



De economische en maatschappelijke waarde van zout

TNO 2024 R10389 – 26 maart 2024

De economische en maatschappelijke waarde van zout

Auteurs	J.C. (Johannes) Bollen, M.W. (Thijmen) van Bree
Rubricering rapport	TNO Publiek
Titel	TNO Publiek
Rapporttekst	TNO Publiek
Bijlagen	TNO Intern
Aantal pagina's	64 (excl. voor- en achterblad)
Aantal bijlagen	5
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Projectnaam	EZK Economische waarde van zout
Projectnummer	060.57344

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.

© 2024 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Economische waarde van zout	6
2.1	Zoutwinning en de zoutmarkt	6
2.2	Economische omvang zoutketen	14
2.2.1	Schatting directe bbp-bijdrage zoutwinning	16
2.2.2	Schatting indirecte bbp-bijdrage zoutwinning	17
3	Maatschappelijke waarde van zout	21
3.1	Toepassingen van zout en perspectief op duurzame chemische industrie in Nederland	21
3.2	Zout in relatie tot de energietransitie	28
3.3	Neveneffecten van zoutwinning en opslag in zoutcavernes	33
4	Bevindingen op een rij	38
	Referenties	49
Bijlagen		
Bijlage A:	Bbp-bijdrage van ‘Overige Delfstoffenwinning’ en afnemers	50
Bijlage B:	Mogelijke afnemers van zout	52
Bijlage C:	Input-output schets Exiobase	55
Bijlage D:	Review door de bedrijven Nobian, Frisia en Nedmag	59
Bijlage E:	Appreciatie zoutimpactstudie Roland Berger (2022)	61

1 Inleiding

Aanleiding en context

Eind januari 2023 is de Contourennota Mijnbouw door de Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat met de Tweede Kamer gedeeld. In de contourennota wordt genoemd dat zoutwinning een belangrijke economische activiteit in Nederland is, met name in het noorden en oosten van het land. In de structuurvisie op de ondergrond is zout om die reden aangemerkt als grondstof van regionaal belang.

Zout is een belangrijke grondstof voor de chemische industrie in Nederland en Noordwest-Europa. Hieruit komen eindproducten voort die onder meer benodigd zijn voor de energietransitie (met toepassingen in windmolens, batterijen, isolatiemateriaal). Een voorbeeld van directe toepassing van zout is ijsbestrijding op wegen. Daarnaast ziet het kabinet dat zoutcavernes een belangrijke rol kunnen spelen bij de opslag van energiedragers zoals waterstof. Energieopslag zal een plek moeten krijgen in het toekomstige, duurzame energiesysteem van Nederland. Het (her)gebruik van zoutwinlocaties ten behoeve van energieopslag in het toekomstig energiesysteem is daarmee van nationaal belang (en als zodanig aangemerkt in de structuurvisie op de ondergrond). Het kabinet wil als uitgangspunt voor de ontwikkeling van nieuwe zoutcavernes hanteren dat, waar dit technisch en financieel mogelijk is, rekening wordt gehouden met de mogelijkheid om deze cavernes in de toekomst in te zetten voor opslag van waterstof in zoutcavernes.

Verschuivingen in geopolitieke verhoudingen, met de oorlog in Oekraïne als exponent, leiden tot aandacht voor het onderwerp Open Strategische Autonomie. Deze ontwikkelingen geven aanleiding voor het ministerie om scherper na te denken hoe afhankelijk je wilt zijn van het buitenland voor de toelevering van grondstoffen, energie en materialen.

In de Contourennota Mijnbouw is aangekondigd dat het Kabinet met een visie gaat komen over de toekomst van zoutwinning in Nederland. Ter ondersteuning van deze visievorming wenst het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) een onafhankelijke analyse naar de economische en maatschappelijke waarde van zout, welke ten behoeve van politieke besluitvorming gedeeld kan worden met de Tweede Kamer.

Verzoek aan TNO

TNO is tegen bovenstaande context en achtergrond verzocht om het economisch en maatschappelijk belang van zoutwinning en zoutderivaten voor Nederland te analyseren. Daarbij is verzocht om het belang van zout in relatie tot het goed doorlopen van de energietransitie (denk bijvoorbeeld aan zout als grondstof voor batterijen en de opslag van waterstof en andere gassen in zoutcavernes) mee te nemen in de analyse. In het onderzoek dient de primaire focus te liggen op Nederland, maar daar waar mogelijk en relevant is het gewenst om een doorkijk te geven naar de Europese context – vooral naar landen nabij Nederland.

Onderzoeksopzet

Het voorliggende rapport beschrijft de resultaten van het TNO-onderzoek naar het economische en maatschappelijke belang van zout. Deze resultaten zijn tot stand gekomen middels een combinatie van kwantitatief en kwalitatief onderzoek, waarbij de volgende analysestappen zijn uitgevoerd:

1. Kwantitatieve, beschrijvende analyse van de economische omvang van zoutwinning en gerelateerde activiteiten in Nederland aan de hand van macro-economische feiten en cijfers.
2. Input-output analyse naar de directe en indirecte bbp-bijdrage van zoutwinning (multipliers), via ketenrelaties in de Nederlandse economie en handelsrelaties met het buitenland.
3. Appreciatie van de Zout impactstudie die in 2022 door Roland Berger is uitgevoerd in opdracht van Nobian (een van de drie bedrijven die in Nederland actief is in de winning en verwerking van zout). In het bijzonder is daartoe gekeken naar de rol van zout en zout derivaten voor de chemische industrie (Hoofdstuk 2) en het proces van zoutwinning (Hoofdstuk 3).
4. Analyse van de leveringszekerheid en substitutiemogelijkheden van zout als delfstof en grondstof voor de chemische industrie in Nederland.
5. Analyse van het maatschappelijk belang van zout vanuit de verschillende toepassingen in industriële processen en eindproducten en het maatschappelijk belang van zoutcavernes voor opslag van waterstof en andere gassen.
6. Opstellen van een totaalbeeld/overzicht van alle bevindingen met betrekking tot het economisch en maatschappelijk belang van zout (t.b.v. visievorming binnen EZK).

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 gaat in op de economische waarde van zout. In paragraaf 2.1 wordt allereerst het proces van zoutwinning beschreven en worden de winningslocaties en productievolumes benoemd. Paragraaf 2.2 bevat onze schattingen van de economische omvang van de zoutketen in Nederland, eerst middels een grove top-down benadering en vervolgens middels input-outputanalyse.

Hoofdstuk 3 gaat in op de maatschappelijke waarde van zout. In paragraaf 3.1 worden daartoe de belangrijkste gebruikstoepassingen in meer detail beschreven, tezamen met ketenrelaties en afhankelijkheden en aspecten die raken aan de verduurzamingsopgave. Paragraaf 3.2 gaat in op de rol van zout in de energietransitie, met bijzondere aandacht voor de rol van opslagcavernes (voor waterstof en andere gassen), verduurzaming en batterijtechnologie. In paragraaf 3.3 wordt ingegaan op neveneffecten van zoutwinning en opslag in cavernes, waarbij aandacht is voor bodemdaling, trillingen, fysieke veiligheid en gezondheid en maatschappelijke acceptatie.

Hoofdstuk 4 bevat een samenvattend overzicht van alle bevindingen. Om die reden is geen aparte samenvatting opgenomen. We verwijzen de lezer die snel een eerste beeld van de belangrijkste bevindingen wil hebben door naar dit korte hoofdstuk met een overzichtstabel. Door het rapport heen verwijzen we naar bevindingen uit de Zoutimpactstudie van Roland Berger (2022) – bij wijze van impliciete appreciatie van relevante analyseonderdelen. In Bijlage E is een aparte appreciatie opgenomen.

Dankwoord

Dit onderzoek is uitgevoerd door (economisch) onderzoekers van TNO Vector – het centrum voor maatschappelijke innovatie en strategie binnen TNO. De auteurs zijn veel dank verschuldigd aan collega's met geologische expertise binnen de TNO Adviesgroep Economische Zaken en Klimaat, TNO Energie Transitie Studies, TNO Sustainable Process & Energy Systems en TNO High Tech Industry, voor het delen van kennis en inzichten over de ondergrond en zoutwinning, chemische industrie, de energietransitie, een duurzaam energiesysteem en batterijtechnologie.

2 Economische waarde van zout

2.1 Zoutwinning en de zoutmarkt

Zout (natriumchloride, NaCl) is een veel voorkomend mineraal op aarde. In grote delen van Europa zijn zoutlagen te vinden na verdamping van vroegere ondiepe binnenzeeën. Zodoende komen onder andere in Nederland, de Noordzee, Duitsland, Denemarken en Polen zoutreserves voor in de ondergrond (SodM, 2018). Buiten Europa zijn China, India en de Verenigde Staten grote zoutproducenten (zie tabel 2.1)

De United States Geological Survey (USGS) geeft aan dat er grote wereldwijde (economisch winbare) zoutreserves zijn. De zoutconcentratie in oceanen vormt daarbij een vrijwel onuitputtelijke bron. Nu is zoutwinning via indamping van zeewater niet de enige winningsmethode – in Nederland wordt zout voornamelijk gewonnen via oplosmijnbouw uit de ondergrond. Juist deze winningsmethode levert zout van hoge zuiverheid op die van groot belang is voor industriële toepassing, met name in de Chloor-Alkali industrie. Daarin wordt via elektrolyse van een zoutoplossing chloor, natronloog (bijtende soda) en waterstof verkregen (zie figuur 2.1). Deze producten zijn onder andere relevant voor de productie van PVC, papier, geneesmiddelen, isolatiematerialen, aluminium, zeep, soda, kali, glas, verf en textiel. Chloor en natronloog zijn basischemicaliën die als grond- en hulpstof worden gebruikt in de productie van vele chemische tussenproducten en eindproducten. Waterstof wordt gebruikt als energiedrager in de industrie. Voor de Nederlandse bulkchemie is met name de link via zout naar chloor als basis voor de PVC-productie van belang.

In Nederland wordt zout gewonnen uit ondergrondse lagen. Na het oppompen van de pekkel wordt deze gezuiverd, verhit en onder lage druk ingedampt. De op deze manier verkregen droge zoutkristallen wordt vacuümzout genoemd. Het kenmerkt zich door zijn uitzonderlijke zuiverheid en chemische stabiliteit, waardoor het zich onderscheidt van andere zoutbronnen. Deze zuiverheid maakt het bijzonder geschikt voor toepassingen waarbij reacties met andere stoffen tot een minimum moeten worden beperkt. In de voedingsmiddelenindustrie wordt vacuümzout veel gebruikt vanwege de hoge zuiverheidsgraad, wat van belang is voor de voedselveiligheid. Ook is zuiver zout van belang voor medische toepassingen.

Daarnaast speelt vacuümzout een cruciale rol in diverse industriële processen, waaronder de productie van chemicaliën, textiel en papier, waar zuiverheid van het zout van vitaal belang is voor de kwaliteit van eindproducten. Zout wordt ook frequent ingezet in waterzuiveringsinstallaties, waar het water verzacht en verontreinigingen verwijdert. De zuiverheid en stabiliteit van vacuümzout verbeteren aanzienlijk de effectiviteit van zuiveringsprocessen. Gladheidsbestrijding en stofbestrijding is tot slot ook een bekende directe toepassing van zout.

Naast natriumchloride wordt in Nederland (door Nedmag B.V.) ook een andere type zout gewonnen, namelijk magnesiumchloride ($MgCl_2$). Dit magnesiumzout wordt zowel in vaste

vorm als in oplossing gebruikt, onder andere voor de productie van brandwerende materialen (bijvoorbeeld voor industriële ovens), cosmetische toepassingen, in katalysatoren en textielbewerking. Specifieke voorbeelden van het gebruik van magnesiumzout in vaste vorm zijn: veevoeder, voedingsmiddelen (voor de vermindering van natrium), in de wellness sector en bij textielbewerking. In opgeloste vorm wordt magnesiumchloride onder andere toegepast voor remineralisatie van drinkwater (nadat bij de productie van drinkwater alle mineralen verwijderd zijn), de reductie van stikstofemissies uit dierlijke mest, het terugwinnen van mineralen uit dierlijke mest, behandeling van reststromen van afvalwaterzuiveringen, als hulpstof bij de winning van gas, gladheidsbestrijding en stofbestrijding en als grondstof voor magnesiumverbindingen t.b.v. brandvertraging in kunststoffen.

Nedmag B.V. gebruikt magnesiumchloride voor de productie van magnesiumhydroxide, calciumchloride en magnesiumoxide. Magnesiumhydroxide wordt op zijn beurt o.a. toegepast voor de behandeling van reststromen van afvalwaterzuiveringen, en voor de ontzwaveling van rookgassen. Calciumchloride wordt bijvoorbeeld toegepast in de productie van kaas en bier, als betonadditief, stabilisator, bodemverbeteraar en toevoeging aan strooizout voor stofbestrijding en gladheidsbestrijding. Magnesiumoxide wordt toegepast in de cementindustrie en, in doodgebrande vorm, voor de vervaardiging van vuurvaste materialen voor de industrie. De in Nederland geproduceerde doodgebrande magnesiumoxide behoort tot de meest zuivere in de wereld.

Kader: drie manieren om zout te winnen

1. Verdamping door zon en wind in zoutpannen

Middels deze methode wordt zeewater verdampt in reservoirs. Deze methode vereist een droog en winderig klimaat in combinatie met voldoende vlakke ruimte voor de zoutpannen waarin het water voor verdamping geleid kan worden. Deze methode vindt in Europa vooral in het Middellandse Zeegebied plaats: in Spanje, Italië, Frankrijk en Griekenland. Volgens Roland Berger (2022) vindt 9% van de totale zoutwinning in West-Europa op deze manier plaats. Zoutwinning middels indamping levert zout op met een lagere zuiverheid, omdat zich hier onder andere organisch materiaal van zeedieren tussen bevindt. Voor toepassing in de chemie dient dit type zout additionele zuiveringsstappen te ondergaan. De belangrijkste toepassingen van dit 'zonnezout' zijn voeding, chemische industrie en strooizout.

2. Steenzoutmijnbouw

Middels deze methode wordt zout mechanisch gewonnen uit zout-bevattende lagen in de ondergrond. Deze vorm van zoutwinning vindt in Europa plaats in Duitsland, Verenigd Koninkrijk, Italië, Spanje en Frankrijk (Roland Berger, 2022). Deze vorm van mijnbouw levert eveneens zout op met een lagere zuiverheid, omdat er bijvoorbeeld ook zand en gesteente mee komt met het zout. Op deze manier gewonnen zout wordt voornamelijk toegepast als strooizout op wegen e.d. Voor toepassing in de chemische industrie dient dit type zout meerdere zuiveringsstappen te ondergaan.

3. Oplosmijnbouw

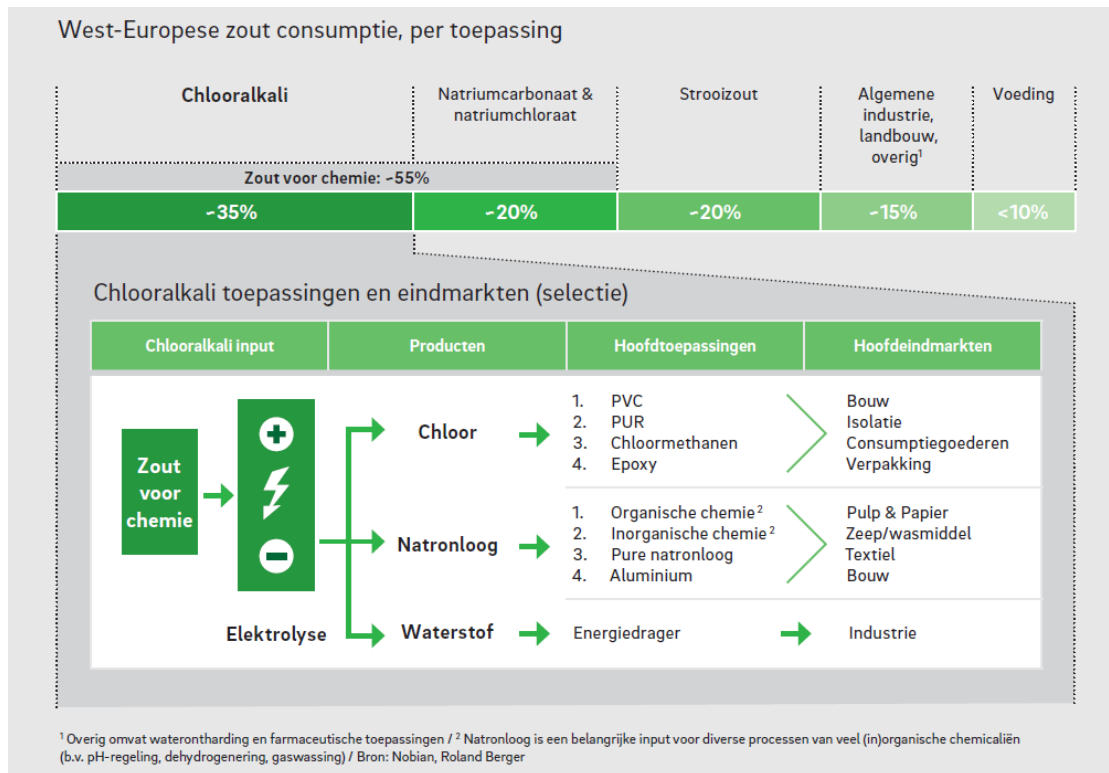
Middels deze methode worden in ondergrondse zoutlagen gaten geboord waarin via een pijp (zoet)water wordt geïnjecteerd, waarin het zout vervolgens oplost. Via een andere pijp wordt de zo verkregen pekkel opgepompt. Het voordeel van deze winningsmethode is dat dit zout van hoge zuiverheid oplevert (gezuiverd pekkel of, na kristallisatie en centrifuge, zogenaamd vacuümzout) en daarmee zeer geschikt is voor toepassing in de chemische procesindustrie. Ook vraagt deze vorm van zoutwinning relatief weinig ruimte aan het aardoppervlak. Bij deze vorm van zoutwinning ontstaan cavernes (holtes in de ondergrond).

Een deel van de zoutcavernes in Nederland kan worden benut voor de opslag van gasen zoals waterstof of perslucht. Op dit moment worden zoutcavernes al benut voor de opslag van strategische oliereserves voor Nederland en voor de opslag van aardgas en stikstof. Roland Berger (2022) rapporteert dat rond de 54% van de totale zoutproductie in West-Europa middels oplosmijnbouw verloopt. Deze vorm van zoutwinning vindt o.a. plaats in Nederland, Duitsland, Spanje, Frankrijk en Oostenrijk.

De USGS geeft aan dat er voor zout in de meeste (chemische)toepassingen geen economisch-realistische alternatieven zijn. Tevens nemen zij waar dat de wereldwijde vraag naar pekels ten behoeve van de Chloor-Alkali industrie (vooral in Azië) toeneemt. Daarbij namen na de coronapandemie exportstromen tussen Australië, India en China toe, maar spanningen tussen deze landen kan de onderlinge handel negatief beïnvloeden.

Zout lijkt een redelijk homogeen product in een redelijk transparante markt te zijn (TNO, 2023). In het rapport 'De staat van de sector zout' benoemt het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM, 2018) dat de Europese zoutmarkt wordt bediend door enkele multinationals en grotere bedrijven die beschikken over uitgebreide distributienetwerken en elkaar in elk land kunnen beconcurreren. Niettemin vindt in veel gevallen het gebruik van zout plaats in de nabijheid van de locatie waar het zout gewonnen wordt (TNO, 2023). Dit heeft te maken met het karakter van zout als bulkgoed, waarbij de gasprijs en transportkosten een grote rol spelen in de kosten per ton.

Transport vindt hoofdzakelijk plaats per schip, over niet al te grote afstanden (~500 km). Veel van het in Europa gewonnen zout wordt verhandeld binnen Europa. Voor Nederland zijn Duitsland, België en Noorwegen voor zout de voornaamste handelspartners binnen Europa. In Europees verband is Nederland de grootste exporteur van zout en na Duitsland de grootste producent van zout in Europa (TNO, 2023). Uit CBS-cijfers over materiaalstromen van zout blijkt dat een groot deel van het totale aanbod van zout (winning in Nederland + import) wordt geëxporteerd. Vanaf 2013 omvat de export van zout en afgeleide producten ieder jaar ongeveer 2/3e deel van het totale aanbod (zie tabel 2.3).



