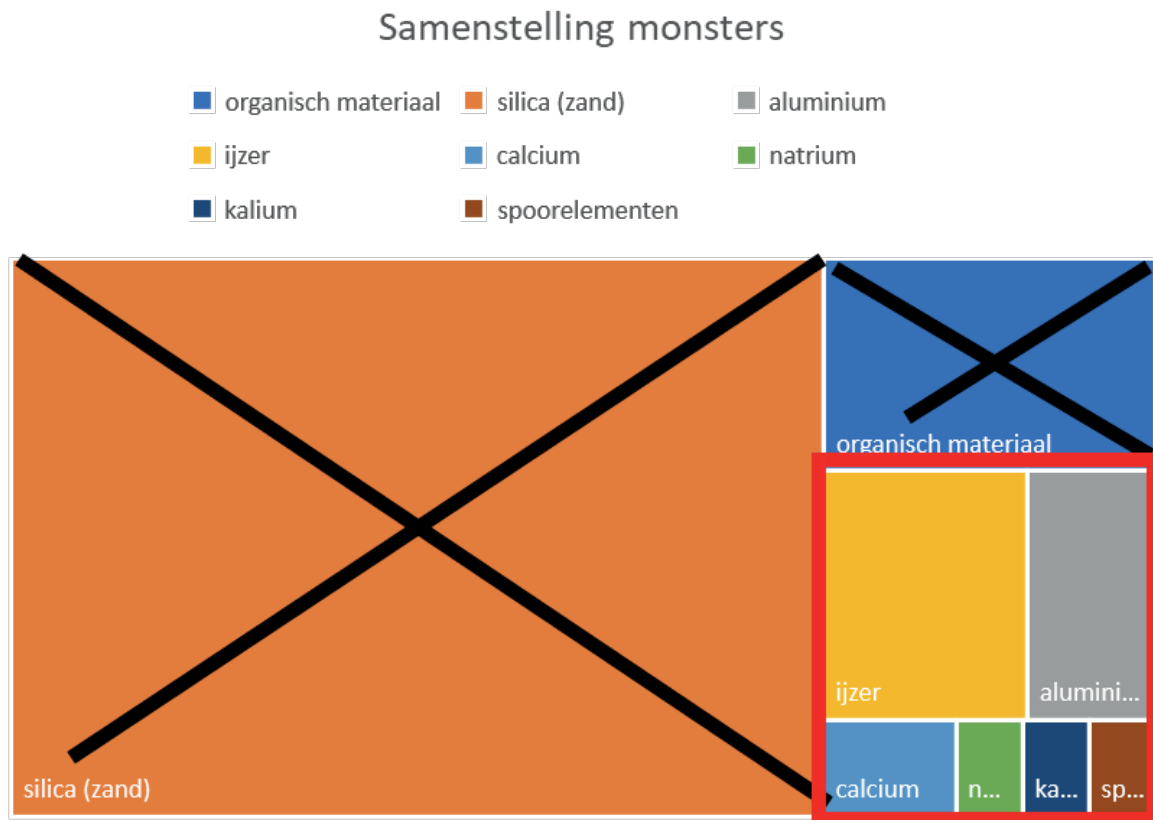
FIGUUR 2.1

Driehoeksdiagram van de hoeveelheid silica, organisch materiaal en overige anorganische stoffen voor alle 4 de beeksystemen.



FIGUUR 2.2

Overzicht van de algemene samenstelling van de monsters en indicatie van het verwijderen van de fracties silica en organisch materiaal voor de elementen-analyses (naast de aparte analyses voor organisch materiaal C:N verhoudingen).



2.2.3 Oorsprong van organisch materiaal

Door specifiek te kijken naar de C:N-verhoudingen in het organisch koolstofprofiel kan een indruk worden verkregen van de oorsprong van het organisch materiaal: oude bladeren van bomen bevatten een hogere C:N ratio dan bijv. algen en recentelijk gevormd organisch materiaal.

Het is de vraag is of er een patroon te vinden is in de Loss of Ignition waarde. Deze geeft aan hoeveel procent organisch materiaal zit er in elk sample. Heeft het slib een significant hogere OM% dan de onderliggende zandbodem, of zijn er afwijkingen in dit percentage voor de inlaten/externe bronnen?

De hypothese is dat het slib een hoger percentage organisch materiaal heeft dan de vaste ondergrond en dat vanuit inlaten/externe bronnen komt ook een hoger percentage organisch materiaal komt, of als het monsterpunt in een bos-locatie ligt. Ook verwachten we in boslocaties dat de C:N verhouding hoger dan in niet-boslocaties door hoeveelheid lignine in het organisch bladafval van bomen.

De te beantwoorden vragen zijn dan:

- Is de C:N verhouding wisselend in de monsters, en is er een relatie met of het monsterlabel slib/vast/inlaat etc.?
- Laat de TGA analyse bij 200 graden een scherpe piek zien die kan duiden op de aanwezigheid van vers organisch materiaal?
- Zijn intensieve landbouwbronnen en overstorten/inlaten te identificeren door een hogere hoeveelheid nutriënten die kan leiden tot snelgroeïende algen en waterplanten met een lagere C:N verhouding dan in bos?

2.2.4 Ratio's van hoofdelementen, sporen-elementen en REE in de anorganische fractie:

Door te kijken naar de anorganische fractie van het monster, waarbij silica (zand) en het organische deel niet worden meegenomen (zie [Figuur 2.4](#)) kan worden gekeken welke elementen afwijkende waarden hebben per locatie. In deze anorganische fractie kijken we specifiek naar ratio's binnen de aparte groepen 'hoofdelementen' 'sporen-elementen' en 'REE'.

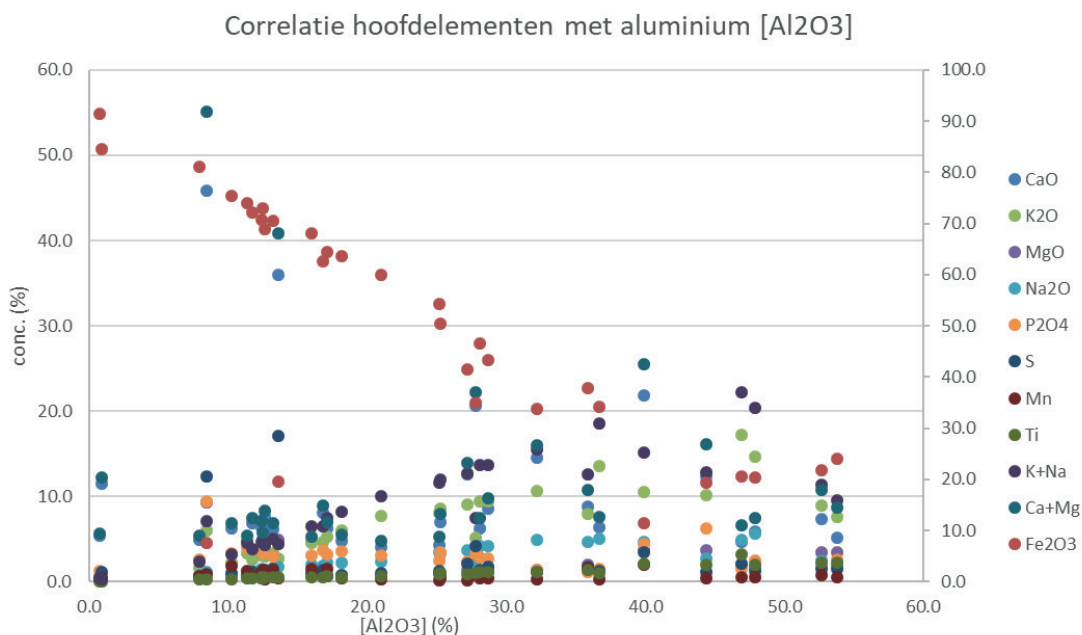
2.2.4.1 Ratio's hoofdelementen

Door te kijken naar de ratio's van de hoofdelementen kan de vraag beantwoord worden of er afwijkingen te vinden zijn die het mogelijk maken dat het slib aan een bepaalde potentiële bron kan worden toegeschreven. De gemeten element samenstellingen voor de hoofdelementen, zijn omgerekend naar de concentratie in de geoxideerde staat. Dit is noodzakelijk om de niet gemeten silicaoxide concentratie te berekenen.

[Figuur 2.3](#) toont voor de monsters van de Drentse Aa dat alle hoofdelementen (vrijwel) lineair toenemen in concentratie met een toename in aluminium. Dit komt omdat hun voorkomen direct gekoppeld is aan het voorkomen van aluminium: ze zijn dus niet onafhankelijk van aluminium. Alleen ijzer is daarop een uitzondering. Als de elementen sterk correleren met aluminium en/of ijzer dan betekent dat dat deze elementen in het klei-mineraal zitten. In het geval van de monsters in dit project betekent een hoge gehalte aan aluminium ook een hoog gehalte van bijna alle elementen. Hierdoor zijn ze dus niet onafhankelijk en heeft het geen toegevoegde waarden ze apart verder te beschouwen.

FIGUUR 2.3

Correlatie tussen het percentage aluminium en de concentratie van de verschillende hoofdelementen voor de Drentse Aa monsters.



2.2.4.2 Ratio's sporen-elementen

De ratio's in de sporen-elementen zijn vooral nuttig om te kijken naar plotselinge afwijkingen in deze ratio's als gevolg van menselijke bronnen (bijv. lokale (oude) zware-metalen vervuiling in bodems of uit inlaten). Het belangrijkste is dat (net als bij de hoofdelementen) het signaal van de sporelementen onafhankelijk moeten zijn van de aluminium concentratie. Correleren deze sterk met Aluminium en of IJzer, dan heeft het geen zin om ze als een aparte groep te behandelen. Ook als sporen-elementen sterk met elkaar correleren, heeft het uitzetten van de correlaties tussen deze sporen- elementen geen zin.

Doel van de analyse van de sporen-elementen is om karakteristieke eigenschappen van een lokale bron in een gebied te herkennen. Een voorbeeld hiervan kan zijn dat bijvoorbeeld in de bodem hele hoge loodconcentratie gemeten worden, wat dan gebruikt kan worden als karakteristieke eigenschap voor de bodem in dat gebied. Als in het slib vervolgens ook een hoge loodconcentratie teruggemeten wordt, ligt het voor de hand dat het slib wordt beïnvloed door deze bodem.

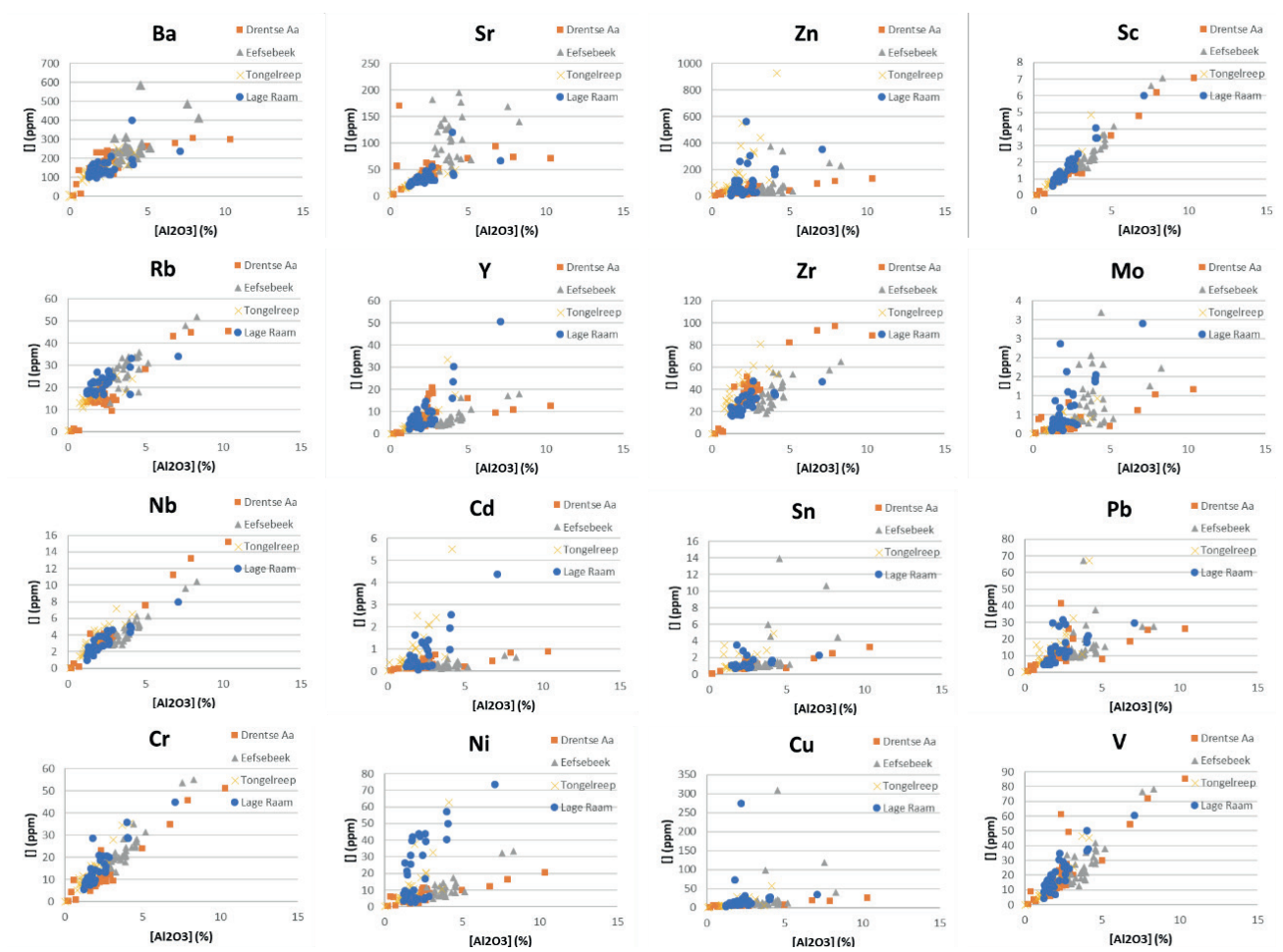
De macrochemische samenstelling van de monsters wordt geplot door specifieke grafieken te maken waarin de ratio van de %Fe/Al/Ca tegen elkaar worden uitgezet voor de verschillende bemonsterde monstertypen:

- Bodem - de landbouwpercelen en droge grond
- Inlaat - locaties direct na een zij-inlaat op de hoofdstroom
- Slib - het bovenste laagje dun slib op een monsterpunt in de hoofdstroom
- Vast - de onderliggende bodem in een monsterpunt in de hoofdstroom.

Slib en Vast zijn dus onderdeel van hetzelfde monsterpunt. Wanneer het slib en de vaste bodem veel op elkaar lijken is dit dus een indicatie dat het slib veelal een 'beek-eigen' bron heeft, en niet direct te koppelen is aan een herkomst van ofwel een inlaat of het droge land bovenstrooms van het betreffende punt.

FIGUUR 2.4

Overzicht van de relaties tussen het percentage Aluminium (Al₂O₃) en de hoeveelheid van verschillende sporenelementen per beeksysteem.



Veel van de gemeten elementen correleren sterk met de gemeten aluminium-concentratie. Dit houdt in dat veel van de variatie in de element-samenstelling verklaard kan worden door een variatie in klei - uitgedrukt door aluminium in het monster. [Figuur 2.4](#) toont een overzicht van de relaties tussen aluminium en verschillende sporen-elementen per beekstelsysteem. Hieruit blijkt dat veel waarden een gemiddelde toename kennen bij een oplopende aluminium concentratie en daarmee dus sterk gecorreleerd zijn aan de hoeveelheid aluminium. In sommige locaties zijn uitschieters te zien, zoals bijvoorbeeld in de hoeveelheid nikkel in de Lage Raam en Tongelreep die beduidend hoger is dan in de Drentse Aa en Eefse beek. In dat geval spreken we van 'vrij' nikkel/lood. Dit betekent dat het niet gebonden is aan aluminium/klei. Hetzelfde geldt ook voor cadmium en zink die in de Lage Raam en Tongelreep hoger is dan in de Drentse Aa en Eefse beek.

2.2.4.3 Ratio's van zeldzame aarde elementen (REE)

De REE-analyse kijkt, net als de andere elementen-analyses ook naar afwijkingen in een algemeen patroon in de waardes die specifiek gekoppeld kan worden aan menselijke vervuiling - zo is antropogeen gadolinium een goede indicator voor rioolwater, omdat het veelal uit uitgescheiden contrastvloeistof van MRI-scans in het water terecht komt. De antropogene gadolinium concentratie is echter voor ~99% opgelost in het water en zal dus niet zichtbaar zijn in de vaste monsters. Specifiek in de Rijn is een tweede indicator zichtbaar, dit is de antropogene lanthaan concentratie. In tegenstelling tot de antropogene gadolinium concentratie is lanthaan voor >95% gebonden aan de vaste fase. Op basis van de aanwezigheid van een antropogene lanthaan anomalie is het mogelijk om de beïnvloeding van de Rijn inzichtelijk te maken. Bij de onderzochte veldgebieden zou de Eefse beek de meest waarschijnlijke locatie zijn, waarin eventueel een antropogene lanthaan anomalie zichtbaar is.

Voor de ratio's van de sporen-elementen en de REE is gekeken of er een algemene trend te zien is die als een gebiedseigen ratio-trend kan worden aangeduid, en of er specifieke locaties zijn die afwijken van deze trend omdat de herkomst van het materiaal anders is.

Bij de interpretatie van de zeldzame aardeelement chemie wordt de gemeten concentratie over een standaard concentratie per element (NASC, North American Shale composit) genormaliseerd. Hiermee is het mogelijk om eventuele afwijkingen (anomalie) van individuele zeldzame aardeelementen ten opzichten van de overige zeldzame aardeelementen te onderscheiden.

▶▶ 3 DRENTSE AA - GASTERENSCHIE DIEP

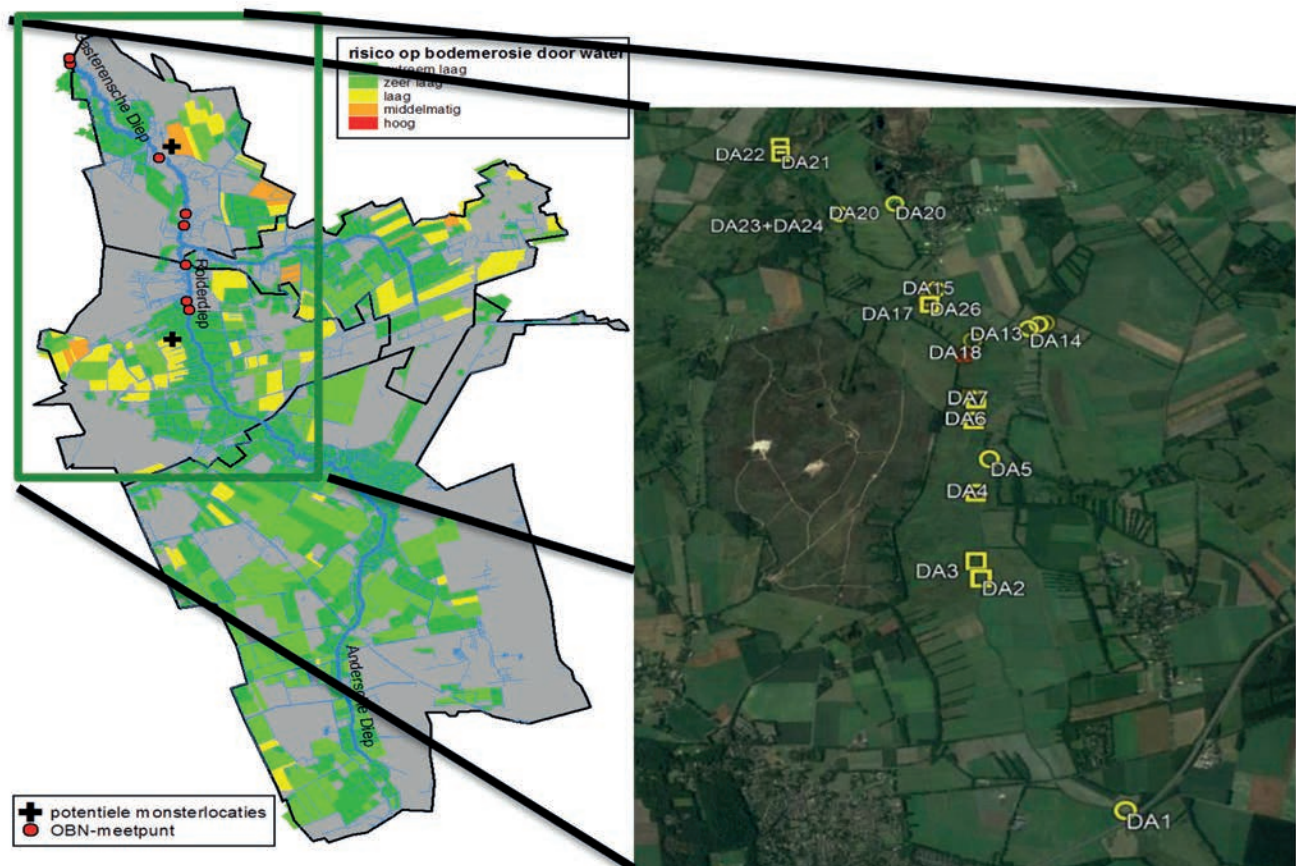
Dit hoofdstuk gaat in op de bemonsteringslocaties in het Rolderdiep en Gasterensche Diep en de resultaten van de analyses specifiek voor dit gebied.

