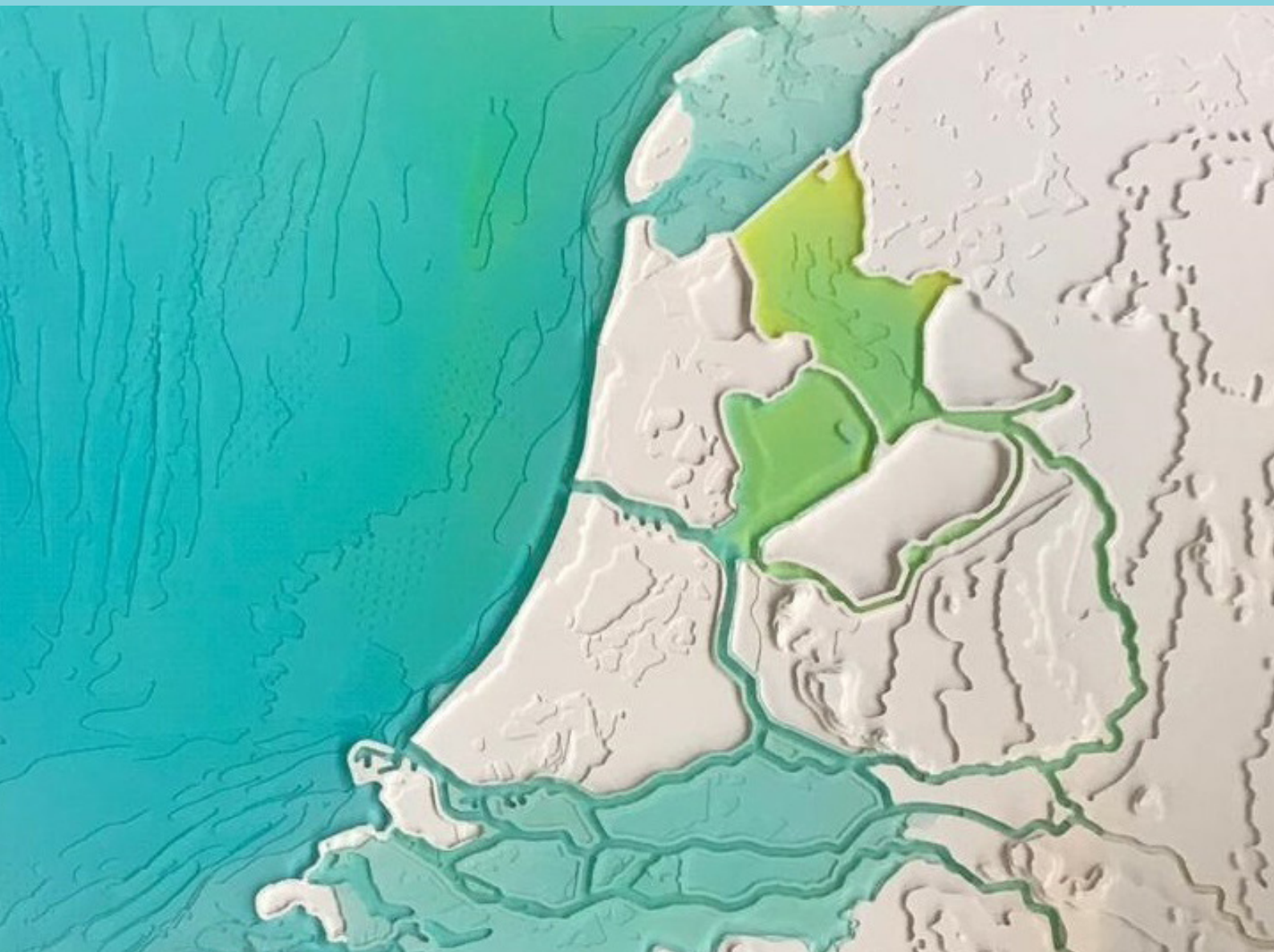


Het waterbeheer van de toekomst

Lesmateriaal VWO3



Inleiding

Beste docent,

Voor je ligt het lespakket 'Het waterbeheer van de toekomst', hetgeen is bedoeld om bij leerlingen van het voortgezet onderwijs bewustzijn te creëren over de toekomstige wateropgaven waar Nederland mee te maken krijgt. Enerzijds door hen te onderwijzen over de watergeschiedenis van Nederland, anderzijds door hen te stimuleren met de huidige waterbeheerders mee te denken over de toekomst van het water in Nederland.

Centraal in het lespakket staat het werken met de 3D Waterkaart. Daarnaast vind je lessen over de toekomstige, regionale wateropgaven in Nederland. Thema's waar de leerlingen actief mee aan de slag gaan in de klas:

- De waterketen als hulpmiddel om de thema's, die in dit lespakket worden behandeld, in hun onderlinge verband en bredere context te begrijpen;
- De invloed van klimaatgedreven verzilting op de nationale zoetwatervoorziening;
- De opgave voor waterveiligheid als gevolg van klimaatverandering;
- Economische betekenis van natuurlijke watersystemen en droge en natte infrastructuur;
- Klimaatverandering en duurzaamheid als twee kanten van dezelfde medaille.

Opzet van lespakket in vroeger, nu en later

Om met de toekomstige regionale opgaven aan de slag te kunnen gaan, hebben de leerlingen achtergrondinformatie per opgave nodig. Om die reden bestaat het lespakket uit kennislessen bij elke opgave, waarbij een opzet van 'vroeger – nu – later' is gehanteerd. Via de kennislessen krijgen de leerlingen informatie over het waterbeheer in het verleden ('vroeger'), over hoe de situatie nu is en het ontstaan van de drie regionale opgaven (het 'nu') en tenslotte gaan de leerlingen aan de slag met een opdracht, gericht op het waterbeheer van de toekomst ('later').

Deze handleiding geeft een aantal voorbeelden en ook handvatten voor het invullen van de lessen en is als volgt samengesteld:

- Les 1: 3D waterkaart van Nederland
- Les 2: Geschiedenis van het water
- Les 3: De waterketen
- Les 4: Verzilting
- Les 5: Waterveiligheid
- Les 6a t/m c: Economische betekenis – De Veluwe – Amsterdam-Rijnkanaal – De Rotterdamse Haven
- Les 7: Klimaatverandering en duurzaamheid

Per thema staan in deze handleiding de volgende punten beschreven:

- lesdoel;
- introductie op het thema (onderwerpen die de leerkracht in de voorbereidende les ter sprake kan laten komen);
- opdrachten behorende bij de achtergrondinformatie over de regionale opgave;
- websites en literatuurverwijzingen.

Relevante tijdschriften met achtergrondartikelen (optionele achtergrondliteratuur):

- H₂O: www.h2owaternetwerk.nl
- Geotechniek: www.vakbladgeotechniek.nl
- Civiele Techniek: www.civieletechniek.net
- VLOT: www.vlotmagazine.nl
- Water governance: www.water-governance.nl

Excursiemogelijkheden

Naast het behandelen van de stof in dit lespakket, kun je er als docent ook voor kiezen om het verhaal nog sprekender te maken door een bezoek te brengen aan het Nederlands Watermuseum te Arnhem.

Bij dit lespakket kun je de 3D waterkaart van Nederland inclusief hoogtekaart inzetten. Voor meer informatie zie www.watermuseum.nl.

We wensen jou en jouw leerlingen veel plezier en inspiratie toe bij het lespakket!

Inhoudsopgave

Algemene inleiding op lespakket	Pagina 2
Samenvatting en overzicht van lesinhoud	Pagina 5
Les 1: 3D waterkaart van Nederland	Pagina 14
Les 2: Geschiedenis van het water	Pagina 23
Les 3: De waterketen	Pagina 28
Les 4: Verzilting	Pagina 38
Les 5: Waterveiligheid	Pagina 44
Les 6: Economische betekenis	Pagina 50
6a: De Veluwe	Pagina 51
6b: Amsterdam-Rijnkanaal	Pagina 55
6c: De Rotterdamse Haven	Pagina 61
Les 7: Klimaatverandering en duurzaamheid	Pagina 64
Colofon	Pagina 71

Lesinhoud en -opzet

In dit lespakket zijn 7 lessen ondergebracht. De lessen kunnen zowel los als in totaliteit behandeld worden door de docent. Onderstaand is een overzicht gegeven van de lessen, wat de strekking is van de inhoud per les (samenvatting), wat je nodig hebt om deze les te geven, welk type werkvorm er gebruikt wordt en enkele informatiebronnen of excursiemogelijkheden. Voor verdere verdieping is er ook een uitgebreidere uitleg per les gegeven in het volledige lespakket, waarvan de kern hier zal worden samengevat.

Les 1 3D waterkaart van Nederland

Inhoud samenvatting

Praktische, inspirerende les waarin met de 3D waterkaart wordt gewerkt. Er kan worden besproken wat klimaatverandering betekent voor Nederland door o.a. te bespreken wat er op de kaart te zien is, welke plekken je herkent, waar liggen hoge en lage punten, welke rivieren zie je, wat gebeurt er als je hard blaast (storm simuleren), etc.

Werkvormen

Tijdens deze les zal spelenderwijs antwoord gegeven worden op een aantal vragen en kunnen de leerlingen zien en ervaren wat water kan doen met ons land. Suggesties voor vragen staan vermeld bij de opdrachten van deze les.

Benodigheden

- 3D waterkaart
- Instructiefilmpje zie www.watermuseum.nl/educatie/op-locatie/
- Emmer en maatkan
- Water en kleurstoffen
- Camera
- Afwasmiddel
- Een waterpas
- Handdoeken

Les 2 Geschiedenis van het water

Inhoud samenvatting

Na deze les kennen de leerlingen de geschiedenis van mens en water van Nederland op hoofdlijnen, kunnen de leerlingen op een kaart aanwijzen hoe je aan namen kan zien dat er ergens vroeger water was, ze kennen een paar waterlopen en kunstwerken in hun eigen omgeving en weten waarom die er zijn. In de les wordt o.a. besproken hoe mensen in verschillende tijden leefden in Nederland. Vanaf de elfde eeuw werden er terpen en dijken gebouwd om men te beschermen tegen het water. Ook wordt verstedelijking en het wonen langs rivieren besproken. Al vanaf de 17e eeuw wordt er in Nederland grond drooggemaakt voor landbouw of wonen. Waar in de eeuwen voor 1900 de nadruk lag op de strijd tegen het water, geven de negentiende en twintigste eeuw een ander beeld. Ondanks de regelmatige watersnoodrampen tot aan 1953 gaat de strijd tegen het water geleidelijk over in beheersing ervan. Voorbeelden daarvan zijn de droogmaking van omvangrijke meren als het Haarlemmermeer en de Zuiderzee, de kanalisering van de grote rivieren en natuurlijk de Deltawerken.

Vanaf de 19e en 20e eeuw neemt de bevolking in hoog tempo toe en begon de economie door industrialisatie explosief te groeien. Dit verhoogde de druk op de natuur en de watersystemen in het bijzonder. Dit is terug te zien in de teruggang van de visstand en toename van vervuiling in water. Door het graven van kanalen en aanpassen van rivieren nam de natuurlijke veerkracht van watersystemen af waardoor bestaande waterproblematiek verder zou toenemen. In de jaren 90 is hiertoe een heel succesvolle beleidslijn geïntroduceerd genaamd "ruimte voor de rivier" waar is ingezet op een meer duurzame aanpak van hoogwaterproblematiek waar ook rekening wordt gehouden met ecologische, landschappelijke en cultuurhistorische waarden van het rivierengebied.

Werkvormen

Tijdens deze les zal op basis van informatie van de lesinhoud en door gebruik te maken van internet, de Bosatlas en andere kaarten de watergeschiedenis van Nederland behandeld worden.

Benodigdheden

- Bosatlas
- Kaart van eigen provincie
- Kaart van eigen stad of omgeving (stadsplattegrond)
- Internettoegang
- Werkbladen

Les 3 De waterketen

Inhoud samenvatting

Het doel van deze les over de waterketen is de leerlingen voldoende achtergrondinformatie te bieden over de waterketen. Hierdoor zijn de leerlingen in staat om de thema's die in de andere lessen behandeld worden, in hun onderlinge verband en bredere context te begrijpen. In deze les komen de waterkringloop en de waterketen aan bod. De waterkringloop legt de nadruk op het natuurlijk systeem van water (zonder ingrijpen van de mens): regen / sneeuw - grondwater / rivieren / zee - verdamping.

Binnen de waterkringloop bevindt zich de waterketen, waarbij de nadruk ligt op het gebruik van water door de mens. De waterketen is op te knippen in: het onttrekken van grondwater en oppervlaktewater door waterleidingbedrijven, bedrijven en particulieren - het gebruik van drinkwater door de gebruikers (zoals burgers, consumenten, boeren, natuurorganisaties, industrie) - afvalwaterzuivering door de waterschappen en bedrijven. In de tekst behorende bij de les worden de volgende onderwerpen behandeld: waterkringloop, onttrekking van water aan oppervlakte- en grondwater, drinkwaterbereiding door drinkwaterbedrijven, distributie door waterleiding (bedrijven), gebruik van water, riool, watervervuiling, waterbeheer, waterschappen, Rijkswaterstaat.

Werkvormen

Deze les is voornamelijk informatief om de context goed te schetsen. De les kan door de aardrijkskunde docent verzorgd worden. Eventueel met een gastles van een expert. Er zijn geen opdrachten aan deze les verbonden.

Benodigheden

N.v.t.

Les 4 Verzilting

Inhoud samenvatting

Deze les gaat in op het thema waterkwaliteit en de problematiek rondom verzilting. Verzilting is het geleidelijk toenemen van het zoutgehalte in de bodem, water of lucht. Verzilting treedt op wanneer de invloed van brakke kwel (oud zilt grondwater) in diepe polders en droogmakerijen niet kan worden gecompenseerd door de aanvoer van regenwater of zoet oppervlaktewater. Doorspoelbeleid is een begrip uit het Nederlandse Waterbeheer. Het omvat alle afspraken die gemaakt zijn over het bestrijden van te hoge zoutgehaltes en vervuiling in de Nederlandse polder-boezemstelsels door deze regelmatig met zoetwater door te spoelen. In landbouwgebieden mag het niet te zout worden omdat dit schade aan de gewassen oplevert. In tijden van droogte, en er geen natuurlijke doorspoeling is van zoetwater, wordt het systeem doorgespoeld met water van andere plekken – bijvoorbeeld een nabijgelegen rivier of kanaal.

Tijdens extreem droge perioden, waarbij gedurende lange tijd geen neerslag valt in het stroomgebied van de Rijn, kan de zoetwateraanvoer in zuidwestelijk Nederland in gevaar komen. Door de lage rivierafvoeren krijgt het zout op de Noordzee kans om landinwaarts op te rukken. Wanneer een rivier te zout dreigt te worden, wordt dit weleens aangevuld met water uit het Amsterdam-Rijnkanaal. Dit gebeurt gemiddeld eens in de 12 jaar. Klimaatverandering leidt waarschijnlijk tot meer en langere droogteperioden. Hierdoor zullen vaker zoetwatertekorten ontstaan, met als gevolg zoutpieken door brakke kwel of inlaat van brak water. Zoutpieken kunnen schade toebrengen aan zoetwaterafhankelijke natuur; in Nederland lijkt 68% van de natuur potentieel gevoelig en 19% zeer gevoelig voor verzilting. Maar verzilting kan ook een kans zijn voor natuur. 'Meegroeien met de zee', herstel van zoet-zoutovergangen en ruimte voor natuurlijke peilfluctuatie krijgen steeds meer aandacht in het beleid en beheer met betrekking tot water en natuur. Het toelaten van verzilting kan ruimte scheppen voor nieuwe brakwaternatuur met soorten die zeldzaam zijn geworden door de afsluiting van de zeearmen. Ook kan de teelt van gewassen, natuurontwikkeling en energiewinning een mogelijke kans zijn bij verzilting.

Werkvormen

Deze les is voornamelijk informatief. Het gaat o.a. in op verzilting als natuurlijk effect, maar ook op de invloed van klimaatverandering op verzilting. De kennis die de leerlingen opdoen wordt getoetst met een 4-tal pittige vragen aan het einde.

Benodigdheden

- Werkbladen

Les 5 Waterveiligheid

Inhoud samenvatting

Het doel van deze les is om de leerlingen bekend te maken met de thematiek rondom waterveiligheid. Na deze les weten ze welke problematiek rondom dit thema in het verleden heeft gespeeld, tot welke beslissingen en/of aanpakken dit heeft geleid en weten dit te koppelen aan de huidige opgaven voor waterveiligheid.

In 1993 zorgde hoogwater op verschillende plaatsen langs grote rivieren voor veel overlast. In 1995 was er een hoogwatergolf, de hoogste sinds 1926, waardoor 250.000 mensen geëvacueerd moesten worden vanwege het gevaar van dijkdoorbraken. Waterveiligheid in Nederland is een belangrijk thema waar we als Nederlanders heel bekend mee zijn. Nu klimaatverandering de waterveiligheid verder onder druk zet wordt er gewerkt aan 'meerlaagsveiligheid'; veiligheid wordt gewaarborgd op meerdere lagen namelijk:

- Het voorkomen van overstromingen;
- Realiseren van duurzame ruimtelijke planning (waterveiligheidsrisico's meenemen in ruimtelijke plannen);
- Rampenbeheersing bij overstromingen – een goede voorbereiding is essentieel.

Tegenwoordig wordt al getest met sensoren om dijkdoorbraken te kunnen voorspellen en ons hier tijdig voor te waarschuwen. In de jaren 70 is een systeem ingesteld met 53 dijkkringen, elk met een ander veiligheidsniveau uitgedrukt in overstromingskans. De maatregelen die we nu hebben op waterveiligheid bevinden zich allemaal binnen het speelveld van de vastgestelde dijkkringen, terwijl het risico door bevolkingsgroei en grote investeringen binnen de dijkkringen is toegenomen. Dit vraagt om innovaties en nieuwe maatregelen rondom 5 fasen om overstromingsrisico te verminderen; proactief, preventie, preparatie, respons en nazorg. De Nederlandse regering stelt ook onafhankelijke commissies in voor waterveiligheid. Zo is er nagedacht over hoe Nederland tot 2100 beschermd moet worden tegen de gevolgen van klimaatverandering middels het Deltaprogramma. Het Deltaprogramma moet Nederland beschermen tegen hoogwater, moet Nederland klimaatbestendig en waterrobuust inrichten en zorgen voor voldoende zoetwater.

Werkvormen

Deze les is voornamelijk informatief. De kennis die de leerlingen opdoen wordt getoetst met twee vragen aan het einde.

Benodigdheden

- Werkbladen
- Internettoegang

Les 6 Economische betekenis: overkoepelend thema voor kennislessen 6a t/m 6c

Het doel van deze lessen is om de leerlingen bekend te maken met de wijze waarop gebieden, vaarwegen en havens een economische betekenis kunnen hebben voor Nederland. Na deze les weten ze welke problematiek rondom dit thema in het verleden heeft gespeeld, tot welke beslissingen en/of aanpakken dit heeft geleid en weten dit te koppelen aan de huidige opgaven voor de Veluwe als zoetwaterbron, de Rotterdamse haven en het Amsterdam-Rijnkanaal. Het Nederlandse rivierenstelsel is ingericht om smelt- en regenwateroverschot zo snel mogelijk af te voeren. Zoetwater voor de industrie en drinkwater komt nu voornamelijk uit de ondergrond (63%), daarna uit oppervlaktewater (36%) en uit de duinen (1%). Tijdens extreme droogte is het een uitdaging om iedereen van voldoende zoetwater te voorzien en de belangen rondom zoetwater zullen de komende jaren alleen nog maar toenemen (door klimaatverandering, verzilting, bevolkings- en economische groei). Een tekort aan zoetwater heeft ook impact op waterafhankelijke sectoren zoals de landbouw, scheepvaart en veel industrie waarmee ze een aandeel van zo'n 16% in de nationale economie hebben. Omdat het zo belangrijk is om voldoende en veilig zoetwater te hebben wordt er gekeken naar hoe we zoveel mogelijk water vast kunnen houden en bergen in de regio zonder het direct af te voeren. Ook zal het beschikbare water zuiniger en effectiever gebruikt moeten worden om zo watertekorten te voorkomen.

Les 6a De Veluwe als zoetwaterbron

Inhoud samenvatting

De Veluwe is een overwegend beboste landstreek in de provincie Gelderland en beslaat zo'n 1000 km². Het Nationaal Park de Hoge Veluwe is gelegen in het zuidwesten van de Veluwe en beslaat met 5.400 hectare minder dan een twintigste deel van de Veluwe. De Veluwe heeft met zijn ondergrondse watervolume het tienvoudige van het volume van het IJsselmeer. Dit ondergrondse grondwater kan als het schoonste drinkwater van Nederland worden beschouwd. Ook ver vanaf het Veluwemassief is dit schone zoete water terug te vinden in de ondergrond. Zo zijn er drinkwaterwinningen in Flevoland en het rivierengebied, waar het Veluws water ook gewonnen wordt. De Veluwe kan daarmee worden beschouwd als een zeer belangrijke waterbron voor een groot deel van Nederland, die momenteel ook bedreigd door de klimaatverandering. Door verbeteringen aan te brengen aan het (natuurlijke) watersysteem hier, kan de regio (Arnhem – Nijmegen – Foodvalley) uitgroeien tot de zoetwaterkraan van Nederland met wellicht zelfs internationale betekenis.