Figuur 2.1: Zout- en chlooralkalitoepassingen (selectie) in West-Europa. Bron: Roland Berger (2022)

In Nederland zijn drie bedrijven betrokken bij de zoutwinning:

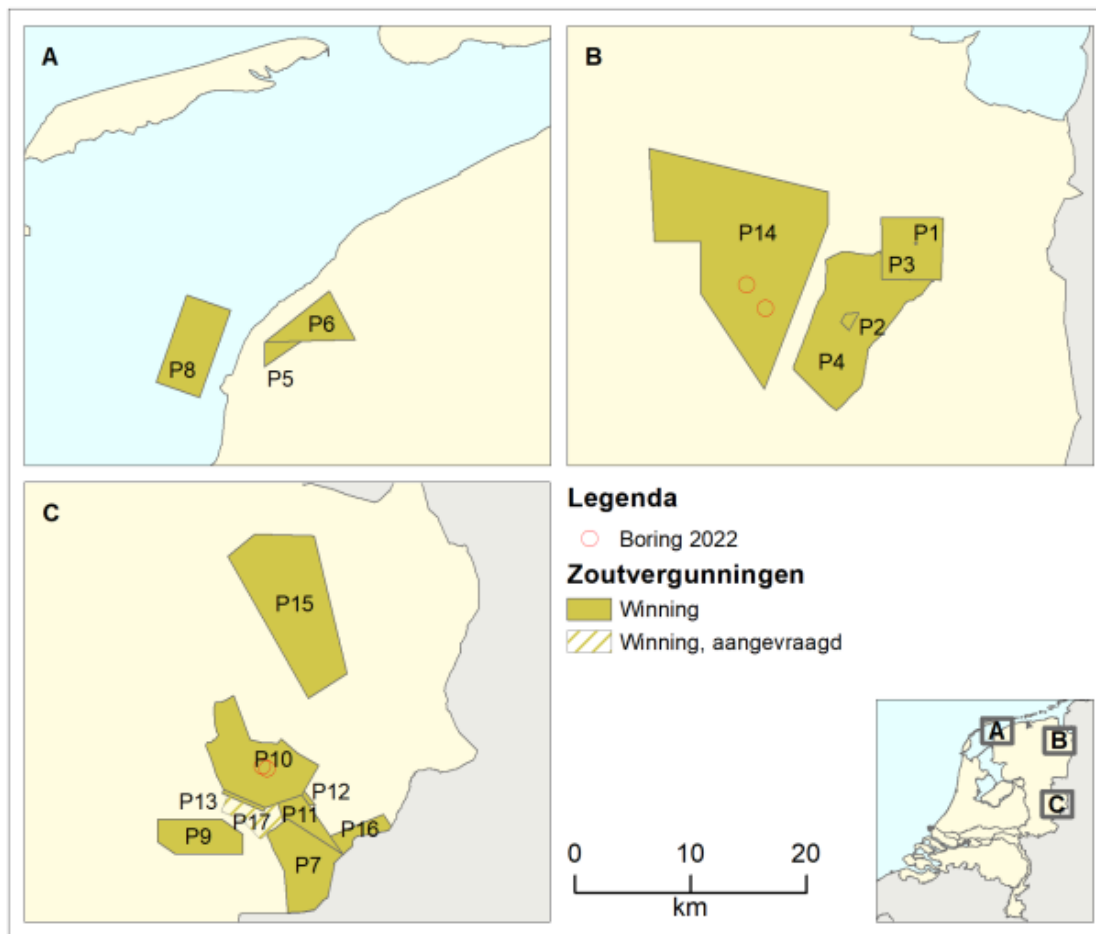
1. Nobian (voorheen onderdeel van AkzoNobel): Nobian is de grootste producent van zout in Nederland en heeft vestigingen in verschillende regio's waar zout wordt gewonnen, zoals Zuidwending en Heiligerlee in Groningen en Hengelo en Enschede in Overijssel.
2. Frisia Zout B.V.: Een dochteronderneming van K+S is actief in zoutwinning in Friesland, in de gemeente Harlingen.
3. Nedmag B.V.: Nedmag wint magnesiumchloride ($MgCl_2$) ten westen van Veendam in de provincie Groningen. Hier bevindt zich één van de zeldzame voorkomens van winbare zuivere magnesiumchloride in Europa. Een deel van het gewonnen magnesiumzout wordt verkocht, de rest wordt door Nedmag zelf gebruikt als grondstof voor de productie van magnesiumhydroxide, calciumchloride en magnesiumoxide. Nedmag is in Europa één van de weinige producenten van magnesiumhydroxide, calciumchloride, alsmede de enige producent in Europa van doodgebrande magnesiumoxide.

Deze drie bedrijven omvatten de zoutwinning in Nederland en zijn verantwoordelijk voor het ontginnen en verwerken van zout uit de betreffende gebieden.

Het zout dat in Nederland wordt gewonnen, is bekend om zijn hoge kwaliteit en zuiverheid, waardoor het aantrekkelijk is voor diverse industriële toepassingen. De Nederlandse zoutwinning draagt bij aan de beschikbaarheid en leveringszekerheid van zout. Met de verschillende toepassingen in industriële processen en eindproducten is duidelijk dat zout van belang is voor diverse bedrijfsactiviteiten binnen de Nederlandse economie. De (chemische) industriële activiteiten waarin zout wordt verwerkt en als grond- en hulpstof wordt toegepast zijn onderling sterk verweven en bevinden zich daar daardoor veelal in elkaars nabijheid. Ook bestaan er veel relaties met de aan zout gerelateerde industrieketens

in België en Duitsland. In hoofdstuk 3 wordt dieper ingegaan op deze zaken. Ook wordt in dat hoofdstuk dieper ingegaan op het (toenemend) belang van zoutcavernes voor de opslag van waterstof en andere gassen.





Winningsvergunningen voor steenzout

P1	Adolf van Nassau II	P9	Isidorushoeve
P2	Uitbreiding Adolf van Nassau II	P10	Twenthe-Rijn
P3	Adolf van Nassau III	P11	Uitbreiding Twenthe-Rijn
P4	Uitbreiding Adolf van Nassau III	P12	Twenthe-Rijn Helmerzijde
P5	Barradeel	P13	Twenthe-Rijn Oude Maten
P6	Barradeel II	P14	Veendam
P7	Buurse	P15	Weerselo
P8	Havenmond	P16	Zuidoost-Enschede

Aangevraagde winningsvergunningen voor steenzout

P17	Twenthe-Rijn Welen Mos
-----	------------------------

Figuur 2.2: Vergunningen voor de winning van steenzout op 1 januari 2023. Bron: Jaarverslag Delfstoffen en aardwarmte in Nederland 2022.

Tabel 2.1: Wereldwijde productie van zout (x 1.000 ton, schatting)

Land	2019	2020	2021	2022*
China	59.000	63.000	64.000	64.000
India	29.000	29.000	45.000	45.000
Verenigde Staten	42.000	41.000	42.000	42.000
Duitsland	14.300	15.300	15.000	15.000
Australië	13.000	11.000	12.200	13.000
Canada	11.000	10.000	11.800	11.000
Chili	10.000	9.570	8.570	9.000
Mexico	9.000	9.000	9.000	9.000
Brazilië	7.400	7.400	7.400	7.400
Turkije	6.500	6.900	6.900	6.900
Nederland	5.910	6.000	6.120	6.200
Rusland	6.700	8.100	6.500	6.000
Frankrijk	5.600	5.400	5.400	5.500
Spanje	4.200	4.200	4.200	4.200
Polen	4.480	3.780	4.000	4.000
Pakistan	3.700	3.750	3.000	3.300
Verenigd Koninkrijk	4.100	4.700	2.400	2.800
Iran	3.000	2.600	2.700	2.700
Italië	4.200	1.540	1.900	2.000
Wit-Rusland	3.300			
Djibouti	3.800	3.100		
Saudi Arabië		2.640	2.330	2.400
Oekraïne		2.000	1.800	1.000
Overige landen	33.000	30.000	31.000	32.000
Totale wereldproductie (afgerond)	283.000	280.000	294.000	294.000**
<i>% Nederland in wereldproductie</i>	<i>2,1</i>	<i>2,1</i>	<i>2,1</i>	<i>2,1</i>

* Voorlopige cijfers;

** Totaal wereldproductie 2022 optelling TNO o.b.v. de door USGS genoemde productie per land

Bron: USGS (2021; 2022; 2023) - Mineral Commodity Summaries – Salt

De cijfers van de USGS over 2022 zoals genoemd in tabel 2.1 zijn nog voorlopig en geven daarmee mogelijk geen accuraat beeld van de daadwerkelijke productie van steenzout en magnesiumzout in 2022 in Nederland, zoals die geregistreerd worden in NLOG – het Nederlands Olie- en Gasportaal. Wel geeft deze tabel een goed beeld van de relatieve omvang van zoutwinning in Nederland ten opzichte van andere producenten wereldwijd. In tabel 2.1 zijn de definitieve cijfers over de Nederlandse zoutproductie opgenomen, vanuit het jaarverslag ‘Delfstoffen en Aardwarmte in Nederland 2022’ (Ministerie van EZK, 2023). Hierin wordt beschreven dat de zoutproductie in Nederland in de periode 2007-2022 redelijk constant is, tussen de 6 en 7 miljoen ton per jaar. In 2022 lag de zoutproductie in Nederland iets onder de 6 miljoen ton (5.893.000 ton). Het merendeel hiervan bedraagt steenzout (ook

wel haliet genoemd); 207.000 ton hiervan bedroeg magnesiumzout dat door Nedmag wordt gewonnen bij Veendam, zie tabel 2.2 Voorts geeft tabel 2.3 een overzicht van materiaalstromen van zout door Nederland (zowel de winning, import als export van zout) tot en met het jaar 2021.

Tabel 2.2: Zoutproductie in Nederland in 2022 (in 1.000 ton)

Vergunning	Operator	Productie 2022
Havenmond	Frisia	939
Twenthe-Rijn	Nobian	1.571
Twenthe-Rijn Helmerzijde	Nobian	57
Twenthe-Rijn Oude Maten	Nobian	189
Uitbr. Twenthe-Rijn	Nobian	243
Adolf van Nassau III	Nobian	1.166
Uitbr. Adolf van Nassau III	Nobian	1.522
Veendam*	Nedmag	207
Totaal		5.893

* In de Veendam winningsvergunning wordt een ander type zout gewonnen (magnesiumzout). In alle andere vergunningen wordt steenzout (haliet) gewonnen.

Bron: Jaarverslag 2022 - Delfstoffen en aardwarmte in Nederland (Ministerie van EZK, 2023)

Tabel 2.3: Materiaalstromen van zout, winning in Nederland, invoer en uitvoer (mln kg)

	Winning	Invoer	Uitvoer	Uitvoer als % van het totale aanbod van zout (winning + import)
	Zout	Zout en afgeleide producten	Zout en afgeleide producten	
2012	6.547	359	2.335	33,8
2013	6.517	1.213	4.395	56,9
2014	6.485	441	4.311	62,2
2015	6.743	78	4.315	63,3
2016	6.625	89	4.212	62,7
2017	6.935	315	4.716	65,0
2018	6.751	437	4.483	62,4
2019	5.914	411	4.210	66,6
2020	5.712	712	3.817	59,4
2021	6.121	571	4.630	69,2

Bron: [CBS](#), berekening TNO

2.2 Economische omvang zoutketen

In deze paragraaf duiden we de economische waarde van zout door zowel de economische omvang van zoutwinning als van verwerking en gebruik in de industrie te schatten. Op die manier houden we rekening met de interacties tussen zoutwinning als activiteit binnen de sector 'Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)' en de verwerking en gebruik van zout in verschillende industrietakken. Naast zoutwinning omvat de bedrijfstak 'Overige delfstoffenwinning' ook de winning van zand, grind, turf en klei.

Samenvattend overzicht van de directe en indirecte economische omvang van zoutwinning in Nederland

tabel 2.4 presenteert de schattingen van de directe en indirecte bijdrage – via Input-Output (IO) analyse aan het bbp en het aantal werkzame personen in de Nederlandse zoutwinning. Het totale aantal werkzame personen dat direct en indirect gerelateerd is aan de zoutwinning wordt geschat op ongeveer 1.360 werknemers, als middenschatting in een bereik van 960 tot 1.770 werknemers.

Nobian zelf rapporteert dat ze 1.600 werknemers in dienst hebben (inclusief hun medewerkers in Denemarken en Duitsland). Het is belangrijk te beseffen dat de sector- en productclassificaties van het CBS, en daarmee de macro-economische omvang van sectoren conform de Standaard Bedrijfsindeling (SBI), kunnen afwijken van dergelijke rapportages van de omvang van individuele bedrijven. Geredeneerd vanuit die SBI-classificatie, valt Nobian waarschijnlijk gedeeltelijk onder de sector 'Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)' en voor een ander deel onder de 'Chemische industrie'. Gegeven dat Nobian 1.600 werknemers rapporteert en er daarnaast ook binnen Frisia en Nedmag werknemers actief zijn in de zoutwinning, is het wellicht opvallend dat onze schatting van de gemiddelde totale werkgelegenheid in zoutwinning in Nederland onder de 1.600 medewerkers ligt. Hoe kan dat?

Tabel 2.4: Directe en indirecte economische omvang van zout, werkzame personen en bbp (mln euro) in 2019

		Direct (Zoutwinning)	Indirect (Verwerking en toepassing in de industrie)	Totaal
Werkgelegenheid (fte)	Midden	570	790	1.360
	Laag	400	560	960
	Hoog	740	1.030	1.770
Bbp (mln euro)	Midden	135	190	325
	Laag	95	130	225
	Hoog	180	250	430

Bron: TNO op basis van CBS, LISA (2019;2021), EXIOBASE 3, Nobian, Frisia en Nedmag

De boven- en ondergrens voor werkgelegenheid in 2019 is gebaseerd op de aanname dat de daadwerkelijke waarde met 95% zekerheid tussen de onder en bovengrens in de periode 2001-2020 ligt.

Los van die medewerkers in het buitenland die we hier niet meetellen, schatten wij de omvang lager in om drie redenen. Ten eerste, gebruiken we een grofmazige macro-economische inschatting van de indirecte effecten van zoutwinning. De IO-analyse maakt in dit geval gebruik van grofmazige sectordefinities in de Input-Output- en gebruiktabellen van het CBS en EXIOBASE. Ten tweede zijn er een aantal beperkingen aan het gebruik van een

IO-analyse (zoals lineariteit, prijscorrelaties tussen sectoren, ruwe benadering ketenafhankelijkheden door slechte kwaliteit data in ontwikkelingslanden). Maar er speelt nog iets mee dat inherent is aan IO-analyses. Namelijk, dat de Chemische industrie vele bedrijven omvat die naast zout ook andere diensten en producten afnemen. Dit betekent dat de geschatte indirecte effecten door de chemische sector middels een IO-analyse, met chemie als een van de belangrijkste afnemers van zoutwinning, ook toegeschreven kunnen worden aan andere sectoren en producten in de economie waar de chemie gebruik van maakt.

De IO-analyse neemt dergelijke relaties mee binnen de totale omvang van het Nederlandse bbp (en kan deze omvang logischerwijs niet overstijgen), hetgeen kan zorgen voor een lagere inschatting van indirecte effecten. Daarom kan de totale som van directe effecten en de toekenning van indirecte effecten lager uitvallen als individuele bedrijven in meerdere ‘statistische’ sectoren opereren. In de IO-analyse betekent dit dat de werknemers van een bedrijf niet alleen werken in een “zout-chemieketen”, maar dat daar ook andere chemische activiteiten relevant zijn die niet uitsluitend gekoppeld zijn aan zout.

De directe werkgelegenheid in de zoutwinning voor het jaar 2019 bedroeg naar schatting 570 werknemers, met een bijdrage aan het bruto binnenlands product (bbp) van ongeveer 135 miljoen euro (zie voor meer details paragraaf 2.2.2). Het is belangrijk op te merken dat deze schatting enige onzekerheid met zich meebrengt vanwege aanzienlijke variabiliteit in de arbeidsinzet in voorgaande jaren. Met een mate van 95% zekerheid kunnen we stellen dat het aantal werknemers in zoutwinning in Nederland zich ergens tussen de 400 en 740 bevond.

Op basis van deze schatting voor het aantal werknemers, samen met het bbp dat wordt voortgebracht door de sector ‘Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)’ in Nederland, kunnen we concluderen dat de geschatte bijdrage van de zoutwinning aan het bbp varieert tussen de 95 en 180 miljoen euro, met 135 miljoen euro als middenschatting. Wat betreft het bruto binnenlands product (bbp) vertegenwoordigt de som van de directe en indirecte effecten van zoutwinning een omvang die varieert tussen 225 tot 430 miljoen euro, met 325 miljoen euro als middenschatting.

De indirecte bijdragen zijn gebaseerd op een mondiale Input-Output analyse voor de Nederlandse sector ‘Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)’. Hoewel de analyse van deze sector betrekking heeft op meer dan alleen zoutwinning (namelijk ook de winning van zand, grind, turf en klei), biedt het de meest nauwkeurige schatting die momenteel beschikbaar is in input-output tabellen. De output-multiplier is een relatieve maat die ongeveer 140% bedraagt. Dit betekent dat volgens lineaire aannames over de productiestructuren in verschillende sectoren en de afzet in zowel Nederland als het buitenland, elke eenheid arbeidsinput die wordt besteed aan zoutwinning indirect ongeveer 1,4 eenheden aan arbeidsplaatsen genereert buiten de zoutwinning (inclusief in het buitenland).

Het aantal werkzame personen dat indirect aan de zoutwinning kan worden toegeschreven, wordt geschat op ongeveer 790 werknemers, met een schatting in het middensegment van 560 tot 1.030 werknemers. Wat betreft het bruto binnenlands product (bbp) vertegenwoordigt het indirecte effect naar schatting 190 miljoen euro, met een bandbreedte van 130 miljoen euro (laag) tot 250 miljoen euro (hoog).

In paragraaf 2.2.1 en paragraaf 2.2.2 worden deze schattingen nader uitgewerkt en toegelicht.

2.2.1 Schatting directe bbp-bijdrage zoutwinning

Om het aandeel van zoutwinning in de toegevoegde waarde van de hoofdsector ‘Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)’ te schatten, gebruiken we twee top-down methodes, nl.: één op basis van aanvullende CBS-informatie over industriële productie naar productgroep (ProdCom) en de tweede methode op basis van informatie over de werkgelegenheid in zoutwinning in Nederland (combinatie van LISA data en informatie van de zoutwinningsbedrijven Nobian, Frisia en Nedmag).

Top-down schatting op basis van werkgelegenheid in zoutwinning

Om de ordegrrootte van de economische omvang van zoutwinning in Nederland te staven, passen we een tweede top-down methode toe op basis van de omvang van werkgelegenheid. Daartoe combineren we werkgelegenheidsdata van Stichting LISA⁷ (2019; 2021) en informatie van de drie zoutwinningsbedrijven in Nederland: [Nobian](#), [Frisia](#), en [Nedmag](#).

De LISA cijfers wijzen op een gemiddelde jaarlijkse inzet van 270 werkzame personen in de zoutwinning in Nederland, gemeten over de periode 1996-2021. In 2021 meldt LISA slechts 121 werkzame personen in de bedrijfsactiviteit met SBI-code 0893 ‘Winning van zout’. Dit beschouwen wij als een onderschatting, aangezien Nobian op de eigen website al aangeeft 1.600 werknemers te hebben. Nu bevat dit aantal ook hun medewerkers in Denemarken en Duitsland en betreft dit naast de zoutwinning ook de medewerkers in de verwerking van zout, hetgeen een bedrijfsactiviteit is die valt onder de Chemische industrie (met een andere SBI-code: SBI 20).

De zoutwinning van Nobian vindt plaats in de provincie Groningen en in de omgeving van Hengelo. Volgens de [website](#) van Nobian zijn in Hengelo zo’n 250 mensen werkzaam. Ook dit betreft niet uitsluitend mensen die betrokken zijn in het proces van zoutwinning zelf. Voor alle zoutwinningslocaties van Nobian schatten we in dat er maximaal 300 werknemers actief zijn in de zoutwinning zelf. Tezamen met het aantal werknemers dat Frisia en Nedmag noemen, schatten we in dat er momenteel zo’n 570 werknemers in Nederland direct betrokken zijn bij de zoutwinning in Nederland. Dat is bijna 30% van het totaal aantal werknemers in de sector ‘Overige delfstoffenwinning (excl. olie en gas)’.

Top-down schatting bevestigt door CBS ProdCom

Uit de Nationale Rekeningen van het CBS weten we dat de sector ‘Overige delfstoffenwinning (excl. olie en gas)’ in 2019 zo’n 458 miljoen euro toegevoegde waarde (de bbp-bijdrage van een sector) voortbracht. Als we daar het aandeel van 30% in de totale werkgelegenheid van de sector ‘Overige Delfstoffenwinning (geen olie en gas)’ op projecteren, dan schatten wij dat de toegevoegde waarde van zoutwinning in 2019 zo’n 135 miljoen euro bedroeg. Als zoutwinning kapitaalintensiever is dan de volledige sector ‘Overige delfstoffenwinning’ kan deze schatting oplopen tot 225 miljoen, maar als deze relatief kapitaal-extensief is dan zal de bbp-bijdrage maximaal 100 miljoen euro zijn.² De uitkomsten van deze tweede top-down schattingsmethode liggen daarmee in dezelfde ordegrrootte als de eerste schatting op basis van de CBS ProdCom cijfers (zie Bijlage A).

⁷ Landelijk Informatie Systeem Arbeidsplaatsen. Zie [Wat is lisa - Stichting Lisa](#).

² Bedenk dat het bbp verdiend wordt door de inzet van kapitaal en arbeid. Dit veronderstelt dat de kapitaal-intensiteit (economische waarde van kapitaal in sector als percentage van het bbp van diezelfde sector) over alle winningsactiviteiten hetzelfde is. Uit Bollen et al. (2019) weten we dat de verhouding van kapitaalintensiteit t.o.v. arbeidsintensiteit van alle subsectoren binnen primaire productie ergens tussen de 4 en 9 ligt. Dus als we loonverschillen van de ingezette arbeid negeren, dan zal het bbp dus ergens 100-225 miljoen euro liggen (570 werknemers maal gemiddelde loon (44.000 euro) maal de “verhouding van kapitaalsintensiteit ten opzichte van arbeid” (4 versus 9).

2.2.2 Schatting indirecte bbp-bijdrage zoutwinning

Bbp van sectoren die zout verwerken en toepassen

Om de contouren te schetsen van de totale omvang van economische activiteiten in Nederland waarbinnen zout, chloor, natronloog en waterstof een grond- of hulpstof vormen, zijn allereerst binnen de hoofdsectoren Chemische industrie, Farmaceutische industrie, Rubber en kunststofindustrie en Bouwmaterialenindustrie specifieke bedrijfsactiviteiten op SBI 4- of 5-digit niveau geselecteerd die samenhangen met de belangrijkste gebruikstoepassingen van zout (Bijlage B). De resultaten van deze grove schatting van de totale economische omvang van deze selectie van bedrijfsactiviteiten zijn weergegeven in tabel 2.5: grove schatting van de totale economische omvang (bruto toegevoegde waarde) van bedrijfsactiviteiten* die zout en afgeleide producten gebruiken als grond- of hulpstof (in mln euro). Tezamen maken deze bedrijfsactiviteiten grofweg 1% van het bbp uit, ofwel zo'n 8,8 miljard euro in 2022. Het grootste deel van deze toegevoegde waarde wordt gegenereerd binnen de Chemische industrie. De geselecteerde bedrijfsactiviteiten binnen de chemie omvatten ongeveer de helft van de totale toegevoegde waarde (de ruim 14 miljard euro in 2022, zoals getoond in Bijlage A, tabel a.1).

Tabel 2.5: Grove schatting van de totale economische omvang (bruto toegevoegde waarde) van bedrijfsactiviteiten* die zout en afgeleide producten gebruiken als grond- of hulpstof (in mln euro)

SBI	Bedrijfstak	2018	2019	2020	2021	2022
20	Chemische industrie					
2011	Vervaardiging van industriële gassen	184	157	153	208	224
2013	Vervaardiging van overige anorganische basischemicaliën	1.200	1.032	850	1.160	1.250
2016	Vervaardiging van kunststof in primaire vorm	2.188	1.991	1.759	2.417	2.604
2030	Vervaardiging van verf, vernis e.d., drukinkt en mastiek	1.427	1.355	1.233	1.683	1.814
2041	Vervaardiging van zeep, was-, poets- en reinigingsmiddelen	789	761	686	940	1.013
2042	Vervaardiging van parfums en cosmetica	343	297	282	443	477
21	Farmaceutische industrie					
2110	Vervaardiging van farmaceutische grondstoffen	269	272	306	340	340
22	Rubber en kunststofindustrie					
2223	Vervaardiging van kunststofproducten voor de bouw	615	635	656	712	751
23	Bouwmaterialen industrie					
2311	Vervaardiging van vlakglas	30	37	39	41	44
2312	Vormen en bewerken van vlakglas	76	69	84	85	90
2313	Vervaardiging van holglas	110	113	124	127	134
2320	Vervaardiging van vuurvaste keramische producten	28	32	34	35	37
	Totale TW van activiteiten die zout als input gebruiken	7.260	6.752	6.208	8.190	8.777
	<i>Percentage van de totale Nederlandse economie</i>	<i>1,0</i>	<i>0,9</i>	<i>0,9</i>	<i>1,1</i>	<i>1,0</i>

Bron: TNO op basis van CBS Nationale Rekeningen 2022V en LISA (2019; 2021)

*NB. Deze waarden omvatten het totaal van de economische activiteiten, dus ook het deel binnen deze activiteiten dat in de praktijk niet gerelateerd is aan zout.