3.1 BEMONSTERINGSLOCATIES

In Figuur 3.1 zijn de bemonsterde locaties op kaart te zien, in [Tabel 3.1](#) zijn de coördinaten en enkele aanvullende gegevens van de individuele monsterpunten weergegeven. In het Rolderdiep en Gasterensche Diep bevinden zich 9 meetpunten uit het OBN-project; op één van deze locaties is alleen vaste bodem bemonsterd omdat er geen sliblaag werd aangetroffen, op de overige 8 locaties vaste bodem en slib. Aanvullend is op 9 andere locaties slib bemonsterd; de locaties die zich direct aan de beek bevinden zijn als inlaat gelabeld, de overige locaties als slib. Er werd geen toestemming verleend om landbouwpercelen te bemonsteren, in plaats daarvan zijn op twee plekken drooggevallen sloten afkomstig uit landbouwgebieden bemonsterd (DA-12b en DA-15b) en een perceel met extensief grasland (DA-18b). De eerste twee monsters zijn weliswaar als 'bodem' opgenomen in de dataset, maar het betreft dus eigenlijk drooggevallen slib. Op één perceel was in een plas ijzerrijk slib aanwezig, en in de directe omgeving fluffy ijzervlokken. Deze beide materialen zijn apart bemonsterd en geanalyseerd (DA-25f en DA-26f). Verder is slib voor een stuw bij een bosgebiedje bemonsterd, en is ter plekke ook bladmateriaal verzameld (DA-20i en DA-20p).

FIGUUR 3.1

Bemonsterde locaties in het Gasterensche Diep gekoppeld aan de bronnenanalyse uit Van Gerven en Massop (2020). Links het risico op bodemerrosie door water als ondergrond-kaart met de benoemde potentiële monsterlocaties uit Van Gerven en Massop, en rechts de uiteindelijke monsterlocaties geplote in Google Earth ingezoomd op het bezochte deel van het totale stroomgebied.



TABEL 3 1

Bemonsterde locaties in het Gasterensche Diep. De locaties zijn van boven- naar benedenstrooms gesorteerd.

Code	X	Y	Type monster	Opmerkingen
DA-1s	241932	556170	slib	Noordzijde N33, begin onderzoekstraject
DA-2s	240901	558092	slib	OBN
DA-2v	240901	558092	vast	OBN
DA-3s	240862	558246	slib	OBN
DA-3v	240862	558246	vast	OBN
DA-4s	240853	558873	slib	OBN
DA-4v	240853	558873	vast	OBN
DA-5i	240957	559186	inlaat	Scheebroekerloopje
DA-6s	240829	559557	slib	OBN
DA-6v	240829	559557	vast	OBN
DA-7s	240845	559760	slib	OBN
DA-7v	240845	559760	vast	OBN
DA-8s	240821	559776	slib	OBN
DA-8v	240821	559776	vast	OBN
DA-18b	240796	560269	bodem	Extensief grasland
DA-19s	240814	560285	slib	Locatie in beek
DA-12b	241396	560540	bodem	In droge sloot voor stuw bij landbouwgebied
DA-13i	241312	560527	inlaat	Bezinkplas
DA-14i	241288	560508	inlaat	Tussen bezinkplas en Gasterensche Diep
DA-17v	240462	560719	vast	OBN
DA-15b	240510	560875	bodem	In droge sloot benedenstrooms van perceel
DA-25f	240489	560849	Fe	IJzerrijk slib op land
DA-26f	240454	560779	Fe	IJzervlokken op land
DA-16s	240506	560744	slib	Locatie in beek
DA-20i	240147	561798	inlaat	Voor stuw bij bosje
DA-20p	240147	561798	plant	Bladmateriaal
DA-23s	239688	561668	slib	Locatie in beek
DA-24i	239688	561668	inlaat	Klein stroompje, op het oog ijzerrijk materiaal
DA-21s	239161	562353	slib	OBN
DA-21v	239161	562353	vast	OBN
DA-22s	239151	562443	slib	OBN
DA-22v	239151	562443	vast	OBN

Iets verder inzoomend op een aantal specifieke locaties zijn de monsters in [figuren 3.2 tm 3.5](#) duidelijker zichtbaar op de luchtfoto's.

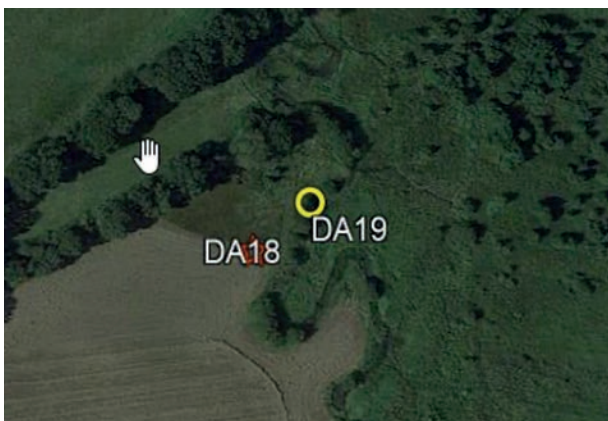
FIGUUR 3.2

DA 12-14 landbouw (Gastersche Holt) en overgroeide slibvang



FIGUUR 3.3

DA 18 extensief grasland.



FIGUUR 3.4

DA 20 sample uit bosgebiedje.



FIGUUR 3.5

Da 15 afstroming perceel; DA25 en DA26 zijn monsters specifiek van ijzerrijk materiaal (foto).



3.2 RESULTATEN VAN DE ANALYSES

3.2.1 Samenstelling organisch materiaal

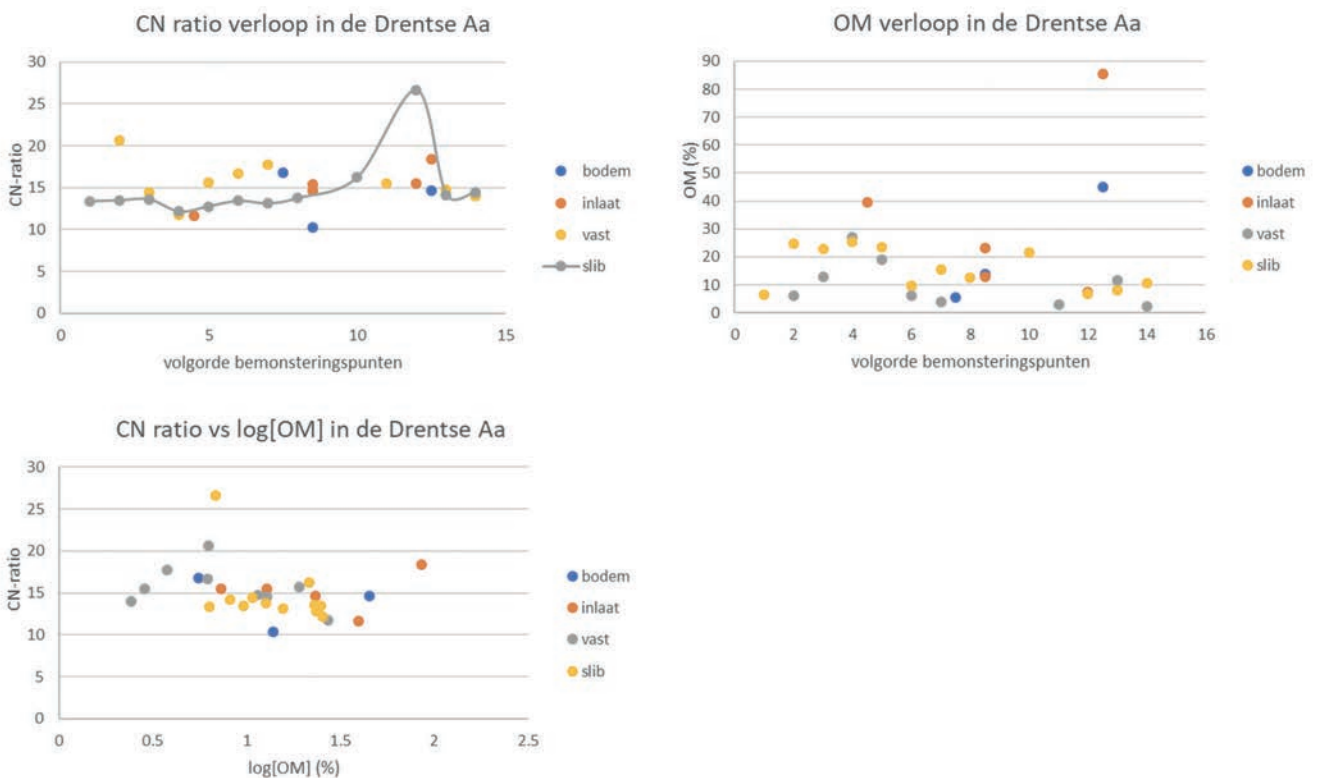
In [Figuur 3.6a](#) is de CN verhouding van de verschillende type monsters in de beek van bovenstrooms naar benedenstrooms weergegeven. De C/N ratio is in het slib in het bovenstroomse deel van het traject gemiddeld iets lager dan in de vaste beekbodem als bron maar niet in de CN ratio van de inlaat monsters. 1 punt springt er in de slib-monsters uit. Dit is een punt waarop bewust bij een bos is gemonsterd en waar dus ook van verwacht kan worden de CN-ratio hoger is.

In [Figuur 3.6b](#) is een overzicht gegeven van het percentage organische stof in de verschillende type monsters in het gebied. De concentratie varieert tussen de 2 (vast) en de 85%. Dit laatste is een punt dat inlaat genoemd is, maar in werkelijkheid het monster van bladafval is, die geen aparte categorie heeft gekregen in de lijst. In het slib varieert het organisch stof percentage tussen de 2 en 30%. In het slib is de variatie tussen de 8 en de 28%. De inlaatmonsters hebben gemiddeld genomen een hogere OM fractie. Het percentage OM is in het begintraject (locaties 1-6) 20-40%. Bij gehalten vanaf 40% is een scherpe piek bij ca. 200°C aanwezig in de TGA-analyse die duidt op vers organisch materiaal. Hierin valt dus duidelijk op dat alleen de bewust bemonsterde plant-locaties een hoger organisch stofgehalte hebben dan de andere monsters, in de [Figuur 3-6](#) zijn deze opgenomen als inlaat monsters. De inlaat- en droge bodem-monsters vanaf de percelen wijken niet opvallend af van de slib- en vaste beekbodem monsters.

In [Figuur 3.6c](#) is te zien dat de er geen sterke correlatie bestaat tussen de OM concentratie en de C-N ratio. Dus wordt het OM niet door transport of afbraak bepaald. De OM concentratie en samenstelling lijkt dan ook vooral lokaal bepaald te zijn.

FIGUUR 3.6

Overzicht van verschillende karakteristieken van organisch materiaal in de Drentse Aa. A. CN ratio verloop van boven- naar benedenstrooms, B. Organische stof% verloop van boven- naar benedenstrooms, C. C-N ratio vs 1/OM, waarmee meer nadruk op de lagere OM% wordt gelegd om te kijken of dat een ander beeld geeft dan de OM concentratie als zodanig.



Samenvattend is te concluderen dat de concentratie van het organisch materiaal van het slib erg locatie-afhankelijk is en niet terug te voeren is op nabije bovenstroomse punten van mogelijke bronnen. Organisch materiaal lijkt dus dicht bij de bron te blijven liggen. Er is geen toename te zien in de lengterichting van de beek. Wel zien we dat het organisch materiaal in het slib in de beek over het algemeen van recente aard is, wat is terug te zien aan de lage C/N ratio's. Een aantal monsters van de vaste bodem hebben ook een relatief laag C/N ratio, maar mogelijk is het onderscheid tussen vaste bodem en slib in deze monsters niet goed mogelijk gebleken.

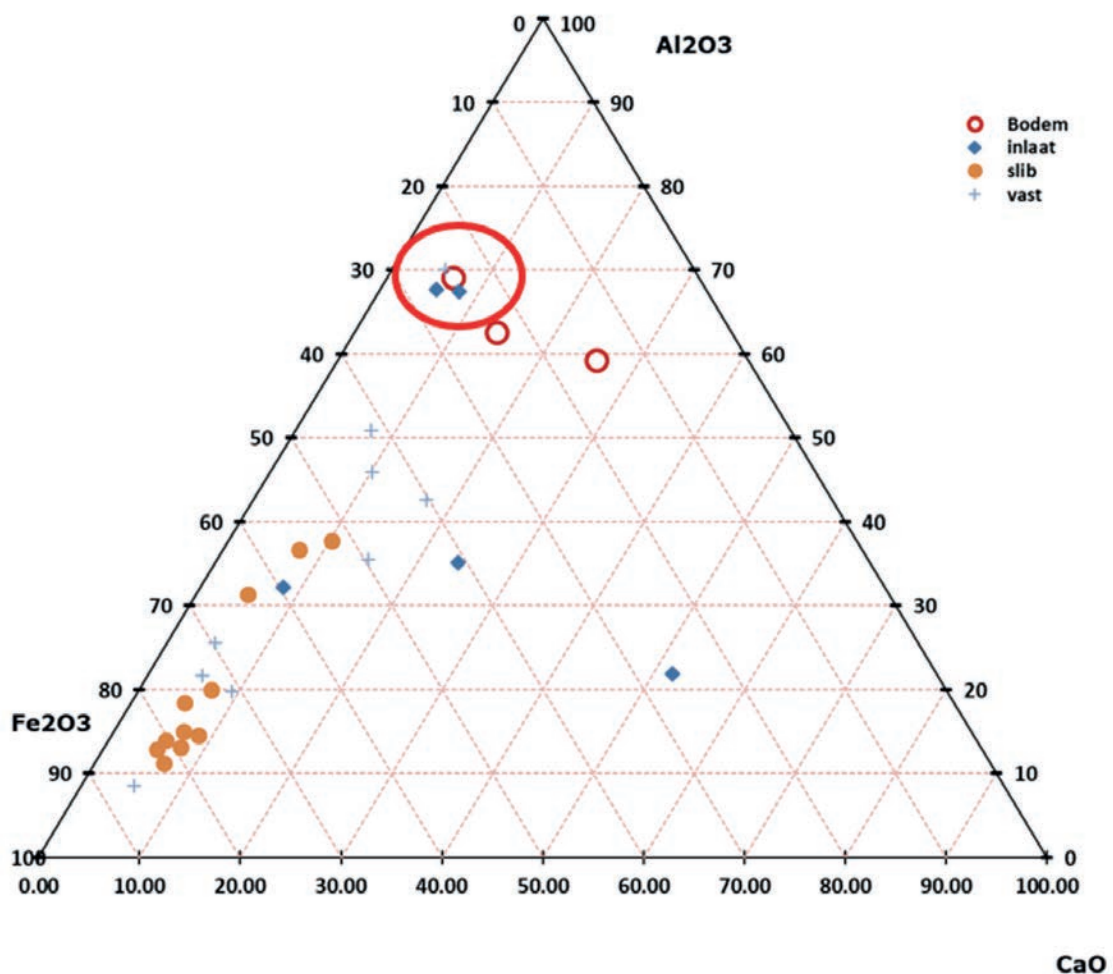
3.2.2 Hoofdelementen analyse

Uit [Figuur 3.7](#) blijkt dat de slibmonsters grote gelijkenis vertonen met de monsters van de onderliggende vaste bodems. De landbouwbodems hebben een duidelijk andere karakteristiek met een lagere ijzerconcentratie en een hogere calciumratio, maar deze karakteristiek is in de beekmonsters zelf niet duidelijk terug te vinden. Van de verschillende inlaatmonsters zijn er 2 afwijkend van zowel de bodem als slibmonsters. Dit betreft de monsters bij stuw KST-A-20850 bij een bosje/plas met slib en blad en de inlaat van het Scheebroekerloopje.

De rode cirkel geeft monsters van het landbouwgebied weer, met de daarnaast liggende slibvangen (inlaatlocaties). Geografisch en op basis van deze driehoeksdiagram zijn deze identiek. Dit geeft vertrouwen in de waarde van deze grafiek.

FIGUUR 3.7

Verhouding tussen ratio's Fe,Ca en Al in de Drentse Aa. Rode cirkel is bij de stuw tussen de hoofdbeek en het landbouwgebied



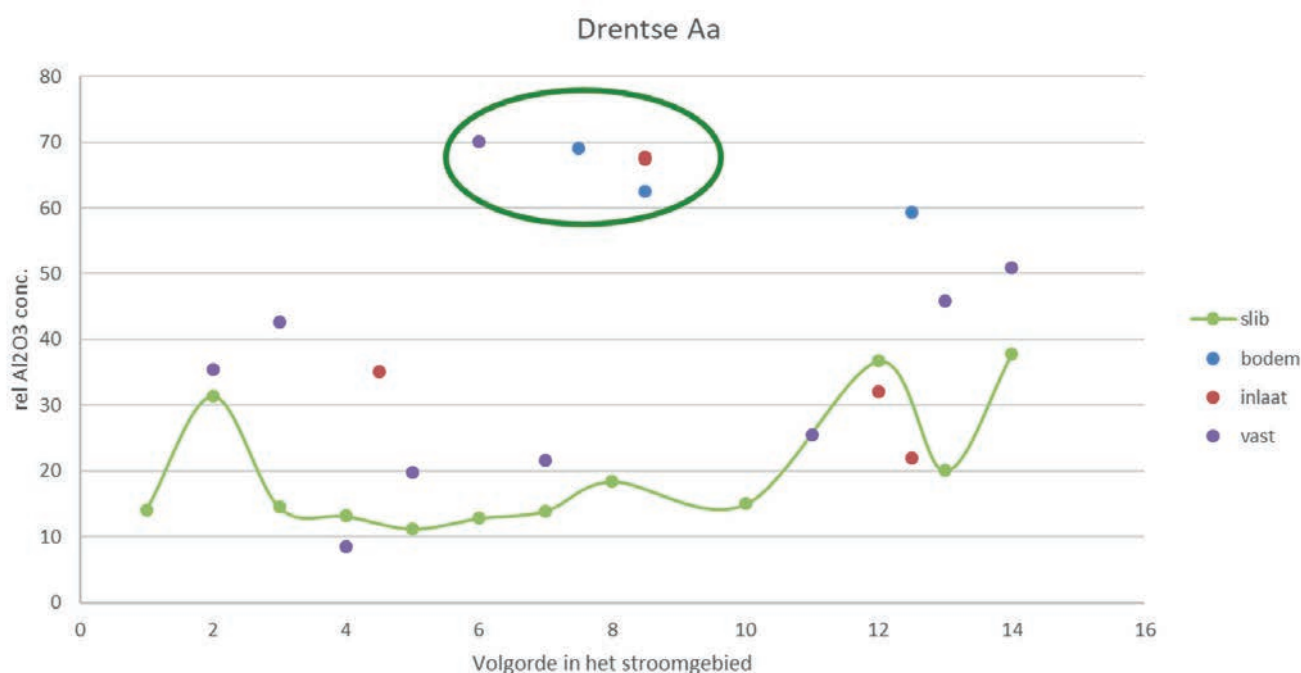
Fe_2O_3 is dominant in het slib, in de genomen bodemmonsters is aluminium veel dominantier. De bemonsterde droge landbouwbodems lijken dus geen dominante bron voor het slib in de beek te zijn. De inlaten hebben een hogere calciumfractie, of zijn overeenkomstig met de bodemeigenschappen en dus ook geen significante bron van het slib.