Werkvormen

Deze les is voornamelijk informatief. De kennis die de leerlingen opdoen wordt getoetst met twee vragen aan het einde.

Benodigheden

- Werkbladen
- Internettoegang

Les 6b Amsterdam Rijnkanaal

Inhoud samenvatting

Het Amsterdam-Rijnkanaal is een 72 km lange waterweg, sinds 1952 in gebruik, tussen Amsterdam en Tiel. Het kanaal vormt een belangrijke schakel in de verbinding tussen de Amsterdamse haven (en via het Noordzeekanaal, IJmuiden) en de Duitse gebieden langs de Rijn. Het Amsterdam-Rijnkanaal en Noordzeekanaal zijn belangrijke wateren voor de waterhuishouding in West-Nederland en voor de scheepvaart tussen Amsterdam en de Noordzee, Rotterdam en Duitsland. Dit kanaal is van nationale economische betekenis. Goederenvervoer wordt door het Rijk zoveel mogelijk over het water of spoor gestuurd, waar het Amsterdam-Rijnkanaal een belangrijke rol in speelt. Daarnaast is dit kanaal van belang voor de aan- en afvoer van zoetwater en voor drinkwatervoorziening.

Het kanaal is in eerste instantie aangelegd voor scheepvaart, maar nu speelt waterhuishouding ook een steeds belangrijkere rol. Ook voorziet het in water aan- en afvoer voor omliggende rivieren en kanalen. Het is belangrijk dat de waterstand in het kanaal niet te veel fluctueert zodat de scheepvaart kan blijven doorvaren. In droge perioden wordt zoetwater uit het kanaal vervoerd naar de waterschappen voor zoetwatervoorziening en tegen verzilting. Ook speelt het kanaal een rol in de natuur door plekken te creëren waar dieren het water in en uit kunnen. Daarnaast wordt het water uit het Amsterdam-Rijnkanaal ook gebruikt voor het winnen van koelwater en viswater.

De toekomstige functies van het Amsterdam-Rijnkanaal worden bepaald door drie ontwikkelingen:

- de klimaatverandering (meer hoogwater en laagwater, moeite met aan- en afvoer van zoetwater),
- de uitbreiding van de stad Utrecht in westelijke richting;
- de verwachte toename in vervoer over water door middel van de binnenvaart.

Werkvormen

Deze les is voornamelijk informatief. De kennis die de leerlingen opdoen wordt getoetst met drie vragen aan het einde.

Benodigheden

- Werkbladen
- Internettoegang

Les 6b De Rotterdamse Haven

Inhoud samenvatting

De haven van Rotterdam is het grootste haven- en industriecomplex van Europa met een totale goederenoverslag van 469,4 miljoen ton goederen (in 2019). Het bestaat uit een samenstel van verschillende havenbekkens en bedrijfsterreinen die ten dienste staan van de aan- en afvoer van goederen van de aan de havens gevestigde (petro)chemische en andere industrieën, en de op- en overslag van goederen van derden voor verder transport. Rotterdam had tussen 1962 en 2004 de grootste haven ter wereld, maar deze positie is overgenomen door Shanghai.

De haven nam in 2019 12713 hectare in beslag en strekt zich uit over een lengte van 42 kilometer. Mede door de schaalvoordelen die een haven van deze omvang kan bieden is Rotterdam al jarenlang een van de meest favoriete havens voor de aanschaf van brandstof. Rotterdam geldt als de voordeligste bunkerlocatie in Europa. De haven van Rotterdam ligt direct gelegen aan de Noordzee en is 24 uur per dag onbelemmerd bereikbaar. De consumenten kunnen binnen 24 uur bereikt worden via de weg, spoor, binnenvaart, feeder of korte zee- en kustvaart en pijpleidingen.

De haven van Rotterdam is belangrijk op het gebied van overslag van containers en massagoederen, ook wel 'bulkoverslag' genoemd, zoals aardolie, chemicaliën, kolen en ertsen. De natte bulk nam daarbij ruim de helft voor zijn rekening, de droge bulk een zesde. Containeroverslag met bedrijven als Europe Container Terminals maakt bijna een derde deel van het totaal. De haven van Rotterdam is, evenals de haven van Amsterdam, een van de twee grootste petroleum- en kolenhavens van Europa. De haven biedt directe werkgelegenheid aan ongeveer 385.000 mensen.

Werkvormen

Deze les is voornamelijk informatief. De kennis die de leerlingen opdoen wordt getoetst met 2 vragen aan het einde.

Benodigheden

- Werkbladen
- Internettoegang

Les 7 Klimaatverandering en duurzaamheid

Inhoud samenvatting

Het doel van deze les is om de leerlingen bekend te maken met de uitdagingen van klimaatverandering en de relatie tussen water en energie. Na deze les weten ze welke problematiek rondom dit thema speelt en wat de langetermijnvisie voor energie en water is, vooral in relatie met de Noordzee.

In Europa stijgt de temperatuur deze eeuw met 1 tot 6 graden Celsius en de toekomst brengt ons meer warmte, droogte, neerslag, meer en hardere wind en een stijgende zeespiegel (in de komende eeuw 35–85 cm). Ook de rivieren krijgen met meer piekbelasting te maken. Het onder controle houden van het watersysteem is een belangrijke voorwaarde voor leven in Delta Nederland. Waar de laatste watersnoodrampen lang geleden lijken, is klimaatverandering zijn tol aan het eisen waardoor waterveiligheid niet vanzelfsprekend is.

Water biedt echter ook een kans, voor bijvoorbeeld toepassingen van innovaties en energie, waaronder ook in de Noordzee. Nederland heeft baat bij een veilige, schone, gezonde en ecologisch diverse Noordzee die bijdraagt aan de economische en maatschappelijke behoeften. De zee heeft ook een belangrijke sociaal-culturele en historische betekenis voor Nederland en is een bron van kennis. De zee kan alleen optimaal bijdragen als de natuurlijke veerkracht (verder) wordt hersteld en uitgebouwd en de aantrekkingskracht van de zee behouden blijft voor iedereen. Het gebruik van de zee is in transitie. Tot aan 2050 is de focus voor de Noordzee op de volgende thema's: bouwen met de Noordzeenatuur, energietransitie op zee, meervoudig/multifunctioneel gebruik van de ruimte, verbinding van land en zee en bereikbaarheid/scheepvaart. Hierbij spelen internationale samenwerking en kansen voor export een belangrijke rol. Meervoudig ruimtegebruik is een belangrijke grondslag. Functies met nationaal belang zijn; olie- en gaswinning, CO₂-opslag, zeescheepvaart, zandwinning, opwekking van duurzame energie en defensie.

Windenergie op zee is een belangrijk deel van de toekomstige Nederlandse energievoorziening. Ze hebben nu een capaciteit van ca. 1000 megawatt (MW), waar tot 2023 minstens 3500 MW aan toegevoegd wordt met een standaard concept van 700 MW per aansluiting. TenneT legt het net aan tegelijkertijd met de bouw van het windmolenpark.

Naast de welbekende "groene energie" bestaat er tegenwoordig ook steeds meer "blauwe energie" die afkomstig is uit osmose, dat wil zeggen uit verschillen in zoutconcentratie van twee watermassa's. Blauwe energie genereert, net als groene energie, geen uitstoot en is daarmee een duurzaam alternatief voor fossiele brandstoffen.

Werkvormen

Deze les is voornamelijk informatief. De kennis die de leerlingen opdoen wordt getoetst met 3 vragen aan het einde.

Benodigheden

- Werkbladen
- Internettoegang

Les 1 3D waterkaart van Nederland



Lesdoel

Na deze les zijn de leerlingen bekend met de 3D waterkaart van Nederland, hebben ze verschillende opdrachten met de kaart gedaan en hebben ze nagedacht over wat klimaatverandering voor Nederland betekent.

Benodigheden

- 3D waterkaart van Nederland
- Emmer en maatkan
- Water en kleurstoffen om het water te kleuren
- Camera (om de verschillende situaties van bovenaf vast te leggen)
- Afwasmiddel
- Een waterpas (de bak moet waterpas staan)
- Handdoeken
- Instructiefilmpje zie www.watermuseum.nl/educatie/op-locatie/

Instructie gebruik 3D waterkaart

Om het water beter zichtbaar te maken en het verschil tussen zoet en zout water te kunnen zien, moeten er kleurstoffen worden toegevoegd aan het water. Blauwe kleurstof kan gebruikt worden voor het zoute water in de Noordzee. Geel voor het zoete water afkomstig van de rivieren. Om het water beter te laten stromen, moet een klein beetje afwasmiddel worden toegevoegd aan het gele rivierwater. Na afloop is het van belang de bak weer goed schoon te maken door te schrobben met een afwasborstel en goed na te spoelen met water.

Introductie bij opdrachten en de 3D waterkaart

De les met de 3D waterkaart wordt begeleid door een docent. Straks ga je als docent met maximaal 10 leerlingen om de waterkaart heen staan. Aan de hand van (interactieve) vragen zullen verschillende facetten van de waterkaart aan bod komen evenals een eerste kennismaking met watervraagstukken. Bijvoorbeeld; wat zie je op de kaart, herken je hoge en lage punten,

wat gebeurt er als er meer zeewater wordt toegevoegd en wat gebeurt er als je hard gaat blazen? De vragen/opdrachten hebben soms geen standaard antwoord. De docent zal hier zelf een inschatting moeten maken of de door de leerlingen gegeven antwoorden juist zijn. Na de opdrachten staat extra achtergrondinformatie over klimaatverandering, hoogwater, laagwater en kustbescherming. Dit kan ter inspiratie worden gebruikt voor een verdiepende discussie met de leerlingen.

De 3D Waterkaart

De 3D waterkaart is een 3D verbeelding van de hoogtekartaal van ons land. In 2019 is de waterkaart vernieuwd en zijn er elementen aan de kaart toegevoegd die ons waterlandschap hebben veranderd of zelfs nog gerealiseerd moeten worden. Hieronder wordt beschreven welke elementen dit zijn.

De Noordwaard

De voormalige Noordwaardpolder is een gebied van zo'n 4.450 hectare, gelegen tussen de Brabantse Biesbosch en de rivier de Nieuwe Merwede. De Noordwaard werd ontpolderd door de dijken aan de rivierzijde te verlagen tot 2 meter boven NAP en dijkkring 24 (Land van Altena) te verkleinen. Door de ontpoldering is de waterveiligheid in het benedenrivierengebied vanaf Gorinchem vergroot, doordat het rivierwater uit de Merwede (Rijn) bij hoogwater (> 2 meter) door de Noordwaard kan stromen richting Noordzee.¹

<https://www.google.com/maps/place/Noordwaard+Polder>



Marker Wadden

Het project Marker Wadden is een initiatief van Natuurmonumenten. In 2016 is samen met Rijkswaterstaat gestart met de eerste fase: de aanleg van vijf eilanden. Samen met het onderwaterlandschap zal het 1000 hectare groot worden. De ambitie is van de Marker Wadden een grote archipel te maken van in totaal 10.000 hectare.²



1. Rijkswaterstaat, Werken-aan-InfraNatuur-Voorbeelden-uit-de-praktijk-van-RWS.pdf, maart 2019

2. www.natuurmonumenten.nl/projecten/marker-wadden/projectbeschrijving

Afsluitdijk – Vismigratierivier

De Vismigratierivier is een vier kilometer lange getijdenrivier die de Afsluitdijk straks passeert bij Kornwerderzand. Dit zorgt ervoor dat trekvisseren weer op een natuurlijke manier kunnen migreren tussen Waddenzee (zout) en IJsselmeer (zoet).³

<https://www.google.com/maps/place/Afsluitdijk>



Windmolenparken

Windenergie op zee speelt een grote rol in de energietransitie. De Noordzee is een gunstige plek voor windmolens vanwege: de relatief geringe waterdiepte, het gunstige windklimaat, goede havens en (industriële) energieverbruikers in de buurt.⁴

<https://www.google.com/maps/place/Noordzee>



Zandmotor / Tweede Maasvlakte

De Zandmotor is een grote hoeveelheid zand in de vorm van een haak die vastzit aan de kust bij Ter Heijde. Door wind, golven en zeestroming verspreidt het zand zich langs de kust. Hierdoor groeit de kust op natuurlijke wijze aan. Dit levert een bijdrage aan de kustveiligheid op langere termijn én er ontstaat meer ruimte voor natuur en recreatie. Na verloop van tijd verdwijnt de haakvorm en ontstaan een bredere kust en bredere duinen, waardoor de kust veiliger is geworden. Maasvlakte 2 is de benaming voor het uitbreidingsproject van de Rotterdamse haven dat is gelegen ten westen van de Maasvlakte. Met dit nieuwe in zee aangelegd gebied ter grootte van 2.000 hectare werd de haven 20% groter. Na voltooiing van de uitbreiding beslaan de Rotterdamse havens in totaal 12.000 hectare.⁵

<https://www.google.com/maps/place/Tweede+Maasvlakte>



3. www.waddenvereniging.nl/onswerk/vismigratie/afsluitdijk

4. www.dezandmotor.nl/nl/de-zandmotor/vraag-en-antwoord/feiten/

5. www.wikipedia.org/wiki/Tweede_Maasvlakte

Opdrachten en antwoorden - voor de leerkracht

Als leerkracht kun je een selectie van opdrachten uitzoeken of ze allemaal behandelen. De les met de 3D waterkaart is echter heel vrij en kan creatief ingevuld worden. Je kunt er daarom ook voor kiezen om de onderstaande lijst met vragen als inspiratie te gebruiken en zelf (met input van de leerlingen) verdere invulling van de les te bepalen.

1 Opdracht

Leg met een touwtje de landsgrens van Nederland neer.

2 Vraag: Wat stellen de puntjes in de zee voor?

Antwoord: Windmolens voor de opwek van duurzame energie. Windenergie op zee speelt een grote rol in de energietransitie. De Noordzee is een gunstige plek voor windmolens vanwege: de relatief geringe waterdiepte, het gunstige windklimaat en (industriële) energieverbruikers in de buurt (Randstad).

3 Vraag: Wat is de doorgang bij de Afsluitdijk?

Antwoord: Een vismigratierivier. De Vismigratierivier is een vier kilometer lange getijdenrivier die de Afsluitdijk straks passeert bij Kornwerderzand. Dit zorgt ervoor dat trekvisseren weer op een natuurlijke manier kunnen migreren tussen Waddenzee (zout) en IJsselmeer (zoet) en de drinkwatervoorraad van het IJsselmeer zoet blijft.

4 Vraag: Waarom zijn de dijken verlaagd in Noordwaard?

Antwoord: De voormalige Noordwaardpolder is een gebied van zo'n 4.450 hectare, gelegen tussen de Brabantse Biesbosch en de rivier de Nieuwe Merwede. De Noordwaard werd ontpolderd door de dijken aan de rivierzijde te verlagen tot 2 meter boven NAP en dijkkring 24 (Land van Altena) te verkleinen. Door de ontpoldering is de waterveiligheid in het benedenrivierengebied vanaf Gorinchem vergroot, doordat het rivierwater uit de Merwede (Rijn) bij hoogwater (> 2 meter) in

de Noordwaard kan stromen en vertraagd richting Noordzee kan stromen. De boerenbedrijven zijn op terpen geplaatst als vluchtplaats (veilige havens) voor het vee en de bewoners.

5 Vraag: Liggen wadden altijd in zee?

Antwoord: Nee, zoals je kunt zien in het Markermeer (tussen Enkhuizen en Lelystad) liggen ook een soort eilanden, de Marker Wadden. Het project Marker Wadden is een initiatief van een grootscheeps natuurherstelplan. In 2016 is samen met Rijkswaterstaat gestart met de eerste fase: de aanleg van vijf eilanden. Samen met het onderwaterlandschap zal het 1000 hectare groot worden. De ambitie is van de Marker Wadden een grote archipel te maken van in totaal 10.000 hectare.⁶

6 Vraag: De tweede Maasvlakte maakt de haven van Rotterdam zo'n 20% groter en ligt op "nieuw land". Wat betekent dit? Iets ten noorden van de Maasvlakte ligt de zandmotor, een haakvormige zandpartij – ook een nieuw stuk land. Waarom is de vorm van dit nieuwe land zo gekozen?

Antwoord: dit nieuwe land is opgespoten land. De haakvormige vorm is heel slim gekozen: dit vormt namelijk een zandmotor die ons land beschermt tegen overstromingen in de toekomst. De Zandmotor is een grote hoeveelheid zand in de vorm van een haak die vastzit aan de kust bij Ter Heijde. Door wind, golven en zeestroming verspreidt het zand zich langs de kust. Hierdoor groeit de kust op natuurlijke wijze aan. Dit levert een bijdrage aan de kustveiligheid op langere termijn én er ontstaat meer ruimte voor natuur en recreatie. Na verloop van tijd verdwijnt de haakvorm en ontstaan een bredere kust en bredere duinen, waardoor de kust veiliger is geworden.

7 Opdracht

Giet het blauw gekleurde water tot 0 NAP. Het NAP is op de 3D kaart aangegeven met een markeringsstreep (inkeping) aan de binnenkant van de bak.

6. www.natuurmonumenten.nl/projecten/marker-wadden/projectbeschrijving

Het water moet de markering net onder water zetten. Kijk goed wat er gebeurt bij de riviermondingen.

8 Vraag: Nederland is een delta, wat betekent dit?

Antwoord: dat Nederland het laagst liggende gedeelte is binnen een stroomgebied van een rivierenlandschap. Nederland wordt niet voor niets het "afvoerputje" van Europa genoemd.

9 Opdracht

Vul de rivieren vanaf de landsgrenzen met geel water zodat de rivieren van Nederland en het IJsselmeer zich vullen met zoet water. Doe dit heel voorzichtig!

10 Vraag: Welke 3 rivieren komen in Nederland binnen?

Antwoord: Rijn, Maas, Schelde.

11 Vraag: Wat gebeurt er als het blauwe en het gele water elkaar ontmoeten? Wat betekent dit mengen van het water?

Antwoord: Het water mengt en wordt groen. Zout en zoet water mengen, dit is verzilting, brak water (half zoet, half zout). Zout water stroomt verder het land in dan we vaak aan het oppervlak waarnemen, zout water is zwaarder dan zoet water en mengt niet zo goed. De bovenlaag is dan nog zoet.

12 Vraag: Wat betekent verzilting voor de landbouw

Antwoord: Verzilting van het grondwater, waardoor gebruikelijke gewassen niet of slecht kunnen groeien, behalve zoutwater vegetatie, de voedselproductie daalt.

13 Vraag: Wat is de functie van de stuw bij Driel?

Antwoord: Door de stuw bij Driel dicht te zetten kun je meer water via de IJssel laten stromen.

-Op deze manier kun je het water verdelen over verschillende rivieren.

-Dit kan nodig zijn bij te veel water (grote regenval) of te weinig water (droogte – Belangrijk: het IJsselmeer is onze

zoetwater voorraad).

14 Vraag: Waarom is het belangrijk om met Duitsland, België en Frankrijk te overleggen over deze rivieren? Over welke 3 gevaren?

Antwoord:

1. vervuiling: omdat er met dit water bijvoorbeeld vervuiling ons land binnenstroomt. Dit heeft consequenties voor onze natuur, ecologie, visserij en drinkwaterkwaliteit.

2. overstroming: Omdat er veel water in korte tijd ons land binnenkomt als sneeuw en ijs smelten in het voorjaar in combinatie met veel regenval (door klimaatverandering). Hierdoor ontstaat overstromingsgevaar.

3. verdroging: Omdat er bij een heel droge zomer vanuit Duitsland weinig water naar ons toestroomt. De afvoer van de rivieren is dan heel laag, waardoor onze scheepvaart of drinkwaterbevoorrading in de problemen komt. Maar ook onze dijken kunnen uitdrogen en scheuren.

15 Opdracht

Plaats een geel vlaggetje op de plek waar de school staat.

Plaats een rood vlaggetje op het laagste punt van Nederland.

**Officieel is het laagste punt van Nederland bij Nieuwerkerk aan den IJssel namelijk 6,76 m onder NAP. Dit is aan de Hollandse IJssel, 10 km ten noordoosten van Rotterdam. Ter informatie: een eengezinshuis is ongeveer 7 meter hoog.*

16 Opdracht

Laat de zeespiegel stijgen door blauw water (zeewater) toe te voegen. Kijk wat er gebeurt.

