

# CLINSH

*Sustainable waterway transport, clean air*



**C**lean **IN**land **S**hipping

# Inleiding

Door de aanwezigheid van een uitgebreid netwerk van binnenwateren, zijn de grote economische centra van West-Europa makkelijk met binnenvaartschepen te bereiken. Met haar prominente, gevarieerde vloot en capaciteit om grote hoeveelheden vracht te vervoeren is de binnenvaartsector een kosteneffectieve en duurzame wijze voor het vervoeren van goederen en het leveren van diensten.

De internationale vereisten voor schone lucht, het tegengaan van klimaatverandering en energiebesparing worden steeds strenger. Daardoor is het ook belangrijk dat de binnenvaartsector maatregelen neemt om haar emissies en de milieuoetafdruk te verminderen.

---

## OVER CLINSH

CLINSH – **C**lean **I**nland **S**hipping (schone binnenvaart) - is een 5-jarig project waarin emissie-reducerende technologieën en alternatieve brandstoffen in de praktijk zijn getest voor de binnenvaartsector. Dit heeft waardevolle kennis opgeleverd over hun effectiviteit en bedrijfskosten. Het hoofddoel van CLINSH is het bijdragen aan de verbetering van de luchtkwaliteit in stedelijke gebieden. Dit werd gedaan door het kijken naar:

De prestatie van verschillende emissiereducerende technieken en het testen van alternatieve brandstoffen op 43 schepen.

Emissies van schepen werden in praktijkomstandigheden gemonitord voor en na de aanpassingen. Er werden ook metingen verricht in enkele havens en aan land langs de Rijn.

De meetresultaten werden verzameld in een database en gebruikt als hulpmiddel voor scheepseigenaren, lokale-, regionale-, nationale- en Europese overheden voor het formuleren van (nieuwe) beleidsmaatregelen voor vergroening van de vloot.

Door het gebruiken van walstroom in plaats van de dieselgeneratoren aan boord voor verwarming, verlichting en andere noodzakelijke verrichtingen voor aangemeerde schepen verminderen de emissies en verbetert de luchtkwaliteit in havens.

---

## STERK PARTNERSCHAP

Het CLINSH project (september 2016 – december 2021) is een samenwerking tussen 18 partners uit 4 Europese landen, inclusief universiteiten, havenautoriteiten, lokale overheden en particuliere ondernemingen. Het CLINSH project maakt gebruik van de medefinanciering van het EU LIFE+ programma. Het totale projectbudget is meer dan € 8,5 miljoen.

# 1. Streefdoelen

Het CLINSH-project richt zich op het milieuprobleem van de luchtvervuiling door stikstofoxiden ( $\text{NO}_x$ ) en zwevende fijnstofdeeltjes ( $\text{PM}$ ) veroorzaakt door de emissies van de binnenvaartsector. Het bewustzijn is gegroeid dat binnenvaartactiviteiten een aanzienlijke bijdrage leveren aan de concentraties van deze stoffen. Deze emissies beïnvloeden de luchtkwaliteit van de gebieden langs rivieren en kanalen en aangezien veel binnenhavens zich bevinden in of dichtbij steden, heeft dit directe invloed op de luchtkwaliteit in stedelijke gebieden. Terwijl de binnenvaartsector een kleinere bijdrage levert aan de totale luchtvervuiling, dragen de voortdurende en ongereguleerde emissies op langere termijn bij aan de schadelijke gevolgen voor de menselijke gezondheid (bv. bronchitis, astma, longkanker), oogstverliezen, schade aan gebouwen en verlies van biodiversiteit.

Vergeleken met het vervoer over de weg zijn de emissies van de binnenwatervloot minder voor elke ton vracht per kilometer dan het wegvervoer. Maar de emissiegrenswaarden voor nieuwe motoren zijn aanzienlijk minder streng dan die voor het wegtransport. Dit, in combinatie met de lange levensduur van scheepsmotoren, heeft geleid tot suboptimale milieuprestaties van de binnenvaartsector. De emissiewetgeving voor de binnenvaartsector is pas sinds 2002 van kracht is. Hierdoor is de binnenvaartsector in de EU-wetgeving onderbelicht gebleven. Het is daarom dringend noodzakelijk om de emissieprestatie van de binnenvaartvloot te verbeteren.