De monsters met het label 'vast' (dus de vaste beekbodem onder het slibmonster) heeft veel overeenkomstige eigenschappen met het slib, zoals de hoge relatieve concentratie ijzer. Het slib moet dus of door verwerking van het vaste materiaal uit de beekbodem of door een overeenkomstige diagenese gevormd worden. IJzerrijke kwel komt in het gebied voor, dus ijzernerslag uit het grondwater dat in de vaste monsters neerslaat en eventueel doorstroomt naar de slib fractie kan niet worden uitgesloten.

In **Figuur 3.9** is duidelijk te zien dat het Gasterense Holt als zij-instroom naar de hoofdloop een hogere Aluminium concentratie heeft dan de hoofdloop. Dit deel van het gebied lijkt dan ook van een klei-rijkere natuur dan de hoofdloop. Echter, in de hoofdloop is dit karakteristiek benedenstrooms van het Gasterense Holt niet duidelijk terug te vinden, wat duidt op een duidelijke verdunning van materiaal van deze instroom in de hoofdloop tot een gemiddelde waarde. Daarnaast is het gebied van et Gasterense Holt in hectares relatief klein ten opzichte van het bovenstroomse gebied van de hoofdloop in hectares, wat ook bij kan dragen aan het feit dat dit een beperkte doorwerking heeft in de hoofdloop.

FIGUUR 3.9

Relatieve concentratie aluminium langs de beek van bovenstrooms naar benedenstrooms. In de groene cirkel de bemonsterde bodems in het Gasterense Holt.

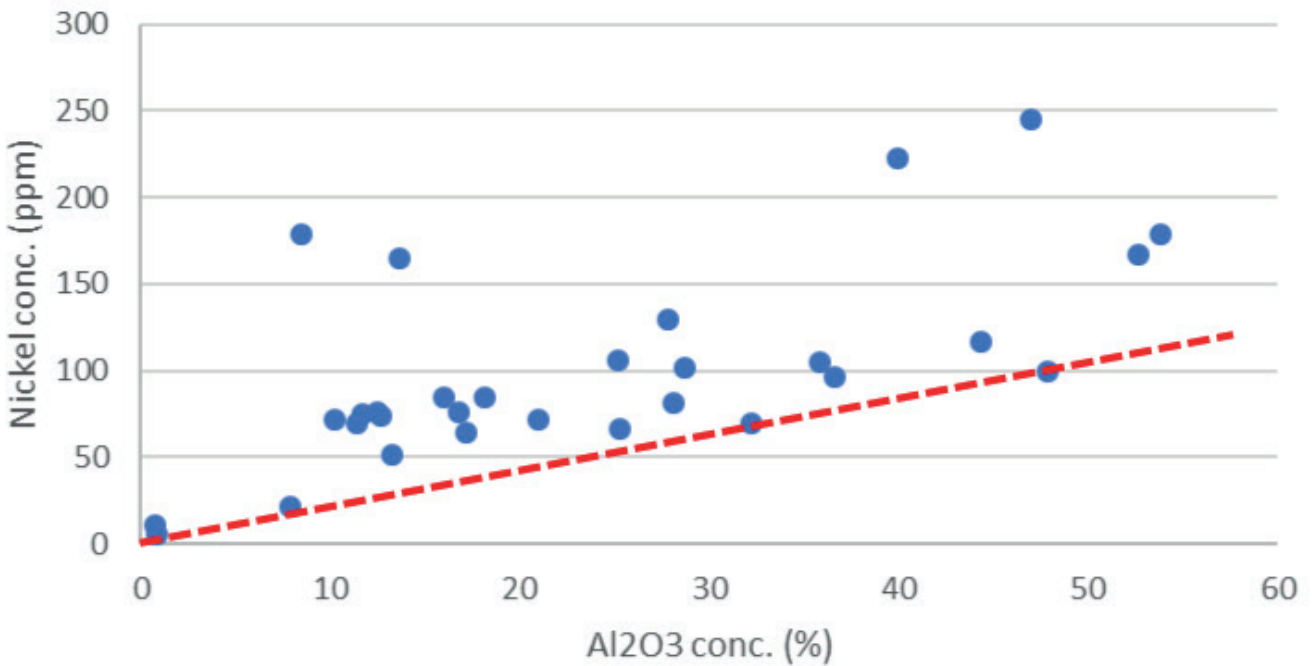


3.2.3 Sporen-elementen analyse

Veel van de sporen-elementen correleren sterk met een van de hoofdelementen, vooral aluminium correleert sterk met de sporen-elementen. Dit maakt de sporenelementen-concentratie direct afhankelijk van de aluminium-concentratie en ze zijn daarmee niet direct te gebruiken om op een onafhankelijke manier een bron herleiding te kunnen doen. Een aantal elementen kunnen gecorrigeerd worden voor de aluminium gebonden concentratie. **Figuur 3.10** laat een correlatie zien tussen aluminium en nikkel in de Drentse Aa.

FIGUUR 3.10

Nikkel concentratie uitgezet tegen de aluminium concentratie voor de Drentse Aa.



Het is dan mogelijk om de nikkel concentratie te corrigeren voor de klei-gebonden nikkelconcentratie. De formule hiervoor is

$$Ni_{\text{vrij}} = Ni_{\text{gemeten}} - A * [Al]$$

Waarin:

- Ni_{vrij} = de “vrije” nikkel concentratie
- Ni_{gemeten} = de gemeten nikkelconcentratie
- A = correlatie factor tussen aluminium en nikkel
- $[Al]$ = gemeten aluminium concentratie

Door deze correctie door te voeren worden de nikkel-concentraties onafhankelijk van de aluminium-concentraties. Dit maakt het een onafhankelijke parameter die onafhankelijk ingezet kan worden om bronnen te herleiden. Dit kan voor een aantal elementen gedaan worden, maar blijft altijd een gebiedsafhankelijke correlatie.

De vraag nu is of een bepaalde potentiële bron voor het slib (bv bodem, vast, inlaat) gelinkt kan worden aan een specifieke “vrije” bron van een gecorrigeerd element. In het voorbeeld van [Figuur 3.10](#) is het verhoogd “vrij” nikkel is geen specifieke eigenschap van bodem, vast of inlaat.

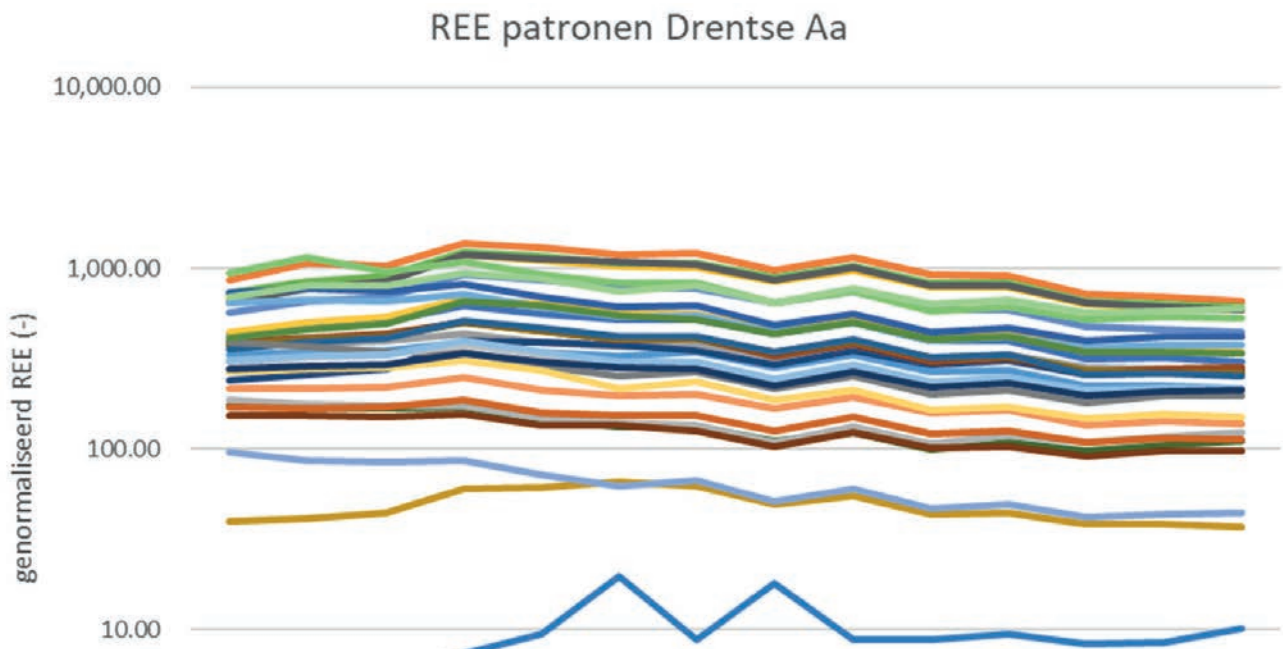
Voor de Drentse Aa blijkt het nikkel lokaal binnen normale waarden voor te komen, en tegelijkertijd zich niet in extreem hoge waardes vanuit een bepaalde bron te verspreiden.

3.2.4 REE analyse

Figuur 3.11 toont de patronen in zeldzame aardelement voor de Drentse Aa. Er zijn geen duidelijke afwijkingen in de patronen te vinden. De blauwe lijn die ver onder de rest ligt betreft een monster van bladafval, wat logischerwijs een ander karakteristiek heeft dan 'echt slib'.

FIGUUR 3.11

Patroon van de verschillende zeldzame aardelementen in de Drentse Aa, waarin elke lijn een ander monsterpunt is.



3.2.5 Samenvattende conclusies beekstroom

In de Drentse Aa zijn de meeste slibmonsters zeer vergelijkbaar met de monsters van de vaste beekbodem. Het Gasterense Holt is als zij-loop duidelijk anders dan de hoofdloop, maar in de hoofdloop zijn deze karakteristieken benedenstrooms van het Gasterense Holt niet zichtbaar. Daarmee is de invloed van dit zijgebied op het slib in de hoofdloop beperkt. Er zijn geen duidelijke individuele bronnen anders dan de hoofdloop zelf aan te wijzen op basis van de verschillende analyses.

▶▶ 4 EEFSE BEEK

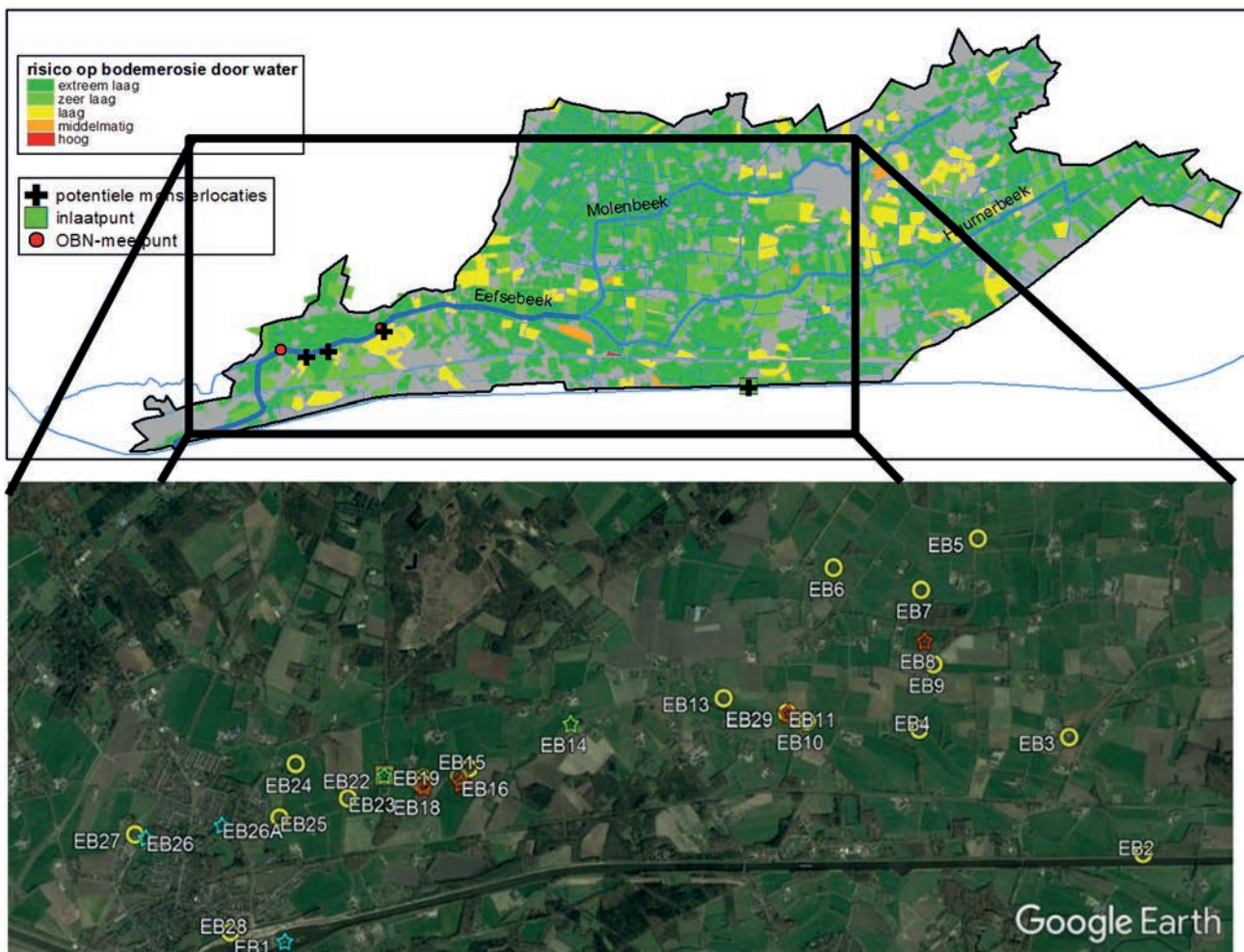
Dit hoofdstuk gaat in op de bemonsteringslocaties in de Eefse Beek, waarbij ook de inlaat en waterkwaliteit van het Twentekanaal is beschouwd en geeft de resultaten van de analyses specifiek voor dit gebied.

4.1 BEMONSTERINGSLOCATIES

In [Figuur 4.1](#) zijn de bemonsterde locaties op kaart te zien, in [Tabel 4.1](#) zijn de coördinaten en enkele aanvullende gegevens weergegeven. In de Eefse Beek bevinden zich 2 meetpunten uit het OBN-project; op één van deze locaties is alleen vegetatie bemonsterd, op de andere locatie vaste bodem en slib. Aanvullend is op 24 andere locaties slib bemonsterd; de locaties die zich direct in de watergang bevinden zijn als slib gelabeld, de overige locaties als bodem. De eerste twee monsters zijn afkomstig van het Twentekanaal (EB1 voor zwevend stof en EB2 nabij de inlaat van het Twentekanaal). De bovenlopen van de Molenbeek en de Huurnerbeek zijn ook apart bemonsterd (EB3 en EB5) en er zijn op basis van luchtfotos 4 andere zijwatergangen (perceelstoten) en aangrenzende percelen bemonsterd. Er zijn tevens 2 overstorten in Eefde en 2 vegetatiemonsters (waterplanten) genomen.

FIGUUR 4.1

Bemonsterde locaties in de Eefse Beek gekoppeld aan de bronnenanalyse uit Van Gerven en Massop, 2020. Boven het risico op bodemerrosie door water als ondergrond-kaart met de benoemde potentiële monsterlocaties uit Van Gerven en Massop, en onder de uiteindelijke monsterlocaties geplott in Google Earth ingezoomd op het bezochte deel van het totale stroomgebied.



TABEL 4.1

Bemonsterde locaties in de Eefse Beek. De locaties zijn van boven- naar benedenstrooms gesorteerd behalve EB1, waarvan de monstermateriaal va RWS hebben ontvangen).

EB-1ai	inlaat	ZS Twentekanaal
EB-1bi	inlaat	ZS Twentekanaal
EB-2i	inlaat	Stuw ST84620014, ZS Twentekanaal zichtb
EB-3i	inlaat	Stuw ST84610115, materiaal vanuit Huurn
EB-4i	inlaat	zijwatergang die op lufo maart 2019 een t
EB-5i	inlaat	Stuw ST84630066 (materiaal bovenloop M
EB-6i	inlaat	perceelsloot opvallend oranje roestkleur
EB-7i	inlaat	grote zijwatergang, relatief helder water
EB-8b	bodem	nat perceel
EB-9i	inlaat	Molenbeek traject opvallend troebel op l
EB-10s	slib	Stuw ST84650003, begin Eefse Beek
EB-11b	bodem	nat perceel
EB-29i	inlaat	Klein slootje bij EB11
EB-13s	slib	beeklocatie EB11+EB12
EB-14p	plant	vegetatie OBN 2
EB-15s	slib	Stuw ST84650032 (voor perceel 1 en 2)
EB-16b	bodem	nat perceel, lage deel bemonsteren, op
EB-17i	inlaat	Zijsloot bij perceel2
EB-18b	bodem	nat perceel, lage deel bemonsteren, op
EB-19i	inlaat	Stuw ST84650038 bij perceel1
EB-20i	inlaat	Stuw ST84650037 perceel overzijde Eef
EB-21s	slib	Hoofdloop benedenstroom perceel 1 e
EB-22s	slib	OBN 1
EB-22v	vast	OBN 1
EB-22p	plant	vegetatie OBN 1
EB-23s	slib	Splitsing Eefse Beek richting Eefde
EB-24s	slib	Afwatering gebiedje ten noorden van E
EB-25s	slib	Stuw ST84720002, voor Eefde
EB-26Ao	overstort	Overstort in Eefde (in woonwijk)
EB-26o	overstort	Overstort in Eefde (bij einde dorp)
EB-27s	slib	Stuw ST84720014 voorbij Eefde en na 4 ov
EB-28s	slib	Einde Eefse Beek (voor gemaal)

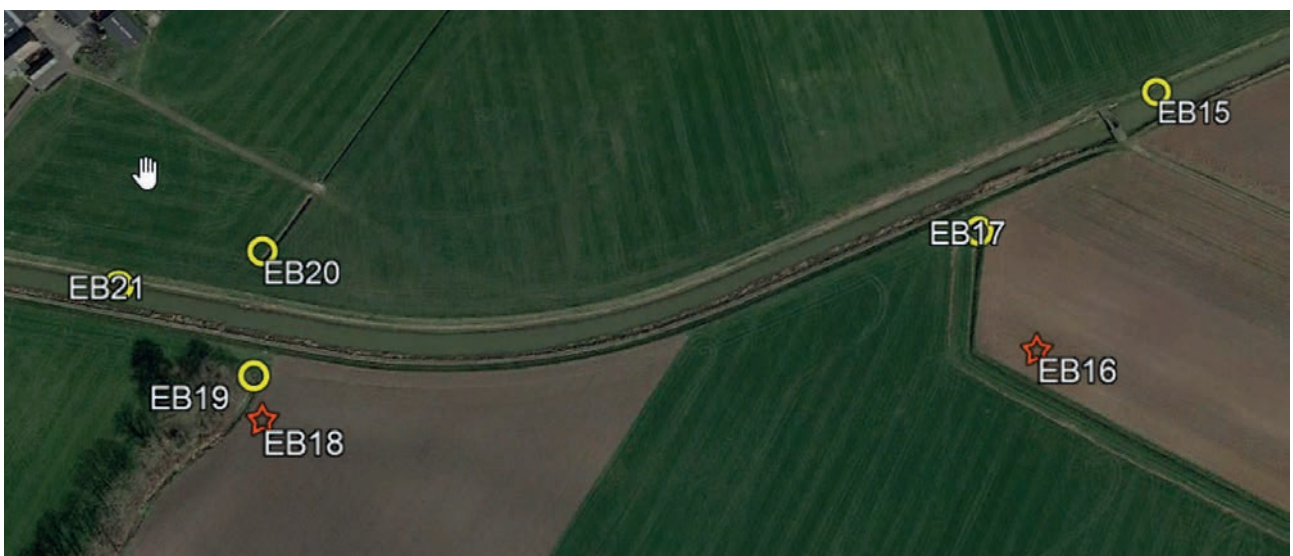
FIGUUR 4.2

Ingezoomd op enkele locaties, waarbij de rode ster een droog bodem monster op een perceel weergeeft.



