

Dossier Klimaatverandering



Het klimaat verandert; talloze metingen van temperatuur en neerslag ondersteunen deze constatering. De gemiddelde temperatuur in Nederland is in de afgelopen eeuw met meer dan een graad toegenomen. Er bestaat een grote mate van consensus dat menselijke activiteiten hiervoor verantwoordelijk zijn. Het grootste deel van de opwarming is het gevolg van de uitstoot van broeikasgassen. Kooldioxide (CO₂) is het belangrijkste broeikasgas.

Het is nagenoeg zeker dat de mensheid het klimaat de komende tijd zal blijven beïnvloeden. In de klimaatprognose van het KNMI worden de gevolgen van klimaatverandering voor Nederland voor de 21e eeuw gegeven, indien maatregelen om de uitstoot van broeikasgassen terug te dringen uitblijven, dan zal:

- *De gemiddelde temperatuur stijgen van 1 tot 6 graden Celsius*
- *De zeespiegel stijgen van 20 tot 110 cm (tot enkele meters na 2100)*
- *De hoeveelheid winterneerslag stijgen met 6 tot 25 procent*
- *De kans op extreme zomerneerslag 2 tot 10 keer zo groot worden en de kans op zomerverdroging toenemen*
- *Er een toename zijn van hoge rivierafvoeren in de winter.*

Mitigatiemaatregelen wereldwijd zijn nodig om ervoor te zorgen dat de opwarming tot stilstand komt. In Nederland presenteerde het kabinet in 2007 het 'Schoon en Zuinig' programma met ambitieuze doelen voor vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, het verhogen van energie-efficiëntie en een grotere inzet van hernieuwbare energie. Een zekere mate van klimaatverandering is echter onvermijdelijk, omdat het wereldwijde klimaat niet onmiddellijk reageert en er door de uitstoot van broeikasgassen in het verleden nog enige opwarming 'in de pijplijn' zit. Nederland moet dus rekening houden met een grotere kans op wateroverlast en schade. Het advies van de Deltacommissie 2008 (Commissie Veerman, september 2008) schetst de omvang van de maatregelen en investeringen die nodig zijn om Nederland in dit opzicht klimaatbestendig te maken. Warmere en drogere zomers zullen ook aanpassingen vergen in de gebouwde omgeving en in de landbouw. Natuurbeleid moet rekening houden met verschuiven van verspreidingsgebieden van soorten.

Het bieden van oplossingen voor het klimaatprobleem vraagt om een multidisciplinaire benadering. Het combineren van kennis uit verschillende vakgebieden is een van de sterke punten van TNO. TNO is een onafhankelijke en internationaal erkende kennisinstelling. We richten ons op het toepasbaar maken van kennis: nieuwe producten, diensten en processen, op maat gesneden voor onze klanten bij bedrijfsleven en overheid. TNO wil zich inzetten voor het voorkómen van klimaatverandering ("Nederland klimaatneutraal") en het verminderen van de gevolgen van al optredende veranderingen in het klimaat ("Nederland klimaatbestendig"). De volgende paragrafen geven een indruk van de hierbij behorende producten en diensten op het gebied van het klimaatsysteem, mitigatie en adaptatie.

Het Klimaatsysteem

Onderzoek naar weer en klimaat is in Nederland grotendeels ondergebracht bij het KNMI. Maar ook TNO is hierbij betrokken. De modellen om projecties te maken van het klimaat in de toekomst worden steeds complexer en gedetailleerder. Er wordt rekening gehouden met steeds meer terugkoppelingen in het klimaatsysteem, en dat betekent dat naast pure klimaatkennis ook informatie over bijvoorbeeld de invloed van landgebruik en vegetatie, en uitstoot van niet-broeikasgassen in de modellen verwerkt wordt.

TNO is een belangrijke organisatie voor de modellering van de interactie tussen klimaateffecten en luchtverontreiniging (lokaal, nationaal en internationaal). Fijnstof of aerosolen hebben een afkoelend effect, dat waarschijnlijk vooral op kortere tijdschalen en op continentale schaal invloed heeft. De modellen worden gevalideerd met behulp van grond- en satellietwaarnemingen. In dit kader doet TNO onderzoek naar de bruikbaarheid van satellieten voor de waarneming van broeikasgassen en luchtverontreiniging. Hiervoor worden tevens nieuwe meetinstrumenten ontwikkeld.

