

NOx reductiepotentieel Stage-V motoren binnenvaart

TNO 2023 R11088 – 12 juni 2023

NOx reductiepotentieel Stage-V motoren binnenvaart

Auteurs	Robin Vermeulen, Norbert Ligterink
Rubricering rapport	TNO Public
Aantal pagina's	9 (excl. voor- en achterblad)
Aantal bijlagen	0
Aantal kopieën	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Aantal kopieën	Potentiële NOx-reductie door overgang naar Stage V motoren in de binnenvaart in 2030
Aantal kopieën	060.57358

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.

© 2023 TNO

Samenvatting

Op verzoek van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit heeft TNO een rekenexercitie uitgevoerd om een ruwe schatting te maken van het theoretische reductiepotentieel van de NO_x -uitstoot van de binnenvaart. Dit voor de casus waarbij in 2030 alle niet Stage-V motoren van vrachtschepen zouden zijn vervangen door motoren die wel aan de Stage-V norm voldoen. Voor de exercitie is o.a. het binnenvaartmodel Potamis model gebruikt.

Uitkomst hiervan is dat volgens het model in 2030 in de Nederlandse wateren voor schepen onder Nederlandse vlag een reductie van circa 3 kton NO_x mogelijk is en voor schepen onder buitenlandse vlag (in Nederlandse wateren) circa 4,6 kton NO_x . Het resultaat is onzeker en hangt sterk af van de efficiëntie van de NO_x -emissiereductiesystemen in de praktijk van de binnenvaart. Hiervan is nog maar weinig bekend.

Om meer zekerheid over het berekende NO_x -reductie potentieel te verkrijgen wordt aanbevolen om schepen met Stage-V motoren te monitoren en meer inzicht te krijgen over de samenstelling van de leeftijd van motoren in de binnenvaartvloot. Daarbij zouden vaarprofielen onderzocht moeten worden en praktijkmetingen moeten worden verricht aan de uitstoot van de Stage-V gecertificeerde motoren. Behalve de NO_x -uitstoot zou bij voorkeur ook de uitstoot van NH_3 gemonitord moeten worden.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
Inhoudsopgave	4
1 Inleiding	5
2 Schatting NO _x reductie	6
3 Conclusies en aanbevelingen	9

1 Inleiding

In Nederland komen te veel stikstofoxiden en ammoniak in het water en de bodem terecht. Het kabinet heeft in een coalitieakkoord reductiedoelstellingen vastgelegd en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit onderzoekt mogelijkheden om de stikstofoxiden en de ammoniakuitstoot van diverse bronnen te verlagen zodat in 2030 in 75% van de gevoelige natuur de kritische drempelwaarde niet meer wordt overschreden.

Eén van de bronnen van stikstofoxiden zijn de dieselmotoren die grootschalig worden ingezet in de binnenvaart. Motoren in de binnenvaartschepen gaan over het algemeen lang mee, daarom verloopt de autonome verschoning van de vloot relatief langzaam. Hierdoor zijn veel binnenvaartschepen nog voorzien van relatief oude, vervuilende motoren. Motoren met een zogeheten (relatief nieuwe) Europese Stage-V emissiecertificering moeten doorgaans aan strengere limieten voor de NO_x-uitstoot voldoen dan oudere generaties dieselmotoren. De vraag is of een versnelde vernieuwing van het park met Stage-V motoren in 2030 een substantiële bijdrage kan leveren aan de reductie van de uitstoot in Nederland.

Op verzoek van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit heeft TNO daarom een rekenexercitie uitgevoerd om een ruwe schatting te maken van het theoretische reductiepotentieel van de NO_x-uitstoot door de binnenvaart. Dit voor de casus waarbij alle motoren die in 2030 nog niet aan de Stage-V eis zouden voldoen, worden vervangen door motoren die wél aan deze eis voldoen

Dit rapport beschrijft de methodiek en de resultaten van de rekenexercitie.

2 Schatting NO_x reductie

Om tot een ruwe schatting te komen van het reductie potentieel van de NO_x-uitstoot van binnenvaart voor het jaar 2030, voor de theoretische situatie waarbij alle niet Stage-V motoren in binnenvaartschepen zouden zijn vervangen door Stage V gecertificeerde motoren, is uitvoer van het Potamis⁷ model gebruikt, versie 1.4.

Volgens prognose berekeningen met het model Potamis stoten alle verbrandingsmotoren van vrachtschepen in de binnenvaart in 2030 gezamenlijk 21,5 kton NO_x uit. Dit voor het PBL²-scenario 'midden' en schaaltype 'neutraal'. Volgens dit model is tussen 2020 en 2030 een autonome toename van het totale brandstofverbruik te verwachten van 19%. Deze toename wordt voornamelijk veroorzaakt door groei van de vervoersvraag. Zonder autonome vernieuwing van de samenstelling van de motoren (nieuwe motoren worden zuiniger) zouden zowel het brandstofverbruik als de NO_x emissies nog sterker toenemen. In 2030 is het aandeel van het brandstofverbruik van Stage-V motoren in het totale brandstofverbruik 30%.