FIGUUR 4.3

Ingezoomd op enkele locaties, waarbij de rode ster een droog bodem monster op een perceel weergeeft.



FIGUUR 4.4

Ingezoomd op enkele locaties nabij Eefde, waarbij de blauwe ster een externe bron weergeeft.



4.2 RESULTATEN VAN DE ANALYSES

4.2.1 Samenstelling organisch materiaal

In [Figuur 4.5A](#) is de CN verhouding van de verschillende type monsters in de beek van bovenstrooms naar benedenstrooms weergegeven. De C/N ratio is in verschillende monsters van inlaatpunten lager dan 10, wat duidt op recent organisch materiaal of mogelijke (kunst-)mest. In de slibmonsters is de CN verhouding iets hoger. Dit kan duiden op de aanvullende aanwezigheid van moeilijker afbreekbaar of ouder materiaal in de benedenstroomse punten.

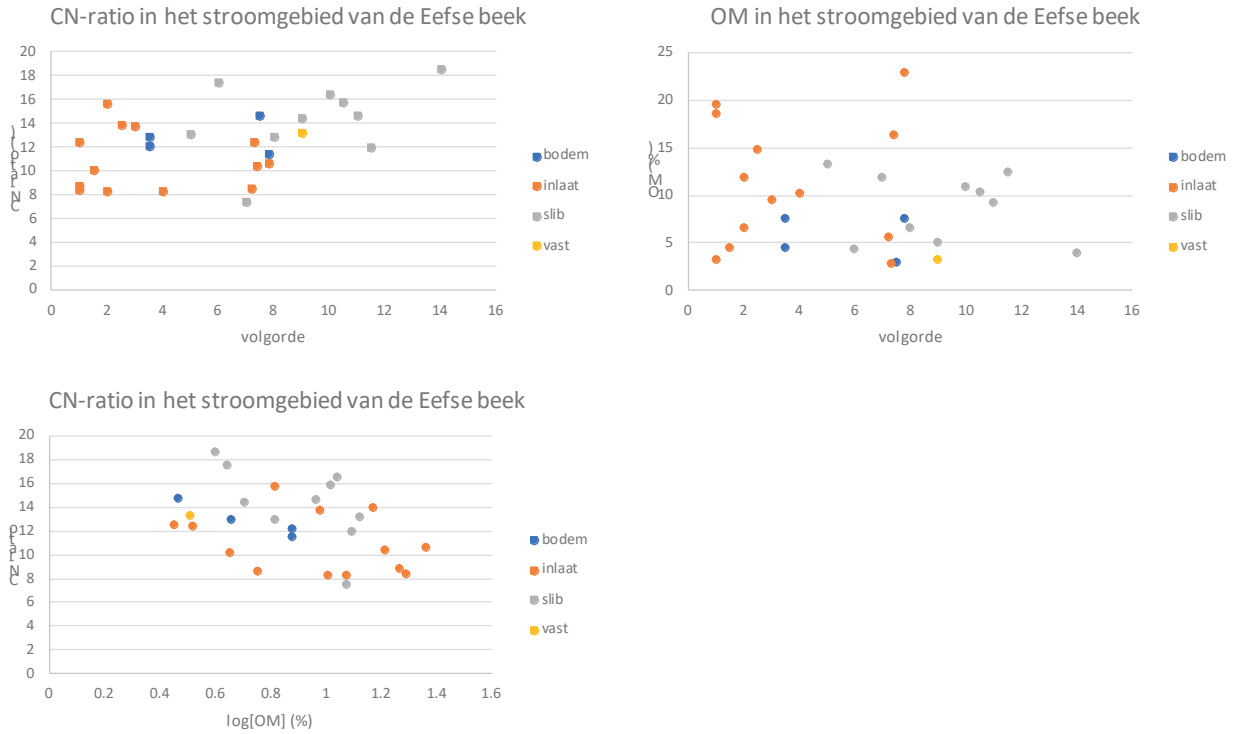
In [Figuur 4.5B](#) is een overzicht gegeven van het percentage organische stof in de verschillende type monsters in het gebied. De concentratie varieert tussen de 4%(vast) en de 24%. Er is geen bron met een typisch hogere of lagere OM%.

In [Figuur 4.5C](#) is te zien dat er geen sterke correlatie bestaat tussen de OM concentratie en de C-N ratio, dus dat afbraak geen dominante factor voor het organisch stof gehalte is. Als lage organisch stofgehalten voornamelijk het gevolg waren geweest van afbraak, dan dan was in [Figuur 4.5C](#) een positieve correlatie te verwachten.

Let op dat in deze figuren de bron 'inlaat' mogelijk enigszins vertekend is omdat het Twentekanaal en de Molenbeek ook als 'inlaat' worden gezien en niet apart zijn gelabeld als 'bovenstroomse' input naar de beek. Daardoor lijken er aan het begin van het traject veel inlaten te zijn, ten opzichte van slibmonsters.

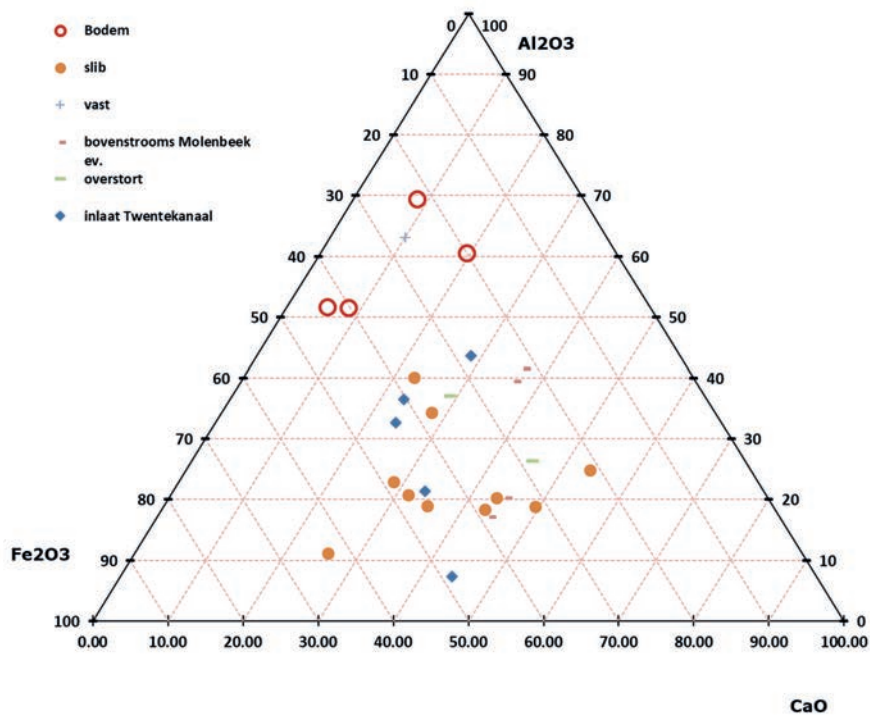
FIGUUR 4.5

Overzicht van verschillende karakteristieken van organisch materiaal in de Eefse Beek. A. CN ratio verloop van boven- naar benedenstrooms, B. Organische stof% verloop van boven- naar benedenstrooms, C. CN ratio vs log(OM).



FIGUUR 4.6

Verhouding tussen ratio's Fe_2O_3 , CaO en Al_2O_3 in de Eefse beek.



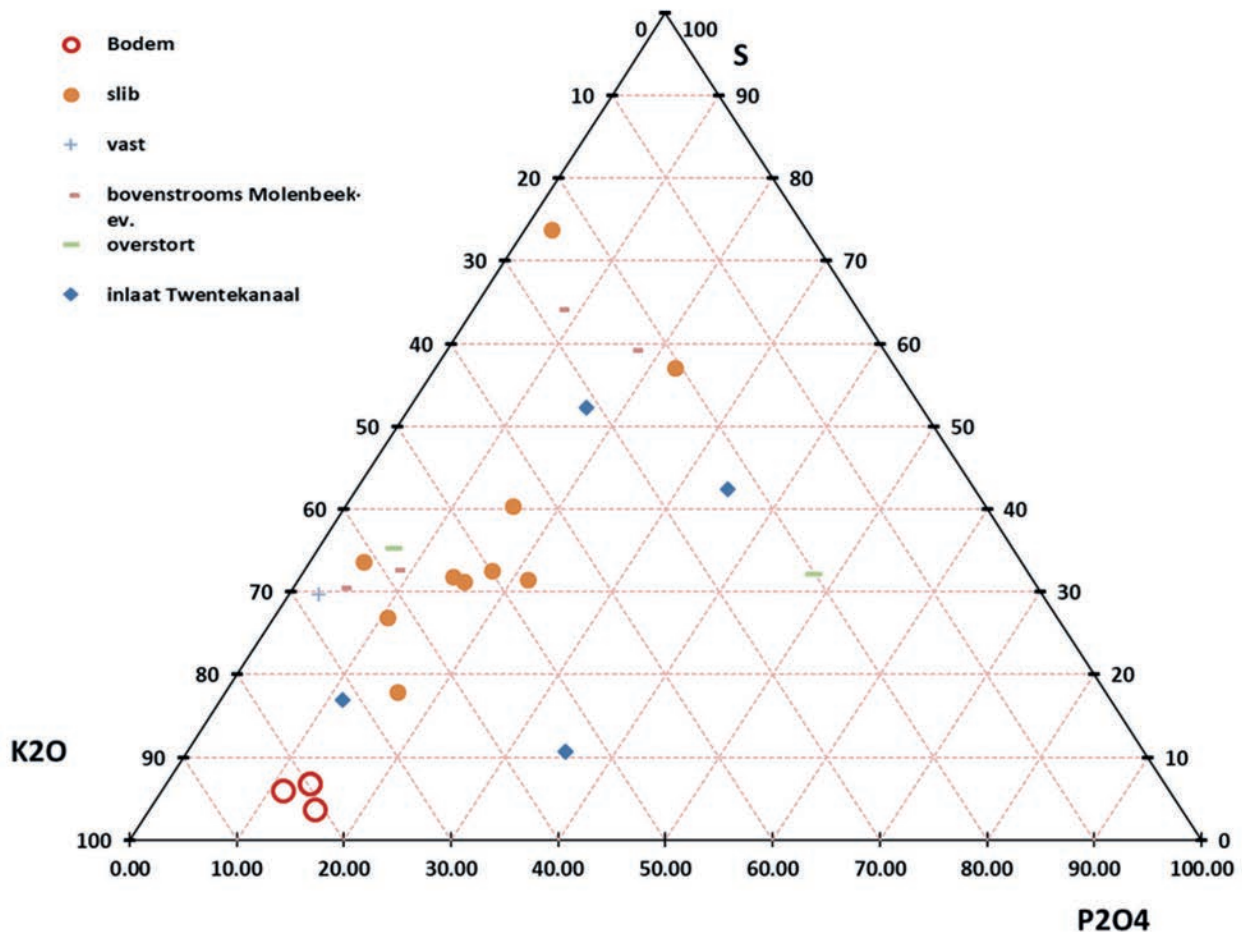
4.2.2 Hoofdelementen analyse

Figuur 4.6 toont de verhouding tussen de ratio's Fe_2O_3 , CaO en Al_2O_3 in de Eefse beek. Slib heeft een meer overeenkomstige samenstelling met de inlaatmonsters en de overstorten, en wijkt sterk af van de bodem- en vaste monsters. Zowel het Twentekanaal als de Molenbeek (beiden gelabeld als inlaat) hebben overeenkomstige macro samenstelling als het slib in de rest van de beek met vergelijkbare concentraties Ca , Al en Fe . De vaste beekbodem en de droge perceel-bodemmonsters hebben een hogere relatieve bijdrage van aluminium dan het slib in de beek.

Aangezien er is bemonsterd bij de overstorten geografisch benedenstrooms liggen (in het dorp Eefde) kunnen we alleen conclusies over deze overstorten is de beïnvloeding eerder andersom, dat de beïnvloeding van het overstorten van rioolwater op de bodemsamenstelling relatief beperkt is, maar dat de Eefsebeek zelf dominantier is in de karakteristieken van de beek. In Laren liggen ook overstorten die op de beek lozen, dus die overstorten zouden wel een groter deel van de beek kunnen beïnvloeden.

FIGUUR 4.7

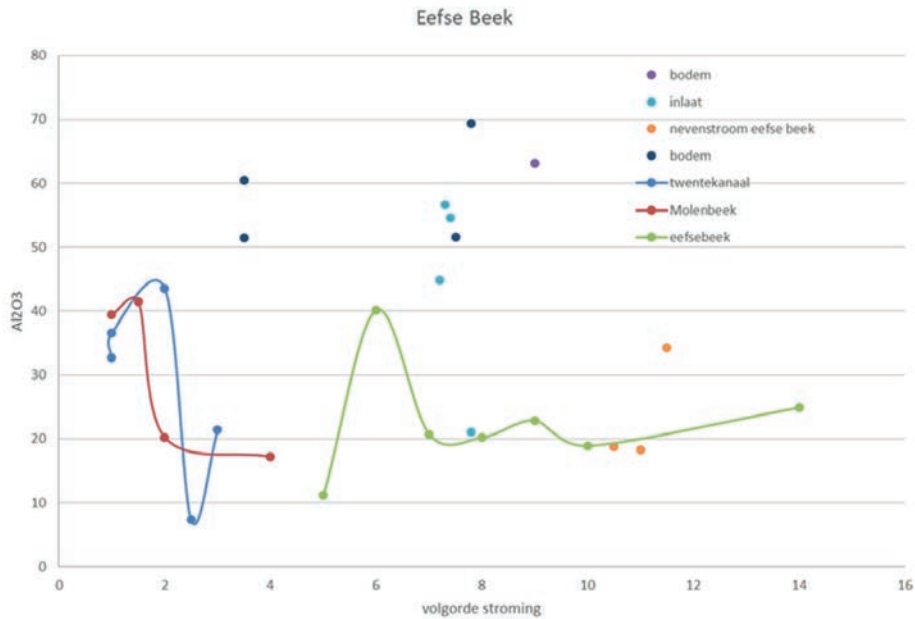
Verhouding tussen de ratio's P_2O_4 , K_2O en S in de Eefse beek.



Aanvullend op de $Fe/Al/Ca$ ratios is er in Figuur 4.7 ook gekeken naar de ratio's Kalium, fosfaat en zwavel. Door K_2O zwavel en P_2O_4 tegen elkaar uit te zetten wordt een aanvullend beeld gegeven of de macro-elementen een duidelijke bron-identificatie kunnen zijn. Ook deze macro elementen laten zien dat de signatuur van droge landbouwbodems sterk afwijkt van de slib samenstelling. De overeenkomsten tussen het slib en de inlaten molenbeek/Twentekanaal is minder duidelijk te zien. De overige macroelementen correleren met aluminium en zijn daarmee niet onafhankelijk.

FIGUUR 4.8

Relatieve concentratie aluminium langs de beek van bovenstrooms naar benedenstrooms.



Figuur 4.8 laat zien dat de inlaten Twentekanaal en Molenbeek een overeenkomstige relatieve aluminium concentratie hebben als de Eefse beek zelf. De bodemmonsters hebben een hogere relatieve aluminium concentratie.

4.2.3 Sporen-elementen analyse

De sporen-elementen zijn niet onafhankelijk van de hoofdelementen in de Eefse beek (zie ook Figuur 2.4), en daarom zijn deze niet verder geanalyseerd.

4.2.4 REE analyse

Figuur 4.9 laat zien dat er geen goed onderscheidbare eigenschappen in de REE patronen in de Eefse beek die gebruikt kunnen worden om verschillende bronnen te onderscheiden. De genormaliseerde REE som correleert met de Aluminium concentratie in het monster. Er was verwacht dat er vanuit de inlaat van het Twentekanaal een afwijking te zien zou zijn in dit patroon, omdat het Rijnwater deze afwijking in de opgeloste fase met zich meeneemt. Echter, het blijkt dat dit in de slibbemonstering niet meer terug te zien is. Het zou kunnen zijn dat deze anomalie niet goed te zien is omdat er niet naar het zwevend stof in het inlaatwater is gekeken, maar alleen naar slib op de bodem. Het ingelaten water levert daarmee geen significante bron van slib naar het beekstelsel.

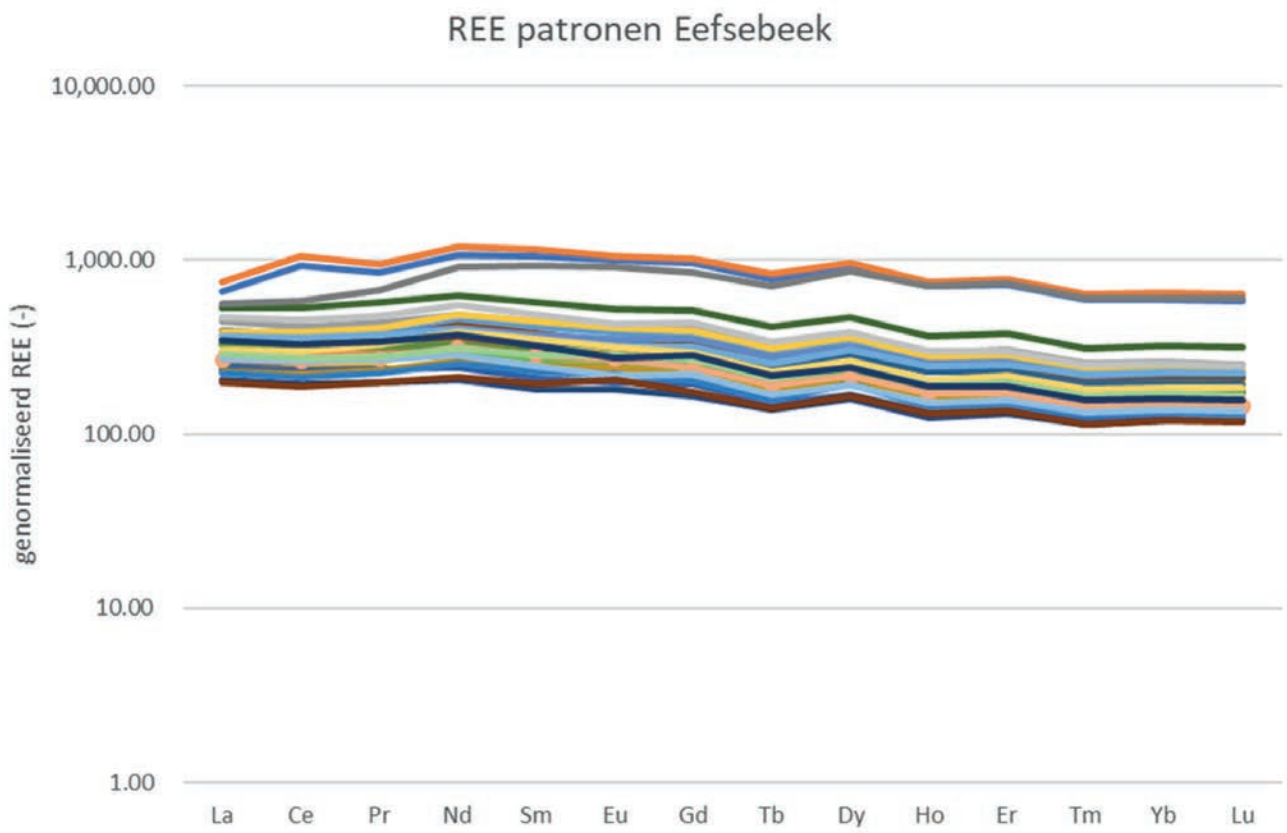
4.2.5 Samenvattende conclusies beekstelsel

Op basis van de macro chemische samenstelling is het mogelijk om droge landbouwbodems, vast beekbodems en inlaat te onderscheiden. Op basis hiervan is het mogelijk om vast te stellen dat de dominante bron van het slib het Twentekanaal en de Molenbeek is.

