



LANNOO'S GROTE
ENCYCLOPEDIA VAN ALLE
VOER- EN
VAARTUIGEN

Lannoo



Senior Editors Sam Kennedy, Anna Streiffert Limerick

Senior Art Editor Stefan Podhorodecki

Project Editors Edward Pearce, Vicky Richards

Editor Binta Jallow

Designers Kelly Adams, Mik Gates, Beth Johnston, Kit Lane

Jacket Design Development Manager Sophia MTT

Jacket Designer Tanya Mehrotra

DTP Designer Rakesh Kumar

Senior Jackets Coordinator Priyanka Sharma Saggi

DK Media Archive Romaine Werblow

Picture Research Geetam Biswas, Myriam Megharbi

Production Editor Gillian Reid

Production Controller Poppy David

Managing Editor Francesca Baines

Managing Art Editor Philip Letsu

Publisher Andrew Macintyre

Associate Publishing Director Liz Wheeler

Art Director Karen Self

Publishing Director Jonathan Metcalf

Geschreven door Ian Fitzgerald, Clive Gifford,
Giles Sparrow, Giles Chapman

Consultant Roger Bridgman

Illustratoren en beeldmedewerkers

Adam Benton, Peter Bull, Jason Harding, Richard Chasemore,
Jon@KJA, Chris@KJA, Stuart Jackson-Carter – SJC Illustration,
Simon Mumford, Tony Randazzo, Simon Tegg, Jack Williams

Oorspronkelijke titel *Knowledge Encyclopedia Transport!*

Oorspronkelijke uitgever Dorling Kindersley Limited

DK, One Embassy Gardens, 8 Viaduct Gardens,

© 2024 Dorling Kindersley Limited

A Penguin Random House Company

Nederlandse vertaling © Uitgeverij Lannoo nv, Tielt, 2024

Vertaling Jaro Schneider

Boekverzorging Asterisk*, Amsterdam

ISBN 978 94 014 1118 9

D/2024/45/108

NUR 231, 257

www.lannoo.com

www.de-leukste-kinderboeken.com

Registreer u op onze website en we sturen u regelmatig een
nieuwsbrief met informatie over nieuwe boeken en met
interessante, exclusieve aanbiedingen.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden
verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand
en/of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij
elektronisch, mechanisch of op enige andere manier zonder
voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.



LAND

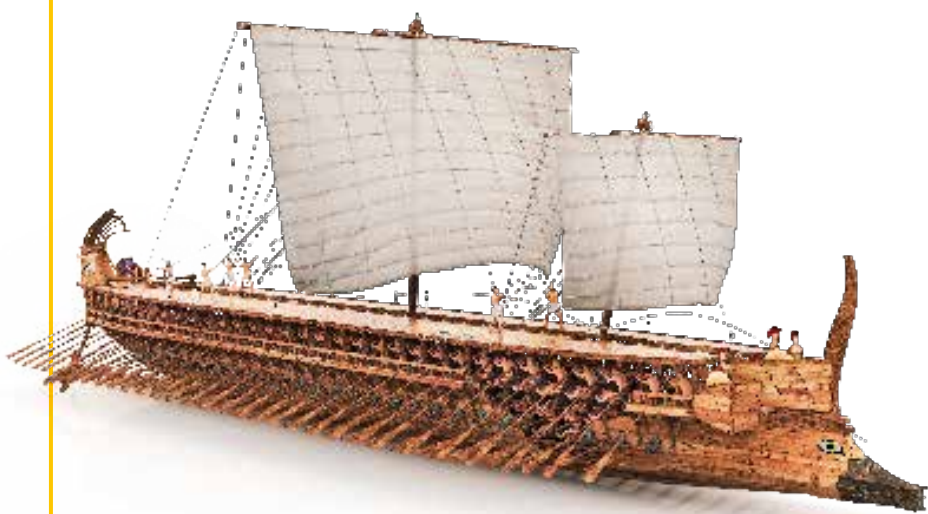
LANDTRANSPORT DOOR DE EEUWEN HEEN	8
Vervoer over land	10
Eerste transport over land	12
Paardenbus	14
Wegenbouw	16
Binnen in de motor	18
Op de weg	20
Elektrische auto	22
Luxeauto's	24
Sportwagen	26
NASCAR	28
Formule 1-auto	30
Testen, testen	32
Auto's bouwen	34
Impact!	36
Tankstation	38
Transport en het milieu	40
Zelfrijdende auto	42
Pedaalaandrijving	44
Motorfietsen en scooters	46
Sportsbike	48
Trucks	50
Oplegger	52
Op de boerderij	54
Combine	56
Bouwvoertuigen	58
Hulpdiensten	60
Brandweerwagen	62
Transportnetwerken	64
Met de bus	66
Dubbeldekker	68
Op het spoor	70
Vrachttreinen	72
Stoomlocomotief	74
Passagierstreinen	76
Metrostation	78
Hogesnelheidstrein	80
Kabeltrein	82
Militaire voertuigen	84
Gevechtstank	86



WATER

SCHEPEN DOOR DE EEUWEN HEEN 90

Vervoer over water	92
De eerste boten	94
Griekse trireem	96
Drakenboten	98
Eersteklas oorlogsschip	100
Leven aan boord	102
Volle kracht vooruit	104
Cruiseschip	106
Pret op het water	108
Racejacht	110
Kostbare lading	112

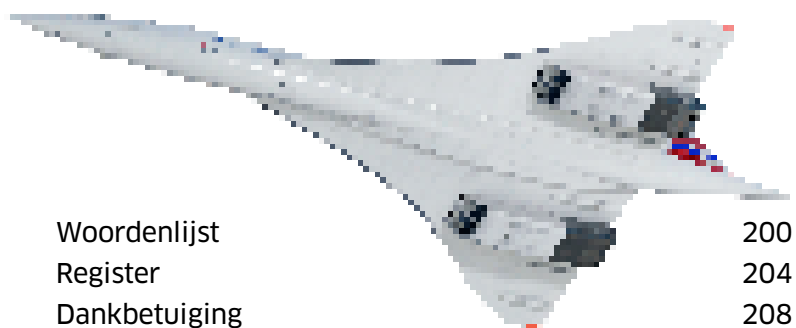


Containerhaven	114
Auto- en passagiersferry	116
Werkschepen	118
Onderzoeksvaartuig	120
Reuzenschroef	122
Marineschepen	124
WO II-oorlogsschip	126
Onder water	128
Kernonderzeeër	130
Vliegdekschip	132
Opstijgen!	134
Op het dek	136

LUCHT EN RUIMTE

DE LUCHT IN 140

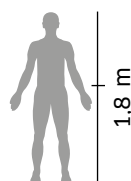
Zo werkt vliegen	142
Opstijgen	144
Luchtvaartexperimenten	146
Luchtschip	148
Vliegtuigen uit WO I	150
Luchtgevecht!	152
Groei van de burgerluchtvaart	154
Watervliegtuig	156
WO II-vliegtuigen	158
Gevechtsvliegtuig	160
Straalmotoren	162
Jetman	164
Burgerluchtvaart	166
Concorde	168
Landingsgestel uit	170
Luchthaven	172
Wentelwieken	174
Werkhelikopters	176
Gevechtshelikopter	178
Militair vliegtuig	180
Straaljager	182
Drones	184
Ruimtevaart	186
Lanceervaartuigen	188
Rollende raket	190
Bemande ruimtevaart	192
Spaceshuttle	194
Onbemand ruimteschip	196
Raketlancering	198



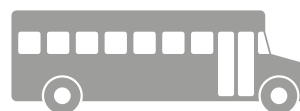
Woordenlijst	200
Register	204
Dankbetuiging	208

Schalen en maten

Het informatieblokje bij elk voertuig, vaartuig of vliegtuig bevat een schaaltekening om een idee van de grootte te geven. De afmetingen worden vergeleken met een gemiddelde volwassen man, een Amerikaanse schoolbus of een Boeing 747-passagiersvliegtuig.