De mate waarin de geselecteerde bedrijfsactiviteiten in deze grove schatting daadwerkelijk afhankelijk zijn van (Nederlands) zout is niet bekend. Aangezien wel zeker is dat deze activiteiten niet volledig gerelateerd zijn aan zout, moeten de resultaten uit tabel 2.5 worden opgevat als een (ruime) overschatting. Daarnaast is het belangrijk te onderkennen dat zout ook wordt toegepast in voedingsmiddelen (voor mens en dier). Zo geeft Frisia aan dat bijna de helft van hun omzet voortkomt vanuit de voedingsmiddelen en water behandelingsmarkt. De toegevoegde waarde van de Nederlandse voedingsmiddelenindustrie lag in de periode 2018-2022 tussen de 12 en 14 miljard euro (en maakte daarmee ongeveer 1,7% van het bbp uit).

Om een specifiek beeld te krijgen van de mate waarin zout door ketens in de Nederlandse economie (en het buitenland) 'stroomt' is een input-outputanalyse de geëigende analysemethode. Deze analyse beschrijven we in de volgende deelparagraaf.

Schatting bbp multiplier van 'Overige delfstoffenwinning' via input-outputanalyse

Via een input-outputanalyse kan een schatting worden gemaakt van de indirecte uitstralingseffecten van zoutwinning (keteneffecten) op het bbp, via het gebruik van zout en afgeleide producten in afnemende sectoren zoals: de chemische industrie, voedingsmiddelenindustrie³, waterbehandeling, wegenonderhoud en landbouw. Deze keteneffecten leggen we bloot via het analyseren van de waardeketen (toelevering en afname, inclusief de handel met het buitenland) op basis van de mondiale dataset Exiobase 3 (zie Stadtler et. al, 2018).⁴ Ook in deze dataset is zoutwinning niet afzonderlijk zichtbaar, maar wederom onderdeel van de grotere sector 'Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)' waarvan ook de winning van zand, grind, klei en turf onderdeel is.

De indirecte multiplier die afgeleid wordt, is om die reden een ruwe schatting. Om de puntschatting te voorzien van een standaardafwijking is ook gekeken naar de multiplier in 'vergelijkbare' ruwe sectoren. Op deze manier kunnen we een redelijk robuuste schatting van de multiplier (een relatieve maatstaf) geven. Niettemin heeft de IO-aanpak ook enkele beperkingen. Een breder scala aan analytische benaderingen kan nodig zijn voor een grondiger begrip van complexe economische situaties, maar ligt buiten de scope van dit onderzoek. Redenen waarom de 'echte' multiplier kan afwijken van onze schatting zijn:

- › Vaste productieverhoudingen tussen sectoren, die de complexiteit van echte economieën niet volledig dekken.
- › Statische aannames van productieprocessen zonder veranderingen mee te nemen die in de tijd kunnen plaatsvinden en daaruit voortvloeiende dynamische aanpassingen in de rest van de economie(ën) niet volledig vastleggen.
- › Lineaire relaties tussen sectoren, terwijl de realiteit vaak complexer is.
- › Sectoren worden vaak breed gegroepeerd, wat de nuance binnen sectoren kan missen en invloed kan hebben op de nauwkeurigheid van resultaten.

³ Een opvallend gegeven in de input-output structuur is dat in de CBS en EXIOBASE brondata geen specifieke macro-economische stroom van de sector 'Overige Delfstoffenwinning' naar de Voedingsmiddelenindustrie laat zien. Wel is er een stroom zichtbaar van de sector Chemie naar de Voedingsmiddelenindustrie. Daarmee lijkt het gebruik van zout in de voedingsmiddelenindustrie te lopen via een tussenstap in de chemische industrie. In onze IO-analyse naar directe en indirecte economische effecten loopt deze ketenrelatie als zodanig mee.

⁴ Naar onze kennis is er geen dataset die meer gedetailleerde informatie van sectoren/producten heeft dan Exiobase, d.w.z. met nationale input-output en gebruikstabellen die op mondiale schaal een consistente set van productie- en handelsstromen vormen.

- › IO-analyse vereist gedetailleerde en nauwkeurige gegevens, die soms lastig te verkrijgen zijn, vooral in ontwikkelingslanden, waardoor mondiale supply chains en verbondenheid genegeerd worden.
- › Belangrijke factoren zoals milieu-effecten en financiële invloeden worden mogelijk niet volledig meegenomen.
- › IO-analyse houdt geen rekening met prijsveranderingen en hun impact op productie en consumptie.
- › IO-analyse veronderstelt vaste technologieën, terwijl innovaties invloed kunnen hebben op de productiemethoden.
- › Gedrag van consumenten en bedrijven is onzeker, wat gevolgen kan hebben op de bredere economie.

tabel 2.6 schetst de output multipliers die betrekking hebben op de sector ‘Overige delfstoffen winning (exclusief olie en gas)’. De nationale multiplier bedraagt ruwweg 60-70%, terwijl de buitenlandse uitstraling naar andere Europese landen ongeveer 30% bedraagt. Dat betekent dat de uitstralingseffecten naar de EU27 rond de 90-100% liggen. Buiten de EU27 is het effect kleiner, maar nog steeds rond de 35%. De totale output-multiplier ligt dan rond 130-140%.

Deze output multiplier – een relatieve maatstaf – geldt voor de gehele sector ‘Overige delfstoffenwinning’, en is dus bij benadering ook van toepassing op de zoutwinning. Deze multiplier leidt tot een schatting van het indirecte bbp-effect op de EU27 van ongeveer 135 miljoen euro binnen de EU27, en nog eens 40 miljoen euro buiten de EU27. Vertaald naar werkgelegenheid levert de zoutwinning in Nederland dan ongeveer 570 banen extra op binnen de EU en 160 banen extra buiten de EU.

Tabel 2.6: Output multiplier van de sector ‘Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)’ in NL

Land	Multiplier
Nederland	71% (CBS: 59%)
Buitenland	15%
waarvan omringende landen	
waarvan Rest Europa	16%
waarvan EU27	102%
Groot Britannië	6%
Rest van de Wereld	31%
Totaal	139%

Bron: TNO, op basis van EXIOBASE

Houd er rekening mee dat de berekende multiplier is verkregen via een IO-analyse van de wereldwijde economie, inclusief de Nederlandse economie. Deze methode houdt rekening met alle handelsstromen tussen de onderscheiden landen in de gebruikte database. De multiplier is gebaseerd op de sector ‘Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)’, die groter is dan de zoutwinning. In theorie kan de multiplier voor zoutwinning hoger (of lager) uitvallen, maar dit zou betekenen dat de overige activiteiten in ‘Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)’ dan een lagere multiplier hebben. Het is ook belangrijk te realiseren dat op dit mesoniveau de multiplier gemiddeld lager is dan de verhouding tussen de kosten die

een individueel bedrijf of sector maakt en de leveringen van dat bedrijf of sector aan andere (zuster)bedrijven of sectoren.⁵

⁵ De optelsom van indirecte leveringen door alle sectoren aan andere sectoren levert in dat geval een veelvoud van het hele bbb. Vandaar dat een berekende multiplier veel lager zal uitvallen.

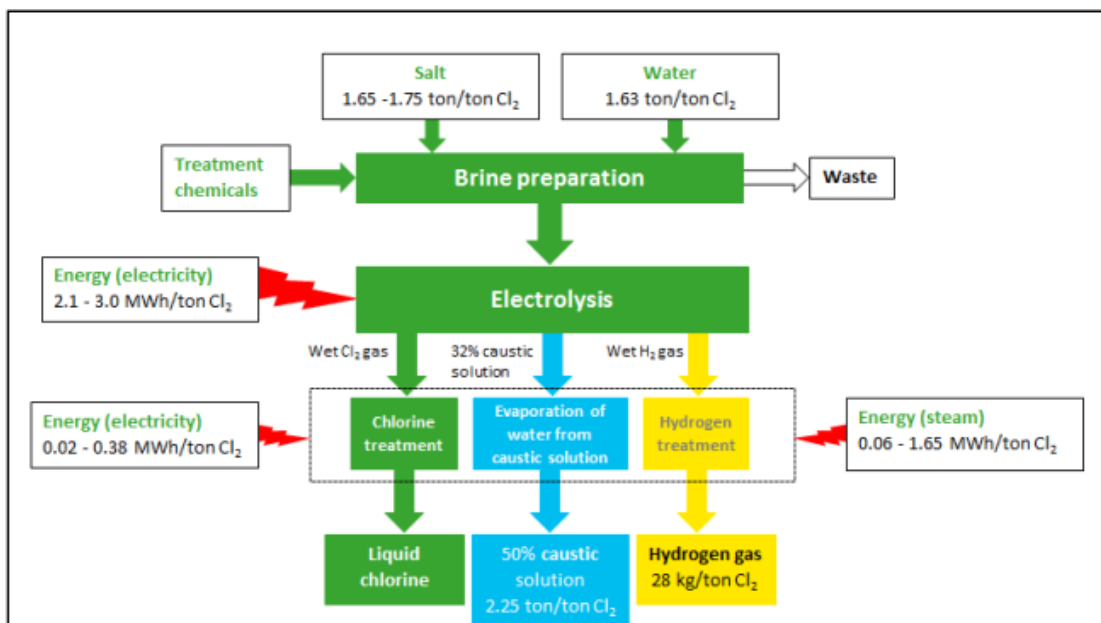
3 Maatschappelijke waarde van zout

In dit hoofdstuk verkennen we de veelzijdige maatschappelijke waarde van zout, die voortkomt uit een breed scala aan toepassingen. Daarnaast richten we ons op de cruciale kwesties die verband houden met zoutwinning en verwerking, rekening houdend met het bestaande beleid op klimaat en energie, de rol bij het verduurzamen van de industrie, de uitdagingen met betrekking tot risico's op bodemdaling, en de dynamiek van de publieke opinie.

3.1 Toepassingen van zout en perspectief op duurzame chemische industrie in Nederland

Zout (natriumchloride) als input in de chloor-alkali industrie

De bulk van het in Nederland gewonnen zout dat in eigen land wordt verwerkt, wordt binnen de chemische industrie in de chloor-alkali keten gebruikt. Deze keten omvat de productie van chloor via elektrolyse van zout, waarbij bijtende soda (natronloog) en waterstof als restproducten vrijkomen. Door de onafscheidelijkheid van deze drie producten, wordt de productie van deze producten gezamenlijk de chloor-alkali industrie genoemd.



Figuur 3.1: Overzicht van het Chloor-Alkali productieproces en de belangrijkste energie- en materiaalstromen daarin. Bron: EuroChlor

Chloor kan niet op andere wijze worden geproduceerd dan vanuit zout. Vanwege deze afhankelijkheid vinden zoutwinning en verwerking in chemische productieprocessen veelal in

elkaars nabijheid plaats. Er wordt door Nobian echter ook zout per schip getransporteerd van de locatie in Delfzijl voor verdere verwerking en chloorproductie in de Botlek (in het Rotterdams havengebied). In het verleden werd chloor ook wel per spoor getransporteerd, maar vanwege zorgen over de veiligheid is aan het reguliere chloortransport per spoor in Nederland in 2006 een einde gekomen. Tot 2021 werden nog incidenteel treinen ingezet voor transport van chloor vanuit Duitsland naar fabrieken in Nederland, op momenten dat de fabrieken in Nederland stillagen voor gepland onderhoud.

Tot beëindiging van de incidentele chloortransporten (uiterlijk in 2021) hebben in mei 2018 de Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat en toenmalig AkzoNobel Industrial Chemicals B.V. (nu Nobian) in een convenant besloten⁶. Na de beëindiging van chloortransport per trein is het belang van nabijheid van gerelateerde chemische productieactiviteiten toegenomen. Voor veel producenten spelen daarnaast overwegingen rondom de kosten van logistiek en transport van bulkgoederen zoals zout en chloor een rol. Dit werkt clustering van gerelateerde chemieactiviteiten in de hand – temeer omdat ook uitwisseling van restproducten (zoals stoom en waterstof) schaalvoordelen met zich meebrengt. Om die reden is er vaak sprake van grote onderlinge afhankelijkheid van industrie-activiteiten op de chemische industrie sites. Tevens is er veel interactie tussen de chemische clusters in Nederland, België en Duitsland in het ARRRR-cluster (Antwerpen-Rotterdam-Rijn-Ruhr-Area).

Energie-intensiteit van de chloor-alkali keten

De chloor-alkali keten is energie-intensief; in verschillende processtappen zijn stoom en elektriciteit benodigd. PBL en TNO (2021) noemen dat grofweg 40% van de totale productiekosten in de chloor-alkali industrie samenhangt met het gebruik van elektriciteit en gas. Daarbij geven PBL en TNO aan dat wanneer afschrijvingen niet worden meegerekend, elektriciteitsconsumptie ongeveer de helft van de operationele kosten van de chloor-alkali industrie uitmaakt. EuroChlor (2018) noemt zelfs een nog iets hoger kostenaandeel van elektriciteit in de chloor-alkali productie: 51-58% (zie ook tabel tabel 3.1).

Tabel 3.1: Overzicht van de productiekosten in de Chloor-Alkali-keten per eenheid product (MWh, ton of m³)

Component	Use per ton neCl ₂	Unit cost	Cost range per tonne Cl ₂	% of total costs
Electricity				
- electrolysis unit	2.10 - 3.00 MWh	€ 34 - 86	€ 71.4 - 258	50.6 - 51.1
- rest of plant	0.02 - 0.38 MWh	€ 34 - 86	€ 0.70 - 32.7	0.5 - 6.5
Salt	1.65 - 1.75 ton	€ 15 - 50	€ 24.8 - 87.5	17.6 - 17.3
Water	1.63 - 1.70 m ³	€ 1 - 2	€ 1.60 - 3.40	1.1 - 0.7
Treatment chemicals			€ 12.0 - 4.0	8.5 - 0.8
Steam	0.06 - 1.65 ton	€ 10 - 30	€ 0.60 - 49.5	0.4 - 9.8
Manufacturing costs			€ 30.0 - 70.0	21.3 - 13.9
Total			€ 141 - 505	

Bron: Eurochlor (2018)

Zowel PBL-TNO (2021) als EuroChlor (2018) geven aan dat de input van zout zo'n 17% van de totale productiekosten van de chloor-alkali industrie uitmaakt. Hierbij is er in de

⁶ Zie Staatscourant Nr. 65113 d.d. 28 november 2018.

productiekosten een afruil tussen het gebruik van industrieel zout met een hoge zuiverheid en de membranen in het elektrolyseproces⁷. Daarbij geldt: hoe zuiverder het zout (hogere kosten), hoe minder chemische zuivering noodzakelijk is en hoe langer die membranen mee gaan (lagere operationele kosten). Deze kostenstructuur, samenhangend met de energie- en materiaalinputs, maakt dat de chloor-alkali industrie gevoelig is voor schommelingen in de prijs van gas, elektriciteit en zout. PBL en TNO (2021) geven daarbij aan dat de marges in de chloor-alkali industrie vanwege de hoge kosten van deze inputs, relatief laag zijn.

Deze energie-inputs komen zowel vanuit gasgestookte ‘Combined Heat and Power (CHP) plants’ op de chemische productie sites⁸ (hetgeen directe CO₂ emissies met zich meebrengt) als vanuit het algemene elektriciteitsnetwerk (waarmee indirecte CO₂ emissies gemoeid zijn). Daarbij is het grootste deel van de elektriciteitsinput afkomstig van het algemene elektriciteitsnet (PBL-TNO, 2021), zie ook tabel 3.2 en figuur 3.2.

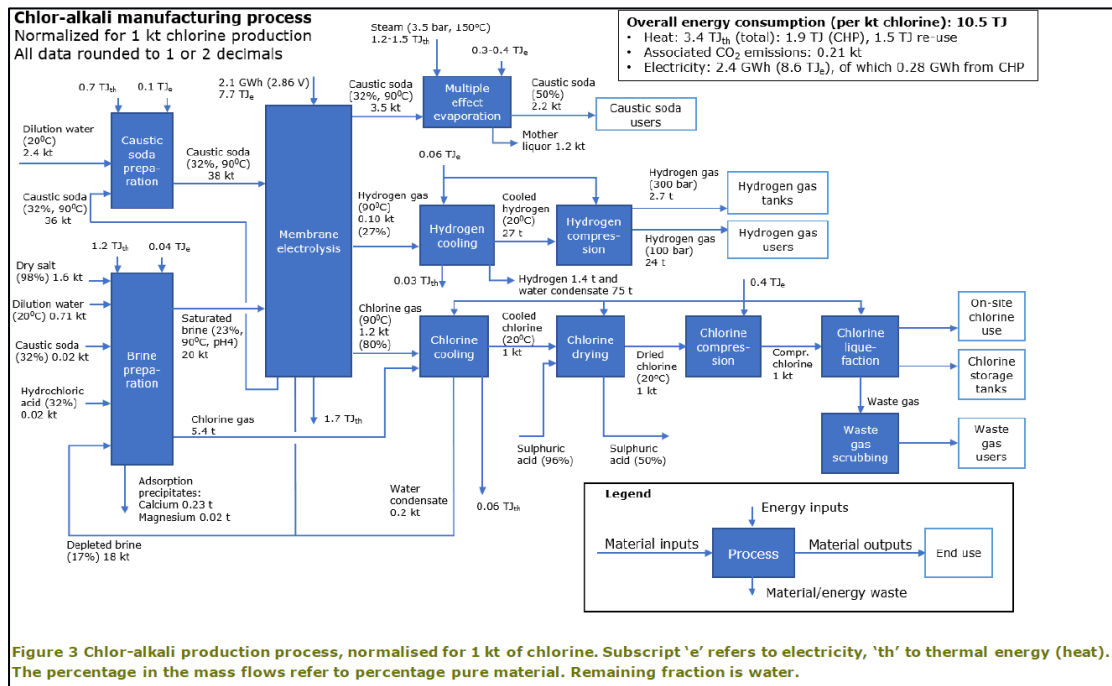
Tabel 3.2: Inputs en outputs in het Chloor-Alkali-productieproces (Chloor, bijtende soda en waterstof), genormaliseerde waarden per 1.000 kt chloor per jaar

	kt/yr	PJ/yr	Remarks
Inputs			
Salt (98%)	1600		Industrial salt quality
Water	2400		Purified
HCl (32%)	0.18		
<i>Energy</i>			
Steam		1.9	From natural gas fired CHP
Electricity		8.6	1 PJ from natural gas fired CHP, 7.6 from grid (accounting for indirect CO ₂ emissions)
Outputs			
Chlorine (100%)	1000		Liquified
Soda (50%)	1130		And 1130 kt/yr water
Hydrogen	28		
CO ₂	209		From natural gas fired CHP

Bron: PBL-TNO (2021)

⁷ In Nederland vindt alle elektrolyse in de Chloor-Alkali industrie met membranen plaats.

⁸ Hierbij kunnen er synergieën zijn tussen verschillende industriële processen. Zo levert in Twente de afvalverbrander Twence stoom ten behoeve van de zoutproductie van Nobian.



Figuur 3.2: Materiaal- en energiestromen in het Chloor-Alkali-productieproces. Bron: PBL-TNO (2021)

Toepassing van chloor, natronloog en waterstof in andere chemische productieketens
 Chloor is voor veel chemieprocessen een hulpstof in de chemische synthese. PBL en TNO (2021) verwijzen in hun rapport naar een onderzoek uit 2017 van EuroChlor – de brancheorganisatie van de Europese chloor-alkali industrie – waarin wordt vermeld dat naar schatting zo'n 55% van de chemieproductie in Europa via verbondenheid van ketens afhankelijk is van chloor. Daarmee vindt chloor uiteindelijk zijn weg naar diverse eindproducten die een rol spelen in het dagelijks leven, waaronder medicijnen. De belangrijkste toepassingen van alle drie de producten uit de chloor-alkali industrie zijn opgenomen in tabel 3.3.