17 Vraag: Blaas hard (doe een storm na) en kijk naar wat er gebeurt. Bespreek wat de risico's zijn en de mogelijke gevolgen als we ons niet goed

beschermen tegen hoog water en hevige weersomstandigheden. Welke maatregelen zijn er in ons land getroffen om ons te beschermen tegen hoog water? Kunnen de leerlingen maatregelen noemen die kunnen helpen bij het droog houden van Nederland? Heeft dit consequenties in tijden van laag water? Waar zou jij dijken, dammen, sluisen, stuwen etc. bouwen om de gevolgen van klimaatverandering tegen te gaan?

Antwoord: maatregelen zoals:

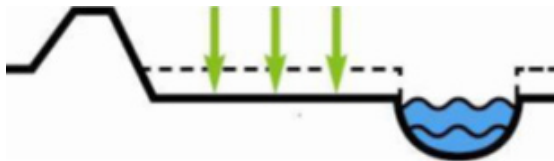
Een gebied naast de rivier onder water laten lopen, bijvoorbeeld een paar weilanden (om dat gebied zitten dan wel eigen dijken heen).



Dijken verder landinwaarts leggen zodat er meer ruimte is voor de rivier tussen de dijken aan beide kanten.



Uitwaarden dieper uitgraven, want dan kan er meer water in.



De rivierbodem dieper maken, want dan kan er meer water in.



Impact van klimaatverandering

Bespreek met de leerlingen ook de impact van klimaatverandering. Wat denken ze dat er gebeurt als de zeespiegel stijgt? Als er periodes van droogte of extreme neerslag ontstaan? Achtergrondinformatie over gevolgen van klimaatverandering:

- Overstromingen door stijgende zeespiegel en extreem weer. Als de gemiddelde temperatuur stijgt, stijgt de zeespiegel. Water zet uit als het warmer wordt. Bovendien smelten gletsjers en ijskappen. Er komt dan meer massa in het water terecht, waardoor de zeespiegel stijgt. Klimaatverandering veroorzaakt ook extreme regenbuien en langdurige natte periodes. Het gevaar op overstromingen neemt toe;
- Minder drinkwater beschikbaar door droogte. Naast extreem natte periodes, kan een warmer klimaat ook juist extreem droge periodes veroorzaken. Dit kan de drinkwatervoorziening in gevaar brengen.
- Onvoldoende zoet water door extreme droogte. Een probleem bij extreme droogte is verzilting. Rivieren voeren dan onvoldoende zoet water richting de zee. Hierdoor kan bijvoorbeeld het zoute zeewater Nederland in stromen en (gedeeltelijk) mengen met zoet rivierwater, grondwater en slootwater. Zout water is ongeschikt om drinkwater van te maken. Uiteindelijk brengt verzilting de drinkwatervoorziening dus in gevaar.
- Slechte oogsten door zout water. De verzilting bij extreme droogte kan in de landbouw voor problemen zorgen bij gewassen. De meeste planten groeien niet op brakke grond, dit heeft dus grote gevolgen voor onze voedselvoorziening. Er wordt al veel geëxperimenteerd met gewassen die wel op zilte grond groeien. De watersnoodramp van 1953 heeft de grond in grote delen van Zeeland verzilt waardoor het niet meer als (land)bougrond te gebruiken was. Ook als er teveel zout terechtkomt in water dat voor irrigatie en beregening van gewassen wordt gebruikt. Dit tast de wortels van de gewassen aan. Zo kan de oogst verloren gaan.

- Te weinig koelwater voor elektriciteitscentrales
Elektriciteitscentrales hebben koelwater nodig om elektriciteit te produceren. Minder water in de rivieren kan dus problemen veroorzaken voor de elektriciteitsproductie;
- Meer algenbloei in zwemwater door hogere temperatuur. Hogere watertemperaturen vergroten het risico op algenbloei in meren, plassen en sloten. Sommige algen zijn slecht voor de gezondheid, waardoor er steeds vaker een zwemverbod geldt in de zomer. Dit heeft ook grote gevolgen voor de planten en dieren in deze omgeving.
- Biodiversiteit verandert door klimaatverandering. Als de gemiddelde wereldtemperatuur stijgt, kunnen planten en dieren verdwijnen. Sommige soorten kunnen niet leven in een hogere temperatuur. Er kunnen ook planten- en diersoorten bijkomen. Soorten uit zuidelijke landen rukken op naar het noorden. Hier kunnen deze zogenaamde invasieve exoten de inheemse soorten verdringen.
www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/klimaatverandering/inhoud/gevolgen-klimaatverandering
www.klimaatplein.com/hoe-groot-huidige-effecten-klimaatverandering-nederland

Hoogwater en laagwater in de rivieren

Bespreek met de leerlingen ook de impact van verschillende waterstanden op onze rivieren. Gebruik de 3D waterkaart om het verschil in waterstanden ook visueel zichtbaar te maken. Achtergrondinformatie over hoog- en laagwater:

Hoogwater

In de winter en in het voorjaar is er grote kans op hoogwater in de rivieren. De Rijn door smeltwater en neerslag, de Maas door neerslag. De dijken en kades zijn erop berekend, maar door de klimaatverandering treden er steeds vaker extremen op. De kans op overstromingen neemt toe, dit kan grote gevolgen

hebben voor de laaggelegen delen van Nederland. Dit is vooral in het westen van Nederland het geval, een plek waar veel mensen wonen. Bij langdurige hoogwaterstand raken de dijken verzadigd met water waardoor ze verzwakken. Om het risico op overstromingen en dijkdoorbraken te verkleinen is het project "Ruimte voor de rivier" gedaan. Hierbij zijn op vele plaatsen maatregelen getroffen als uiterwaardvergraving, verleggen van dijken, graven van nevengeulen etc.

Laagwater

Bij laagwater ontstaat er het gevaar van verdroging van de dijken waardoor deze kunnen breken. De scheepvaart wordt belemmerd en er is kans op verzilting van het grondwater. Met behulp van de stuw bij Driel wordt het weinige water verdeeld: een deel wordt naar het IJsselmeer geleid om de zoetwatervoorraad van het IJsselmeer op peil te houden. Om te voorkomen dat het waterniveau achter de stuw te veel daalt worden de stuwen bij Amerongen en Hagestein (gedeeltelijk) gesloten.

Internationale samenwerking is erg belangrijk. Als in de landen in het stroomgebied van de rivieren niet mee zouden werken dan kan de waterveiligheid in Nederland niet gewaarborgd worden.

www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/hoogwater/index.aspx
www.ruimtevoorderivier.nl

Kustbescherming

Bespreek met de leerlingen ook de Nederlandse maatregelen voor kustbescherming die sinds de watersnoodramp van 1953 genomen zijn. Deze maatregelen zijn ook deels zichtbaar op de 3D waterkaart. Achtergrondinformatie:

Sinds de watersnoodramp van 1953 is er een Deltaplan opgesteld om de kust te beschermen tegen hoogwater. De waterkeringen kunnen bij extreem hoogwater gesloten worden waardoor het water

niet via de riviermonden het land binnen komen. De kust wordt door dijken en duinen beschermd. Bij een stijgend zeewaterniveau zullen extra maatregelen genomen moeten worden. Denk aan dijkverbreding en golfbrekers. Zandsuppletie is een methode om de duinen te beschermen. Eenmaal per 4 jaar worden grote delen van het Nederlandse strand opgespoten met behulp van baggerschepen. Rijkswaterstaat is verantwoordelijk voor het onderhoud van het strand, de zeebodem en de zeegeulen. Zandsuppletie is goedkoper dan bedijken en dient als buffer voor de duinen en het behoud van toerisme. In plaats van zandsuppletie is er voor de kust bij Kijkduin (Den Haag) een zandmotor aangelegd, dit is een eiland van opgespoten. Het zand wordt langzaam weggevoerd en spoelt noordelijker weer aan, waardoor niet elke 4 jaar het strand opgehoogd hoeft te worden.

www.rws.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/maatregelen-om-overstromingen-te-voorkomen/kustonderhoud/planning-en-aanpak.aspx
www.dezandmotor.nl/nl/de-zandmotor/werking-van-de-zandmotor/

Achtergrondinformatie bij de 3D waterkaart

Hoogtekaart Nederland

Nieuwerkerk aan de IJssel ligt in een polder. Vroeger lag hier hoogveen, dit is afgegraven en ingeklonken (door wateronttrekking) waardoor er een meer ontstond. Ten behoeve van de landbouw zijn er vele meren drooggelegd, waarbij er continue water weggepompt wordt door de gemalen. Nieuwerkerk aan de IJssel staat dus op de bodem van een leeggepompt meer, de polder.

Hoe hoog ligt jouw dorp/stad?

www.krnwtr.nl/hoogtekaart-van-nederland/

Wat is NAP?

Normaal Amsterdams Peil. Vroeger hadden de waterschappen allemaal hun eigen waterhoogtes waardoor het moeilijk was om de waterstand te

voorpellen. Later is het Amsterdams Peil in alle waterschappen ingevoerd. Het o-niveau is het gemiddelde vloed niveau van het IJ, gemeten tussen september 1683 en september 1684, het Amsterdams peil. Na nameten(1894) bleek er niet nauwkeurig gemeten te zijn en werd voor de gecorrigeerde waarden (=normalisatie) de nieuwe term Normaal Amsterdams Peil ingevoerd in gevoerd. In Duitsland, Luxemburg en Zweden en Noorwegen wordt deze norm gebruikt om de waterstanden te bepalen. De Belgische norm Tweede Algemene Waterpassing ligt 2.33m lager.

www.wikipedia.org/wiki/Normaal_Amsterdams_Peil

www.normaalamsterdamspeil.nl

Les 2 Geschiedenis van het water



Lesdoel

Na deze les kennen de leerlingen de geschiedenis van mens en water van Nederland op hoofdlijnen, kunnen de leerlingen op een kaart aanwijzen hoe je aan namen kan zien dat er ergens vroeger water was, ze kennen een paar waterlopen en kunstwerken in hun eigen omgeving en weten waarom die er zijn.

Trefwoorden: rivieren, grachten, Utrechtse Heuvelrug, trekschuit, buitenplaatsen, veenontginning, Hollandse Waterlinie, kanaal.

Benodigheden

- Bosatlas
- Kaart van de eigen provincie
- (Stads)plattegrond eigen omgeving of stad

Introductie op het thema

Al in de prehistorie woonden er mensen in Nederland, bijvoorbeeld op de **Utrechtse Heuvelrug**. Hoog op de heuvels had men geen last van het water en was het prettig wonen. Het is vooral de historische geografie geweest die korte metten heeft gemaakt met het traditionele beeld van laag Nederland als een gebied dat door de nijvere Hollanders, Friezen en Zeeuwen aan de zee is ontworsteld. Het bleek dat dit gebied comfortabel droog werd bewoond, totdat de natuur in combinatie met de mens ingreep. Een aantal ingrijpende ontwikkelingen zijn hierbij van betekenis geweest. In de eerste plaats, de vestiging van boeren op het veen in de zeer vroege middeleeuwen leidde door veenwinning en ontwatering en oxidatie (de veenlaag komt in contact met de lucht waardoor oxidatie optreedt, met als gevolg - inklinking van de veenlaag) – als direct gevolg van de bewerking van de grond – tot een drastische daling van het maaiveld. Daarna leidde elke plaatsgebonden ingreep in een rivierarm om wateroverlast te beperken op andere plaatsen in de delta tot onverwachtse gevolgen, zodat een ingenieus stelsel van gegraven watergangen en rivieromleidingen zeer geleidelijk tot stand kwam.

Vanaf de **elfde eeuw** werden er terpen en dijken gebouwd om de mensen te beschermen tegen het water. Rond de terpen ontstonden vaak dorpjes. Ook werden er polders aangelegd omdat de bevolking en de welvaart groeiden. De bevolkingsgroei vond eerst vooral plaats in de steden, met name die in Holland. Aan het begin van de vijftiende eeuw woonde al een kwart van de Nederlandse bevolking in steden. In de zestiende eeuw kwamen er steeds meer mensen bij, werden er dorpen en later ook steden gesticht langs de rivieren. Langs de rivieren konden de mensen namelijk handel drijven met mensen uit andere steden en dorpen.

De **zeventiende en achttiende eeuw** staan in het teken van de grote dynamiek in de strijd tegen het water dankzij een aantal technische innovaties in de manier van bemaling. Aan het eind van die periode waren grote oppervlakten water omgezet in productieve landbouwgronden, deels door droogmaking van plassen en meren, deels door bedijking van opgeslibde buitendijkse gronden. In de loop van de **negentiende en twintigste eeuw** is bij de bemaling van verschillende energiebronnen gebruik gemaakt. Zo werd gebruik gemaakt van windkracht, van een stoommachine, zuiggasmotor, dieselmotor of elektromotor.

Waar in de eeuwen voor 1900 de nadruk lag op de strijd tegen het water, geven de negentiende en twintigste eeuw een ander beeld. Ondanks de regelmatige watersnoodrampen tot aan 1953 gaat de strijd tegen het water geleidelijk over in beheersing ervan. Voorbeelden daarvan zijn de droogmaking van omvangrijke meren als het Haarlemmermeer en de Zuiderzee, de kanalisering van de grote rivieren en natuurlijk de Deltawerken.

Tot dusver hebben onze voorouders geprobeerd om het natuurlijke watersysteem in dienst te stellen van

de menselijke gebruiksfuncties, zoals landbouw, visserij en scheepvaart. De negatieve effecten hiervan bleven, met uitzondering van enkele grotere rampen (st. Elisabethesvloed, 1421), lange tijd nog vrij beperkt en beheersbaar. Vanaf de **negentiende en twintigste eeuw** trad hier echter verandering in op. Onder invloed van het industrialisatieproces begon de economie explosief te groeien en nam de bevolking in hoog tempo toe. Deze ontwikkeling leidde tot een sterk verhoogde druk op het natuurlijk milieu, de watersystemen in het bijzonder. De overbelasting van de watersystemen kwam in eerste instantie vooral tot uiting in de teruggang van de visstand en een sterke toename van de vervuiling van het water. Niet veel later kwamen ook de schadelijke gevolgen van de fysieke ingrepen in de watersystemen aan het licht.

In navolging van andere westerse landen werden er in Nederland vanaf het midden van de negentiende eeuw ingrijpende rivieroperaties uitgevoerd. Rivieren werden verbouwd tot scheepvaartwegen, met elkaar verbonden door kanalen en volgebouwd met kribben, dammen, stuwen en sluizen. Tegelijkertijd werd het gebruik van de cultuurgrond langs de rivieren sterk geïntensiveerd.

Dus werd het nodig om de rivieren terug te brengen tot 'normaal'. Het rivierenbeleid was gericht op het transformeren van dynamische en onvoorspelbare riviersystemen in statische en meer voorspelbare systemen. De lange termijn effecten van dergelijke drastische ingrepen in de riviersystemen waren onbekend of werden ernstig onderschat. Zowel nationaal als internationaal groeide het besef dat het blijven vasthouden aan de traditionele benadering uiteindelijk zou leiden tot een ernstige afname van de natuurlijke veerkracht van watersystemen waardoor de bestaande waterproblematiek nog verder zou toenemen. Daarom werd op zoek gegaan naar wegen die sociaal-economische ontwikkeling mogelijk

moesten maken zonder vernietigende ingrepen in natuurlijke watersystemen. Deze aanpak wordt vaak integraal of duurzaam rivierbeheer of rivierenbeleid genoemd. Duurzaam in de zin dat het beleid is afgestemd op de menselijke behoeften van zowel heden als toekomst. Dit betekent dat het rivierenbeleid zich niet langer alleen moet richten op de traditionele sociaal-economische doelen maar ook op ruimtelijk-ecologische en sociaal-culturele doelen.

Deze nieuwe benadering van het rivierenbeleid heeft in Nederland een belangrijke impuls gekregen sinds de lancering van de beleidslijn 'Ruimte voor de rivier' in het midden van de jaren negentig. In deze beleidslijn werd gekozen voor een meer duurzame aanpak van de hoogwaterproblematiek. Rivieren moesten weer de ruimte krijgen en dijkversterking als sluitstuk in de hoogwaterbescherming. Daarbij is het streven er op gericht om de maatregelen niet alleen rivierkundig te beschouwen, maar ook vooral rekening te houden met de ecologische, landschappelijke en cultuurhistorische waarden van het rivierengebied. Dit staat ook bekend als de ruimtelijke kwaliteit van de rivieren.

Opdrachten- voor de leerkracht

Deze opdrachten kunnen worden gemaakt aan de hand van de Bosatlas, de kaart van de eigen provincie, de kaart van de eigen stad of omgeving (stadsplattegrond) en de websites welke genoemd worden onder het kopje websites/excursies. Voor deze vragen zijn geen standaardantwoorden beschikbaar. Als docent bepaal je zelf of de antwoorden correct zijn. De leerlingen kunnen bij het maken van deze opdrachten gebruik maken van het bijgevoegde werkblad.

1. Zoek op een kaart van de eigen provincie plaatsnamen die naar water verwijzen.

2. Zoek op een kaart van jouw eigen stad of omgeving straatnamen en andere namen die naar water verwijzen.

3. Zoek in de Bosatlas steden die naar water zijn vernoemd.

4. Welk water- en kunstwerken vind je in jouw omgeving of stad, wijs deze aan op de kaart. Wat doen deze kunstwerken eigenlijk?

Nationale parken

<https://www.nationaalpark.nl/>

Op deze website vind je informatie over de nationale parken in Nederland. Hier kun je het nationale park bij jou in de buurt zoeken. Ook is er allerlei informatie te vinden, onder ander over de ontstaansgeschiedenis van de parken en over educatie en voorlichting (<https://www.nationaalpark.nl/8671/nationale-parken/educatie-en-voorlichting>).

Hollandse Waterlinie

www.nieuwehollandsewaterlinie.nl/nieuwe-hollandse-waterlinie/

Op deze website wordt uitgelegd wat de Hollandse Waterlinie is, wat de geschiedenis is en hoe de waterlinie precies door de provincie Utrecht loopt. Ook kun je er informatie vinden over fiets- en wandelroutes en over de forten die je kunt bezoeken.

Waterveiligheid geschiedenis

www.landschapinederland.nl/waterveiligheid-door-de-eeuwen-heen

Waterwerken geschiedenis

www.cultureelerfgoed.nl/tijdlijn-waterland/

Ruimte voor de rivieren

www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/maatregelen-om-overstromingen-te-voorkomen/ruimte-voor-de-rivieren/index.aspx

Bronnen

Leefbaar laagland; geschiedenis van de waterbeheersing en landaanwinning in Nederland. G.P., van de Ven. 2003. Utrecht: Matrijs. ISBN: 9053451900

Strijd om de rivieren; 200 jaar rivierenbeleid in Nederland. A.A.S. van Heezik. 2007. Uitgave: HNT

Historische producties, Rijkswaterstaat, Den Haag / Haarlem. ISBN/EAN: 978-90-806366-4-4. 120 pag

Excursies

Voor excursies gekoppeld aan deze les zijn verschillende mogelijkheden denkbaar:

- leerlingen bezoeken een nationaal park en leren zo over de structuren van het landschap en de ontstaansgeschiedenis;
- leerlingen bezoeken een van de gebieden uit de opdracht in hun eigen omgeving (bijvoorbeeld een hoog of laag punt) en bekijken daar het water;
- leerlingen maken een speurtocht door hun eigen omgeving aan de hand van het zichtbare én verborgen water.

Bijlage les 2 Geschiedenis van het water

De hoogtekkaart van Nederland

Bij het maken van de opdrachten kun je een Bosatlas gebruiken, een kaart van je eigen provincie, een kaart van jouw eigen stad, dorp of omgeving.

1. Zoek op een kaart van jouw eigen provincie plaatsnamen die naar water verwijzen.

.....
.....

2. Zoek op een kaart van jouw eigen stad of omgeving straatnamen en andere namen op die naar water verwijzen.

.....
.....