1,8 m



11 m



76,5 m

Eerste transport over land

De mens heeft het grootste deel van de geschiedenis op spierkracht vertrouwd - van zichzelf of van dieren - om zich te verplaatsen.

Gedurende duizenden jaren, vanaf de eerste beschavingen tot de 20ste eeuw, reisden weinig mensen ver van huis. Als mensen een lange reis maakten, liepen ze, reden ze op een paard, of reisden ze in een kar of koets, getrokken door een paard of ander lastdier. De uitvinding van de stoommachine in de 19de eeuw maakte het uiteindelijk mogelijk om voertuigen te bouwen zonder gebruik te maken van spierkracht.



KRUIWAGEN

Rollend transport

Herkomst: China

Wanneer: 221 v.C.-256 n.C.



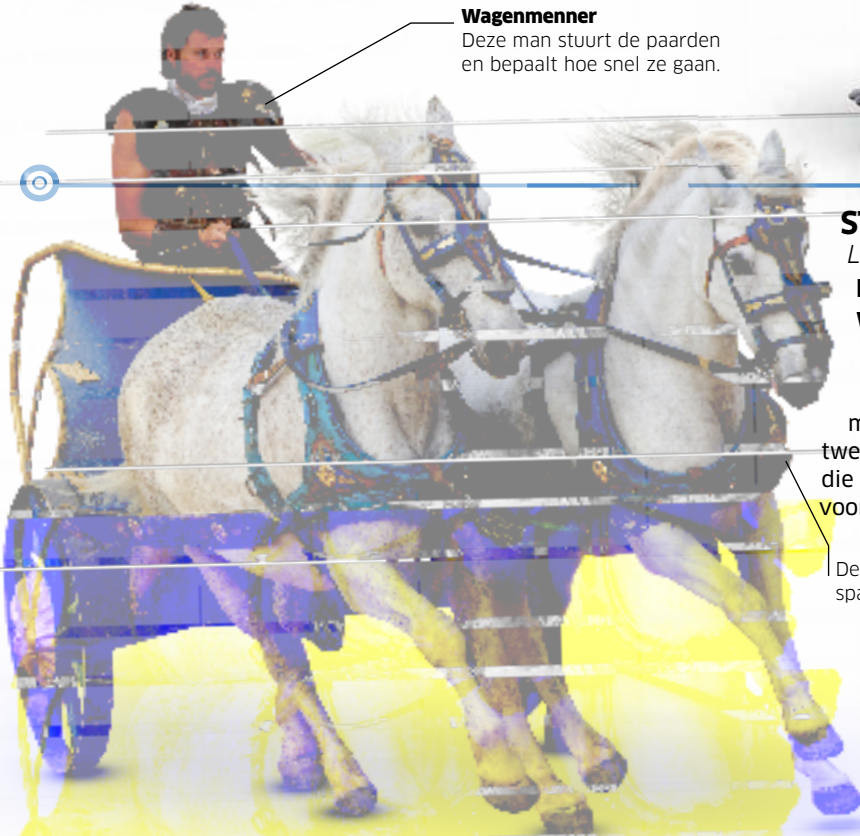
De kruiwagen is uitgevonden in China om zware ladingen of zelfs mensen mee te vervoeren. De Chinese benaming luidt 'houten os'.

Houten handgrepen

Hoe langer de grepen van een kruiwagen, hoe minder kracht er nodig is om hem te verplaatsen.

Wagenmener

Deze man stuurt de paarden en bepaalt hoe snel ze gaan.



STRIJDWAGEN

Lichtgewichttweewieler

Herkomst: Mesopotamië

Wanneer: 3000 v.C.

De uitvinding van het spaakwiel maakte het mogelijk om snelle, lichte, tweewielige wagens te bouwen die door paarden werden voortgetrokken.

De paarden zitten met een span aan de wagen vast.



Draagbeugel

KAMEEL

Schip van de woestijn

Herkomst: Arabië

Wanneer: 2200 v.C.



Kamelen worden soms 'schepen van de woestijn' genoemd en waren populair bij kooplieden voor lange karavanes, omdat ze in staat waren om zware ladingen over ruig terrein te vervoeren.

Brede tenen voorkomen dat de poten in het zand wegzakken.



PAARD

Bereden reizen

Herkomst: Centraal-Azië

Wanneer: 2000 v.C.

Te paard konden mensen veel grotere afstanden afleggen en sneller reizen dan te voet. Deze ruiter te paard komt uit Mongolië, waar de paarden klein en sterk zijn.



DRAAGSTOEL

Personenvervoer

Herkomst: Kroatië

Wanneer: 18de eeuw



Voor mensen die rijk genoeg waren, maakte de draagstoel het mogelijk om te reizen zonder zelf een stap te hoeven zetten. Twee palen werden door draagbeugels aan beide kanten van de cabine gestoken, die vervolgens door sterke mannen werd opgetild.

KONINKLIJK RIJTUIG

Statussymbool

Herkomst: Brazilië

Wanneer: 19de eeuw



Dit uiterst gedetailleerd gegraveerde, en met een familiewapen beschilderde rijtuig was van het Braziliaanse vorstenhuis. De uitbundige versieringen geven uitdrukking aan de rijkdom en status van de familie.



SLEDE

Paard-en-wagen voor 's winters

Herkomst: Nederland

Wanneer: jaren 1880



In de winter zorgden de smalle ijzers van een slede voor een snellere en soepelere rit dan op wielen, die in de sneeuw vast konden raken of op het ijs weggleden. Dit voertuig was bekleed met bont voor extra comfort.

Bestuurdersstoel



GRENVILLESTOOMWAGEN

Gemotoriseerd wegtransport

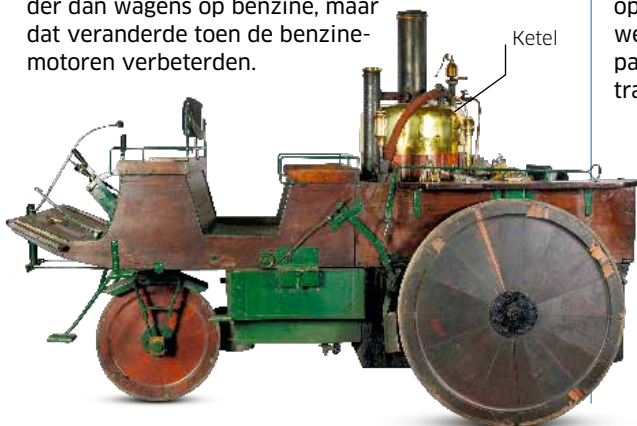
Herkomst: VK

Wanneer: 1880



Deze driewieler met stoommachine stuurde met het voorwiel. Stoomwagens waren eerst populairder dan wagens op benzine, maar dat veranderde toen de benzine-motoren verbeterden.

Ketel



KINDERWAGEN

Vervoer van kinderen

Herkomst: VK

Wanneer: 1773



De eerste kinderwagen ter wereld werd gemaakt voor de kinderen van de Britse hertog van Devonshire. Het rijtuigje kon door een pony, hond of geit worden voortgetrokken. Het babystoeltje stond op veren.

Versiering

Het rijtuigje was als een soort golf opgekruld..



READINGCARAVAN

Huis op wielen

Herkomst: VK

Wanneer: jaren 1880



Deze door paarden getrokken woonwagens zijn vernoemd naar de Britse stad waar er veel gebouwd zijn, en hebben ruimte voor een bed en een keuken. Ze waren zeer populair bij Roma die boerenmarkten afreisden.



HUIFKAR

Proviandwagen

Herkomst: VS

Wanneer: 19de eeuw



Kolonisten in het westen van Noord-Amerika reisden in lange karavans van huifkarren. Deze kar vervoerde voedsel en een veldkeuken. Over de metalen bogen kon een canvaskap worden gespannen.



PHAETON

Privérijtuig

Herkomst: VS

Wanneer: 19de eeuw



Deze lichtgewichtrijtuigen werden gebruikt door rijke lui voor korte trips en om hun paarden te showen. De stoel van de koetsier was beschermd tegen de elementen door een inklapbare kap.