Het is wel opmerkelijk dat de eerste locaties van zowel het Twentekanaal als voor de Molenbeek afwijken van het algemene patroon. Een verklaring hiervoor zou zijn dat de klei dominant sedimenteert, of dat de karakteristieken na inlaat veranderen door verdere lokale beïnvloeding.

FIGUUR 4.9

Patroon van de verschillende zeldzame aardelementen in de Eefse beek, waarin elke lijn een ander monsterpunt is.



►► 5 LAGE RAAM

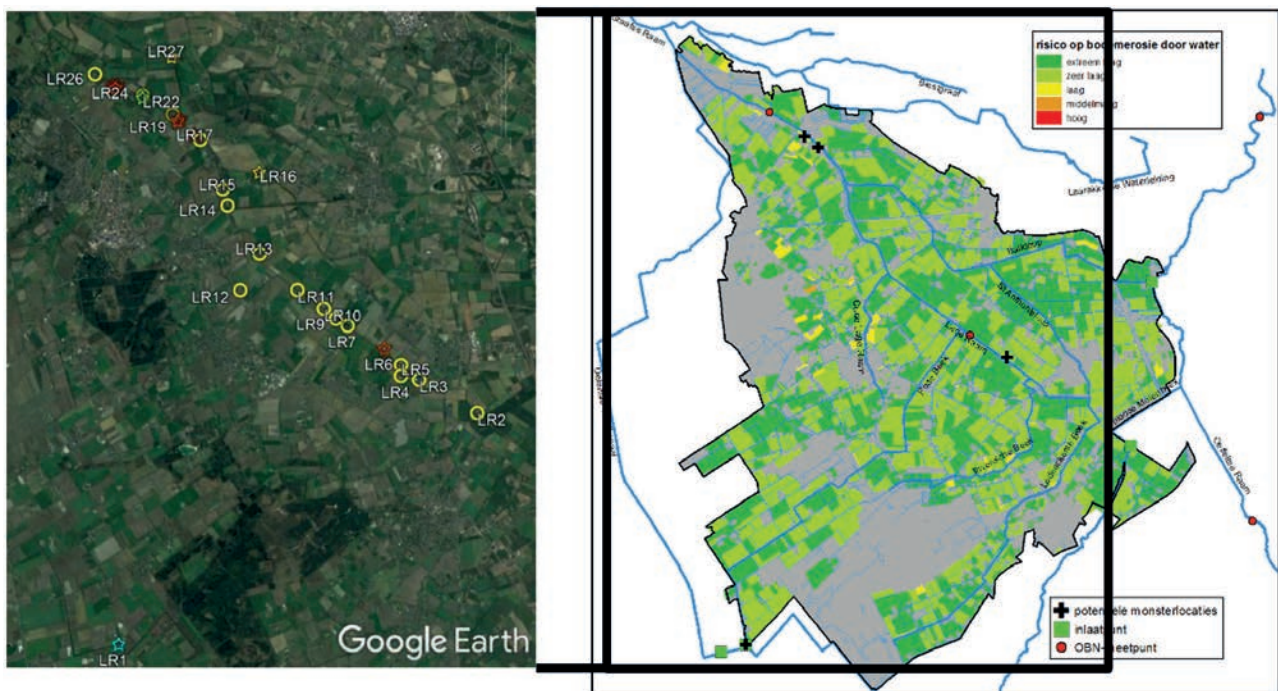
Dit hoofdstuk gaat in op de bemonsteringslocaties in de Lage Raam en de resultaten van de analyses specifiek voor dit gebied.

5.1 BEMONSTERINGSLOCATIES

In [Figuur 5.1](#) zijn de bemonsterde locaties op kaart te zien, in [Tabel 5.1](#) zijn de coördinaten en enkele aanvullende gegevens weergegeven. In de Lage Raam bevinden zich 2 meetpunten uit het OBN-project; Aanvullend is op 25 andere locaties slib bemonsterd.

FIGUUR 5.1

Bemonsterde locaties in het de Lage Raam gekoppeld aan de bronnenanalyse uit Van Gerven en Massop, 2020. Rechts het risico op bodemerosie door water als ondergrond-kaart met de benoemde potentiële monsterlocaties uit Van Gerven en Massop, en links de uiteindelijke monsterlocaties geplote in Google Earth ingezoomd op het bezochte deel van het totale stroomgebied.



TABEL 5.1

Bemonsterde locaties in de Lage Raam. De locaties zijn van boven- naar benedenstrooms gesorteerd.

Code	Type	Omschrijving	x	y
LR1	inlaat	inlaatwater (vanaf brug)	182526	401740
LR2	slib	Stuw begin Lage Raam, 108XS	190011	406553
LR3	slib	Voor Tovensche Beek	188795	407236
LR4	slib	Tovensche Beek voor Lage Raam	188414	407313
LR5	slib	Lage Raam na Tovensche Beek	188417	407541
LR6	bodem	Perceel C (watererosie)	188067	407891
LR7	slib	Lage Raam voor Rode Beek, stuw 108HUL	187300	408351
LR8	OBN+vegetatie	OBN34 net na 108HUL	187278	408359
LR9	slib	Stuw 108BRO, lopen vanaf hierboven	187055	408498
LR10	slib	Lage Raam na Rode Beek (vanaf brug)	186801	408703
LR11	slib	Lage Raam voor Oude Lage Raam, stuw 108WAN	186248	409087
LR12	slib	Oude Lage Raam bij stuw 108KKS	185051	409078
LR13	slib	Lage Raam na Oude Lage Raam, stuw 108IJZ	185456	409841
LR14	slib	Lage Raam voor St.Anthonisloop, stuw 108ACH of 108HOL	184782	410840
LR15	slib	IJzerrijk traject voor St. Anthonisloop (vanaf brug)	184682	411177
LR16	slib+Fe	St. Anthonisloop, stuw 108SCH	185448	411550
LR17	slib	Lage Raam na St.Anthonisloop en voor afspoelingA+B, vanaf brug	184209	412210
LR18	bodem	Afspoeling perceel A (watererosie), moerasbeek 7	184089	412327
LR19	bodem	Afspoeling perceel B (watererosie), moerasbeek 9	183734	412618
LR20	bodem	Perceel, moerasbeek 8	183784	412647
LR21	slib	Na afspoeling A+B (vanaf brug)	183630	412740
LR21 zijslot	slib		183001	413131
LR22	OBN+vegetatie	OBN35	182995	413095
LR23	bodem	Perceel grasland, moerasbeek 11	182460	413351
LR24	bodem	Perceel intensieve landbouw, moerasbeek 12	182430	413299
LR25	bodem	Perceel natuurgrasland, moerasbeek 13	182369	413351
LR26	slib	Beeklocatie voorgaande percelen	181997	413572
LR27	slib+bodem+Fe	Biestgraaf (extra locatie, ijzerrijk)	183605	413955

5.2 RESULTATEN VAN DE ANALYSES

5.2.1 Samenstelling organisch materiaal

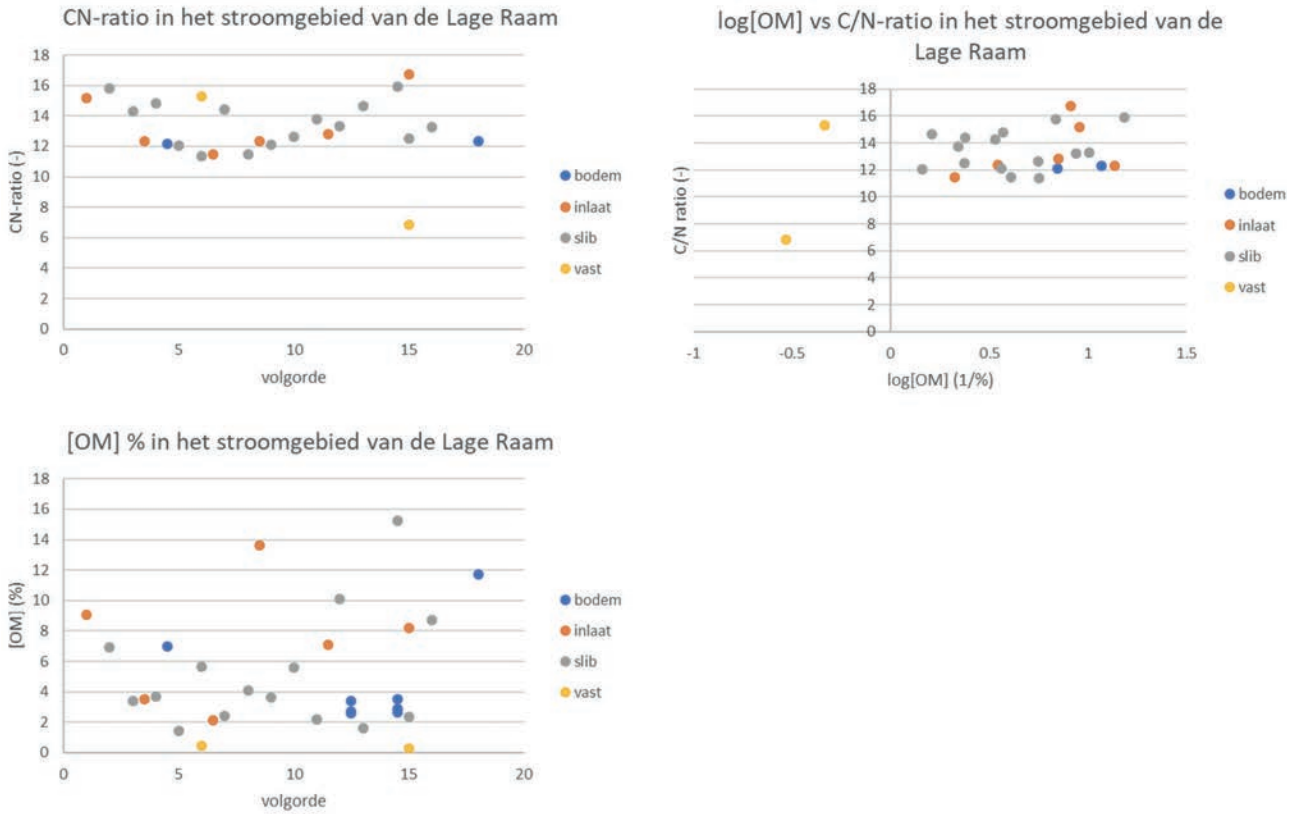
In [Figuur 5.2A](#) is de CN verhouding van de verschillende type monsters in de beek van bovenstrooms naar benedenstrooms weergegeven en varieert meestal tussen de 11 en 16. De C/N ratio is licht voor alle punten hoger dan 10 wat duidt op wat ouder materiaal op 1 vast punt na. In dit ene punt zijn mogelijk algen of recent gevormd materiaal in het vaste bodem monster meegemonsterd.

In [Figuur 5.2b](#) is een overzicht gegeven van het percentage organische stof in de verschillende type monsters in het gebied. De concentratie varieert tussen de 1(vast) en de 16%. Er is geen duidelijke trend in de monsters van boven- naar benedenstrooms in het percentage OM te zien.

In [Figuur 5.2C](#) is te zien dat de er geen sterke correlatie bestaat tussen de OM concentratie en de C-N ratio in het merendeel van de monsters. Wel springen de 2 vaste beekbodemmonsters eruit. Dit komt ook door de zeer lage OM concentratie, waardoor de detectielimieten voor N mogelijk niet gehaald worden en de nauwkeurigheid van de resultaten van deze monsters niet hoog is.

FIGUUR 5.2

Overzicht van verschillende karakteristieken van organisch materiaal in de Lage raam. A. CN ratio verloop van boven- naar benedenstrooms, B. Organische stof% verloop van boven- naar benedenstrooms, C. CN ratio vs 1/OM.

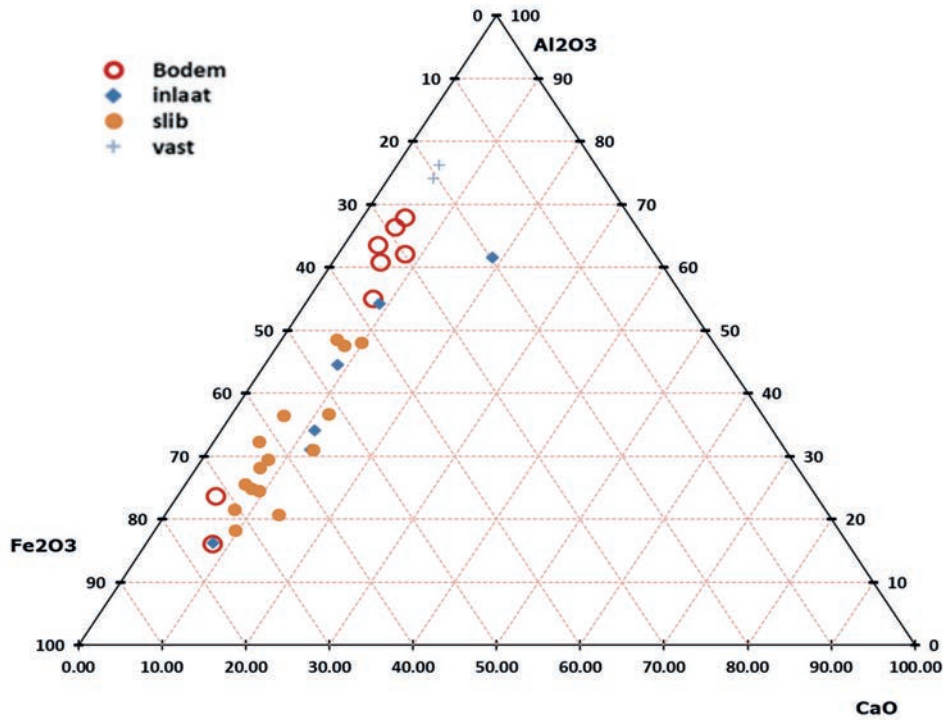


5.2.2 HOOFDELEMENTEN ANALYSE

Figuur 5.3 toont dat de slibmonsters afwijkend in samenstelling zijn van de bemonsterde droge perceelbodem en vaste beekbodemmonsters. Op basis van de ratio's tussen ijzer aluminium calcium is het mogelijk om vast bodem te onderscheiden van slib. Twee droge perceelbodemmonsters en 4 inlaat monsters hebben wel dezelfde signatuur als het slib. Kijkend naar Figuur 5.4 zien we dat er 2 bodem monsters aan het begin en eind van het traject erg ijzerrijk zijn. De overige bodemmonsters zijn dicht bij elkaar genomen. Dit geeft ook aan dat de lokale samenstelling van de bodem (uitgedrukt in een ijzer-aluminium ratio) heel wisselend is en mede bepalend is voor de samenstelling van het slib.

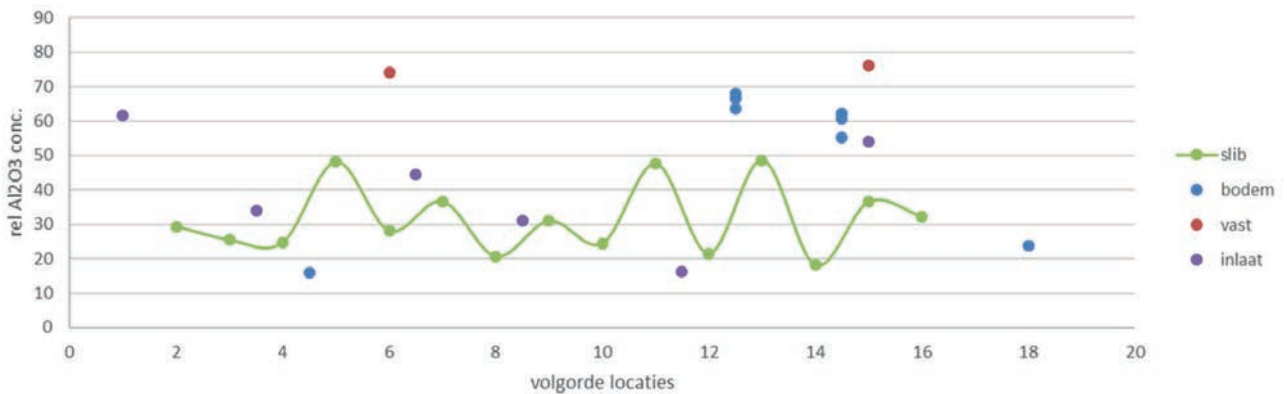
FIGUUR 5.3

Verhouding tussen ratio's Fe,Ca en Al in de Lage Raam.



FIGUUR 5.4

Relatieve concentratie aluminium langs de beek van bovenstrooms naar benedenstrooms.



Door de monsterpunten in het gebied uit te zetten (Figuur 5.4) komt er ook een onregelmatig patroon uit in de samenstelling van het slib uitgedrukt in de relatieve aluminium concentratie. Dit geeft aan dat niet alleen de bodem maar ook het slib een wisselende samenstelling heeft. Dit kan mogelijk verschillende oorzaken hebben zoals:

- Het slib is meer lokaal beïnvloed
- Er zijn mogelijk bronnen gemist in de bemonstering
- Het slib is eventueel vermengt is met vast materiaal eronder.
- Er is een grote variatie in ijzerrijke grondwaterkwel

Op basis van gebiedskennis weten we dat in de Lage Raam ijzerrijke kwel een belangrijke lokale beïnvloeding kan hebben op de beek. Op sommige punten in de beek is deze lokale kwel erg sterk en duidelijk zichtbaar.

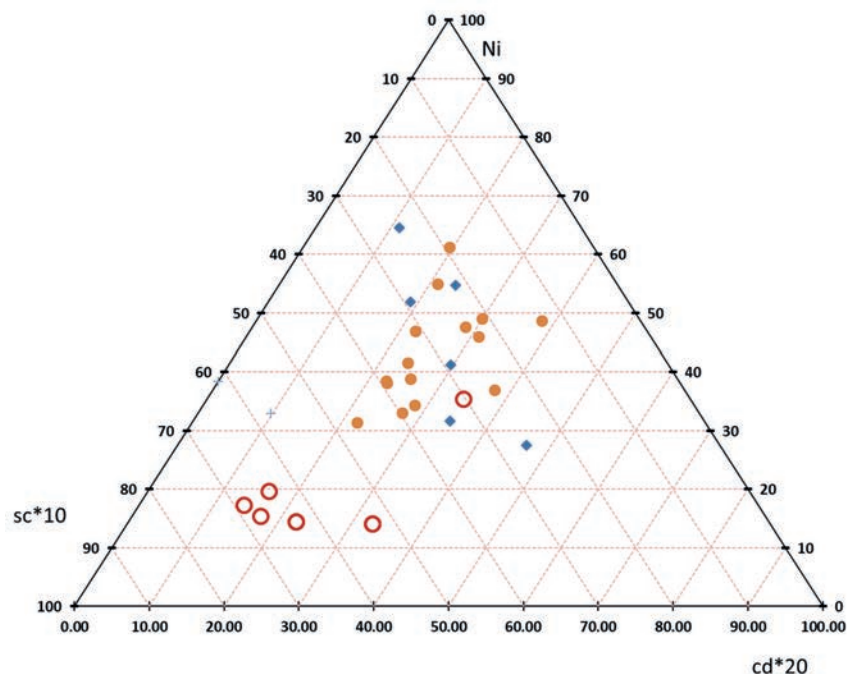
5.2.3 Sporen-elementen analyse

Uit de sporen-elementen analyse blijkt dat de bodemonsters duidelijk anders zijn dan de overige monsters wanneer scandium, cadmium en nikkelratio's worden uitgezet (Figuur 5.5). Nikkel en cadmium zijn onafhankelijk van de aluminium concentratie. Scandium correleert sterk met Aluminium, op basis hiervan kan je bodem (behalve een punt) en vast afschrijven als bron voor het slib. De Inlaatmonsters lijken een overeenkomstige signatuur te hebben als het slib. Uit de correlaties plots voorafgaand aan de individuele beek hoofdstukken (Figuur 2.3) kan worden opgemaakt dat voor de Lage Raam nikkel en cadmium onafhankelijk zijn van aluminium - als je ze uitzet liggen ze dus niet op een lijn. Omdat deze correlatie met aluminium ontbreekt is dit mogelijk dus een karakteristieke eigenschap van een bron of gebied die kan worden gevolgd in het beekstelsysteem.