Tabel 3.3: Belangrijkste toepassingen van outputs uit de Nederlandse Chloor-Alkali industrie

Product	Market value [EUR/tonne]		Mass share in market	Main usages
	Lower est.	Upper est.		
Chlorine	180	220	31%	Production of plastics (PVC, Teflon, etc.), Monochloroacetic Acid production
Caustic soda	310	400	68%	Organic chemical production, paper and pulp industry, food industry, metal industry, water treatment, bleach
Hydrogen	1500	1700	1%	Petrochemical industry, fertilizer production, electronics industry, fuel source

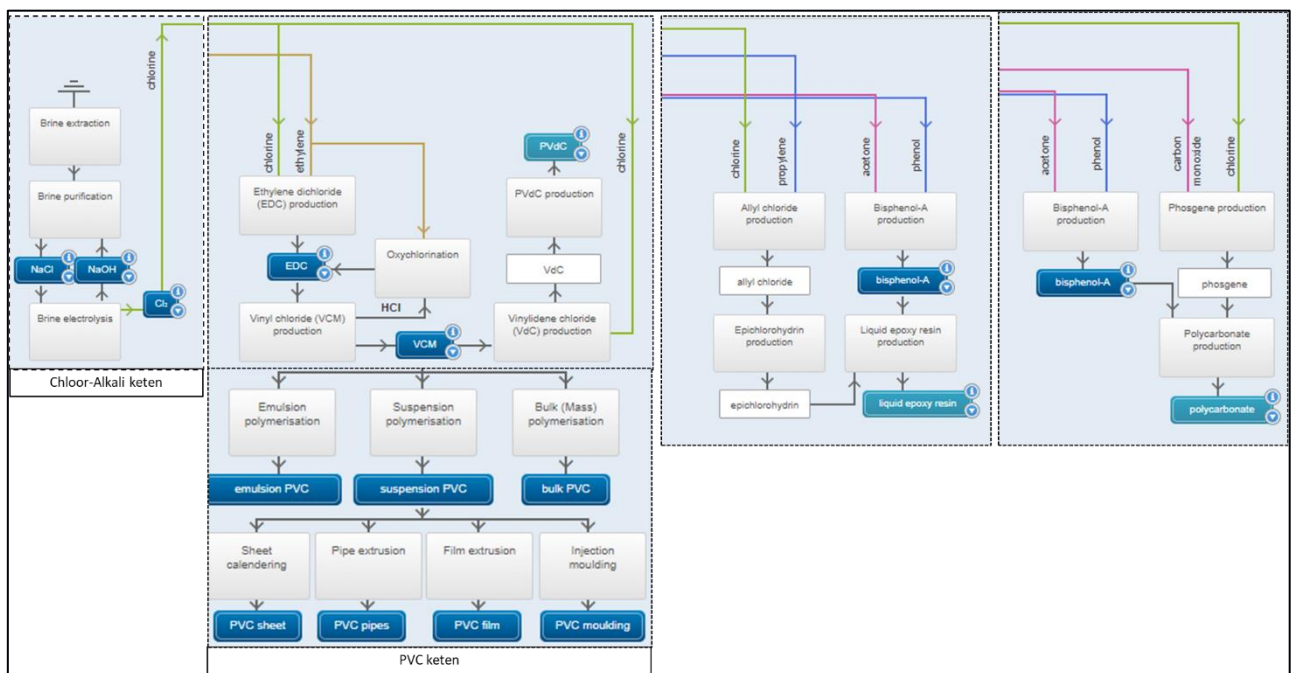
Bron: PBL-TNO (2021)

De belangrijkste toepassing van chloor in de Nederlandse chemische industrie is polyvinylchloride (PVC) productie. In Nederland wordt ongeveer 80% van het chloor gebruikt in de productie van plastics, waar PVC een belangrijk onderdeel van uitmaakt (PBL-TNO,

2021). figuur 3.3 geeft een overzicht van kunststof productieketens waar chloor een directe input voor is. Naast PVC gaat dit vooral om de productie van epoxy en polycarbonaat. Tevens is chloor benodigd in het productieproces van PUR-schuim (die keten is niet opgenomen in figuur 3.3 maar was eerder al wel onderdeel van figuur 2.1 die we hebben overgenomen van de analyse van Roland Berger (2022)). Het overige deel van het totale binnenlands gebruik van chloor wordt voornamelijk gebruikt in de productie van pesticiden voor gewasbescherming en medicijnen. Naar schatting 85% van alle medicijnen heeft chloor als bestanddeel. Slechts een klein deel van het chloor wordt toegepast voor desinfectie doeleinden of het behandelen van water. (PBL-TNO, 2021).

Bijzondere soda of natronloog kent vele industriële toepassingen, met name in de organische chemie, productie van zeep, de papierindustrie, voedingsmiddelenindustrie, textielindustrie en binnen de metaalindustrie voor de raffinage van aluminium uit bauxiet. Indien mijnbouw in Europa vanuit overwegingen van open strategische autonomie opgeschaald zou worden, kan het belang van deze toepassing mogelijk toenemen.

De waterstof die als bijproduct uit de elektrolyse van pekkel komt is van hoge zuiverheid (>99,9%) en wordt ofwel direct in een naastgelegen productieproces op de chemische productiesite gebruikt, ofwel verkocht (PBL-TNO, 2021). Toepassingen variëren dan van hulpstof in chemische processen tot brandstof.



Figuur 3.3: Directe input van chloor in de productie van PVC, Epoxy en Polycarbonaat. Bron: [Plastics Europe – Eco-profiles Set](#)

Maatschappelijke waarde vanuit de vele toepassingen en eindproducten

De hierboven geschetste toepassingen van zout, natronloog en waterstof in de productie van diverse eindproducten uit (chemie)productieketens bevestigen het beeld dat eerder ook door Roland Berger (2022) is geschetst in hun Zout impactstudie. Daarmee is het evident dat zout (in deze paragraaf gaat de aandacht vooral uit naar natriumchloride, maar dit geldt evengoed voor magnesiumchloride) en zoutderivaten hun weg vinden in een veelheid aan toepassingen en eindproducten die van waarde zijn in het dagelijks leven.

Afhankelijkheden van zout en zoutwinning in Nederland

Gegeven deze vele toepassingen van zout en zoutderivaten in industriële productieprocessen en eindproducten, is de relevante vraag “Hoe afhankelijk zijn deze toepassingen van zoutwinning en verwerking in Nederland versus de mogelijkheden tot substitutie en import?”. In dit verband maakten we aan het begin van het rapport, met verwijzing naar de USGS, al melding van het feit dat voor veel gebruikstoepassingen geen realistisch alternatief is voor zout als grondstof. Daarmee is vooral de vraag van belang wat de mogelijkheden zijn voor imports substitutie en wat de impact hiervan zou zijn. Een brede analyse van een scenario zonder zoutwinning en -verwerking in Nederland valt buiten de scope van dit onderzoek. We beperken ons hier tot de belangrijkste inzichten met betrekking tot imports substitutie.

De wereldwijde voorkomens van zout maken dat het mogelijk is om zout te importeren⁹, maar dit brengt extra kosten- en milieunadelen met zich mee. Deze extra kosten hangen vooral samen met transport tussen verder weg gelegen zoutwinningslocaties en de verwerking in industriële processen. Daarnaast vloeien mogelijk extra kosten voort uit additioneel benodigde zuiveringsstappen indien het toegeleverde zout op andere wijze is gewonnen. Zowel met het transport over grotere afstand als additionele industriële zuiverings- en verdere verwerkingsstappen zijn extra energieconsumptie en emissies gemoeid. Andere soorten zout dan vacuümzout maken het elektrolyseproces mogelijk minder efficiënt.

Kortom: het importeren van zout van verder weg zal leiden tot hogere transportkosten, aanzienlijke CO₂-emissies, extra energieverbruik en mogelijk een minder milieuvriendelijke benadering bij de zoutwinning vergeleken met de winning in Nederland. Zoutwinning in Nederland draagt daarmee bij aan lagere kosten voor de verwerkende industrie in Nederland. Ook heeft zoutwinning in Nederland minder risico's op verstoringen in de toelevering ten opzichte van import van verder weggelegen winningsgebieden. Een volledige life cycle analyse (LCA) van de verschillende opties tussen zoutwinning en verwerking in Nederland versus importalternatieven kan het verschil in energiegebruik en milieu-impact e.d. in kaart brengen. Binnen de scope van dit onderzoek was een dergelijke analyse niet voorzien.

In 2022 heeft Nobian een dergelijke LCA laten uitvoeren voor de vacuümzoutproductie in Delfzijl en verdere verwerking bij Rotterdam (Ecomatters, 2022). Hieruit blijkt dat transport over grote afstand een belangrijke factor is voor CO₂ emissies en dat met de productie van vacuümzout middels oplosmijnbouw en indamping significant meer emissies gemoeid zijn dan bij zoutwinning via steenzoutmijnbouw of via indamping van zeezout. Er is dus een afruil tussen andere winningsvormen en transport voor wat betreft de totale milieuoetadruk, waarbij alternatieve opties mede afhankelijk zijn van de productiecapaciteit. Voor een volledige LCA van alle zoutwinning en verwerking in Nederland verdient het de aanbeveling om verdiepend onderzoek uit te voeren.

Naast de voorkomens van zout en daarmee alternatieve winningslocaties is de winnings- en verwerkingscapaciteit in industriële processen (het zuiveren van de pekelen en indampen naar vacuümzout e.d.) een bepalend aspect. In Nederland zijn de winning en verdere verwerking naar zuiver industriezout geïntegreerd in de bedrijfsprocessen van de zoutwinningsbedrijven

⁹ Zo heeft Rijkswaterstaat bijvoorbeeld de zoutvoorraad voor gladheidsbestrijding aangevuld met zout uit Egypte. Zie: <https://www.rijkswaterstaat.nl/nieuws/archief/2023/07/rijkswaterstaat-bereidt-zich-voor-op-winter-voorraad-strooizout-wordt-aangevuld-met-90-miljoen-kg>

zelf. Daarmee is rondom de zoutwinning in Nederland voldoende industriële verwerkingscapaciteit beschikbaar om zout met de benodigde kwaliteit en zuiverheid voor diverse industriële afnemers (zoals der chloor-alkali keten) te garanderen. Zonder zoutwinning in Nederland is het maar de vraag of deze verwerkingscapaciteit als zelfstandige activiteit rendabel zou kunnen voortbestaan.

Nobian stelt – mede op basis van de analyse van Roland Berger (2022) – dat er in Europa geen mogelijkheid bestaat om binnen afzienbare tijd (geteld in jaren) de volumes te vervangen die nu in Nederland worden gewonnen. Deze winningscapaciteit, met de benodigde kwaliteit, bestaat volgens hen elders in Europa simpelweg niet. Ook gaf Nobian aan dat er geen realistisch alternatief is via import uit andere delen van de wereld. Vanwege de afhankelijkheden van zout in industriële processen (met de name de chloor-alkali keten) zouden industriële afnemers in zowel Nederland als Duitsland nadelige gevolgen ondervinden als de zoutwinning in Nederland zou stoppen.

Deze claim van Nobian kunnen wij op basis van de ons beschikbare informatie niet onafhankelijk toetsen. Wij kunnen binnen de scope van dit onderzoek onvoldoende overzien wat buitenlandse partijen met bestaande winningscapaciteit op korte termijn zouden kunnen leveren. Dit is onder meer afhankelijk of een andere partij de productiecapaciteit vrij heeft en welke investering deze partij zou moeten doen om het productieproces aan te passen voor de benodigde zuiverheid. Wel achten wij het waarschijnlijk dat het inrichten van een winnings- en productieproces op een nieuwe (buitenlandse) locatie een langdurige traject is, o.a. vanwege vergunningaanvragen, exploratie, definitieve investeringsbeslissingen (FID's) voor aanleg van de zoutwinnings- en verwerkingsinfrastructuur, boren en opstarten van de winning, het aanleggen van pekeltransportleidingen, e.d. Onze slotsom is dat beschikbaarheid van zout vanuit de voorkomens, of pekel die nu in Duitsland bij de realisatie van opslagcavernes als afvalstof wordt geloosd, geen beperkende factor voor importsubstitutie hoeft te zijn; de winnings- en verwerkingscapaciteit is dat (op korte termijn) mogelijk wel.

Hoe de vraag naar zout zich in Nederland en daarbuiten op lange termijn zal ontwikkelen is onbekend. De industriële processen en -ketens waarin zout verwerkt worden zijn energie-intensief en daarmee onderdeel van de industriële verduurzamingsopgave. Voor de veelal multinationale ondernemingen die actief zijn in de zoutverwerkende en afgeleide industriële activiteiten zullen internationale prijsontwikkelingen voor duurzame energie, grondstoffen, materialen, normering en regulering een rol spelen in hun strategische keuzes voor de lange termijn. Het valt niet uit te sluiten dat in het internationale concurrentiespeelveld voor bedrijven in de (bulk)chemie ook vraagstukken gaan spelen rond productie in Nederland of relocatie.

Een andere afhankelijkheid van zoutwinning in Nederland bestaat in het kader van groene waterstofproductie en tijdelijke opslag hiervan in zoutcavernes, als onderdeel van een duurzaam energiesysteem. Een voorwaarde hiervoor is dat de na zoutwinning resulterende cavernes geschikt zijn voor opslag. Dit is geen vast gegeven, temeer omdat de operator voor opslag niet noodzakelijkerwijs dezelfde partij is als het bedrijf dat het zout wint. Er kan daarmee marktfalen optreden. In paragraaf 3.2 gaan we uitgebreider in op het maatschappelijk belang van opslag van waterstof (en andere gassen) in zoutcavernes.

Verduurzamingsopties bij toepassing en productie van PVC

Een van de meest prominente toepassingen van chloor in de Nederlandse chemische bulkproductie is ongetwijfeld de productie van PVC (polyvinylchloride). PVC is een veelzijdig polymeer dat in tal van producten wordt gebruikt, variërend van bouwmaterialen tot

verpakkingen en medische apparatuur. Wat PVC extra interessant maakt, is het feit dat het hoofdzakelijk bestaat uit vinylchloridemonomeren, waarbij het chlooratoom een essentieel onderdeel van de polymeerketen vormt.

Hoewel PVC momenteel nog vaak wordt vervaardigd op basis van fossiele ethyleen voor zijn koolstofbron, zijn er veelbelovende ontwikkelingen die suggereren dat deze productie in de toekomst aanzienlijk duurzamer kan worden. Een mogelijke verschuiving zou kunnen plaatsvinden naar het gebruik van bioethanol, welke bijvoorbeeld wordt gewonnen uit de suikerindustrie in Brazilië. Deze verandering zal de koolstofbron veranderen. Los daarvan blijft chloor (en daarmee zout) in de PVC-productie van essentieel belang. Een interessante vraag is of PVC-productie zich in de transformatie naar productiemethoden als een van de weinige bulkchemieketens in Nederland staande zou kunnen houden in het internationale concurrentiespeelveld. Wat betreft duurzaamheid zijn veel van de nadelen die in het verleden aan PVC kleefden, zoals het gebruik van schadelijke weekmakers, grotendeels overwonnen. Bovendien heeft PVC als materiaal aantrekkelijke eigenschappen, waaronder een zeer lange levensduur en minimale onderhoudsvereisten. Denk bijvoorbeeld aan de toepassing van PVC in kozijnen, vloeren en rioolbuizen, waarin het chlooratoom een stabiliserende rol speelt. Maar ook aan de productiekant van PVC is er een verduurzamingspotentieel, omdat ongeveer de helft van de massa van PVC afkomstig is van de zout-chloorketen zonder enige koolstofinput.

Het is echter belangrijk op te merken dat PVC-productie niet uniek is voor Nederland. Deze productieketens bevinden zich ook elders, zoals in het Ruhrgebied en in Azië. Hierdoor is er sprake van internationale concurrentie op het gebied van materiaalketens. Dit benadrukt de noodzaak voor Nederland om zich te blijven richten op innovatie en duurzame productiemethoden om een competitieve positie te behouden in deze industrie. Een toekomst voor PVC-productie in Nederland, gebaseerd op duurzame koolstofbronnen, lijkt vanuit technisch oogpunt mogelijk. Daaromheen speelt de onzekerheid van ontwikkelingen op de internationale markt en de concurrentiepositie van in Nederland gevestigde bedrijven. Het is geen vast gegeven dat PVC-producenten in Nederland die positie op lange termijn kunnen handhaven. Juist in de bulkchemie zal de concurrentie op prijs stevig zijn tijdens en na de transformatie naar duurzame industriële productie. De prijs voor duurzame energie speelt daarin een belangrijke rol. Feit blijft dat waar op chloor gebaseerde industriële productieprocessen zich bevinden ook een vraag naar zout blijft.

3.2 Zout in relatie tot de energietransitie

Rol van zoutcavernes in relatie tot de klimaat -en energietransitie

Naast maatschappelijk relevante gebruikstoepassingen van de delfstof zout gaat in toenemende mate maatschappelijk belang uit van de opslagcapaciteit die een deel van de zoutcavernes kan bieden. Deze opslagcapaciteit is met name van belang in een toekomstbestendig, duurzaam energiesysteem. Hiertoe is het van maatschappelijk belang om meer opslagcavernes in Nederland te ontwikkelen. In het verleden, bijvoorbeeld bij de grote cavernes in Heiligerlee en Zuidwending, en ook bij de ondiepe cavernes in Twente is er geen rekening gehouden met opslag. Bij nieuwe cavernes, zoals bijvoorbeeld in Haaksbergen, kan er in het ontwerp rekening worden gehouden om de cavernes in de toekomst geschikt te maken voor opslag.

Na de nodige aanpassingen kunnen in de cavernes die als “bijproduct” ontstaan bij de zoutwinning diverse strategische hulpbronnen en (industriële)gassen, zoals waterstof, stikstof, helium en perslucht worden opgeslagen. Tevens kunnen strategische reserves van olie, gas en diesel worden opgeslagen in hiervoor geschikte zoutcavernes. Momenteel zijn er

in Nederland vijf opslagcavernes in gebruik in Zuidwending, waarin zo'n 320 miljoen m³ werkvolume aan aardgas wordt opgeslagen. Daarnaast wordt er momenteel stikstof opgeslagen in een opslagcaverne in Heiligerlee en gasolie in een caverne in Twente-Rijn Marssteden.

Als onderdeel van een duurzaam energiesysteem neemt het belang van de opslag van (groene) waterstof in zoutcavernes toe. Groene waterstof is een duurzame energiedrager die kan worden opgeslagen om zodoende de variabiliteit in de energieproductie- en vraag op te vangen. Stikstof, dat belangrijk is voor tal van industriële processen, kan op dezelfde manier worden opgeslagen, evenals helium, een kostbaar edelgas dat vaak wordt gebruikt in wetenschappelijke en medische toepassingen. Perslucht, een cruciale energiedrager of hulpbron voor veel industriële activiteiten, kan eveneens in deze cavernes worden opgeslagen om korte termijn pieken en dalen in de aanvoer op te vangen.

Het is belangrijk op te merken dat zoutcavernes minder geschikt zijn voor de opslag van koolstofdioxide (CO₂), omdat CO₂ meestal permanent moet worden opgeslagen om klimaatdoelstellingen te halen. Zoutcavernes lenen zich daarentegen meer voor tijdelijke opslag. Voor de opslag van CO₂ zijn lege gasvelden en diepe aquifers (watervoerende lagen met zout water) geschikter, vanwege de mogelijkheden voor langdurige en veilige opslag van CO₂. Ook kunnen (en worden) zoutcavernes ingezet voor de strategische opslag van nationale olievoorraden, waarbij deze fungeren als strategische reserves om te voldoen aan de behoeften in noodsituaties of ten tijde van schaarste.

Analyse van TNO (2023) laat zien dat de opslagcavernes door zoutwinning een welvaart verhogend effect kan hebben en als steun in de rug moet worden gezien voor de ontwikkeling van groene waterstof. De maatschappelijke kosten-batenanalyse van de TNO collega's (TNO, 2023) toont aan dat opslag van waterstof in zoutcavernes ruim 12 miljard euro aan netto maatschappelijke baten op levert. Om die reden bevelen de TNO-collega's de overheid aan om bestaande en toekomstige zoutwinning in Nederland in te zetten voor de ontwikkeling van 30-60 opslagcavernes. In deze context heeft import van zout als alternatief voor binnenlandse zoutwinning een potentieel groot negatief welvaartseffect. Er zou dan bijvoorbeeld een afhankelijkheid van opslagcavernes in Duitsland kunnen ontstaan, wat vanuit een strategische autonomie gedachte onwenselijk kan zijn. Ook zal Duitsland zelf opslagcavernes voor waterstof willen benutten.

In Duitsland is het toegestaan om pekels op zee te lozen in plaats van deze gewonnen delfstof aan te wenden voor industriële toepassing. Daarmee ontstaat er een mogelijkheid om sneller opslagcavernes te ontwikkelen. Binnen de huidige wetgeving in Nederland is deze werkwijze niet toegestaan en wordt al het gewonnen zout wel verder verwerkt en gebruikt. Los van de ontwaarding van de delfstof bij ongebruikte lozing kan deze werkwijze ook vanuit milieuoogpunt onwenselijk zijn. Er is nader onderzoek nodig wat de exacte milieueffecten zijn van het lozen van sterke of verdunde pekels op zee. Huidige ervaringen in het buitenland lijken uit te wijzen dat de milieueffecten gering zijn, maar nader onderzoek is nodig¹⁰.

Het is mogelijk dat er in de toekomst meer cavernes voor opslag nodig zijn dan dat er – binnen economisch realistische afstand van deze winningslocatie - zout nodig is in industriële productieprocessen. De focus kan hierdoor omdraaien: met een primair belang voor het “aanleggen” van opslagcavernes, waarbij zout het “bijproduct” wordt. We verwachten dat de opslag van waterstof in Nederlandse cavernes in eerste instantie zal

¹⁰ Zo lijken onlangs rondom de zoutlozing op het oppervlaktewater bij Etzel toch zorgen te zijn ontstaan om het milieu.

bijdragen aan de binnenlandse vraag, maar gezien het feit dat ook elders in Europa de behoefte aan opslagcapaciteit in zoutcavernes zal toenemen, is er in potentie mogelijkheid tot export van “opslagdiensten” in het geval er capaciteit over zou zijn.

In relatie tot het maatschappelijk belang van zoutcavernes in de energietransitie worden zowel in Nederland als de EU strategische visies en beleid ontwikkeld, onder meer in de Net Zero Industry Act en de Routekaart Energie Opslag.

Kader: Bevindingen MKBA waterstofopslag in cavernes (TNO, 2023)

De aanbeveling aan de overheid is om bestaande en toekomstige zoutwinning in Nederland voor de aanleg van opslagcavernes te ondersteunen, omdat het een positief maatschappelijk saldo heeft. Opslag van waterstof in zoutcavernes levert netto ruim 12 miljard euro aan maatschappelijke baten op. Wel moet er rekening gehouden worden met locatie-specifieke omstandigheden, zoals het risico op bodemdaling en het maatschappelijk draagvlak. De baten zijn in veel situaties zo hoog dat de zoutopbrengst niet eens nodig is om tot een positief saldo te komen bij uitbreiding van het aantal opslagcavernes in Nederland. Met andere woorden: het maatschappelijk belang van opslagcavernes is zo hoog dat gedacht zou kunnen worden aan (verdunde) pekellozingen in zee, in plaats van deze te verwerken in de industrie. Daarbij dient ook hier terdege aandacht te zijn voor de impact op de omgeving, het milieu en het maatschappelijk draagvlak.

In Duitsland is het potentieel aan cavernes een veelvoud, en het verdient dan ook aanbeveling hier te investeren (in samenhang met de ontwikkeling van waterstof transportinfrastructuur) om een grootschaliger en meer divers aanbod van opslagcapaciteit te hebben. Dit is van belang omdat uit de MKBA-analyse blijkt dat voor het zeker stellen van 90 dagen waterstofgebruik in 2050, de opslagcapaciteit in Nederlandse cavernes niet toereikend is. Opslag in lege gasvelden of extra cavernes in het buitenland (Duitsland) zijn daarvoor noodzakelijk.

Naast de rol van zoutcavernes voor energieopslag bestaat er nog meer synergie tussen zout en klimaatmaatregelen, met name met betrekking tot de rol van zout in eindproducten die worden gebruikt in verduurzamingsinitiatieven, zoals windmolens, zonnepanelen, kozijnen en isolatiematerialen in de gebouwde omgeving. Zout speelt een cruciale rol in de productie van deze duurzame technologieën en materialen, waardoor ze efficiënter en milieuvriendelijker worden. Het gebruik van lokaal gewonnen zout draagt bij aan de productie van deze klimaatvriendelijke technologieën en materialen, wat op zijn beurt bijdraagt aan de doelstellingen voor klimaatverandering en de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Dit benadrukt het belang van zowel de groene waterstofmarkt als de bredere inzet van zout in duurzame toepassingen.