Grote achterwielen



TRAM

Elektrische lichte trein

Herkomst: Spanje

Wanneer: 1912

De pantograaf krijgt elektriciteit van de bovenleiding.

Trams volgen vaste routes en rijden op rails in plaats van op wegen. De eerste trams werden getrokken door paarden, maar de meeste trams van nu zijn elektrisch.





Superspoiler

De hoek van de achterspoiler van de Veyron kan worden ingesteld om een *downforce* van 400 kg te bewerkstelligen, waardoor de auto bij extreme snelheden op de grond wordt gedrukt. Bij hard remmen op hoge sneheid kantelt de spoiler naar 55 graden en werkt hij als een soort remparachute.

Runflatbanden

Versterkte banden blijven in model wanneer ze lek zijn. De auto kan op een platte band nog een afstand van 50 km rijden.

Wielen

De brede wielen hebben platte, gelijkde banden. De banden moeten elke 18 maanden opnieuw worden gelijkmd en kosten zo'n € 35.000 per set.

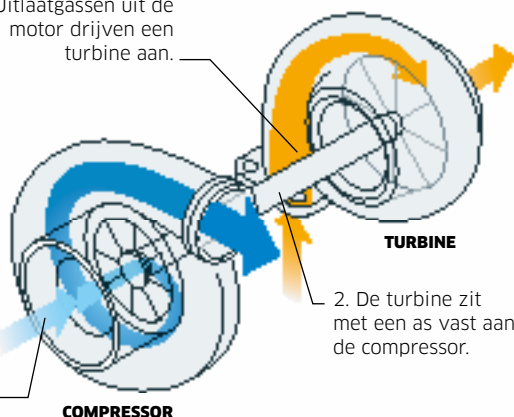
Merklogo

Het Bugatti-logo is aangebracht op de wielnaaf.

Zo werkt een turbo

De Veyron heeft vier turbo's, waarmee het motorvermogen wordt verhoogd door meer lucht in de cilinders te persen. De lucht zorgt voor een snellere verbranding na ontsteking.

1. Uitlaatgassen uit de motor drijven een turbine aan.



TURBINE

2. De turbine zit met een as vast aan de compressor.

3. De compressor zuigt lucht aan en perst die onder druk in de motor.

COMPRESSOR

Luchthapper

Happers aan elke kant van de auto voeren grote hoeveelheden lucht naar de motor, maar beschermen ook de inzittenden als de auto over de kop slaat.

Brandstofslurper

De tank met een inhoud van 100 liter bestaat uit 250 met de hand gelaste onderdelen. De 100 liter is voldoende voor 250-400 km.

Snelheidsduivel

Deze in Duitsland ontwikkelde en in Frankrijk gebouwde *elitesupercar* is vernoemd naar de Franse coureur Pierre Veyron. Hij heeft een prijskaartje van meer dan € 1 miljoen. De tweezitter is slank en supergestroomlijnd, en met 1,2 meter extreem laag.

W16-motor

De 16-cilinder-8 liter-motor bestaat uit meer dan 3500 onderdelen.

Versnellingsbak

Het kostte een team van ingenieurs vijf jaar om de 7-bak met dubbele koppeling van de Veyron te ontwikkelen.

Monocoque

De cabine van de auto bestaat uit een soort schelp van carbonfiber en vormt een sterke, stijve, lichtgewichtstructuur van 110 kg.

BUGATTI VEYRON 16.4

Herkomst: Duitsland/Frankrijk

Jaar: 2005

Lengte: 4,46 m

Topsnelheid: 407 km/u



Slimme bediening

Het slanke dashboard bevat het bedieningspaneel van de Veyron, waarmee de chauffeur de snelheid kan monitoren en razendsnel kan schakelen. Om de topsnelheid te halen moet een speciale extra sleutel naast de stoel worden omgedraaid, waardoor de rijhoogte wordt verlaagd en twee kleppen aan de onderkant sluiten.



Schakelen met flippen

Schakelen met de flippen aan weerszijden van het stuur gaat in 150 milliseconden.

Sportwagen

Supercars bieden ultieme kracht, rijeigenschappen en acceleratie. Fabrikanten investeren enorme hoeveelheden geld om auto's te creëren die naast razendsnel ook stijlvol zijn.

De Bugatti Veyron 16.4 is een ultieme *supercar* met een motorvermogen van maar liefst 1001 pk. Een gelimiteerde versie van de auto, de Super Sport 16.4, verscheen in 2010 en was met 431,07 km/u de snelste straatauto ter wereld. Hij liet alle concurrenten van destijds ver achter zich.

Lichgewichtcarrosserie

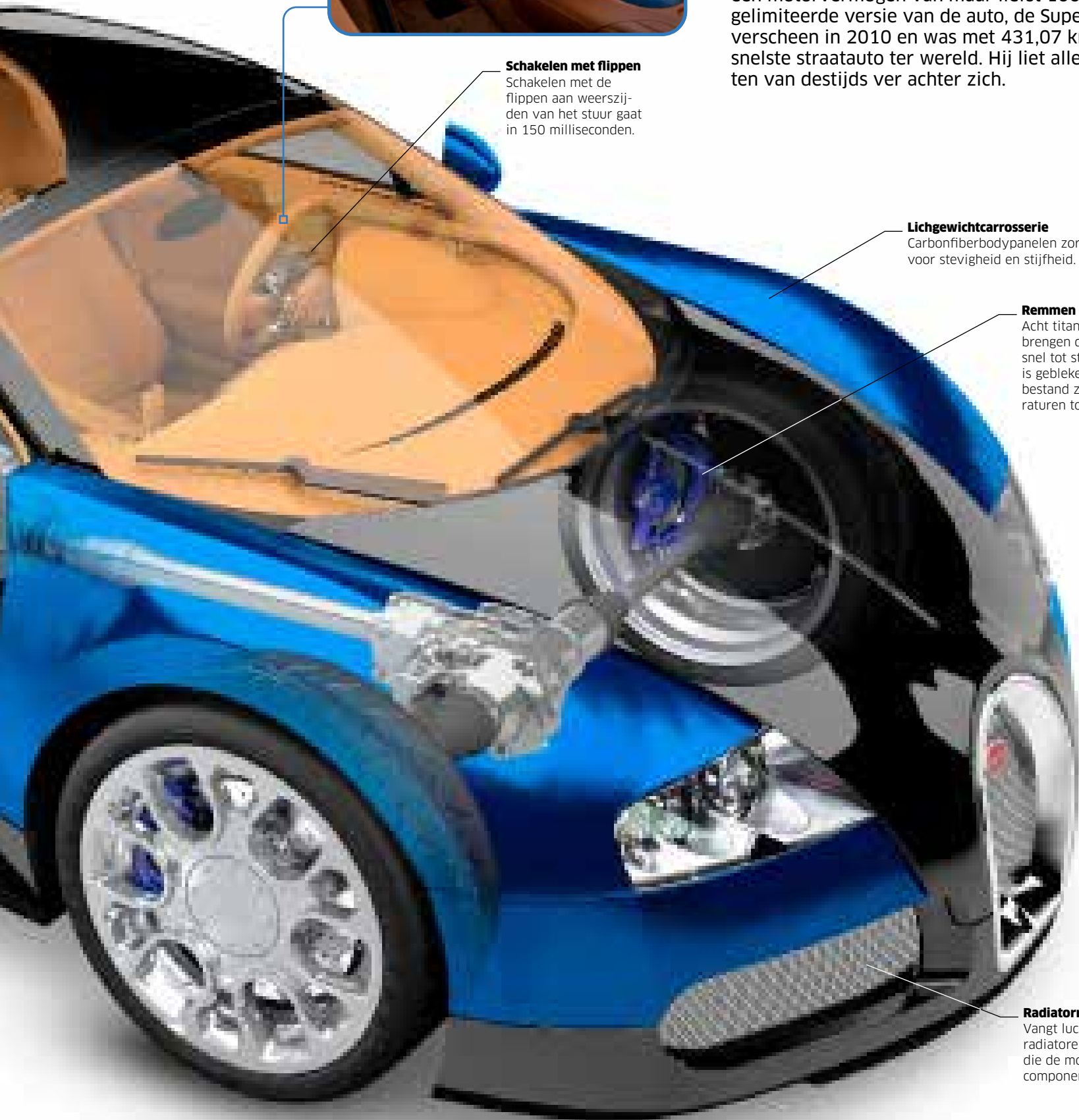
Carbonfiberbodypanelen zorgen voor stevigheid en stijfheid.

