TNO innovation for life

Monitoring van binnenvaartschepen op FAME-blends

TNO Publiek ⟩ TNO-2026-16252

17 april 2026

Mobility & Built Environment
www.tno.nl
+31 88 866 00 00
info@tno.nl

TNO-2026-16252 – 17 april 2026

Monitoring van binnenvaartschepen op FAME-blends

Auteurs	Ruud Verbeek, Jesse de Boer, Arjan Eijk, Zakaria Boukallouht
Exemplaar nummer	2026-STL-RAP-100361106
Aantal pagina's	50 (excl. voor- en achterblad)
Aantal bijlagen	1
Sponsor naam	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Project naam	IenW # praktijkproef FAME binnenvaart
Projectnummer	060.60604

Alle rechten voorbehouden
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

© 2026 TNO

Samenvatting

De binnenvaart staat voor de uitdaging om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. De toepassing van Fatty Acid Methyl Ester (FAME) blends als motorbrandstof is een (kosten-)effectieve manier om de CO_2-emissies van de binnenvaart te verlagen. Tegelijkertijd bestaan er nog onzekerheden over de praktische toepassing van FAME-blends in motoren voor de binnenvaart, zoals mogelijke filterverstopping, microbiologische groei en effecten op motorprestaties.

In opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat is daarom een praktijkproef uitgevoerd om de impact van een drietal FAME-blends (B15, B20 en B30) op onderhoud, motorprestaties en betrouwbaarheid te onderzoeken. De praktijkproef omvat het monitoren van de brandstofkwaliteit in de keten en het monitoren van alle praktijkervaringen aan boord van de schepen gedurende de proef. De bevindingen van deze praktijkproef worden in deze rapportage beschreven. De opgedane kennis kan bijdragen aan nieuwe of aanvullende brandstofkwaliteitsnormen voor de binnenvaart en kan, indien gewenst, helpen de binnenvaartsector met minimale kosten en risico's te laten omschakelen naar hogere FAME-blends (B15-B30).

De brandstofleveranciers en scheepseigenaren die aan de praktijkproef hebben deelgenomen, hebben zowel met kwantitatieve als kwalitatieve data sterk bijgedragen aan het onderzoek.

Opzet praktijkproef

Voor de praktijkproef is een opzet gekozen waarbij een aantal geselecteerde schepen op B15, B20 en B30 FAME-blends varen. Gedurende een periode van ca. 1 jaar zijn de blends waarop de schepen varen geanalyseerd en zijn de praktijkervaringen van de schippers vastgelegd.

De monitoring bestaat uit de volgende onderdelen:

- Vragenlijst over de specificaties en inzet van de schepen, alsmede over de technische voorbereiding voor de overschakeling op de FAME-blend.
- Een logboek met betrekking tot bunkergegevens, onderhoudsgegevens zoals brandstoffilters wisselen, olieverversing en overig onderhoud en onregelmatigheden welke veroorzaakt kunnen worden door de brandstofblend.
- Het nemen van brandstofmonsters aan boord van de schepen, die TNO liet analyseren op chemische parameters.
- Het aan het einde van het project nogmaals invullen van een vragenlijst over de ervaringen met de FAME-blend.

Een overzicht van de deelnemende brandstofleveranciers, FAME-blends en reders is gegeven in onderstaande tabel.

Brandstofleveranciers	FAME-blend	Schepen	Reder
FincoEnergies	B15	7	VT Group Van Der Sluijs / Interstream Dekker (Cotrans Scheepvaart BV)
Den Hartog	B20	1	De Groot
OK Slurink	B30	1	Slurink

De deelnemende binnenvaartschepen hebben een lengte in de range van 86 tot 135m. Vier schepen zijn uitgerust met Caterpillar hoofdmotoren, een tweetal met Mitsubishi motoren, één schip met een Stork motor, één schip met een Cummins en één schip met Volvo Penta motoren. De negen deelnemende schepen, omvatten in totaal ca. 40 hoofd- en hulpmotoren. De monitoringperiode varieerde per schip en liep van medio 2024 tot uiterlijk eind 2025.

Analyse brandstofkwaliteit

Voor de analyse van de brandstofkwaliteit hebben de brandstofleveranciers een veertigtal monsters genomen in de FAME-blends en de grondstoffen daarvoor (pure FAME en de diesel). Deze monsters zijn in opdracht van de brandstofleveranciers door geaccrediteerde externe onafhankelijke labs geanalyseerd. Daarnaast heeft TNO ook 31 aanvullende monsters laten nemen waarvan 13 in de keten (kort voor bunkering) en 18 aan boord van de schepen. Hiermee kon een goede evaluatie plaatsvinden van eventuele veranderingen van de brandstofkwaliteit in de keten (tot het moment van bunkering) en aan boord van de schepen.

De analyses van de brandstofkwaliteit tonen aan dat de gemeten parameters over het algemeen voldeden aan de geldende EN-normen. De watergehaltes bleven binnen de vereiste grenzen en de CFPP-waarden voldeden aan de klimaatafhankelijke specificaties. Voor oxidatiestabiliteit werden bij enkele metingen, met name bij B30 en aan boord van het B20 schip, lagere waarden vastgesteld, wat mogelijk samenhangt met interactie met de installatie en omgevingsfactoren. Voor SMG en SG werden bij hogere blends verhoogde waarden gemeten boven de richtlijn van de Association Quality Management Biodiesel (AGQM), wat onder bepaalde omstandigheden tot filterverstopping kan leiden.

Praktijkervaring op schepen

Ten aanzien van praktijkervaring, opgedaan door boordpersoneel van schepen die voeren op FAME-blends B15, B20 en B30, wordt het volgende geconcludeerd:

- Alle hoofdmotoren van de negen deelnemende schepen hebben tijdens de praktijkproef betrouwbaar gedraaid. Hierbij moet wel vermeld worden dat zowel de B20- als de B30-blend ieder op één schip ingezet zijn, terwijl B15 in totaal op zeven schepen gemonitord is.
- Tijdens de praktijkproef deden zich enkele onregelmatigheden voor:
  - Bij één schip is bij een hulpmotor rookvorming uit de uitlaat en een hoge slijtage aan injectoren geconstateerd. Hierdoor is teruggegaan naar reguliere dieselolie (0% FAME). Daarna deed het probleem zich niet meer voor.
  - Bij drie schepen is een melding gedaan van een afname van het motorvermogen door brandstoffilterverstopping. Bij een daarvan, een hulpmotor, is de motor daadwerkelijk stilgevallen. Bij één schip wordt een vermogensverlies van 8-10% voor hoofd- en hulpmotoren gemeld. De problemen met filterverstopping en/of vermogensverlies konden direct worden opgelost door vervanging van het filter of omschakeling naar de brandstof met winterspecificatie.

- Volgens de rapportages zijn de frequentie van brandstoffilterwisselingen en olieverversingstermijnen over het algemeen hetzelfde gebleven als bij het gebruik van B0. Motorleveranciers adviseren vaak uit voorzorg een kortere olieverversingstermijn. Door monitoring met een motorolie-analyseservice bleek dat voor de schepen in deze praktijkproef niet nodig te zijn.

De (technische) voorbereiding van de schepen, voor de omschakeling naar de FAME-blend, was in veel gevallen beperkt. De volgende maatregelen zijn getroffen:

- Bij twee schepen die op een B15-blend voeren is het filtersysteem aangepast. Aan boord van beide schepen werd filterverwarming geïnstalleerd.
- Alleen bij het schip dat op B20 voer, zijn de bunkertanks vooraf gereinigd.
- Bij drie schepen is de bemanning voorgelicht over het gebruik van de FAME-blend.
- Bij vier schepen zijn expliciet afspraken gemaakt met de dealer en/of de verzekeraar voor aanvang van de proef met de FAME-blend. Voor de overige vijf schepen is het onbekend of er vooraf afspraken zijn gemaakt.

Al met al kan op basis van de praktijkproef geconcludeerd worden dat toepassing van hogere blends in de range van B15 tot B30 mogelijk is, maar dat verschillende controles en voorbereidingen door de scheepseigenaren en boordpersoneel belangrijk zijn om eventuele risico's tot een minimum te beperken.

Aanbevelingen ten aanzien van het gebruik van FAME-blends
Om eventuele risico's bij het varen op FAME-blends tot een minimum te beperken worden volgende acties aanbevolen:

- Het overleggen met de motorleverancier(s) over de geschiktheid van de motoren en het brandstoftoevoersysteem (incl. filters) voor de hogere blend, en waar nodig het treffen van maatregelen.
- Waar mogelijk kan eventueel besloten worden om bepaalde hulpmotoren niet op de hogere FAME-blend te laten draaien, maar op B0 of HVO.
- Afspraken maken tussen de scheepseigenaar en de verzekeringsmaatschappij ten aanzien van het gebruik van FAME-blends en de dekking van eventuele risico's.
- Het laten reinigen van de bunkertanks, vooral als dit al een aantal jaren niet gebeurd is.
- In ieder geval, direct na de omschakeling op FAME-blends: extra controles uitvoeren van de brandstoffilters (via drukmonitoring en/of visuele inspecties). In het begin kan een extra filterwissel noodzakelijk zijn, omdat FAME-blends deeltjesaanslag in de tank kunnen oplossen. Brandstoffilters moeten altijd direct worden geïnspecteerd of vervangen indien er sprake is van een te lage brandstofdruk of vermogensverlies.
- Het periodiek laten controleren van de motoroliekwaliteit en zo nodig het aanpassen van de verversingstermijn.
- Het eventueel uitvoeren van extra inspecties van injectoren.

Voor een gedetailleerd overzicht van de geadviseerde voorzorgsmaatregelen bij het gebruik van FAME-blends, kan het Technisch Bulletin Biobrandstoffen van de Internationale Vereniging het Rijnschepenregister (IVR) geraadpleegd worden. Dit bulletin kan dienen als leidraad voor scheepseigenaren om het gebruik van FAME-blends soepel te laten verlopen.[1] Veel van de voornoemde aanbevelingen komen terug in dit Technisch Bulletin.

[1] Zie IVR website: https://www.ivr-eu.com/wp-content/uploads/2025/08/IVR-Technische-leaflet-Biofuel-2025-NL.pdf

Brandstof kwaliteitsnormen

Het onderzoek toont aan dat de vigerende Europese EN-normen, aangevuld met regionale klimaatafhankelijke afspraken en private industriestandaarden, in de praktijk doorgaans goed voldoen. Naast bovenstaande praktische aanbevelingen kunnen de resultaten van dit onderzoek richting geven aan aanvullende kwaliteitsnormen voor FAME-blends. Onder ‘kwaliteitsnormen’ worden technische streefwaarden en analysemethoden verstaan (zoals voor Cold Filter Plugging Point (CFPP), Saturated Monoglycerides (SMG) en Sterol Glycosides (SG)) die de operationele betrouwbaarheid van motor- en brandstofinstallaties ondersteunen.

Aanvullende normen fungeren als preventieve marges die, op basis van sectorwensen en operationele ervaringen, het risico op verstoringen zoals filterverstoppingen verkleinen. Het verdient aanbeveling deze kwaliteitsborging via zelfregulering binnen de sector (brandstofleveranciers, motorfabrikanten en scheepseigenaren) vorm te geven en gezamenlijk best practices en industriestandaarden vast te leggen die aansluiten bij de praktijkbehoefte van de eindgebruiker.

Deze standaarden kunnen door ketenpartners worden gemonitord, bijvoorbeeld via vrijwillige monstername in verschillende stadia van de distributieketen. Additionele streefwaarden zijn vooral relevant voor parameters die de filterbaarheid beïnvloeden, zoals CFPP, SMG en SG. Door deze waarden af te stemmen in sectorale richtlijnen (zoals VOS-specificaties of AGQM-richtlijnen) kunnen marktpartijen de bedrijfszekerheid optimaliseren op basis van marktbehoeften, zonder dwingende wettelijke kaders.

De overheid kan een rol spelen in het faciliteren van internationale kennisuitwisseling. Deze gezamenlijke koers biedt de sector een praktisch kader om de kwaliteit en betrouwbaarheid van FAME-blends zelf te bewaken.

Beperkingen van dit onderzoek

Hoewel de praktijkproef met negen schepen waardevolle inzichten heeft opgeleverd, moet worden opgemerkt dat de omvang en diversiteit van de vloot in dit onderzoek beperkt was, met name voor de hogere blends B20 en B30 (elk één schip). Desalniettemin is de verwachting dat een grootschaliger onderzoek niet tot wezenlijk andere conclusies of een ander handelingsperspectief zou hebben geleid. De geconstateerde fenomenen, zoals de achteruitgang van de oxidatiestabiliteit aan boord en de noodzaak van preventief filterbeheer, komen namelijk sterk overeen met de bestaande technische literatuur en internationale ervaringen (o.a. CIMAC en AGQM). De aanbevolen voorzorgsmaatregelen blijven hiermee onverminderd van kracht alsmede de aanbeveling voor de kwaliteitsnormen.
Verder is dit onderzoek niet ingericht op het onderzoeken van de mogelijke effecten van hogere FAME-blends op de levensduur van de motor en/of uitlaatgasnabehandeling. Aanbevolen wordt om eventuele afwijkende slijtage aan bijvoorbeeld injectoren en andere onderdelen van het injectiesysteem goed te onderzoeken in samenwerking met de motorleverancier en dit ook publiek te maken. Ook wordt aanbevolen om te onderzoeken in welke gevallen bunker-tankreiniging nodig is, dan wel volstaan kan worden met extra filter inspecties en/of wisselingen.

Aanbevolen wordt om in aansluiting op deze praktijkproef een aantal aspecten verder te onderzoeken of aandacht te geven:

- Continueer praktijkervaring en ontwikkeling van kwaliteitseisen en publiceer de resultaten, met name voor B20 en B30, waarvoor slechts beperkte monitoring beschikbaar is.

- Onderzoek onder welke omstandigheden reiniging van bunkertanks nodig is bij omschakeling naar hogere FAME-blends (B15 en hoger), of dat extra inspectie en filterwisseling volstaan.
- Onderzoek mogelijke invloed op de levensduur van motorcomponenten; bij afwijkingen is verdiepend onderzoek met brandstofanalyse en betrokkenheid van motorleveranciers gewenst.
- Stimuleer kennisoverdracht over ‘good housekeeping’ aan boord, zoals monitoring van filterproblemen en slijtagerisico’s, bijv. via symposia en vakmedia.

Inhoudsopgave

Samenvatting 3
Afkortingen 9
1 Inleiding 10
1.1 Achtergrond 10
1.2 Doelstelling 11
1.3 Partners 11
2 Achtergrond FAME compatibiliteit 12
2.1 Eerdere studies 12
2.2 Fatty Acid Methyl Esters (FAME) 14
2.3 Overzicht brandstofnormen en specificaties 17
2.4 Invloed op motoremissies 19
3 Opzet praktijkproef FAME-blends 21
3.1 Monitoringopzet 21
3.2 Geanalyseerde brandstofparameters 23
3.3 Brandstofketen en monstername 24
4 Resultaten brandstof-analyses 27
4.1 B15 FAME- blend 27
4.2 B20 biodiesel blend 30
4.3 B30 biodiesel blend 32
4.4 Synthese brandstofanalyses 34
4.5 Normstelling FAME-blends 36
5 Praktijkervaringen met varen op FAME-blends 38
5.1 Voorbereiding voor gebruik van FAME-blends 39
5.2 Onderhoud motoren bij gebruik van FAME-blend 39
5.3 Samenvatting van de praktijkervaringen 41
6 Conclusies en aanbevelingen 42
Referenties 45
Ondertekening 47

Bijlage
Bijlage A: Brandstofanalyse 48

Afkortingen

Afkorting	Omschrijving
B0	Dieselbrandstof zonder FAME, equivalent EN590 B0
B100	Dieselbrandstof op basis van 100% FAME
B7	Dieselbrandstof met maximaal 7% FAME, equivalent EN590 B7
B15, B20, B30	Dieselbrandstof met een maximaal mengpercentage aan FAME van resp. 15%, 20% of 30% op volumebasis
CCR0, CCR2	Emissieklasse van scheepsmotoren
CFBT	Cold filter blocking tendency, mate waarin een brandstof een brandstoffilter blokkeert
CFPP	Cold filter plugging point, temperatuur waar beneden een gestandaardiseerde brandstoffilter te veel verstopt raakt
CTL	Change-TL, een dieselproduct gebaseerd op een mengsel van FAME en synthetische diesel
EN	Europese Norm, gepubliceerd door CEN, het Europese standaardisatie comité
EN 14214	Norm 'Vloeibare petroleumproducten - Methylesters van vetzuren (FAME) voor dieselmotoren en stookinstallaties - Eisen en beproevingsmethoden'
EN 15940	Norm 'Motorbrandstoffen - Paraffine dieselbrandstof gemaakt via een synthetisch proces of via hydrogeneren - Eisen en beproevingsmethodes'
EN 590	Diesel gasolie, mag tot 7% FAME bevatten (B7)
EOC	Verzekeringsmaatschappij voor schippers uit de beroeps- en pleziervaart
FAME	Fatty acid methyl ester (veresterd methylvetzuur), een biodiesel product of mengcomponent
FBT	Filter Blocking Test
GTL	Gas-to-liquid, synthetische diesel geproduceerd met het Fischer-Tropsch proces, waarbij gas de basisgrondstof is
HVO	Hydrotreated vegetable oil, een synthetische diesel op basis van plantaardige olie
SG	Sterol Glocosides
SMG	Saturated Mono Glycerides
Stage V	Emissieklasse van scheepsmotoren

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De Europese Green Deal stelt dat de transportsector de komende jaren de CO_2-uitstoot aanzienlijk moet verminderen. Met het Fit for 55-pakket, bestaande uit een reeks beleidsmaatregelen, wordt beoogd de uitstoot van broeikasgassen in 2030 met 55% te reduceren ten opzichte van het niveau van 1990. Als essentieel onderdeel van de transportsector zal ook de binnenvaart haar emissies moeten verlagen.
Fit for 55- maatregelen zoals de herziene richtlijn hernieuwbare energie (RED-III) kunnen hier sturing aan geven. Zo heeft het Nederlandse kabinet in 2024 besloten om bij de nationale implementatie van de RED-III brandstofleveranciers aan de binnenvaartsector een CO_2-ketenemissiereductieverplichting op te leggen en tot implementatie onder het Europese emissiehandelssysteem ETS2 (ETS2 opt-in)[2].