Scandium is een conservatief element, dat in dit geval sterk gebonden is aan klei/ aluminium. Doordat we dit weten en weten dat dit bij de andere twee stoffen niet het geval is kunnen we de monsters uit elkaar trekken.

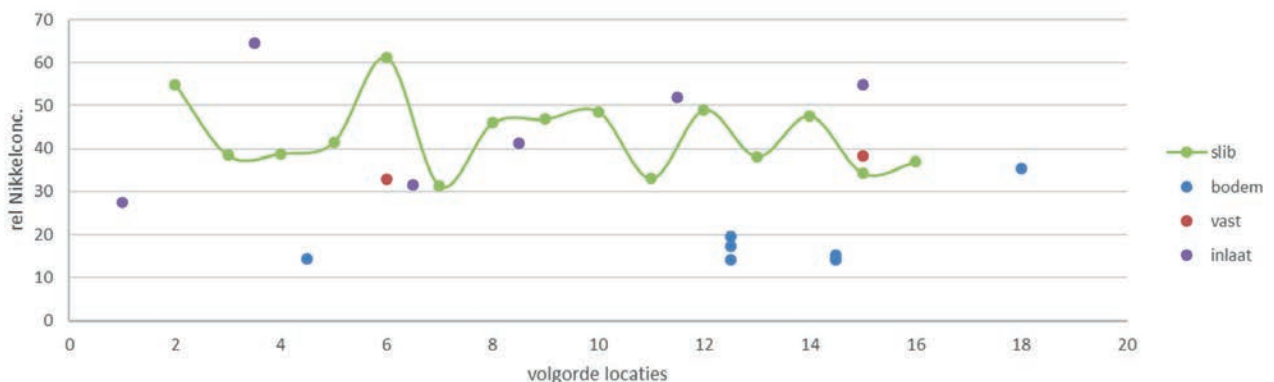
FIGUUR 5.5

Verhouding tussen ratio's nikkel, cadmium en scandium in de Lage Raam.



FIGUUR 5.6

Relatieve nikkelconcentratie van bovenstrooms naar benedenstrooms in de Lage Raam.



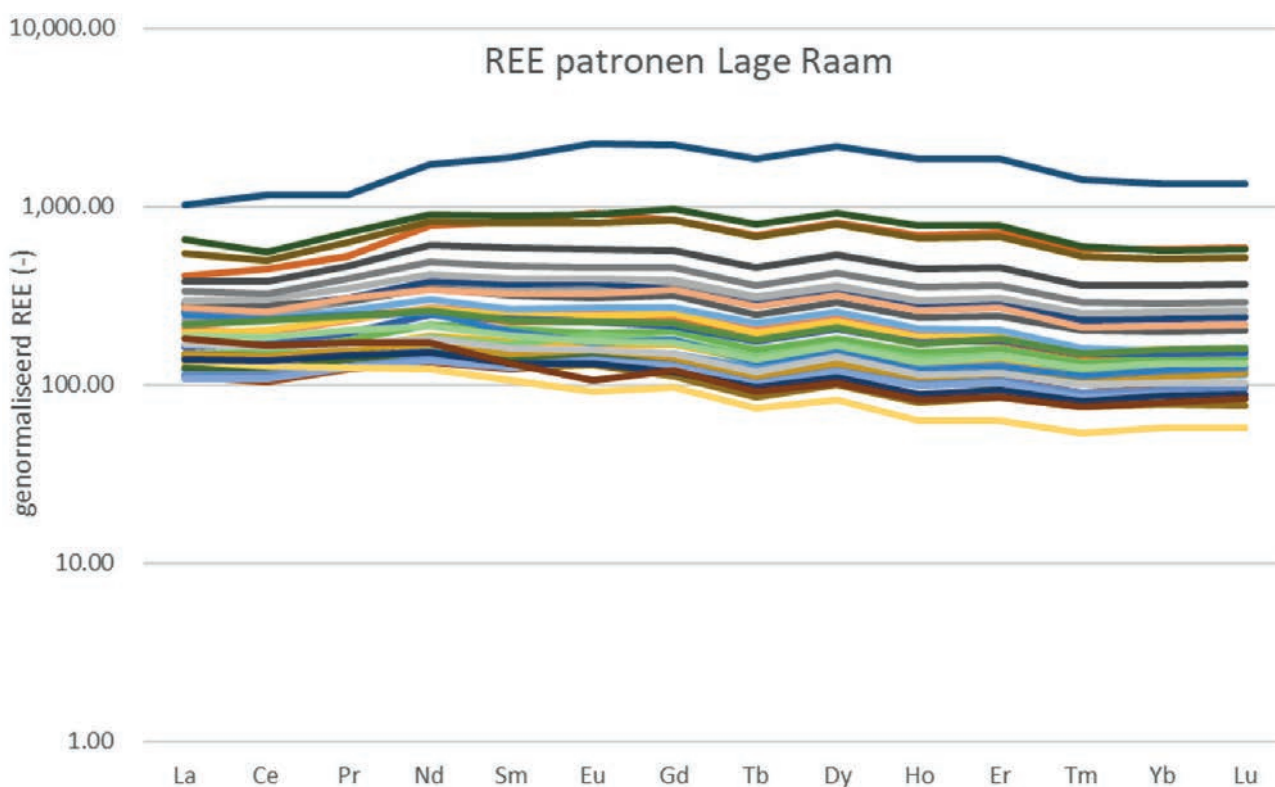
Wanneer we het 3d plaatje (Figuur 5.5) terugvertalen naar een 2d plaatje in de ruimte (Figuur 5.6) zien we dat de bodemonsters afwijken van inlaat en slibmonsters. Het slib heeft een overeenkomstige signatuur met de inlaatmonsters. De droge perceelbodems zijn niet als significante bron van het slib te duiden.

5.2.4 REE analyse

De REE patronen hebben geen significante anomalieën die in de patronen zichtbaar zijn (Figuur 5.7) De REE kunnen dus niet gebruikt worden om verschillende potentiële bronnen te onderscheiden.

FIGUUR 5.7

Patroon van de verschillende zeldzame aardelementen in de Lage Raam, waarin elke lijn een ander monsterpunt is.



5.2.5 Samenvattende conclusies beekstroom

Het slib in de Lage Raam lijkt (gebaseerd op de macro chemie) vooral lokaal beïnvloed te worden door lokale ijzerrijke kwel en minder door de bodem en aanliggende percelen in het systeem. De analyse van de sporen-elementen laat zien dat ook de inlaatbronnen invloed hebben op het slib.

De droge perceelbodems zijn niet als significante bron van het slib te duiden en de vaste beekbodem kan met zowel macro en sporen-elementen als significante bron worden uitgesloten.

▶▶ 6 TONGELREEP

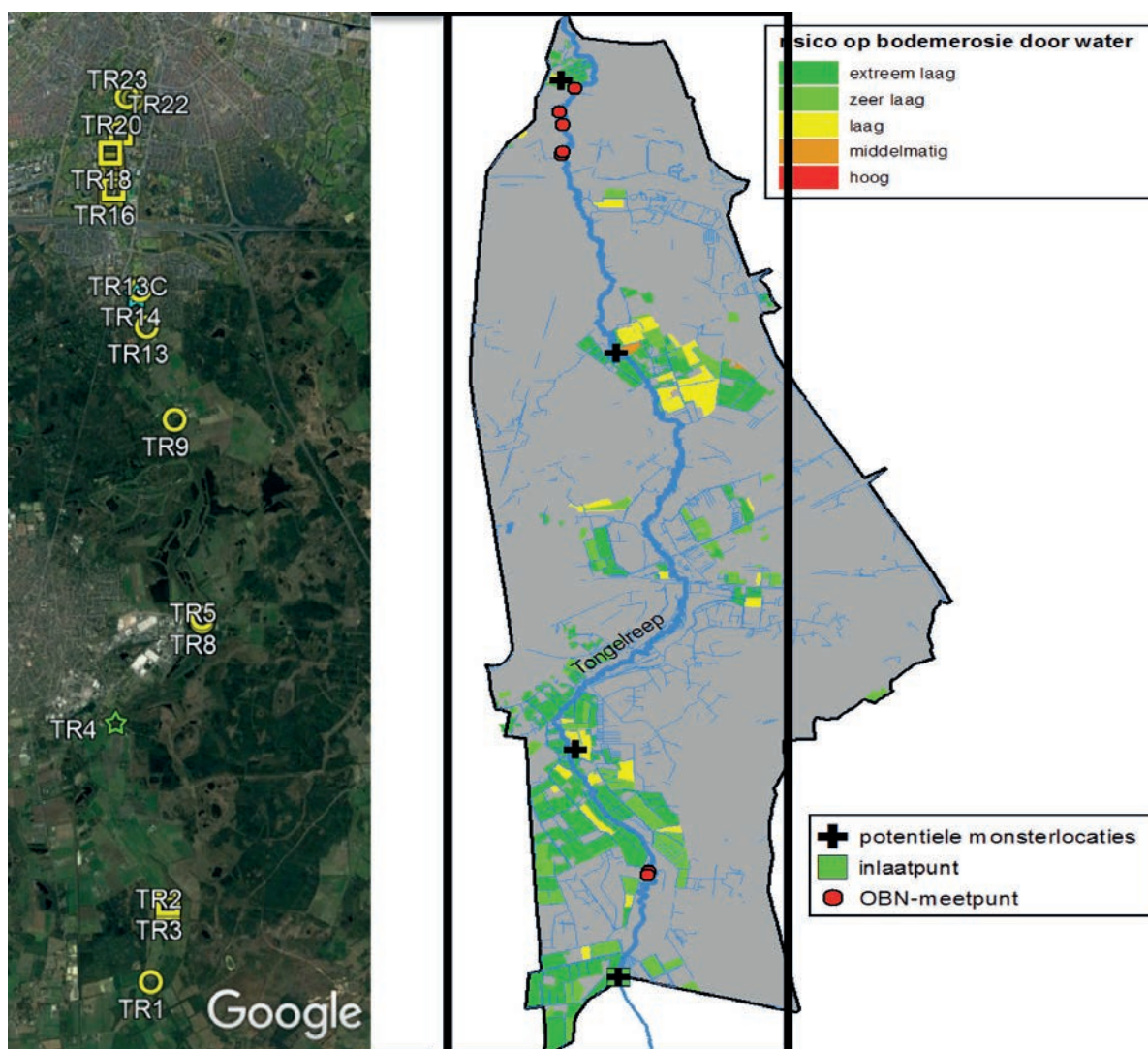
Dit hoofdstuk gaat in op de bemonsteringslocaties in de Tongelreep en de resultaten van de analyses specifiek voor dit gebied.

6.1 BEMONSTERINGSLOCATIES

In [Figuur 6.1](#) zijn de bemonsterde locaties op kaart te zien, in [Tabel 6.1](#) zijn de coördinaten en enkele aanvullende gegevens weergegeven. In de Tongelreep bevinden zich 8 meetpunten uit het OBN-project. Aanvullend is op 15 andere locaties slib bemonsterd; de locaties die zich in direct in de beek bevinden zijn als slib gelabeld, de overige locaties als overstort of inlaat. Er werd tijdens het veldbezoek geen toestemming verleend om de beoogde landbouwpercelen te bemonsteren die in Van Gerven en Massop (2020) waren aangeduid als mogelijke monsterlocaties. [Figuur 6.2 t/m 6.4](#) geven een aantal detail-overzichten van relevante locaties.

FIGUUR 6.1

Bemonsterde locaties in de Tongelreep gekoppeld aan de bronnenanalyse uit Van Gerven en Massop, 2020. Rechts het risico op bodemerrosie door water als ondergrond-kaart met de benoemde potentiële monsterlocaties uit Van Gerven en Massop, en links de uiteindelijke monsterlocaties geplott in Google Earth ingezoomd op het bezochte deel van het totale stroomgebied.



TABEL 6.1

Bemonsterde locaties in de Tongelreep. De locaties zijn van boven- naar benedenstrooms gesorteerd.

Code	type	omschrijving	x	y
TR1	slib	Verbreiding in beek, net na grens (maar ook RWZI invloed?)	161934	368228
TR2	OBN	OBN 23	162173	369353
TR3	OBN	OBN 22 (alleen sediment)	162176	369413
TR4	slib+blad	Begin bosgebied (slib+blad)	161335	372118
TR5	slib	Einde bosgebied	162627	373649
TR6	slib	afvoer visvijvers	162640	373658
TR7	slib	afvoer bedrijventerrein Valkenswaard+visvijvers	162603	373675
TR8	slib	Beeklocatie bij bovenstaande bronnen TR6 en TR7	162628	373700
TR9	slib	beeklocatie na visvijvers in bos (slib+blad).	162158	376656
TR13	slib	Voor overstorten Aalst	161710	378040
TR14	slib	Bij Aalst (onder Eindhoven) na een 4-tal overstorten	161593	378591
TR15	OBN	OBN 18 (alleen sediment)	161128	380014
TR16	OBN	OBN 19	161164	380106
TR17	OBN	OBN 20	161139	380467
TR18	OBN	OBN 21 (alleen sediment)	161106	380640
TR19	OBN	OBN 26.1	161269	380967
TR20	OBN	OBN 26a (alleen sediment)	161260	380937
TR21	slib	Zandvang de Vleut (alleen zand aanwezig geen slib)	161450	381450
TR22	slib	Slibvang de Vleut	161348	381478
TR23	slib+blad	Slibvang de Vleut 3 + blad	161341	381617

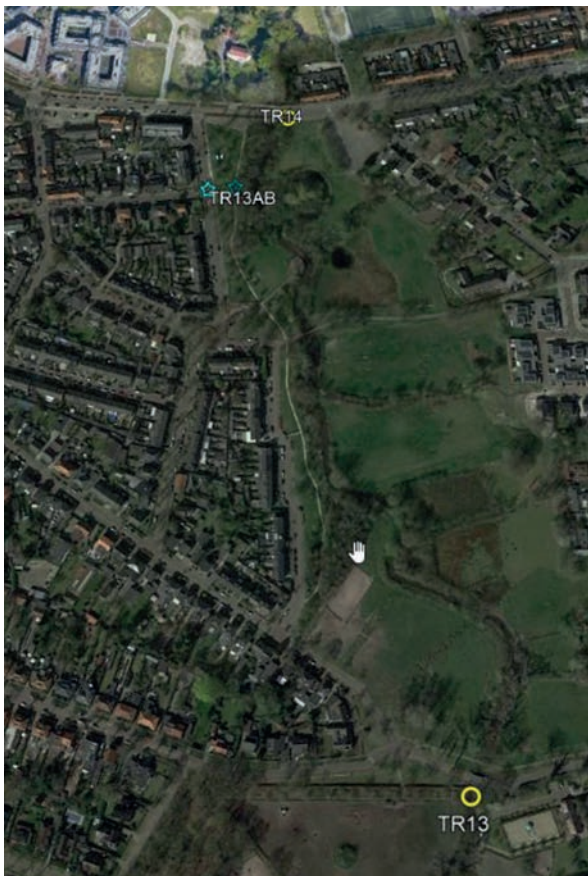
FIGUUR 6.2

Bemonsteringslocaties in de zand- en slibvang de Vleut, waarbij TR21 bij de instroom van de Tongelreep is, en TR23 dichtbij de uitstroomopening is op een locatie met bladval vanuit de oever.



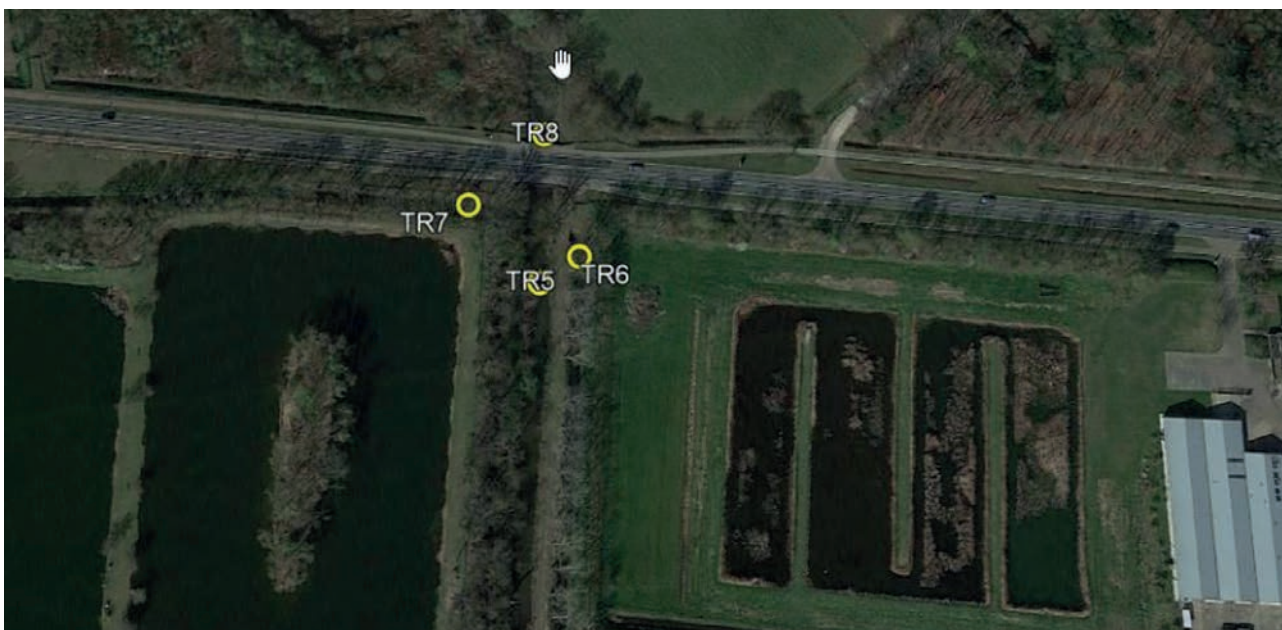
FIGUUR 6.3

Bemonsteringslocaties voor en na de overstorten bij Aalst.



FIGUUR 6.4

Bemonsteringslocaties bij de visvijvers, en de afvoer vanaf het bedrijventerrein Valkenswaard (TR7).