Rol van bestaand klimaatbeleid: Europese emissiehandel, nationale CO₂ heffing (inclusief SDE-achtig subsidie instrumentarium), CO₂ minimumprijs voor elektriciteit en industrie

Onder het cap-and-trade systeem voor emissiehandel wordt jaarlijks een vast emissieplafond vastgesteld voor specifieke sectoren en installaties. Dit plafond legt een absolute limiet op aan de uitstoot en koppelt hier emissierechten aan, die een economische waarde vertegenwoordigen. In het Europese Emissiehandelssysteem (EU-ETS) staat één emissierecht gelijk aan het recht om één ton CO₂ uit te stoten. De handel in emissierechten heeft tot doel emissiereducties te realiseren tegen minimale kosten voor bedrijven. Het concept is om emissiereducties te bevorderen op de meest kosteneffectieve locaties en via handel de totale kosten van het klimaatbeleid te minimaliseren.

Een deel van de emissierechten wordt direct toegewezen aan de exploitanten van installaties, terwijl een ander deel via veilingen wordt verkregen. Sinds 2013 worden geharmoniseerde toewijzingsregels in de hele EU toegepast. Elektriciteitsproducenten moeten doorgaans hun emissierechten kopen op de markt of via veilingen, omdat deze sector over het algemeen geen gratis toegewezen emissierechten ontvangt.

Bovendien wordt een toewijzingsreserve gecreëerd voor nieuwkomers en voor de uitbreiding van bestaande installaties.

Jaarlijks worden de emissierapporten per installatie gecontroleerd, eerst door onafhankelijke verificateurs. Er is geen vast maximum voor de uitstoot per installatie. Exploitanten moeten jaarlijks evenveel emissierechten inleveren als hun werkelijke uitstoot, onder dreiging van boetes.

Voor de belangrijkste afnemers van zout – o.a. het chemiecluster – zijn de prijzen van grondstoffen belangrijk, en qua klimaatbeprijzing is de versnelde afbouw van ETS rechten in Europa van belang. De Europese Commissie heeft voorgesteld om de zogenoemde lineaire reductiefactor op te hogen naar 4,2 procent (was 2,2 procent), wat concreet betekent dat het aanbod van emissierechten in 2030 61 procent onder de 2005-emissies van de ETS-sectoren komt te liggen, en er na 2040 nagenoeg geen nieuwe emissierechten meer op de markt komen.

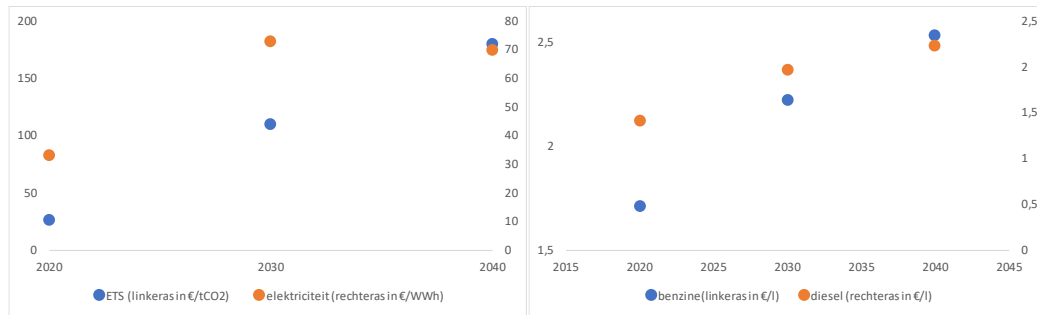
Hieronder schetsen we wat de verwachte ontwikkeling is van de belangrijkste prijzen in de Klimaat- en Energie Verkenning (KEV) 2022. De ETS prijs zal stijgen naar 110 euro/tCO₂ in 2030, en dan 180 euro/tCO₂ in 2040. Deze ontwikkeling wordt ingegeven door vraag en aanbod van emissierechten op de ETS-markt. De elektriciteitsprijs zal richting 2030 meer dan verdubbelen door een hogere gasprijs en de meerkosten door een hogere ETS prijs, maar na 2030 in 10 jaar dalen met zo'n 5% door stabiliserende energieprijzen en leereffecten op het gebruik van hernieuwbare bronnen via schaalvergroting – zowel in opwekking als benodigde infrastructuur. De stijging van de benzine -en dieselprijs is rond de 35% en na 2030 in 10 jaar tijd met nog zo'n 15%. De drijvende kracht achter deze prijsstijgingen is het 'cap-and-trade' emissiehandelssysteem waarin alle Tank-to-wheel CO₂-emissies van het Europese wegverkeer worden ondergebracht.

Deze prijzen zullen worden doorberekend naar de zoutproducenten en chemieproducenten als afnemer van zout en transportdiensten (in het geval van zout vooral scheepvaart). Dat betekent een substantiële prijsstijging in de komende voor zout (hogere elektriciteitsprijs) en chemie (hogere ETS prijs).

Wat betekent dit voor de duurzaamheidsbijdrage?

De energierekening door de sector 'Delfstoffenwinning (excl. olie en gas)' is 1% van de totale uitgaven. Voor zout zal dat hoger liggen. Als we aannemen dat dit voor zout rond de 3% van de totale productiekosten ligt, dan zal door klimaatbeprijzing in 2030 de totale kostprijs van zout stijgen met maximaal 3%¹⁷. Dit zal beperkte gevolgen hebben voor de productie van zout. De verduurzaming zal echter bepaald worden door de maatwerkafspraken die de overheid maakt met de industriële bedrijven die het grootste aandeel hebben in de CO₂ emissies in Nederland.

¹⁷ In 2030 zal de prijs van elektriciteit verdubbelen en van fossiel met maximaal 40%. Stel dat energiekosten verdubbelen, dan zal de kostprijs van zout met maximaal 3% stijgen (bij aanname dat alles bepaald wordt door de elektriciteitsprijsstijging).



Figuur 3.4: Verwachtingen ten aanzien van een aantal relevante prijzen in de KEV 2022

Rol van zout in batterijen voor energieopslag

In de huidige productie van lithium-ion (Li-ion) batterijen speelt zout indirect een rol, omdat natronloog gebruikt wordt als reactant voor de productie van Li-ion-kathode-actieve materialen die benodigd zijn in batterijen. Zout kan in de toekomst een grotere rol spelen in de energietransitie, als directe grondstof in batterijen. Zo wordt gewerkt aan batterijen voor elektrisch-warmte of warmte-warmte opslag en conversie¹². Ook wordt door experts benoemd dat zoutbatterijen een potentieel alternatief kunnen zijn voor lithiumbatterijen, met name in batterijen voor stationaire opslag (bijvoorbeeld voor de opslag van met zonnepanelen en windmolens opgewekte elektriciteit).

In Nederland is een project op het gebied van batterijtechnologie gehonoreerd vanuit het Nationaal Groeifonds: [Material Independence & Circular Batteries](#). Dit programma wordt gecoördineerd door het Battery Competence Cluster – NL en heeft tot doel om Nederland verder op de kaart te zetten binnen de internationale batterijsector. Tevens zou Nederland hiermee minder afhankelijk moeten worden van internationale toeleveranciers van grondstoffen en onderdelen voor batterijen. Dit programma kent drie lijnen, waarbinnen ook aandacht is voor zout-gebaseerde batterijen:

-) duurzame materiaalvoorziening (leveren van grondstoffen door raffinage en batterijrecycling);
-) het ontwikkelen en opschalen van duurzame batterijtechnologie (materialen, componenten en equipment);
-) circulaire batterijsystemen voor vervoerstoepassingen en netstabiliteit (zwaar vervoer en grootschalige pilots en demo's voor bulkbatterijen).

Natriumchloride batterijen zijn op dit moment echter nog niet wijdverbreid. TNO batterij experts geven aan dat natriumchloride potentieel geschikt is als thermochemische grondstof voor batterijen, maar dat deze route niet de eerste prioriteit heeft in de huidige batterijtechnologieontwikkeling. Wel geven de TNO experts aan dat Nederland beschikt over leidende kennis en een goede technologiepositie op het gebied van zoutbatterijen. Voor de verdere technologieontwikkeling is de cross-over tussen de chloor-alkali productieketen in generieke zin interessant. Vanwege de relatie tussen zout en wereldwijde ontwikkelingen op het gebied van batterijtechnologie, kan de complementaire kennis vanuit de zoutwinning en verwerking in de chloor-alkali industrie in de toekomst relevant blijken voor de innovatiekracht van Nederland. Los van de productie van nieuwe batterijen kan de chloor-alkali industrie ook een rol spelen in de chemische recycling van batterijen.

¹² zie o.a. [Zoutbatterij voor thuis \(tue.nl\)](#); [Een zoutbatterij voor thuis | De Ingenieur](#); [Nieuwe superbatterij gaat problemen met dure grondstoffen uit de weg | Change Inc.](#); [Zoutbatterij trekt veel bekijks op vakbeurs zonne-energie | Change Inc.](#) Ook gaf bijvoorbeeld The Economist in oktober 2023 een overzicht van nieuwe ontwikkelingen op het gebied van op zout gebaseerde batterijen: <https://www.economist.com/science-and-technology/2023/10/25/firms-are-exploring-sodium-batteries-as-an-alternative-to-lithium>

3.3 Neveneffecten van zoutwinning en opslag in zoutcavernes

De maatschappelijke discussie rondom de nieuwe zoutwinningsplannen in de omgeving van Haaksbergen toont – als voorbeeld – aan dat er zorgen leven over de risico's ten gevolge van zoutwinning en opslag van waterstof (of andere gassen) in zoutcavernes¹³. In deze paragraaf zetten we uiteen welke effecten kunnen optreden ten gevolge van zoutwinning en opslag in zoutcavernes en welke risico's daarmee gemoeid zijn. Risico's zijn de combinatie van objectief aantoonbare, ongewenste effecten en de kans dat zo'n effect zich voordoet. In deze paragraaf gaan we in op bodemdaling, trillingen, maatschappelijke acceptatie en effecten op fysieke veiligheid en gezondheid.

Bodemdaling

Bij oplosmijnbouw wordt een deel van de zoutlaag in de ondergrond opgelost door injectie van zoet water. Het daardoor ontstane zoute water (pekkel) wordt vervolgens door de put naar het aardoppervlak gepompt. In de oorspronkelijke zoutlaag ontstaan zodoende met pekkel gevulde holtes, oftewel cavernes. Een van de effecten die samenhangt met deze vorm van zoutwinning is bodemdaling. Als gevolg van zoutwinning treedt onvermijdelijk een zekere mate van bodemdaling op (SodM, 2018). Dit heeft te maken met 'zoutkruip', samenhangend met de eigenschap van zout dat het zich 'vloeibaar gedraagt' en beweegt in de richting van de holruimte. Dit omdat de druk in een zoutcaverne lager is dan in het vaste zout daaromheen. De wanden van een caverne bewegen dan naar binnen en ook het zout in de nabije omgeving van de caverne beweegt zich dan in de richting van de caverne. Wanneer het zout de caverne inkruipt, leidt dit aan het aardoppervlak tot bodemdaling (SodM, 2022). Bodemdaling is daarmee een bekend en verwacht verschijnsel bij zoutwinning.

Het risico ligt er dan in dat de bodemdaling meer of minder is dan verwacht, waardoor genomen mitigatiemaatregelen zoals aanpassingen van het polderpeil of aanleg van kunstwerken/dijkaanpassingen niet afdoende zijn. Dit is vooral een financieel risico. Ook schuilt een risico op schade aan bebouwing in het mogelijke effect van bodemdaling als gevolg van zoutwinning of opslag in cavernes. De verwachting hierbij is dat er geen schade optreedt. Het risico is aldus dat er tegen de verwachting in toch schade optreedt (kleine kans op schade). Daarnaast is er (een zeer kleine) kans op plotselinge bodemdaling in de vorm van zinkgaten. Dit risico wordt middels zorgvuldig ontwerp van cavernes gemitigeerd.

Kader: Opmerking Nedmag m.b.t. schadeafhandeling

Met betrekking tot mogelijke directe schade als gevolg van bodemdaling en de afhandeling hiervan ontvingen we op een conceptversie van dit rapport onderstaande opmerking:

“Bij de behandeling van schademeldingen n.a.v. Nedmag's zoutwinning is nog nooit een causaal verband gevonden tussen de bodemdaling door Nedmag en de gemelde schades. Verder wordt in Nedmag's effectgebied vernatting voorkomen doordat het waterschap Hunze en Aa's de waterhuishouding aanpast op de bodemdaling a.g.v. Nedmag's winning. Alle kosten die het waterschap hiervoor maakt worden door Nedmag gedragen.”

Een zelfde werkwijze is gebruikelijk bij andere zoutwinningsprojecten in Nederland.

¹³ Zie bijvoorbeeld https://www.tubantia.nl/haaksbergen/12-waterstofbommen-onder-twents-kerkdorp-hoe-serieus-moeten-we-dat-nemen-acc6ff75?cb=34c28610b37ed35d6570835344ed8c9d&auth_rd=1

De maximale bodemdaling vindt bij benadering recht boven de caverne(s) plaats. Bij een cavernesysteem met meerdere cavernes hangt de vorm van de bodemdalingscontour af van de geologie en individuele cavernes (geometrie, diepteligging, volume, gebruik). Niettemin is de locatie van bodemdaling goed te voorspellen. Rondom de mate van zoutkruip bij bepaalde omstandigheden in de ondergrond bestaat echter wel de nodige onzekerheid, waardoor de mate en snelheid van bodemdaling die te verwachten is bij zoutwinning lastiger is in te schatten (SodM, 2022).

Deze onzekerheid geldt vooral voor nieuwe winningen. In bestaande winningsgebieden kent men de gesteente eigenschappen in de zoutcavernes vrij goed en is onzekerheid rondom de zoutkruip daardoor kleiner. Echter bestaat voor bestaande winningsgebieden nog wel onzekerheid over de bodemdaling die op lange termijn kan plaatsvinden, na het beëindigen van winning en/of opslag. De wijze waarop cavernes worden afgesloten speelt hierin een belangrijke rol. Het tempo van bodemdaling zal na beëindiging van de activiteiten (aanzienlijk) lager liggen dan tijdens de winningsfase en deels gecontroleerd gebeuren – afhankelijk van de te kiezen strategie. Naar effecten op bodemdaling op de lange-termijn wordt momenteel door verschillende partijen¹⁴ nader onderzoek gedaan.

Mogelijke directe schade die kan optreden als gevolg van bodemdaling betreft bijvoorbeeld: verminderde opbrengst van een weiland (door een hogere grondwaterstand), noodzakelijke aanpassing aan dijken of bruggen, of – bij extreme bodembeweging – scheuren in huizen of infrastructuur. Ook kan er sprake zijn van relatieve stijging van de grond- en oppervlaktewaterstand (wanneer het water niet in dezelfde mate als de bodem daalt). Mogelijk zijn er dan maatregelen nodig in het waterbeheer (SodM, 2022).

Extreme bodembeweging met mogelijk schade aan huizen of infrastructuur is niet te verwachten bij zoutwinning of opslag in cavernes, tenzij er een zinkgat zou ontstaan. Nu is de kans op het ontstaan van zinkgaten bijzonder klein, zeker wanneer het cavernes in de diepe ondergrond betreft. Dit risico is in potentie groter bij de ondiepe cavernes die in het verleden in Twente Rijn zijn aangelegd. SodM (2018) noemt dat instabiliteit van een caverne in 1991 heeft geleid tot plotselinge bodemdaling met een zinkgat van 30x4,5m tot gevolg. Dit was de eerste keer dat in Nederland een zinkgat is ontstaan als gevolg van de specifieke manier van zoutwinning die in Twente werd toegepast. Als reactie hierop is de zoutindustrie gekomen met de ‘Good salt mining practise’ waardoor een dergelijk zinkgat voorkomen kan worden. Hierbij worden strikte limieten gesteld aan de dimensionering van de cavernes in relatie tot de lokale geologie. De eerdere cavernes die potentieel instabiel zijn én mogelijk tot een zinkgat kunnen leiden worden momenteel opgevuld).

Over het algemeen is bodemdaling als gevolg van zoutwinning een meer geleidelijk proces, en gaat dit voor de bestaande zoutwinningslocaties in een tempo van enkele mm’s tot cm’s per jaar. Nobian gaat in de winningsplannen voor locatie Haaksbergen uit van een daling van 17 cm 20 jaar na start van de zoutwinning en 34 cm na 50 jaar. TNO-AGE heeft in november 2022 een advies gegeven over de wijziging van het winningsplan in Haaksbergen. De inschatting van TNO is dat de bodemdalingsprognose in dit gewijzigde winningsplan (met 8 cavernes van elk 1 miljoen m³) voor de winningsfase realistisch is. Wat betreft bodemdaling op de lange termijn, na het insluiten van de cavernes, geeft TNO-AGE aan dat de onzekerheid relatief groot is, en nader onderzocht moet worden. In dit verband heeft SodM geadviseerd om de cavernes gefaseerd aan te leggen waarbij, met tussentijdse evaluatie

¹⁴ Onder andere in SMRI-projecten, KEM-projecten, het Cavern Closure Consortium en in gezamenlijk (PhD) onderzoek van de Universiteit Utrecht en TNO.

van nieuwe inzichten vanuit voortdurend onderzoek, eerst duidelijk moet worden dat de uiteindelijke cavernes van 1 miljoen m³ afgesloten kunnen worden.

Bodemdaling is een relevant maatschappelijk onderwerp. Temeer omdat er sprake is van een afnemende risico-acceptatie vanwege de aardbevingsproblematiek in Groningen, welke een gevolg is van de gaswinning. In de publieke opinie wordt bodembeweging – door de aardbevingsproblematiek in Groningen – gemakkelijk gekoppeld aan schadegevallen. Het is echter van belang om bij bodembeweging een onderscheid te maken tussen bodemdaling en bodemtrilling. Rond zoutwinning en opslag in cavernes is vooral bodemdaling een effect om aandacht voor te hebben. Niettemin gaan we onder het volgende tussenkopje kort in op bodemtrillingen. TNO (2023) noemt dat zorgen bij zoutwinning zich momenteel toespitsen op de vraag in hoeverre bodemdaling naar toekomstige generaties mag worden doorgeschoven.

Kader: Bodemdaling bij de winning van magnesiumzout

Nedmag gaf aan dat de bodemdaling als gevolg van haar zoutwinning zoveel mogelijk plaatsvindt voordat de cavernes worden afgesloten.

De zoutwinning van Nedmag wordt hierbij geholpen door een natuurlijk fenomeen, namelijk zeer hoge 'squeeze rates'. Op de grote diepte waarop Nedmag zout wint, is de kruipsnelheid van het zout zo groot is dat de cavernes snel weer dichtkruipen. Bodemdaling heeft hierdoor een instantaan karakter.

De kruip van magnesiumzout is tot wel twee ordes van grootte sneller dan de kruip van haliet onder vergelijkbare condities. Daarmee is de kruipsnelheid van de 1,5 km diepe Nedmag cavernes vergelijkbaar met die van de veel diepere (bijna 3 km) Barradeel en Havenmond cavernes (in haliet) van Frisia, en dus veel sneller dan bij Heiligerlee/Zuidwending.

Seismische activiteit (trillingen)

SodM (2022) geeft aan dat lang de algemene opvatting is geweest dat zoutwinning in Nederland niet leidt tot bodemtrillingen of aardbevingen. In de laatste jaren zijn er echter op en rond meerdere zoutwinningslocaties in het noorden en oosten van het land lichte trillingen gemeten (SodM, 2018 en 2022; TNO, 2022), waarvan veranderingen in gesteentespanning in en rond cavernes vermoedelijk de oorzaak zijn. Als gevolg van dergelijke veranderingen in gesteentespanningen kunnen reeds aanwezige breuken in de nabijheid van de zoutstructuur gaan schuiven, kunnen scheuren openen en/of kunnen blokken zout of andere gesteente loslaten en in een caveerne vallen. SodM (2022) geeft hierbij aan dat trillingen als gevolg van deze fenomenen veelal te zwak zijn om door mensen gevoeld te worden en dat deze geen schade veroorzaken. Het is daarom niet waarschijnlijk dat er als gevolg van bodemtrillingen door zoutwinning en opslag in cavernes schade aan gebouwen e.d. zal optreden.

Effecten op fysieke veiligheid en gezondheid

Fysieke veiligheid en gezondheid zijn eveneens relevante aspecten die meegewogen dienen te worden in de inschatting van de maatschappelijke waarde van zout.

Met betrekking tot de winning van zout en verdere verwerking hiervan in industriële processen onderscheidt SodM (2018) twee risico's voor werknemers:

1. verlies van integriteit van constructies, leidingen en procesinstallaties door corrosie;
2. blootstelling aan zout.

SodM (2018) geeft aan dat er bij zoutwinning een kans bestaat op corrosie van stalen onderdelen in de fabriek en machines, resulterend in sterkteverlies en daarmee veiligheidsrisico's voor werknemers. Bij de zoutindustrie gaat het in het bijzonder om dragende onderdelen van constructies, fundaties, transportleidingen en procesinstallaties. Door zout kan hierin het corrosieproces worden versneld.

Blootstelling aan bepaalde stoffen tijdens het werk kan gevaar opleveren voor de gezondheid van werknemers. Op nationaal en internationaal niveau bestaat er derhalve regelgeving en zijn afspraken gemaakt over het beperken van risico's van gevaarlijke stoffen. Een van de internationale verordeningen betreft de 'Classification and Labelling of Products' (CLP)¹⁵. In deze verordening heeft zout (zowel haliet/natriumchloride als magnesiumzout) geen gevarenindeling.

In het verleden is door de bedrijven AkzoNobel (nu Nobian) en Frisia onderzoek uitgevoerd naar de gezondheidseffecten van zout voor werknemers. De aandacht gaat vooral uit naar zoutstof, wat zich gedraagt als fijnstof en daarmee in potentie nadelige effecten op de gezondheid van werknemers kan hebben. Uit de onderzoeken bleek echter dat er geen bijzondere gezondheidseffecten van blootstelling aan zout tijdens het werk te verwachten zijn. Risico's op chronische effecten middels opname van zout worden verwaarloosbaar geacht. Hooguit leidt (fijn) stofzout tot hinder (bijvoorbeeld aan ogen, slijmvliezen of huid).