Remmen

Acht titaniumremblokken brengen de auto razendsnel tot stilstand. Uit tests is gebleken dat de blokken bestand zijn tegen temperaturen tot 1100 °C.

Radiatorrooster

Vangt lucht op voor de radiatoren van de Veyron, die de motor en andere componenten koelen.



Motorfietsen en scooters

Deze handige voertuigen bieden gemotoriseerd vervoer in een compacte, handige en toegankelijker vorm dan auto's, omdat ze meestal goedkoper zijn in aanschaf en verbruik.

Het gevoel van vrijheid op twee- en driewielers spreekt miljoenen mensen aan. Sommige mensen gaan in hun vrije tijd voor de lol, het avontuur of voor wedstrijden off-road, terwijl andere hun voertuig gebruiken voor vlot woon-werkverkeer. Motorfietsen zijn er in vele soorten en maten - van kleine stadsscooters tot zware toermotoren en krachtige racers.

HARLEY-DAVIDSON 8A

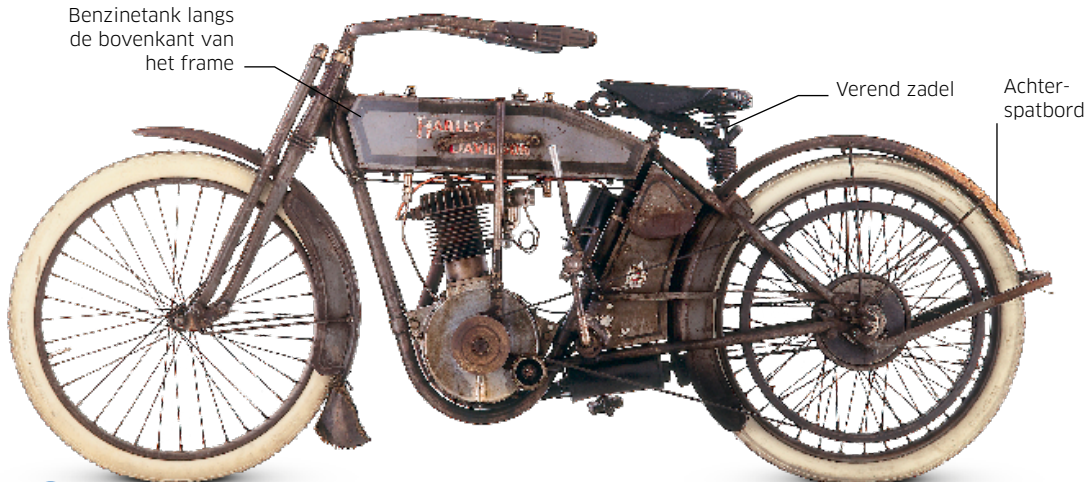
Vintagemotorfiets

Herkomst: VS

Jaar: 1912



Benzinetank langs de bovenkant van het frame



Verend zadel

Achterspatbord

Deze populaire oldtimer van Harley-Davidson werd ook wel 'Silent Gray Fellow' genoemd, vanwege het beschaafde geluid van de 494cc-eencilindermotor met één versnelling, en de vrij sobere kleurstelling.

LAMBRETTA LD 125 INNOCENTI

Klassieke scooter

Herkomst: Italië

Jaar: 1951



Slimme ruimte

Onder de kap, boven de achterin geplaatste motor, is ruimte voor bagage.

Trommelrem

Deze rem werkt door aan de binnenkant van een trommel in het wiel te drukken.

Van deze scooter met verende zadels en een makkelijk toegankelijke voetenplank zijn er meer dan 110.000 gebouwd. Dankzij de drie versnellingen hadden ze een topsnelheid van 76 km/u.

Bedieningshendel

Een enkele draaibare handgreep bediende zowel de motor als de achterrem.



Zadel

DAIMLER REITWAGEN

Oermotorfiets

Herkomst: Duitsland

Jaar: 1885



De machine van Gottlieb Daimler en Wilhelm Maybach had een houten frame en leren zadel. Een leren riem bracht de kracht van de motor over op het achterwiel en zorgde voor een topsnelheid van 11 km/u.

Met ijzer beslagen wielen

Steuwielien

Kleine zijwielletjes hielden de motorfiets in balans.

HONDA C100 SUPER CUB

Scooter

Herkomst: Japan

Jaar: 1958



De populairste motorfiets ter wereld heeft grote plastic kappen en grotere wielen dan traditionele scooters, en is met name in Zuidoost-Azië nog altijd zeer populair.



Kuip

Het frame zit verborgen onder plastic kappen.

HONDA CB750

Straatracer

Herkomst: Japan

Jaar: 1969



Deze populaire machine met rechte zit en de kracht van een racemotor had een viercilindermotor en vijf versnellingen. Hij haalde een topsnelheid van meer dan 200 km/u.



SUZUKI GSX-R1100 WR

Racemotor

Herkomst: Japan
Jaar: 1994



Deze machine met lage zit en superkrachtige motor lijkt op een echte racemotor en produceert meer paardenkrachten dan veel kleine auto's. De topsnelheid is 272 km/u.



KAWASAKI KX250

Crossmotor

Herkomst: Japan
Jaar: 1990



Deze lichte, maar sterke machines kunnen ruig terrein en motorcrosscircuits aan. Krachtige voor- en achtervering dempen de impact van hobbels en sprongen.



Motor
De tweetaktmotor levert voldoende kracht.

ELECTRA GLIDE FLHS

Toermotor

Herkomst: VS
Jaar: 1987



Deze grote toermotor met een 1337cc-krachtbron was ontworpen om comfortabel lange afstanden te rijden. Hij had een windscherm, koffers, een brandstoftank van 19 liter en een lang, comfortabel zadel.



AUTO-RIKSJA

Op maat gemaakt

Herkomst: divers
Jaar: 20ste eeuw



Karretjes op basis van driewielscooters (ook wel 'tuktuks' genaamd) worden over de hele wereld als taxi gebruikt. Sommige modellen zijn elektrisch, maar de meeste rijden op gas of benzine.



PIAGGIO MP3 500

Motortrike

Herkomst: Italië
Jaar: 2006



Driewielers zijn stabielere dan traditionele motoren. Deze trike heeft ABS, cruisecontrol en een systeem met kantelende voorwielen.



HARLEY-DAVIDSON LIVEWIRE

Elektrische motor

Herkomst: VS
Jaar: 2019



Dankzij het lichte aluminiumframe en een motor van 105 pk is deze elektrische motor zowel snel als wendbaar. Het accupakket is in slechts één uur volledig opgeladen.



WESLAKE SPEEDWAY

Speedwaymotor

Herkomst: VK
Jaar: 1981



Speedwaymotoren racen zonder remmen over krappe, ovale gravelbanen. Dankzij het gewicht van slechts 83 kg heeft deze machine een angstaanjagende acceleratie en een topsnelheid van 120 km/u.



Achterwiel
Dit simpele, kale wiel heeft geen vering.

Kleine motor
De 499cc-eencilinder is klein, maar krachtig.

Spatbord
Dekt een deel van de wielen af en beschermt de rijder tegen opspattend grind.

Grove banden
Noppen op de banden zorgen voor extra grip.