6.2 RESULTATEN VAN DE ANALYSES

6.2.1 Samenstelling organisch materiaal

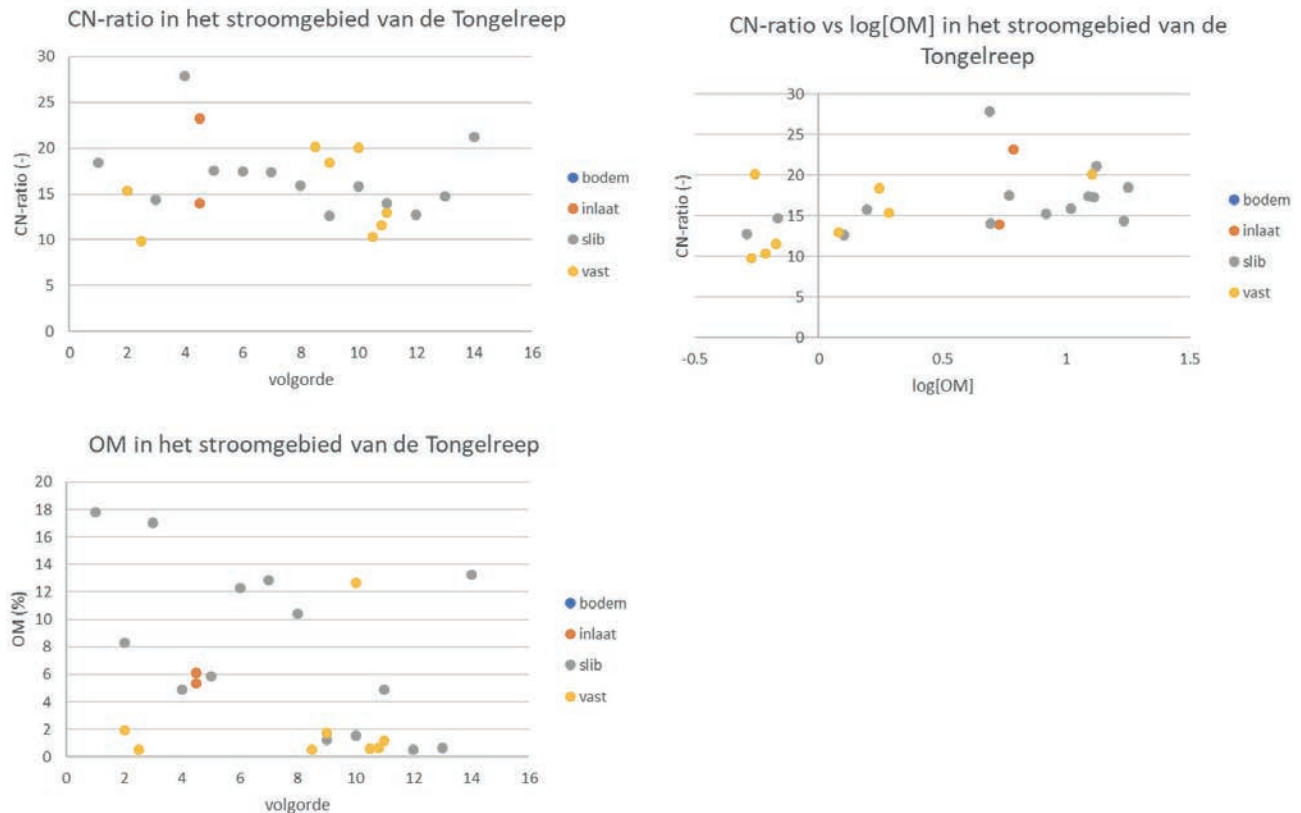
In [Figuur 6.5A](#) is de CN verhouding van de verschillende type monsters in de beek van bovenstrooms naar benedenstrooms weergegeven. De C/N ratio varieert tussen de 10 en 26 en er is geen duidelijke trend door het gebied heen te zien in toename of afname van deze ratio. Enkele van de vaste beekbodem monsters zijn relatief laag in CN ratio, maar tegelijkertijd zijn de vaste monsters ook gekenmerkt door een zeer laag % OM, waardoor dit een wat onnauwkeurigheid in de metingen kan zijn.

In [Figuur 6.5B](#) is een overzicht gegeven van het percentage organische stof in de verschillende type monsters in het gebied. De concentratie varieert tussen de 1%(vast) en de 18% en is in het begin van het traject soms iets hoger dan daarna (2 monsterpunten). Vooral de vaste beekbodemmonsters hebben een zeer laag OM%, voor de slibmonsters is de schommeling hoger. De inlaatmonsters hebben een gemiddelde waarde, en er zijn geen monsters genomen van droge landbouwbodems als gevolg van het niet verkrijgen van toestemming op de geselecteerde locaties.

In [Figuur 6.5C](#) is te zien dat de er een zwakke correlatie bestaat tussen de OM concentratie en de C-N ratio en dus concluderen we dat het organisch materiaal meer lokaal gegenereerd lijkt te zijn dan dat het door het beekstelsysteem heen gaat. Wel is er een voorzichtige afnemende trend in het slib te zien. Dit kan duiden op een afnemende invloed van het Belgische slib naar de monding toe. De vaste en inlaat monsters zijn vrij stabiel in een lage OM concentratie.

FIGUUR 6.5

Overzicht van verschillende karakteristieken van organisch materiaal in de Tongelreep. A. CN ratio verloop van boven- naar benedenstrooms, B. Organische stof% verloop van boven- naar benedenstrooms, C. CN ratio vs log(OM).

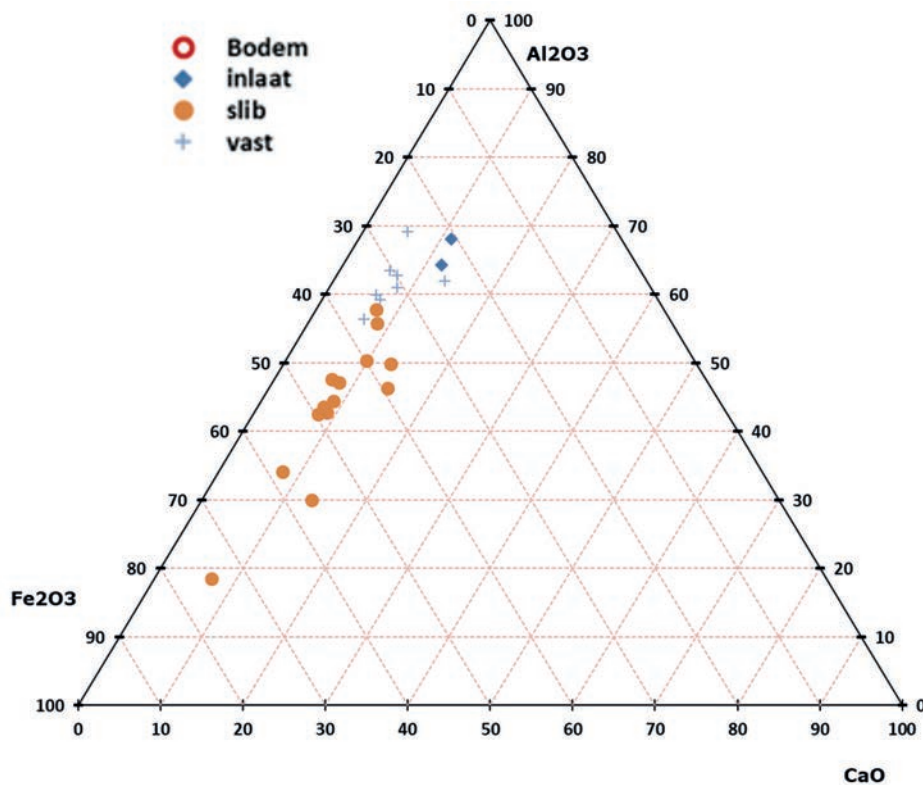


6.2.2 Hoofdelementen analyse

Figuur 6.6 toont dat het slib een afwijkend signatuur heeft ten opzichten van de bemonsterde bronnen inlaat en vaste beekbodem. Door dit in het gebied uit te zetten (Figuur 6.7) ontstaat er een beeld van een toenemende aluminiumbijdrage van de grens met België tot de monding in Eindhoven. Zowel de inlaat als de vaste beekbodem-monsters hebben eenzelfde signatuur. Hieruit is af te leiden dat het slib voornamelijk beïnvloed wordt door materiaal uit België, en dat in het onderzochte traject de beïnvloeding van het slib door de vaste beekbodem en overig inlaat-materiaal geleidelijk toe neemt.

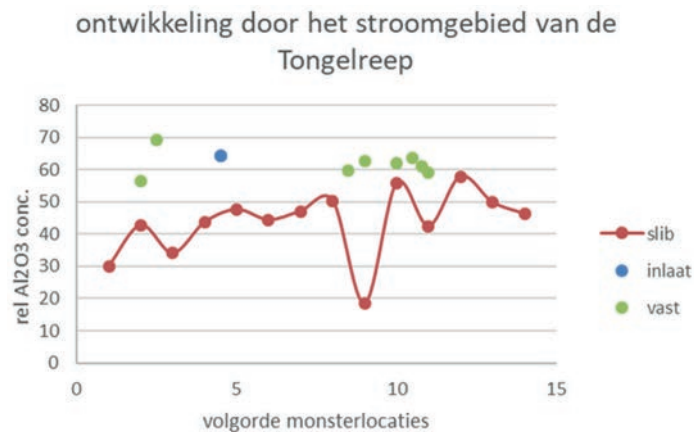
FIGUUR 6.6

Verhouding tussen ratio's Fe, Ca en Al in de Tongelreep.



FIGUUR 6.7

Relatieve concentratie aluminium langs de beek van bovenstrooms naar benedenstrooms. In de groene cirkel de bemonsterde beekbodems in de Tongelreep.

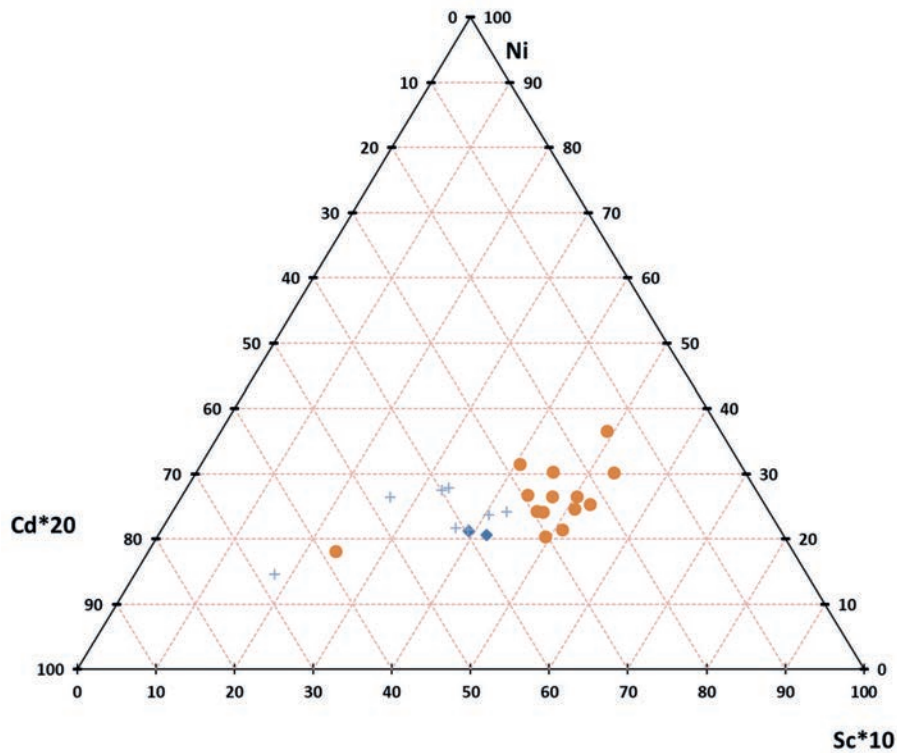


6.2.3 Sporen-elementen analyse

Figuur 6.8 toont dat de signatuur van de slibmonsters afwijkend is ten opzichte van de vaste beekbodem- en inlaat monsters (op locatie OBN 19 na). Er is een duidelijke afname van nikkel van bovenstrooms naar benedenstroom in het gebied (Figuur 6.9). Dit is ook zichtbaar, maar veel minder duidelijk in de vaste beekbodem-monsters.

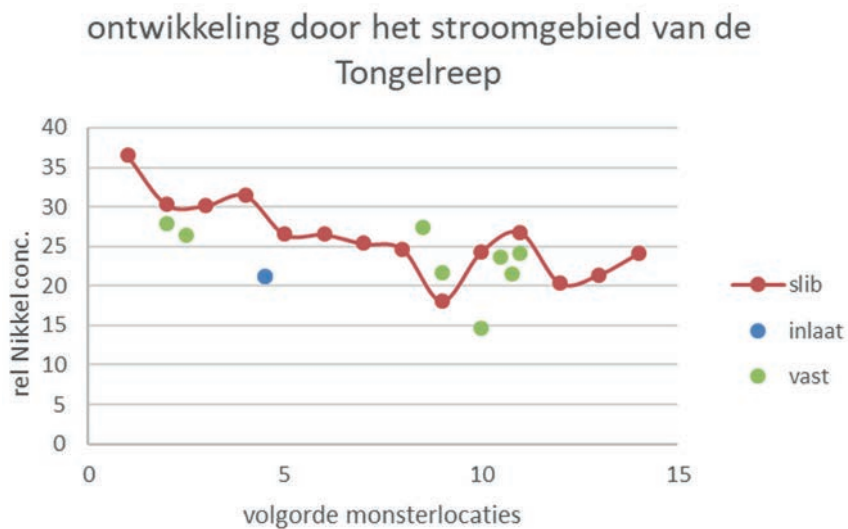
FIGUUR 6.8

Verhouding tussen ratio's cadmium, nikkel en scandium.



FIGUUR 6.9

Relatieve Nikkel concentratie van boven- naar benedenstrooms in de Tongelreep.

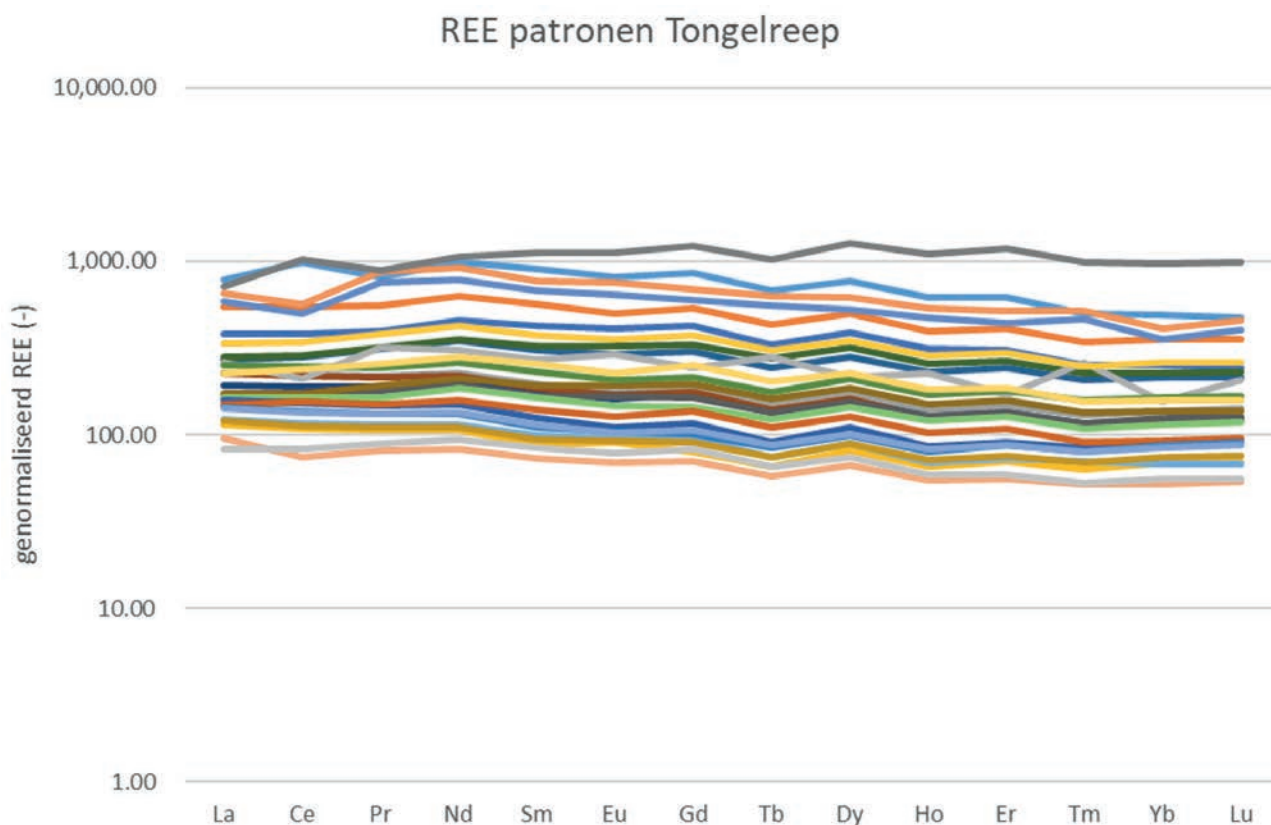


6.2.4 REE analyse

Figuur 6.10 toont dat er geen onderscheidende eigenschappen in de REE patronen in de Tongelreep zijn.

FIGURE 6.10

Patroon van de verschillende zeldzame aardelementen in de Tongelreep, waarin elke lijn een ander monsterpunt is.



6.2.5 Samenvattende conclusies beekstelsysteem

Zowel macro als sporen-elementenchemie laat zien dat de slib signatuur afwijkt ten opzichten van de vaste en inlaat monsters. De trend in de beek suggereert een sterkte beïnvloeding vanuit België, wat gedurende het stroomgebied meer door vast en inlaat monsters wordt beïnvloed

►► 7 DISCUSSIE, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

7.1 VERGELIJKING TUSSEN DE BEKEN

De analyse van de genomen monsters laat zien dat de 4 beken allemaal hun eigen karakteristiek hebben. Aan de start van het project was aangenomen dat de geselecteerde beken onder te verdelen waren in 2 beeksystemen met een relatief goede ecologische kwaliteit met relatief weinig slib (Tongelreep en Drentse Aa) en 2 systemen met een minder goede ecologische kwaliteit en een relatief hoge slibbelasting (Eefse Beek en Lage Raam). In de metingen kunnen we deze aanname niet goed terugzien. Zo blijkt het bijvoorbeeld dat in vergelijking met de andere beken de Drentse Aa gemiddeld genomen de hoogste waarde aan organisch materiaal heeft, en dat ook het slib in de Drentse Aa de hoogste P concentraties heeft (Tabel 7.1). Dit kan ook te maken hebben met de gekozen monsterpunten, waarbij ook bewust metingen zijn gedaan van locaties met bladval en inlaten. Ook is de Tongelreep niet veel anders in samenstelling van het organische materiaal en P-concentraties dan de Lage Raam of de Eefse Beek. Dit type monsternamen waarbij door middel van puntmetingen wel naar samenstelling van het slib, maar niet goed de hoeveelheid slib in kaart kan worden gebracht leidt er dus toe dat we de eerdere aanname van '2 betere beken' en 2 'mindere beken' niet in dit type metingen terugzien.

TABEL 7.1

Karakteristieke slibwaardes per beekstelsysteem waarin DA - Drentse Aa, EB - Eefse Beek, LR - Lage Raam, TR - Tongelreep.

	DA	EB	LR	TR
%OM min-max	2-85%	4-24%	1-16%	1-18%
Gemiddeld	20	10	5	6
CN ratio	15	12	14	15
P concentraties oorspronkelijke monster	2500ppm	1300ppm	900 ppm	1200 ppm
Waar komt het slib voornamelijk vandaan?	Vaste beekbodem of oeverwanden ter plaatse	Bovenstroomse beken en Twentekanaal	Lokaal (bodem, inlaat of vast materiaal) en sterk wisselend in het gebied. Er zit weinig transport van het slib in het signaal	Grote dominantie van Belgische input en een verloop naar meer vaste beekbodem. Meeste slib stroomt mee met de beek - hoger dynamisch dan de andere beken

Kijkend naar het profiel van OM langs het beektraject kunnen we niet goed duiden waar het OM in de beek vandaan komt (en of dit bladval, veen of recent materiaal is). We zien ook in alle gevallen geen duidelijke verspreiding van het OM door de beek heen vanaf een locatie met een hoog OM-gehalte. Op basis van dit type metingen lijkt er dus vrijwel geen meetbaar transport van het OM door het systeem direct vanaf een bron.

In de Drentse Aa konden we met behulp van deze metingen uitsluiten dat het landbouwgebied een belangrijke bron van slib is. De hoofdloop van de Drentse Aa is veel dominantier van invloed op de samenstelling van het slib dan de zijsystemen.