De MKBA van TNO (2023) over waterstofopslag in zoutcavernes benoemt dat de veiligheidsrisico's van waterstof en op waterstof gebaseerde technologieën, met inbegrip van de verschillende vormen van waterstofopslagcapaciteit (vraagresponse in chemische fabrieken, conversies/batterijopslag, waterstoftanks en opslagcavernes), qua effecten en waarschijnlijkheid goed vergelijkbaar zijn met huidige industriële activiteiten (LPG en aardgas). Hierbij wordt verwezen naar het Analistennetwerk Nationale Veiligheid (2022). Deze studie geeft aan dat bij ondergrondse opslag waterstof onbedoeld kan vrijkomen, waarbij in het geval van ophoping een risico op brand of explosie ontstaat. Echter, omdat waterstof een veel kleiner molecuul is dan aardgas, hoopt waterstof zich minder gemakkelijk op dan aardgas. Daarmee is het effect hiervan dusdanig dat het Analistennetwerk Nationale Veiligheid (2022) dit risico niet verder uitwerkt op nationale schaal.

Voorts vermelden de TNO collega's in hun MKBA (TNO, 2023) dat bij eventuele calamiteiten ondergrondse opslag van waterstof veiliger is dan bovengrondse opslag, omdat ondergrondse opslag leidt tot een verminderde blootstelling. Alle opslagalternatieven zullen hoe dan ook moeten voldoen aan de huidige wet- en regelgeving alsook de uitgangspunten voor het verantwoord omgaan met veiligheid en gezondheid in de energietransitie (EZK Kamerbrief d.d. 4 november 2022)¹⁶.

Overige effecten

SodM (2018) wijst naast bodemdaling en trillingen op nog enkele andere potentiële maatschappelijke effecten. Dit gaat met name om risico's m.b.t. verontreiniging van bodem, grondwater of bovengrondse voorzieningen. Bij het produceren en transporteren van stoffen (zoals zout, pekels en dieselolie¹⁷) bestaat een risico op verontreiniging van de omgeving. Bovengronds door lekkage van leidingen, of ondergronds door een lekkage uit de put of de

¹⁵ EG verordening nr. 1272/2009.

¹⁶ [Kamerbrief verantwoord omgaan met veiligheid en gezondheid in de energietransitie | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl](#)

¹⁷ Dieselolie wordt gebruikt om de bovenkant van cavernes te beschermen tegen oplossen in de pekels.

caverne. Het risico hierbij is schade aan de natuur, of vervuiling van oppervlakte- en grondwater dat vervolgens niet meer bruikbaar is voor landbouw of drinkwater.

Tot besluit

De beschrijving van effecten als gevolg van zoutwinning en opslag in cavernes wijst uit dat risico op schade hoogstens aan de orde is op regionaal niveau. Er is geen reden om aan te nemen dat er nationale veiligheidsrisico's zijn.

4 Bevindingen op een rij

Wij hebben het economisch en maatschappelijk belang van zoutwinning en zoutderivaten voor Nederland onderzocht, met specifieke aandacht voor hun rol in de energietransitie (zoals de opslag van waterstof en andere gassen in zoutcavernes en bijvoorbeeld zout als grondstof voor batterijen). Het onderzoek richt zich primair op Nederland, maar kijkt ook naar de Europese context, vooral naar naburige landen. De resultaten zijn een combinatie van kwantitatief en kwalitatief onderzoek, waarbij in dit korte hoofdstuk een overzicht van alle bevindingen met betrekking tot het economisch en maatschappelijk belang van zout wordt gegeven.

Op voorhand is het goed om te benoemen dat de maatschappelijke kosten-batenanalyse van waterstofopslag in zoutcavernes (TNO, 2023) positief uitvalt: netto ruim 12 miljard euro aan maatschappelijke baten. De baten van waterstofopslag in zoutcavernes zijn zelfs positief als het gewonnen zout niet gebruikt zou worden in de industrie of andere toepassingen, maar direct geloosd wordt in de Noordzee. Dat betekent eigenlijk dat op twee verschillende manieren naar de economische en maatschappelijke waarde van zout moet worden gekeken. Ten eerste de waarde van de winning en het gebruik van de delfstof zout, waarbij cavernes als “bijproduct” ontstaan. En als tweede, zelfstandige aspect, de maatschappelijke waarde die uitgaat van de opslag van waterstof en andere gassen in cavernes. Het is mogelijk dat er in de toekomst meer cavernes voor opslag nodig zijn dan dat er – binnen economisch realistische afstand van de winningslocaties – zout nodig is in industriële productieprocessen. De focus kan hierdoor omdraaien: met een primair belang voor het “aanleggen” van opslagcavernes, waarbij zout het “bijproduct” wordt.

In deze context heeft import van zout als alternatief voor binnenlandse zoutwinning een potentieel groot negatief welvaartseffect. Dit aspect komt bovenop de bevinding dat zoutwinning en verdere verwerking in Nederland bijdraagt aan lagere kosten voor de hier gevestigde industrie – waarbij geldt dat er voor veel gebruikstoepassingen geen realistisch alternatief is voor zout als grondstof. Zout en zoutderivaten vinden hun weg in een veelheid aan toepassingen en eindproducten die van waarde zijn in het dagelijks leven. Daarbij speelt mee dat import van zout van verder weg zal leiden tot hogere transportkosten, aanzienlijke CO₂-emissies, extra energieverbruik en mogelijk een minder milieuvriendelijke benadering bij de zoutwinning vergeleken met de winning in Nederland.

Uit een Life Cycle Analyse (LCA) die is uitgevoerd in opdracht van Nobian blijkt dat transport over grote afstand een belangrijke factor is voor CO₂ emissies en dat met de productie van vacuümzout middels oplosmijnbouw en indamping significant meer emissies gemoed zijn dan bij zoutwinning via steenzoutmijnbouw of via indamping van zeezout. Er is daarmee een afruil tussen andere winningsvormen buiten Nederland en transport over grote afstand voor wat betreft de totale milieuvoetafdruk. Voor een volledige LCA van alle zoutwinning en verwerking in Nederland, afgezet tegenover alternatieve productie elders, verdient het de aanbeveling om verdiepend onderzoek uit te voeren.

Zout kan in de toekomst een grotere rol spelen in de energietransitie, als directe grondstof in batterijen. Vanwege de relatie tussen zout en wereldwijde ontwikkelingen op het gebied van batterijtechnologie, kan de complementaire kennis vanuit de zoutwinning en verwerking in

de chloor-alkali industrie in de toekomst relevant blijken voor de innovatiekracht van Nederland. Ditzelfde geldt voor de kennis en ervaring met elektrolyse die nu onderdeel is van de chloor-alkalieten waarin zout de grondstof is. Deze kennis en ervaring is maatschappelijk relevant voor de productie van groene waterstof.

Voor de interpretatie van onze economische effectschatting is het goed om te realiseren dat wij ons in deze studie focussen op de zoutwinningsactiviteiten als directe economische activiteit en de afname en het gebruik van zout als grond- en hulpstof in de chemische- en andere industrietakken als indirecte activiteit beschouwen. Dat betekent dat we dus niet kijken naar zoutwinning en chemie als één activiteit en dan de aanpalende activiteiten daarvan als indirect beschouwen. Het deel van de (chemische) industrie dat voor hun input van grond- en hulpstoffen afhankelijk is van zoutwinning beschouwen we als indirecte activiteiten. De afnemers van deze industrie-activiteiten zijn op hun beurt een tweede-orde-effect.

tabel 4.1 presenteert de verschillende elementen die het economisch en maatschappelijk belang van zout duiden. In de tabel is de maatschappelijke waarde van zoutwinning kwalitatief gescoord. De range van kwalificaties in volgorde van negatief naar een gematigd negatief, gematigd positief en tot slot uiteindelijk positief is (--,-,+,+++). De elementen kunnen niet zomaar worden opgeteld tot een totaalscore. Met nadruk stellen we dat we slechts de elementen benoemen die kunnen bijdragen aan een beleidsmatige afweging omtrent het nationaal belang van zout – zelf doen we in dit rapport geen beleidsaanbevelingen.

Wij hebben een schatting gemaakt van de economische waarde van zoutwinning en de doorwerking in zoutverwerking in de (chemische) industrie op basis van beschikbare macro-economische data. De directe en indirecte bbb-bijdrage van zoutwinning schatten wij op ongeveer 330 miljoen euro (1.360 werknemers), als middenschatting in een bereik van 225 miljoen euro (1.030 werknemers) tot 430 miljoen euro (1.770 werknemers). Dit is een ruwe schatting. De indirecte activiteiten die te koppelen zijn aan zoutwinning zijn geschat met behulp van een Input-Output (IO) analyse. De schatting van indirecte effecten is daarin gebaseerd op kentallen voor een grotere sector, namelijk 'Overige delfstoffenwinning (exclusief olie en gas)'. Naast zoutwinning maakt ook de winning van zand, grind en klei onderdeel uit van deze sector in de SBI-classificatie. De indirecte effecten kunnen dus in werkelijkheid afwijken van deze grofmazige productbenadering, maar is wel de best mogelijke macro-economische schatting.

Tot slot is het goed om te beseffen dat de sector- of productclassificaties in de statistische bronnen kunnen afwijken van het bij het publiek bekende beeld over individuele bedrijven. Dit betekent dat de indirecte effecten van de chemische sector, als één van de afnemers van zoutwinning, ook van toepassing kunnen zijn op andere sectoren en producten in de economie. De Input-Output (IO) analyse corrigeert voor deze toekenning van afnemers van zoutwinning en hun gebruik van deze afnemers voor andere leveranciers. Daarom zal de totale som van directe effecten en de toekenning van indirecte effecten niet noodzakelijkerwijs overeenkomen met de omvang van individuele bedrijven. Dit komt doordat bedrijven soms actief zijn in meerdere sectoren zoals die worden gehanteerd in statistische classificaties, en deze bedrijven op hun beurt diensten en producten afnemen van andere sectoren in de economie.

In de IO-analyse wordt de multiplier van zoutwinning in Nederland gelijktijdig geschat met alle toeleveranciers- en afnemerrelaties met alle sectoren in de economie. Dit levert een lagere schatting op dan wanneer bottom-up wordt gekeken naar de verhouding tussen kosten in een bedrijf of sector en de kosten van bedrijven of sectoren waaraan geleverd

wordt. Zeer waarschijnlijk leidt een dergelijke benadering tot veel dubbeltellingen van leveranciers, met als gevolg dat de optelsom van alle directe en indirecte effecten het bbp van Nederland overtreft. IO-analyse levert een schatting van sectorale multipliers die in lijn ligt met het bbp dat alle sectoren genereren.

Tabel 4.1: Bevindingen op een rij

Directe en indirecte economische omvang van zoutwinning in Nederland					
Type effect		Eenheid	Schatting "Laag"	Schatting "Hoog"	Toelichting
Direct	Bbp	mIn euro	95	180	Gemiddeld 140 mln euro als middenschatting voor de bbp-bijdrage van zoutwinning in Nederland
	Werknemers	Aantal fte	440	740	Gemiddeld 560 fte als middenschatting van directe werkgelegenheid in zoutwinningsactiviteiten in Nederland.
Indirect	Bbp	mIn euro	130	250	Gemiddeld 190 mln euro als middenschatting voor de bbp-bijdrage via afnemende (industriële) sectoren.
	Werknemers	Aantal fte	560	1.030	Gemiddeld 800 fte als middenschatting via de multiplierdoorwerking op werkgelegenheid door gebruik van zout in afnemende (industriële) sectoren.
Totaal	Bbp	mIn euro	225	430	Gemiddeld 330 mln
	Werknemers	Aantal fte	1.000	1.770	Middenschatting van 1.360 werknemers (fte; direct + indirect) middels input-outputanalyse van de sector 'Overige Delfstoffenwinning (geen olie en gas)'. Deze sector bevat naast zout ook de winning van zand, grind, klei en turf. Daarmee geeft de IO-analyse een grofmazig beeld.

Maatschappelijke waarde van zoutwinning en toepassing van zout in industriële processen en eindproducten		
Type maatschappelijke waarde	Richting en intensiteit van het effect	Toelichting
Comparatief voordeel van Nederland met vacuümzout en magnesiumzout van hoge zuiverheid	+	<ul style="list-style-type: none"> • Voor veel gebruikstoepassingen van zout is er geen realistisch alternatief voor zout als grond- of hulpstof. • Het in Nederland gewonnen vacuümzout en magnesiumzout staat bekend om zijn hoge zuiverheid en is daarmee zeer geschikt voor toepassingen in de industrie, voedingsmiddelen en medicijnen. • De wereldwijde voorkomens van zout maken dat het mogelijk is om zout te importeren, maar dit brengt extra kosten- en milieunadelen met zich mee. Deze extra kosten hangen vooral samen met transport tussen verder weg gelegen zoutwinningslocaties en de verwerking in industriële processen. Daarnaast vloeien mogelijk extra kosten voort uit additioneel benodigde zuiveringsstappen indien het toegeleverde zout op andere wijze is gewonnen. Zowel het transport over grotere afstand als additionele industriële zuiverings- en verdere verwerkingsstappen zijn extra energieconsumptie en emissies gemoeid. Andere soorten zout dan vacuümzout maken het elektrolyseproces mogelijk minder efficiënt. • Kortom: het importeren van zout van verder weg zal leiden tot hogere transportkosten, aanzienlijke CO₂-emissies, extra energieverbruik en mogelijk een minder milieuvriendelijke benadering bij de zoutwinning vergeleken met de winning in Nederland. Zoutwinning in Nederland draagt daarmee bij aan lagere kosten voor de verwerkende industrie in Nederland. Ook heeft zoutwinning in Nederland minder risico's op verstoringen in de toelevering ten opzichte van import van verder weggelegen winningsgebieden. • Naast de voorkomens van zout en daarmee alternatieve winningslocaties is de winnings- en verwerkingscapaciteit in industriële processen (het zuiveren van de pekelen en indampen naar vacuümzout e.d.) een bepalend aspect. In Nederland zijn de winning en verdere verwerking naar zuiver industriezout geïntegreerd in de bedrijfsprocessen van de zoutwinningsbedrijven zelf. Daarmee is rondom de zoutwinning in Nederland voldoende industriële verwerkingscapaciteit beschikbaar om zout met de benodigde kwaliteit en zuiverheid voor diverse industriële afnemers (zoals der chloor-alkali keten) te garanderen. Zonder zoutwinning in Nederland is het maar de vraag of deze verwerkingscapaciteit als zelfstandige activiteit rendabel zou kunnen voortbestaan. • In hoeverre imports substitutie mogelijk is, hangt mede af van winnings- en verwerkingscapaciteit die bedrijven elders beschikbaar hebben en welke extra inspanningen gepleegd moeten worden om zout van de gewenste zuiverheid te verkrijgen.

(vervolg)		<ul style="list-style-type: none"> Onze slotsom is dat beschikbaarheid van zout vanuit de voorkomens, of pekels die nu in Duitsland bij de realisatie van opslagcavernes als afvalstof wordt geloosd, geen beperkende factor voor importsubstitutie hoeft te zijn; de winnings- en verwerkingscapaciteit is dat (op korte termijn) mogelijk wel.
<p>Sterke afhankelijkheden tussen zoutwinning en industriële processen, tussen chemie-activiteiten onderling en tussen chemische clusters in Nederland, België en Duitsland.</p>	<p>++</p>	<p>De bulk van het in Nederland gewonnen zout dat in eigen land wordt verwerkt, wordt binnen de chemische industrie in de chloor-alkali keten gebruikt. Deze keten omvat de productie van chloor via elektrolyse van zout, waarbij bijtende soda (natronloog) en waterstof als restproducten vrijkomen.</p> <p>Chloor is voor veel chemieprocessen een hulpstof in de chemische synthese. Naar schatting zo'n 55% van de chemieproductie in Europa is via verbondenheid van ketens afhankelijk van chloor. Daarmee vindt chloor uiteindelijk zijn weg naar diverse eindproducten die een rol spelen in het dagelijks leven, waaronder medicijnen. Zout is onontbeerlijk voor de productie van chloor. De belangrijkste toepassing van chloor in de Nederlandse chemische industrie is polyvinylchloride (PVC) productie. In Nederland wordt ongeveer 80% van het chloor gebruikt in de productie van plastics, waar PVC een belangrijk onderdeel van uitmaakt.</p> <p>Na de beëindiging van chloortransport per trein is het belang van nabijheid van gerelateerde chemische productieactiviteiten toegenomen. Veel producenten benoemen dat de kosten van logistiek en transport van bulkgoederen zoals zout en chloor een rol spelen. Dit werkt clustering van gerelateerde chemieactiviteiten in de hand – temeer omdat ook uitwisseling van restproducten (zoals stoom en waterstof) schaalvoordelen met zich meebrengt. Om die reden is er vaak sprake van grote onderlinge afhankelijkheid van industrie-activiteiten op de chemische industrie sites. Tevens is er veel interactie tussen de chemische clusters in Nederland, België en Duitsland in het ARRA-cluster (Antwerpen-Rotterdam-Rijn-Ruhr-Area).</p>

<p>Maatschappelijk waarde ontstaat vanuit vele industriële toepassingen van zout en chloor en het gebruik van eindproducten in het dagelijks leven</p>	<p>+</p>	<p>Zout is onder andere relevant voor de voedingsmiddelenindustrie en productie van PVC, papier, geneesmiddelen, isolatiematerialen, aluminium, zeep, soda, kali, glas, verf en textiel. Zo heeft 85% van alle medicijnen chloor als bestanddeel (en dus impliciet vacuümzout). Ook wordt zout bijvoorbeeld toegepast voor gladheidsbestrijding op de weg. Hoewel dit een tot de verbeelding sprekende activiteit is, is de economische omvang hiervan beperkt. Gladheidsbestrijding draagt wel bij aan verkeersveiligheid en heeft daarmee duidelijk maatschappelijke relevantie.</p> <p>Naast natriumchloride wordt in Nederland ook magnesiumchloride gewonnen. Dit magnesiumzout wordt zowel in vaste vorm als in oplossing gebruikt, onder andere voor de productie van brandwerende materialen (bijvoorbeeld voor industriële ovens), cosmetische toepassingen, in katalysatoren en textielbewerking.</p> <p>De industriële processen en -ketens waarin zout verwerkt worden zijn energie-intensief en daarmee onderdeel van de industriële verduurzamingsopgave. De bulkproductie van laagwaardige plastics brengt bijvoorbeeld verduurzamingsdilemma's met zich mee.</p> <p>De (internationale) verduurzamingsopgave in de industrie heeft op lange termijn mogelijk consequenties voor de vraag naar zout in de Nederlandse industrie. Juist in de bulkchemie zal de concurrentie op prijs stevig zijn tijdens en na de transformatie naar duurzame industriële productie. Voor de veelal multinationale ondernemingen die actief zijn in de zoutverwerkende en afgeleide industriële activiteiten zullen internationale prijsontwikkelingen voor duurzame energie, grondstoffen, materialen, normering en regulering een rol spelen in hun strategische keuzes voor de lange termijn. Het valt niet uit te sluiten dat in het internationale concurrentiespeelveld voor bedrijven in de (bulk)chemie ook vraagstukken gaan spelen rond productie in Nederland of relocatie. Feit blijft dat waar op chloor gebaseerde industriële productieprocessen zich bevinden ook een vraag naar zout blijft.</p>
<p>Bijdrage aan de energietransitie</p>		
<p>Zoutcavernes voor waterstofopslag</p>	<p>++</p>	<p>Zoutcavernes zijn van belang voor de tijdelijke opslag van gasen zoals waterstof. Daarmee zijn zoutcavernes – en dus ook zoutwinning in Nederland - van maatschappelijke waarde voor een duurzaam energiesysteem. Een analyse van TNO (2023) beveelt aan om 30-60 opslagcavernes te ontwikkelen. De baten van opslag van waterstof in zoutcavernes zijn vaak zo hoog dat zelfs in een scenario van lozing van (verdunde) pekels in zee, i.p.v. zoutverwerking in de industrie, een positief maatschappelijk kostenbatensaldo kan ontstaan. Vanuit milieuoogpunt is dergelijke lozing in zee mogelijk niet wenselijk. Dit aspect dient nog nader onderzocht te worden. Overigens is directe lozing van pekels op zee binnen de huidige wet/regelgeving in Nederland niet toegestaan.</p>

<p>Zoutbatterijen en batterijtechnologie</p>	<p>+</p>	<p>In de huidige productie van lithium-ion (Li-ion) batterijen speelt zout indirect een rol. Natriumchloride batterijen zijn op dit moment nog niet wijdverbreid. Zout kan in de toekomst een grotere rol spelen in de energietransitie, als directe grondstof in batterijen. Zo wordt gewerkt aan batterijen voor elektrisch-warmte of warmte-warmte opslag en conversie. Ook wordt door experts genoemd dat zoutbatterijen een potentieel alternatief kunnen zijn voor lithiumbatterijen, met name in batterijen voor stationaire opslag (bijvoorbeeld voor de opslag van met zonnepanelen en windmolens opgewekte elektriciteit).</p> <p>Nederland heeft een leidende kennis en technologiepositie m.b.t. zoutbatterijtechnologie. Enkele activiteiten zijn onderdeel van een project dat wordt gefinancierd vanuit het Nationaal Groeifonds. In algemene zin is de cross-over tussen de chloor-alkali productieketen en zoutbatterijtechnologie relevant voor de Nederlandse innovatiekracht.</p>
<p>Spillovers elektrolyse</p>	<p>+</p>	<p>Momenteel past de zoutverwerkende chemische industrie (chloor-alkali keten) al elektrolyse toe in hun productieprocessen. Elektrolyse is een veelbelovende technologie in de energietransitie, in het bijzonder voor de productie van groene waterstof. Behoud van kennis en ervaring op dit gebied is daarmee van maatschappelijk belang.</p>