Binnen de RED-III is vastgelegd dat een CO_2-ketenemissiereductie van 14,5% moet worden gerealiseerd in 2030. Hernieuwbare vormen van energie zoals groene stroom en waterstof kunnen bijdragen aan die 14,5% reductie, maar zeker tot 2030 zal naar verwachting het overgrote deel gerealiseerd worden met de inzet van biobrandstoffen, zoals FAME (Fatty Acid Methyl Ester) en HVO (Hydrotreated Vegetable Oil). Voor het gebruik aan boord is HVO technisch gezien een eenvoudigere oplossing, maar de productiekosten liggen een stuk hoger. FAME zal over het algemeen in blends toegepast worden, omdat dat technisch eenvoudiger is en veel motoren daar al geschikt voor zijn. Gebruikelijke blends zijn B7 (7% FAME in fossiele diesel), maar ook B15, B20 en B30. De laatste drie varianten staan in dit onderzoek centraal.

De doelstelling van 14,5% CO_2-reductie zou door de gehele binnenvaartvloot gerealiseerd kunnen worden door grofweg 15% tot 20% FAME (en/of HVO) bij te mengen in de reguliere fossiele diesel. Als een deel van de vloot om technische redenen geen FAME-blend kan gebruiken, kunnen zij overschakelen op alternatieven, of kan de rest van de vloot dat compenseren door hogere blends in te zetten.

Eerdere studies, zoals uitgevoerd door Panteia[3], NEN[4] en TNO-EICB[5], laten zien dat het gebruik van FAME-blends risico's met zich mee kan brengen. Deze risico's kunnen deels worden voorkomen door het nemen van de juiste technische en operationele maatregelen. Een bijkomend aandachtpunt is dat bepaalde kritische stoffen en eigenschappen momenteel niet onder officiële Europese brandstofnormen vallen. Dit zijn bijvoorbeeld de CFPP, de FBT (Filter Blocking Tendency), de SMG en de SG. Deze parameters hebben allen betrekking op de filterbaarheid en/of de vorming van aanslag in filters.

Het werd echter niet volledig duidelijk wat dit concreet betekent voor de binnenvaart, met grote variaties in brandstoftanks, filters, en motoren enerzijds, en de leeftijd van het schip en de vaargebieden anderzijds. Om deze reden is deze praktijkproef met negen schepen uitgevoerd.

[2] Kamerbrief Energietransitie binnenvaart | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl
[3] https://zoek.officielebekendmakingen.nl/blg-1125107.pdf
[4] https://www.eerstekamer.nl/overig/20211217/vervolgonderzoek_veiligheidsrisico/document
[5] https://www.tno.nl/nl/newsroom/2021/01/duurzame-brandstoffen-binnenvaart/

De eigenaren van de schepen hebben zich bereid getoond deel te nemen na een brede uitvraag binnen de binnenvaartsector. Deze uitvraag is gedaan via brancheorganisaties én via directe benadering door de leveranciers en onderzoekers zelf. De proef zou minimaal zes maanden moeten duren, waarbij het essentieel is dat ook de winterperiode wordt meegenomen vanwege de verhoogde risico's bij lagere buitentemperaturen. Uiteindelijk varieerde de periode per schip en hebben drie van de negen schepen minder dan zes maanden deelgenomen (namelijk resp. 2, 4 en 5 maanden). De periode van de andere schepen varieerde van 6 maanden tot meer dan een jaar.

1.2 Doelstelling

De praktijkproef heeft tot doel om binnen de binnenvaartsector te onderzoeken of het varen op FAME-blends met een hoger percentage dan 7% in de praktijk goed werkt, hoe hiermee in de bedrijfsvoering wordt omgegaan en of – en zo ja welke – problemen zich voordoen. Daarnaast wordt bezien welke voorzorgsmaatregelen en eventueel extra onderhoud daarbij nodig zijn. Ook wordt getoetst of additionele brandstofkwaliteitsnormen noodzakelijk zijn voor bepaalde FAME-blends in deze sector. Tevens is een doel het informeren van de binnenvaartsector, zodat scheepseigenaren en andere stakeholders zich goed kunnen voorbereiden op het gebruik van deze alternatieve brandstoffen.

1.3 Partners

Drie brandstofleveranciers hebben deelgenomen aan de praktijkproef: FincoEnergies, OK Slurink (Catom) en Den Hartog. Zij hebben in grote mate bijgedragen aan het project, mede door het laten analyseren van brandstofmonsters door onafhankelijke laboratoria en die resultaten beschikbaar te stellen voor het project. Voor de B15- en B30-blends zijn de analyses door Saybolt gedaan, voor B20 door AmSpec en Camin Cargo.

Ook de scheepseigenaren en boordpersoneel leverden een belangrijk bijdrage aan het project, door hun schepen te laten varen op de FAME-blends, monitoringgegevens bij te houden en brandstofmonsters te nemen. In het bijzonder waren betrokken: de VT Group, Van Der Sluijs/Interstream, De Groot Olietransport en Slurink. Negen schepen hebben deelgenomen aan de praktijkproef, waarvan op zeven schepen brandstofmonsters zijn genomen en onderzocht. De eigenaren van de schepen hebben zelf afspraken gemaakt met de motorleveranciers en verzekeraar om eventuele schaderisico's af te dekken. Ook moesten zij praktische en commerciële afspraken maken met de brandstofleverancier. Bij voorkeur werd uitgegaan van een proefperiode van één jaar, zodat alle seizoenen in de test zijn meegenomen. De proef begon in september 2024 en werd afgerond in het najaar van 2025.

TNO was verantwoordelijk voor de coördinatie en rapportage van het project. TNO heeft eveneens brandstofmonsters genomen in de brandstofketen en aan boord van de schepen, en deze monsters laten analyseren door Bureau Veritas. Deze resultaten zijn vergeleken met de monsteranalyses die door de brandstofleveranciers zijn aangeleverd.

Er was ook een expertgroep geformeerd voor het project, met daarin vertegenwoordigers van verschillende brancheorganisaties, enkele onafhankelijke brandstofexperts en vertegenwoordigers van de brandstofleveranciers. De expertgroep heeft vooral in de beginfase van het project geadviseerd over de opzet van de proef inclusief de keuze van de analyseparameters en andere belangrijke monitoring parameters. De volgende brancheorganisaties waren vertegenwoordigd in de expert groep: BOVAG, IVR, Koninklijke Binnenvaart Nederland (KBN), MVO, NOVE/Stichting VOS en VEMOBIN.

2 Achtergrond FAME compatibiliteit

Dit hoofdstuk biedt technische en theoretische achtergrond voor de toepassing van FAME-blends in motoren voor de binnenvaart. Er wordt een samenvatting gegeven van relevante eerdere studies, de chemische eigenschappen van FAME, een overzicht van relevante brandstofnormen en specificaties en het effect op de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen.

2.1 Eerdere studies

In Nederland zijn de afgelopen jaren al meerdere onderzoeken gedaan naar de inzet van biobrandstoffen in de Nederlandse binnenvaart. Zie ook de referenties (hoofdstuk 7).

De belangrijkste onderzoeken zijn:
- Panteia, 2023: Introductie van biobrandstoffen in de binnenvaart: Opzet praktijkproef en wensnormering.
- NEN, 2021: Vervolgonderzoek veiligheidsrisico's biobrandstoffen gebruik in binnenvaart.
- TNO, 2020: Impact assessment biobrandstoffen voor de binnenvaart.

Daarnaast heeft OK Slurink, die als brandstofleverancier ook meedoet aan de praktijkproef, in 2025 reeds gepubliceerd over hun praktijkproef met B30 (OK Slurink, 2025).
Onderstaand volgt een toelichting op de eerdere onderzoeken en tevens op enkele andere belangrijke publicaties. Deze zijn ook opgenomen in de referenties (hoofdstuk 7).

Panteia, 2023
Van juni 2022 tot april 2023 heeft Panteia een groep stakeholders uit de binnenvaart- en brandstofsector ondersteund bij gesprekken over hoe biobrandstoffen veilig, betaalbaar en betrouwbaar kunnen worden geïntroduceerd in de binnenvaart. Panteia werkte samen met diverse organisaties, waaronder KBN, Algemene Schippers Vereeniging (ASV), Vereniging van Waterbouwers, IVR, EOC Scheepsverzekeringen, NOVE, VEMOBIN, MVO en het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW). Uit het rapport van Panteia blijkt dat alle betrokken partijen positief staan tegenover de introductie van een veilige biobrandstof voor de binnenvaart (Panteia, 2023). Wel wordt benadrukt dat deze brandstof eerst uitgebreid getest moet worden in een pilotproject dat een volledige jaar beslaat, onder toezicht van onafhankelijke deskundigen.

NEN, 2021
Het onderzoek van het Nederlands Normalisatie Instituut (NEN) is vooral gericht op de brandstofkwaliteit en is gedaan naar aanleiding van een aantal probleemmeldingen bij het 'Meldpunt Biobrandstoffen' die vermoedelijk gerelateerd zijn aan de toepassingen van FAME-blends (NEN, 2021). FAME-blends werden in de periode 2015 t/m 2019 al zeer regelmatig, en vaak onaangekondigd, geleverd aan de binnenvaart. In de TNO studie is vastgesteld dat in 2019 minimaal 18% van de bunkers reeds tot ca. 7% FAME bevatte (TNO, 2020).

De probleemmeldingen betroffen vooral verstopte brandstoffilters met soms stilvallende motoren. Uiteindelijk bleken veel van de probleemmeldingen gerelateerd te zijn aan de toepassing van een GTL-FAME-blend met 20% FAME. Deze technische complicaties hebben geleid tot een afname van het marktvertrouwen in de toepassing van diesel-FAME-blends binnen de sector.

TNO, 2020

Dit gezamenlijke onderzoek van TNO en EICB omvatte zowel de technische als economische aspecten van de toepassing van FAME en HVO blends. De technische analyse richtte zich primair op de formele compatibiliteit van motoren uit diverse emissieklassen met uiteenlopende FAME-blends. Hierbij is gekeken naar de kaders van zowel motorleveranciers als de Europese regelgeving. De belangrijkste bevindingen zijn samengevat in de onderstaande tabel.

Tabel 2-1: Blends van biobrandstoffen en alternatieve biobrandstoffen zoals toegestaan volgens motoremissiewetgeving en motorfabrikanten (TNO, 2020).

	Pre CCR < 2002	**CCRI 2002 – 2007**	**CCRII 2007-2020**	**Stage V >2020**
Volgens motoremissie-wetgeving	Niet gereguleerd	- Geen beperking op het gebruik van FAME-mengsels.		- Max 8% FAME, B8 - Hoge blends tot 100% met FAME en HVO mogelijk indien dat wordt aangemeld bij de typegoedkeuring - 100% bio-LNG - Synthetische blends**, bijvoorbeeld GTL+FAME
Volgens motor-fabrikanten	Nauwelijks informatie Soms kleine problemen bij >B7.	Altijd B7 Met de juiste maatregelen vaak bestand tegen B20-B30	Altijd B7 Met de juiste maatregelen vaak bestand tegen B20-B30 Soms geschikt voor 30% tot 100% HVO	Nog geen informatie

** Zolang deze voldoen aan de EN590 specificatie. O.a. max 7% FAME.

Hieronder volgt een korte toelichting op enkele andere belangrijke publicaties.

CESNI, 2025

Op de ES-TRIN website wordt een interpretatie gegeven voor het gebruik van FAME-mengsels in typegoedgekeurde CCR I- en CCR II-motoren van de werkgroep voor de technische voorschriften CESNI/PT (CESNI, 2025). Volgens deze interpretatie kan juridisch gezien geen beperking worden opgelegd op het gebruik van FAME-blends (>B7). Wel wordt gewezen op de risico's en het belang van overleg met de motorleveranciers.

AGQM, 2020

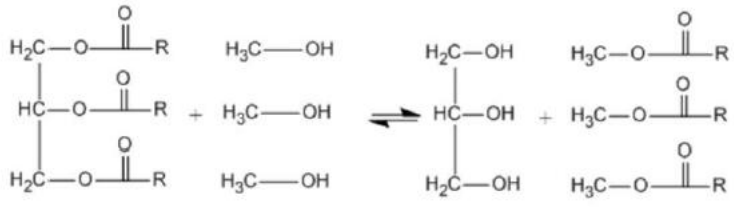
De AGQM publiceert op hun website een motortypenlijst die per motortype de maximaal toegestane FAME-blend specificeert (AGQM, 2020). Deze lijst is sinds 2020 niet meer geactualiseerd. Hoewel uit het overzicht blijkt dat veel binnenvaartmotoren geschikt zijn voor B7 en B20, en een beperkter aantal voor B30 of B100 (pure FAME), is de lijst niet volledig. Zo ontbreken diverse motormerken die in de binnenvaart worden ingezet, waaronder Mitsubishi, John Deere en DAF.

CIMAC, 2024
CIMAC publiceerde een richtlijn voor scheepseigenaren voor het gebruik van FAME-blends in de zeevaart (CIMAC, 2024). Deze omvat richtlijnen voor ‘good housekeeping’, maar ook veel technische achtergrond met betrekking tot opslag, handling en stabiliteit, potentiële risico’s van filterverstopping, sediment, anorganische deeltjes en microbiële groei. Deze problemen kunnen ontstaan tijdens productie, mengen, opslag en transport van brandstof. FAME-brandstoffen zijn door hun chemische aard gevoeliger voor verontreiniging dan fossiele diesel. De aanwezigheid van water en organische component bevordert microbiële groei, terwijl oxidatie en sedimentatie kunnen leiden tot verstopping van filters en schade aan injectiesystemen. Voor de praktijkproef was het daarom cruciaal om niet alleen brandstofkwaliteit te monitoren bij levering, maar ook het gedrag van de brandstof in tanks en leidingen over langere tijd.

De CIMAC richtlijn biedt praktische handvatten voor het veilig toepassen van biobrandstoffen en benadrukt aandachtpunten bij FAME-mengsels om betrouwbaarheid en milieubewust brandstofbeheer te waarborgen, zoals het regelmatig controleren en verwijderen van water uit opslagtanks om microbiële groei te voorkomen, het controleren van materiaalcompatibiliteit in het brandstofsysteem om degradatie van pakkingen en leidingen te vermijden, en het inspecteren en reinigen van tanks voorafgaande aan het gebruik van FAME om verontreinigen te minimaliseren. Veel van deze aanbevelingen zijn ook toepasbaar op de binnenvaart. Juist vanwege de grote variatie in scheepstypen, motorconfiguraties en brandstofsystemen in de binnenvaart, is deze richtlijn zeer relevant voor het huidige onderzoek: het vertaalt de complexe chemische eigenschappen van FAME naar concrete handvatten voor een veilige dagelijkse operatie.

2.2 Fatty Acid Methyl Esters (FAME)

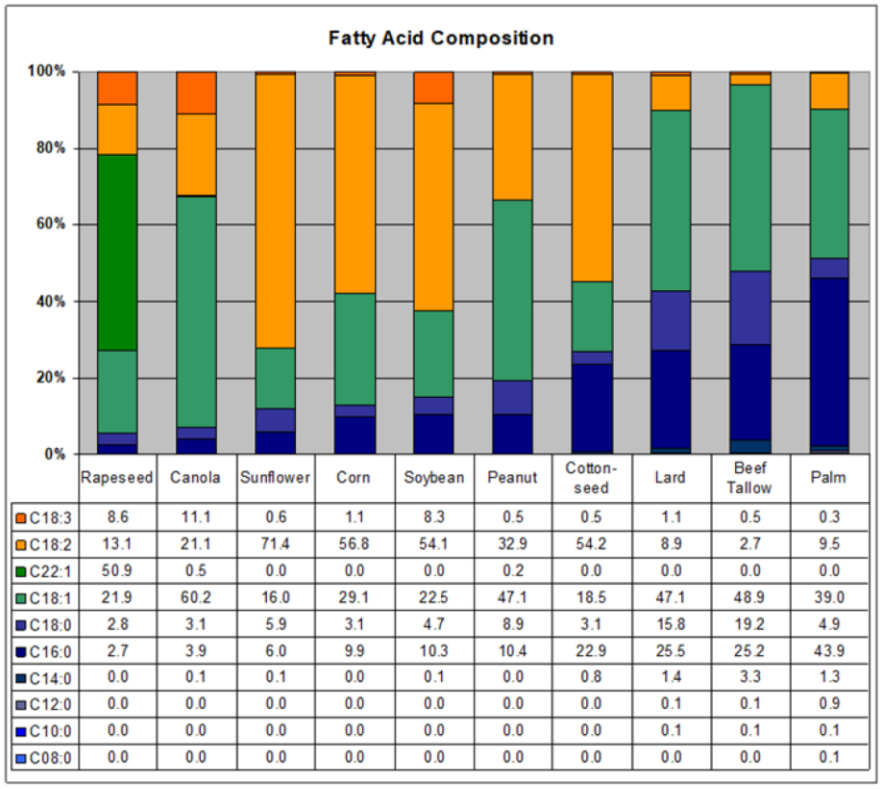
FAME is een biobrandstof die gewonnen kan worden uit biogene bronnen, waaronder gebruikt frituurvet (UCO), plantaardige oliën (zoals raapzaadolie) en dierlijke vetten.
Via een proces genaamd transesterficatie worden deze biogene grondstoffen omgezet in biobrandstoffen zoals FAME. Door het productieproces goed te beheersen, kan FAME van hoge kwaliteit consistent worden geproduceerd, ongeacht het type grondstof. Tijdens de transesterficatie worden triglyceriden in de grondstof omgezet in FAME. Deze reactie vindt plaats wanneer triglyceriden worden gecombineerd met een alcohol, meestal methanol, in aanwezigheid van een katalysator, doorgaans natrium- of kaliumhydroxide. De reactie, zoals geïllustreerd in Figuur 2-1, levert FAME op als hoofdproduct en glycerol als bijproduct.



Figuur 2-1: Het transesterficatieproces van triglyceriden met methanol naar FAME en glycerol (CIMAC, 2024).

De samenstelling van FAME is afhankelijk van de gebruikte grondstof en de verwerkingsmethoden voor, tijdens en na transesterficatie. De kwaliteit wordt vooral bepaald door de zuivering van de methylesters na afloop van het productieproces.