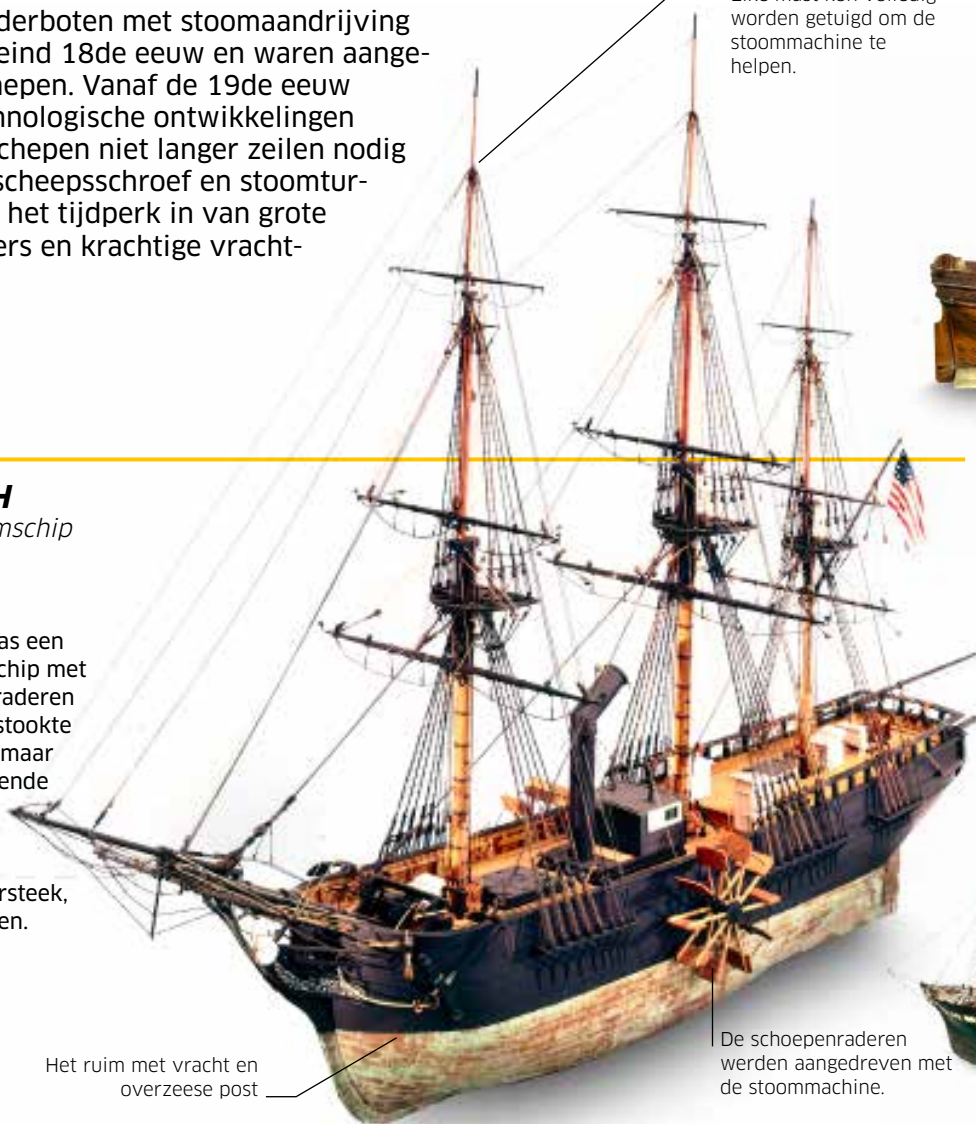
Volle kracht vooruit

De uitvinding van de stoommachine maakte niet alleen snel spoortransport op land mogelijk, maar betekende ook een revolutie in de scheepvaart.

De eerste raderboten met stoomaandrijving verschenen eind 18de eeuw en waren aangepaste zeilschepen. Vanaf de 19de eeuw zorgden technologische ontwikkelingen ervoor dat schepen niet langer zeilen nodig hadden. De sloopschroef en stoomturbine luidden het tijdperk in van grote oceaanstomers en krachtige vrachtschepen.

Stoomdriemaster

Elke mast kon volledig worden getuigd om de stoommachine te helpen.



Het ruim met vracht en overzeese post

De schoepenraderen werden aangedreven met de stoommachine.

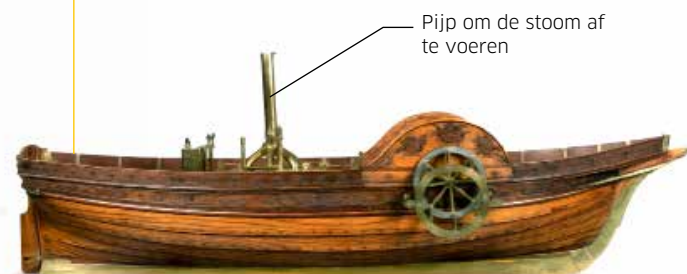
PYROSCAPHE

Revolutionair experiment

Herkomst: Frankrijk

Jaar: 1783

Na jaren proberen lanceerde de Franse ingenieur Claude de Jouffroy d'Abbans de eerste stoomboot ter wereld. Een met kolen gestookte ketel zorgde voor de aandrijving van de twee schoepenraderen van de *Pyroscaphe* ('Hitteboot').



Pijp om de stoom af te voeren

SAVANNAH

Hybride stoomschip

Herkomst: VS

Jaar: 1818

De *Savannah* was een aangepast zeilschip met twee schoepenraderen en een kolengestookte stoommachine, maar er was onvoldoende ruimte voor de benodigde kolen voor een Atlantische oversteek, vandaar de zeilen.

GREAT BRITAIN

Pionier met schroef

Herkomst: VK

Jaar: 1843

Great Britain was een ontwerp van Isambard Kingdom Brunel. Het was het eerste grote cruiseschip en tevens het eerste stalen schip met een schroef in plaats van een schoepenrad.



INEZ CLARKE

Rivierpostschip

Herkomst: Colombia

Jaar: 1879

De stalen *Inez Clarke* vervoerde post en passagiers over Colombia's lange Magdalenarivier. De voorin geplaatste ketel leverde stoom aan de motor van een achterop geplaatst schoepenrad, dat het schip een topsnelheid van 24 km/u gaf.

Eerste stoomschip

dat de Atlantische Oceaan overstak. De reis van de *Savannah* nam maar liefst 24 dagen in beslag.

Kamer met uitzicht

De vierkante brug en passagiershutten bevonden zich boven het open dek.



Boiler

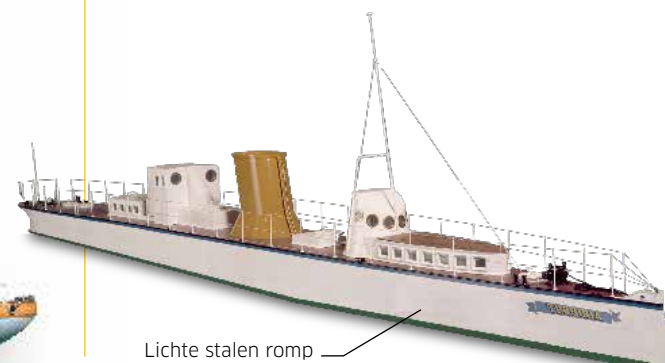
TURBINIA

Turbineaangedreven novum

Herkomst: VK

Jaar: 1894

Turbinia, de 'Oceaanhazewind', was met 64 km/u het snelste schip ter wereld. Het was het eerste schip met turbineaandrijving. Een doorbraak die een revolutie in de scheepsbouw ontketende.