Neveneffecten van zoutwinning en opslag in cavernes		
Bodemdaling en trillingen	-	<p>Als gevolg van zoutwinning treedt onvermijdelijk een zekere mate van bodemdaling op. Dit heeft te maken met 'zoutkruip', samenhangend met de eigenschap van zout dat het zich 'vloeibaar gedraagt' en beweegt in de richting van de holruimte. Bodemdaling is daarmee een bekend en verwacht verschijnsel bij zoutwinning.</p> <p>Het risico ligt er dan in dat de bodemdaling meer of minder is dan verwacht, waardoor genomen mitigatiemaatregelen zoals aanpassingen van het polderpeil of aanleg van kunstwerken/dijkaanpassingen niet afdoende zijn. Dit is vooral een financieel risico. Ook schuilt een risico op schade aan bebouwing in het mogelijke effect van bodemdaling als gevolg van zoutwinning of opslag in cavernes. De verwachting hierbij is dat er geen schade optreedt. Het risico is aldus dat er tegen de verwachting in toch schade optreedt (kleine kans op schade). Daarnaast is er (een zeer kleine) kans op plotselinge bodemdaling in de vorm van zinkgaten. Dit risico wordt middels zorgvuldig ontwerp van cavernes gemitigeerd.</p> <p>De locatie van bodemdaling is goed te voorspellen. Rondom de mate van zoutkruip bij bepaalde omstandigheden in de ondergrond bestaat echter wel de nodige onzekerheid, waardoor de mate en snelheid van bodemdaling die te verwachten is bij zoutwinning lastiger is in te schatten. Deze onzekerheid geldt vooral voor nieuwe winningen. In bestaande winningsgebieden kent men de gesteente eigenschappen in de zoutcavernes vrij goed en is onzekerheid rondom de zoutkruip daardoor kleiner.</p> <p>Echter bestaat voor bestaande winningsgebieden nog wel onzekerheid over de bodemdaling die op lange termijn kan plaatsvinden, na het beëindigen van winning en/of opslag. De wijze waarop cavernes worden afgesloten speelt hierin een belangrijke rol. Het tempo van bodemdaling zal na beëindiging van de activiteiten (aanzienlijk) lager liggen dan tijdens de winningsfase en deels gecontroleerd gebeuren – afhankelijk van de te kiezen strategie. Naar effecten op bodemdaling op de lange-termijn wordt momenteel door verschillende partijen nader onderzoek gedaan.</p> <p>Mogelijke directe schade die kan optreden als gevolg van bodemdaling betreft bijvoorbeeld: verminderde opbrengst van een weiland (door een hogere grondwaterstand), noodzakelijke aanpassing aan dijken of bruggen, of – bij extreme bodem-beweging – scheuren in huizen of infrastructuur.</p> <p>(vervolg op volgende pagina)</p>

<p>(vervolg)</p>		<p>Extreme bodembeweging met mogelijk schade aan huizen of infrastructuur is niet te verwachten bij zoutwinning of opslag in cavernes, tenzij er een zinkgat zou ontstaan. Nu is de kans op het ontstaan van zinkgaten bijzonder klein, zeker wanneer het cavernes in de diepe ondergrond betreft. Dit risico is in potentie groter bij de ondiepe cavernes die in het verleden in Twente Rijn zijn aangelegd. In 1991 leidde instabiliteit van een caveerne tot een zinkgat, maar sindsdien zijn maatregelen genomen om dergelijke incidenten te voorkomen.</p> <p>Bodemdaling is een relevant maatschappelijk onderwerp. Temeer omdat er sprake is van een afnemende risico-acceptatie vanwege de aardbevingsproblematiek in Groningen, welke een gevolg is van de gaswinning. In de publieke opinie wordt bodembeweging – door de aardbevingsproblematiek in Groningen – gemakkelijk gekoppeld aan schadegevallen. Het is echter van belang om bij bodembeweging een onderscheid te maken tussen bodemdaling en bodemtrilling. Rond zoutwinning en opslag in cavernes is vooral bodemdaling een effect om aandacht voor te hebben.</p> <p>In de laatste jaren zijn er echter op en rond meerdere zoutwinningslocaties in het noorden en oosten van het land lichte trillingen gemeten, waarvan veranderingen in gesteentespanning in en rond cavernes vermoedelijk de oorzaak zijn. Trillingen als gevolg van deze fenomenen zijn veelal te zwak om door mensen gevoeld te worden. Het is daarom niet waarschijnlijk dat er als gevolg van bodemtrillingen door zoutwinning en opslag in cavernes schade aan gebouwen e.d. zal optreden.</p>
------------------	--	---

<p>Fysieke veiligheid en gezondheid</p>	<p>-/+</p>	<p>Bij zoutwinning en verwerking bestaat een kans op corrosie van stalen onderdelen in de fabriek en machines, resulterend in sterkteverlies en daarmee veiligheidsrisico's voor werknemers. Bij de zoutindustrie gaat het in het bijzonder om dragende onderdelen van constructies, fundaties, transportleidingen en procesinstallaties. Door zout kan hierin het corrosieproces worden versneld. Dit zijn risico's die door middel van veiligheidsprocedures en regulier onderhoud gemitigeerd kunnen worden.</p> <p>In het verleden is door de bedrijven AkzoNobel (nu Nobian) en Frisia onderzoek uitgevoerd naar de gezondheidseffecten van zout voor werknemers. De aandacht gaat daarbij vooral uit naar zoutstof, wat zich gedraagt als fijnstof en daarmee in potentie nadelige effecten op de gezondheid van werknemers kan hebben. Uit de onderzoeken bleek echter dat er geen bijzondere gezondheidseffecten van blootstelling aan zout tijdens het werk te verwachten zijn. Risico's op chronische effecten middels opname van zout worden verwaarloosbaar geacht. Hooguit leidt (fijn) stofzout tot hinder (bijvoorbeeld aan ogen, slijmvliezen of huid).</p> <p>De MKBA van TNO (2023) over waterstofopslag in zoutcavernes benoemt dat de veiligheidsrisico's van waterstof en op waterstof gebaseerde technologieën, met inbegrip van de verschillende vormen van waterstofopslagcapaciteit (vraag-response in chemische fabrieken, conversies/batterijopslag, waterstoftanks en opslagcavernes), qua effecten en waarschijnlijkheid goed vergelijkbaar zijn met huidige industriële activiteiten (LPG en aardgas).</p> <p>Bij ondergrondse opslag kan waterstof onbedoeld vrijkomen, waarbij in het geval van ophoping een risico op brand of explosie ontstaat. Echter, omdat waterstof een veel kleiner molecuul is dan aardgas, hoopt waterstof zich minder gemakkelijk op dan aardgas. Daarmee is het effect hiervan dusdanig dat het Analistennetwerk Nationale Veiligheid (2022) dit risico niet verder uitwerkt op nationale schaal.</p> <p>Voorts vermelden de TNO collega's in hun MKBA dat bij eventuele calamiteiten ondergrondse opslag van waterstof veiliger is dan bovengrondse opslag, omdat ondergrondse opslag leidt tot een verminderde blootstelling. Zonder opslagcavernes zullen meer chemische fabrieken nodig zijn, waarbij de veiligheid afneemt. Alle opslagalternatieven zullen hoe dan ook moeten voldoen aan de huidige wet- en regelgeving alsook de uitgangspunten voor het verantwoord omgaan met veiligheid en gezondheid in de energietransitie.</p>
---	------------	--

Overige effecten	-	Overige effecten van zoutwinning of opslag in cavernes kunnen verontreiniging van bodem, grondwater of bovengrondse voorzieningen zijn. Bij het produceren en transporteren van stoffen (zoals zout, pekkel en dieselolie) bestaat een risico op verontreiniging van de omgeving. Bovengronds door lekkage van leidingen, of ondergronds door een lekkage uit de put of de caverne. Het risico hierbij is schade aan de natuur, of vervuiling van oppervlakte- en grondwater dat vervolgens niet meer bruikbaar is voor landbouw of drinkwater.
------------------	---	---

De beschrijving van neveneffecten als gevolg van zoutwinning en opslag in cavernes wijst uit dat risico op schade hoogstens aan de orde is op regionaal niveau. Er is geen reden om aan te nemen dat er nationale veiligheidsrisico's zijn.

Bron: TNO

Referenties

Analistennetwerk Nationale veiligheid (2022). Rijksbrede risicoanalyse Nationale veiligheid.

Ecomatters (2022). LCA of salt mining for Chlor-Alkali production. Utrecht, Ecomatters B.V.

EuroChlor (2018). The Electrolysis process and the real costs of production. Brussels, Euro Chlor Communications. [Energy – Eurochlor](#) (geraadpleegd op 30 augustus 2023).

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2023). Delfstoffen en aardwarmte in Nederland. Jaarverslag 2022.

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2022). Kamerbrief d.d. 4 november 2022. 'Verantwoord omgaan met veiligheid en gezondheid in de energietransitie.'

NLOG – Nederlands Olie- en Gasportaal (geraadpleegd augustus 2023). Overzicht van meetnetten bodemdaling.

PBL en TNO (2021). Decarbonisation options for the Chlor-Alkali industry. Rapport vanuit het MIDDEN-project (Manufacturing Industry Decarbonisation Data Exchange Network). Den Haag, PBL publicatie 3478; Amsterdam, TNO rapport 2020 P10745.

Roland Berger (2022). Zout impact studie. Het maatschappelijk en economisch belang van duurzame zoutwinning in Nederland. Amsterdam, Roland Berger BV.

Stadtler et al. (2018), EXIOBASE 3: Developing a Time Series of Detailed Environmentally Extended Multi-Regional Input-Output Tables, Journal of Industrial Ecology, Volume 22, Issue 3, Special Issue: the Global Multi Regional Input Output Database "EXIOBASE".

Staatstoezicht op de Mijnen (2018). Staat van de sector zout. SodM, Den Haag.

Staatstoezicht op de Mijnen (2018). Jaarverslag 2018. SodM, Den Haag.

Staatstoezicht op de Mijnen (2022). Advies winningsplan Haaksbergen d.d. 31 augustus 2022. SodM, Den Haag.

TNO (2022). Adviesverzoek wijziging winningsplan Haaksbergen. Utrecht, TNO advies AGE 22-10.100.

TNO (2023). Waterstofopslag in cavernes. Een maatschappelijke kosten-batenanalyse. Utrecht, TNO-rapport 2023 R10058.

U.S. Geological Survey (2021). Mineral Commodity Summaries – Salt, January 2021.

U.S. Geological Survey (2022). Mineral Commodity Summaries – Salt, January 2022.

U.S. Geological Survey (2023). Mineral Commodity Summaries – Salt, January 2023.

Bijlage A

Bbp-bijdrage van 'Overige Delfstoffenwinning' en afnemers

BBP van delfstoffenwinning en belangrijkste afnemers

tabel a.1 toont voor de hoofdsectoren in de Nederlandse economie waarbinnen de zoutketen zich bevindt de totale economische omvang (toegevoegde waarde, ofwel de bbp-bijdrage). Deze omvang behelst de totale macro-economische waarde van alle bedrijfsactiviteiten binnen die sectoren, dus ook de activiteiten die niets te maken hebben met de winning van zout en de verwerking daarvan. Vanuit deze macro-economische grootheden werken we toe naar een afschatting van de omvang van de zoutketen in Nederland. De directe bijdrage van zoutwinning aan het bbp schatten we daarbij als verbijzondering van de totale toegevoegde waarde zoals weergegeven in de eerste regel in tabel a.1; de indirecte bbp-bijdrage loopt voornamelijk via de verwerking en toepassing van zout in de productieprocessen van de industriële sectoren die in deze tabel zijn opgenomen.

Tabel A.1: Economische omvang van hoofdsectoren in de Nederlandse economie waarbinnen de zoutketen zich bevindt (bruto toegevoegde waarde, mln euro)

SBI code	Bedrijfstak	2018	2019	2020	2021	2022
08	Delfstoffenwinning (geen olie en gas)	424	458	462	580	678
20	Chemische industrie	12.015	10.860	9.795	13.434	14.477
21	Farmaceutische industrie	2.615	2.811	2.881	3.096	3.097
22	Rubber- en kunststofproductindustrie	3.048	3.111	3.207	3.364	3.544
23	Bouwmaterialenindustrie	2.131	2.229	2.347	2.362	2.503
	Totaal Nederlandse economie	692.632	724.960	709.628	774.497	859.803

Bron: CBS Nationale Rekeningen 2022V

Top-down schatting op basis van CBS ProdCom

In de CBS ProdCom statistieken is voor de productgroep '0893 Zout en zuiver natriumchloride' bekend dat in 2019 voor een verkoopwaarde van 216 miljoen euro is geproduceerd.¹⁸ In 2020 bedroeg de verkoopwaarde 230 miljoen euro. Deze verkoopwaarde uit de ProdCom statistieken van het CBS komt (bij benadering) qua definitie overeen met de bruto productie in basisprijzen zoals de CBS Nationale Rekeningen die voor sectoren in de Nederlandse economie geeft. Bruto productie kan worden opgevat als de 'omzet' van

¹⁸ Bron: [CBS](#)

sectoren, terwijl de bruto toegevoegde waarde van sectoren (zoals weergegeven in tabel a.1) de 'winst' van sectoren betreft. Het bbp van Nederland betreft de optelsom van de toegevoegde waarde (ofwel de 'winst') van alle sectoren in de economie.

Voor een eerste afschatting van de toegevoegde waarde van zoutwinning projecteren we daarom de verhouding tussen bruto toegevoegde waarde en bruto productie uit de CBS Nationale Rekeningen op de ProdCom verkoopwaarde. De resultaten hiervan zijn opgenomen in tabel a.2. Bij toepassing van de verhouding TW/productie van 39% in de sector 'Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)' komt de toegevoegde waarde van zoutwinning in Nederland in 2019 en 2020 respectievelijk uit op 83,8 en 90,3 miljoen euro.

Tabel A.2: Eerste afschatting van de omvang van toegevoegde waarde van zoutwinning in Nederland

08 Delfstoffenwinning (geen olie en gas)	2018	2019	2020	2021	2022
Productie (bruto basisprijzen, mln euro)	1.133	1.180	1.177	1.349	1.542
Toegevoegde waarde (bruto basisprijzen, mln euro)	424	458	462	580	678
Aandeel toegevoegde waarde van bruto productie (in %)	37%	39%	39%	43%	44%
ProdCom verkoopwaarde productgroep '0893 Zout en zuiver natriumchloride'		216	230		
Schatting toegevoegde waarde van zoutwinning (mln euro)		83,8	90,3		

Bron: CBS (ProdCom en Nationale Rekeningen 2022V), berekening TNO

Bijlage B

Mogelijke afnemers van zout

Grove schatting activiteiten waar zout/afgeleide producten worden verwerkt en gebruikt. De indirecte bbp-bijdrage van zoutwinning in Nederland vloeit voort uit verdere verwerking van zout en toepassing van afgeleide producten in industrietakken. Deze aan zout gerelateerde activiteiten bevinden zich hoofdzakelijk binnen de industriële hoofdsectoren: Chemie, Farmaceutica, Rubber en kunststof en Bouwmaterialen. Hier schatten we de huidige economische omvang van een selectie van bedrijfsactiviteiten binnen deze hoofdsectoren af. Binnen deze selectie van specifieke bedrijfsactiviteiten bevindt zich een verdere subset van activiteiten waarbinnen zout of derivaten daarvan een grond- of hulpstof vormen in het productieproces. Let wel, voor deze selectie van bedrijfsactiviteiten is onduidelijk in welke mate zij precies afhankelijk zijn van zout. Zeker is dat activiteiten niet volledig betitel kunnen worden als 'zout gerelateerd'. Er worden binnen die activiteiten immers ook producten gemaakt die geen zout of chloor als input nodig hebben.

Om de contouren te schetsen van de totale economische activiteiten in Nederland waarbinnen zout, chloor, natronloog en waterstof een grond- of hulpstof vormen, zijn allereerst binnen de hoofdsectoren Chemische industrie, Farmaceutische industrie, Rubber en kunststofindustrie en Bouwmaterialenindustrie specifieke bedrijfsactiviteiten op SBI 4- of 5-digit niveau geselecteerd. Dit zijn de blauw gemarkeerde bedrijfsactiviteiten in tabel b.1. Deze selectie is gebaseerd op de belangrijkste toepassingen van industrieel zout, chloor, natronloog en waterstof zoals genoemd in paragraaf 2.1. Vanuit de cijfers van Stichting LISA (2019; 2021) is voor iedere geselecteerde bedrijfsactiviteit het aandeel in de totale werkgelegenheid van de hoofdsector op SBI 2-digit niveau bepaald. Deze aandelen zijn vervolgens geprojecteerd op de omvang van het bbp per hoofdsector (CBS Nationale Rekeningen).

Tabel B.1: Identificatie van bedrijfsactiviteiten op SBI 4 en 5 digit niveau waarbinnen zout, chloor, natronloog en waterstof een rol spelen als grond- of hulpstof

SBI code	Omschrijving
20	Chemische industrie
2011	Vervaardiging van industriële gassen
2012	Vervaardiging van kleur- en verfstoffen
2013	Vervaardiging van overige anorganische basischemicaliën
20141	Vervaardiging van petrochemische producten
20149	Vervaardiging van overige organische basischemicaliën
2015	Vervaardiging van kunstmeststoffen en stikstofverbindingen

SBI code	Omschrijving
2016	Vervaardiging van kunststof in primaire vorm
2017	Vervaardiging van synthetische rubber in primaire vorm
2020	Vervaardiging van verdelgsmiddelen en landbouwchemicaliën
2030	Vervaardiging van verf, vernis e.d., drukinkt en mastiek
2041	Vervaardiging van zeep, was-, poets- en reinigingsmiddelen
2042	Vervaardiging van parfums en cosmetica
2051	Vervaardiging van kruit en springstoffen en van lucifers
2052	Vervaardiging van lijm en bereide kleefmiddelen
2053	Vervaardiging van etherische oliën
2059	Vervaardiging van overige chemische producten (rest)
2060	Vervaardiging van synthetische en kunstmatige vezels
21	Farmaceutische industrie
2110	Vervaardiging van farmaceutische grondstoffen
2120	Vervaardiging van farmaceutische producten
22	Rubber en kunststofindustrie
2211	Vervaardiging van rubberbanden en loopvlakvernieuwing
2219	Vervaardiging van producten van rubber (geen banden)
2221	Vervaardiging v. platen, folie, buizen, profielen v. kunststof
2222	Vervaardiging van verpakkingsmiddelen van kunststof
2223	Vervaardiging van kunststofproducten voor de bouw
2229	Vervaardiging van overige producten van kunststof
23	Bouwmaterialen industrie
2311	Vervaardiging van vlakglas
2312	Vormen en bewerken van vlakglas
2313	Vervaardiging van holglas
2314	Vervaardiging van glasvezels
2319	Vervaardiging en bewerking van overig glas,
2320	Vervaardiging van vuurvaste keramische producten
2331	Vervaardiging van keramische tegels en plavuizen
2332	Vervaardiging van keramische producten voor de bouw

SBI code	Omschrijving
2341	Vervaardiging van huishoudelijk en sieraardewerk
2342	Vervaardiging van sanitair aardewerk
2343	Vervaardiging van isolatoren en keramisch isolatiemateriaal
2344	Vervaardiging van overig technisch aardewerk
2349	Vervaardiging van overige keramische producten (rest)
2351	Vervaardiging van cement
2352	Vervaardiging van kalk en gips
23611	Vervaardiging van producten voor de bouw van beton
23612	Vervaardiging van kalkzandsteen
2362	Vervaardiging van producten voor de bouw van gips
2363	Vervaardiging van stortklare beton
2364	Vervaardiging van mortel in droge vorm
2365	Vervaardiging van producten van vezelcement
2369	Vervaardiging van overige producten van beton, gips, cement
2370	Natuursteenbewerking
2391	Vervaardiging van schuur-, slijp- en polijstmiddelen

Bron: selectie TNO uit de Standaard Bedrijfsindeling (SBI-classificatie) van het CBS

Bijlage C

Input-output schets

Exiobase

Toeleverende sectoren aan de sector 'Overige delfstoffenwinning'

tabel c.1 laat zien wie de grootste leveranciers zijn van de sector "Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)". Zoals zo vaak zijn er een hoop leveringen binnen de eigen sector, omdat de sector een aggregaat is van bedrijven. Het gaat hier vaak om tussenleveringen. Daarnaast zijn de belangrijkste binnenlandse inputs van productie: "energie", "vervoer over water", "reparatie en installatie van machines", "holdings en managementadviesbureaus", "riolering, afvalbeheer en sanering", "groothandel en handelsbemiddeling", "chemische industrie", "waterleidingbedrijven", en "bankwezen". Deze zijn gezamenlijk goed voor meer dan 60% van de totale input (inclusief het buitenland).

Tabel C.1: Toeleveranciers aan de sector 'Overige delfstoffenwinning (geen olie/gas)' binnen NL (in mln euro)

Sector	Input	Sector	Input
Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)	162	Grond-, water- en wegenbouw	3
Energiebedrijven	30	Gespecialiseerde bouw	3
Vervoer over water	25	Juridische diensten en administratie	3
Reparatie en installatie van machines	21	Reclamewezen en marktonderzoek	3
Holdings en managementadviesbureaus	16	Overige zakelijke dienstverlening	3
Uitzendbureaus en arbeidsbemiddeling	16	Grafische industrie	2
Riolering, afvalbeheer en sanering	15	Aardolie-industrie	2
Groothandel en handelsbemiddeling	15	Rubber- en kunststofproductindustrie	2
Chemische industrie	14	Elektrotechnische industrie	2
Waterleidingbedrijven	11	IT-dienstverlening	2
Bankwezen	11	Diensten op het gebied van informatie	2
Exploitatie onroerend goed excl. eigen woningbezit	10	Openbaar bestuur en overheidsdiensten	2
Architecten-, ingenieursbureaus e.d.	10	Onderwijs	2
Machine-industrie	8	Houtindustrie	1
Metaalproductenindustrie	7	Detailhandel (niet in auto's)	1
Elektrische apparatenindustrie	7	Logiesverstrekking	1
Vervoer over land	7	Restaurants en cafés	1
Autohandel en -reparatie	5	Uitgeverijen	1
Schoonmaakbedrijven, hoveniers e.d.	5	Verhuur van roerende goederen	1

Sector	Input	Sector	Input
Telecommunicatie	4	Beveiligings- en opsporingsdiensten	1

Bron: TNO op basis van CBS

De input vanuit het buitenland is ongeveer 25% van de productiewaarde. tabel c.2 laat zien wie de grootste buitenlandse leveranciers zijn van de sector “Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)”. Het gaat om: “Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)” in het Verenigd Koninkrijk en Duitsland, “Cultivation of crops nec” in de rest van Europa, “Re-processing of secondary plastic into new plastic” in Frankrijk, “Casting of metals” en “Manufacture of other non-metallic mineral products n.e.c.” in Verenigd Koninkrijk, “Casting of Metals” in Frankrijk. Deze zijn gezamenlijk goed voor meer dan 50% van de totale buitenlandse input.