Over een periode van twee jaar heeft CLINSH de milieuvordelen van emissiereductietechnologieën voor de binnenvaart aangetoond. De resultaten van dit onderzoek zijn gebruikt als basis voor onze beleidsaanbevelingen op het gebied van emissiereductie (uitstootvermindering) van de binnenvaartvloot om de luchtkwaliteit te verbeteren.

Figuur 1: Motorbinnenvaartschip dat gemonitord wordt in CLINSH



## 2. Methodologie en aanpak

Het CLINSH project heeft de eerste uitgebreide schatting van binnenvaartemissies en reductiemogelijkheden opgeleverd. Dit op basis van praktijkmetingen van emissies monitoring van scheepsbewegingen in West-Europa. 43 vaartuigen zijn gedurende langere tijd gemonitord op hun uitstoot van  $\text{NO}_x$  en  $\text{PM}$  en op hun brandstofverbruik bij normaal gebruik. De resultaten van de emissiemetingen zijn gebruikt om de emissies voor de West-Europese binnenvaartvloot te modelleren en voor het beoordelen van het effect van schonere technologieën en brandstoffen op toekomstige emissies van de binnenscheepvaart. De resultaten zijn ook gebruikt om de luchtkwaliteit in de gebieden in en rondom Antwerpen, Rotterdam, Nijmegen en Duisburg te beoordelen (*Figuur 2*).

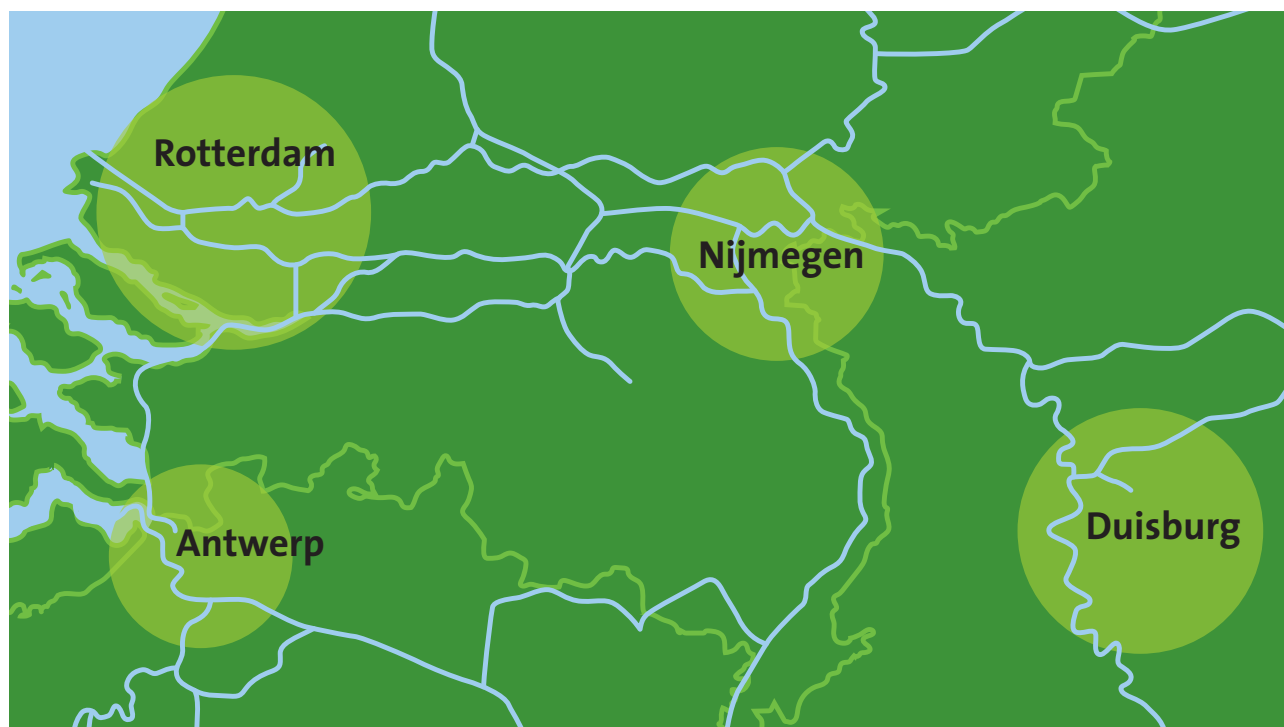
De gemonitorde vloot bestaat uit een grote verscheidenheid aan schepen met verschillende motoren geïnclassificeerd als "CCNR0" (d.w.z., ongereguleerd), CCNR1 en CCNR2 (d.w.z. CCNR of Stage IIIA), die verschillende uitstoot-verminderende technologieën toepassen zoals SCR-DPF (d.w.z. Selective Catalytic Reduction en /of Diesel Particulate Filter, diesel-elektrisch, brandstof/wateremulsie (FWE) of gebruik van alternatieve brandstoffen als GTL of LNG (*zie Tabel 1*):