Deze zuivering beïnvloedt het gehalte aan onzuiverheden en kleine componenten zoals mono-, di-, triglyceriden. Commerciële FAME wordt meestal geproduceerd uit grondstoffen die resulteren in C16 tot C18 alkylketens. Een belangrijke factor voor de prestaties van FAME, met name de koude-eigenschappen en oxidatiestabiliteit, is de mate van onverzadiging: hoe meer dubbele bindingen in de koolstofketen, hoe sneller oxidatie optreedt. Oxidatie van onverzadigde vetzuren leidt tot de vorming van zure verbindingen, peroxiden en kan leiden tot afzettingen. FAME uit koolzaadolie bevat bijvoorbeeld meer onverzadigde ketens dan FAME uit pindaolie, waardoor het gevoeliger is voor oxidatie geïllustreerd in Figuur 2-2. Om te voldoen aan EN14214, wordt tijdens de productie vaak een antioxidant toegevoegd. Ook de koude-eigenschappen worden beïnvloed door de verzadigingsniveau: sterk verzadigde FAME presteert slechter bij lage temperaturen. Dit is een belangrijk aandachtspunt tijdens de wintermaanden. Deze eigenschappen kunnen worden verbeterd met additieven, vergelijkbaar met die in fossiele diesel. In het kader van dit onderzoek is het daarom van groot belang om niet alleen de chemische samenstelling te analyseren, maar ook de brandstofkwaliteit te monitoren in de keten en in de tanks. Dit is belangrijk omdat FAME een verzamelnaam is voor een breed scala aan methylesters met uiteenlopende eigenschappen, afhankelijk van de herkomst en verwerking. Hierdoor is het vergelijken van FAME-brandstoffen complex en niet altijd zinvol zonder aanvullende context.



	Rapeseed	Canola	Sunflower	Corn	Soybean	Peanut	Cotton-seed	Lard	Beef Tallow	Palm
C18:3	8.6	11.1	0.6	1.1	8.3	0.5	0.5	1.1	0.5	0.3
C18:2	13.1	21.1	71.4	56.8	54.1	32.9	54.2	8.9	2.7	9.5
C22:1	50.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
C18:1	21.9	60.2	16.0	29.1	22.5	47.1	18.5	47.1	48.9	39.0
C18:0	2.8	3.1	5.9	3.1	4.7	8.9	3.1	15.8	19.2	4.9
C16:0	2.7	3.9	6.0	9.9	10.3	10.4	22.9	25.5	25.2	43.9
C14:0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.8	1.4	3.3	1.3
C12:0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.9
C10:0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
C08:0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

Figuur 2-2: Vetzuursamenstelling van verschillende grondstofbronnen, bron grafiek (CIMAC, 2024).

EN 14214 is de Europese norm die de kwaliteitsvereisten en testmethoden definieert voor FAME wanneer het wordt gebruikt als pure brandstof (B100) voor dieselmotoren en als mengcomponent met dieselbrandstoffen die voldoen aan EN590. De EN 14214 norm definieert onder meer de chemische en fysische eigenschappen waaraan biodiesel moet voldoen. Om een hoge kwaliteitsstandaard te behouden, vereist EN 14214 een minimale FAME-inhoud van tenminste 96,5%, wat onzuiverheden beperkt die de motorprestaties kunnen beïnvloeden.

Deze ondergrens garandeert een hoge omzettingsgraad van triglyceriden naar biodiesel. Een lagere esterinhoud kan duiden op de aanwezigheid van niet-gereageerde triglyceriden, monoglyceride en vrije vetzuren, die verstoppingen van filters en afzettingen in injectoren kunnen veroorzaken. De limieten die door EN 14214 zijn vastgesteld, staan in Tabel 2-2 hieronder.

Aanvullend stelt EN14214 eisen aan oxidatiestabiliteit, watergehalte en koude-eigenschappen. Oxidatiestabiliteit is essentieel voor de opslag van brandstof en de prestaties van voertuigen. FAME is gevoelig voor oxidatie door onverzadigde vetzuren, wat leidt tot de vorming van zure verbindingen, afzettingen en peroxiden bij afbraak. Met de EN 14112-test wordt de brandstof gedurende 8 uur getest op oxidatiestabiliteit bij 110°C.

Tabel 2-2: Componenten van onvolledige transesterficatie van triglyceriden en de limieten volgens EN14214.

Component	Maximale limiet %(m/m)
Vrije glycerol	0.02
Monoglyceriden	0.7
Diglyceriden	0.2
Triglyceriden	0.2
Totale glyceriden	0.25

Water kan biodiesel binnendringen tijdens productie, opslag en gebruik. Door de polaire esterbindingen kan FAME relatief veel water binden en heeft het bovendien een hygroscopisch karakter, waardoor vocht uit de lucht wordt opgenomen tot ca. 1500 mg/kg. Ook condensatie bij temperatuurschommelingen kan bijdragen aan wateropname. Vrijstaand water bevordert microbiële groei, wat kan leiden tot slibvorming, zuren en biofilms die filters verstoppen en opslagtanks beschadigen. Daarom beperkt EN 14214 het watergehalte tot ≤500 mg/kg voor pure FAME.

Om filterverstopping bij lage temperaturen te voorkomen, specificeert EN14214 ook koude-eigenschappen. Belangrijke parameters zijn het Cloud Point (CP), waarbij waskristallen beginnen te vormen, en het Cold Filter Plugging Point (CFPP), de laagste temperatuur waarbij brandstof nog door een gestandaardiseerd filter stroomt. Beide waarden liggen voor biodiesel doorgaans hoger dan voor fossiele diesel en zijn afhankelijk van de gebruikte grondstof.

EN590 stelt kwaliteitseisen aan dieselbrandstoffen, inclusief mengsels met maximaal 7% FAME (B7), om compatibiliteit en prestaties te waarborgen. Deze norm omvat onder meer eisen aan cetaangetal, dichtheid, smering en koude-eigenschappen. Door de gevoeligheid van FAME voor oxidatie, vochtopname en koude problemen zijn vooral de CP- en CFPP-specificaties relevant voor betrouwbare werking van mengsels.

Voor hogere mengverhoudingen biedt EN 16709 richtlijnen voor FAME-mengsels van ca. 20–30%. Deze norm vormt een brug tussen B7-diesel (EN590) en pure biodiesel volgens EN14214. Voor lagere mengsels tot 10% FAME definieert EN 16734 de kwaliteitseisen voor B10-brandstoffen. Samen ondersteunen deze normen de toepassing van hogere FAME-mengsels met behoud van betrouwbaarheid en prestaties.

Tabel 2-3: EU-normen voor fossiele en biodieselbrandstoffen.

EU-norm	FAME-gehalte	Omschrijving
EN590	Tot 7% (B0-B7)	Algemene dieselbrandstof voor alle voertuigen
EN14214	96,5 – 100% (B100)	Pure biodiesel
EN16709	20-30% (B20-B30)	Voor motoren goedgekeurd door motorfabrikanten
EN16734	10% (B10)	Voor motoren goedgekeurd door motorfabrikanten

Bij de praktijkproef is het belangrijk om aandacht te besteden aan componenten die in verband worden gebracht met filterverstoppingsproblemen, zoals sterol-glucosiden (SG) en verzadigde monoglyceriden (Saturated Mono Glycerides - SMG). In Nederland zijn hiervoor alleen richtwaarden vastgesteld: voor zomerkwaliteit geldt een limiet van 90ppm SMG, en voor winterkwaliteit 55ppm. Het advies is om SMG-waarden onder de 55ppm en SG-waarden onder de 10ppm te houden, conform de huidige richtlijnen voor winterkwaliteit FAME.
Daarnaast zijn er zorgen over de koude-eigenschappen van biobrandstoffen, vooral in relatie tot de gebruikte grondstoffen zoals koolzaadolie, gebruikt frituurvet (UCO) en dierlijk vet. De discussie richt zich op hoe snel kristallisatie optreedt bij lage temperaturen en in hoeverre deze kristallen weer oplossen bij opwarming. Over de CFPP-waarde bestaat verdeeldheid. Sommige experts stellen dat een goede CFPP-waarde voor B7-mengsels haalbaar is, ongeacht de grondstof. Anderen wijzen erop dat ook de CFPP-waarde van de pure FAME (B100) in de mix relevant is, omdat deze component bij koude temperaturen alsnog problemen kan veroorzaken, zelfs als de totale mix aan de eisen voldoet. De mate waarin dit speelt, hangt af van de gebruikte grondstof. Literatuur ondersteunt dit standpunt: biodiesel met een hoger gehalte aan verzadigde vetzuren heeft doorgaans slechtere koude-eigenschappen. Dit kan leiden tot wasvorming die niet oplost bij opwarming, met gevolg verstopte filters en belemmerde brandstoftoevoer.

2.3 Overzicht brandstofnormen en specificaties

De formele brandstofspecificaties zijn belangrijk voor de evaluatie van de brandstofanalyse resultaten in hoofdstuk 4. Daarnaast worden er ook additionele kwaliteitseisen afgesproken in verschillende landen. Deze worden aangeduid met industriestandaarden, industrienormen of technische richtlijnen. Deze kunnen afhankelijk zijn van de toepassing en het klimaat in dat land en ook zelfs het seizoen (zomer of winter). In Nederland zijn additionele kwaliteitseisen voor de binnenvaart vastgelegd in bijvoorbeeld de VOS specificatie (VOS, 2023).
De relevante EN-normen zijn reeds toegelicht in sectie 2.2.

Hieronder volgt een overzicht van de specificaties die relevant zijn voor de praktijkproef:

- EN590: B7: max 7% FAME
- EN14214: pure FAME, te gebruiken als blend voor diesel
- EN16734: B10: max 10% FAME
- EN16709: B20 en B30: max 20% resp. max 30% FAME.

In Tabel 2-4 is een overzicht gegeven van de normen voor de belangrijkste parameters die in de praktijkproef onderzocht worden.

Tabel 2-4: Europese brandstofspecificaties voor motor brandstoffen relevant voor de binnenvaart.

	Unit	EN590	EN14214	EN16734	EN16709	EN16709
FAME content	mass%	Max 7	Min 96,5	Max 10	Min 10,0* Max 20,0	Min 20,1* Max 30,0
Sulphur	ppm	Max 10	Max 10	Max 10	Max 10	Max 10
Density	kg/m^3	820–845	860–900	820–845	820-865	820-865
Water Karl Fischer	mg/kg	Max 200	Max 500	Max 200	Max 260	Max 290
Oxidatie stabiliteit	H	Min 20h**	Min 8 uur	Min 20h**	Min 20h**	Min 20h**
Glyceride content						
Mono-glyceride	mass%	-	≤0,70	-	-	-
Di-glyceride	mass%	-	≤0,20	-	-	-
Tri-glyceride	mass%	-	≤0,20	-	-	-
Free glycerol	mass%	-	≤0,02	-	-	-
Total glycerol	mass%	-	≤0,25	-	-	-
Steryl Glycosides	mass%	-	Zo laag mogelijk	-	-	-
Total contamination	mg/kg	Max 24	Max 24	Max 24		
Group 1 metals: Na+K	mg/kg	-	5,0	-	-	-
Group 2 metals: Ca+Mg	mg/kg	-	5,0	-	-	-
Phosphorous	mg/kg	-	4,0	-	-	-

* Tussen leveranciers en afnemers wordt waarschijnlijk een hoger minimum afgesproken

** Hiervoor geldt ook testmethode ISO12205 met een limietwaarde van deposits van 25 mg/m^3

Verschillende brandstofparameters hebben in de EN-normen geen vast Europese grenswaarde. Deze parameters kennen een regio- of klimaatafhankelijk invulling. Dit betreffen met name parameters die betrekking hebben op de viscositeit en filterbaarheid van de brandstof bij lage temperatuur. FAME kan bij hogere temperatuur stollen dan pure fossiele diesel en daardoor de stroom door brandstoffilters belemmeren.

De belangrijkste ‘cold flow’ parameters zijn:
- Cold Filter Plugging Point – CFPP: de laagste temperatuur waarbij een gespecificeerd filter de brandstof goed doorlaat.
- Cloud Point – CP: de laagste temperatuur waarbij de eerste stolling visueel optreedt.

De Filter Blocking Tendency – FBT, zegt vooral iets over de flow door een filter bij normale temperatuur. Het is een maat voor de druk die nodig is om een bepaald volume door een gespecificeerd glasvezel filter te persen. Deze moet dan ook beneden een bepaald niveau liggen.

Zie ook de vorige sectie (sectie 2.2) voor een nadere toelichting. Zoals reeds vermeld worden industrienormen geïmplementeerd voor belangrijke parameters waarvoor de algemene EN-normen geen vast grenswaarden voorschrijven of waarvoor een sector striktere eisen noodzakelijk acht. Dit geldt bijvoorbeeld voor de CFPP, CP en SMG. Voor de CFPP en de CP wordt in de praktijk onderscheid gemaakt tussen de zomer- en winterperiode.

In de winter zullen de brandstof bunker tanks en filters kouder zijn, waardoor een lagere temperatuur voor deze parameters zeer wenselijk is. Stichting VOS heeft voorstellen gedaan voor enkele cold flow eigenschappen voor de binnenvaart.

Voor het CFPP wordt onderscheid gemaakt in de vier seizoenen. Zie onderstaande tabel (VOS, 2023). NOVE en VOS hebben ook een voorstel gedaan voor een cFBT test, een FBT test welke uitgevoerd wordt bij lagere temperatuur (3°C, zie tabel). Deze test is formeel nog niet ingevoerd. OK Slurink heeft samen met de AGQM een voorstel gedaan voor CFPP en CP limietwaarden voor de binnenvaart voor B30 (OK Slurink, 2025). Zie onderstaande tabel. Alhoewel het een voorstel is voor B30, lijkt het logisch om diezelfde waarden ook te hanteren voor de andere FAME-blends.

Tabel 2-5: Overzicht van referentiewaarden en voorstellen voor kwaliteitseisen aan FAME-blends

		FAME-blend limiet (max) zomer/winter	Bronnen/ voorstel
CFPP			
	˚C	0 zomer / -20 winter (B7) -5 herfst/lente	Stichting VOS, 2023
	˚C	-15 jaarrond	KBN wensnorm*
	˚C	-5 zomer /-15 winter (B30)	OK Slurink / AGQM white paper
FBT	-	< 2,52	Industriestandaard IP 387
CP	˚C	-3 zomer /-6 winter (B30)	OK Slurink / AGQM white paper
cFBT (bij 3°)	-	1,8	Stichting VOS
SMG Saturated Mono Glycerides	mg/kg	55 winter 90 zomer	Noord-Europese richtlijn
		55 jaarrond	KBN wensnorm*
		40 winter (B7 tot mogelijkB20)	UK industriestandaard (Fuels Industry UK)
		200-500 zomer	
		1200 (B100) 320 (B30)	AGQM richtlijn
SG Sterol Glucosides)	mg/kg	10 jaarrond	KBN wensnorm*

* Zie Panteia, 2023

KBN heeft in 2022/2023 een wensnorm geformuleerd voor een aantal parameters zoals de CFPP, de verzadigde monoglyceriden (SMG) en Sterolglyceriden (SG). De wenswaarden zijn opgenomen in bovenstaande tabel. Voor de SMG is de KBN wenswaarde max 55 ppm (m/m). Voor de Sterolglyceriden is dat 10 ppm (m/m).

2.4 Invloed op motoremissies

In diverse studies van TNO en anderen, is veel informatie verzameld over de invloed van FAME-blends en pure FAME op de motoremissies (luchtvervuilende emissies) voor conventionele motoren zonder uitlaatgasnabehandeling. De belangrijkste motoremissies zijn NO_x (stikstofoxiden) en PM (fijnstof). In een TNO studie uit 2008 (TNO/CE, 2008) is een grafiek opgenomen voor FAME-blends van B20, B25, B30, B50 en voor de 100% variant B100. Hieruit blijkt dat de NO_x-emissie lineair (beperkt) toeneemt en dat de PM-emissie lineair daalt met de toename van het aandeel FAME.

Bij B100 is de NO_x-toename gemiddeld ca. 15%. Bij B30 is dat ca. 2-4%. Voor PM ligt de emissiereductie bij B100 doorgaans in de orde van 40-60%. Voor B30 ligt de daling in een bereik van 20-40%. In de TNO publicatie ‘Factsheet, brandstoffen voor het wegverkeer’ uit 2014, wordt voor B30 een PM-reductie opgegeven van 20% (TNO, 2014).

Geconcludeerd kan worden dat voor motoren zonder nabehandelingssystemen (pre-CCR, CCR I, CCR II), B30 leidt tot een gemiddelde toename van de NO_x-emissie van ca. 3%, terwijl een gemiddelde daling van de PM-emissies is te verwachten van ongeveer 20% tot 30%, met mogelijk nog een iets grotere daling. Voor B15 en B20 zullen de effecten min of meer lineair kleiner zijn (dus kleinere NO_x-toename en kleinere PM-daling).

Voor Stage V motoren in de hogere vermogensklassen waarvoor geïntegreerde nabehandelingstechnieken worden vereist, geldt dat gebruik van blends hoger dan 8% (B8) niet is toegestaan, tenzij hier additionele testen in het kader van de typegoedkeuring zijn uitgevoerd. Tot op heden zijn er nog geen Stage V binnenvaartmotoren met een dergelijke typegoedkeuring beschikbaar op de markt. De motorfabrikanten zijn op dit moment terughoudend omdat het onzeker is of de katalytische nabehandeling (roetfilter, SCR katalysator) op de lange termijn voldoende bestand is tegen het gebruik van hoge FAME-blends. Zie (TNO, 2020). Als fabrikanten bepaalde FAME-blends in de toekomst toch goedkeuren (en daarvoor de extra testen doen), dan zal naar verwachting het effect van FAME op de NO_x- en PM-emissies voor veel motoren gering zijn. Dit omdat veel motoren al reeds een closed-loop NO_x-control hebben en ook door de reeds zeer lage PM-emissies door het roetfilter.

3 Opzet praktijkproef FAME-blends

In dit hoofdstuk wordt de methodiek en uitvoering van de praktijkproef met FAME-blends beschreven en toegelicht. Naast een overzicht van de deelnemende schepen en brandstofleveranciers, wordt ingegaan op de monitoringsopzet, de geselecteerde analyseparameters en de wijze van monstername van de FAME-blends in de keten en aan boord.

3.1 Monitoringopzet

Voor de praktijkproef is een opzet gekozen waarbij schepen voor een bepaalde duur op FAME-blends varen en waarbij zowel de schepen als de brandstoffen worden gemonitord. Hiermee wordt inzicht verkregen in eventuele praktische gevolgen bij het varen op FAME-blends. Ook wordt inzicht verkregen in de brandstofsamenstelling en brandstofeigenschappen over een langere tijdsperiode.