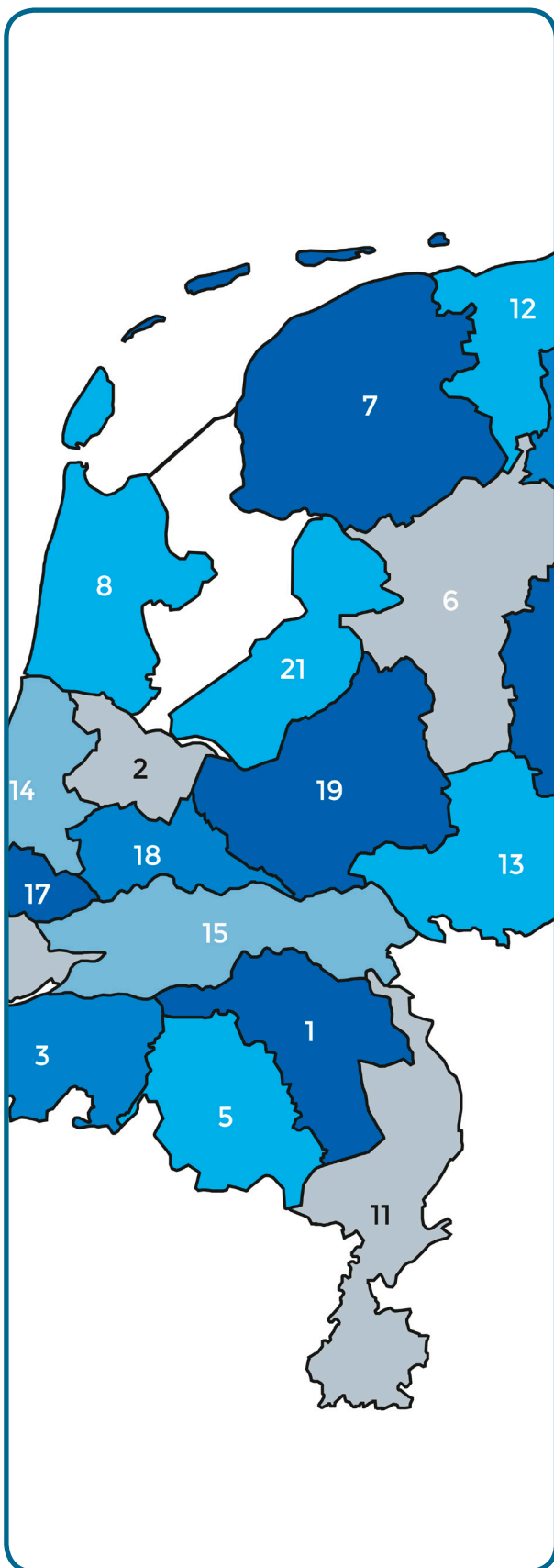
3. Zoek in de Bosatlas steden die naar water zijn vernoemd.

.....
.....

4. Welk water en welke kunstwerken vind je in jouw omgeving of stad, wijs ze aan op de kaart. Wat doen deze kunstwerken eigenlijk?

.....
.....

Les 3 De waterketen



Lesdoel

Het doel van deze les over de waterketen is de leerlingen voldoende achtergrondinformatie te bieden over de waterketen. Hierdoor zijn de leerlingen in staat om de thema's die in de andere lessen behandeld worden in hun onderlinge verband en bredere context te begrijpen. Door de waterketen te behandelen worden bijvoorbeeld de twee opgaven van verzilting en de vele functies die het Amsterdam Rijnkanaal heeft met elkaar verbonden. De les over de waterketen kan door de aardrijkskunde docent verzorgd worden. Eventueel met een gastles van een expert (bijvoorbeeld vanuit Rijkswaterstaat, het waterschap of het waterleidingbedrijf). Er zijn geen opdrachten aan de les verbonden.

Introductie op thema

In deze les komen de waterkringloop en de waterketen aan bod. De waterkringloop legt de nadruk op het natuurlijk systeem van water (zonder ingrepen van de mens): regen / sneeuw - grondwater / rivieren / zee - verdamping.

Binnen de waterkringloop bevindt zich de waterketen, waarbij de nadruk ligt op het gebruik van water door de mens. De waterketen is op te knippen in: het onttrekken van grondwater en oppervlaktewater door waterleidingbedrijven, bedrijven en particulieren - het gebruik van drinkwater door de gebruikers (zoals burgers, consumenten, boeren, natuurorganisaties, industrie) - afvalwaterzuivering door de waterschappen en bedrijven.

In de tekst behorende bij de les worden de volgende onderwerpen behandeld: waterkringloop, onttrekking van water aan oppervlakte- en grondwater, drinkwaterbereiding door drinkwaterbedrijven, distributie door waterleiding(bedrijven), gebruik van water, riool, watervervuiling, waterbeheer, waterschappen, Rijkswaterstaat.

Waterkringloop

Met het begrip waterkringloop wordt het natuurkundige proces bedoeld waarbij oppervlaktewater, zoals zeewater, verdampt. In de atmosfeer vormt deze damp wolken waaruit neerslag valt. Deze komt terug op aarde in waterwegen of zakt weg als grondwater. Een groot deel verzamelt zich weer als oppervlaktewater. Deze kringloop wordt ook hydrologische cyclus of watercyclus genoemd en is in de afbeelding hiernaast weergegeven. Deze cyclus wordt gebruikt in de hydrologie (studie naar het gedrag en de eigenschappen van water).

Zeewater verdampt van nature. Dit proces wordt sterk versneld onder invloed van de zon. Een deel van de waterdamp valt weer terug in zee. Een ander deel vormt wolken. De waterdamp (al dan niet als zichtbare wolken) verplaatst zich door luchtstromingen. Als de waterdamp boven land komt dan:

- kan de luchtstroom botsen met een koudere luchtstroming. Hierdoor zal de luchtstroming met de waterdamp stijgen en daardoor afkoelen. Koude lucht kan minder waterdamp bevatten dan warme lucht, dus als de lucht afkoelt zal de waterdamp door condensatie als waterdruppeltjes vrijkomen. Deze vallen dan (onder invloed van de zwaartekracht) naar beneden als neerslag;
- kan de luchtstroom botsen met heuvels/gebergte. De luchtstroming kan maar één kant op: over de obstakels heen. Net als bij de vorige situatie zal hierdoor neerslag ontstaan.

De neerslag heeft drie mogelijkheden:

- het wordt niet opgenomen door de bodem en loopt over het oppervlak, via rivieren en kanalen terug naar zee;
- het wordt opgenomen door de bodem (infiltratie) en komt via het grondwater uiteindelijk terug in zee;
- het water verdampt, al dan niet na eerst door planten te zijn opgenomen.

De kringloop is hiermee rond.

De zogenaamde 'lange waterkringloop' bevat een extra lus, het water wordt vanuit het grondwater door planten en bomen opgenomen. Dit water verdampt grotendeels weer via de bladeren en komt zo als waterdamp in de lucht terecht. De mens gebruikt al sinds tijden grondwater als bron van drinkwater. Het water wordt hiervoor opgepompt uit de grond (of met een waterput beschikbaar gemaakt).

Onttrekking van water aan oppervlakte- en grondwater

Uit het grondwater en oppervlaktewater wordt drinkwater gewonnen. In Nederland is de verdeling: 60% grondwater, 39% rivierwater (al dan niet in de duinen gezuiverd) en 1% duinwater. Vervolgens wordt het water gezuiverd door drinkwaterbedrijven.

Grondwater is hoofdzakelijk regenwater dat in de grond zakt tot het een ondoordringbare laag tegenkomt. In Nederland zit het grondwater tussen de 40 en 200 meter diep. De bodem fungeert als een filter waardoor grondwater vaak direct geschikt is voor consumptie. Veel uit grondwater gewonnen bron- en mineraalwaters worden dan ook niet verder behandeld.

Oppervlaktewater is het water in plassen, rivieren en de duinen (hoewel dat slechts een beperkte hoeveelheid is). In het westelijke deel van Nederland leveren de Rijn en de Maas elk ongeveer de helft van de benodigde hoeveelheid drinkwater. Oppervlaktewater bevat meer verontreinigingen dan grondwater en moet daarom ook meer worden gezuiverd.

Drinkwaterbereiding door drinkwaterbedrijven

Waterzuivering is het verwijderen van organische en chemische afvalstoffen uit water. Dit proces vindt in de natuur plaats door micro-organismen in het

water maar ook door de absorptie aan klei en filtering van zand. Wanneer water te sterk vervuild is, is dit natuurlijke proces niet toereikend en kan kunstmatige waterzuivering worden ingezet. Kunstmatige waterzuivering wordt gebruikt bij het verwerken van afvalwater en bij de bereiding van drinkwater.



Natuurlijke waterzuivering vindt plaats doordat er in water allerlei micro-organismen leven. Deze zorgen er voor dat de afvalstoffen in het water na verloop van enige tijd worden afgebroken. Dit proces wordt biologische zelfreiniging genoemd en berust op een ongestoorde werking van voedselketens waarbij afvalstoffen van het ene organisme dienst doen als voedsel voor het andere organisme. Zo verteren bacteriën meststoffen tot mineralen. Deze mineralen worden door (microscopisch kleine) plantjes gebruikt om te groeien. Die plantjes worden vervolgens gegeten door bijvoorbeeld vissen.

Natuurlijk gezuiverd water zoals schoon grond- of oppervlaktewater is meestal niet zonder meer te gebruiken als drinkwater. Bovendien is niet altijd voldoende natuurlijk schoon water beschikbaar voor de

productie van drinkwater. Overheden hebben daarom strenge normen geformuleerd voor drinkwater. Afhankelijk van de kwaliteit van het gebruikte ruwwater voeren waterleidingbedrijven verschillende stappen uit die het natuurlijke zuiveringsproces versterken of nabootsen en daarnaast gericht bepaalde stoffen verwijderen met behulp van natuurkundige en chemische processen.

Veel gebruikte zuiveringsmethoden zijn:

- Beluchting: verhogen van de zuurstofconcentratie waardoor natuurlijke zuivering extra op gang komt; het water wordt door sproeiërs in de lucht gespoten en weer opgevangen;
- Zandfiltratie: door de fijne zandkorrels stroomt het water weg maar blijft het vuil achter;
- Membraanfiltratie (onder hoge druk; verwijdering bacteriën, virussen, zouten);
- Desinfectie door behandeling met chloor, ozon of UV-licht (chloor is niet meer als primair desinfectiemiddel toegestaan in Nederland sinds 2005);
- Dosering van chemicaliën die de uitvlokking en sedimentatie van onzuiverheden bevorderen.

Distributie door waterleiding(bedrijven)

Na het zuiveren van het water door de drinkwaterbedrijven, wordt het water verder verspreid door middel van waterleidingen die hoofdzakelijk in de grond liggen en zich tevens bevinden in huizen en gebouwen, ofwel door de waterleidingbedrijven.

De drinkwatervoorziening en -kwaliteit is in Nederland geregeld in de Waterleidingwet en het Waterleidingbesluit.

Gebruik van water

Bestanddelen en kwaliteitseisen

Naast water (H₂O) bevat drinkwater natuurlijke mineralen en metalen zoals koper, ijzer, seleen en chroom. Nederlandse waterleidingbedrijven zijn gehouden aan wettelijke normen die de kwaliteit

van het water omschrijven. Als het water enigszins warm is en te lang in leidingen blijft stilstaan kunnen er legionellabacteriën in groeien. Alle partijen die betrokken zijn bij de levering van leidingwater in Nederland moeten de kwaliteit van het water regelmatig onderzoeken. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W) maakt jaarlijks een landelijk rapport over de kwaliteit van drinkwater in Nederland.

Smaak en kleur

Smaak en kleur van drinkwater zijn afhankelijk van het soort water waarvan het wordt gemaakt en van de wijze waarop het gezuiverd wordt om het geschikt te maken voor consumptie. Er zijn regels voor de smaak en de kleur van het water. Dit zijn normen voor stoffen die niet schadelijk zijn voor de gezondheid, maar die wel kleur- of smaakveranderingen in het drinkwater kunnen veroorzaken. Het gaat om stoffen als ijzer en mangaan. Decennia lang heeft chloor een belangrijke rol gespeeld voor de waterzuivering. Het gebruik van chloor is echter sterk op zijn retour, in plaats daarvan wordt als desinfectiemethode vaak gebruik gemaakt van ozon en in toenemende mate ultraviolet licht (UV).

Kalk

In water zit kalk. Dit is in de ene regio meer dan in de andere, wat komt door het soort water dat gebruikt wordt om het drinkwater te maken. Als er veel kalk in het water zit spreekt men van hard water, anders is het zacht water. Hoewel kalk de smaak kan beïnvloeden, is het niet schadelijk voor de gezondheid. De mens heeft andere voedingsbronnen die veel calciumrijker zijn dan water. Wel heeft hard water een paar nadelen. Bij verwarming van water geldt: hoe harder het water hoe meer kalkaanslag er ontstaat. Bijvoorbeeld op kranen of douchetegels, maar ook op verwarmingselementen van de wasmachine, boiler of waterkoker

Leveranciers en gebruikers

Leveranciers van drinkwater zijn de drinkwaterbedrijven. Het water wordt gedistribueerd door de waterleidingbedrijven. Naast deze partijen zijn er ook partijen die hun eigen water zuiveren. Dat zijn dan vaak grootverbruikers, voor hen is het immers goedkoper zelf een waterzuiveringsinstallatie en leidingensysteem te hebben (o.a. Schiphol). Fabrieken, die vaak oppervlaktewater gebruiken om hun machines te koelen, moeten hun water zelf zuiveren voordat ze het water teruglozen op het oppervlaktewater.

Waterverbruik

In Nederland wordt per persoon per dag gemiddeld 119 liter water verbruikt (2019). Dat water wordt vooral gebruikt om te douchen, voor het toilet en om te wassen. In totaal wordt er in Nederland 1,14 biljoen (oftewel 1.140.000.000.000) liter per jaar verbruikt (2019). Huishoudens nemen daarvan 0,84 biljoen liter voor hun rekening, de rest wordt gebruikt door industrie, landbouw, enzovoort.

Milieu

De productie van schoon drinkwater vormt een zekere belasting voor het milieu. Oppervlaktewater bijvoorbeeld is vaak verontreinigd als gevolg van lozingen van chemisch afval en het gebruik van mest en bestrijdingsmiddelen in de landbouw. Om dit water schoon te krijgen zijn desinfectiemiddelen en chemicaliën nodig. Een afvalproduct dat bij dit reinigingsproces ontstaat, is vervuild slib. Dit slib moet worden verwerkt of opgeslagen. De winning van grondwater kan ook bijdragen aan de daling van de grondwaterspiegel en daardoor aan verdroging van bijvoorbeeld natuurgebieden. Om al die redenen is het belangrijk om zuinig met water om te gaan. De Nederlandse overheid probeert dan ook het gebruik van water terug te dringen door middel van voorlichting, via heffingen en in de vorm van

subsidies voor waterbesparende maatregelen.

Voorbeelden van waterbesparende maatregelen zijn: een waterbesparende douchekop, een waterzuinige wasmachine, een regenton plaatsen om de planten in de tuin regenwater te geven in plaats van drinkwater uit de kraan of een composttoilet in plaats van een normaal toilet.

Voor zover het gaat om warm water, is de bespaarde energie in bovenstaande gevallen haast nog belangrijker dan het bespaarde water: het opwarmen van water kost veel energie.

Riool

Verbruikt water wordt als afvalwater op het riool geloosd. Een riolering(stelsel) of rioolstelsel is een buizensysteem dat in steden en dorpen ondergronds is aangelegd. Het is bedoeld om het afvalwater op een veilige en gezonde manier af te voeren. Ook afstromend hemelwater stroomt door het riool. Dit water wordt echter zo veel mogelijk opgevangen om de druk op het riool te verlagen en het water in tijden van droogte in te kunnen zetten. Riolering wordt meestal onder een weg aangelegd omdat voor de aanleg behoorlijk veel ruimte nodig is.

Historie

Mensen en dieren produceren urine, ontlasting en ander afval bij hun dagelijkse activiteiten. Toen de mens nog in kleine groepen leefde was het kwijtraken daarvan geen probleem: men deed zijn behoefte op een plaats waar het rustig door micro-organismen kon worden verteerd. Pas toen men in dorpen en steden ging wonen, ontstonden er problemen doordat men meer afval produceerde dan de omgeving kon opnemen. Men gebruikte open riolen: riolen die in rechtstreeks contact staan met de buitenlucht. Ze zijn op afstand te ruiken en vormen een bron van ergernis.

In het midden van de negentiende eeuw ontstond voor het eerst het besef dat het lozen van afvalwater zonder

enige vorm van zuivering schadelijk was. Stank, niet voor consumptie geschikt te maken oppervlaktewater en de verspreiding van ziektes leidden tot de aanleg van rioleringen en de eerste zuiveringsinstallaties. Het oudste riool ligt in Maastricht en dateert uit 1852. Na de choleraepidemie van 1866, met 21.000 doden, werden de rioolstelsels in Rotterdam en Maastricht verbeterd. In 1930 kwam de aanleg van stadsrioleringen – met name op initiatief van gemeenten - op grote schaal op gang.

Voor na de Tweede Wereldoorlog werd het gevaarlijk om in rivieren en meren te zwemmen en de vissterfte nam zienderogen toe. Op rivieren dreef schuim en het water stonk soms ondraaglijk. Om op een nette wijze van ons afvalwater af te komen hebben de meer ontwikkelde landen een stelsel van rioleringsbuizen aangelegd. Riolen verzamelen het afvalwater uit de huizen en stromen samen in steeds dikkere buizen. Het hoofdriool loost uiteindelijk het afvalwater op een plaats waar men er in de stad van herkomst zelf geen last van heeft. In 1970 trad in Nederland de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (WVO) in werking. Er kwamen zuiveringsschappen, de vervuiler moest gaan betalen en de industrie moest lozingsvergunningen aanvragen. Waterschappen bouwden rioolwaterzuiveringsinstallaties om het afvalwater van huishoudens en bedrijven te zuiveren.

Watervervuiling

Onder watervervuiling wordt verstaan, een verandering in de kwaliteit van het water met een schadelijk effect voor mensen, dieren of planten die met het water in contact komen. Watervervuiling kan schadelijk zijn voor de gezondheid van mens en dier of zelfs fataal aflopen. Verontreinigd water is niet meer geschikt als drinkwater en bijvoorbeeld niet of minder geschikt als zwemwater of viswater.

De term watervervuiling wordt meestal gerelateerd aan de mens maar kan ook van natuurlijke aard zijn. Soms vindt vervuiling plaats door erosie van stoffen uit de rotsen in de ondergrond of door erosie na hevige regenval.

Zoetwatervervuiling

Veel ecosystemen zijn afhankelijk van zoetwater. De vervuiling heeft tot gevolg dat organismen die erin voorkomen bedreigd worden of verdwijnen. Ook zorgt vervuiling ervoor dat het steeds moeilijker en duurder wordt om schoon drinkwater te winnen voor menselijk gebruik.

Rivieren, meren en andere zoete wateren kunnen worden vervuild door menselijke activiteiten.

Watervervuiling ontstaat door de lozing van vervuild water of afvalwater. Wat zijn de belangrijkste verontreinigingen?

- Stoffen die ziekten kunnen opwekken: bacteriën, virussen en eencelligen die in het riool en in afval voorkomen.
- Zuurstofverbruikende verontreinigingen; deze worden verteerd door zuurstofvragende bacteriën. Als deze bacterie een groot deel van de verontreiniging omzet, verdwijnt de zuurstof uit het water. Hierdoor sterven organismen zoals vissen.
- Anorganische vervuilingen die in water oplosbaar zijn. Voorbeelden hiervan zijn zuren, zouten en metalen (lood, zink, mangaan, ijzer, calcium, kalium en chroom). Als dit in grote hoeveelheden in het water zit, kan het niet meer gedronken worden en alle leven in het water sterft. Ook voedingsstoffen vervuilen het water. Door bepaalde stoffen in het water zoals nitraten en fosfaten gaan algen en waterplanten groeien, ook hierdoor verdwijnt de zuurstof uit het water. Dit zorgt voor vissterfte. Ook organische stoffen kunnen het water vervuilen. Voorbeelden hiervan zijn olie, plastic en pesticiden. Deze zijn schadelijk voor mensen, dieren en planten in het water.
- De gevaarlijkste klasse onder de vervuiling is

afgezet sediment, het zorgt ervoor dat het water geen absorptie van het licht heeft en hierdoor kan slib gevaarlijke pesticiden in het water brengen. Radioactieve stoffen die in water oplosbaar zijn, kunnen kanker, geboortefwijkingen en genetische schade veroorzaken. Het zijn dus gevaarlijke waterverontreinigingen.

Waterverontreiniging wordt opgespoord in laboratoria, waar watermonsters op verschillende verontreinigingen geanalyseerd worden. Ook vissen worden gebruikt voor het zoeken naar verontreinigingen. Veranderingen in hun gedrag of groei laten zien of het water waarin zij leven verontreinigd is.

Kaderrichtlijn water

Sinds eind 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water van kracht. Deze verplicht alle EU-lidstaten ertoe de kwaliteit van hun oppervlakte- en grondwater in 2027 op orde te brengen. De richtlijn maakt het mogelijk om waterverontreiniging van oppervlaktewater en grondwater internationaal aan te pakken.

In 2027 moet het oppervlaktewater voldoen aan normen voor bepaalde chemische stoffen (waaronder de zogeheten prioritair (gevaarlijke) stoffen). Worden die normen gehaald, dan spreken we van 'een goede chemische toestand'. Daarnaast moet het oppervlaktewater goed zijn voor een gevarieerde planten- en dierenwereld. Is dat het geval, dan heet dat 'een goede ecologische toestand'.