In de berekening van de totale NO_x uitstoot van binnenvaart vrachtschepen in 2030 (21,5 kton NO_x) zijn eventuele effecten van de tijdelijke subsidieregeling "Verduurzaming Binnenvaart" niet meegenomen. Ook is de uitstoot van de passagiersvaart (orde grootte 8% van de uitstoot van binnenvaart-vracht), en eventuele verschoning van deze passagiersvaart, niet meegenomen in de inschatting.

Op basis van de met Potamis voorspelde samenstelling van binnenvaartmotoren voor 2030 wordt vervolgens de potentiële NO_x-reductie ingeschat voor de situatie dat alle motoren van vrachtschepen aan de Stage-V eis voldoen. Wanneer aan alle brandstof die wordt verbruikt door niet Stage-V motoren de brandstofspectifieke NO_x-uitstoot wordt toegewezen van Stage-V motoren, dan is de totale uitstoot circa 13,9 kton in 2030. De maximale NO_x-reductie, als alle vrachtschepen Stage-V motoren hebben in het jaar 2030 is dan circa 7,6 kton (21,5 kton – 13,9 kton), ten opzichte van de autonome ontwikkeling.

Dit betreft alle binnenvaart vrachtschepen zwaarder dan 21 ton die in de Nederlandse wateren varen, dus inclusief schepen onder niet-Nederlandse vlag. Het CBS³ geeft aan dat in 2021 in totaal 4870 binnenvaartschepen onder Nederlandse vlag varen. Uitgebreide analyse van AIS data (2020, Emissie Registratie) leert dat in totaal 10368 schepen regelmatig in Nederlandse wateren (inclusief recreatievaart (langer dan 20 meter), veerdiensten, werkschepen, waterbussen, etc.) varen.

Volgens Potamis nemen schepen onder Nederlandse vlag 39% van de vervoersprestatie in kilometers voor hun rekening. Schepen onder buitenlandse vlag nemen het overige aandeel

⁷ Gebruikershandleiding POTAMIS v1.4, prognosis of transport air emissions model of inland shipping, Hulskotte, J. (2014a), Gebruikershandleiding POTAMIS, Prognosis Of Transport Air emissions Model of Inland Shipping – 27 augustus 2014, Utrecht: TNO

² https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2023-geraamde-ontwikkelingen-in-nationale-emissies-van-luchtverontreinigende-stoffen-2023_4930.pdf

PBL rapport "geraamde ontwikkelingen in nationale emissies van luchtverontreinigende stoffen 2023. Rapportage bij de Klimaat en Energieverkenning 2022, PBL publicatienummer 4930

³ <https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/verkeer-en-vervoer/vervoermiddelen-en-infrastructuur/binnenvaartschepen>

van 61% van de kilometers voor hun rekening. Wanneer de schepen onder buitenlandse vlag buiten beschouwing worden gelaten en aangenomen wordt dat schepen onder Nederlandse vlag en buitenlandse vlag evenveel brandstof verbruiken per km (dezelfde inzet, hetzelfde gewicht, maar buitenlandse schepen zijn vermoedelijk zwaarder en zwaarder beladen, en mogelijk jonger) dan is de reductie van 7,6 kton NO_x in 2030 te verdelen naar rato van de vervoersprestatie: de reductie van de Nederlandse schepen is dan 3 kton en die van de schepen onder internationale vlag 4,6 kton, zie [Tabel 2.1](#).

Tabel 2.1: Potamis gegevens brandstofgebruik en NO_x-uitstoot binnenvaart scenario midden, schaaltype neutraal voor 2020, 2030 en 2040. NO_x-uitstoot wanneer alle niet stage-V motoren van vrachtschepen in 2030 en 2040 zouden zijn vervangen door een Stage-V gecertificeerde motor.

	2020	2030	2040
Dieselolie totaal [kt]	520	620	636
NO _x Autonoom [kt]	21,2	21,5	18,7
NO _x 'Stage-V' [kt] scenario		13,9	13,8
NO _x Stage-V scenario minus autonoom [kt]		7,6	4,9
Totaal uitgesplitst naar "vlag"			
Nederlandse vlag 39% [kt]		3,0	1,9
NIET-Nederlandse vlag 61% [kt]		4,6	3,0

Noot 1: De bijdrage van LNG schepen aan het effect op de NO_x-reductie is verwaarloosbaar (0,3% van het brandstofverbruik in 2030).

Noot 2: In het totale brandstofverbruik zitten ook hulpmotoren (auxiliary engines) met rond 13% van het totale energiegebruik.