De monitoring bestaat uit de volgende onderdelen:

- Vragenlijst over de specificaties en inzet van de schepen, alsmede over de getroffen technische voorbereidingen voor de overschakeling op de FAME-blend.
- Het bijhouden van een logboek met betrekking tot bunkergegevens, onderhoudsgegevens zoals het wisselen van brandstoffilters, het verversen van de olie, overig onderhoud en onregelmatigheden die veroorzaakt kunnen worden door het draaien op de brandstofblend.
- Het nemen van brandstofmonsters aan boord van de schepen die TNO liet analyseren op chemische parameters.
- Het aan het einde van het project nogmaals invullen van een vragenlijst over de ervaringen met de FAME-blend.

TNO coördineerde de monitoring van de deelnemende schepen. De betrokken brandstofleveranciers, rederijen en scheepsnamen zijn weergegeven in Tabel 3-1.

Tabel 3-1: Betrokken brandstofleveranciers, rederijen en scheepsnamen van deelnemende schepen.

#	Brandstofleverancier en FAME-blend	Rederij	Scheepsnaam
1	FincoEnergies B15	VT-groep	Vlaardingen
2			Mts Chris
3			Venetië
4			Vlissingen
5		Interstream	Eemstroom
6		Cotrans	Cotrans 1
7			Cotrans 10

#	Brandstofleverancier en FAME-blend	Rederij	Scheepsnaam
8	Catom/OK Slurink B30	Slurink Transport BV	Pouwel S
9	Den Hartog B15-B20	A. de Groot Olietransport BV	Stad Stavoren

Het is niet gelukt om alle onderdelen bij alle schepen te realiseren. Van de Venetië zijn onvoldoende gelogde praktijkgegevens verkregen. En voor de Cotrans 1 en 10 is het niet gelukt om monsters aan boord te nemen. De technische en operationele gegevens van de deelnemende schepen zijn gepresenteerd in Tabel 3-2.

Tabel 3-2: Technische scheepsspecificaties van de deelnemende schepen.

#	Scheepsnaam	Lengte x Breedte [m]	Tonnage [ton]	Bouwjaar	Hoofdmotor	Hulpmotoren	Totaal vermogen hoofdmotor [pk]
1	Vlaardingen	135 x 15	6213	2005	2x Caterpillar 3512 (B) DI-TA electronic	2x Caterpillar 395 pk …	2x 1521
2	Mts Chris	109,92 x 11,44	2765	2020	Mitsubishi S 12 R-Z3MPTAW-2	Caterpillar C18 John Deere 6068 John Deere 4045	1414
3	Venetië B15	110 x 11,45	3171	2010	Mitsubishi S 16 R-C2MPTK	Scania 435 pk …	1700
4	Vlissingen B15	134,63 x 21,57	9264	2003	Caterpillar 3512 (B) DI-TA electronic	2x Caterpillar 3306 Caterpillar 3412	3x 1521
5	Cotrans 1 B15*	80 x 8,60	1300	1977	2x Volvo Penta D13-400 Stage V	Volvo Penta 350 pk	880
6	Cotrans 10 B15	69,96 × 7,37	839–1010	1988	Cummins QSK 19 m	1x Hatz 17 KW Hatz 3M41: 25 KW Kopschroef De Koning/Daf ZF 350 pk	600
7	Eemstroom B15	85,95 x 11,40	2063	1992	Stork 6 FGHD 240	Lister HL6 JCB 448-60 DAF 1160	1200
8	Pouwel S B30	125 x 11,45	3388	2004	2x Caterpillar 3512 (B) DI-TA electronic	Caterpillar 3412 John Deere 6065 TF258	2x 1278
9	Stad Stavoren (B15) B20	86 x 9,6	1550	2011	Caterpillar 3508 (C) DI-TA electronic	John Deere 4045 John Deere 6125 John Deere 6068	1065

Noot: De Cotrans 1 heeft tegelijk met B15 ook altijd B0 gebunkerd

Het bijhouden van de onderhoudsaspecten omvatte vooral het verzamelen van gegevens van olieverversingen, olie-analyses en meldingen van storingen of andere technische problemen, inclusief visuele inspecties van brandstoffilters en eventuele brandstof gerelateerde afwijkingen. Intensief contact met de betrokken partijen was nodig om de monitoringsinformatie redelijk compleet te krijgen.

Naast het bijhouden van de operationele parameters werd de brandstofkwaliteit nauwlettend gevolgd. Brandstofleveranciers voerden analyses uit en verstrekten de analysecertificaten, over het algemeen in samenwerking met externe laboratoria. Daarnaast heeft TNO een groot aantal monsters genomen in de brandstofketen, en vooral ook aan boord van de schepen. Deze monsters werden geanalyseerd door Bureau Veritas om een volledig beeld te krijgen van de prestaties en betrouwbaarheid van de gebruikte brandstoffen. Zie sectie 3.2.

3.2 Geanalyseerde brandstofparameters

In het kader van de praktijkproef is in nauw overleg met het de ‘expertgroep’ (zie sectie 1.3) een lijst met brandstofparameters opgesteld. Deze gekozen brandstofparameters zijn bedoeld om inzicht te verkrijgen in de kwaliteit van het brandstofmengsel en vormen daarmee een belangrijk instrument binnen de bredere evaluatie van de gebruikte FAME-blends.
Als uitgangspunt is de parameterlijst uit het onderzoek van Panteia (2023) genomen, die vervolgens is aangepast aan de specifieke context en doelstellingen van dit project.
De selectie, weergegeven in Tabel 3-3, is tot stand gekomen op basis van inhoudelijke relevantie en financiële haalbaarheid. Vanwege budgettaire beperkingen was het niet mogelijk om alle beschikbare parameters mee te nemen in elke analyse. Daarom is een gerichte keuze gemaakt voor die parameters die het meest informatief zijn met betrekking tot de chemische en fysische eigenschappen van het brandstofmengsel. Deze informatie zou bij eventuele storingen kunnen helpen verklaren waarom een bepaalde storing kan optreden en geeft mogelijk ook inzicht in de oplossingsrichting. Ook zijn de parameters geselecteerd die nodig zijn voor het toetsen van de kwaliteitseisen die aan FAME worden gesteld, zoals onder andere in de EN14214.

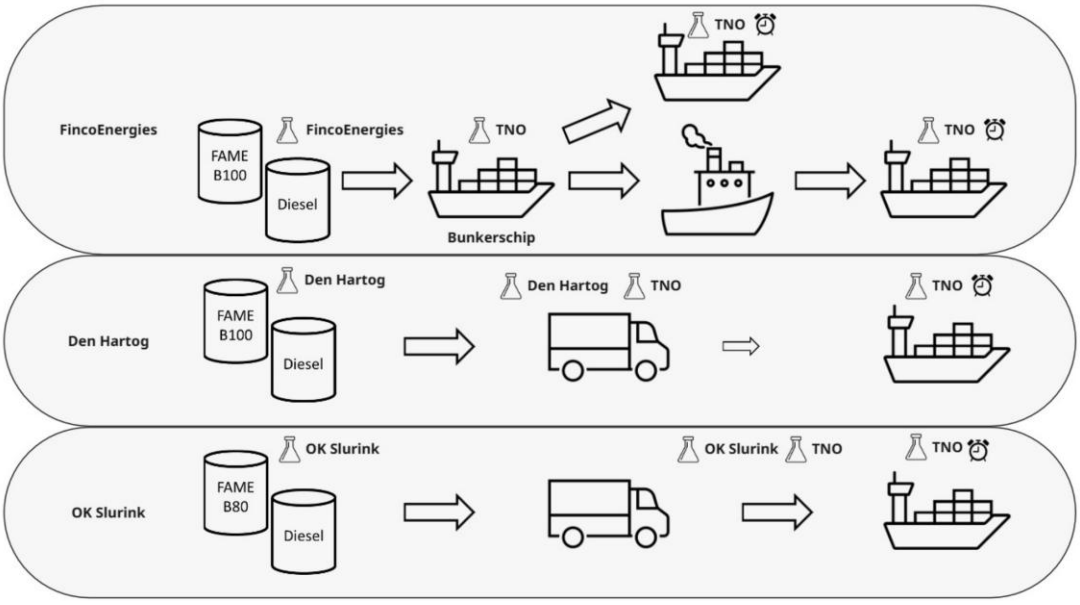
Tabel 3-3: Overzicht van brandstofparameters die voor de verschillende brandstofsamples geanalyseerd worden.

Test naam	Methode	FAME B100 Keten	FAME-blend Keten	Test FAME Blend - Schip
CFPP – Cold Filter Plugging Point	EN116		X	X
FBT – Filter Blocking Tendency	IP387		X	X
CP - Cloud Point	ASTM D2500		X	X
FAME-gehalte	EN14078		X	X
Water Karl Fischer	ISO12937		X	X
Oxidatie stabiliteit	EN15751		X	X
Dichtheid	ISO12185		X	X
Totale vervuiling	EN12662		X	
Vervuiling visueel			X	X
SMG – Saturated Mono Glycerides	EN17057	X		
Di, Tri, Glyceride	EN14105	X		
SG Sterol Gucosiden	INSP/GC-L082B-01	X		

De door TNO genomen brandstofmonsters zijn geanalyseerd door Bureau Veritas.
De brandstofleveranciers hebben minimaal de bovenstaande brandstofanalyses laten uitvoeren (voor zowel de FAME-blends als de pure FAME) en hebben de analyse certificaten aan TNO ter beschikking gesteld.

3.3 Brandstofketen en monstername

Om een representatief beeld te verkrijgen van de samenstelling en kwaliteit van verschillende FAME-blends binnen de productie- en distributieketen en in de brandstoftanks van schepen, zijn op meerdere momenten en locaties brandstofmonsters genomen. De monstername vond plaats bij zowel de brandstofleveranciers in de keten als direct uit de tanks van deelnemende schepen. Dit biedt inzicht of en hoe bepaalde brandstofeigenschappen vanaf het moment van productie tot aan het daadwerkelijke gebruik veranderen.
Figuur 3-1 laat de verschillende ketens zien voor de deelnemende brandstofleveranciers en de plekken in de ketens waar en door welke partij de brandstofmonsters zijn genomen. De door TNO ingewonnen brandstofmonsters werden zoveel mogelijk aan het einde van de keten genomen (net voor bunkering) en aan boord van de schepen. Dit is gedaan om een representatief beeld te verkrijgen van de brandstofkwaliteit zoals deze in de praktijk wordt geleverd aan de bunkerpomp, inclusief eventuele veranderingen van brandstofeigenschappen die tijdens opslag en distributie optreden.



Figuur 3-1: Overzicht van de verschillende ketens van productie en distributie door de deelnemende brandstofleveranciers tot de brandstoftanks van de deelnemende schepen. In de illustratie is te zien waar in de keten door de brandstofleverancier en TNO brandstofmonsters zijn genomen.

Door rekening te houden met de specifieke omstandigheden binnen de distributieketen en in de tanks van schepen, ontstaat een beeld van hoe FAME-blends zich na verloop van tijd gedragen en of en waar eventueel kwaliteitsverlies optreedt. Dit draagt bij aan het begrijpen van potentiële kwaliteitsveranderingen, zoals oxidatie, wateropname of vervuiling, en ondersteunt de beoordeling van de betrouwbaarheid van biobrandstoffen in de praktijk.

Voor het nemen van brandstofmonsters op de schepen zijn verschillende methodes gebruikt. De plek aan boord van schepen waar de monsters genomen konden worden, hing af van de praktische situatie aan boord. De voorkeurslocatie voor monstername was het brandstofterugloopppunt van de motor naar de tank. In de praktijk is echter steeds gekozen voor monstername direct voor het brandstoffilter, vanwege de betere toegankelijkheid tijdens het bemonsteren.

TNO heeft de monstername in de keten en aan boord van de schepen gepland in drie rondes; in de winter, het voorjaar en de zomer. Een overzicht van het aantal uitgevoerde testen is gegeven in Tabel 3-4. Voor B15 zijn een groter aantal monsters genomen, omdat het aantal deelnemende schepen groter was. De leveranciers hebben daarnaast een veertigtal monsters in de keten genomen en de resultaten aan TNO ter beschikking gesteld.

Tabel 3-4: Overzicht van het aantal samples dat tijdens de praktijkproef genomen en door TNO geanalyseerd is.

Maand	Brandstofleverancier	Keten	Schip
		Aantal testen	Aantal testen
Januari	FincoEnergies B15	2	6
	Den Hartog B20	1	1
	OK Slurink B30	1	1
Maart	FincoEnergies B15	2	6
	Den Hartog B20	1	1
	OK Slurink B30	1	1
Juli	FincoEnergies B15	2	1
	Den Hartog B20	1	1
	OK Slurink B30	1	1
		12	19

In Tabel 3-5 staat per schip waar het monster aan boord van het schip is genomen. Dit is in een aantal gevallen na de eerste meetronde verplaatst van ‘na filter’ naar ‘voor filter’.

Tabel 3-5: Overzicht deelnemende schepen met het monstername punt (afhankelijk van de ronde/datum).

#	Scheepsnaam	Monstername punt	Datum monstername
1	Vlissingen	Na filter Voor filter	22 jan 2025 7 apr 2025, 15 jul 2025
2	Mts Chris	Na filter Voor filter	24 jan 2025 26 mrt 2025, 30 mei 2025
3	Vlaardingen	- Voor filter	- 26 mrt 2025, 16 jun 2025
4	Venetië	Na filter Voor filter	14 jan 2025 1 apr 2025, jun 2025
5	Eemstroom	Uit de hercirculatie Voor filter	11 jan 2025 7 apr 2025
6	Cotrans 1	Geen monsters	-

#	Scheepsnaam	Monstername punt	Datum monstername
7	Cotrans 10	Geen monsters	-
8	Pouwel S	Na filter Voor filter	31 jan 2025 Apr 2025, 6 mei 2025
9	Stad Stavoren	Voor filter	04/2025, - , 18 jul 2025

4 Resultaten brandstof-analyses

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van de brandstofanalyses in de keten en aan boord van de schepen. Dit wordt gedaan voor de drie verschillende blends, B15, B20 en B30 die door drie verschillende brandstofleveranciers zijn geleverd. De brandstofanalyses omvatten zowel de monsters in de distributieketen als de monsters genomen aan boord van de deelnemende schepen. De resultaten worden in de onderstaande secties direct vergeleken met de Europese EN limietwaarden of industriestandaarden en/of wenswaarden (zie hoofdstuk 2.3).

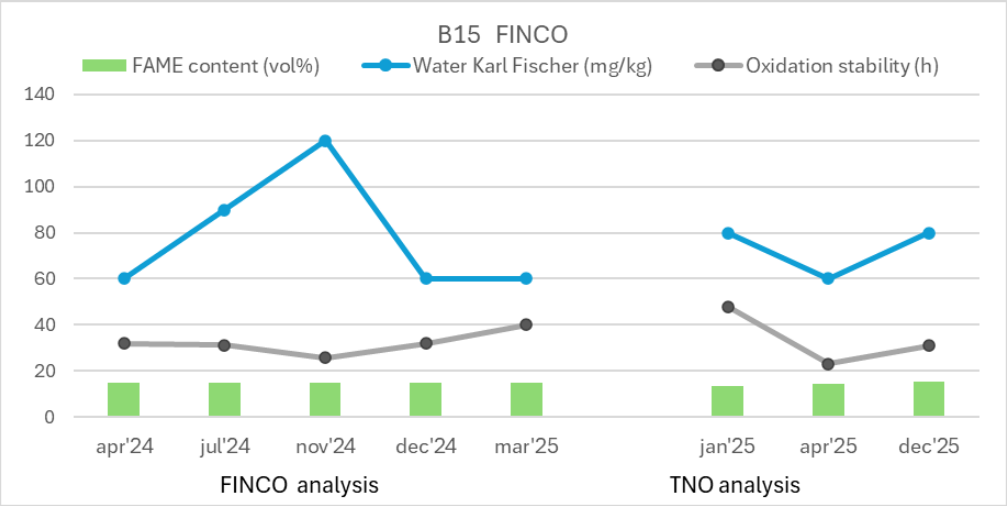
4.1 B15 FAME- blend

De gedetailleerde resultaten van alle brandstofanalyse parameters zijn opgenomen in Bijlage A.

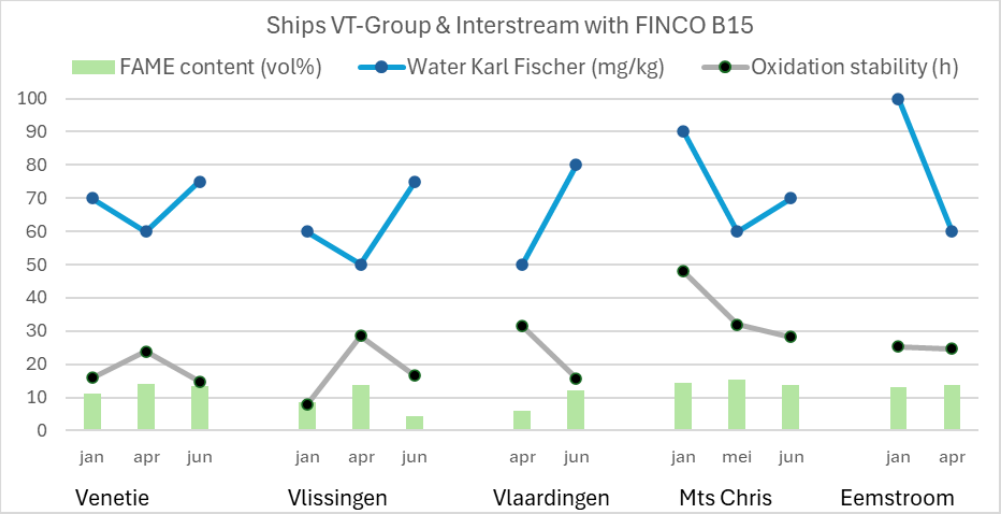
FAME-gehalte, watergehalte en oxidatiestabiliteit.
Een drietal belangrijke parameters voor B15 zijn weergegeven in de onderstaande twee figuren. Dit zijn de parameters: FAME-aandeel, watergehalte (‘Water Karl Fischer’) en oxidatiestabiliteit. De brandstofanalyses in Figuur 4-1 omvatten de monsters in de distributieketen[6]. Figuur 4-2 betreft de monsters die genomen zijn op de schepen zelf. Daarbij treedt ook menging op met de eerder gebunkerde (rest-) brandstof in de bunkertanks. In sommige gevallen kan dat ook een bunkering van B0 geweest zijn. Het FAME-aandeel (vol.-%), zal in dat geval een lagere waarde dan 15% laten zien.