Veel wateren in Nederland zijn vervuild met bijvoorbeeld zware metalen, PAK's (Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen – o.a. terug te vinden in fossiele brandstoffen en sigarettenrook) en andere gevaarlijke stoffen. In vrijwel alle gevallen is de mens daarvan de oorzaak. Voor Nederland is deze richtlijn gunstig, omdat de grote rivieren ook verontreiniging uit andere landen meekrijgen, en tussen deze landen afspraken gemaakt moeten worden, hoe deze terug te

dringen. Maar Nederland moet natuurlijk ook aan de nieuwe normen gaan voldoen.

De richtlijn gaat uit van - internationale - stroomgebieden, soms verder samengevoegd tot stroomgebiedsdistricten. Voor Nederland is dat het stroomgebiedsdistrict van de Schelde en het stroomgebied van Maas, Rijn en Eems. Voor Vlaanderen is dat het stroomgebiedsdistrict van de Schelde (waartoe ook het stroomgebied van de IJzer en de Brugse Polders gerekend worden) en het stroomgebied van de Maas.

Waterbeheer

Waterbeheer of waterhuishouding is het totaal aan activiteiten die tot doel hebben om het grond- en oppervlaktewater zo goed mogelijk te beheren. Aangezien een teveel aan water even onwenselijk is als te weinig water, houdt dit in:

- Het zorgdragen voor veiligheid tegen overstromingen;
- Het zorgdragen voor de aanwezigheid of aanvoer van voldoende water van goede kwaliteit.

In Nederland zorgen op regionaal niveau de waterschappen voor de waterhuishouding en op nationaal niveau Rijkswaterstaat. Het zuiveren van afvalwater behoort tot de taken van het waterschap en gaat om het waarborgen van de kwaliteit van het water. Enkele andere voorbeelden van waterbeheer zijn:

- Het doorspoelbeleid van polders ter bestrijding van zoute kwel.
- Het sturen van de hoeveelheid water welke een land binnen komt, wegstroomt en daarmee de watervorraden beheren;
- Onderzoeken hoe hoog en stabiel dijken moeten zijn om voldoende veiligheid te garanderen;
- Onderhoud aan gemalen, stuwen en andere kunstwerken in watergangen;

- Het schoonhouden en baggeren van afvoerende watergangen om de afvoercapaciteit groot genoeg te houden;
- Sturen van de grondwaterstand;
- Het bouwen van stuwmeren om in droge perioden over voldoende water te beschikken.

In Nederland spelen sinds de Middeleeuwen waterschappen een belangrijke rol in het waterbeheer. Het zijn de oudste democratische instituties in Nederland. Tegenwoordig formuleert het Rijk het waterbeleid op hoofdlijnen en is het verantwoordelijk voor het operationele beheer van de rijkswateren en enkele waterkeringen. Binnen het rijksbeleid formuleert de provincie het beleid voor de niet-rijkswateren. De waterschappen (soms ook hoogheemraadschappen genoemd) en gemeenten zijn verantwoordelijk voor het operationele waterbeheer en voor de uitvoering van het beleid. Tot de gemeentetaken behoren aanleg en onderhoud van de riolering en de afwatering in stedelijke gebieden. De waterschappen zijn verantwoordelijk voor de totale afwatering in het stedelijk en landelijk gebied, de waterkwantiteit en de waterkwaliteit, inclusief de afvalwaterzuivering en het beheer van de waterkeringen.

Door klimaatverandering, zeespiegelstijging, bodemdaling en een toenemende druk op de schaarse beschikbare ruimte is er wereldwijd sinds de jaren negentig van de vorige eeuw een toenemend bewustzijn van de noodzaak om anders om te gaan met water. De eeuwenoude technische maatregelen en oplossingen zijn niet meer voldoende. Overheden, maatschappelijke organisaties en marktpartijen zoeken naar andere duurzame oplossingen. Deze omslag wordt ook wel aangeduid als de watertransitie.

Waterschappen

Een waterschap of hoogheemraadschap is een

overheidsinstantie die in een bepaalde regio in Nederland tot taak heeft de waterhuishouding te regelen. Een stroomgebied, drainagebekken of rivierbekken is het gebied dat zijn water via een rivier afvoert.

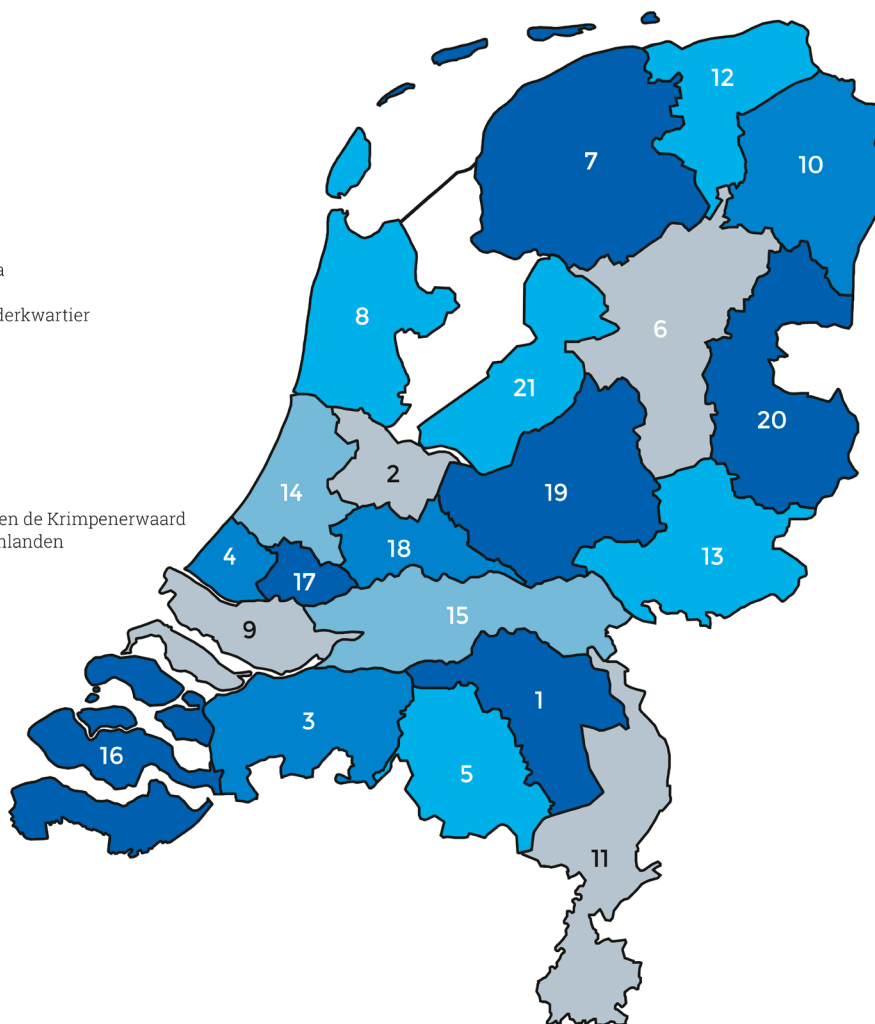
De grens van een stroomgebied is de waterscheiding. Ook wordt de term waterschap gebruikt om de regio aan te duiden waarover die instantie gaat. Het gebied wordt niet bepaald door gemeente- of

provinciegrenzen, maar door stroomgebieden in een bepaalde regio. Als een waterschap aan zee ligt, wordt dit met name in Holland een hoogheemraadschap genoemd. Sinds 1 augustus 2018 zijn er 21 waterschappen in Nederland. Waterschappen behoren tot de oudste instituties van het Nederlandse staatsbestel. Van oudsher hebben waterschappen de taak namens de bewoners van een bepaald gebied de waterhuishouding te regelen. In polders is dat in eerste instantie de zorg voor de

UNIE VAN WATERSCHAPPEN

LEGENDA

1. Waterschap Aa en Maas
2. Waterschap Amstel, Gooi en Vecht
3. Waterschap Brabantse Delta
4. Hoogheemraadschap van Delfland
5. Waterschap De Dommel
6. Waterschap Drents Overijsselse Delta
7. Wetterskip Fryslân
8. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
9. Waterschap Hollandse Delta
10. Waterschap Hunze en Aa's
11. Waterschap Limburg
12. Waterschap Noorderzijlvest
13. Waterschap Rijn en IJssel
14. Hoogheemraadschap van Rijnland
15. Waterschap Rivierenland
16. Waterschap Scheldestromen
17. Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard
18. Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden
19. Waterschap Vallei en Veluwe
20. Waterschap Vechtstromen
21. Waterschap Zuiderzeeland



waterstand. Weliswaar hebben gemalen vrijwel overal de taak van de windmolen overgenomen, nog altijd blijft het land niet vanzelf droog. Het buitenhouden van het water is van oudsher een algemeen belang, waarbij polderbewoners genoodzaakt waren samen te werken. Uit die noodzakelijke samenwerking zijn de waterschappen ontstaan.

Bestuur

Een waterschap kent een algemeen bestuur, een dagelijks bestuur en een dijkgraaf. Het algemeen bestuur bestaat uit vertegenwoordigers van categorieën belanghebbenden: eigenaren van grond (de ingelanden), pachters van grond, eigenaren van gebouwen, bedrijven en sinds 1992 ook alle bewoners (de ingezetenen). Het algemeen bestuur wordt gekozen voor een periode van vier jaar. Daarbij werd tot nu toe niet op partijen gestemd maar op individuele personen. Het algemeen bestuur kiest uit eigen kring een aantal heemraden (soms hoogheemraden genoemd) om zitting te nemen in het dagelijks bestuur. Dit college van dijkgraaf en heemraden is te vergelijken met het college van burgemeester en wethouders bij een gemeente. De dijkgraaf is voorzitter van zowel het algemeen als het dagelijks bestuur en wordt door de Koning en de verantwoordelijke minister benoemd voor een periode van zes jaar.

Taken

De volgende taken worden tot de taken van waterschappen gerekend: de waterkeringszorg, het waterkwantiteitsbeheer en het waterkwaliteitsbeheer. Daarnaast kunnen om redenen van doelmatigheid ook andere taken aan het waterschap worden toevertrouwd. Voorbeelden daarvan zijn wegenbeheer en vaarwegenbeheer. Dit zijn taken die in principe algemene democratische overheidslichamen zoals gemeenten of provincies toebehoren. Reden hiervoor is dat in zeer sterke mate 'bovenwaterschappelijke

belangen' bij deze taak zijn betrokken. Wat het waterschap onderscheidt van provincie en gemeente is zijn taak. Provincie en gemeente hebben in principe een onbepaalde taak, terwijl de taak van waterschappen bepaald is. Bepalend voor provincie en gemeente is het gebied waarbinnen zij verschillende taken vervullen.

Rijkswaterstaat

Rijkswaterstaat, opgericht in 1798 als Bureau voor den Waterstaat, is een onderdeel van het Nederlandse Ministerie van Verkeer en Waterstaat dat belast is met de praktische uitvoering van de waterstaat, dat wil zeggen: de water- en wegeaanleg en het onderhoud hieraan. Rijkswaterstaat werd opgericht om het beheer van de rivieren, de dijken en de waterstanden landelijk beter af te stemmen. Rijkswaterstaat is de beheerder van het Rijkswegennetwerk (3260 km), het rijkswaterwegennetwerk (1686 km) en het landelijke watersysteem (65.250 km²). Rijkswaterstaat bestaat uit een 'droge kant' en een 'natte kant': de 'droge kant' beheert de snelwegen in Nederland (A2, A12 etc.). De 'natte kant' van Rijkswaterstaat beheert de grote waterwegen als de Maas en de Rijn maar ook het IJsselmeer, de Waddenzee en de Noordzee. Rijkswaterstaat werkt aan de vlotte en veilige doorstroming van het verkeer, aan een veilig, schoon en gebruikersgericht landelijk watersysteem en aan de bescherming van ons land tegen overstromingen.

Rijkswaterstaat bestaat uit 7 regionale diensten, 25 districten en 3 projectdirecties. Daarnaast heeft Rijkswaterstaat 7 landelijke diensten. De minister en de staatssecretaris staan aan het hoofd van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

Websites Waterketen

www.riool.info

Uitgebreide site over riolering en water.

www.riool.net

Website van Stichting RIONED - kenniscentrum voor riolering en water in de stad.

www.vewin.nl

Vereniging van Waterbedrijven in Nederland.

www.waterschappen.nl

Website van de waterschappen in Nederland.

Via deze website is ook de website van het eigen waterschap te vinden.

Via 'educatie' op de website zijn diverse links naar aanvullende sites, activiteiten en games te vinden.

www.rijkswaterstaat.nl

Website van Rijkswaterstaat.

www.uvw.nl

Website van de Unie van Waterschappen, de koepelorganisatie van waterschappen.

www.onswater.nl

Website die inzicht geeft in het waterbeheer in Nederland.



Lesdoel

Het doel van deze les is om de leerlingen bekend te maken met de thematiek rondom waterkwaliteit. Na deze les weten ze welke problematiek rondom dit thema in het verleden heeft gespeeld, tot welke beslissingen en/of aanpakken dit heeft geleid en weten dit te koppelen aan de huidige opgaven voor verzilting.

Als algemene introductie op dit thema kan de video bekeken worden op de pagina van deze website: www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/droogte-en-watertekort/verdeling-water-bij-droogte/index.aspx

Introductie op thema

Bij de tweede opgave (verzilting) is het goed als de leerlingen achtergrondinformatie ontvangen over:

- De maatregelen die tijdens de watergeschiedenis van Nederland zijn genomen om de kwaliteit van het water in Nederland steeds beter te maken, zoals de aanleg van waterleidingen en riolering;
- Inzicht in de problemen die er vroeger toe leidden dat de waterkwaliteit werd aangetast (denk aan bacteriën, verspreiding van ziekten, etc.);
- De verdeling van zoetwater in Nederland. Hoe gebeurt dat nu, met welke reden? Wie profiteert ervan? Etc.;
- Overzicht van partijen die te maken hebben met de problematiek van verzilting en een rol spelen bij het oplossen ervan. (Denk aan: waterleidingbedrijf Vitens; waterschap de Stichtse Rijnlanden, boeren, natuurorganisaties, Rijkswaterstaat Directie Utrecht, etc.).

Achtergrondinformatie verzilting

Geschiedenis

Verzilting is het geleidelijk toenemen van het zoutgehalte van bodem, water of lucht. Verzilting betekent een toename van zoutconcentratie (in het bijzonder chloride) in water of bodem. Vaak spreekt

men pas van verzilting wanneer de zoutconcentratie hoger wordt dan wenselijk voor natuur of landbouw. Hierin zit een subjectief element: wellicht is de zoutconcentratie te hoog voor het huidige landgebruik, maar biedt ze kansen voor nieuwe gebruiksvormen.

Oorzaken van verzilting

Verzilting treedt op wanneer de invloed van brakke kwel (oud zilt grondwater) in diepe polders en droog-

makerijen niet kan worden gecompenseerd door de aanvoer van regenwater of zoet oppervlaktewater. Waar in droge perioden brak oppervlaktewater wordt aangevoerd kan in principe ook verzilting optreden in afwezigheid van brakke kwel. Zo werd in de zomer van 2003 besloten tot de inlaat van licht brak water om droogteschade aan veendijken en aan natuur te voorkomen.



Heden – Doorspoelbeleid

Doorspoelbeleid is een begrip uit het Nederlandse Waterbeheer. Het omvat alle afspraken die gemaakt zijn over het bestrijden van te hoge zoutgehalten en vervuiling in de Nederlandse polder-boezemstelsels door deze regelmatig met zoet water door te spoelen. Omdat westelijk Nederland onder zeeniveau ligt, kwelt zout water uit de ondergrond op in de polders en meren. Het zoutgehalte in landbouwgebieden mag de concentratie van 300 mg/l echter niet overschrijden omdat dit schade aan gewassen zou opleveren. Gewoonlijk zorgt de afvoer van regenwater dat dit zout op een 'natuurlijke' wijze uit het systeem verdwijnt, maar in periodes van droogte ontbreekt deze doorspoeling; daarom wordt het systeem dan doorgespoeld met water dat men van elders aanvoert. Enkele voorbeelden:

- Het Hoogheemraadschap van Schieland (omgeving Rotterdam) onttrekt zijn doorspoelwater gewoonlijk uit de Hollandse IJssel. Die staat op zijn beurt weer in verbinding met de Nieuwe Waterweg;
- Het Hoogheemraadschap van Rijnland (omgeving Leiden) onttrekt zijn doorspoelwater gewoonlijk bij Gouda uit de Hollandse IJssel;
- Het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (omgeving Utrecht) onttrekt zoet water uit het Amsterdam-Rijnkanaal (zie ook hoofdstuk 5);
- Het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (Noord-Holland boven het IJ) onttrekt zoet water aan het IJ en het IJsselmeer.

Toekomst – Extreme droogte

Tijdens extreem droge perioden, waarbij gedurende lange tijd geen neerslag valt in het stroomgebied van de Rijn, kan de zoetwateraanvoer in zuidwestelijk Nederland in gevaar komen. Door de lage rivierafvoeren krijgt het zout op de Noordzee kans om landinwaarts op te rukken. Ook de zoutconcentratie op de Hollandsche IJssel, waaruit veel waterschappen hun doorspoelwater halen, kan dan de norm van 300

mg/l overschrijden. Ter vergelijking: zeewater heeft een zoutconcentratie van 25.000 mg/l. Gemiddeld ééns per 12 jaar is de situatie zo nijpend dat het gemaal "de Doorvoerder" bij Utrecht moet worden ingeschakeld. Dit gemaal voorziet de Westelijke hoogheemraadschappen Rijnland en Schieland dan van zoet water uit het Amsterdam-Rijnkanaal. De capaciteit van het gemaal bedraagt 7 m³/s, maar soms dit is niet voldoende om aan alle waterbehoefte te voldoen. Dit was bijvoorbeeld het geval in augustus 2003. De waterschappen stonden toen voor het dilemma of ze schadelijk zilt water zouden inlaten of dat ze beter helemaal geen water konden inlaten. Doorspoelen wordt gezien als een noodzakelijk kwaad, omdat het betekent dat gebiedsvreemd water moet worden ingelaten. Dat wil zeggen: water met een samenstelling die ongelijk is aan die uit het gebied zelf. De trend in het Nederlandse waterbeheer is sinds eind jaren negentig nu juist om gebieden zoveel mogelijk gebiedseigen water te laten houden. Klimaatverandering leidt waarschijnlijk tot meer en langere droogteperiodes. Hierdoor zullen vaker zoetwatertekorten ontstaan, met als gevolg zoutpieken door brakke kwel of inlaat van brak water.

Verzilting als bedreiging voor natuur

In 2007 publiceerde Alterra een verkennende studie over de gevoeligheid van natuur voor verzilting. Van de totale oppervlakte natuur in laag Nederland lijkt 68% potentieel gevoelig en 19% zeer gevoelig voor verzilting. Zoutpieken kunnen schade toebrengen aan zoetwaterafhankelijke natuur. Door toedoen van brak inlaatwater stierf tijdens de droge zomer van 2003 de krabbenscheer af in de polder Groot Wilnis/Vinkeveen. Zowel aquatische als terrestrische natuur kan door verzilting schade oplopen. Regenwaterlenzen onder percelen kunnen bij droogte zo dun worden dat brakke kwel er doorheen breekt en de vegetatie aantast. Brak water bevat niet alleen hoge chlorideconcentraties, maar ook veel sulfaat. Sulfaat kan grote problemen

veroorzaken in zoetwaterafhankelijke natuurgebieden.

Verzilting als kans voor natuur

'Meegroeien met de zee', herstel van zoet-zoutovergangen en ruimte voor natuurlijke peilfluctuaties krijgen steeds meer aandacht in het beleid en beheer met betrekking tot water en natuur. Het toelaten van verzilting kan ruimte scheppen voor nieuwe brakwaternatuur met soorten die zeldzaam zijn geworden door de afsluiting van de zeearmen. In laagveenmoerassen remmen hoge chlorideconcentraties de veenafbraak. Hierdoor komen minder ongewenste voedingsstoffen vrij. Bovendien lijken hoge fosfaatconcentraties in brak water minder nadelige effecten te hebben dan in zoet water (bijvoorbeeld minder bloei van blauwalgen).

Verzilting hoeft niet altijd een bedreiging te zijn: er kan op allerlei manieren gebruik worden gemaakt van de menging van zoet met zout water, zoals de teelt van gewassen, natuurontwikkeling en energiewinning.



1. Door de Klimaatverandering zal het verziltingsvraagstuk naar alle waarschijnlijkheid gaan toenemen. Wat zullen de gevolgen van klimaatverandering op het verziltingsvraagstuk zijn?

.....
.....

2. Wat zullen de gevolgen van klimaatverandering op de verschillende (menselijke) activiteiten in Nederland zijn, waarvoor zoetwater nodig is?

.....
.....

3. Hoe kunnen de gevolgen van de toenemende verzilting tegengegaan worden? En wat betekent dat voor de verschillende (menselijke) activiteiten in Nederland waarvoor zoetwater nodig is?