De scheepscategorieën in de modelvloot bestaan uit verschillende scheepstypen met classificaties gebaseerd op motorvermogens of scheepslengtes:

- Passagiersschepen
- Duwboten
- Verschillende typen vrachtschepen
- Gekoppelde duwbakken
- Veerboten
- Sleepboten/werkboten

Dit werd gedaan voor verschillende scheepscategorieën, met subcategorieën voor schepen met een laag, middelmatig of hoog brandstofverbruik.

Figuur 2: De vier gebieden voor luchtkwaliteitsmodellen in CLINSH



Tabel 1 : Evaluatie voortstuwingsmethoden van schepen

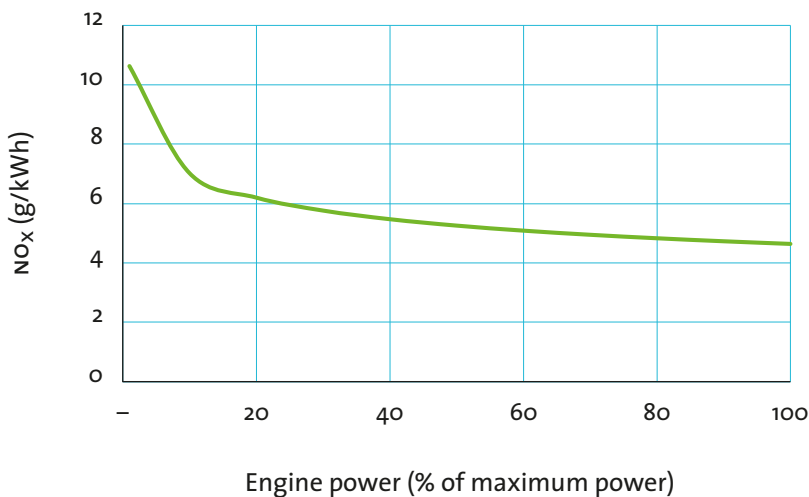
Voortstuwingsmethode	Kenmerken
CCNR2/CCNR1/ongereguleerd ("CCNRO")	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standaard dieselmotoren met verschillende classificaties momenteel in gebruik bij een groot gedeelte van de vloot</li> </ul>
Stage v/scheepsmotor Euro VI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geïntegreerd met SCR en DPF</li> <li>• Lagere emissies van NO<sub>x</sub> en PM</li> </ul>
Nabehandelingssystemen (SCR en/of DPF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 'Selective Catalytic Reduction' gebruikt voor NO<sub>x</sub> reductie, heeft urea nodig</li> <li>• 'Diesel ParticulateFilter' voor opvangen van fijnstof (PM)</li> </ul>
Gas to Liquids (GTL) (gas naar vloeibaar)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwavelvrij, geen aromatische koolwaterstoffen</li> <li>• Lagere emissies van NO<sub>x</sub> en PM</li> </ul>
Liquid Natural Gas (LNG) (vloeibaar aardgas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagere brandstofkosten per energie-eenheid</li> <li>• Hogere investering in brandstofsysteem en opslagtanks</li> </ul>
Brandstof/wateremulsie (FWE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emulsificatie van water en diesel voor injectie</li> <li>• Potentieel verminderd brandstofverbruik</li> </ul>
Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) Met waterstof behandelde plantaardige olie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biobrandstof voor dieselmotoren</li> <li>• Lagere emissies van NO<sub>x</sub>, PM en CO<sub>2</sub></li> </ul>

### EMISSIEFACTOREN GEBASEERD OP METINGEN IN DE PRAKTIJK

Op basis van de meetresultaten heeft CLINSH emissiefactoren ontwikkeld die de emissies van NO<sub>x</sub> en PM relateren aan het motorvermogen (% van het maximale motorvermogen) voor elk schip in de CLINSH-vloot. *Figuur 3* toont een voorbeeld van de NO<sub>x</sub>-emissiefactor als functie van een gemeten CCNR2-motor.