Tabel C.2: Buitenlandse toeleveranciers aan de sector ‘Overige delfstoffenwinning (geen olie/gas)’ in NL, 2019

Land	sector	Cumulatief % van import	Sector	Omschrijving
UKI	CHMF	12%	CHMF	Mining chemical/fertilizer minerals, salt production, other mining/quarrying n.e.c.
REU	OTCR	24%	OTCR	Cultivation of crops nec
FRA	PLAW	33%	PLAW	Re-processing of secondary plastic into new plastic
GER	CHMF	38%	METC	Casting of metals
UKI	METC	43%	ONMM	Manufacture of other non-metallic mineral products n.e.c.
UKI	ONMM	47%	CHEM	Chemicals nec
FRA	METC	51%	PIGS	Pigs farming
UKI	BRIK	54%	BRIK	Manufacture of bricks, tiles and construction products, in baked clay
REU	ONMM	57%	PLAS	Plastics, basic
UKI	CHEM	60%	CATL	Cattle farming
REU	CHEM	62%	MILK	Raw milk
FRA	ONMM	64%	FURN	Manufacture of furniture; manufacturing n.e.c. (36)
REU	CHMF	66%	FVEG	Cultivation of vegetables, fruit, nuts
FRA	PIGS	68%		
GER	BRIK	70%		
FRA	PLAS	71%	Land	Omschrijving
REU	BRIK	73%	FRA	France
GER	METC	74%	GER	Germany
FRA	CATL	76%	DEN	Denmark
FRA	MILK	78%	REU	Rest of Europe
FRA	FURN	79%	UKI	United Kingdom
REU	FVEG	80%	RWL	Rest of World

Bron: TNO op basis van EXIOBASE

Afnemende sectoren van de ‘Overige delfstoffenwinning’ in NL

tabel c.3 laat zien wie de grootste afnemers zijn van de sector “Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)”. Zoals zo vaak zijn er een hoop afnemers binnen de sector zelf, omdat de sector een aggregaat is van bedrijven. Het gaat hier vaak om tussenleveringen. Daarnaast zijn de belangrijkste binnenlandse afnemers van productie: “Grond-, water- en wegenbouw”, “Bouwmaterialenindustrie”, “Algemene bouw en projectontwikkeling”, “Chemische industrie”, “Landbouw”, . Deze zijn gezamenlijk goed voor meer dan 70% van de totale input (inclusief het buitenland).

Tabel C.3: Afnemers van de sector ‘Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)’ binnen NL (in mln eur, 2019)

Sector	output
Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)	162
Grond-, water- en wegenbouw	144
Bouwmaterialenindustrie	121
Algemene bouw en projectontwikkeling	120
Gespecialiseerde bouw	102
Chemische industrie	99
Landbouw	18
Openbaar bestuur en overheidsdiensten	8
Ondersteunende activiteiten delfstoffenwinning	5
Groothandel en handelsbemiddeling	4
Holdings en managementadviesbureaus	4
Schoonmaakbedrijven, hoveniers e.d.	4
Basismetalaalindustrie	1
Uitvoer	328
Consumptie	5

Bron: TNO op basis van CBS

De output van het buitenland is ongeveer 30%. tabel c.4 laat zien wie de grootste buitenlandse afnemers zijn van de sector “Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)”. Het gaat om de vrij grote sector: “Overige sectoren” in Duitsland, Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk, de rest van Europa, en de rest van de wereld. Daarnaast is “Wholesale and commission trade, except of motor vehicles” in de rest van de wereld van belang. Deze zijn gezamenlijk goed voor meer dan 60% van de totale buitenlandse output. Bedenk dat dit kwalitatieve beeld van de cijfers niet representatief hoeft te zijn voor de sector “zoutwinning” alleen, maar daar hebben wij geen goede gegevens voor kunnen vinden.

Tabel C.4: Buitenlandse afnemers van de sector 'Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)', 2019

Land	sector	Cumulatief % van export	sector	Omschrijving
RWL	OSEC	21%	TDWH	Wholesale and commission trade, except of motor vehicles (51)
REU	OSEC	38%	TDRT	Retail trade, except of motor vehicles; repair of household goods (52)
GER	OSEC	49%	OBUS	Other business activities (74)
RWL	TDWH	55%	COAL	Mining of coal and lignite; extraction of peat (10)
FRA	OSEC	61%	OFOD	Processing of Food products nec
UKI	OSEC	65%	OSEC	Other sectors
RWL	TDRT	68%	Land	
REU	TDWH	71%	FRA	France
RWL	OBUS	73%	GER	Germany
REU	TDRT	75%	DEN	Denmark
GER	COAL	77%	REU	Rest of Europe
RWL	CHEM	78%	UKI	United Kingdom
UKI	TDRT	80%	RWL	Rest of World

Bron: TNO op basis van EXIOBASE

Bijlage D

Review door de bedrijven Nobian, Frisia en Nedmag

Het ministerie van EZK heeft de bedrijven Nobian, Frisia en Nedmag verzocht om een controle op feitelijke onjuistheden in een conceptversie van dit rapport. Van alle drie de bedrijven ontvingen wij opmerkingen. Naar aanleiding hiervan hebben wij in de hoofdtekst van het rapport enkele zaken gecorrigeerd en aangescherpt. Daarmee hebben wij de meeste opmerkingen kunnen verwerken. Zo hebben wij in hoofdstuk 1 meer aandacht gegeven aan de specifieke toepassingen van magnesiumzout. Ook in paragraaf 3.1 noemen we nu expliciet dat deze analyse hoofdzakelijk betrekking heeft op natriumchloride en sluiten we af met een opmerking dat voor magnesiumzout evengoed geldt dat er maatschappelijke waarde uitgaat vanuit de diverse toepassingen van dit type zout. Daarnaast is nu expliciet een appreciatie van de Zoutimpactstudie van Roland Berger (2022) opgenomen (als Bijlage E), daar waar deze in de conceptversie vooral impliciet was middels verwijzingen naar bevindingen en overname van een figuur.

Naast opmerkingen over feitelijke onjuistheden en onduidelijkheden ontvingen wij ook enkele opmerkingen over omissies in het onderzoek, met concrete suggesties voor verbreding en verdieping van enkele aspecten. Niet al deze opmerkingen hebben wij kunnen verwerken in het rapport, omdat deze zaken niet passen binnen de scope van het onderzoek zoals wij die zijn overeengekomen met het ministerie van EZK.

Dit neemt niet weg dat enkele suggesties de moeite waard zijn om nader te onderzoeken. Dit betreft onder andere een bredere analyse naar de ontwikkelingen en het gebruik van natrium-gebaseerde batterijen in Europa versus China en een uitgebreide beschrijving van initiatieven en projecten in Europa. Het onderwerp (zout)batterijen en batterijtechnologie leent zich zondermeer voor vervolgonderzoek in een eigenstandig project.

Een ander onderwerp waarbij werd aangegeven dat een aantal aspecten uitgebreider toegelicht zou kunnen worden betrof de rol van zoutcavernes in de energietransitie. Over dit onderwerp hebben de TNO-AGE collega's (TNO, 2023) een uitgebreid onderzoeksrapport geschreven. Wij hebben er, binnen de scope van ons huidige onderzoek, bewust voor gekozen hier compact naar te verwijzen. Dit doet niets af aan het belang van dit onderwerp. Voor de argumentatielijn dat opslagcavernes voor waterstof een grote maatschappelijke waarde hebben – en daarmee zoutwinning in Nederland van belang is – was het niet nodig om alle details van de analyse van de TNO collega's over te nemen. Temeer omdat dit MKBA-rapport door het ministerie van Economische Zaken en Klimaat openbaar gemaakt zal worden. De betreffende TNO-AGE collega's hebben bovendien actief meegelezen bij de totstandkoming van dit rapport en concrete tekstsuggesties gedaan voor aanscherping en aanvulling op alle relevante aspecten die betrekking hebben op voorkomens van zout, zoutwinning, opslag in cavernes, neveneffecten en risico's.

De opmerkingen van Frisia, Nobian en Nedmag waren voor ons aanleiding om nog een intensieve reviewronde met de collega's van TNO-AEG in te bouwen in de aanloop naar de eindversie van dit rapport. Daarmee zijn een aantal zaken die betrekking hebben op de

ondergrond en neveneffecten van zoutwinning en opslag in cavernes uitgebreid en aangescherpt ten opzichte van de eerdere conceptversie die is gedeeld met de drie bedrijven.

Tot slot ontvingen wij opmerkingen over de ogenschijnlijk lage inschatting van directe en indirecte economische omvang van zoutwinning en gerelateerde industrie-activiteiten. Wij hebben getracht in het rapport zo duidelijk mogelijk aan te geven hoe een macro-economische schatting op het niveau van gegregeerde sectoren altijd een troebeler beeld oplevert dan het bottom-up beeld dat de drie bedrijven zelf hebben van hun directe afnemers en toeleveranciers. Daarbij is input-outputanalyse, als geëigende macro-economische analysemethode voor de samenhang tussen sectoren in economische waardeketens (in Nederland, inclusief import- en exportrelaties met het buitenland), redelijk 'streng' in het berekenen van multipliereffecten zonder dubbeltellingen binnen de grenzen van het bbp. Ook de onzekerheden en aannames die inherent verbonden zijn aan input-outputanalyse hebben wij expliciet benoemd in het rapport.

Wij hebben een schatting gemaakt van de economische waarde van zoutwinning en de doorwerking in zoutverwerking in de (chemische) industrie op basis van beschikbare macro-economische data. De schatting van indirecte effecten is daarin gebaseerd op kentallen voor een grotere sector, namelijk 'Overige delfstoffenwinning (exclusief olie en gas)'. Naast zoutwinning maakt ook de winning van zand, grind en klei onderdeel uit van deze sector in de SBI-classificatie. De indirecte effecten kunnen dus in werkelijkheid afwijken van deze grofmazige productbenadering, maar is wel de best mogelijke macro-economische schatting.

Bij de interpretatie van een dergelijke IO-analyse is het belangrijk om te beseffen dat de sector- of productclassificaties in de statistische bronnen kunnen afwijken van het bij het publiek bekende beeld over individuele bedrijven. Dit betekent dat de indirecte effecten van de chemische sector, als een van de afnemers van zoutwinning, ook van toepassing kunnen zijn op andere sectoren en producten in de economie. De Input-Output (IO) analyse corrigeert voor deze toekenning van afnemers van zoutwinning en hun gebruik van deze afnemers voor andere leveranciers. Daarom zal de totale som van directe effecten en de toekenning van indirecte effecten niet noodzakelijkerwijs overeenkomen met de omvang van individuele bedrijven. Dit komt doordat bedrijven soms actief zijn in meerdere sectoren zoals die worden gehanteerd in statistische classificaties, en deze bedrijven op hun beurt diensten en producten afnemen van andere sectoren in de economie. In de IO-analyse wordt de multiplier van zoutwinning in Nederland gelijktijdig geschat met alle toeleveranciers- en afnemerrelaties met alle sectoren in de economie. Dit levert een lagere schatting op dan wanneer bottom-up wordt gekeken naar de verhouding tussen kosten in een bedrijf of sector en de kosten van bedrijven of sectoren waaraan geleverd wordt.

Bijlage E

Appreciatie zoutimpactstudie Roland Berger (2022)

In opdracht van Nobian – een van de drie bedrijven die in Nederland betrokken is bij zoutwinning – heeft consultancy Roland Berger (2022) onderzoek uitgevoerd naar het belang van zout en zoutwinning voor de economie en maatschappij. De belangrijkste bevindingen en conclusies van deze Zoutimpactstudie zijn:

- › Zoutwinning uit eigen bodem biedt Nederland (en breder: West-Europa) leveringszekerheid van een cruciale grondstof voor industrie en maatschappij en maakt het strategisch onafhankelijk van andere landen voor de productie van essentiële materialen voor de economie en de energietransitie.
- › Er is onvoldoende capaciteit om zout op korte termijn uit andere plekken in Europa te halen. Daarnaast leidt de import van zout uit regio's buiten Europa tot een minder duurzaam alternatief.
- › Op de lange termijn is het behoud van zoutwinning in Nederland de meest duurzame optie voor chemische clusters in Noord West Europa.
- › Behoud van zoutwinning en chlooralkaliproductie in eigen land leidt daarnaast tot welvaarts- en baanbehoud in Nederland en West-Europa, zowel in de zoutwinning zelf als in de chemische industrie.
- › Zout kan in Nederland op een veilige en verantwoorde wijze worden gewonnen en onderscheidt het zich daarmee van de winning van andere grondstoffen, zoals bijvoorbeeld gas.
- › Zoutcavernes en elektrolysecapaciteiten kunnen worden ingezet voor het faciliteren van productie- en opslagcapaciteit voor waterstof.

Het rapport van Roland Berger bevat vier onderdelen:

1. de waarde van zout en zoutderivaten voor de chemische industrie en voor producten die we elke dag tegenkomen en/of cruciaal zijn voor een duurzame toekomst;
2. het proces van zoutwinning uit de Nederlandse bodem, op zichzelf en vergeleken met de winning van zout door verdamping en steenzoutmijn-bouw;
3. de rol van Nobian in de Nederlandse economie en in de energietransitie; en
4. de kritische succesvoorwaarden voor veilige, verantwoorde en duurzame zoutwinning in Nederland.

Wij hebben voor ons rapport met name gekeken naar de hoofdstukken over de waarde van zout en zoutderivaten (hoofdstuk 2) en het proces van zoutwinning (hoofdstuk 3). Ons beeld is dat deze twee hoofdstukken een accurate beschrijving van het proces van zoutwinning, verwerking in de industrie en de belangrijkste toepassingen in gerelateerde industriële processen en eindproducten geven. Om die reden verwijzen wij op meerdere plekken in ons rapport naar de bevindingen van Roland Berger en hebben we een figuur overgenomen.

Onze analyse van de economische en maatschappelijke impact overstijgt het individuele bedrijfsniveau. Wij beschouwen in onze macro-economische analyse alle zoutwinning in Nederland, als onderdeel van de sector 'Overige delfstoffenwinning (geen olie en gas)', de zoutverwerking (als onderdeel van de chemische industrie) en toepassing van zout als grond- en hulpstof in andere productieprocessen in de industrie. Zodoende reflecteren wij niet op de rol van individuele bedrijven. Het hoofdstuk over de rol van Nobian (hoofdstuk 4) in de Zoutimpactstudie van Roland Berger hebben wij daarom vooral gebruikt als naslagwerk voor feitelijke informatie over de aard en omvang van activiteiten van Nobian met betrekking tot zoutwinning en verwerking in Nederland.

In ons rapport gaan wij meer in algemene zin in op zaken die van belang zijn voor de Nederlandse economie, verduurzaming van de industrie, de energietransitie (waarvoor opslag van waterstof in zoutcavernes zeer van belang is) en neveneffecten van zoutwinning en opslag (bodemdaling, trillingen, fysieke veiligheid en gezondheid, maatschappelijke acceptatie en overige effecten). Al deze zaken zijn bepalend voor de maatschappelijke waarde van zout.

Er gaat directe maatschappelijke waarde uit van de vele gebruikstoepassingen van zout of afgeleide producten uit de chloor-alkali keten. Wat dat betreft onderschrijven wij het belang van de onderwerpen die door Roland Berger zijn opgenomen in de analyse en komen deze eveneens in ons rapport aan bod. Op verschillende plekken in ons rapport verwijzen wij naar het onderzoek van Roland Berger (2022). Tevens is een figuur overgenomen uit hun Zoutimpactstudie. Door ons rapport heen is er daarmee op verschillende analyse-onderdelen sprake van een impliciete appreciatie.

Wat betreft de inschatting van de directe en indirecte economische omvang van activiteiten hanteren wij in onze analyse een andere aanpak, en komen wij daarmee op een lagere inschatting. In de Zoutimpactstudie van Roland Berger (2022) wordt genoemd dat meer dan 10 duizend werknemers in de Nederlandse industrie (indirect) afhankelijk zijn van Nobian. Deze schatting berust op een ketenanalyse van directe werkgelegenheid bij Nobian zelf (in zoutwinning en verdere verwerking), indirecte werkgelegenheid in de belangrijkste toepassingen van zout en chloor (o.a. productie van PVC, PUR, epoxy en niet-chemische toepassingen van zout) en indirecte werkgelegenheid in andere toepassingen van (eind)producten uit de chloor-alkali keten (o.a. polycarbonaat, anorganische chemie, natronloog, waterstof) in andere productieprocessen.

Deze aanpak lijkt op de grofmazige schatting van de totale economische omvang van bedrijfsactiviteiten die zout als grond- of hulpstof gebruiken, welke wij in paragraaf 2.2.2 van ons rapport (Tabel 5) hebben opgenomen. Op die manier komen wij tot een schatting dat bedrijfsactiviteiten in Nederland waar in het productieproces 'zout stroomt' grofweg 8,8 miljard euro toegevoegde waarde voortbrengen, hetgeen overeenkomt met ongeveer 1 procent van het bbp. Daarbij dient opgemerkt te worden dat dit bedrag nog exclusief voedingsmiddelen is. De toegevoegde waarde van de Nederlandse voedingsmiddelenindustrie lag in de periode 2018-2022 tussen de 12 en 14 miljard euro (en maakte daarmee ongeveer 1,7% van het bbp uit). De voedingsmiddelenindustrie is ook een belangrijke afnemer van zout.

Bij onze schatting benoemen wij dat niet bekend is in welke mate de geselecteerde bedrijfsactiviteiten daadwerkelijk afhankelijk zijn van (Nederlands) zout. Aangezien wel zeker is dat de opgenomen bedrijfsactiviteiten in onze analyse niet volledig gerelateerd zijn aan zout – die bedrijfstakken produceren immers ook andere zaken waarvoor geen zout als grondstof of hulpstof nodig is, beschouwen we onze resultaten als een (ruime)

overschatting. Hier speelt mee dat een macro-economische analyse op het gegregeerde niveau van sectoren altijd grofmaziger is dan het nauwkeurig bottom-up volgen van de afnemers in het klantenbestand van Nobian en een beeld aan wie die afnemers op hun beurt toeleveren. In de CBS Nationale Rekeningen en daarbinnen de Gebruiktabel en Input-Output tabel verlies je dergelijk detail. Niettemin is input-outputanalyse de geëigende methode om keteneffecten van een volledige bedrijfsactiviteit (in dit geval zoutwinning), met de doorwerking via alle aanbod- en gebruikrelaties in Nederland en het buitenland door te rekenen – op zo'n manier waarop er geen dubbeltellingen optreden en effecten binnen de omvang van het bbp blijven.

Een ander aspect waarom het lastiger te zeggen is in hoeverre de bedrijvigheid in Nederland (en Europa) daadwerkelijk afhankelijk is van in Nederland gewonnen zout, is de mogelijkheid tot imports substitutie. Bedrijven aan wie Nobian levert zouden strikt genomen ook door (buitenlandse) concurrenten bediend kunnen worden. Er zal in die zin niet in alle gevallen sprake zijn van een volledige afhankelijkheid van het bedrijf Nobian. Wel zijn hier de nodige nuanceringen op zijn plaats, zoals sterke verwevenheid van industriële processen en ketens die maken dat zoutwinning, verdere verwerking en toepassing vaak in elkaars nabijheid plaatsvinden. En het feit dat het importeren van zout van verder weg zal leiden tot hogere transportkosten, aanzienlijke CO₂-emissies, extra energieverbruik en mogelijk een minder milieuvriendelijke benadering bij de zoutwinning vergeleken met de winning in Nederland. Zoutwinning in Nederland draagt kortom bij aan lagere kosten voor de verwerkende industrie in Nederland. In een markt waarin energiekosten en de kosten van het bulkgoed zout relatief zwaar meewegen en winstmarges beperkt zijn, werken dergelijke kostenstijgingen door in de concurrentiepositie. Ook heeft zoutwinning in Nederland minder risico's op verstoringen in de toelevering ten opzichte van import van verder weggelegen winningsgebieden. Bedrijfseconomische overwegingen spelen daarmee ongetwijfeld een belangrijke rol voor keuzes die industriële bedrijven maken over hun toeleveranciers van zout en afgeleide producten.

Naast de voorkomens van zout en daarmee alternatieve winningslocaties is de winnings- en verwerkingscapaciteit in industriële processen (het zuiveren van de pekelen en indampen naar vacuümzout e.d.) een bepalend aspect. In Nederland zijn de winning en verdere verwerking naar zuiver industriezout geïntegreerd in de bedrijfsprocessen van de zoutwinningsbedrijven zelf. Daarmee is rondom de zoutwinning in Nederland voldoende industriële verwerkingscapaciteit beschikbaar om zout met de benodigde kwaliteit en zuiverheid voor diverse industriële afnemers (zoals der chloor-alkali keten) te garanderen. Zonder zoutwinning in Nederland is het maar de vraag of deze verwerkingscapaciteit als zelfstandige activiteit rendabel zou kunnen voortbestaan.

De analyse van Roland Berger (2022) benoemt dat er in Europa geen mogelijkheid bestaat om binnen afzienbare tijd (geteld in jaren) de volumes te vervangen die nu in Nederland worden gewonnen. Deze winningscapaciteit, met de benodigde kwaliteit, is volgens hen elders in Europa niet toereikend.

Wij kunnen binnen de scope van ons onderzoek onvoldoende overzien wat buitenlandse partijen met bestaande winningscapaciteit op korte termijn zouden kunnen leveren. Dit is onder meer afhankelijk of een andere partij de productiecapaciteit vrij heeft en welke investering deze partij zou moeten doen om het productieproces aan te passen voor de benodigde zuiverheid. Wel achten wij het waarschijnlijk dat het inrichten van een winnings- en productieproces op een nieuwe (buitenlandse) locatie een langdurige traject is, o.a. vanwege vergunningaanvragen, exploratie, definitieve investeringsbeslissingen (FID's) voor

aanleg van de zoutwinnings- en verwerkingsinfrastructuur, boren en opstarten van de winning, het aanleggen van pekeltransportleidingen, e.d.

Onze slotsom is dat beschikbaarheid van zout vanuit de voorkomens, of pekels die nu in Duitsland bij de realisatie van opslagcavernes als afvalstof wordt geloosd, geen beperkende factor voor importsubstitutie hoeft te zijn; de winnings- en verwerkingscapaciteit is dat (op korte termijn) mogelijk wel.

Alles overziend komen wij, op basis van een macro-economische schattingsmethode met bijhorende onzekerheden en minder detailinzicht in concrete klant- en toeleverancierrelaties, tot een kleinere doorwerking van zoutwinning in Nederland naar indirecte- en tweede-orde effecten. Niettemin herkennen we de hoofdlijnen uit het Roland Berger onderzoek, met de relevante economische ketenrelaties en elementen die van belang zijn voor de inschatting van de maatschappelijke waarde van zout. Onze studie bevat grotendeels dezelfde analyse-elementen als de Zoutimpactstudie van Roland Berger. Daarmee komen wij op hoofdlijnen tot gelijksoortige inzichten en conclusies over de economische- en maatschappelijke waarde van zout.

ICT, Strategy & Policy

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

TNOvector