.....
.....

4. Welke rol spelen kanalen zoals het Amsterdam-Rijnkanaal in het tegengaan van verzilting in Nederland? (zie ook hoofdstuk 6)

.....
.....

Les 5 Waterveiligheid



Lesdoel

Het doel van deze les is om de leerlingen bekend te maken met de thematiek rondom waterveiligheid. Na deze les weten ze welke problematiek rondom dit thema in het verleden heeft gespeeld, tot welke beslissingen en/of aanpakken dit heeft geleid en weten dit te koppelen aan de huidige opgaven voor waterveiligheid.

Introductie op thema

Bij de toekomstige wateropgave voor de waterveiligheid is het van belang dat de leerlingen iets te weten komen over:

- Overstromingen uit het verleden, zoals de Zuiderzeevloed, de Watersnoodramp uit 1953, de (bijna) overstromingen van 1993 en 1995;
- De reacties op deze overstromingen, zoals de dijkenbouw, de bouw van de Deltawerken, het Deltaplan voor de rivieren en een programma zoals Ruimte voor de rivier;
- Hoe risico's op overstromingen worden ingeschat (risico is kans op overstroming x gevolg van een overstroming);
- Wat de gevolgen van klimaatverandering zijn op de waterveiligheid van Nederland. (Denk aan: stijgende zeespiegel, grotere fluctuaties in het peil van de rivieren, extreme regenval.)

Wateroverlast in recente tijden

In 1993 zorgde hoogwater op verschillende plaatsen langs de grote rivieren - hoewel er geen dijken doorbraken - voor veel overlast. In 1995 volgde weer een hoogwatergolf. Dit was de hoogste sinds 1926. Omdat getwijfeld werd aan de stabiliteit van de dijken, werden in januari 1995 in één week tijd circa 250.000 mensen geëvacueerd en ook de complete veestapels van de boeren in het gebied. Toen na enige dagen het water daalde en er geen dijken bezweken waren kon men weer terugkeren.

Werken aan het toekomstige waterveiligheidsbeleid

Waterveiligheid lijkt zo vanzelfsprekend in Nederland. Al eeuwen strijden we tegen het water. We staan bekend als de best beschermde delta ter wereld. Toch bestaat er geen 100% garantie op veiligheid. Als het mis gaat zijn de gevolgen enorm. Daarom moeten we continu alert blijven. De ontwikkelingen in het klimaat onderstrepen dat. Het is om die reden dat het kabinet het waterveiligheidsbeleid onder de loep genomen heeft en nu werkt aan een actualisering. Het centrale concept hiervoor heet 'meerlaagsveiligheid'.

Meerlaagsveiligheid

Het centrale concept voor het geactualiseerde waterveiligheidsbeleid wordt gevormd door de zogenoemde meerlaagsveiligheid. Daarbij wordt de veiligheid via meerdere lagen gewaarborgd.

- De eerste laag is het voorkómen van overstromingen met sterke dijken, duinen en stormvloedkeringen (meer robuust en toekomstgericht). Preventie blijft de primaire pijler van het beleid.

- De tweede laag is het realiseren van duurzame ruimtelijke planning. Zorgvuldige ruimtelijke planning (locatiekeuze en inrichtingsvraagstukken) kan slachtoffers en schade bij eventuele overstromingen beperken. Overstromingsrisico's gaan daarom een sterkere rol spelen bij afwegingen die in de ruimtelijke planning gemaakt worden.
- De derde laag is rampenbeheersing bij overstromingen. Een goede voorbereiding is essentieel om effectief te kunnen handelen bij een eventuele overstromingsramp. Ook hierdoor kunnen slachtoffers en schade worden beperkt.

Voor een verantwoorde invulling van de tweede en de derde laag is het nodig overstromingsrisico's in beeld te brengen en een handelingsperspectief te bieden aan professionals in de ruimtelijke ordening en rampenbeheersing. De provinciale risicokaarten geven hiervoor een eerste basis.

Experimenteren met dijken

Om dijkdoorbraken beter te begrijpen worden nu



expres dijken doorgebroken. Dit gebeurt op de IJkdijk, een laboratorium waarin dijken worden gebouwd en vernield. Sensorsystemen leggen het hele proces vast. Het onderzoek naar de sensorsystemen zelf vormt de basis voor de ontwikkeling van een waarschuwingssysteem voor dijkfalen.

Hoogwaterbescherming in Nederland: dijkringen en overstromingskans

In de jaren 70 is een systeem ingesteld met 53 dijkringen. De dijkringen kennen elke een ander veiligheidsniveau, uitgedrukt in overstromingskans. Deze kansen zijn bepaald aan de hand van de gevolgschade (risico) bij overstroming. De dichtbevolkte delen van het laag gelegen West Nederland (waaronder dijkkring 14, die de steden Rotterdam, Amsterdam en Den Haag en al het tussengelegen gebied beschermt) hebben een normfrequentie van 1 / 10.000 per jaar. De IJsseldelta heeft te maken met 1 / 2.000 per jaar. Het grootste gedeelte van het rivierengebied heeft te maken met 1 / 1.250 per jaar.

De kans in realiteit

Door Rijkswaterstaat is een studie uitgevoerd naar de veiligheid van Nederland. De eerste uitkomsten zijn opmerkelijk. Iedereen in het rivierengebied dacht dat de overschrijdingskans van 1 / 1.250 (kans om 4 zessen te gooien met 4 dobbelstenen) die nu per dijkvlak als norm wordt gehanteerd, ook de kans was op een watersnoodramp. Uit de berekeningen van VNK (Veiligheid Nederland in Kaart, www.projectvnk.nl), volgens een geheel andere methodiek, blijkt dat de overstromingskans voor dijkkring 43 (Betuwe en de Tieler- en Culemborgerwaarden) met wat slagen om de arm groter kan zijn dan 1 / 200 (kans om 3 zessen te gooien met 3 dobbelstenen)! Let wel, het kan zomaar zo zijn dat dit 2 jaar achter elkaar optreedt, maar ook pas over 400 jaar. Verklaarbaar, omdat naar een groter scala aan faalmechanismen voor het gehele

dijkkringgebied is gekeken.

Een omslag in het veiligheidsdenken

De maatregelen die op dit moment in beeld zijn, bevinden zich allemaal binnen het speelveld van de vastgestelde dijkringen en hun veiligheidsniveaus. Terwijl het risico door de groei van de bevolking en



de grotere investeringen binnen de dijkringen is toegenomen. Daarnaast is op de lange termijn, naast de maatregelen van Ruimte voor de Rivier, veel extra ruimte nodig. Het uitnutten van de mogelijkheden in het bestaande buitendijkse gebied en het voortbouwen op bekende strategieën bieden op termijn onvoldoende ruimte voor water. Innovaties zijn nodig.

Waterveiligheid 21e eeuw: kans en gevolg

Middels het project 'Waterveiligheid 21e eeuw' verkende het ministerie van Verkeer en Waterstaat of het huidige beschermingsbeleid tegen overstromingen en de wettelijke verankering hiervan

nog adequaat zijn. Van verschillende alternatieven zijn de maatschappelijke, financiële en juridische consequenties bepaald. De doelstelling was om te komen tot een geactualiseerd beschermingsbeleid tegen overstromingen, waarin nieuwe kennis en inzichten centraal staan. Een belangrijk thema is de veiligheidsketen. Deze kent vijf fasen:

- proactief
- preventie
- preparatie
- respons
- nazorg

Het overstromingsrisico is te omschrijven als de overstromingskans x het gevolg. Op dit moment is het veiligheidsdenken in Nederland sterk gericht op preventie, het beperken van de overstromingskans. In Waterveiligheid 21e eeuw is onderzocht hoe elke fase in de veiligheidsketen kan bijdragen aan het beperken van het overstromingsrisico. Het verkleinen van de gevolgschade komt daarbij veel nadrukkelijker in beeld.

Nederlandse commissies

De Nederlandse regering heeft diverse malen onafhankelijke commissies ingesteld om zich te buigen over de bescherming van Nederland tegen overstromingen. Op 18 februari 1953 werd de Deltacommissie ingesteld door toenmalig minister van Verkeer en Waterstaat Jacob Algera. Deze commissie van deskundigen, met als voorzitter de directeur-generaal van Rijkswaterstaat A.G. Maris, moest adviseren welke maatregelen noodzakelijk waren om een volgende watersnood te voorkomen. In 2004 werd water opgenomen als ordenend principe in de Nota Ruimte. In september 2007 werd de Deltacommissie nieuwe stijl ingesteld door staatssecretaris Tineke Huizinga van Verkeer en Waterstaat. Deze commissie moest in 2008 advies uitbrengen over hoe Nederland, met name kust en achterland, tot het jaar 2100 beschermd moet worden tegen de gevolgen van klimaatverandering.

Daarbij gaat het om de vraag hoe Nederland zo ingericht kan worden dat het ook op de zeer lange termijn klimaatbestendig is, veilig tegen overstromingen en een aantrekkelijke plaats is en blijft om te leven, wonen, werken, recreëren en investeren.

Met de aanbieding van het advies van de Deltacommissie aan het kabinet op 3 september 2008, hield de Deltacommissie op te bestaan. Het advies werd door het kabinet overgenomen en heeft geresulteerd in een Deltawet, Deltaprogramma, Deltafonds en deltacommissaris. Het Deltaprogramma moet Nederland beschermen tegen hoogwater, moet Nederland klimaatbestendig en waterrobuust inrichten en zorgen voor voldoende zoetwater. Rijksoverheid, provincies, gemeente en waterschappen werken hierin samen. Ook maatschappelijke organisaties, bedrijfsleven en kennisinstututen hebben inbreng in het programma. Op Prinsjesdag wordt de jaarlijkse rapportage over het Deltaprogramma met de planning voor de komende jaren aan de Tweede Kamer aangeboden.

Opdrachten - voor de docent

Onderstaande opdrachten kunnen door de leerlingen worden uitgewerkt op het werkblad in de bijlage.

1. Vraag; Door klimaatverandering zal het vraagstuk van waterveiligheid voor Nederland zeer waarschijnlijk toenemen. Op welke manier en wat kunnen hiervan de effecten zijn? Wat voor maatregelen kunnen genomen worden om de waterveiligheid te verhogen?

Antwoord: Door de temperatuurstijging zal de afvoer toenemen. Dit verhoogt de druk op ons huidige watersysteem. Ook kunnen door langere, extremere periodes van droogte de dijken uitdrogen wat de kans op doorbraak vergroot. Maatregelen zouden kunnen zijn; het voorkomen van overstromingen door goede monitoring van dijken, waterpeil, etc., het meenemen van waterveiligheidsrisico's in het maken van ruimtelijke plannen en goed voorbereid zijn op rampenbeheersing bij overstromingen.

2. Vraag: Welke rol spelen kanalen zoals het Amsterdam-Rijnkanaal in de waterveiligheid van Nederland?

Antwoord: Kanalen zoals het Amsterdam-Rijnkanaal spelen o.a. een rol bij het afvoeren van water. Daarnaast kan het water uit kanalen en rivieren gebruikt worden tegen het uitdrogen van dijken en daarmee de waterveiligheid van Nederland beter garanderen.

Websites Waterveiligheid

www.deltacommissie.com

Website van en over de deltacommissie (advies 2008).

www.deltacommissaris.nl

Website over het huidige Deltaprogramma.

www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/maatregelen-om-overstromingen-te-voorkomen/ruimte-voor-de-rivier.aspx

[aspx](#)

website van het programma Ruimte voor de Rivier en de projecten die onder de noemer van dit programma worden uitgevoerd.

www.neeltjeans.nl

Deltawerken Online, over watersnood van 1953 en eerdere overstromingen.

www.waterinfo.rws.nl

Website met actuele waterstanden, waterafvoeren, golfgegevens en windsnelheden van het watermeetnet van Rijkswaterstaat. Je kunt hier verschillende kaarten kiezen afhankelijk van waar je interesse in hebt.

www.rijkswaterstaat.nl

Website met alle historische waterkwaliteitsgegevens van het watermeetnet van Rijkswaterstaat.

www.ahn.nl

Website waarin je met je postcode de hoogte ten opzichte van NAP kunt opzoeken.

www.schooltv.nl/video/het-ontstaan-en-de-inrichting-van-nederland-dijken-en-inpoldering-in-de-middeleeuwen/#q=ringdijken

Link naar een video die heel kort een geschiedenis geeft van het ontstaan en de inrichting van Nederland.

1. Door klimaatverandering zal het vraagstuk van waterveiligheid voor Nederland zeer waarschijnlijk toenemen. Op welke manier en wat kunnen hiervan de effecten zijn? Wat voor maatregelen kunnen genomen worden om de waterveiligheid te verhogen?

2. Welke rol spelen kanalen zoals het Amsterdam-Rijnkanaal in de waterveiligheid van Nederland?

Les 6 Economische betekenis



Lesdoel

Het doel van deze les is om de leerlingen bekend te maken met de wijze waarop gebieden, vaarwegen en havens een economische betekenis kunnen hebben voor Nederland. Na deze les weten ze welke problematiek rondom dit thema in het verleden heeft gespeeld, tot welke beslissingen en/of aanpakken dit heeft geleid en weten dit te koppelen aan de huidige opgaven voor de Veluwe als zoetwaterbron, de Rotterdamse haven en het Amsterdam-Rijnkanaal.

Introductie op thema

Het is van belang dat de leerlingen iets te weten komen over:

- De economische betekenis van water in Nederland;
- Zoetwater in Nederland en zoetwatervoorziening;
- De rol die kanalen spelen in de waterhuishouding van Nederland;
- Havenontwikkeling en de relatie met klimaatverandering.

Zoetwater in Nederland

Het Nederlandse rivierensysteem is ingericht om het smelt- en regenwateroverschot in de winter zo snel mogelijk af te voeren. Het jaarlijkse regenwateroverschot en het bovengemiddeld debiet van de Nederrijn, ruim 1,5 miljard kubieke meter zoetwater. Deze hoeveelheid zoetwater is gelijk aan de hoeveelheid zoetwater dat jaarlijks in Nederland wordt gebruikt door de industrie en als drinkwater.

Momenteel komt dit zoete water voor industrie en drinkwater grotendeels uit de ondergrond, namelijk voor 63%. Daarnaast vormen oppervlaktewater met 36% en de duinen met 1% in Nederland onze jaarlijkse waterbron. De landbouw is een grootverbruiker van vooral zoet oppervlaktewater. Tijdens extreem droge zomers, zoals in 2018, vergt het een grote prestatie om industrie, landbouw en mensen te voorzien van voldoende zoetwater. De verschillende belangen voor

veilig en voldoende zoetwater zullen de komende jaren toenemen.

Zoetwatervoorziening

In het algemeen is er in Nederland voldoende zoetwater beschikbaar. Dat is van groot belang voor bijvoorbeeld de stabiliteit van dijken en de drinkwater- en elektriciteitsvoorziening. Maar als er lange tijd geen regen valt en de temperatuur hoog is, kan er een zoetwatertekort ontstaan. De overheid grijpt in als er een watertekort dreigt. Bijvoorbeeld door het beschikbare water te verdelen over partijen die het nodig hebben. Waterafhankelijke sectoren, zoals landbouw, scheepvaart en veel industrieën, zijn voor hun productie afhankelijk van zoetwater. Deze sectoren vertegenwoordigen volgens het Nationaal Waterplan 2016-2021 een waarde van ruim € 193 miljard (directe productie) en hebben een aandeel van ongeveer 16% in de nationale economie. Ook waterrijke natuur, het leefmilieu in de stad en de volksgezondheid zijn afhankelijk van voldoende zoetwater. Volgens het Nationaal Waterplan is er soms minder zoetwater beschikbaar dan de vraag. In de toekomst zal dit naar verwachting vaker voorkomen door klimaatverandering, verzilting en sociaaleconomische ontwikkelingen zoals bevolkingsgroei en economische groei. De deltasceario's hebben dit aangetoond. Het beleid van het Rijk is erop gericht het huidige fundament voor de zoetwatervoorziening als basis te behouden, ook op de lange termijn. Het streven is om in gebieden die water uit het hoofdwatersysteem ontvangen de aanvoer op peil te houden. Daarbij horen een kritische blik op de watervraag en de mogelijkheden om water zo veel mogelijk vast te houden en te bergen in de regio. In gebieden zonder aanvoer is het plan een omslag te maken van een aanpak gericht op afvoer naar een aanpak die ook gericht is op goed conserveren en beter benutten van zoetwater. Op internationaal niveau zet het kabinet zich in voor

afspraken voor de bescherming van Rijn en Maas als aanvoerroutes voor de zoetwatervoorziening in Nederland, gericht op voldoende water van de juiste kwaliteit. Er wordt steeds gestreefd naar het combineren van wateropgaven binnen stroomgebieden. Het aanbod van zoetwater is niet altijd toereikend voor de vraag. Naast inzet op een robuuste aanvoer zal het beschikbare water zuiniger en effectiever gebruikt moeten worden. Met de deltabeslissing Zoetwater is de basis gelegd om de zoetwateropgave gezamenlijk op te pakken. Kern daarvan is inzicht geven in de waterbeschikbaarheid (voorheen 'voorzieningenniveaus' genoemd), zodat de risico's op zoetwatertekorten helder zijn. Ook vinden stapsgewijze investeringen plaats om de aanvoer van zoetwater robuuster te maken en het gebruik zuiniger. Deze zijn opgenomen in het Deltaplan Zoetwater 2015-2021. De deltabeslissing Zoetwater geeft de kaders voor een nieuwe aanpak voor het voorkomen van watertekorten.

Les 6a De Veluwe als zoetwaterbron

Huidige situatie

De Veluwe is een overwegend beboste landstreek in de Nederlandse provincie Gelderland en een voormalig kwartier van het hertogdom Gelre. De Veluwe meet ongeveer 1.000 km². In tegenstelling tot het oude kwartier heeft de Veluwe geen duidelijk gedefinieerde vaste grenzen. Globaal gezien ligt de regio ingesloten tussen het IJsseldal, de Veluwerandmeren, de Nederrijn en de Gelderse Vallei. Een gebied met een oppervlakte van 912 km² is aangemerkt als Natura 2000-gebied. Grote delen van de Veluwe bestaan uit stuwwallen uit de Saale-ijstijd. Ten noorden van Rheden, in het Nationaal Park Veluwezoom ligt bij het Rozendaalsche veld het Signaal Imbosch, dat met 110 m het hoogste punt van de Veluwe, de hoogste stuwwal van Nederland en het hoogste punt van Nederland buiten Zuid-Limburg is. Met 107 meter komt de Torenberg vlak bij Apeldoorn op de tweede plaats.