Figuur 4-1 omvat monsters genomen door FincoEnergies zelf en monsters genomen door TNO. In beide gevallen zijn de chemische analyses uitgevoerd door een onafhankelijk laboratorium. De monsters genomen door FincoEnergies s zijn over een periode van een kleine 2 jaar genomen. De monsters genomen door TNO zijn allen in 2025 genomen.
Figuur 4-2 laat dezelfde parameters zien, maar dan van monsters genomen op vier schepen van de VT Group en een schip van Interstream. Deze monsters zijn altijd door TNO genomen en ook altijd in 2025.

[6] Met keten wordt bedoeld de brandstofproductie (menging van FAME met fossiele diesel) en het transport tot aan het bunkeren van het schip. Zie sectie 3.3.



Figuur 4-1: Analyses van brandstofmonsters van B15 genomen door FincoEnergies (links) en door TNO (rechts), in de periode van april 2024 tot en met december 2025. De eenheden van de Y-as staan in de legenda.



Figuur 4-2: Analyses van brandstofmonsters van B15 genomen door TNO aan boord van de schepen van de VT-Group en de Eemstroom (allen in 2025 genomen).

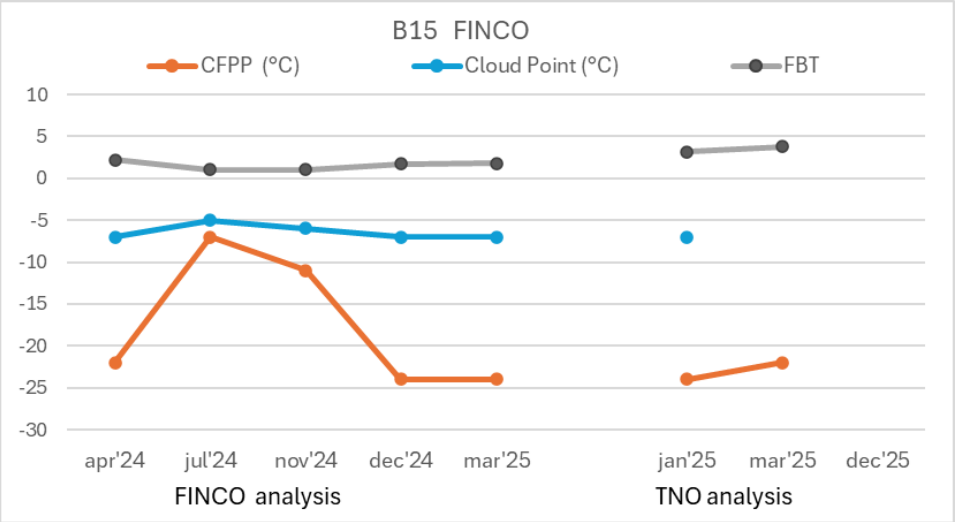
Het FAME-gehalte van de monsters in de keten ligt steeds heel dicht bij de 15 vol.-%. De laagste gemeten waarde is 13,5% (monstername door TNO). Aan boord van de schepen zijn enkele monsters genomen met een FAME-gehalte van rond de 10% en ook een tweetal met een FAME-gehalte van rond de 5%. Dit is veroorzaakt door het bunkeren van B0 tussendoor. Voor het watergehalte geldt voor B7 en B10 een maximum van 200 mg/kg (volgens zowel EN590 en EN16734). Voor B15 bestaat geen Europese norm. In de keten en aan boord van de schepen liggen de waarden in dezelfde range van 50 tot 100 mg/kg. Dit is een factor twee of meer onder de genoemde limietwaarde. Er zijn geen aanwijzingen dat aan boord het watergehalte toeneemt door bijvoorbeeld condensvorming. De oxidatiestabiliteit voor FAME-blends behoort boven de 20 uur te liggen (volgens EN590 en EN16734, en eveneens volgens EN16709 voor B20 en B30). In de keten wordt hieraan goed voldaan. In de keten liggen de waarden in de range van 20 tot 50 uur.

Aan boord van de schepen liggen de waarden in een range van ca. 10-50 uur. Het is echter bekend dat in gebruik aan boord van de schepen de oxidatiestabiliteit zal dalen. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de interactie met de motoren (retourflow van de brandstof naar de bunkertank). Ook andere factoren zoals interactie met ventilatielucht en restwater kunnen daar waarschijnlijk invloed op hebben.

Cold flow properties

In Figuur 4-3 zijn een tweetal parameters opgenomen welke betrekking hebben op het gebruik van de biodiesel blends bij (zeer) lage temperatuur. Dit zijn de CFPP en het Cloud Point. De brandstofleverancier kan de waardes van deze parameters beïnvloeden door lichtere of zwaardere FAME grondstoffen te kiezen welke gebruikt wordt voor het maken van de blend. Over het algemeen wordt in de winterperiode, soms al vanaf oktober, dunnere (minder viskeuze) FAME gebruikt. Dit is ook te zien in Figuur 4-3. In deze figuur is ook de FBT opgenomen.

Bij de monsters genomen in december, januari, maart en april zijn de CFPP waarden relatief laag, namelijk tussen -20 en -25°C en voldoen aan de VOS norm van 2023. De waarden in juli en november liggen met resp. -7° en -10° onder de VOS norm voor zomer en herfst. Deze waarden voldoen niet aan de KBN wensnorm; CFPP < -15°C jaarrond.



Figuur 4-3: Analyses van brandstofmonsters genomen door FincoEnergies (links) en door TNO (rechts) in de brandstofketen, in de periode van april 2024 tot en met december 2025.

Het CP, Cloud Point, laat waardes zien welke in de winter altijd op of lager liggen dan -6°C en in de rest van het jaar altijd lager dan -5°C. Dit zijn wederom goede waarden.
De FBT waarden van de TNO analyses liggen duidelijk hoger dan die van de FincoEnergies analyses, namelijk 3,2 – 3,8 versus ca. 1,8 (met maar één overeenkomstig meetmoment). De oorzaak van dit verschil is niet duidelijk. Het is wel zo dat de TNO monsters verderop in de keten genomen worden (tijdens en na het transport, zie paragraaf 3.3). Voor FBT is geen officiële norm of wensnorm. Er is wel een wensnorm voor de cFBT, namelijk < 2 bij 3°C. Die zou mogelijk overschreden kunnen worden.

SMG – Saturated Mono Glycerides

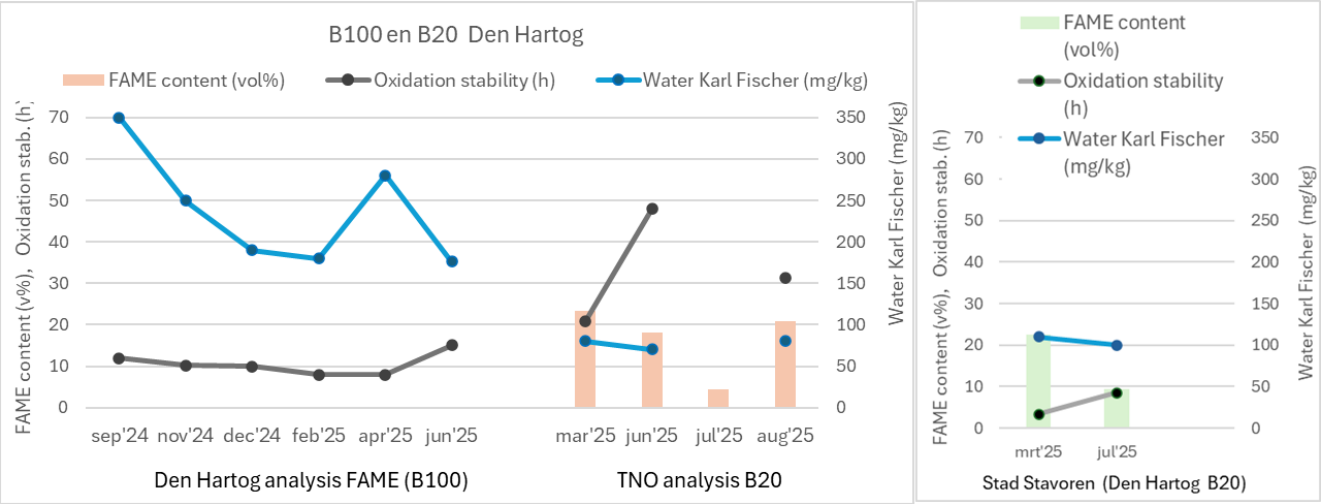
SMG is een aantal malen gemeten, zowel in de FAME-blend als in de pure FAME. Zie Bijlage A.

De analyses van FincoEnergies van de FAME-blends lieten steeds SMG waarden lager dan 30 mg/L zien. Dit komt ongeveer overeen met 35 mg/kg. In de pure FAME waren de SMG resultaten : <200 en <180. Dit is consistent met de waardes gemeten in de FAME-blend (namelijk ca. 15% van de SMG waarden van pure FAME). TNO heeft ook eenmaal SMG in de pure FAME laten analyseren. De SMG-waarde van deze analyse betrof 42 mg/kg. Dit betekent dat de waarden in de B15 blend rond de 6 tot 7 mg/kg liggen. In alle gevallen voldoen de SMG waarden ruimschoots aan de AGQM richtlijn (maximaal 1200 mg/kg voor de pure FAME) en KBN wensnorm van max. 55 mg/kg.

4.2 B20 biodiesel blend

De gedetailleerde resultaten van alle brandstofanalyse parameters zijn opgenomen in Bijlage A.

FAME-gehalte, watergehalte en oxidatiestabiliteit.
De parameters FAME aandeel (vol%), watergehalte ('Water Karl Fischer in mg/kg') en oxidatiestabiliteit (h) zijn weergegeven in onderstaande
Figuur 4-4. De linker figuur geeft de resultaten van de monsters in de keten, terwijl de rechter figuur de monsters aan boord van de schepen weergeeft.



Figuur 4-4: Analyse resultaten van de brandstofmonsters in de keten (figuur links) en de monsters aan boord van de schepen (figuur rechts). De keten omvat resultaten van B100 (door Den Hartog) en van B20 (door TNO).

De analyse van veranderingen van brandstofeigenschappen in de keten omvat de resultaten van de B100 die als basis dienden voor de B20-blend. Ook nam TNO monsters van de uiteindelijke blend vlak voor de bunkering, terwijl de B20-monsters in de rechtergrafiek van Figuur 4-4 afkomstig zijn van metingen aan boord. Het FAME-gehalte van de blend varieert; zowel in de keten als aan boord is eenmaal een laag FAME-gehalte gemeten van resp. ca. 4% en 10%. Mogelijk betreft dit dezelfde bunkering, die aan boord is gemengd met resterende B20, waardoor het gemiddelde FAME-gehalte aan boord hoger uitviel dan in de keten.

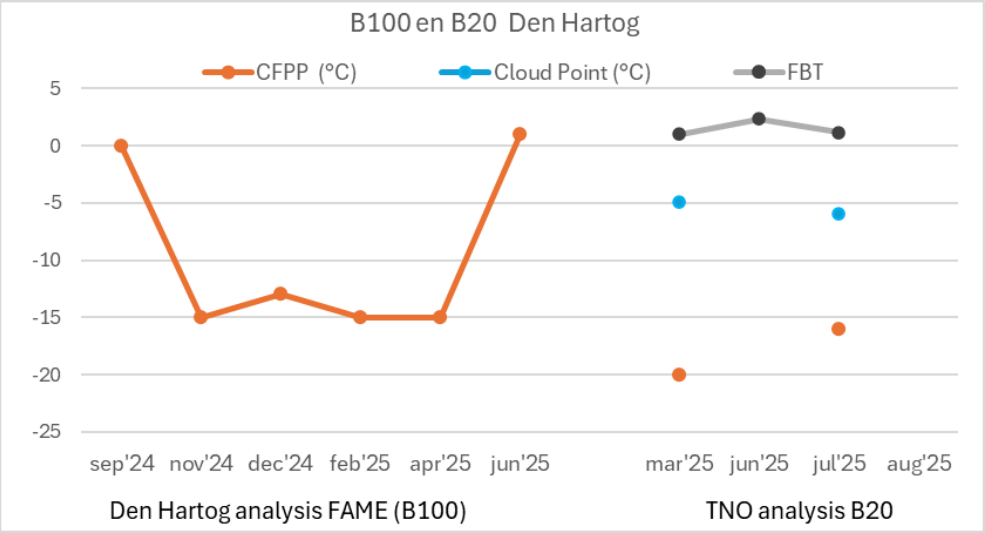
Het watergehalte in de B100 varieert tussen 175 en 350 mg/kg, ruim onder de limiet van 500 mg/kg voor pure FAME volgens EN 14214.

Voor de fossiele dieselcomponent zijn waarden van ca. 40–80 mg/kg gemeten, met een uitschieter naar 200 mg/kg. Op basis hiervan wordt voor B20 een range van ca. 70–130 mg/kg verwacht. De metingen die TNO heeft laten uitvoeren liggen hierbinnen, met 70–80 mg/kg in de keten en 100–110 mg/kg aan boord. Deze waarden liggen ruim onder de limiet van 200 mg/kg voor B7 en B10. Hoewel de limiet voor B20 en B30 niet eenduidig is vastgesteld in richtlijnen, is het vanuit risicobeheersing (bunkertanks, filters en motorslijtage) raadzaam onder de grenswaarde van B7/B10 te blijven. Immers, een hoger watergehalte kan de kans op problemen verhogen.

Voor oxidatiestabiliteit geldt voor B100 een minimum van 8 uur en voor FAME-blends (B7, B20, B30) 20 uur. In Figuur 4-4 liggen de B100 waarden tussen 9 en 15 uur, boven de limiet. De TNO-analyse van de B20 toont waarden tussen 20 en 50 uur. Metingen aan boord van de Stad Stavoren liggen lager, van ca. 3 tot ruim 8 uur. Dit is consistent met eerdere observaties bij B15-schepen en wordt verklaard door afname van de oxidatiestabiliteit tijdens gebruik, doordat antioxidanten worden verbruikt. Dit hangt samen met opwarming in het injectiesysteem en retourstroom naar de bunkertank, waarbij effecten kunnen variëren per motortype, tankconfiguratie en motorbelasting.

Cold flow properties

In Figuur 4-5 zijn de parameters opgenomen die betrekking hebben op het gebruik van biodiesel bij lage temperatuur. Dit zijn de CFPP, het Cold Filter Plugging Point, het Cloud Point en de FBT, de Filter Blocking Tendency. Bij de B100 monsters zien we duidelijk het seizoeneffect. In de winter zijn de CFPP waarden heel laag, rond de -13 tot -15°C, terwijl in de zomer de waarden oplopen tot rond 0°C. Toevoeging aan fossiele diesel zal een lagere CFPP temperatuur opleveren voor de blend. Dat zien we aan de B20 monsters (TNO): -20° in de winterbrandstof en ca. -16° in de zomerblend. De waarden liggen onder de KBN wenswaarde van -15°C (jaarrond) uit het Panteia onderzoek. Het CP is alleen bepaald voor de B20 blend. De waarden liggen rond -5°C. Dit zijn goede waarden. De FBT is eveneens alleen bepaald voor de B20 blends. Deze liggen in een range van ca. 1,1 tot 2,4. Voor FBT is geen wensnorm beschikbaar.



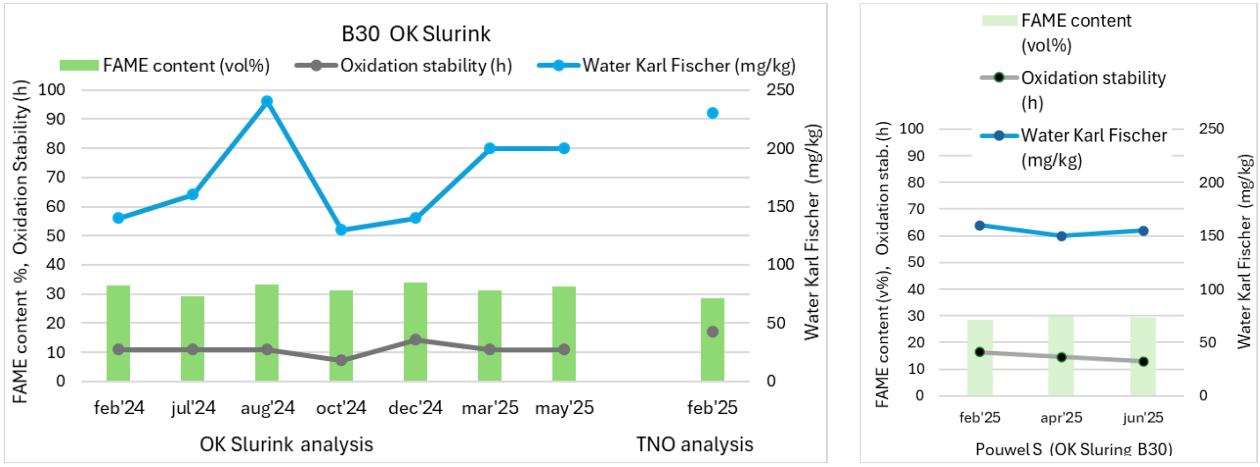
Figuur 4-5: Analyseresultaten van B100 brandstofmonsters van Den Hartog (links) en van B20 monster van TNO (rechts), beiden in de brandstofketen (voor bunkering). Periode van september 2024 tot en met augustus 2025.

SMG – Saturated Mono Glycerides
De SMG is alleen eenmaal door TNO gemeten bij de pure FAME (B100). De waarde is precies 200 mg/kg. De waarde voor de B20 zal daarmee uitkomen op ca. 40 mg/kg. Dit is een goede waarde, onder de KBN wenswaarde van max 55 mg/kg uit het Panteia onderzoek.

4.3 B30 biodiesel blend

De gedetailleerde resultaten van alle brandstofanalyse parameters zijn opgenomen in Bijlage A.