Lichte stalen romp

MAURETANIA

Recordbrekend cruiseschip

Herkomst: VK

Jaar: 1906



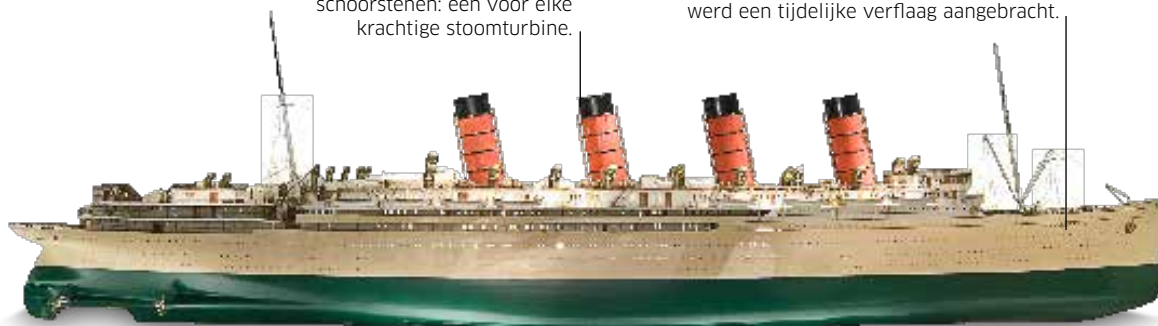
In haar eerste twee jaar zette de *Mauretania* nieuwe snelheidsrecords voor de Atlantische oversteek - een daarvan stond tot 1929. Tijdens WO I werd het elegante passagiersschip ingezet voor troepenvervoer.

Zeer krachtig

De *Mauretania* had vier schoorstenen: een voor elke krachtige stoomturbine.

Kleurverandering

De crèmewitte romp was oorspronkelijk zwart, maar in de oorlog (1914-1918) werd een tijdelijke verflaag aangebracht.



CAP ROIG

Bevoorradingsschip

Herkomst: Spanje

Jaar: circa 1910



Gedrongen stoomscheepjes, zoals dit kolenschip, brachten bevoorrading van de wal naar grotere schepen, waarna ze soms passagiers en lading terug aan land brachten.



EARNSLAW

Pleziervaartuig

Herkomst: Nieuw-Zeeland/Aotearoa

Jaar: 1912



De kolengestookte *Earnslaw* vervoerde oorspronkelijk vracht en passagiers over Lake Wakatipu. Tegenwoordig zijn de meeste passagiers toeristen die van de prachtige omgeving en het nostalgische geluid van de stoommachines genieten.



SAVARONA

Luxejacht

Herkomst: Turkije

Jaar: 1931



De *Savarona* is gebouwd voor een rijke Amerikaanse erfgename, en was met een zwembad en met goud beslagen trappen het meest luxueuze privéjacht van haar tijd. De Turkse regering kocht het schip in 1938.



JEREMIAH O'BRIEN

Libertyschip

Herkomst: VS

Jaar: 1943



De VS bouwden tijdens WO II 2751 zogeheten Libertyschepen om wapens en voorraden naar geallieerden in Europa te brengen. Het waren eenvoudige vaartuigen die in slechts 10 dagen uit een bouw pakket werden geproduceerd.



NATCHEZ

Mississippi-raderstoomboot

Herkomst: VS

Jaar: 1975



De eerste van de beroemde raderstoomboten, genaamd *Natchez*, werd in 1823 gebouwd. Sindsdien hebben nog acht van zulke schepen tussen New Orleans, Louisiana en Natchez over de Mississippi gevaren, waaronder deze uit 1975.

Wiel van staal

Natchez's machtige rad van eikenhout en staal weegt 26 ton en heeft een diameter van maar liefst 7,6 meter.





IJsonderzoek

Door monsters uit dik zee-ijs te zagen kunnen experts vaststellen hoeveel broeikasgassen er honderden jaren geleden in de atmosfeer zaten.

Onderzoeksvaartuig

Polar Research Vessels (PRV's) doen wetenschappelijk onderzoek om het voortdurend veranderende biologische leefklimaat van onze planeet te onderzoeken. Een van de meest geavanceerde PRV's is de *Sir David Attenborough*.

Poolonderzoeksschepen zijn ontworpen om in het barre klimaat van de Noord- en Zuidpool te functioneren. Ze moeten veilig door zee-ijs, hoge golven en stormen kunnen varen, en een comfortabel onderkomen bieden aan de bemanning. Wetenschappelijke instrumenten, apparaten om ze te bedienen en laboratoria voor het analyseren van monsters zijn essentiële onderdelen.

Poolverkener

De *Sir David Attenborough* doet onderzoek in de koudste en onherbergzaamste omstandigheden. De wetenschappers bestuderen het zee-ijs, zeewater, de zeebodem, de atmosfeer boven het water, en de lokale biodiversiteit in de oceaan.

Vrachtbboot

Deze boot, genaamd *Terror*, kan worden neergelaten om bevoorrading op te halen.

Zware hijskraan

Lier

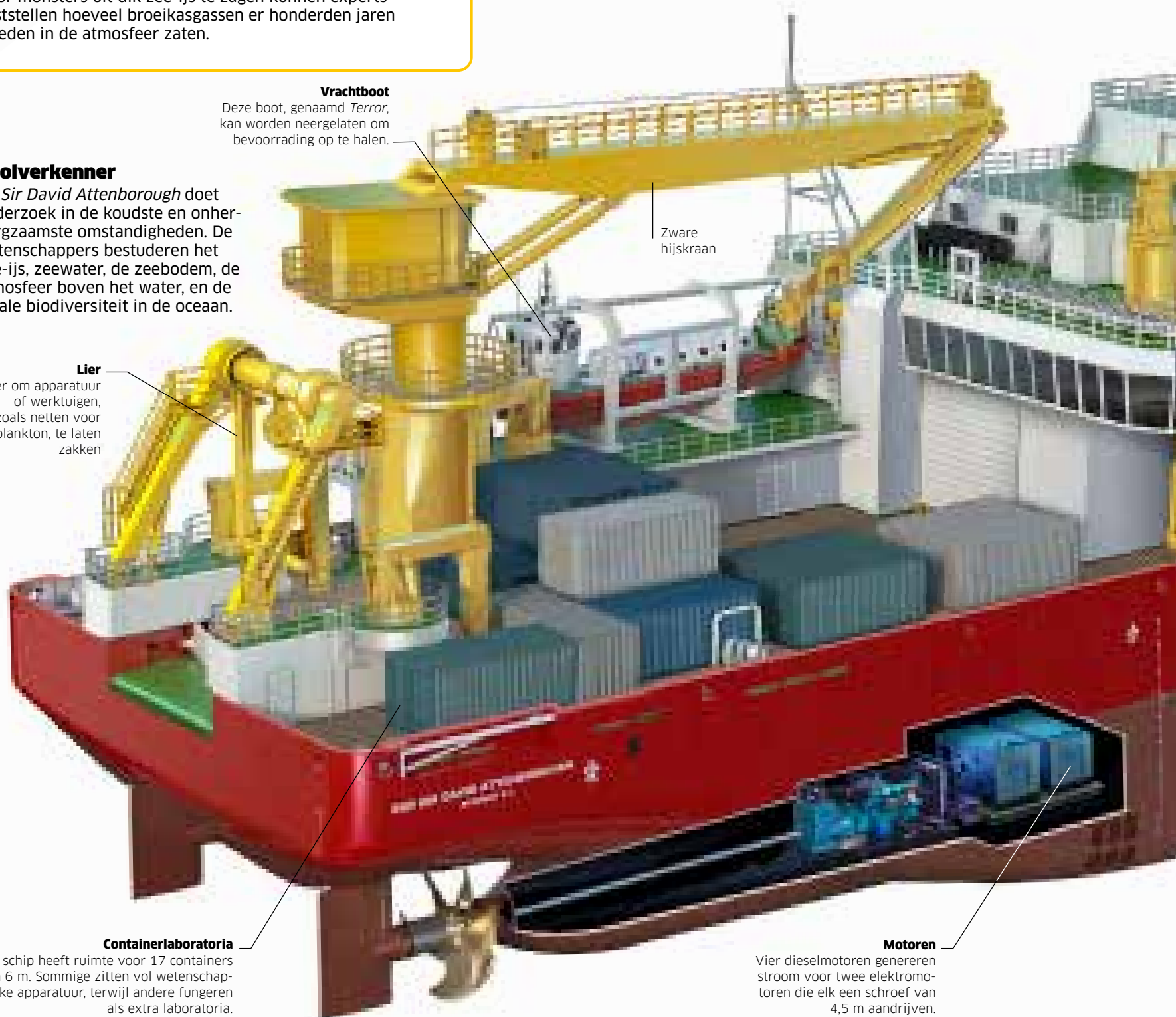
Lier om apparatuur of werktuigen, zoals netten voor plankton, te laten zakken

Containerlaboratoria

Het schip heeft ruimte voor 17 containers van 6 m. Sommige zitten vol wetenschappelijke apparatuur, terwijl andere fungeren als extra laboratoria.