*Tabel 2* toont de gemiddelde emissiefactoren gebaseerd op de meetcampagne, samen met de waarden uit de literatuur over technieken waarvoor de emissiefactoren niet konden worden gemeten. De resulterende emissiefactoren zijn eveneens uitgedrukt als een percentage met betrekking tot de CCNR2-emissiewaarden.

Figuur 3: NO<sub>x</sub> emissiefactor functie van een CCNR2 motor

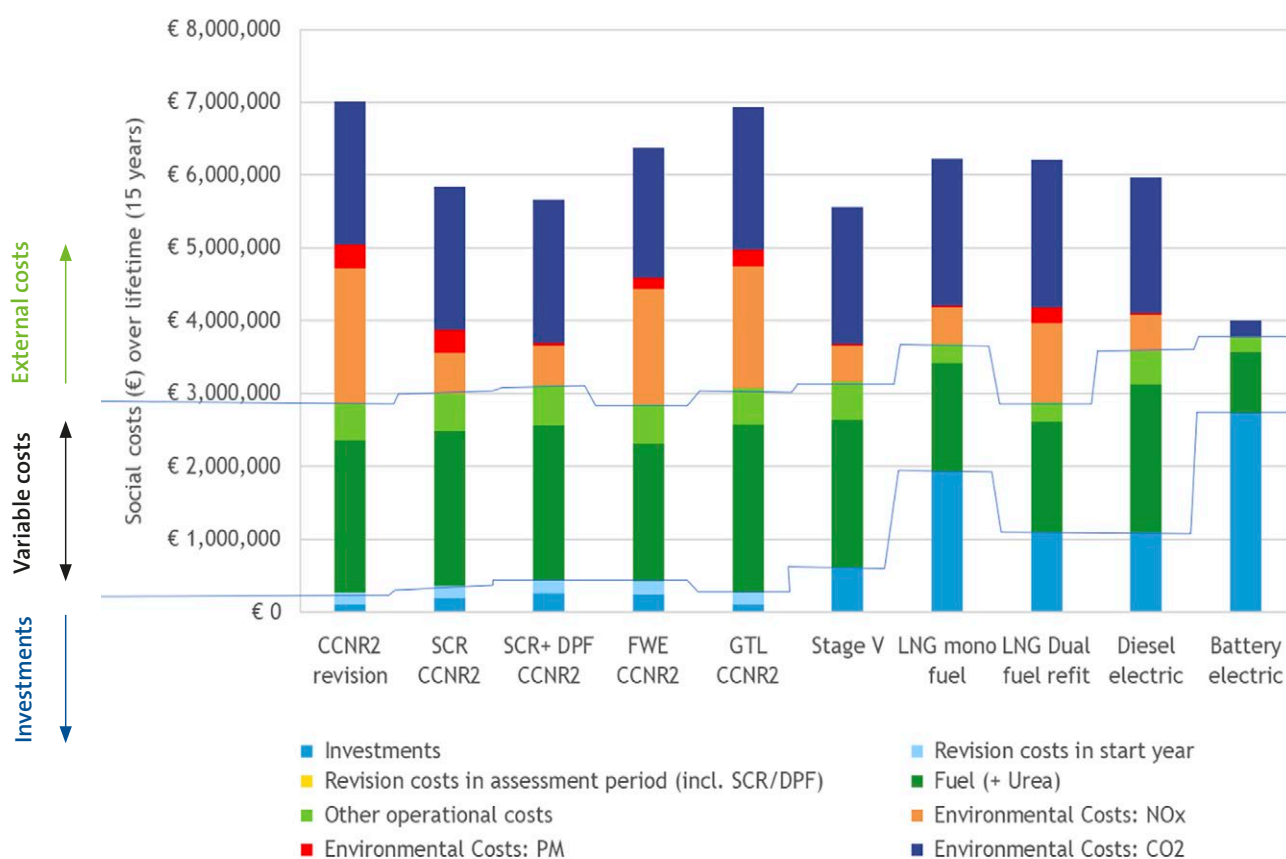


Tabel 2: Emissiefactoren afkomstig van de CLINSH meetcampagne [c] en literatuur [L]