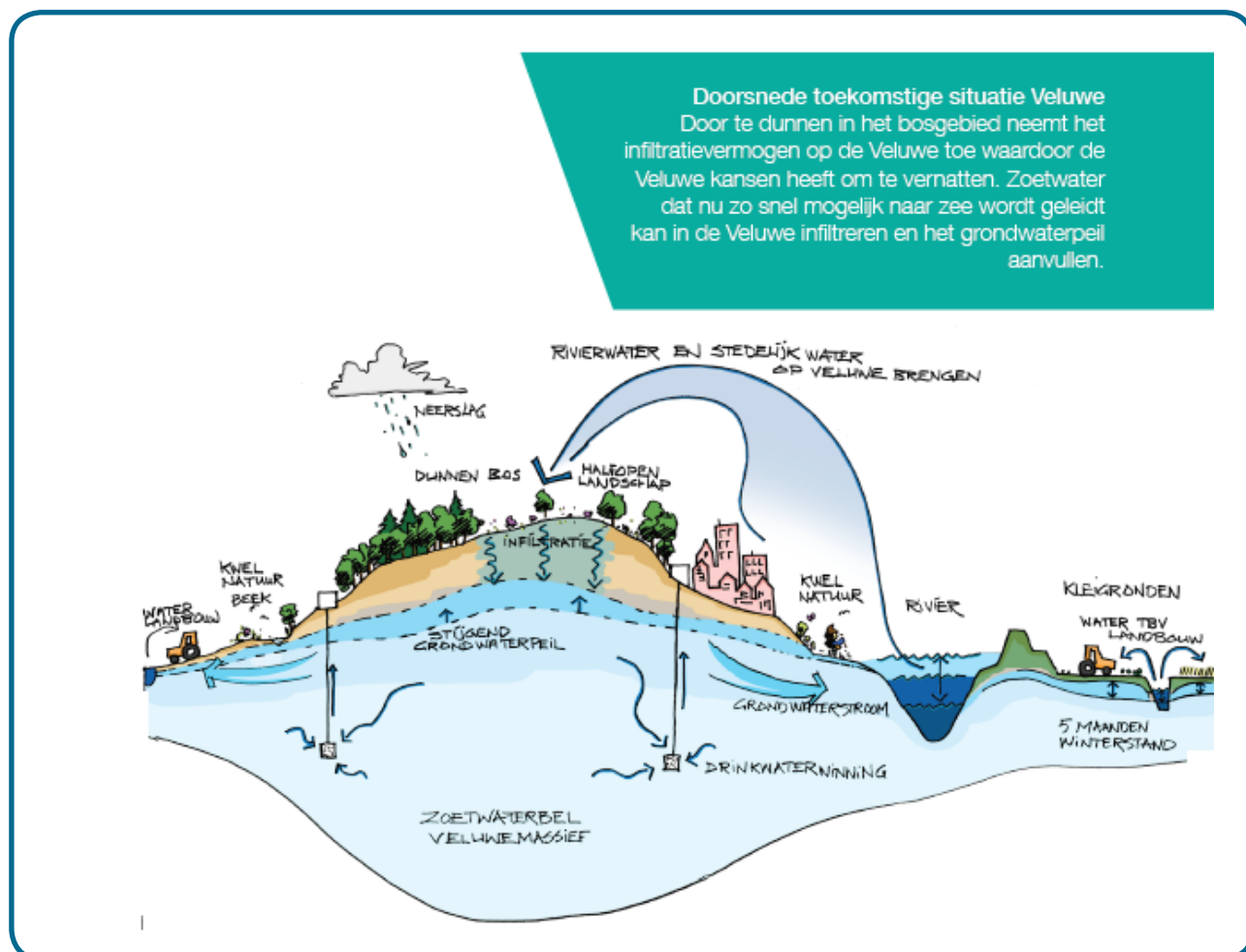
In het noorden van de Veluwe liggen onder andere het stuifzandgebied Leuvenhorst en het Leuvenumse Bos; ter hoogte van Apeldoorn bevindt zich Kroondomein Het Loo, dat met 10.400 hectare het grootste landgoed in Nederland is. Het Nationaal Park De Hoge Veluwe is gelegen in het zuidwesten van de Veluwe en beslaat met 5.400 hectare minder dan een twintigste deel van de Veluwe.⁷

Toekomstige situatie Veluwe

Een veranderend klimaat heeft mogelijk onomkeerbare gevolgen voor de waterhuishouding in Nederland. Komende decennia zullen adaptieve maatregelen worden getroffen om de watermachine in Nederland, met name de regio Arnhem - Nijmegen Foodvalley (Ede-Wageningen) veilig en werkend te houden.

Rekening houdend met de zeespiegelstijging en klimaatverandering is deze machine toe aan een herontwerp, waarin de daling van veengronden, het gebrek aan noodberging, de toename van zoute kwel, het ontoereikende boezemsysteem en het op peil houden van een jaarlijkse zoetwaterbuffer als dominante opgave worden opgepakt.

In 2018 ontwikkelde het initiatief 'Regio van de Toekomst' een regionaal ontwerp van de nieuwe regio Arnhem - Nijmegen - Foodvalley op basis van een toekomstbeeld van de regio. In dit toekomstbeeld begeeft de Regio zich niet alleen aan een uitgestrekt rivierengebied, maar ook bovenop dit Blauwe Goud. De Veluwe heeft met zijn ondergrondse watervolume het tienvoudige van het volume van het IJsselmeer.



Dit ondergrondse grondwater kan als het schoonste drinkwater van Nederland worden beschouwd. Ook ver vanaf het Veluwemassief is dit schone zoete water terug te vinden in de ondergrond. Zo zijn er drinkwaterwinningen in Flevoland en het rivierengebied, waar het Veluws Water ook gewonnen wordt. De Veluwe kan daarmee worden beschouwd als een zeer belangrijke waterbron voor een groot deel van Nederland. Momenteel wordt de Veluwe bedreigd door klimaatverandering en daarmee dus ook onze zoetwatervoorziening. De Regio Arnhem - Nijmegen Foodvalley kan in 2060 een belangrijke rol gaan spelen in de zoetwatervoorziening van Nederland, mits verbeteringen worden aangebracht in het (natuurlijke) watersysteem. Dan kan de Regio Arnhem - Nijmegen Foodvalley uitgroeien tot de zoetwaterkraan van Nederland met wellicht zelfs internationale betekenis.

Opdrachten - voor de docent

Onderstaande opdrachten kunnen door de leerlingen worden uitgewerkt op het werkblad in de bijlage.

1. Welk deel van het water op aarde is zoet (in procenten)? En hoeveel procent van al het water is direct beschikbaar voor mensen, dieren en planten?

Antwoord: 2,5% en 0,014%. Het meeste water op aarde is zout. Van het kleine aandeel zoet water zit veel vast in ijs, in wolken of onder de grond. Daarom kunnen we als mensen en dieren niet altijd gemakkelijk aan drinkwater komen.

2. Check met behulp van een grondwaterkaart het grondwaterpeil in de Bilt. Staat het water hoog of laag?. Zie: <http://grondwater.winnet.nl/debilt/>

Antwoord: Voor het beantwoorden van deze vraag is geen standaardantwoord gezien het afhankelijk is van de actuele grondwaterstanden.

Excursie:

Bezoek aan het meetpunt van een grondwaterpeil in de buurt (in overleg met het waterschap).

Bronnen en websites

Regio van de Toekomst

Het onderzoek naar de regio Arnhem - Nijmegen - Foodvalley in het kader van het project Regio van de Toekomst is uitgevoerd in opdracht van Regio Arnhem - Nijmegen - Foodvalley, BNSP/NVTL, Ministerie BZK. www.novi-regios-van-de-toekomst.nl/

Zoetwatervoorziening

www.deltaprogramma2020.deltacommissaris.nl/
www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/handboek-water/thema-s/watertekort/

1. Welk deel van het water op aarde is zoet (in procenten)? En hoeveel procent van al het water is direct beschikbaar voor mensen, dieren en planten?

.....
.....

2. Check met behulp van een grondwaterkaart het grondwaterpeil in de Bilt. Staat het water hoog of laag? www.grondwater.winnet.nl/debilt/

.....
.....

Les 6b Amsterdam - Rijnkanaal

Het Amsterdam-Rijnkanaal is een 70 km lange waterweg in Nederland tussen Amsterdam en Tiel. Het kanaal vormt een belangrijke schakel in de verbinding tussen de Amsterdamse haven (en, via het Noordzeekanaal, IJmuiden) en de Duitse gebieden langs de Rijn.

Geschiedenis

De verbinding tussen Amsterdam en de Rijn liep vroeger via de Zuiderzee naar Muiden; vandaar voeren de schepen via een sluis de Vecht op tot Utrecht en via de Weerdsuis en de stadsgrachten langs de Vaartse Rijn tot de Lek bij Vreeswijk. Deze Vaartse Rijn en de oudste sluis in Vreeswijk waren in het begin van de 17de eeuw door de gemeente Utrecht aangelegd. In 1822 werd een rigoureuze verbetering ter hand

genomen, namelijk een verbinding van Amsterdam met de Vecht (Weespertrekvaart). De verbeterde verbinding tussen Amsterdam en de Rijn werd de Keulse Vaart genoemd. Het laatste deel ervan, het Zederikkanaal tussen Vianen en Gorinchem (nu Merwedekanaal), was rond 1824 gereed. Al snel was er behoefte aan een groter kanaal en werd in de jaren 1881-1895 het Merwedekanaal (benoorden de Lek) gegraven. Dit ontwikkelde zich snel tot een van de drukst bevaren kanalen van Europa en bleek daarmee niet meer te voldoen aan van de steeds hogere eisen. In 1931 is bij wet vastgelegd dat het Amsterdam-Rijnkanaal er moest komen. In 1932 werd besloten tot de zeer ingrijpende verbeteringswerkzaamheden die resulteerden in het Amsterdam-Rijnkanaal. Vanwege de Tweede Wereldoorlog en vervolgens de wederopbouw duurde het nog tot 1952 voordat de scheepvaart het nieuwe Amsterdam-Rijnkanaal in



gebruik nam.

Huidige situatie

Vanaf 1981 beschikt de scheepvaart over een vaarweg met een breedte variërend van 75 tot 130 meter. De diepte van het kanaal tussen Amsterdam en de Lek bij Wijk bij Duurstede is minimaal 4,20 meter. De waterstand op het gedeelte ten noorden van de Lek heeft als regel een vast peil van NAP -0,40 meter. In het 'Betuwe-pand' varieert de waterstand met het waterpeil op de Lek; de minimumwaterdiepte bedraagt er 4,05 meter.

Technische gegevens

Lengte	72 km
Jaar ingebruikname	1952
Van	IJ in Amsterdam
Naar	Waal bij Tiel



Stroomt door Nederland

Sluizen in het Amsterdam-Rijnkanaal

- Prinses Marijkesluizen
- Prinses Marijkesluizen (Ravenswaaij)
- Prinses Irenesluizen (Wijk bij Duurstede)
- Waterhuishouding van het Amsterdam-Rijnkanaal en het Noordzeekanaal

Het Amsterdam-Rijnkanaal en Noordzeekanaal zijn belangrijke wateren voor de waterhuishouding in West-

Nederland en voor de scheepvaart tussen Amsterdam en de Noordzee, Rotterdam en Duitsland.

Economische betekenis van het Amsterdam-Rijnkanaal

Het Amsterdam-Rijnkanaal is van nationale economische betekenis. Het Rijk stimuleert dat de groei van het goederenvervoer zoveel mogelijk via de binnenvaart en het spoorvervoer wordt opgevangen. Regionale overheden hebben hierin de taak om prioriteit te geven aan watergerelateerde bedrijven op bedrijventerreinen met binnenhavens. Het Amsterdam-Rijnkanaal is samen met Lage Weide een belangrijke schakel in dit internationale kernnet logistiek. Het is geschikt voor vierbaksduwstellen. Naast de transportfunctie heeft het kanaal diverse belangrijke functies, zoals de aan- en afvoer van water en die van drinkwatervoorziening.

Huidige functies van het Amsterdam-Rijnkanaal

Waterhuishouding

Het Amsterdam-Rijnkanaal en Noordzeekanaal zijn in eerste instantie aangelegd voor de scheepvaart. In de loop van de tijd is echter de waterhuishouding een steeds belangrijkere rol gaan spelen. De kanalen gaan dwars door de provincies Utrecht en Noord-Holland. De watervoorziening en afvoer van overtollig water van een gebied in West-Nederland ter grootte van 2300 km² wordt via beide kanalen geregeld.

Wateraanvoer

Het Amsterdam-Rijnkanaal ten noorden van de Lek, het Lekkanaal en het Noordzeekanaal vormen tegenwoordig samen één watersysteem. Dit betekent dat de kanalen in open verbinding met elkaar staan en dus dezelfde waterstand hebben. Bij de sluizen langs de Lek wordt water aangevoerd via inlaatwerken. Doordat de waterstand van de Lek hoger is die van het Amsterdam-Rijnkanaal/Lekkanaal, komt ook bij elke schutting van schepen water van de Lek naar het kanaal, de zogenaamde schutverliezen. Per jaar komt op deze manier ongeveer 1 miljard kubieke meter

water (dit is 1.000.000.000.000 liter!) vanaf de Lek op het Amsterdam-Rijnkanaal.

Tussen de Lek en IJmuiden komt er ook water uit de omgeving op de kanalen. Deze hoeveelheid water bedraagt ongeveer 2 miljard kubieke meter en is afkomstig uit neerslag die valt in de poldergebieden in Utrecht, Noord- en Zuid-Holland.

Waterafvoer

In IJmuiden wordt al het aangevoerde water naar zee gebracht met behulp van de Spuisluis IJmuiden en het Gemaal IJmuiden. Dat is nodig omdat Nederland anders onder water loopt; een groot deel ligt immers onder de zeespiegel. Bovendien is het belangrijk dat de waterstand op het kanaal niet te veel varieert, zodat de scheepvaart ongehinderd door kan varen. Het afvoeren van al dat water naar zee kan op twee manieren. De waterstand op zee is hiervoor bepalend. Is de waterstand lager dan die op het kanaal, dan gaat de Spuisluis open en kan het water onder vrij verval weglopen naar zee. Dat is goedkoop want het kost geen energie. Als de zeewaterstand echter hoger is dan op het kanaal, moet er worden gepompt. Per jaar stroomt door het spuien en pompen bijna 3 miljard kubieke meter water naar zee, ofwel 3.000.000.000.000 liter. Gemiddeld is dat 95.000 liter per seconde.

Watervoorziening

Het Amsterdam-Rijnkanaal speelt een belangrijke rol in de aanvoer van water voor de regio's Utrecht en Zuid-Holland in periodes van droogte. Het water van het kanaal wordt dan getransporteerd naar de Hoogheemraadschappen De Stichtse Rijnlanden, Rijnland en Delfland. Hiermee worden deze gebieden van zoet water voorzien, terwijl ze anders in droge periodes afhankelijk zouden zijn van verzilt water in de directe omgeving.

De kanalen spelen niet alleen een belangrijke rol in de waterhuishouding en scheepvaart, maar hebben ook

andere functies, zoals natuur, drinkwatervoorziening, koelwater en viswater.

Natuur

Langs de kanalen zijn verschillende maatregelen genomen om natuurfuncties te bevorderen. Zo zijn langs het Amsterdam-Rijnkanaal op diverse plaatsen voorzieningen gemaakt, zodat te water geraakte dieren er weer uit kunnen komen. Langs het Noordzeekanaal zijn enkele natuurvriendelijke oevers aangelegd. Ook zijn in IJmuiden en Schellingwoude voorzieningen gemaakt om trekvissen de mogelijkheid te bieden om van zee naar binnenwateren te kunnen zwemmen.

Drinkwater

Bij Nieuwegein en bij Loenen wordt water ingenomen voor de bereiding van drinkwater. Het kanaalwater wordt voorgezuiverd en getransporteerd naar de Loenderveense Plas en de Amsterdamse Waterleidingduinen in Leiduin, waar verdere zuivering plaatsvindt voordat het uiteindelijk uit de kraan komt. Om het kanaalwater te kunnen gebruiken voor drinkwaterbereiding moet het schoon genoeg zijn en mogen er niet teveel chloride, zware metalen en pesticiden in zitten.

Koelwater en viswater

Het kanaalwater wordt ook gebruikt voor de koeling van de energiecentrales te Utrecht, Amsterdam en Velsen. Het geloosde koelwater mag daarbij niet te warm worden, omdat dit schadelijk is voor vissen en andere dieren in de kanalen. Tenslotte is op de kanalen ook nog een aantal beroepsvissers actief en wordt er veel aan sportvissen gedaan.

De toekomst van het Amsterdam-Rijnkanaal

De toekomstige functies van het Amsterdam-Rijnkanaal worden bepaald door drie ontwikkelingen: 1) de klimaatverandering, 2) de uitbreiding van de

stad Utrecht in westelijke richting, en 3) de verwachte toename in vervoer over water door middel van de binnenvaart. Deze drie toekomstige ontwikkelingen worden hieronder kort uiteengezet.

Klimaatverandering

Naast een stijging van de zeespiegel leidt de klimaatverandering ook tot opwarming van meren, zeeën en oceanen. Hierdoor verdampt meer water en valt elders meer neerslag. Als gevolg van mondiale opwarming neemt de neerslag toe met 3 tot 12%. Zo zullen de Rijn en de IJssel in de winter meer en in de zomer minder water aanvoeren. Uit oogpunt van watervoorziening is dit vooral in laag Nederland een belangrijk aandachtspunt. De verwachte grotere aanvoer vanuit de Rijn en de IJssel in de winter maakt meer afvoer vanuit het Natte Hart naar zee noodzakelijk. Tegelijkertijd stijgt de zeespiegel en wordt spuien onder vrij verval steeds moeilijker.

In het Noordzeekanaal en het Amsterdam-Rijnkanaal zullen vaker en langduriger hogere waterstanden optreden, omdat het moeilijker wordt om bij IJmuiden water onder vrij verval te lozen. Zonder maatregelen zullen de meerpeilen stijgen en komt extreem hoog water in het IJsselmeer, het Markermeer en de randmeren steeds vaker voor. Naast een toenemende wateroverlast komt uiteindelijk ook de veiligheid in het geding. In zeer droge jaren treden aanzienlijk langere perioden van laagwater op in de meren en kan de beperkte wateraanvoer leiden tot waterschaarste.

Ontwikkeling van het vervoer over water: de binnenvaart sector

In de afgelopen jaren worden in hoog tempo - soms meerdere schepen per week - binnenschepen aan de vloot toegevoegd. De cruisevaart met luxe passagiersschepen op de Europese binnenwateren nemen ook toe. Cruisen over de rivieren en kanalen door het binnenland is mogelijk van de Noordzee

tot de Zwarte Zee over de Rijn en de Donau. Passagiersvervoer in lijndiensten neemt ook steeds meer toe, omdat dit openbaar vervoer te water vaak wordt uitgevoerd met snelle schepen zoals waterbussen tussen Rotterdam, Dordrecht, Zwijndrecht, Papendrecht en Gorinchem en Fastferries op het Noordzeekanaal. Watertaxi's worden vaak ingezet als openbaar vervoermiddel in riviersteden en de buitenwijken daarvan.

Opdrachten - voor de docent

Onderstaande opdrachten kunnen door de leerlingen worden uitgewerkt op het werkblad in de bijlage.

1. Wat is het maatschappelijke belang van het Amsterdam-Rijnkanaal voor Nederland op dit moment? In welke activiteiten komt dat belang tot uiting?

Antwoord: Het kanaal heeft een groot economisch belang (scheepvaart, binnenvaart, goederentransport, (openbaar) vervoer van mensen) en een belang t.a.v. waterhuishouding (aan- en afvoer van water, drinkwatervoorziening, distributie van zoetwater in tijden van droogte).

2. Wat zou de toekomstige ontwikkeling van het Amsterdam-Rijnkanaal kunnen zijn gelet op verschillende ontwikkelingen in Nederland? Denk aan demografische ontwikkelingen, ontwikkelingen in de scheepvaart, toekomstige zoetwaterbehoefte in het licht van de klimaatverandering, stedelijke ontwikkeling, en de toekomstige behoeften van de landbouw en natuur.

Antwoord: De ontwikkeling van het kanaal wordt beïnvloed door (1) klimaatverandering, (2) de uitbreiding van de stad Utrecht in de westelijke richting, (3) de verwachte toename in vervoer over water door middel van binnenvaart. Naar verwachting gaat het Amsterdam-Rijnkanaal dan een grotere rol spelen t.a.v. economische functies en waterhuishouding.

3. Wat is de relatie tussen het Amsterdam-Rijnkanaal en de thema's verzilting en waterveiligheid?

Antwoord: het Amsterdam-Rijnkanaal speelt een belangrijke rol in de aan- en afvoer van zoetwater. In tijden van hoogwater, kan het kanaal afvoeren waardoor er geen overstromingen zullen ontstaan. In tijden van droogte (wanneer ook veel verzilting optreedt), kan het zoetwater uit het kanaal gebruikt worden voor het stabiliseren en nat houden van dijken (tegen

dijkdoorbraken, waterveiligheid) en het doorstromen van verzilte grond en waterpartijen (tegen verzilting).

Websites

www.rijkswaterstaat.nl/water/vaarwegenoverzicht/amsterdam-rijnkanaal/index.aspx

1. Wat is het maatschappelijke belang van het Amsterdam Rijnkanaal voor Nederland op dit moment? In welke activiteiten komt dat belang tot uiting?

.....
.....

2. Wat zou de toekomstige ontwikkeling van het Amsterdam-Rijnkanaal kunnen zijn gelet op verschillende ontwikkelingen in Nederland? Denk aan demografische ontwikkelingen, ontwikkelingen in de scheepvaart, toekomstige zoetwaterbehoefte in het licht van de klimaatverandering, stedelijke ontwikkeling, en de toekomstige behoeften van de landbouw en natuur.

.....
.....
.....
.....

3. Wat is de relatie tussen het Amsterdam-Rijnkanaal en de thema's verzilting en waterveiligheid?

.....
.....

Les6c De Rotterdamse haven

De haven van Rotterdam is het grootste haven- en industriecomplex van Europa met een totale goederenoverslag van 469,4 miljoen ton goederen (in 2019). Het bestaat uit een samenstel van verschillende havenbekkens en bedrijfsterreinen die ten dienste staan van de aan- en afvoer van goederen van de aan de havens gevestigde (petro)chemische en andere industrieën, en de op- en overslag van goederen van derden voor verder transport. Rotterdam had tussen 1962 en 2004 de grootste haven ter wereld, maar deze positie is sinds 2005 overgenomen door Shanghai. Wel is de Rotterdamse haven de grootste van Europa.