De modellen worden door overheden in Europa gebruikt om de meest kosteneffectieve combinatie van maatregelen en normen te vinden voor de bestrijding van luchtverontreiniging én het broeikaseffect.

Tevens doet TNO onderzoek naar klimaatveranderingen in het verre verleden, en naar het optreden van het 'hitte-eiland' effect rond steden, waardoor opwarming in stedelijke gebieden versterkt kan worden.

Klimaat mitigatie

Om de uitstoot van broeikasgassen zover terug te brengen dat de wereldwijde opwarming beperkt blijft, is de inzet van veel verschillende maatregelen door alle sectoren (industrie, transport, huishoudens, landbouw, enz.) nodig. Binnen TNO hebben we kennis over een groot aantal technieken en concepten voor de bestrijding van de uitstoot van broeikasgassen. Deze worden hieronder toegelicht. Deze praktijkkennis stelt ons in staat om beleidsvragen op het gebied van de vermindering van broeikasgasemissies van bedrijven, nationale en lokale overheden te beantwoorden. We bekijken daarbij ook welke maatregelen het meeste resultaat hebben voor zowel het broeikaseffect als voor luchtverontreiniging. Hierbij wordt gebruik gemaakt van modellen en scenario's toegesneden op het schaalniveau van de vraagsteller. Recent heeft TNO ook energie en CDM (Clean Development Mechanism; mechanisme voor schone ontwikkeling) projecten in ontwikkelingslanden uitgevoerd.

Uitstoot van broeikasgassen

Mitigatie van klimaatverandering begint met een uitstekende kennis over de uitstoot (emissie) van broeikasgassen. Broeikasgassen komen vrij bij de verbranding van fossiele brandstoffen, bij cementproductie, door ontbossing en verdroging van veengronden, uit landbouwactiviteiten en afvalstortplaatsen. TNO heeft jarenlange ervaring in de opbouw van emissieregistraties in binnen- en buitenland. TNO draagt ook bij aan de internationale richtlijnen voor het rapporteren van de emissies van luchtverontreiniging en broeikasgassen, bijvoorbeeld voor de Europese Commissie en het klimaatpanel van de Verenigde Naties, het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Hierdoor hebben we een enorme kennis opgebouwd over de bronnen van broeikasgasemissies en de emissiefactoren van alle mogelijke processen.

Deze kennis wordt ingezet in opdrachten van de Europese Commissie en Nederlandse en buitenlandse overheden. Ook voor bedrijven en brancheorganisaties kan TNO adviseren over veranderingen in processen en bedrijfsvoering ter vermindering van broeikasgasemissies.

Mitigatie in de energiesector

In Nederland is 36 procent van de uitstoot van kooldioxide afkomstig uit de energiesector (in 2006). Volgens het kabinetsprogramma 'Schoon en Zuinig' moet de energiesector een kwart bijdragen aan het bereiken van de reductiedoelstelling voor kooldioxide in 2020. Dat kan door het verhogen van de efficiëntie van elektriciteitsopwekking in centrales, door het gebruik van restwarmte en door de inzet van alternatieve brandstoffen en duurzame energie.

Een belangrijke ontwikkeling naar duurzaamheid is decentrale opwekking van energie. TNO ondersteunt dit met het ontwikkelen van "smart power systems", die vraag en aanbod van energie

flexibel bij elkaar brengen en verrekenen. Ook loopt er onderzoek naar gasinfrastructuur in verband met bijvoorbeeld het gebruik van waterstof als energiedrager, of de verhoogde inzet van “groen gas” (gas uit biomassa). TNO beschikt daarnaast over de geowetenschappelijke kennis, ervaring en programmatuur voor de succesvolle ontwikkeling van geothermische energie, een veelbelovende bron van duurzame energie. Ondanks deze inspanningen is de wereld nu en gedurende de komende decennia nog sterk afhankelijk van fossiele brandstoffen. De uitdaging is daarom om technologieën te ontwikkelen die het mogelijk maken fossiele brandstoffen te gebruiken zonder substantiële emissie van CO₂. Kosteneffectieve afvang en opslag van CO₂ (CCS – Carbon Capture and Storage) is een tijdelijke maatregel die kan worden ingezet om de transitieperiode te overbruggen naar een duurzame energievoorziening op industriële schaal. TNO speelt een grote rol in de kennisontwikkeling op dit vlak. Zo ontwikkelt TNO technologieën om kooldioxide in elektriciteitscentrales en de procesindustrie bij de bron af te vangen. Vervolgens kan het CO₂ worden opgeslagen in verschillende typen structuren in de diepe ondergrond. Door haar brede geowetenschappelijke kennis heeft TNO een unieke positie in de evaluatie en monitoring van individuele opslagreservoirs. Daarnaast is TNO in staat realistische capaciteitsschattingen voor CCS te maken, door het dynamische aanbod van CO₂ en potentiële opslagreservoirs te ‘matchen’ in tijd en ruimte. Tenslotte ondersteunt TNO de Nederlandse en Europese overheden bij het ontwikkelen van regelgeving voor veilige en gecontroleerde toepassing van CCS.