FAME-gehalte, watergehalte en oxidatiestabiliteit.
De parameters FAME-aandeel (vol%), watergehalte ('Water Karl Fischer') en oxidatiestabiliteit zijn weergegeven in onderstaande Figuur 4-6. De linker figuur toont analyseresultaten van de ketenmonsters, terwijl de rechterfiguur de resultaten van de monsters aan boord van de Pouwel S weergeeft. Alle analyses die OK Slurink en TNO hebben laten uitvoeren omvatten de B30 blend. In de figuur is te zien dat de analyseresultaten ook altijd rond de 30% FAME liggen, ook op het schip zelf.
De bakboordmotor heeft consistent B30 gebruikt (de stuurboord hoofdmotor gebruikte B0 om een directe vergelijking mogelijk te maken).



Figuur 4-6: Analyses van brandstofmonsters genomen in de productieketen (figuur links) en de TNO genomen aan boord van de Pouwel S (figuur rechts). Periode van februari 2024 tot en met juni 2025.

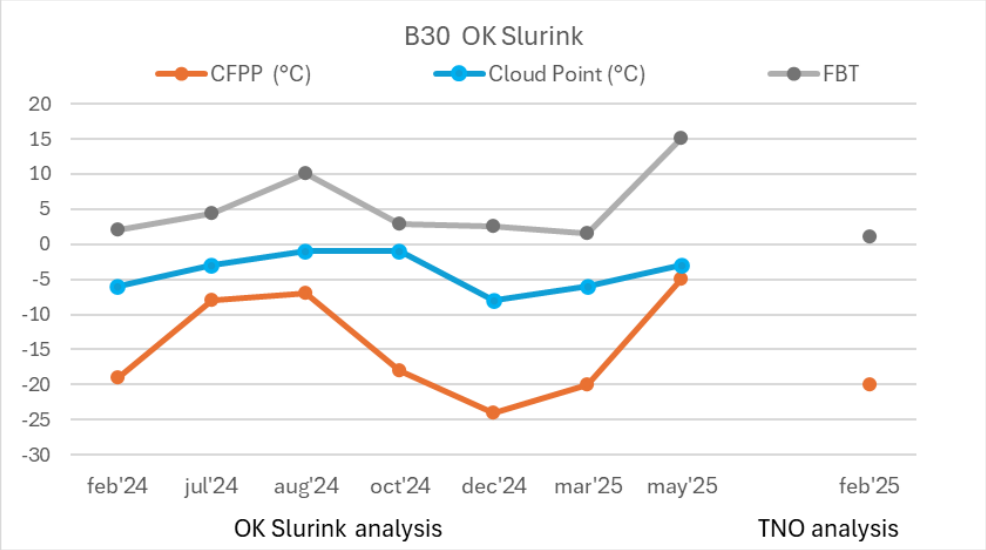
De analyses die OK Slurink heeft laten uitvoeren laten een watergehalte waarden zien in de productieketen van 130 tot 240 mg/kg. Het eenmalige door TNO genomen monster in de keten laat een waarde van 230 mg/kg zien. De drie door TNO genomen monsters aan boord laten waarden zien van 150 tot 160 mg/kg, in lijn met de onderkant van de range van de OK Slurink analyses in de keten. Dit zijn goede resultaten. Blijkbaar is er aan boord geen sprake van extra toename van het watergehalte door bijvoorbeeld condensvorming.
OK Slurink hanteert zelf een limietwaarde voor B30 van 290 mg/kg. Dit is bepaald op grond van de maximale waarden van zuivere FAME (500 mg/kg) en EN590 (200 mg/kg). Het is wel zo dat een lager niveau altijd veiliger is. In die zin zou ook gekozen kunnen worden voor een maximale waarde van 200 mg/kg (gelijk aan B0, B7, B10). Dan stel je wel iets strengere eisen aan de FAME waarmee je blend en/of de fossiele diesel, dan nu in de specificaties is opgenomen.

De analyses van de oxidatiestabiliteit van de monsters die door OK Slurink zijn genomen, laten waarden zien in het bereik van 7 tot 14 uur. Het TNO monster in de keten geeft een waarde van 17 uur. Drie monsters genomen door TNO aan boord van de Pouwel S laten waarden zien in het bereik van 13 tot 16 uur. Deze voldoen daarmee niet aan de EN16709 norm van minimaal 20 uur. De laagste waarden worden door de leverancier gemeten in de brandstofketen. Mogelijk zijn de monsters verontreinigd tijdens de opslag of bij het mengen. Geconcludeerd kan worden dat de waarden in de keten aan de lage kant zijn. Het is bekend dat aan boord van het schip de oxidatiestabiliteit terug kan lopen, vooral vanwege de interactie met de motor (retour flow). De waarden die zijn gemeten aan boord lijken daarom redelijk passen bij blends die bij levering hebben voldaan aan de normen. (afhankelijk van de periode tussen bunkering en monstername).

Cold flow properties

In Figuur 4-7 zijn de parameters opgenomen die betrekking hebben op het gebruik van de biodiesel bij lage temperatuur. Dit zijn de CFPP, het Cold Filter Plugging Point, het Cloud Point en de FBT, de Filter Blocking Tendency.

De CFPP waarden in de winter liggen rond de -20 tot -25°C, voor zowel de OK Slurink analyses als ook de eenmalige TNO analyse. De waarden voldoen daarmee aan de VOS norm (2023) en aan de KBN wensnorm (-15°C jaarrond). In de zomermaanden zien we wel hogere waarden, namelijk in de range van -5° tot -10°C. Dit voldoet aan de VOS2023 norm en alsmede aan de norm die OK Slurink/AGQM zelf hanteert (zie sectie 2.3 en OK Slurink, 2025). De CP analyses laten in de wintermaanden waarden zien van rond de -6° tot -8°C. Dit voldoet aan het minimum van OK Slurink/AGQM van maximaal -6°C (zie sectie 2.3 en OK Slurink, 2025). In de zomermaanden kan het CP oplopen tot -1°C. Dat is wel iets boven de norm van -3°C voor de zomerbrandstof. De FBT waarden schommelen over het algemeen in een range van 1 tot 10, met daarbij een uitschieter naar 15. EN16709 omvat geen FBT norm en er is ook geen KBN wensnorm voor FBT. Voor EN590 (B7) geldt wel een norm van max 2,52. Daar liggen een aantal waarden boven.



Figuur 4-7: Analyse resultaten voor cold flow eigenschappen van OK Slurink (links) en TNO (rechts). Periode van februari 2024 tot en met mei 2025.

SMG – Saturated Mono Glycerides

De SMG waarden zijn door de leverancier gemeten in de B30. De waarden liggen in een range van <200 tot 830 mg/L (zie Bijlage A). De waarden omgerekend naar mg/kg liggen dan in de range van <235 tot 980 mg/kg. De TNO meetwaarde ligt met 107 mg/kg onder deze range (berekend op basis van waarde 356 mg/kg in de pure FAME). De waarden van de leverancier zijn hoger dan de aanbeveling van de AGQM (<320 mg/kg voor B30 en < 1200 mg/kg voor pure FAME, zie AGQM, 2018 en sectie 2.3) en hoger dan de KBN wensnorm.

4.4 Synthese brandstofanalyses

In de onderstaande vier tabellen zijn de analyseresultaten voor een viertal parameters samengevat. Daarbij wordt steeds de range van de meetwaarden aangegeven van de brandstofmonsters die zijn genomen in de brandstofketen (productie en distributie tot aan het schip) en in de schepen zelf. Voor B15 zijn de meeste monsters genomen op de schepen, omdat 5 van de 7 schepen B15 bunkerden. Voor B20 en B30 was dat elk maar één schip. De meeste meetpunten zijn terug te vinden in de figuren in de secties 4.1 t/m 4.3. Voor een uitgebreid overzicht van de limietwaarden en wensnormen wordt verwezen naar sectie 2.3.

Watergehalte

In Tabel 4-1 is een overzicht gegeven van het watergehalte van de brandstof. Voor de blends B15, B20 en B30 bestaan er geen harde limietwaarden. Op grond van de limietwaarde van enerzijds B0, B7 en B10 (max 200 mg/kg) en de limietwaarde van B100 (500 mg/kg), kun je voor B20 en B30 de maximum waarden van resp. 260 en 290 mg/kg berekenen. Echter de limietwaarde voor B0-B10 van 200 mg/kg zou ook doorgetrokken kunnen worden naar B20 en B30. Dit betekent dan wel dat iets strengere eisen gesteld wordt aan de gebruikte FAME en/of de fossiele diesel brandstof.

Tabel 4-1: Analyse resultaten watergehalte Karl Fischer in de keten* en aan boord van de schepen.

mg/kg	Limiet (keten)	Keten*	Schip	Conclusie
B15	Max 200 (B0-B10)	60-120	50-100	Gemiddeld geen toename in het schip ten opzichte van de keten*. Bij één schip mogelijk wel een toename, maar het aantal meetpunten is te klein om dit aan te tonen
B20	Max 260	70-80 70-130**	100-110	
B30	Max 290	130-240	150-160	

* Keten=brandstofproductie en distributie tot aan het schip.

** Berekend uit meetwaarden van de B100 en B0 gebruikt voor de blend.

Geconcludeerd kan worden dat alle waarden van het geanalyseerde watergehalte voldoen aan de limietwaarden en dat er geen of nauwelijks sprake is van toename van het watergehalte op de schepen. Bij het B20 schip is er mogelijk een lichte toename, maar het aantal metingen (2) is te klein om dat met zekerheid vast te stellen. En ook op het schip ligt het watergehalte een factor 2 onder de limietwaarde. Een verhoging van het watergehalte aan boord zou bijvoorbeeld veroorzaakt kunnen worden door condensvorming via de tankventilatie, via het hygroscopisch effect van het FAME of van achtergebleven water van eerdere bunkers.

In
Tabel 4-2Tabel 4-2 is een overzicht gegeven van de analyses van de oxidatiestabiliteit. In de B30 keten zijn relatief lage waarden gemeten, 7-17 uur, terwijl de minimum waarde voor een

FAME-blend 20 uur is en minimum 8 uur voor pure FAME, volgens de EN16709 en EN16734. Aan boord van de twee B20/B30 schepen en alsmede bij drie van de vijf B15 schepen, zien we een of twee meetwaarden die lager liggen dan 20 uur. Het is bekend dat aan boord van de schepen de oxidatiestabiliteit terug zal lopen, waarschijnlijk met name door de interactie met de motoren (retourflow van het injectiesysteem). Ook kunnen interacties met de omgevingslucht (tankventilatie) en aanwezigheid van water of andere onzuiverheden invloed hebben op de oxidatiestabiliteit. Overigens zal een daling proportioneel zijn met de tijd en het aantal motordraaiuren tussen bunkering en moment van monstername. Dit zal van schip tot schip verschillen.

Het volgende kan geconcludeerd worden ten aanzien van de oxidatiestabiliteit:

- Relatief lage waarden in de keten voor B30.
- Bij het B20 schip: sterke daling aan boord van het schip ten opzichte van keten.
- Bij overige zes schepen geen of heel beperkte daling aan boord van het schip.

Tabel 4-2: Analyse resultaten oxidatiestabiliteit in de keten* en aan boord van de schepen.

Uur	Limiet (keten*)	Keten*	Schip	Conclusies
B15	Min 20 (EN16709, EN16734)	20-50	10-50	Relatief lage waarden in de keten voor B30. Aan boord van de schepen, vaak waarden onder de EN-norm van 20 uur.
B20		20-50**	3-8	
B30		7-17	13-16	

* Keten=brandstofproductie en distributie tot aan het schip.

** tevens meetwaarden aan B100: 9-15 uur (limiet minimum 8 uur)

In Tabel 4-3 is een overzicht gegeven van de analyses van het CFPP, het Cold Filter Plugging Point. Voor CFPP geldt dat het onder een bepaalde waarde moet liggen om verstopping van filters te voorkomen. Er zijn echter verschillende normen voorgesteld door Stichting VOS, KBN en OK Slurink/AGQM. Zie Tabel 2-5 in sectie 2.3. De KBN wenswaarde is max -15°C jaarrond. VOS en OK Slurink/AGQM maken echter wel onderscheid in vier of twee seizoenen en laten in het voorjaar, zomer en najaar een hogere CFPP temperatuur toe. Geconcludeerd kan worden dat alle gevonden waarden voldoen aan de normen van VOS en OK Slurink/AGQM. Voor deze parameter is er in de EN-normen geen vaste Europese grenswaarde, maar een regio- of klimaatafhankelijke invulling.

Tabel 4-3: Analyse resultaten CFPP Cold Filter Plugging Point in de brandstofketen*.

°C	Norm voorstel (keten*)	CFPP Winter	CFPP Zomer	Conclusie
B15	Zomer 0 Winter -20 Herfst/lente -5 (VOS 2023)	-20 tot -25	-7 tot -10	Alle waarden zijn voldoende laag om problemen zoals filter-verstopping te voorkomen. Alle waarden voldoen aan de VOS norm van 2023.
B20		-20	-16	
B30		-20 tot -25	-5 tot -10	

* Keten=brandstofproductie en distributie tot aan het schip.

In Tabel 4-4 is een overzicht gegeven voor de analyse resultaten van de SMG (Saturated Mono Glycerides). SMG's kunnen bij relatief hoge temperaturen kristalliseren en zijn daarna moeilijk of niet oplosbaar. Daardoor zorgen ze voor witte aanslag in tanks en filters, hetgeen ook leidt tot filterverstopping en mogelijk schade in het hoge druk brandstofsysteem. SMG's kunnen ook leiden tot hoge FBT (Filter Blocking Test) waarden.

De voorgestelde grenswaarden variëren echter in een zeer brede range van bijv. 1200 mg/kg voor de pure FAME (AGQM, 2018) tot 40 mg/kg voor de FAME-blend (UK kwaliteitsrichtlijn voor de winter). De KBN wenswaarde is max 55 mg/kg (Panteia, 2023). In Tabel 4-4 is te zien, dat de SMG voor de B30 blend in een range ligt van 107 – 980 mg/kg. Dit is hoog in relatie tot de AGQM richtlijn van 1200 mg/kg voor B100. Voor B30 kan de AGQM richtlijn omgerekend worden naar een maximum voor B30. Deze komt dan op 360 mg/kg (0,3x1200).

Een vergelijkbare ongewenste component zijn de zogenaamde Steryl Glycosides (SG). Hiervoor bestaan geen grenswaarden in Europese (EN-normen) of industriestandaarden. In de wensnorm van KBN geldt een waarde van max 10 mg/kg (Panteia, 2023). Analyseresultaten van FincoEnergies laten lab resultaten zien van <20 mg/kg voor B15 en zelfs <8 mg/kg voor B100 FAME. De TNO analyses hiervan voor de B20 en B30 blends laten veel hogere waarden zien, namelijk ca. 180 en ca. 300 mg/kg.

Geconcludeerd kan worden dat alle analyse waarden voor SMG voor B15 en B20 laag zijn en voldoen aan de AGQM richtlijn en aan de KBN wenswaarde. Voor B30 liggen de waarden boven de AGQM richtlijn (AGQM, 2018). De SG waarden zijn wel veel hoger dan de KBN wenswaarde (10 mg/kg) voor de B20 en B30 blends.

Tabel 4-4: Analyse resultaten SMG Saturated Mono Glycerides van samples in de distributieketen.

mg/kg	Limiet (keten*)	Keten*	Conclusie
B15	KBN wenswaarde max 55 AGQM: max 1200 voor B100 (360 voor B30)	6-35	De analyse waarden voor B15 en B20 voldoen aan de KBN wenswaarde. Voor B30 liggen de waarden boven de AGQM aanbeveling en de KBN wenswaarde.
B20		40	
B30		107 - 980	

* Keten=brandstofproductie en distributie tot aan het schip.

4.5 Normstelling FAME-blends

Eén van de doelstellingen van dit onderzoeksproject is, indien noodzakelijk, het mede richting geven aan nieuwe of aanvullende kwaliteitsnormen voor FAME-blends in de binnenvaart. Onder 'kwaliteitsnormen' worden in deze context de technische streefwaarden en analysemethoden verstaan (zoals voor CFPP, SMG en SG) die de operationele betrouwbaarheid verder kunnen ondersteunen. Additionele kwaliteitsnormen kunnen op verschillende manieren ingevoerd worden. Dit kan via de Europese EN-normen of via industriestandaarden (of technische richtlijnen). Dit laatste betreft onderlinge breed gedragen afspraken tussen de leveranciers, of tussen leveranciers en afnemers. Voor de Nederlandse binnenvaart zou dat bijvoorbeeld vastgelegd kunnen worden in een VOS specificatie, eventueel in samenwerking met de (Duitse) AGQM.

Bij een route via EN-normen, betekent dat een aanpassing van de EN16709 voor B20 en B30. Voor B15 is er momenteel geen directe oplossing en zou er gedacht moeten worden aan een volledig nieuwe norm. De EN16709 is echter primair ontwikkeld voor wegvoertuigen; het lijkt daarom niet realistisch om hier specifieke en ook strenge eisen voor de binnenvaart aan toe te voegen. De route via industrienormen, zoals een AGQM of VOS norm, lijkt daarentegen makkelijk haalbaar als vorm van zelfregulering binnen de sector en kan zo nodig flexibel worden aangepast.

Eén van de brancheorganisaties (stichting VOS of KBN) zou jaarlijks en steekproefsgewijs kunnen onderzoeken of de afgesproken normen in de praktijk gerealiseerd worden.

De vraag is vervolgens welke normen er ingevoerd zouden moeten worden, op welke parameters en met welke limietwaarden. De KBN wensnormen zijn strenger dan gangbare normen zoals vastgelegd door VOS (2023), EN590 (CFPP) en AGQM richtlijn (SMG). In dit onderzoek kwam naar voren dat de analyseresultaten voor CFPP, SMG en SG niet altijd voldeden aan de KBN wensnormen. De CFPP voldeed wel steeds aan behoorlijk strenge industrienormen, zoals VOS2023. De SMG concentraties voor de B30 blend lagen wel boven de AGQM richtlijn. De vraag is of met strengere normen, zoals de KBN wensnormen, gemiddeld minder technische problemen zouden optreden met filters en motoren. Dat komt in dit onderzoek niet duidelijk naar voren. In hoofdstuk 5 zijn de onderhoudsaspecten en onregelmatigheden beschreven. In totaal waren er tijdens de proef drie gemelde filterverstoppingen (waarbij één hulpmotor stilviel) en één geval van verhoogde slijtage aan injectoren, op een totaal van 9 schepen met ca. 40 motoren. Het is hiermee de vraag of dit aantal storingen gemiddeld veel hoger is dan wat in de praktijk verwacht mag worden bij het gebruik van pure fossiele diesel.