In de Eefse Beek en Tongelreep zien we dat inlaatwater vanuit 'externe' bovenstroomse toestroom een belangrijke bron van slib kan zijn. Vooral in de Tongelreep zien we deze invloed vanuit België. Langs het traject zien we dit signaal langzaam wegzijlen en wordt het slib steeds meer 'gebiedseigen'. Bij de Eefse beek zijn de bovenlopen in de Molenbeek, Huurnerbeek en het Twentekanaal alle drie van invloed op het slib in de benedenstroomse delen van de Eefse Beek. Deze bronnen van

water naar de Eefse beek hebben potentieel in de waterfase nog een aanvullende vracht aan nutriënten die van invloed kan zijn, maar daar is niet op gemonsterd. We kunnen dus geen vergelijking maken met de waterkwaliteit van de beken.

Bij de Lage Raam tonen de metingen dat er maar weinig transport van het slib lijkt op te treden, wat overeenkomt met het beeld dat de Lage Raam 's zomers vaak stagnant is. Daaraan gekoppeld zien we dus lokaal wel misschien een bron van intern gevormd slib gerelateerd aan (mogelijk nutriëntenrijk of ijzerrijke kwel), die dan lokaal als slibbron aanwezig is. Er is in de Lage Raam geen 'patroon langs het traject van boven naar benedenstrooms zichtbaar en door de lage stroomsnelheid wordt de Lage Raam mogelijk niet schoongespoeld, wat we bij de Tongelreep en in iets mindere mate bij de Drentse Aa wel zien.

7.1.1 Vrucht versus concentratie

We hebben in deze analyse alleen gekeken naar de concentraties van stoffen in een puntmonster. Daarmee hebben we nog geen uitspraak kunnen doen over de vrachten (concentratie*volume) die er langskomen op een gegeven locatie in de beek. In de Tongelreep bijvoorbeeld is de vrucht waarschijnlijk hoog, ook doordat dit een goed doorstromend systeem is, en in de Lage Raam veel lager als deze inderdaad veelal een zeer beperkte stroming kent. (let op: dit is nu dus niet onderbouwd met data). De waterkwaliteit kan mogelijk wel aan de norm voldoen geredeneerd van behaalde concentratieniveaus, maar de vrucht kan nog steeds een belangrijke bron van nutriënten zijn: 'er komt nog steeds veel materiaal langs' ook al is de concentratie per volume laag.

Op dit moment weten we dus nog niet wat de daadwerkelijke slibvrucht is en of de gekozen exacte locatie van monsternamen veel invloed heeft op het algemene beeld. Ligt er bijv. een ruimtelijke zeer wisselend patroon aan slib en is dit veel of weinig slib. Ook weten we niet wanneer de beken voor het laatst zijn gebaggerd en of dit invloed heeft op het systeem en mogelijk ook op onze resultaten.

7.1.2 Zand/Organisch materiaal en kleiverhoudingen

Alle beken hebben slib- en vaste beekbodemmonsters die gedomineerd worden door silica (zand). De organische fractie is in vrijwel alle monsters laag, en de elementen fractie is nog vele malen kleiner. In de verdere analyse is daarom daarvoor gecorrigeerd om toch een beeld te krijgen van de signalen in de niet-silica/niet-OM-deel van het monster. Dit geeft potentieel wel een bias omdat de kleigedomineerde fractie waarop we uitspraken baseren waarschijnlijk mobieler is dan de grofzandigere fractie (doordat kleideeltjes zich makkelijker verplaatsen in een systeem omdat ze kleiner zijn dan het grove zand en dus makkelijker met het water worden getransporteerd).

7.2 BRONBEPALINGEN OP BASIS VAN CHEMISCHE ANALYSE

7.2.1 Welke type analyses zijn het meest nuttig voor bronanalyse?

Op basis van macro-chemie lijkt het goed mogelijk om de verschillende mogelijke slibbronnen te identificeren. Zo zien we in de Drentse Aa dat het slib erg lijkt in Fe/Al/Ca ratio op dat van de onderliggende beekbodem en dat de droge landbouwpercelen en daaraan gerelateerde inlaten (veelal droogvallende greppels) een minder vergelijkbaar karakteristiek hebben. Ook in de andere beken wijken de droge perceel bodem-monsters van individuele percelen sterk af van de slibmonsters in hun ratio Al/Fe/Ca wat duidt op een relatief lage beïnvloeding van het beekslib door deze droge percelen. De Tongelreep is daarop in enige mate een uitzondering omdat daar wel een toenemende mate van beïnvloeding door vaste beekbodem materiaal is. We zien dus wel dat elke beek heeft zijn eigen verhaal heeft en de resultaten niet een op een gebruikt kunnen worden in vergelijking met een andere beek in de buurt. We zien dat dit gebruik maken van macro-elementen voor zandige hooggelegen beken goed werkbaar is als methode om naar bronnen te kijken.

7.2.2 Als ik meer grip op slibherkomst wil, welke werkwijze is dan het best te volgen en is deze kosteneffectief?

De analyses van sporen-elementen en REE is wel in enige mate ondersteunend, maar de meeste conclusies zijn al te trekken op alleen de analyse van de macro-chemie. Daarmee zijn REE in vervolgstudies minder relevant om te herhalen voor bronbepalingen.

Doordat het dus mogelijk lijkt om met alleen een macrochemie analyse een redelijk beeld te krijgen van het slib, zijn er mogelijkheden om op een andere manier de veldbemonstering uit te voeren: er bestaat een geavanceerdere veldanalyse techniek - de handheld XRF (X-ray Fluorescence) , waarbij lab-analyses niet meer hoeven te worden toegevoegd. In deze techniek wordt een meetprobe 2 minuten tegen het monster aangehouden waarna gelijk resultaten getoond worden. Daarmee kan veel sneller een veel grotere hoeveelheid monsterpunten worden bemonsterd: 10 locaties per uur is mogelijk en dus 80 locaties per dag wordt dan mogelijk. Dit is veel meer dan de data die nu per veld-dag verzameld kon worden en scheelt aanvullende kosten voor lab-analyses. XRF is een te huren meetapparaat waar weinig opleiding voor gebruik bij nodig is. Het systeem is wel minder gevoelig voor lichte elementen, en daarmee kan aluminium meten wel iets onbetrouwbaarder zijn. De oplossing hiervoor is om een aan aluminium gecorreleerd element te gebruiken i.p.v. aluminium zelf (bijv. Na, Ka, Ti, Sc, Rb zie [Figuur 2.4](#), [Figuur 2.3](#)).

7.2.3 Wat is het nut van zeldzame aarde-elementen-analyse?

In de bemonsterde beeksystemen is het nut van de zeldzame aarde-elementen (REE) zeer beperkt gebleken. Mogelijk is de methode wel goed bruikbaar voor meer rivierwater beïnvloede systemen: de methode is bij gebrek aan signaal in onze studie nog niet meteen 'slecht' bruikbaar in dat soort ander type systemen. We weten bijvoorbeeld dat het zwevend stof in Rijnwater een afwijkende REE-karakteristiek heeft wat mogelijk terug te vinden is, mits de beïnvloeding hoog genoeg is. Dit bleek bij het slib nabij de inlaat van het Twentekanaal in de Eefse Beek niet het geval. We hebben het zwevend stof in het inlaatwater vanuit het Twentekanaal niet bemonsterd op REE, ook omdat we weten dat het ingelaten materiaal kan wisselen in samenstelling: soms komt het water uit bovengenoemd gebied, en soms uit de IJssel afhankelijk van de hoeveelheid regen/droogte in het gebied. Daarmee is de Rijnwaterbeïnvloeding in het Twentekanaal te indirect gebleken om te kunnen meten in het slib. Voor antropogeen lanthaan, gebonden aan het zwevendstof, zou dit nog wel nuttig zijn, maar er is in deze studie geen zwevend stof bemeaten. Daarmee kan dit niet worden gebruikt als bronbepaling.

We weten nu niet of we naar 'recent, actief' slib kijken, of naar slib wat al een tijd in het systeem zit: ligt het slib er al 20 jaar, of is er tijdens de afgelopen 2 jaar door droogte meer water is ingelaten dan normaal blijft een vraag die we niet kunnen beantwoorden. Naast dat REE voor slibbron herleiding van inlaatwater kan worden gebruikt, kan het ook worden ingezet om overgangen in geologie weer te geven bijvoorbeeld wanneer een kalkgedomineerd systeem in een kleigedomineerd systeem overgaat. Ook dan zou je REE veranderingen kunnen zien. Hiervoor is dus koppeling nodig met kennis van dat soort echte geologische overgangen. De Nederlandse beken liggen allemaal op zand en theoretisch zou je bij de peelrandbreuk nog wat kunnen opmerken in verandering in REE, maar in veel van de andere beeksystemen is de ondergrond te homogeen om REE analyse nuttig te maken.

Je moet per beekstelsel dus goed afwegen of de REE naar verwachting toegevoegde waarde heeft. Daarnaast vergt een REE analyse ook weer lab-analyses, wat kostbaar is. Voor veel beeksystemen op zandige homogene ondergrond is de REE dus niet veel van extra waarde is. Voor vervolgstudies in de zandbeken is het niet een aan te raden strategie om hierop door te gaan, tenzij er grote vermoedens zijn van inlaatwater uit de Rijn, of geologische breuklijnen in het gebied waar ook overgangen tussen kalk/klei overgangen in geologische formaties aanwezig zijn. Voor watersystemen ligt het anders, als je gaat kijken naar bijv. de invloed van de RWZI kijkend naar de waterfractie en niet naar slib, dan zou REE een aanvullende bron van informatie kunnen zijn.

7.3 WAT LEERT DIT ONDERZOEK GEBRUIKMAKEND VAN VELDBEMONSTERING OVER BRONHERKENNING?

7.3.1 Welke bronnen waren goed herkenbaar?

Op basis van de (opgeschoonde) macrosamenstelling van de monsters is het mogelijk gebleken om verschillende potentiële slib bronnen te onderscheiden. We zien dat de droge landbouwpercelen een duidelijk eigen signatuur hebben ten opzichte van de andere categorieën. Ook zien we slib en vaste beekbodems vaak als duidelijke groepen. De bron 'inlaat' was mogelijk een te diverse groep van punten om een duidelijke conclusie over te trekken, omdat hierin zowel 'bovenstroomse gebieden', daadwerkelijke RWZI inlaat en zijsloten van de hoofdstroom in terug te vinden zijn.

De dominante bron van het slib lijkt per beekstelsysteem te verschillen, maar is vaak een gebiedseigen bron. De bron van het organisch materiaal in de monsters lijkt minder regionaal bepaald, maar meer lokaal gedomineerd.

7.3.2 Welke vragen blijven open?

De kans op oeverafkalving en verweking in de verschillende beeksystemen is niet goed te meten. Het zijn zeer lokale aspecten, die niet met een enkel monsterpunt inzichtelijk te maken zijn. Ook de volumebepaling en dynamiek door de tijd van het slib kan met de hier gebruikte methode niet inzichtelijk worden gemaakt: inzicht in de verspreiding en dynamiek zowel in het dwarsprofiel als langsprofiel blijven achterwege doordat slechts eenmalig en op specifieke punten bemonsterd is.

Ook zijn er maar weinig droge percelen bemonsterd (veelal minder dan 10), en zijn er wel veel punten per beek voor slib zelf genomen. De patronen in de data blijven daardoor ruizig en er moeten uitspraken worden gemaakt op een beperkt aantal puntmonsters.

Dit was een eenmalige bemonstering in het najaar: we weten niet of dit een stabiel signaal is en wat mogelijk effect is van een droge/natte zomer in de voorgaande periode. Herhaling van deze metingen in de tijd zouden antwoord kunnen bieden.

7.4 HOE HELPT DEZE INFORMATIE RICHTING MAATREGELLEN?

Doordat we nu wel kwalitatief de bronnen kunnen onderscheiden, maar kwantitatief niet blijft het moeilijk stappen te zetten richting keuzes van maatregelen voor de individuele beken. Ook blijkt in veel gevallen de bron een 'beek-eigen' bron te zijn, die moeilijk aan te pakken is.

Mogelijk kan de informatie dat het slib in de Lage Raam zeer lokaal van oorsprong blijkt te zijn nuttig zijn: zou het mogelijk zijn om juist op bepaalde plekken geconcentreerd dit lokaal gevormde slib weg te halen? Dit levert wel verschillende vervolgvragen op zoals: Hoe snel komt het slib weer terug, en heb je dan weer dezelfde kwaliteit als het huidige slib, of geeft dat aanvullende problemen? Of hoe gaat het slib zich kwantitatief door de tijd heen gedragen als je een sliblaag wegbaggert en is het dan van een vergelijkbare bron als wat we nu hebben vastgesteld? Of heeft baggeren zo'n impact dat het hele systeem kan omgooien en er een andere kwaliteit slib voor in de plaats komt?

In algemene zin gezegd: we weten nog weinig over de processen die zorgen voor verweking van beekbodems of venige oeverwanden tot slib. De Drentse Aa zou een mooi systeem zijn om daar meer grip op te krijgen door specifieke bemonstering in tijd en ruimte.

7.5 AANBEVELINGEN VOOR VERVOLG

Uit deze studie komen verschillende aanbevelingen naar voren:

- Bemonster geen slib als er geen slib ligt - dit levert onbruikbare data en verlies van een mogelijkheid om een ander punt te bemonsteren.
- Zorg dat zowel vaste bodem als landbouwpercelen met voldoende meetpunten vertegenwoordigd zijn. Regel de toestemming daarvoor vooraf nog beter dan was gepoogd. Nu bleek vaak pas in het veld dat het beoogde punt niet mocht worden bezocht. Het waterschap zou daar mogelijk een aanvullende rol in moeten spelen.
- Meer monsterpunten geeft betere inzichten. Vanuit kostenoverweging is nu voor het nemen van relatief weinig monsters gekozen, die wel vrij uitgebreid zijn geanalyseerd. In vervolg kan met een goedkopere veldmethode (XRF) een grotere ruimtelijke spreiding worden gedekt.
- Korrelgrootteanalyse is in deze bemonstering vanuit kostenoverweging nog achterwege gelaten. Het zou goed zijn te beschouwen of dit type analyse voor sliboorsprongbepalingen wel of geen aanvullende nuttige meting is.
- Alleen analyse van de kleinste deeltjes: dit geeft uniformer materiaal en maakt vergelijkingen makkelijker
- Breng ook de hoeveelheden slib in kaart.

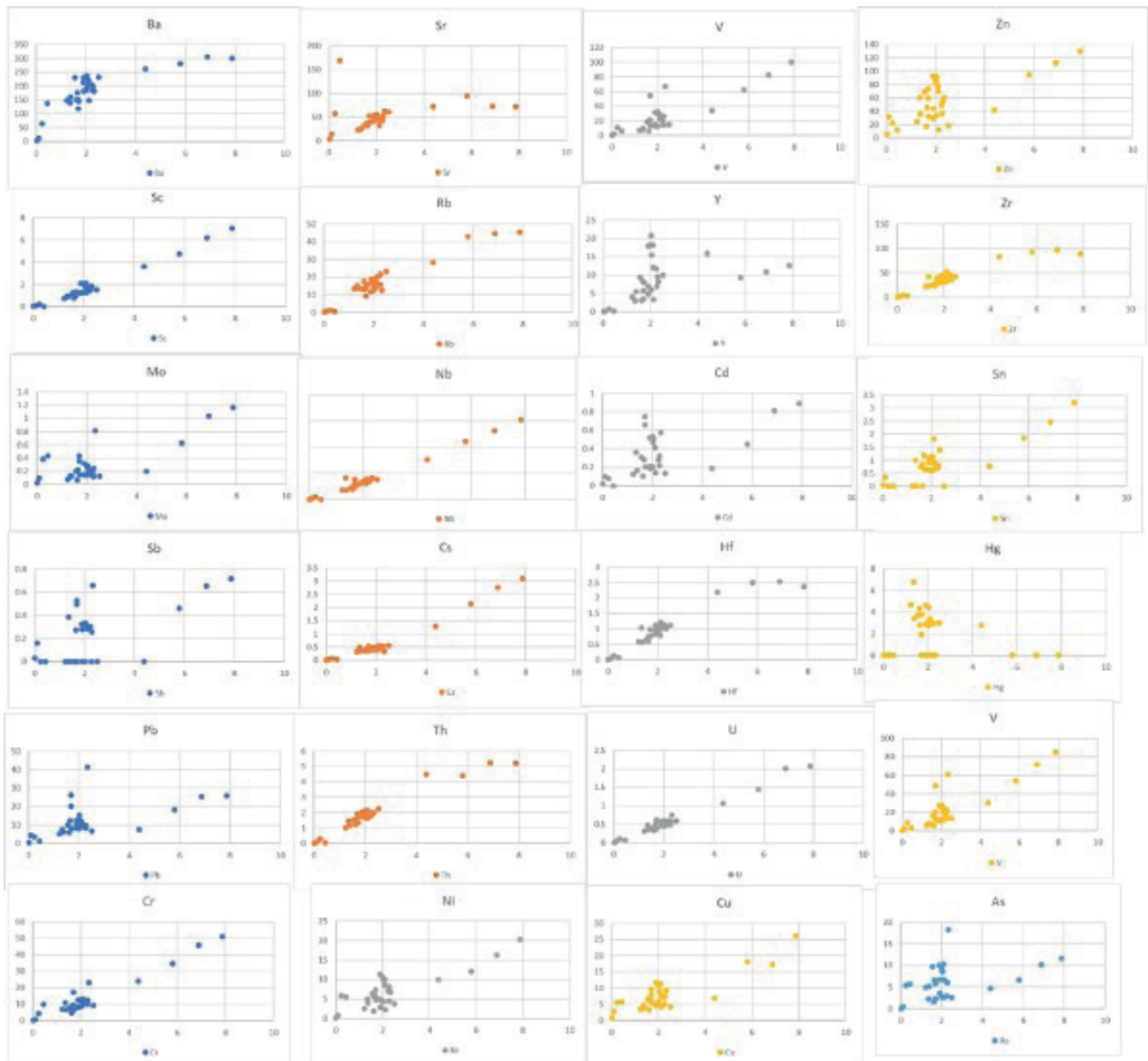
- Meet (of modelleren) aan de dynamiek van het slib in ruimte en tijd. Eenmalige puntmetingen geven slechts een beperkt beeld van mogelijke bronnen
- Probeer ruimtelijke dichtheid te vergroten om te vermijden dat bronnen over het hoofd worden gezien.
- Bevestig de uitkomsten van deze studie nogmaals met een veldbemonstering. Eventueel zou dit kunnen met een handheld XRF systeem en bemonster hierbij ook de actieve component van zwevend stof - Gebruik hiervoor of een SPM centrifuge of een sediment trap.
- Correleer deze resultaten met de locaties van de ongewenste soorten/doelsoorten.
- Noteer slibdiktes tijdens monsternamen
- Monitor een maatregel: als er wordt gebaggerd (bijv. in de Lage Raam een gedeelte uitbaggeren omdat dat nodig is, volg dan door de tijd hoe de slibontwikkeling is en hoe dat zich herstelt en krijg je een vergelijkbaar signaal als voor het baggeren in de slibsamentelling, of is die na het baggeren heel anders dan daarvoor. Zo leer je het slibstelsel in zijn dynamiek ook meer kennen.

▶▶ 8 REFERENTIES

Van Gerven, L.P.A., H.T.L. Massop, 2019. Herkomst van beekslib in vier stroomgebieden; Een verkennende systeemanalyse als onderdeel van het Kennisimpuls-project Grip op Slib. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Kennisimpuls-Waterkwaliteit Rapport XX.

Kulaksiz & Bau 2011. Rare earth elements in the Rhine River, Germany: first case of anthropogenic lanthanum as a dissolved microcontaminant in the hydrosphere - PubMed (nih.gov)

►► **BIJLAGE 1**
CORRELATIES VAN SPOREN ELEMENTEN MET ALUMINIUM
UITGEZET VOOR DE DRENTSE AA





Kennisimpuls
WATERKWALITEIT