Mitigatie in de transportsector

Het kabinetsprogramma ‘Schoon en Zuinig’ heeft als doelstelling Nederland in 2020 één van de efficiëntste vervoerssystemen in Europa te geven, met een grote inzet van duurzame en klimaatneutrale brandstoffen. Daarmee zou het verkeer ongeveer 20 procent bijdragen aan het bereiken van de ‘Schoon en Zuinig’ emissiedoelen. TNO ondersteunt dit streven op alle aspecten van het transportsysteem. TNO is in samenwerking met de auto-industrie betrokken bij de ontwikkeling van schonere, zuinigere motoren. We hebben faciliteiten voor de beoordeling van nieuwe brandstoffen. We zijn adviseur voor de Europese Commissie over de CO₂-normering voor voertuigen. De kennis over voertuigemissies is geïntegreerd in verschillende verkeersmodellen, die worden gebruikt voor de advisering over specifieke projecten, maatregelen en locaties. Zo adviseert TNO verschillende gemeentes over het transportbeleid.

Onze analyses strekken zich ook uit tot de logistiek en het vergroten van de efficiëntie van het gehele transportsysteem.

Op het gebied van biobrandstoffen doet TNO onderzoek naar de productie van biodiesel en ethanol uit cellulose (“tweede generatie biobrandstoffen”), naar de broeikasgas- en luchtverontreinigende emissies van biobrandstoffen, en naar de consequenties van de verhoogde inzet van biobrandstoffen (productiecapaciteit, emissies, ketenanalyse).

Mitigatie in de gebouwde omgeving

Gebouwen hebben wereldwijd het grootste potentieel voor de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. Aanpassingen aan gebouwen en installaties, maar ook een veranderd gebruik ervan, bespaart energie en is goed voor het klimaatprobleem. In de bouwsector

kunnen veel maatregelen tegen lage kosten genomen worden, maar zijn ook de barrières groot. De bouwsector is erg versnipperd, waarbij opdrachtgever, aannemer, architect, constructeur, installatietechnicus ieder een eigen rol speelt met soms tegengestelde belangen.

Daarom besteed TNO aandacht aan het hele proces waarbij met al die verschillende partners een omslag gemaakt wordt naar nieuwe benaderingen. TNO ondersteunt in dit kader ook het Energietransitieplatform Gebouwde Omgeving (PEGO).

TNO speelt ook een vooraanstaande rol bij de ontwikkeling van nieuwe technologieën en concepten voor de bouw. Daarbij gaat het om nieuwe bouwmaterialen en bouwcomponenten, en ook om verlichting, koeling en verwarming. Zo wordt er onderzoek gedaan naar warmte- en koudeopslag, het gebruik van micro Warmte Kracht Koppeling (WKK) in huishoudens, en de integratie van duurzame energieopwekking in bouwelementen, zoals gevels en daken. Uiteindelijk moeten energieneutrale woningen op grote schaal en kosteneffectief gebouwd kunnen worden.

Hierbij wordt uiteraard ook al rekening gehouden met de mogelijke effecten van klimaatverandering in de toekomst. Er worden aanpassingen ontwikkeld die zowel energiebesparend zijn, als het wooncomfort behouden of verbeteren.

Met het overzicht over alle mogelijke ontwikkelingen adviseert TNO gemeenten en woningcorporaties over nieuwbouw en aanpassingen aan bestaande woningcomplexen en utiliteitsbouw.

Mitigatie in de industrie

Naast generieke maatregelen om energie te besparen en de uitstoot van broeikasgassen van de industrie te verminderen, zoals de inzet van efficiëntere elektromotoren, zijn er allerlei processpecifieke opties. Met behulp van ketenanalyses, die zich kunnen uitstrekken van leveranciers tot grondstoffenkeuze, kan TNO adviseren over besparingsmogelijkheden voor specifieke bedrijfstakken en producten.