	NO <sub>x</sub> emissiefactor (g/kWh)	NO <sub>x</sub> emissie met betrekking tot CCNR2	PM emissiefactor (g/kWh)	PM emissie met betrekking to CCNR2
CCNR0 diesel	10.59 [c]	205%	0.406 [L]	308%
CCNR1 diesel	8.31 [c]	161%	0.132 [L]	100%
CCNR2 diesel	5.16 [c]	100%	0.132 [L]	100%
GTL	4.55 [c]	88%	0.091 [L]	69%
FWE	4.14 [c]	80%	0.066 [L]	50%
SCR-DPF CCNR1*	2.07 [c]	40%	0.132 [L]	10%
LNG	1.80 [L]	35%	0.132 [L]	10%
Stage v diesel	1.80 [L]	35%	0.132 [L]	10%
Euro VI diesel	0.40 [c]	8%	0.010 [L]	8%

\* Vergelijken met CCNR1 is het NO<sub>x</sub> emissieniveau 25%, d.w.z., een vermindering van 75%

Figuur 4: Totale eigendomskosten en sociale kosten voor een 110m lang droge lading schip met middelmatig brandstofverbruik



### KOSTEN VAN DE OPTIES VOOR UITSTOOTVERMINDERING

Voor de technologieën gemonitord in de meetcampagne - en ook verschillende andere opties om emissies te verminderen - heeft CLINSH een sociale kostenanalyse uitgevoerd waar de sociale kosten ook de **totale eigendomskosten** van de verschillende technologieën bevatten (de kosten voor de scheepseigenaren), evenals de **externe kosten** van NO<sub>x</sub>, PM en berekende CO<sub>2</sub>. Dit werd gedaan voor verschillende scheepscategorieën, met subcategorieën voor schepen met een laag, middelmatig of hoog brandstofverbruik. Hierbij moet worden opgemerkt dat de kosten gerelateerd zijn aan de motor (investeringen, onderhoud en in bedrijf zijn) en niet aan het gehele schip. De volgende grafiek (*figuur 4*) toont de vergelijking tussen een scheepscategorie (100m droge lading schip, middelmatig brandstofverbruik).

De opties die leiden tot de hoogste reductie van emissies zijn Stage v, LNG en SCR-DPF. Fuel Water Emulsion (brandstof/wateremulsie of FWE) en GTL reduceren strikt genomen minder emissie, maar zijn interessant voor scheepseigenaren die voorrang geven aan kosteneffectiviteit boven het totale effect. Uit sociaal-economisch oogpunt is de meest effectieve optie de Stage v/Euro VI motor, omdat die de beste NO<sub>x</sub> en PM emissiereductie oplevert en de totale maatschappelijk kosten het laagst zijn (afgezien van batterij-elektrische- en waterstofmotoren).

**Baseline scenario: business-as-usual aanpak**

- Veronderstelling: geen nieuwe beleidsmaatregelen die de toepassing van emissiereducerende technologieën bevorderen
- Vrijwillige omschakeling naar Stage v motoren vindt pas plaats wanneer bestaande motoren einde levensduur bereiken.

**CLINSH Scenario: optimale sociale aanpak**

- Veronderstelling: stimuleringsmaatregelen resulteren in een sterke invoering van Stage v motoren, nabehandelingstechnologieën en alternatieve brandstoffen.
- Omvat oplossingen voor vervanging of ombouw voor dat gedeelte van de binnenvaartvloot waarvan de motoren nog niet einde levensduur hebben bereikt of die nog niet zijn ingepland voor vervanging.

Deze scenario's dienen als een basis voor het onderzoeken van de socio-economische- en financiële aspecten van de transitie naar een schonere binnenvaartvloot.

Naast de emissies van varende schepen zijn ook de emissies van aangemeerde schepen van belang. De emissies op de aanlegplaats zijn te verminderen door gebruik te maken van walstroom in plaats van de dieselgeneratoren aan boord. CLINSH ontwikkelde een methodiek voor het bepalen van de emissies van aangemeerde schepen, deze omvat:

- Havenkarakterisering (op welke locaties moet walstroom worden ingezet)
- Beschikbare technologieën en oplossingen
- Normen & regelgevingen en promotiecampagnes om het gebruik van walstroom te bevorderen.