Motoren

Vier dieselmotoren genereren stroom voor twee elektromotoren die elk een schroef van 4,5 m aandrijven.





Satellietantenne
Satellietschotels zorgen voor communicatie en internet op de meest afgelegen locaties.

Brug
Het commando- en navigatiecentrum heeft 360 gradenzicht.

Schoorstenen

SIR DAVID ATTENBOROUGH

Herkomst: VK

Jaar: 2020

Lengte: 129 m

Bemanning: 30 + 60 wetenschappers



Helikopterdek

Dek voor de twee helikopters voor personeel en vracht, en om drones te lanceren. Wanneer ze niet in de lucht zijn, staan de heli's in de twee hangars onder de brug.

Weerstation

Monsters worden verzameld om luchtverontreiniging in de atmosfeer te meten.

Romp van een ijsbreker

De boeg van het schip is zodanig gevormd dat het op het ijs schuift en erdoorheen zakt. Met een snelheid van 3 knopen (5,5 km/u) kan het door 1 m dik ijs varen.

Reddingsboot

Elk van de twee reddingsboten in de open nissen in de romp biedt plaats aan 90 mensen.

Laboratorium

Het schip bevat 14 laboratoria en een donkere kamer met een hightechelektronen-microscop.

Speedboot
Deze razendsnelle reddingsboot kan mensen snel in veiligheid brengen.

Moon pool

Een verticaal gat in het midden van het schip, waardoor kwetsbare apparatuur, zoals deze zoutwatermonitor, ongehinderd door golven of ijs direct in de diepte kan worden afgezonken.



Minionderzeeër

Boaty McBoatface is de onbemande *Autosub Long Range* (ALR) die tot dieptes van 6000 m onderzoek doet, maar boven moet komen om via de radio data door te geven.



Maanlandingen

De VS nam een duidelijke voorsprong in de ruimte race toen Apollo 11 in 1969 op de maan landde.



APOLLO 11, 1969



SPACESHUTTLE, 1981

Spaceshuttle

In totaal werden er vijf shuttles gebouwd, die tussen 1981 en 2011 honderden astronauten in de ruimte en terug naar aarde brachten.



MIL MI-26, 1983

Helikopter voor zware lasten

De krachtigste helikopter ter wereld vervoert ladingen variërend van pantserwagens tot een bevroren mammoet.

Supersonisch vliegtuig

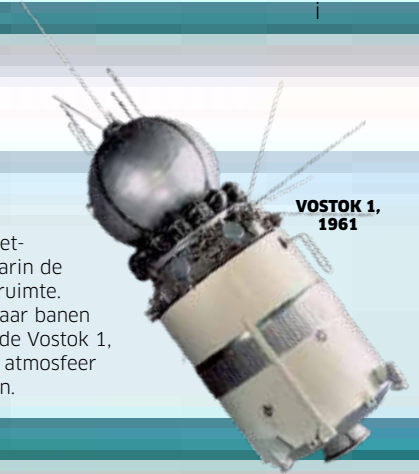
De Concorde werd voor het eerst getest in 1969 en zette met twee keer de geluidssnelheid een nieuw record voor passagiersvliegtuigen.



CONCORDE, 1969

Bemane ruimtevaart

In 1961 werd de Sovjet-kosmonaut Yuri Gagarin de eerste mens in de ruimte. Hij draaide een paar banen om de aarde in de Vostok 1, alvorens in de atmosfeer terug te keren.



VOSTOK 1, 1961

De lucht in

Tot het tijdperk van de moderne wetenschap begon, was het concept van bemane luchtvaart vrijwel onmogelijk, maar toen wetenschappers eenmaal de eigenschappen van lucht doorgrondten en motoren ontwikkelden, ging alles razendsnel.

De eerste door de mens geconstrueerde objecten die het lucht-ruim kozen, waren ballonnen gevuld met hete lucht of licht gas. Daarna kwamen de experimentele zwevers en vervolgens vliegtuigen met de eerste benzinemotoren. Twee wereldoorlogen versnelde de ontwikkeling en de straalmotor maakte lucht reizen betaalbaar. Intussen zorgde de Koude Oorlog voor een intense wedloop tussen de VS en de Sovjet-Unie. Slechts enkele decennia na de eerste vlucht van de Wright Flyer verlieten mensen de atmosfeer en vlogen in de ruimte, en in de loop van deze eeuw zullen er waarschijnlijk mensen op Mars staan.

Tijdbalk van lucht- en ruimtevaart

Deze tijdbalk toont een selectie van objecten en machines die de mens in de lucht en hoger gebracht heeft, van de eerste ballonnen en meerdekkers tot straalmotoren en raketten.

1750-1900

Van de grond

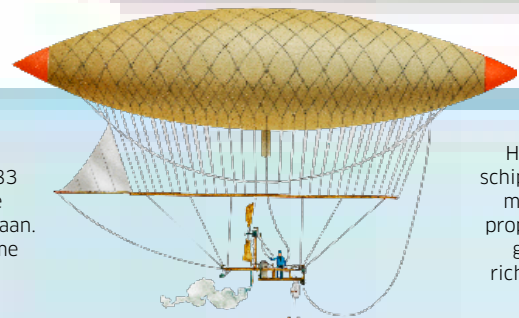
Na eeuwen dromen begonnen mensen echt vooruitgang te boeken in de ontwikkeling van duurzame, gemotoriseerde en gecontroleerde vluchten.



MONTGOLFIER-BALLON, 1783

Heteluchtballon

De gebroeders Montgolfier gebruikten in 1783 de energie van opstijgende hete lucht om de lucht in te gaan. Het was de eerste duurzame menselijke vlucht.



GIFFARD-LUCHTSCHIP, 1852

Luchtschip

Het Giffard-luchtschip was het eerste met een motor en propeller onder een gasballon, om de richting te bepalen.

Helikopter

Igor Sikorsky ontwierp de eerste moderne helikopter, met een kleine staartrotor om te voorkomen dat de machine als een dolle rond ging draaien.



SIKORSKY R-4, 1942

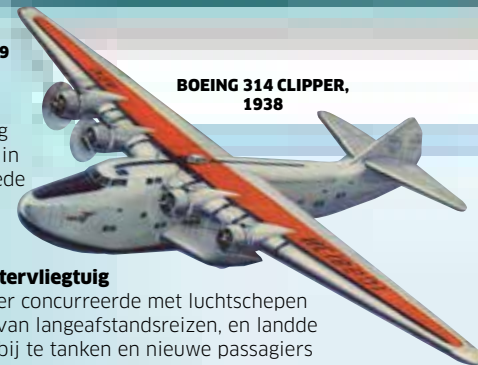
Straalvliegtuig

Het eerste straalvliegtuig vloog in 1939. De uitvinding zorgde voor een revolutie in de luchtvaart na de Tweede Wereldoorlog.



HEINKEL HE 178, 1939

BOEING 314 CLIPPER, 1938



Langeafstandswatervliegtuig

De Boeing Clipper concurreerde met luchtschepen op het gebied van langeafstandsreizen, en landde op water om bij te tanken en nieuwe passagiers te laten instappen.

Grootste straalvliegtuig

In 2005 werd de enorme dubbeldekker A380, met een capaciteit tot 853 passagiers, het grootste passagiersvliegtuig ter wereld.



AIRBUS A380, 2005

DJI PHANTOM 4, 2016

Cameradrone

De DJI Phantom 4 was de eerste commerciële quadcopterdrone met een hoge-resolutiecamera en targettracking.