Een belangrijk deel van de energie die door de procesindustrie verbruikt wordt, gaat zitten in het scheiden van materialen, vloeistoffen en gassen. Met onderzoek naar het verhogen van de efficiëntie van scheidingsprocessen levert TNO een belangrijke bijdrage op dit gebied. Voorts wordt gewerkt aan de productie van biobrandstof uit reststromen en andere toepassingen van industriële biotechnologie, en het afvangen van kooldioxide uit rookgas.

Mitigatie in de glastuinbouw

De glastuinbouw verbruikt ongeveer 10 procent van het aardgas in Nederland. Voor tuinders is het energieverbruik een belangrijke kostenpost. Efficiënter gebruik van energie, samengaand met het optimaliseren van het productieproces, is nodig om als tuinder financieel te kunnen overleven. TNO ondersteunt de tuinbouwsector met het verbeteren van het klimaatproces (warmtepompen, vochtbeheersing en (semi)gesloten kassen), met de belichting en met technieken om kooldioxide te gebruiken voor betere groei van het gewas. Daarmee gaat bestrijding van de uitstoot van broeikasgassen hand in hand met het financieel robuuster maken van de sector.

Overkoepelende beleidsvragen

TNO ontwikkelt niet alleen mitigatietechnologieën, maar levert ook

bijdragen aan het beleid. We ondersteunen initiatieven die het nemen van mitigatiemaatregelen bevorderen, zoals duurzaamheidlabels, standaarden en verificatiesystemen. We ontwikkelen strategische informatie zodat andere sectoren voorbereid zijn op de grootschalige introductie van mitigatiemaatregelen.

Doordat we voortdurend op de hoogte blijven van de nieuwste technologische ontwikkelingen, is TNO bij uitstek in staat beleidsvragen te beantwoorden over de gevolgen van de grootschalige toepassing van mitigatietechnologieën. Dit betekent praktisch antwoord geven op vragen naar de gevolgen van bijvoorbeeld de toepassing van bio-energie, of de effecten van klimaatmitigatie op de energievoorziening en -infrastructuur (van een stad, regio, of land), of de gevolgen van het overstappen naar een grotendeels elektrisch voertuigenpark.

TNO heeft ook de kennis in huis om te adviseren in situaties waar veel verschillende technologische en sociale veranderingen tegelijkertijd (moeten) plaatsvinden; typische voorbeelden zijn het energieneutraal bouwen van wijken of industrieterreinen, of het bereiken van “klimaatneutrale gemeenten” of financiële producten als “CO2 neutrale creditcards”.

Ketenanalyses, zoals ‘life cycle assessments’ of CO2 footprints, bieden ondersteuning bij het uitstippelen van toekomstige technologiepaden en ‘innovatieagenda’s’ voor sectoren en industrietakken.

Bij al deze analyses combineert TNO kennis over de uitstoot van broeikasgassen met de inzet van technologie en gedragsveranderingen om de uitstoot te verminderen.

Klimaat adaptatie

Ook al vermindert de uitstoot van broeikasgassen in Nederland en mondiaal, toch is een zekere mate van klimaatverandering onvermijdelijk. Afhankelijk van de snelheid en de mate waarin mitigatiemaatregelen genomen worden, zullen we geconfronteerd worden met veranderingen in gemiddelde temperatuur, neerslag en wind, extreme weersomstandigheden en zeespiegelstijging. Deze veranderingen beïnvloeden veiligheid, economie, ecologie, maatschappelijke en sociale structuren, gezondheid en de kwaliteit van de leefomgeving in bredere zin.

De effecten van klimaatveranderingen zullen in Nederland niet beperkt zijn tot de kustzone en het landelijk gebied. Ook in het stedelijk gebied zal klimaatverandering merkbaar worden. Bovendien zijn de risico's op schade en overlast voor het stedelijk gebied relatief hoog vanwege de hoge bevolkingsdichtheid en hoge economische waarde (industrie, wonen) en ook doordat een aanzienlijk deel van het stedelijk gebied in Nederland laag en dus kwetsbaar gelegen is. Dit vraagt om een gerichte aanpak voor de aanpassing aan de effecten van klimaatverandering in het stedelijk gebied.