De link tussen de relatief hoge SMG-waarden bij B30[7] en filterverstopping kon niet eenduidig worden gelegd; immers werden ook bij B15 met zeer lage SMG-waarden een tweetal filterverstoppingen gemeld CFPP en FBT lijken hier de belangrijkste parameters. Eenmaal is gemeld dat winterspecificatie brandstof direct een oplossing gaf voor de verhoogde filterweerstand.

Als de invoering van specifieke streefwaarden en analysemethoden voor de binnenvaart wenselijk zou zijn, dan lijkt het vooralsnog voldoende om die af te leiden van de huidige EN- en industrienormen, inclusief regionale, klimaatgebonden limietwaarden.

Dat zou er voor de relevante FAME-blends (B15, B20 en B30) als volgt uit kunnen zien:

- CFPP: VOS norm van 2023 (VOS, 2023), met voor de zomerperiode eventueel een aanpassing naar max. -5°C (gelijk aan herfst en voorjaar)).
- SMG: winter max 55 mg/kg, zomer max 320 mg/kg (afgeleid van AGQM aanbeveling van max 1200 mg/kg voor B100).

Het bovenstaande voorstel is vooral gebaseerd op de resultaten van dit onderzoek en alsmede de samenvatting van (bestaande) brandstofnormen in sectie 2.3. De precieze invulling van een dergelijke industriestandaard zal vastgesteld moeten worden in nauw overleg tussen brandstof- en motorleveranciers en afnemers. Het wordt wel aanbevolen om SMG- en SG-gehaltes te blijven monitoren, alsmede in relatie tot de CFPP en FBT, en deze in de toekomst zo nodig bij te stellen. Tevens wordt aanbevolen om een dergelijke industriestandaard in te brengen bij de leveranciers in onze buurlanden, zodat er een level playing field ontstaat en eventuele risico's bij bunkering in het buitenland geminimaliseerd worden. Ook wordt aanbevolen de bevindingen in te brengen bij de technische commissies voor de ontwikkeling van officiële NEN/EN-normen, enerzijds vanwege de kennis die daar aanwezig is, en anderzijds met het oog op mogelijke implementatie in toekomstige NEN/EN normen.

[7] De hoge waarden werden alleen door de leverancier gemeten. De TNO meetwaarden waren lager. Zie sectie 4.3.

5 Praktijkervaringen met varen op FAME-blends

Naast chemische analyses vormen de operationele ervaringen van het boordpersoneel een essentieel onderdeel van dit onderzoek. In dit hoofdstuk worden de praktijkbevindingen besproken, variërend van de technische voorbereiding tot onderhoudsaspecten en eventuele onregelmatigheden tijdens de vaart.

In onderstaande tabel is een overzicht opgenomen van de schepen die aan de praktijkproef deelnamen, de periode waarin een FAME-blend is gebunkerd en een indicatie van de totale gebunkerde hoeveelheid. Kolom 6 toont de gebruikte FAME-blends. Bij minimaal drie schepen is af en toe B0 gebunkerd, meestal omdat ze op een andere locatie gebunkerd hebben waar de blend niet beschikbaar was. Bij de Stad Stavoren is de blend langzaam opgevoerd van B10 in 2022 naar B15 en uiteindelijk B20 in 2025. Bij twee schepen is er voor gekozen de hulpmotoren op B0 te laten draaien. Bij één schip was dat als gevolg van slechte ervaringen met de FAME-blend bij de hulpmotoren. Bij de Pouwel S (nr. 8) draaide de bakboordmotor op B30 en de stuurboordmotor op B0 (evenals de hulpmotoren).

Tabel 5-1: Overzicht deelnemende schepen met informatie over de periode, FAME-blend volume en type blend.

#	Leverancier	Scheepsnaam	Periode	Indicatie FAME-blend volume (m3)	Bunkers per maand	FAME-blends * hoofdmotor(en)
1	Finco-Energies	Vlissingen	Dec'24 – apr'25	225	1-2	B15 (B0)
2		Mts Chris	aug'24-jun'25	393	2	B15
3		Vlaardingen	jan'25-apr'25	107	-	B15 (B0)
4		Venetië	Jan-jun'25	218	-	B15
5		Eemstroom	Aug'24-okt'25	269	1-2	B15 (B0)
6		Cotrans 1	Sep'24-nov'25	30	1-2	B15**
7		Cotrans 10	Jan-feb'25	12	1-2	B15
8	OK Slurink	Pouwel S	Sep'23-dec'25	>190	1	B30 bakboordmotor B0 stuurboordmotor B0 hulpmotor
9	Den Hartog	Stad Stavoren	Feb'22-'25	>120	1	B10-B15-B20

* Bij sommige schepen is ook één of meerdere keren B0 tussendoor gebunkerd. Dat is tussen haakjes aangegeven.
** Noot: De Cotrans 1 heeft tegelijk met B15 ook altijd B0 gebunkerd

Via vragenlijsten en monitoringformulieren is de benodigde praktijkinformatie verzameld over bunkerhoeveelheden, voorbereiding (inclusief eventuele technische aanpassingen) en onderhoud. De voorbereiding kan bestaan uit het aanpassen van brandstoffiltersystemen, het aanbrengen van filter en/of bunkerverwarming, het laten reinigen van de bunkertanks.

Daarnaast is gevraagd om onderhoudsaspecten tijdens de FAME proef via een standaardformat te rapporteren.
Belangrijk aspecten daarin zijn bijvoorbeeld de frequentie van brandstoffilter wisselingen, smeeroliekwaliteit- en verversingstermijn, en mogelijke technische storingen.

Voor een deel van de schepen is onvoldoende informatie ontvangen:

- Venetië: Hier ontbreken de kwantitatieve bunkerinformatie en feedback over onderhoud en voorbereiding. Er zijn wel brandstofmonsters aan boord genomen.
- Cotrans 1 en de Cotrans 10: Hier ontbreekt de kwantitatieve bunkerinformatie en zijn geen monsters aan boord genomen. Er is wel feedback ontvangen over de voorbereiding en onderhoudsaspecten.

Voor een aantal schepen is het niet alle bunkerinformatie beschikbaar. In Tabel 5-1 is voor deze schepen daarom het FAME-blend volume aangeduid met > (groter dan).

5.1 Voorbereiding voor gebruik van FAME-blends

Voor zeven van de negen schepen zijn de monitoringformulieren voldoende ingevuld om een beeld te krijgen van de voorbereidingen.

Volgens deze formulieren (die niet altijd 100% compleet zijn) kan het volgende vastgesteld worden:

- Bij twee van de zeven schepen is het filtersysteem aangepast; in beide gevallen wordt filterverwarming gemeld.
- Bij één schip zijn de bunkertanks vooraf gereinigd. De overige scheepseigenaren vertrouwden op het nauwgezet monitoren van eventuele filterverstoppingen, met name direct na de omschakeling op de FAME-blend.
- Bij twee schepen wordt specifiek vermeld dat motorinspectie met o.a. een endoscopie uitgevoerd is. Bij een van de twee schepen is dat ook jaarlijks herhaald.
- Bij drie schepen is de bemanning vooraf voorgelicht over het gebruik van de FAME-blend. Bij twee schepen is expliciet gemeld dat dit niet is gebeurd.
- Bij ten minste vier schepen zijn voorafgaand aan de proef expliciet afspraken gemaakt met de dealer en/of de verzekeraar over het gebruik van de FAME-blend.

5.2 Onderhoud motoren bij gebruik van FAME-blend

5.2.1 Brandstoffilters en motorolieverversing

Bij het gebruik van FAME wordt vaak gewaarschuwd dat de brandstoffilters eerder verstopt kunnen raken. Mogelijke oorzaken hiervan zijn het uitvlokken of kristalliseren van viskeuzere plantaardige bestanddelen, niet oplosbare deeltjes uit de bunkertank of uit de brandstof zelf, of door bacterie- of schimmelgroei. Daarnaast kan de smeerolie van de motor sneller verouderen bij gebruik van FAME.

Op basis van de monitoringformulieren en interviews zijn de volgende resultaten gemeld ten aanzien van de brandstoffilters:

- In de meeste gevallen (zes schepen) werd expliciet gemeld dat er geen verschil te zien is in filtervervuiling tussen het gebruik van de FAME-blend en B0.
  Bij drie schepen is echter wel eenmaal een filterverstopping gerapporteerd met ook als gevolg een motorvermogen daling. Dit waren twee B15 schepen en het B30 schip.
  Bij één B15 schip is daardoor de hulpmotor stilgevallen. Bij de andere twee schepen is dat niet gemeld en ook niet of het een hoofdmotor of een hulpmotor betrof. Bij één van de drie schepen is een visueel oordeel gegeven over het filter; dit was ‘meestal schoon’. Bij de andere twee schepen is niets gemeld over het filter. Van de overige zes schepen (zonder verstoppingsmelding) is viermaal ‘schoon’ of ‘normaal’ gemeld. Bij twee schepen is niets gemeld.
- Er wordt voor vrijwel alle schepen gemeld dat er geen sprake is van een toename van de hoeveelheid water die afgetapt wordt bij het filter of uit de bunkertank. FAME is hygroscopisch en zou eerder water zoals condens kunnen aantrekken, of het water kan vanuit de productie niet voldoende verwijderd zijn. Op dit punt zijn dus geen onregelmatigheden geconstateerd.
- Bij één schip is gemeld dat brandstoffilters frequenter gewisseld werden met de FAME-blend dan bij gebruik van B0. Bij de meeste schepen wordt gemeld dat er geen verschil is in frequentie van filterwisseling ten opzichte van B0.

Ten aanzien van smeerolie analyses en verversingstermijn kan het volgende gemeld worden:

- Bij vier van de zeven schepen wordt het nemen van smeeroliemonsters gerapporteerd. Deze vinden elke 250 uur of elke 500 uur plaats. Bij twee schepen is eenmaal een afwijkende motorolie analyse gemeld. Zie onderstaande paragraaf over onregelmatigheden
- De olieverversingstermijn van hoofdmotoren varieert van 744 tot 3500 uur. Bij twee schepen wordt expliciet gemeld dat de verversingstermijn gelijk is aan die van B0. Bij de andere schepen wordt niet gemeld dat de olieverversingstermijn afwijkt van de termijn bij B0.
- Voor de hulpmotoren is de rapportage op het gebied van olieverversing wat beperkt. Gemelde verversingstermijnen liggen in een range van 62 tot 350 uur.

5.2.2 Onregelmatigheden

De volgende onregelmatigheden zijn gemeld tijdens de FAME proefperiode:

- Bij één schip is ernstige roet en rook uit de uitlaten van de hulpmotoren van de merken JCB, Lister en DAF gemeld bij het gebruik van B15. Voor de hoofdmotor van hetzelfde schip werd geen opvallende roet- of rookvorming gemeld.
- Bij twee schepen is eenmaal een afwijkende motorolie-analyse gemeld. Dit zijn eenmaal 'licht verhoogd ijzer' en eenmaal verhoogd koper, gasolie en water. Er is geen directe link gelegd met het gebruik van de FAME-blend; het gebruik van de FAME-blend is daarna gecontinueerd.
- Bij drie schepen is een melding gedaan van een afname van het motorvermogen door brandstoffilterverstopping (zoals reeds gemeld in 5.2.1). Bij een daarvan, een hulpmotor, is de motor daadwerkelijk stilgevallen. Bij één schip wordt een vermogensverlies van 8-10% voor hoofd- en hulpmotoren gemeld.

5.2.3 Overige ervaring met FAME-blend

Rederij Danser heeft niet geparticipeerd in het onderzoek, maar heeft wel een jaar met twee koppelverbanden gevaren op B15 van FincoEnergies. Middels een interview heeft Danser deze praktijkervaring gedeeld. De twee schepen zijn de Alsace-Hollande en MarlaDuo, die in volcontinuebedrijf varen tussen Rotterdam/Antwerpen en Basel.

Enkele relevante gegevens van deze schepen zijn:

- Testperiode B15: jan - dec 2025.
- Totaal verbruik B15: ca. 700 m^3 per schip.
- Aantal hoofd- en hulpmotoren: 10 per schip, hoofdmotoren 2x Caterpillar 3508 (2x1014 pk).

De voorbereiding van de schepen:

- Geen tankreiniging, maar de schepen hadden enkele jaren daarvoor op ChangeTL (80% GTL, 20% FAME) gevaren. Toen waren wel de tanks vooraf gereinigd.
- Uit voorzorg extra filterwisseling in de eerste maand van de proef.
- Bemanning was geïnformeerd.

Praktijkervaring:

- Geen onregelmatigheden geconstateerd.
- Geen aanpassing van de olieverversingstermijn (zelfde als met B0).

5.3 Samenvatting van de praktijkervaringen

Aan de praktijkproef met FAME-blends participeerden in totaal negen schepen, waarin ca. 40 motoren zijn geïnstalleerd. Daarnaast is door middel van een afgenomen interview informatie ontvangen van twee schepen van Danser met in totaal 20 motoren (zie sectie 5.2.3).

Geconcludeerd kan worden dat over het algemeen voor de deelnemende schepen het gebruik van een FAME-blend van B15 tot B30 geen grote impact heeft op de betrouwbaarheid en onderhoudsaspecten van de hoofdmotoren. Bij meerdere schepen is wel naar voren gekomen dat enkele typen hulpmotoren niet goed overweg kunnen met een hoger FAME-blend (B15 en hoger). Bij één van de negen deelnemende schepen zijn wel problemen met een hulpmotor gemeld. Verder zijn incidenteel problemen gemeld met brandstoffilterverstopping. In een geval is dat direct opgelost door de CFPP temperatuur van de geleverde blend te verlagen.

Er zijn daarnaast enkele gevallen van verhoogde metaaldeeltjes en/of water en brandstof in de smeerolie gemeld. Het is niet duidelijk of in deze gevallen het gebruik van de FAME-blend een rol heeft gespeeld.

Vermeld moet worden dat tijdens de praktijkproef zowel de B20 als de B30 blend slechts op één schip ingezet zijn, terwijl B15 in totaal op zeven schepen gemonitord is. Bij vijf van de elf schepen (de negen schepen van deze praktijkproef én de twee schepen van Danser) wordt gemeld dat de frequentie van filtervervanging hetzelfde is als voor B0. Voor vier van de elf schepen geldt dat ook voor de olieverversingstermijn. Voor de overige schepen is onvoldoende informatie beschikbaar gekomen of is geen vergelijking met B0 gegeven.

6 Conclusies en aanbevelingen

In dit afsluitende hoofdstuk worden de bevindingen uit de brandstofanalyses en de praktijkervaringen die door de deelnemende scheepseigenaren zijn opgedaan met het varen op FAME-blends geïntegreerd. Op basis hiervan worden conclusies getrokken over de betrouwbaarheid van hogere FAME-blends in de binnenvaart en worden aanbevelingen geformuleerd.

Resultaten analyses brandstofkwaliteit

De analyses van de brandstofkwaliteit tonen aan dat de gemeten parameters over het algemeen voldeden aan de geldende normen. De watergehaltes bleven binnen de vereiste grenzen en de Cold Filter Plugging Point (CFPP-) waarden voldeden aan de klimaatafhankelijke specificaties. Voor oxidatiestabiliteit werden bij enkele metingen, met name bij B30, lagere waarden vastgesteld aan boord, wat mogelijk samenhangt met interactie met de installatie en omgevingsfactoren. Voor SMG en SG werden bij hogere blends verhoogde waarden gemeten, die onder bepaalde omstandigheden tot filterverstopping kunnen leiden.

De bevindingen tijdens de praktijkproef in meer detail:

- Het watergehalte voldoet altijd aan de EN-normen (EN16734 en EN16709). De watergehaltes in B15, B20 en B30 monsters waren altijd lager dan resp. 200, 260 en 290 mg/kg.
- De oxidatiestabiliteit lag voor de B15 en B20 monsters in de keten altijd boven de minimum waarde van 20 uur (EN16734 en EN16709). Bij B30 lagen deze waarden in de keten tussen 7 en 17 uur, en op het schip tussen de 13 en 16 uur. Aan boord van het B20 schip zijn lage waarden gemeten (3-9 uur). Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de interactie met de motor en/of de omgeving. Bij de andere schepen was dat maar zeer beperkt het geval.
- De Cold Filter Plugging Point (CFPP) waarden voldeden altijd aan de VOS 2023 norm (EN590 met regionale eisen voor CFPP). De winterbrandstof had een waarde van -20° tot -25°C, terwijl de zomerbrandstof waarden lieten zien van -5° tot -16°C.
- Alle analysewaarden in de FAME-blends voor Saturated Mono Glycerides (SMG) lagen voor B15 en B20 onder de 40 mg/kg. Voor de B30 monsters lagen de waarden in een range van ca. 100 – 980 mg/kg. Dat is voor een aantal metingen boven de richtlijn van AGQM (ca. 360 mg/kg voor B30).
- Een tweetal analyses van Sterol Glycosides (SG) bij B20 en B30 lieten waarden zien van ca. 180 en ca. 300 mg/kg (beiden eenmaal). SMG en SG zijn ongewenst omdat ze makkelijk kristalliseren, hetgeen onder bepaalde omstandigheden kan resulteren in filterverstopping.

Praktijkervaring op schepen

Ten aanzien van praktijkervaring, opgedaan door boordpersoneel van schepen die voeren op FAME-blends B15, B20 en B30, wordt het volgende geconcludeerd:

- Alle hoofdmotoren van de negen deelnemende schepen hebben tijdens de praktijkproef betrouwbaar gedraaid. Hierbij moet wel vermeld worden dat zowel de B20- als de B30-blend ieder op één schip ingezet zijn, terwijl B15 in totaal op zeven schepen gemonitord is.

- Tijdens de praktijkproef deden zich enkele onregelmatigheden voor:
  - Bij één schip is bij een hulpmotor rookvorming uit de uitlaat en een hoge slijtage aan injectoren geconstateerd. Hierdoor is teruggegaan naar reguliere dieselolie (0% FAME). Daarna deed het probleem zich niet meer voor.
  - Bij drie schepen is een melding gedaan van een afname van het motorvermogen door brandstoffilterverstopping. Bij een daarvan, een hulpmotor, is de motor daadwerkelijk stilgevallen. Bij één schip wordt een vermogensverlies van 8-10% voor hoofd- en hulpmotoren gemeld. De problemen met filterverstopping en/of vermogensverlies konden direct worden opgelost door vervanging van het filter of omschakeling naar de brandstof met winterspecificatie.