Huidige situatie

De totale oppervlakte van de Port of Rotterdam bedroeg in 2019 zo'n 12.713 hectare en strekt zich uit over een lengte van 42 kilometer. De haven behoort tot de drukste van de wereld. De haven heeft een groot achterland, bereikbaar via binnenwater (Rijn, Maas), weg en spoor. Naast de overslag van goederen via containers zijn ook de bulktransporten en de afhandeling van olietankers belangrijke segmenten. Mede door de schaalvoordelen die een haven van deze omvang kan bieden is Rotterdam al jarenlang een van de favoriete havens voor de aanschaf van brandstof. Rotterdam geldt als de voordeligste bunkerlocatie in Europa. De haven van Rotterdam ligt direct aan de Noordzee en is 24 uur per dag onbelemmerd bereikbaar. Wereldwijd worden zo'n 1.000 havens verbonden met Rotterdam door 500 vaste lijndiensten. Via Rotterdam heeft de wereld toegang tot 150 miljoen consumenten (binnen een straal van 500 kilometer van Rotterdam). Deze consumenten kunnen binnen 24 uur bereikt worden via de weg, spoor, binnenvaart, korte zee- en kustvaart en pijpleidingen.

Technische gegevens

Totaaloppervlak 12.713 ha

Wateroppervlak 4.810 ha

Havenoppervlak 7.903 ha

Economische betekenis van de Rotterdamse haven

Qua overslag (het uitladen van zeeschepen waarna er kleinere schepen komen die de rivier op gaan met die lading van de zeeschepen, maar wel in kleinere hoeveelheden) is de haven van Rotterdam veruit de grootste haven van Europa. Met een goederenoverslag van 430 miljoen ton in 2010 nam ze meer dan een derde van de overslag Hamburg-Le Havre range voor haar rekening. Tevens is ze de zevende haven van de wereld, na onder meer Shanghai, Singapore, Port Hedland en Tianjin. De haven van Rotterdam is belangrijk op het gebied van overslag van containers en massagoederen, ook wel 'bulkoverslag' genoemd, zoals aardolie, chemicaliën, kolen en erts. De natte bulk nam daarbij ruim de helft voor zijn rekening, de droge bulk een zesde. Containeroverslag met bedrijven als Europe Container Terminals bepaalt bijna een derde deel van het totaal. De haven van Rotterdam is, samen met de haven van Amsterdam, een van de twee grootste petroleum- en kolenhavens van Europa. Kolenschepen komen uit Colombia, de Verenigde Staten, Zuid-Afrika en Rusland, waarbij 70% van de steenkolen doorgevoerd worden naar Duitsland. Ruwe olie wordt geïmporteerd vanuit onder meer Rusland, Noorwegen, Saudi Arabië, het Verenigd Koninkrijk en Nigeria. De haven biedt directe werkgelegenheid aan ongeveer 385.000 mensen.

Opdrachten - voor de docent

Onderstaande opdrachten kunnen door de leerlingen worden uitgewerkt op het werkblad in de bijlage.

1. De extreme waterstanden als gevolg van klimaatverandering vormen een grote bedreiging voor de Rotterdamse haven. Wat betekent dat voor de toegankelijkheid van de haven, de bevaarbaarheid van de Waal en Maas, en de toevoer naar Duitsland?

Antwoord: Hoogwater en laagwater kunnen een gevolg zijn van klimaatverandering. Dit is van invloed op de bevaarbaarheid van de haven. Te laag water betekent dat zwaar beladen schepen niet zomaar meer de haven kunnen bereiken en de rivieren in het binnenland niet meer bevaarbaar zijn. Dit kan grote economische gevolgen hebben.

2. Welke opgave ligt er voor de herontwikkeling van oude haventerreinen (Merwe-Vierhavens) in de stad Rotterdam, nu de haven zeewaarts is uitgeplaatst met de aanleg van de Tweede Maasvlakte?

Antwoord: De stadshavens zijn nu een gebied in transformatie van haven naar stad. Waar de maritieme en industriële geschiedenis plaatsmaakt voor de innovatieve maakindustrie en experiment, creatie en groei volop de ruimte krijgen. M4H vormt samen met RDM Rotterdam het Rotterdam Makers District. De voormalig haven-bestemde plekken krijgen een nieuwe functie waar de geschiedenis van de haven nog in terug te herkennen is. Het water van de havens krijgt hier een nieuwe toegevoegde waarde; ruimte voor recreatie, rust en verkoeling.

Websites

www.portofrotterdam.com/

www.cbs.nl/nl-nl/maatschappij/verkeer-en-vervoer/transport-en-mobiliteit/transport/goederenvervoer/

[categorie-goederenvervoer/continentaal-](http://www.cbs.nl/nl-nl/maatschappij/verkeer-en-vervoer/transport-en-mobiliteit/transport/goederenvervoer/continentaal-goederenvervoer-binnenvaart-en-spoor)

[goederenvervoer-binnenvaart-en-spoor](http://www.cbs.nl/nl-nl/maatschappij/verkeer-en-vervoer/transport-en-mobiliteit/transport/goederenvervoer/continentaal-goederenvervoer-binnenvaart-en-spoor)

www.wikipedia.org/wiki/Tweede_Maasvlakte

www.wikipedia.org/wiki/Haven_van_Rotterdam

1. De extreme waterstanden als gevolg van klimaatverandering vormen een grote bedreiging voor de Rotterdamse haven. Wat betekent dat voor de toegankelijkheid van de haven, de bevaarbaarheid van de Waal en Maas en de toevoer naar Duitsland?

.....
.....

2. Welke opgave ligt er voor de herontwikkeling van de oude haventerreinen (Merwe-Vierhavens) in de stad Rotterdam, nu de haven zeewaarts is uitgeplaatst met de aanleg van de Tweede Maasvlakte?

.....
.....
.....
.....



Lesdoel

Het doel van deze les is om de leerlingen bekend te maken met de uitdagingen van klimaatverandering en de relatie tussen water en energie.

Na deze les weten ze welke problematiek rondom dit thema speelt en wat de langetermijnvisie is voor energie en water, vooral in relatie met de Noordzee.

Klimaatverandering

Het klimaat verandert. In Europa stijgt de temperatuur deze eeuw met één tot zes graden Celsius. De toekomst brengt ons meer warmte en droogte, meer neerslag, meer en hardere wind en een stijgende zeespiegel. De verhoging van de temperatuur leidt tot een toename van het smeltwater en uitzetting van het aanwezige water. Volgens het KNMI stijgt de zeespiegel deze eeuw met 35 tot 85 centimeter. Ook de stormen zijn heviger; zij stuwen het zeeniveau extra op en slaan hogere golven verder over de zeeeringen. Bovendien krijgen rivieren, door toename van neerslag in de winter, te maken met hoge piekafvoeren. En door intensere buien in de zomer komt wateroverlast veel vaker voor. Nederland bereidt zich onder andere hierop voor door de ontwikkelingen op de voet te volgen. En door bij het ontwerp van waterkeringen rekening te houden met zeespiegelstijging.

Het wordt steeds spannender in de delta's

New Orleans, Roemenië, de Elbe regio zijn gebieden waar het hoge water zich de afgelopen jaren nadrukkelijk deed gelden, met vaak grote gevolgen.

De beheersing van het watersysteem is een belangrijke, zo niet de belangrijkste voorwaarde voor het leven in de Delta Nederland. Tot in de vroege middeleeuwen was hoogwaterbescherming nog een opgave voor individuele burgers en dorpsgemeenschappen. Vanaf de late

middeleeuwen is eeuwenlang gebouwd aan dijken. Hoogwaterbescherming werd een collectief belang en een collectieve opgave. Het resultaat is een systeem van dijkringen met verschillende beschermingsniveaus. Trots is zeker op zijn plaats, maar er is geen reden om genoegzaam achterover te leunen.

De grote rampen dreigen langzaam uit het collectieve geheugen te verdwijnen. De Zeeuwse en Zuid-Hollandse watersnood in 1953 is velen nog bekend, maar wie weet van de watersnood in het hele rivierengebied in de jaren '20 van de vorige eeuw? In deze eeuw begint de klimaatverandering zijn tol te eisen. De zeespiegel stijgt, het zal vaker en heviger gaan regenen en de grote rivieren moeten steeds meer water verwerken. Leven in de Nederlandse Delta zal nooit vanzelfsprekend zijn.

Energie en water

Het is van belang dat de uitdagingen waar Nederland de komende eeuwen voor staat niet in de eerste plaats het karakter hebben van een bedreiging, maar juist ook nieuwe perspectieven bieden. Het aanpassen van de inrichting van ons land aan de gevolgen van klimaatverandering schept nieuwe mogelijkheden voor duurzame ontwikkeling en het werken met water biedt uitgelezen kansen voor innovatieve ideeën en toepassingen op het gebied van energie en water.

Naast de welbekende "groene energie" bestaat er tegenwoordig ook steeds meer "blauwe energie". Blauwe energie is energie die afkomstig is uit osmose, dat wil zeggen uit verschillen in zoutconcentratie van twee watermassa's. Door deze watermassa's te scheiden door een membraan kan zowel direct als indirect elektriciteit gewonnen worden. Een dergelijk verschil kan benut worden op plaatsen waar zoet water in zee stroomt. Blauwe energie genereert, net als groene energie, geen uitstoot en is daarmee een duurzaam alternatief voor fossiele brandstoffen.

Noordzee en langetermijnvisie

Het Rijk stelt met het Noordzeebeleid de kaders voor ruimtelijk gebruik van de Noordzee in relatie tot het mariene ecosysteem. Het ruimtelijke aspect van de Beleidsnota Noordzee geldt voor de Nederlandse Exclusieve Economische Zone en de niet-bestuurlijk ingedeelde territoriale zee. De Beleidsnota Noordzee 2016-2021 geeft een beschrijving van het huidige gebruik en de ontwikkelingen op de Noordzee en de samenhang met het mariene ecosysteem, en ook de visie, de opgaven en het beleid. De Beleidsnota Noordzee, is integraal onderdeel van het Nationaal Waterplan (NWP).

De visie op de Noordzee is verankerd in de Noordzee 2050 Gebiedsagenda en geïntegreerd in de Beleidsnota Noordzee. Nederland heeft baat bij een veilige, schone, gezonde en ecologisch diverse Noordzee die bijdraagt aan de economische en maatschappelijke behoeften. De zee heeft ook een belangrijke sociaal-culturele en historische betekenis voor Nederland en is een bron van kennis. De zee kan alleen optimaal bijdragen als de natuurlijke veerkracht (verder) wordt hersteld en uitgebouwd en de aantrekkingskracht van de zee behouden blijft voor iedereen. Het gebruik van de zee is in transitie. De kern van het nieuwe beleid voor de Noordzee is: samen met maatschappelijke organisaties sturen op gewenst gebruik in ruimte en tijd, ecologie en economie en de natuurlijke potentie van zee en kust verder ontwikkelen. Het Rijk zet in op een ontwikkelingsgerichte benadering van de zee, die ruimte laat voor nieuwe initiatieven en waarmee de zee flexibel kan worden beheerd.

Op basis van deze visie ligt in de periode tot 2050 de nadruk op vijf thema's: bouwen met de Noordzee-natuur, energietransitie op zee, meervoudig / multifunctioneel gebruik van de ruimte, verbinding van land en zee en bereikbaarheid / scheepvaart. Bij alle vijf de thema's spelen internationale samenwerking en kansen voor export een belangrijke rol.

De verwachte intensivering van het gebruik van de Noordzee, die mede het gevolg is van een toenemend aantal gebruiksfuncties, zet aan tot het verstandig omgaan met de beperkt beschikbare ruimte. Door het toenemend gebruik staat het mariene ecosysteem onder druk. Om de afstemming tussen de verschillende gebruiksfuncties vorm te geven en te zorgen voor een gezond ecosysteem is beleid noodzakelijk. De Beleidsnota Noordzee 2016-2021 geeft het gewenste beleid voor het ruimtegebruik, binnen de grenzen van het mariene ecosysteem. Het Rijk stelt de ruimtelijke kaders zodat het gebruik van de ruimte op de Noordzee zich efficiënt en duurzaam kan ontwikkelen. Meervoudig ruimtegebruik is daarbij een belangrijke grondslag. Dit biedt voor alle vormen van gebruik van de Noordzee evenwichtige kansen.

Het kabinet geeft binnen de Europese kaders (Kaderrichtlijn Water, Kaderrichtlijn Mariene Strategie, Vogel- en Habitatrichtlijn en Verdrag van Malta) prioriteit aan activiteiten die van nationaal belang zijn voor Nederland:

- Olie- en gaswinning: uit de Nederlandse velden op de Noordzee wordt zo veel mogelijk aardgas en aardolie gewonnen zodat het potentieel van aardgas- en aardolievoorraden in de Noordzee wordt benut.
- CO₂-opslag: voldoende ruimte voor opslag van CO₂ in lege olie- en gasvelden of in ondergrondse waterhoudende bodemlagen (aquifers).
- Zeescheepvaart: een geheel van verkeersscheidingsstelsels, clearways en ankergebieden dat de scheepvaart op een veilige en vlotte manier kan accommoderen.
- Zandwinning: voldoende ruimte voor zandwinning ten behoeve van kust-bescherming, het tegengaan van overstromingsrisico's en ophoogzand voor op het land.
- Opwekking van duurzame energie: voldoende ruimte voor windenergie en andere vormen van duurzame energie (groen en blauw), zo veel mogelijk

in combinatie.

- Defensie: voldoende oefengebieden op de Noordzee.

North Sea wind power hub

Het aandeel 'windenergie op zee' in de totale energievoorziening in Nederland zal in de nabije toekomst sterk toenemen. Bestaande windparken op zee hebben een capaciteit van circa 1.000 megawatt (MW). Het net op zee voegt daar straks minstens 3.500 MW aan toe.

In 2023 wordt een belangrijk deel van de energie in Nederland opgewekt in windenergiegebieden op zee, voor de Nederlandse kust. TenneT, de ontwikkelaar en beheerder van het net op zee, heeft zich voorgenomen om tussen nu en eind 2023 in Nederland minstens 3.500 MW aan offshore aansluitingen te realiseren, in een gestandaardiseerd concept van 700 MW per aansluiting. TenneT legt het net op zee aan, gelijktijdig met de bouw van de windparken. TenneT zorgt er als ontwikkelaar en beheerder van het hoogspanningsnet op land en zee voor dat deze nieuwe energie van zee veilig en met maximale beschikbaarheid wordt aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet. De planning van het net op zee tot en met 2023 is gebaseerd op de 'Routekaart Windenergie op zee', die de regering heeft vastgesteld. De Routekaart beschrijft in welk tempo de nieuwe 3.500 MW windenergie op zee gerealiseerd wordt en wanneer welk windenergiegebied wordt aangesloten. Dit zijn respectievelijk Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord). De Routekaart is ontwikkeld in overleg met belanghebbenden.

Opdrachten - voor de docent

Onderstaande opdrachten kunnen door de leerlingen worden uitgewerkt op het werkblad in de bijlage.

1. Waarom is het interessant om windturbines op zee te plaatsen?

Antwoord: Op zee is genoeg ruimte voor grote windparken, zodat we heel veel duurzame energie kunnen opwekken. Bovendien waait het op zee vaker en harder dan op land: de windmolens leveren dus veel meer op.

2. Hoe kunnen windmolens het best ruimtelijk worden ingepast op zee rekening houdend met andere functies op zee (zoals scheepvaart)?

Antwoord: Mogelijk dat een windmolenpark andere functies kan vervullen zoals vis-, mossel- of zeevicultuur.

3. Eén windturbine op zee van 10 MW levert per jaar ongeveer 46.000 MWh op. Een gemiddeld huishouden in Nederland verbruikt per jaar ongeveer 2.900 kWh aan elektriciteit. Hoe veel huishoudens kun je met één zo'n windmolen bedienen? Let op! 1 MWh = 1000 kWh.

Antwoord: ongeveer 16.000 huishoudens (15.862 huishoudens om precies te zijn)

4. In Amsterdam zijn meer dan 450.000 huishoudens. Hoeveel windmolens zijn er nodig om deze huishoudens jaarlijks van elektriciteit te voorzien?

Antwoord: 1 huishouden vraagt 2.900 kWh aan energie. 450.000 huishoudens vragen dan 1.305.000.000 kWh = 1.305.000 MWh. Om aan deze energiebehoefte te voldoen heb je: $1.305.000 / 46.000 = 28,4$, dus tussen de 28 en 29 windmolens om de hele stad te voorzien in elektriciteit.

Websites

Beleid Noordzee

www.noordzeeloket.nl

Noordzee en Energie

www.windopzee.nl

www.tennet.eu/nl/onze-kerntaken/innovaties/north-sea-wind-power-hub/

www.northseawindpowerhub.eu/

1. Waarom is het interessant om windturbines op zee te plaatsen?

.....
.....

2. Hoe kunnen windmolens het best ruimtelijk worden ingepast op zee, rekening houdend met andere functies op zee (zoals scheepvaart)?

.....
.....

3. Eén windturbine op zee van 10 MW levert per jaar ongeveer 46.000 MWh op. Een gemiddeld huishouden in Nederland verbruikt per jaar ongeveer 2.900 KWh aan elektriciteit. Hoeveel huishoudens kun je met één zo'n windmolen bedienen? Let op! 1 MWh = 1000 KWh.

.....
.....

4. In Amsterdam zijn meer dan 450.000 huishoudens. Hoeveel windmolens zijn er nodig om deze huishoudens jaarlijks van elektriciteit te voorzien?

.....
.....

Windenergie op zee

IJmuiden Ver
4.000 MW
tenders
2023 - 2025



⑥

Ten Noorden van de
Waddeneilanden
700 MW
tender 2022



Gemini 600 MW

⑤

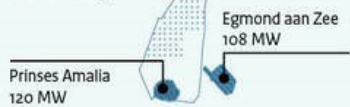


Hollandse Kust (west)
1.400 MW
tenders 2021



④

Hollandse Kust (noord)
700 MW
tender 2019



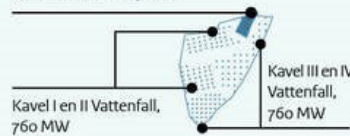
③

Egmond aan Zee
108 MW

Prinses Amalia
120 MW

Hollandse Kust (zuid)

Luchterduinen 129 MW



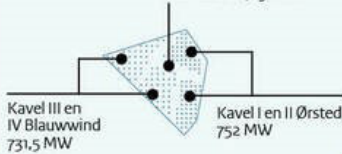
②

Kavel I en II Vattenfall,
760 MW

Kavel III en IV
Vattenfall,
760 MW

Borssele

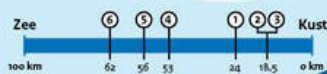
Kavel V
Two Towers, 19 MW



①

Kavel III en
IV Blauwwind
731,5 MW

Kavel I en II Ørsted,
752 MW



Legenda

Bestaande windparken: ~1 GW
Toekomstige windparken: ~10 GW



4.500 MW

De elektriciteit die via het net op zee én via bestaande windparken op zee aan land komt is voldoende voor bijna de helft van alle huishoudens.

NETBEHEERDER

TenneT is in 2016 door de overheid aangewezen als beheerder van het net op zee.

ZEKER VAN ENERGIE

TenneT sluit de energie van windparken op zee veilig en zeker aan op het landelijk hoogspanningsnet.

Stapsgewijs komen er de komende jaren vijf elektriciteitsverbindingen tussen de nieuwe windparken op zee en het landelijk hoogspanningsnet.



TNO

Geiske Bouma
Marjolijn Heezen

Rijkswaterstaat

Jan Dirk van Duijvenbode

Met medewerking van:

Daphne Mol (Nederlands Watermuseum)
Tanja Mathijssen (Nederlands Watermuseum)
Annemieke Teurlinckx (Waterschap Drents-Overijsselse
Delta)
Coby Baars-Nagelhout (Waterschap Vallei en Veluwe)

Vormgeving

Marleen van den Heuvel (Nederlands Watermuseum)

Bronnen afbeeldingen

titelpagina	Rijkswaterstaat
pagina 14	Kees Jan Bakker, Rijkswaterstaat
pagina 15 en 16	Made by Mistake
pagina 19	Rijkswaterstaat
pagina 23	Waterschap Rijn en IJssel
pagina 28	Unie van Waterschappen
pagina 30	Wikipedia
pagina 35	Unie van Waterschappen
pagina 38 en 39	Wikipedia
pagina 41 en 42	TNO
pagina 44	Waterschap Rijn en IJssel
pagina 45	Wikipedia
pagina 46	Rijkswaterstaat
pagina 50	Wikipedia
pagina 52	Regio van de Toekomst (2019)
pagina 55 en 56	Wikipedia
pagina 64	Waterschap Rijn en IJssel
pagina 69	Rijksoverheid
pagina 70	TenneT (2019)

Dit lespakket is een product van TNO, ontwikkeld in opdracht van Rijkswaterstaat. Bij dit lespakket kun je de 3D waterkaart van Nederland inclusief achtergrondkaart inzetten. Voor meer informatie zie www.watermuseum.nl/educatie/op-locatie/. Deze versie is een update van de versie maart 2009 (derde druk, ISBN 978-90-369-0038-6).

Vierde druk – Arnhem, november 2020

ISBN

978-90-90-33991-7