TNO heeft een sterke positie op het terrein van inrichtingsvraagstukken in het stedelijk en geïndustrialiseerd gebied. TNO heeft de ambitie haar kennis en ervaring in te zetten ten behoeve van een optimale inrichting van het stedelijke gebied, dat bestand is tegen ontvruchting met behoud van leefbaarheid.

Adaptatie in de gebouwde omgeving

Aanpassingen aan woning- en utiliteitsgebouwen en de inrichting van wijken zullen noodzakelijk zijn om een veilige en comfortabele woon- en werkomgeving te handhaven.

Klimaatrobuust bouwen

De voornaamste implicaties van klimaatverandering voor Nederlandse gebouwen hebben betrekking op energiegebruik en binnenklimaat. Door de temperatuurstijging zal de vraag naar koeling toenemen en die naar verwarming afnemen. Om te voorkomen dat er een sterk toenemende vraag ontstaat naar energieslurpende koelapparatuur werkt TNO aan nieuwe concepten voor passieve koeling, lokale energieopwekking en –gebruik, en klimaatregeling. Voorbeelden zijn innovatieve (natuurlijke) ventilatie, warmte en koudeopslag en thermochemische warmtepompen. Toepassing van nieuwe bouwmaterialen kan eveneens een bijdrage leveren aan het minimaliseren van het energieverbruik van woningen. Adaptatie aan klimaatverandering gaat hierbij hand in hand met het voorkómen van de uitstoot van broeikasgassen en nog meer opwarming. Bij dit alles moet ondanks andere weersomstandigheden en installatieconcepten het binnenklimaat in de woning op een kwalitatief hoog niveau blijven. Daarbij gaat het bij TNO niet alleen om technische ingrepen, maar wordt ook rekening gehouden met het gebruik van de ruimtes en de behoeftes van de gebruikers.

Veranderende klimatologische omstandigheden kunnen ook van invloed zijn op de duurzaamheid van bouwmaterialen en de constructieve veiligheid van gebouwen. De combinatie van hogere temperaturen en meer neerslag heeft vooral negatieve effecten op poreuze bouwmaterialen zoals baksteen en beton. Bij het ontwerp van platte daken moet rekening worden gehouden met de belasting bij extreme neerslag. TNO heeft alle faciliteiten voor onderzoek naar deze effecten in huis en kan adviseren over mogelijke consequenties voor normen en ontwerpvoorschriften.

Verkoelende wijk

Bebouwing heeft een grote invloed op de energiebalans van een stad. Conventionele gebouwen en bestrating absorberen zonnestraling en zorgen ervoor dat veel warmte wordt vastgehouden. Slim gebruik van het grote oppervlak van gebouwen kan bijdragen aan een positieve verandering van de energiebalans, bijvoorbeeld door het wit maken van daken en gevels, het plaatsen van zonnepanelen of de aanleg van groene daken. In bredere zin is de gehele configuratie van gebouwen, wegen, water en groen medebepalend voor de effecten van het klimaat in een stad. Bij het plannen van de ruimtelijke inrichting is het dan ook van belang dat rekening wordt gehouden met toekomstige verandering van het klimaat.

Urban Strategy is de softwaretool van TNO die effecten van ingrepen op de gebouwde omgeving inzichtelijk maakt. Interactief kunnen veranderingen aangebracht worden, bijvoorbeeld de aanleg van wegen en gebouwen of een hele woonwijk. De gevolgen daarvan voor de kwaliteit van de leefomgeving worden onmiddellijk getoond. Effecten worden thans doorgerekend met verschillende modellen voor o.a. verkeer, luchtverontreiniging, veiligheid, geluid

en de gezondheidseffecten ervan, en grondwater. Aanvulling van Urban Strategy met modellen die de kwantitatieve effecten van stedelijke structuren, wegen, water en groen op het klimaat in de stad beschrijven, kan het planningsproces ondersteunen. Tevens kan Urban Strategy gebruikt worden om bij de planning rekening te houden met eventueel mogelijke wateroverlast en overstromingsrisico's.

In compacte stedelijke gebieden geven extreme neerslag of verhoogde rivierstanden problemen: er is te weinig ruimte voor de berging van het water. TNO kan adviseren over technische mogelijkheden om tijdelijke wateroverlast in de stad ondervangen, zoals waterpleinen of groene daken. Drijvend bouwen kan een oplossing bieden op economisch hoogwaardige locaties zoals stadcentra.