**EMISSIERESULTATEN**

*Tabel 3* toont het emissiemodel van de vloot voor de geselecteerde gebieden. Hoewel het Baseline-scenario leidt tot een emissievermindering van 20% NO<sub>x</sub> en PM tot 2035; het CLINSH-scenario vermindert deze emissies tot wel 80%.

Als aanvulling op het emissiemodel van de binnenvaartvloot in de vier regio's, is eveneens gemeten hoeveel de binnenvaartschepen de luchtkwaliteit beïnvloeden op het vasteland in Noordrijn-Westfalen. Metingen in de havens van Neuss/Düsseldorf, Duisburg en op de Rijn hebben aangetoond dat de vervuiling van omgevingslucht met NO<sub>x</sub> en PM door de emissies van de binnenvaart niet zo hoog is als werd verondersteld aan het begin van het project.



Tabel 3: Jaarlijkse emissies van de binnenvaart in de modelregio's voor de Baseline 2020/2035- en CLINSH 2035- scenario's (in kilotonnen)

In kilotonnen/ jaar	Rotterdam		Nijmegen		Antwerp		Duisburg	
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>
Baseline 2020	2.68	0.09	1.32	0.04	0.97	0.03	2.05	0.06
Baseline 2035	2.06	0.07	0.97	0.03	0.75	0.03	1.59	0.04
CLINSH 2035	0.72	0.03	0.28	0.004	0.27	0.01	0.45	0.01

Tabel 4: Socio-economisch kosten voor de twee scenario's

	Baseline scenario	CLINSH scenario	Vershil
Sociale kosten met jaar 15 looptijd (M€)	26,139	21,280	-4,859
Totale eigendomskosten met 15 jaar looptijd (M€)	10,751	11,512	761
Initiële investeringskosten (M€)	1,123	2,393	1,270

### VOORDELEN VOOR DE MAATSCHAPPIJ

De resultaten in *Tabel 4* tonen de financiële behoeften voor de uitvoering van het CLINSH- en het basisscenario volgens de sociaal-economische analyse. Uit het CLINSH-scenario blijkt dat de maatschappelijke baten van deze investeringen (baten voor de volksgezondheid, voorkomen van biodiversiteitsverlies, enz.) aanzienlijk hoger liggen (**4,9 miljard euro**) dan de technische investeringskosten (**1,3 miljard euro**) en de extra totale kosten voor de scheepseigenaren (**0,76 miljard euro**). Deze investeringen zijn dus vanuit sociaaleconomisch oogpunt zinvol en moeten de komende jaren worden gefaciliteerd. Tegelijkertijd moeten oplossingen met emissievrije technologie worden ontwikkeld en ingevoerd die de luchtkwaliteit verbeteren en op langere termijn ook de klimaatverandering verminderen.

De socio-economische analyse toont verder dat vernieuwing naar Stage V/Euro VI motoren in de komende 10-15 jaar maatschappelijk gezien voor veel schepen optimaal is. De relatief hoge investeringskosten voor deze motoren worden gedeeltelijk gecompenseerd door een verbeterde brandstofefficiëntie en lagere emissies, zoals is aangetoond voor de Euro VI motoren in de gemonitorde vloot. Echter, de optie die maatschappelijk gezien de voorkeur verdient, komt niet overeen met de voorkeursoptie vanuit het oogpunt van de individuele ondernemer (hogere investerings- en totale eigendomskosten).

De uitdaging ligt in het op één lijn krijgen van de maatschappelijke en individuele belangen aangezien er een geringe beschikbaarheid van kapitaal is bij de scheepseigenaren. **Een stimuleringsregeling moet het aantrekkelijk maken voor ondernemers om tenminste te investeren in Stage v, SCR+DPF, brandstof/wateremulsie en GTL.** Dit vereist **beleidsinterventie door investeringssteun aan scheepseigenaren en/of gedifferentieerde heffingen die lage emissie-technologieën ondersteunen** om de milieukosten door vervuilende stoffen te verminderen en het mogelijk te maken dat scheepseigenaren voor betere oplossingen kiezen.