De emissiefactor voor Stage-V motoren heeft een grote onzekerheid:

De NO_x-reductie hangt af van de efficiëntie van het NO_x-emissiebeheerssysteem (SCR) in de praktijk inzet. Die efficiëntie hangt weer af van de verdeling van de motorbelasting. Bij lage motorbelasting neemt de reductie-efficiëntie af naar nul. Lang stationair draaien of lage last draaien (stroomafwaarts) zijn voorbeelden van situaties waarbij de SCR efficiëntie flink kan afnemen.

Verder moet opgemerkt worden dat schepen onder niet-Nederlandse vlag wél kunnen deelnemen aan de Nederlandse regelingen voor het verschonen en/of verduurzamen van binnenvaartschepen. De eis voor deelname is een minimaal aantal dagen per jaar dat in Nederlandse wateren gevaren moet worden.

Doordat nog veel onzekerheid bestaat over de praktijk NO_x-emissie van Stage-V motoren is in deze studie met de huidige standaardwaarde in Potamis gerekend. Dit is in lijn met de Emissie Registratie en de Klimaat en Energie verkenning van PBL.

Een zekere mate van non-compliance van het emissiebeheerssysteem is meegenomen in de emissiefactor in Potamis. Er is een financieel motief om kosten van verbruiksmiddel (Adblue) te verlagen en reparaties en uitvaltijd ten gevolge van storingen te vermijden. Een beperkt deel van de vloot zonder werkende SCR kan een substantieel effect hebben door de disproportionele toename van de emissies.

De NO_x-reductie is dus sterk afhankelijk van:

- › Welke schepen het beleid treft (alleen Nederlandse of ook buitenlandse vlag), de vervoersprestaties, aantallen en typen schepen.
- › De NO_x-uitstoot van stage-V motoren in de praktijk:
 - De efficiëntie en kwaliteit van het NO_x-emissiebeheerssysteem met in achtneming van praktijkvaarprofielen en resulterende motorbelasting, hiervan is nog maar weinig bekend.
 - Of het beleid voorziet in toezicht en handhaving van correct functioneren van NO_x-emissiebeheerssystemen op binnenvaartschepen. Momenteel is dat niet het geval omdat er geen concrete eisen zijn aan de werking in de praktijk.

Ammoniak

De NO_x-emissiebeheerssystemen bij dieselmotoren werken volgens het principe van selectieve katalytische reductie. Dergelijke techniek werkt met een reagens opgelost in water, het verbruiksmiddel genaamd Adblue. Dergelijke systemen kunnen leiden tot een toename van de uitstoot van ammoniak, zeker wanneer de regeling niet goed is, de katalysator niet goed op temperatuur komt of er een storing is. Er is nog weinig bekend over de kwaliteit en duurzaamheid van SCR systemen in de binnenvaart.

Aanbeveling is om de vaarprofielen te onderzoeken en praktijkmetingen te verrichten aan schepen met Stage-V gecertificeerde motoren. Hierbij zou niet alleen de NO_x-uitstoot gemeten moeten worden, maar aanbevolen wordt om ook NH₃-uitstoot te monitoren.

3 Conclusies en aanbevelingen

TNO heeft op verzoek van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit een rekenexercitie uitgevoerd om tot een ruwe schatting te komen van het theoretische reductiepotentieel van de uitstoot van stikstofoxides door motoren van binnenvaartschepen. Dit voor de casus waarbij in 2030 alle niet Stage-V motoren van vrachtschepen zouden zijn vervangen door motoren die aan de Stage-V norm voldoen. Voor deze berekeningen is gebruik gemaakt van het Potamis model.

Volgens een eenvoudige berekening is het NO_x-reductie potentieel bepaald van de maatregel waarbij alle motoren van vrachtschepen die nog niet aan Stage-V voldoen vervangen worden door Stage-V motoren. Uit de berekeningen volgt dat voor de binnenvaartschepen onder Nederlandse vlag in het jaar 2030 3 kton en voor schepen onder niet-Nederlandse vlag (maar wel in Nederlandse wateren) 4,6 kton gereduceerd kan worden.

Dit resultaat kent een grote onzekerheid omdat veel gegevens over de samenstelling van de binnenvaartvloot ontbreken en de daadwerkelijke NO_x-reductie afhangt van de efficiëntie van het NO_x-emissiebeheerssysteem (SCR) in de praktijk. Hiervan is, bij toepassing in de binnenvaart, nog maar weinig bekend. Aanbeveling is daarom om de vaarprofielen te onderzoeken en praktijkmetingen te verrichten aan schepen met Stage-V gecertificeerde motoren. Aanbevolen wordt om naast de uitstoot van NO_x ook de NH₃-uitstoot te monitoren.

Mobility & Built Environment

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