Adaptatie in mobiliteit en logistiek

Vaker voorkomende extreme weerssituaties en mogelijke hoogwaterstanden door klimaatverandering hebben gevolgen voor de Nederlandse mobiliteit. Filevorming vormt nu al een groot probleem in het stedelijk gebied en zal door weersveranderingen mogelijk groter worden indien er niet gewerkt wordt aan een robuuster wegennetwerk.

Er zal bijvoorbeeld rekening gehouden moeten worden met verzakking van wegen, het uitzetten van spoorwegen of verminderde doorvaarhoogten bij bruggen. In het kader van het innovatieprogramma 'Wegen naar de Toekomst' van Verkeer en Waterstaat heeft TNO een drijvende weg ontwikkeld. De weg is geschikt als tijdelijke wegomleiding bij groot onderhoud aan bruggen en wegen, als weg in gebieden die regelmatig onder water lopen en als verbinding in gebieden met zeer slappe ondergrond.

In het geval van overstromingen of bij andere overlast zoals zware verkeersslammende stormen, kunnen verkeersmodellen in combinatie met communicatiemethodes (vooraf vastgestelde noodroutes of instructies via sms) helpen om verkeersstromen en evacuaties soepel te laten verlopen. TNO is op beide terreinen actief: we ontwikkelen zowel verkeersmodellen (en gebruiken die om extreme omstandigheden na te bootsen) en ontwikkelen communicatiehulpmiddelen ten behoeve van verkeer en vervoer.

Gezondheid en leefbaarheid

De stijging van temperatuur kan niet alleen tot directe gezondheidseffecten leiden, maar een relatief hoge nachttemperatuur tijdens hittegolven in de stad kan ook problemen opleveren voor de nachtrust. Vermindering van de slaapkwaliteit kan gevolgen hebben voor de gezondheid, arbeidsproductiviteit en leerprestaties. Aangezien er nog veel onbekend is, wil TNO onderzoek doen naar de relaties tussen hitte en gezondheid.

Adaptatie en veiligheid

Meer afvoer door de grote rivieren en een stijgende zeespiegel betekenen een grotere kans op overstromingen. TNO heeft over de jaren heen een grote expertise opgebouwd op het gebied van de analyse van overstromingsrisico's. Met deze kennis is onder

meer PC-Ring ontwikkeld. Dit programma, dat ontwikkeld is in opdracht van Rijkswaterstaat, berekent de kans op overstroming van een dijkkring. Hierbij wordt aangegeven welke variabelen daarin het meest bepalend zijn, op welke plaats een overstroming het meest waarschijnlijk is, evenals de kans op verschillende overstromingsscenario's. In de komende anderhalf jaar worden alle dijkkringen in Nederland met dit programma doorgerekend. Het berekenen van risico's op overstromingen is noodzakelijk om de juiste maatregelen te kunnen nemen.

Overstromingen, maar ook andere extreme weerscondities zorgen voor verhoogde risico's voor de externe veiligheid. Een aantal mogelijke oorzaken van vrijkomen van gevaarlijke stoffen uit chemische installaties zijn bijvoorbeeld het drijven van tanks en installaties, instorten van gebouwen, drijvend puin of uitval van apparatuur. TNO kan adviseren over voorzorgmaatregelen voor externe veiligheidsrisico's en over de wijze waarop deze maatregelen in het veiligheidsbeleid van bedrijven of overheden opgenomen kunnen worden.

TNO

Princetonlaan 6
Postbus 80015
3508 TA Utrecht

T 088 866 20 01
ronald.albers@tno.nl

Contactpersoon

Ir. R.A.W. (Ronald) Albers MPA

TNO is een leidend, onafhankelijk kennisbedrijf dat vanuit haar expertise en onderzoek een belangrijke bijdrage levert aan de concurrentiekracht van bedrijven en organisaties, aan de economie en aan de kwaliteit van de samenleving als geheel. Door haar veelzijdigheid en capaciteit tot integratie van deze kennis neemt TNO een unieke positie in.

Bij TNO werken ruim 4300 professionals.

TNO werkt vanuit 5 kerngebieden:

- TNO Kwaliteit van Leven
- TNO Defensie en Veiligheid
- TNO Industrie en Techniek
- TNO Bouw en Ondergrond
- TNO Informatie- en
Communicatietechnologie

tno.nl