De resultaten van de walstroom demo's hebben aangetoond dat de bijdrage aan de totale emissies van de binnenvaartvloot afkomstig van ligplaatsen in de haven varieert, maar onder de 10% blijft. Deze emissies vinden echter vaak plaats op ligplaatsen die gesitueerd zijn in dichtbevolkte gebieden, waar veel mensen aan deze emissies en ook aan geluidshinder zijn blootgesteld. Daarom moet investeren in walstroom worden gestimuleerd op die locaties waar de bedenkingen over luchtkwaliteit en/of geluidshinder het meest ernstig zijn en **waar de kosteneffectiviteit van bestede euro's het hoogst is bij het terugdringen van emissies.** Top 3 van locaties: aanlegplaatsen voor riviercruises, wacht- en overnachtingsdokken, en aanlegplaatsen voor tankers. **Invoering van EU-brede permanente belastingvrijstelling voor walstroom zou het toepassen en gebruiken van walstroom stimuleren.**

Figuur 5: Walstroomaansluiting



# 3. Beleidsaanbevelingen

- CLINSH doet een oproep voor investering in direct toepasbare uitstootverminderende maatregelen die de luchtkwaliteit verbeteren (door het terugdringen van de emissie van voornamelijk NO<sub>x</sub> en PM) voor de bestaande binnenvaartvloot, totdat de zero-emission-technologieën ver genoeg zijn ontwikkeld. De sociale voordelen van deze maatregelen als getoond in het CLINSH-scenario (€4,9 miljard) zijn aanzienlijk groter dan de investeringskosten (€1,3 miljard) en de totale extra kosten voor scheepseigenaren (€760 miljoen).
- Individuele scheepseigenaren vinden het moeilijk om te investeren in emissiereducerende technologieën en upgrades vanwege de bijkomende kosten en uitgaven voor het gebruiken van deze technologieën. Er is effectieve beleidsinterventie nodig door investeringssteun voor scheepseigenaren en/of gedifferentieerde heffingen die lage emissietechnologieën ondersteunen om scheepseigenaren de mogelijkheid te geven voor betere oplossingen te kiezen.
- De EU en lidstaten moeten stimuleringsregelingen bieden voor een versnelde invoering van beschikbare emissiereductieopties voor de binnenvaart door een vergroeningsfonds en subsidieregelingen. Het budget voor het fonds of de subsidieregelingen kan bijeengebracht worden door toewijzing van inkomsten uit de belasting op binnenvaartbrandstoffen.
- Gezien de geringe beschikbaarheid van kapitaal in de binnenvaartsector wordt geadviseerd om toestemming te verkrijgen voor een investeringssteun tot 80% van het prijsverschil (passend bij EU-wetgeving over overheidssteun overeenkomstig de EU-criteria) gecombineerd met leningen met een laag rentepercentage.
- Lokale regelgevingen kunnen helpen bij de transitie (via lage emissietechnologieën) naar zero-emission. Tegelijk met de financiële ondersteuning voor motorvernieuwing en emissiereducerende technieken tot 2035 (vergroeningsfonds) en voorafgaand aan mogelijke Stage V (of gelijkwaardige) emissienormen voor de bestaande vloot (in 2035), zou men lage emissiezones in havens kunnen invoeren. CLINSH adviseert onderzoek te doen naar de haalbaarheid en het effect van zulke zonevorming.
- Investeer in walstroom waar de luchtkwaliteit en/of geluidshinder het meest ernstig zijn en waar de grootste kosteneffectiviteit is van euro's die besteed worden aan het reduceren van emissies. Ontwikkelen van financieringsmechanismen voor het realiseren van walstroomops in kernlocaties kan baanbrekend zijn voor een elektriciteitsinfrastructuur met zero-emission in 2050.

---

**VISITING ADDRESS**

Provinciehuis Zuid-Holland  
Zuid-Hollandplein 1  
2596 AW Den Haag

[contact@clinsh.eu](mailto:contact@clinsh.eu)

---

**MAILING ADDRESS**

Provincie Zuid-Holland  
Postbus 90602  
2509 LP Den Haag

 [twitter.com/clinsh\\_EULIFE](https://twitter.com/clinsh_EULIFE)



CLINSH fits in the European Life Program. Life is a European project that supports environmental, nature conservation and climate action projects.

---

**[WWW.CLINSH.EU](http://WWW.CLINSH.EU)**