- Volgens de rapportages zijn de frequentie van brandstoffilterwisselingen en olieverversingstermijnen over het algemeen hetzelfde gebleven als bij het gebruik van B0. Motorleveranciers adviseren vaak uit voorzorg een kortere olieverversingstermijn. Door monitoring met een motorolie-analyseservice bleek dat voor de schepen in deze praktijkproef niet nodig te zijn.

De (technische) voorbereiding van de schepen, voor de omschakeling naar de FAME-blend, was in veel gevallen beperkt. De volgende maatregelen zijn getroffen:

- Bij twee schepen die op een B15-blend voeren is het filtersysteem aangepast. Aan boord van beide schepen werd filterverwarming geïnstalleerd.
- Alleen bij het schip dat op B20 voer, zijn de bunkertanks vooraf gereinigd.
- Bij drie schepen is de bemanning voorgelicht over het gebruik van de FAME-blend.
- Bij vier schepen zijn expliciet afspraken gemaakt met de dealer en/of de verzekeraar voor aanvang van de proef met de FAME-blend. Voor de overige vijf schepen is het onbekend of er vooraf afspraken zijn gemaakt.

Al met al kan op basis van de praktijkproef geconcludeerd worden dat toepassing van hogere blends in de range van B15 tot B30 mogelijk is, maar dat verschillende controles en voorbereidingen door de scheepseigenaren en boordpersoneel belangrijk zijn om eventuele risico's tot een minimum te beperken.

Brandstofkwaliteitsnormen

Uit het onderzoek blijkt dat de vigerende Europese EN-normen, aangevuld met regionale klimaatafhankelijke afspraken en private industrie standaarden, in de praktijk over het algemeen goed voldoen. Er zijn nauwelijks operationele incidenten naar voren gekomen die direct te wijten zijn aan een tekortkoming in deze normen. Additionele streefwaarden (voor parameters zoals CFPP, SMG en SG) fungeren in deze context vooral als preventieve marges die de operationele betrouwbaarheid verder kunnen ondersteunen.

Aanbevelingen voor kwaliteitsborging en standaardisatie

- **Zelfregulering:** Leg additionele streefwaarden en best practices vast in private industriestandaarden (bijv. VOS-specificaties of AGQM-richtlijnen), in overleg tussen brandstofleveranciers, motorfabrikanten en scheepseigenaren.
- **Vrijwillige ketenmonitoring:** Stimuleer monstername in verschillende stadia van de distributieketen, met focus op parameters die filterbaarheid en betrouwbaarheid beïnvloeden (zoals CFPP, SMG en SG).
- **Internationale afstemming:** Faciliteer, met overheidssteun, afstemming van sectorale streefwaarden met buurlanden en internationale technische commissies (NEN-EN) om een level playing field en minder risico bij grensoverschrijdende bunkeringen te realiseren.

- **Periodieke evaluatie:** Evalueer streefwaarden en preventieve marges op basis van praktijkdata en marktontwikkelingen om de betrouwbaarheid van FAME-blends verder te optimaliseren.

Vervolgonderzoek en kennisdeling

- Continueer praktijkervaring en ontwikkeling van kwaliteitseisen en publiceer de resultaten, met name voor B20 en B30 waarvoor slechts beperkte monitoring beschikbaar is.
- Onderzoek onder welke omstandigheden reiniging van bunkertanks nodig is bij omschakeling naar hogere FAME-blends (B15 en hoger), of dat extra inspectie en filterwisseling volstaan.
- Onderzoek mogelijke invloed op de levensduur van motorcomponenten; bij afwijkingen is verdiepend onderzoek met brandstofanalyse en betrokkenheid van motorleveranciers gewenst.
- Stimuleer kennisoverdracht over ‘good housekeeping’ aan boord, zoals monitoring van filterproblemen en slijtagerisico’s, bijvoorbeeld via symposia en vakmedia.

Beperkingen van dit onderzoek

Een beperking van dit onderzoek betreft de omvang van de proef. Hoewel de praktijkproef met negen deelnemende schepen (waarvan zeven met monstername) en de aanvullende data van twee interview-schepen waardevolle inzichten heeft opgeleverd, moet worden opgemerkt dat de omvang en diversiteit van de vloot in dit onderzoek beperkt was, met name voor de hogere blends B20 en B30 (elk één schip). Desalniettemin is de verwachting dat een grootschaliger onderzoek niet tot wezenlijk andere conclusies of een ander handelingsperspectief zou hebben geleid. De geconstateerde fenomenen, zoals de achteruitgang van de oxidatiestabiliteit aan boord en de noodzaak van preventief filterbeheer, komen namelijk sterk overeen met de bestaande technische literatuur en internationale ervaringen (o.a. CIMAC en AGQM). De aanbevolen voorzorgsmaatregelen blijven hiermee onverminderd van kracht alsmede de aanbeveling voor de kwaliteitsnormen.
Verder is dit onderzoek niet ingericht op het onderzoeken van de mogelijke effecten van hogere FAME-blends op de levensduur van de motor en/of emissies. Aanbevolen wordt om eventuele afwijkende slijtage aan bijvoorbeeld injectoren en andere onderdelen van het injectiesysteem goed te onderzoeken in samenwerking met de motorleverancier en dit ook publiek te maken. Ook wordt aanbevolen om te onderzoeken in welke gevallen het reinigen van bunkertanks nodig is, dan wel volstaan kan worden met extra filter inspecties en/of wisselingen.

Referenties

AGQM, 2020.
Aprovals in inland navigation. Status september 2020.
https://www.agqm-biodiesel.com/en/research/approvals

AGQM, 2018
Biodiesel leaflet: BIODIESEL ANALYTICS: Important Parameters and their Meaning
https://www.agqm-biodiesel.com/en/downloads/agqm-leaflets
Oorspronkelijke publicatie datum onzeker. Tevens leaflet COLD PROPERTIES OF BIODIESEL

CIMAC, 2024
CIMAC Guideline – Marine fuels containing FAME; A guideline for shipowners & operators. April 2024. Werkgroep: CIMAC WG7 “Fuels”.
https://www.cimac.com/cms/upload/workinggroups/WG7/CIMAC_Guideline_Marine-fuels_containing_FAME_04-2024.pdf

CESNI, 2025
Instructie gebruik van FAME-mengsels in typegoedgekeurde CCR I- en CCR II-motoren van de werkgroep voor de technische voorschriften CESNI/PT. https://estrin-faq.cesni.eu/index.php?page=61&folder=nl&id_prescr=233

IVR, 2025
Technisch bulletin over toevoeging van biobrandstof.
https://www.ivr-eu.com/wp-content/uploads/2025/08/IVR-Technische-leaflet-Biofuel-2025-NL.pdf

NEN, 2021
Vervolgonderzoek veiligheidsrisico’s biobrandstoffen gebruik in binnenvaart.
Rapportage NEN 2021

OK Slurink, 2025
High FAME-blends (B30) in Inland Navigation—It works! L. Besemer, M. Halters. Publicatie van OK Slurink en de AGQM Association Quality Management Biodiesel. Voorjaar 2025.

Panteia, 2023
Introductie van biobrandstoffen in de binnenvaart: Opzet praktijkproef en wensnormering. Wouter van der Geest, Menno Menist, Rolien Holster. Project nr. 10736. Versie 1.0.

TNO, 2020
Impact assessment biobrandstoffen voor de binnenvaart.
TNO rapport R11455, 24 november 2020

TNO, 2013
Advies voor verduurzaming van de Waterbus vloot. J. Hulskotte, R. Verbeek. TNO TNO rapport nr R10448. Maart 2013
NO_x +3%, PM -5%

TNO, 2014
Factsheets, brandstoffen voor het wegverkeer: kenmerken en perspectief. Ruud Verbeek, Stephan van Zyl (TNO), Anouk van Grinsven, Huib van Essen (CE Delft). Juni 2014

TNO/CE 2008
Impact of biofuels on air pollutant emissions from road vehicles. Verbeek, R., Smokers, R. T. M., Kadijk, G., Hensema, Amber, Passier, G. L. M., Rabé, E. L. M., Kampman, B., & Riemersma, I. J. 2008 (June) TNO report MON-RPT-033-DTS-2008-01737. TNO Science and Industry. Project number 033.16166.

VOS, 2023
VOS specificaties
https://www.stichtingvos.nl/vos-specificaties

Ondertekening

TNO Mobility & Built Environment Den Haag, 17 april 2026

Fieke Beemster	Ruud Verbeek
Research Manager	Auteur

Bijlage A
Brandstofanalyse

Meetresultaten in de brandstofketens

B15 monsters in keten. Glycerides (EN14105) zijn gemeten in B100, daarna berekend voor B15.

			B15 samples leverancier					B15 samples TNO		
Test name	**Method**	**Unit**	**22-04-24**	**24-07-24**	**13-11-24**	**5-12-24**	**25-03-25**	**22-01-25**	**24-04-25**	**8-12-25**
CFPP (°C)	EN116	˚C	-22	-7	-11	-24	-24	-24	-22	
Cloud Point (°C)	EN ISO 3015	˚C	-7	-5	-6	-7	-7	-7		
FBT	IP 387		2,24	1,02	1,02	1,74	1,8	3,16	3,80	
			apr'24	jul'24	nov'24	dec'24	mar'25	jan'25	apr'25	dec'25
FAME content	EN 14078	mass%	14,8	14,9	15,0	14,8	15,0	13,5	14,4	15,5
Water Karl Fischer	ISO 12937	mg/kg	60	90	120	60	60	80	60	80
Oxidation stability	EN 15751	h	32,0	31,2	25,6	31,9	>40	>48	23,0	30,9
Density	ISO 12185	kg/m3	843,7	844,7	844,5	842,0	844,4			
Total contamination	EN 12662	mg/kg	<6	<6	<6	<6	12			
Vervuiling visueel			Clear & Bright	Clear & Bright	Clear & Bright	Clear & Bright	Clear & Bright			
SMG (B100)	EN 17057	mg/L		<30	<30	<30	<30			
Glyceride content	EN 14105									
Mono-glyceride	EN 14105	mass%		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05			
Di-glyceride	EN 14105	mass%		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02			
Tri-glyceride	EN 14105	mass%		<0.03	<0.03	<0.03	<0.03			
Free glycerol	EN 14105	mass%		<0.010	<0.010	<0.010	<0.010			
Total glycerol	EN 14105	mass%		<0.020	<0.020	<0.020	0,001			
Steryl Glycosides	GC	mg/kg		<20	<20	<20	<25			

B100 en B20 monsters in de keten.

			B100 samples leverancier						B20 samples TNO			
Test name	**Method**	**Unit**	**19-09-24**	**20-11-24**	**17-12-24**	**9-02-25**	**24-04-25**	**5-06-25**	**24-03-25**	**27-06-25**	**28-07-25**	**8-12-25**
CFPP (°C)	EN116	˚C	0	-15	-13	-15	-15	1	-20		-16	
Cloud Point (°C)	EN ISO 3015	˚C							-5		-6	
FBT	IP 387								1,01	2,36	1,15	
			sep'24	nov'24	dec'24	feb'25	apr'25	jun'25	mar'25	jun'25	jul'25	aug'25
FAME content (vol%)	EN 14078	mass%							23,3	18,0	4,5	20,8
Water Karl Fischer (mg/kg)	ISO 12937	mg/kg	350	250	190	180	280	176	80	70		80
Oxidation stability (h)	EN 15751	h	11,9	10,2	10,0	>8	>8	15,1	20,9	>48		31,3
Density	ISO 12185	kg/m3	880,2	882,4	883,0	882,8	883,0	880,9				
Total contamination	EN 12662	mg/kg	5	23	14	16	<1	1				
Vervuiling visueel		-										
SMG – Saturated Mono Glyceriden	EN 17057	mg/L										
Glyceride content	EN 14105											
Mono-glyceride	EN 14105	mass%	<0.10	0,29	0,26	0,30	0,31	0,1				
Di-glyceride	EN 14105	mass%	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10				
Tri-glyceride	EN 14105	mass%	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10				
Free glycerol	EN 14105	mass%	0,012	0,016	0,013	0,011	0,017	0,7				
Total glycerol	EN 14105	mass%	<0.100	0,103	<0.100	<0.100	0,110	<0.100				
Steryl Glycosides	GC	mass%										

B30 monsters in de keten.

			B30 samples leverancier							B30 TNO
Test name	**Method**	**Unit**	**26-02-24**	**24-07-24**	**29-08-24**	**23-10-24**	**14-12-24**	**4-03-25**	**2-05-25**	7-02-25
CFPP (°C)	EN116	˚C	-19	-8	-7	-18	-24	-20	-5	-20
Cloud Point (°C)	EN ISO 3015	˚C	-6	-3	-1	-1	-8	-6	-3	
FBT	IP 387		2,03	4,40	10,05	2,90	2,52	1,56	15,03	1,10
FAME content (vol%)	EN 14078	mass%	32,9	29,2	33,3	31,1	33,9	31,3	32,6	28,5
Water Karl Fischer (mg/kg)	ISO 12937	mg/kg	140	160	240	130	140	200	200	230
Oxidation stability (h)	EN 15751	h	10,9	>11	11,0	7,3	14,1	>11	10,9	17,0
Density	ISO 12185	kg/m3	845,1	840,6	841,7	844,8	844,2	840,7	847,8	
Total contamination	EN 12662	mg/kg	<6	12	18	9	<6	<6	18	
Vervuiling visueel		-	-	-	-	-	-	-		
SMG – Saturated Mono Glyceriden	EN 17057	mg/L	449	<200	CNBD	827	233	400	552	
Glyceride content	EN 14105					0,00		0,00	0,00	
Mono-glyceride	EN 14105	mass%	0,10	0,08	0,12	0,23	0,16	0,15	0,13	
Di-glyceride	EN 14105	mass%	<0.02	<0.02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	
Tri-glyceride	EN 14105	mass%	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	
Free glycerol	EN 14105	mass%	CNBD	CNBD	CNBD	CNBD	CNBD	CNBD	CNBD	
Total glycerol	EN 14105	mass%	0,027	CNBD	CNBD	CNBD	CNBD	CNBD	CNBD	
Steryl Glycosides	GC	mass%								

Pure FAME (B100) monsters genomen door TNO in de keten. FAME welke gebruikt wordt voor het maken van de B15, B20 en B30 blends.

FAME B100 monsters	**Voor blending**		**B15**	**B15**	**B15**	**B20**	**B30**
	Monster		FAME	FAME	FAME	FAME	FAME
Test name	**Method**	**Unit**	**11-12-'25**	**24-4-2025**	**11-12-'25**	**24-3-2025**	**17-2-2025**
SMG – Saturated Mono Glyceriden	EN 17057	mg/kg	<0,1	42,0	<0,1	200	356
		mass%		0,0042		<0.1	<0.1
Glyceride content	EN 14105						
Mono-glyceride	EN 14105	mass%	<0.10	<0.10	<0.10	0,25	0,41
Di-glyceride	EN 14105	mass%	<0.10	<0.010	<0.10	0,05	0,07
Tri-glyceride	EN 14105	mass%	<0.10	<0.010	<0.10	0,01	0,04
Free glycerol	EN 14105	mass%	0,003	<0.001	0,003	0,011	0,060
Total glycerol	EN 14105	mass%	0,003	0,010	0,003	0,083	0,179
Sterol Glycosiden	GC	mg/kg	<10	<100	<10	890	997

Meetresultaten aan boord van de schepen

B15 monsters aan boord van het schip.

All B15			Venetië			Vlissingen			Eemstroom		Mts Chris			Vlaardingen	
Name	Method	Unit	Ronde 1 29-1-2025	Ronde 2 24-04-2025	Ronde 3 10-6-2025	Ronde 1 22-1-2025	Ronde 2 24-04-2025	Ronde 3 18-6-2025	Ronde 1 29-1-2025	Ronde 2 24-04-2025	Ronde 1 31-1-2025	Ronde 2 12-5-2025	Ronde 3 10-6-2025	Ronde 2 24-04-2025	Ronde 3 12-06-2025
CFPP–Cold Filter Plugg. Point	EN116	˚C	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		
Cloud Point	ASTM D2500	˚C	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		
FBT–Filter Blocking Tendency	IP 387		2,24	1,35	1,05	1,29	2,03	1,03	2,24	1,01	2,36	1,56	1,03	1,18	1,01
FAME content	EN 14078	%(V/V)	11,0	13,9	13,3	8,7	13,8	4,4	13,0	13,8	14,5	15,4	13,6	5,9	12
Water Karl Fischer	ISO 12937	mg/kg	70	60	75	60	50	75	100	60	90	60	70	50	80
Oxidatie stabiliteit	EN 15751	h	16	23,8	14,8	7,9	28,5	16,6	25,3	24,6	>48	31,9	28,3	31,5	15,7
Density	ISO 12185	kg/m3	841,4	842,7	842,1	839,2	842,5	840	842,0	841,6	842,2	842,4	842,1	839,3	840,2
Total contamination	EN 12662	mg/kg	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
Vervuiling visueel		-	Clear	Clear & Bright	Clear & Bright	Clear	Clear & Bright		Clear	Clear & Bright	Clear	Clear & Bright	Clear & Bright	Clear & Bright	Clear & Bright

B30 en B20 monsters aan boord van het schip.

B30 & B20			B30: Pouwel S			B20: Stad Stavoren		
Name	Method	Unit	Ronde 1 7-2-2025	Ronde 2 24-04-2025	Ronde 3 05-06-2025	Ronde 1 25-3-2025	Ronde 3 24-7-2025	Unit
CFPP–Cold Filter Plugg. Point	EN116	˚C	-			-	-	˚C
Cloud Point	ASTM D2500	˚C	-			-	-	˚C
FBT–Filter Blocking Tendency	IP 387		1,55	30,02	2,52	10,5	15,03	
FAME content	EN 14078	%(V/V)	28,5	29,6	29,4	22,5	9,4	%(V/V)
Water Karl Fischer	ISO 12937	mg/kg	160	150	155	110	100	mg/kg
Oxidatie stabiliteit	EN 15751	h	16,5	14,6	13	3,3	8,5	h
Density	ISO 12185	kg/m3	843,9	847,6	847,7	841,6	838,4	kg/m3
Total contamination	EN 12662	mg/kg	-	-		-		mg/kg
Vervuiling visueel		-	Clear & Bright	Clear & Bright		Clear & Bright	Clear & Bright	-

Mobility & Built Environment

Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
www.tno.nl

TNO innovation for life