Starship

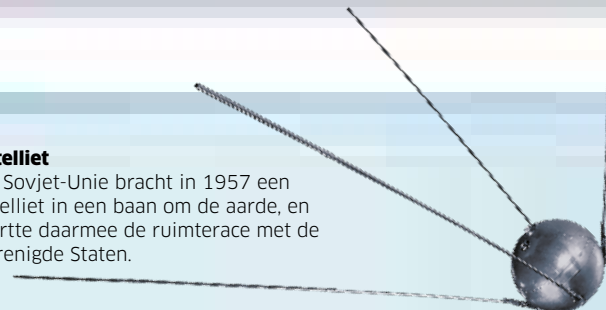
De Starship is het krachtigste lanceervoertuig ooit gebouwd, en is bedoeld om mensen naar de maan, Mars en verder te brengen.



STARSHIP, 2023

Satelliet

De Sovjet-Unie bracht in 1957 een satelliet in een baan om de aarde, en startte daarmee de ruimte race met de Verenigde Staten.



SPUTNIK 1, 1957



U-2, 1955

Spionagevliegtuig

Het U-2-spionagevliegtuig vloog in 1955 met bemanning op een hoogte van 21.000 m - hoger dan ooit.

Onderschepper

De Spitfire Mk IX bleek snel en dodelijk in de strijd in de lucht boven Groot-Brittannië in WO II.



SPITFIRE MK IX, 1943



B-17 BOMBER, 1943

Zware bommenwerper

De B-17-'Vliegend Fort'-bommenwerper vloog enorme afstanden met zware ladingen en een formidabele bewapening.

Jets en raketten

Na WO II raakten de VS en de Sovjet-Unie verwickeld in een race naar de ruimte en zorgden straalvliegtuigen voor snellere en goedkopere vliegtrips voor 'de massa'.

1945 TOT HEDEN



HINDENBURG, 1936

Trans-Atlantisch luchtschip

Enorme luchtschepen waren de eerste vliegtuigen die passagiers non-stop, en veel sneller dan per schip, over de Atlantische Oceaan brachten.

AUTOGYRO, 1923

Autogyro

De autogyro had rotoren gecombineerd met een propeller, en was een belangrijke stap in de ontwikkeling van de helikopter.



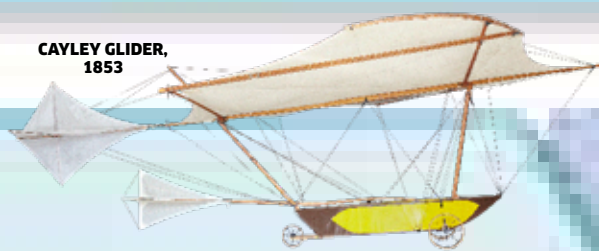
FOKKER EINDECKER, 1915



Wendbaar gevechtvliegtuig

De Eindecker stelde de piloot voor het eerst in staat om kogels door de propeller af te vuren.

CAYLEY GLIDER, 1853



Bestuurbare zwever

George Cayley's zwever was in staat om lang in de lucht te blijven zonder aandrijving.

1800-1945

Experimenten in de lucht

Ontwerpers en piloten verlegden de grenzen van de luchtvaart met grotere toestellen, betere motoren en langere vluchten. Het potentieel van luchtvaart in oorlog en vrede begon door te dringen.

Eerste vliegtuig

De gebroeders Wright combineerden de modernste zweefvliegtuig-technologie met benzinemotoren om het eerste vliegtuig te bouwen.

WRIGHT FLYER, 1903





Opstijgen

Mensen hebben er lang van gedroomd om te vliegen, maar veel pogingen om vogels te imiteren verliepen desastreus voordat de principes van het vliegen werden doorgrond.

De eerste objecten die het luchtruim kozen, waren ballonnen gevuld met gassen die lichter waren dan de omringende lucht. Deze ballonnen waren echter overgeleverd aan de grillen van de wind, tot de ontwikkeling van gemotoriseerde, bestuurbare luchtschepen. Ontwikkelingen in de 19de eeuw leidden tot zweefvliegtuigen die zwaarder waren dan lucht, met vleugels die voor liftkracht zorgden. De volgende stap was het vinden van een lichte, maar sterke aandrijving, die men zocht in stoom, elektriciteit, en zelfs pedalen. Na de ontwikkeling van de verbrandingsmotor van de Wright Flyer in 1903, kwam de luchtvaart pas echt van de grond!



Passagiersgondel

DE BALLON VAN DE BROERS MONTGOLFIER

De eerste aangedreven vlucht

Jaar: 1783

Langste vlucht: 9 km

Na een succesvolle test met een eend, een haan en een schaap bouwden de broers een ballon van 15 m gevuld met hete lucht van een vuur, waarmee ze 900 m boven Parijs vlogen.



LA CHARLIÈRE-BALLON

Waterstofgasballon

Jaar: 1783

Langste vlucht: 36 km

Deze ballon, die slechts tien dagen na de gebroeders Montgolfier het luchtruim koos, was de eerste met waterstofgas. De zijden ballon bleef twee uur en vijf minuten in de lucht.

Clément Ader's vliegtuig had een spanwijdte van 14 m en een stoommachine op alcohol. Deze Franse uitvinding vloog tijdens een korte vlucht slechts 20 cm hoog, maar misschien was dat maar goed ook, zonder besturing!

Bamboepropeller



De vleermuis-achtige vleugels bewogen niet.

GIFFARD-LUCHTSCHIP

Eerste bestuurbare luchtschip

Jaar: 1852

Langste vlucht: 27 km

Een stoommachine onder de sigaarvormige waterstofballon dreef een houten propeller van 7 m aan. Het Franse luchtschip vloog met 10 km/u niet snel genoeg om sterke tegenwind te trotseren.



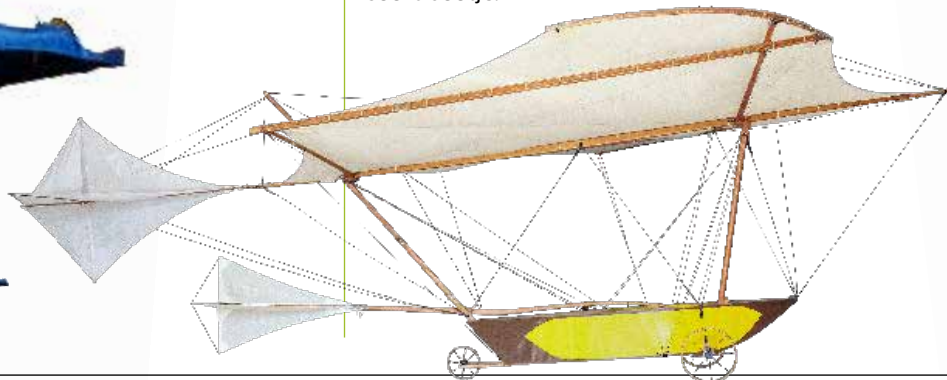
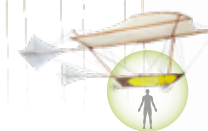
CAYLEY GLIDER

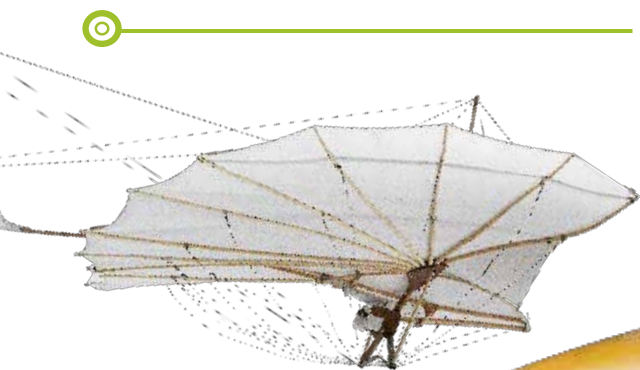
Eerste zweefvliegtuig

Jaar: 1853

Langste vlucht: circa 250 m

Na vele experimenten bouwde de Engelsman Sir George Cayley dit zweefvliegtuig, dat vanaf een heuvel werd voortgetrokken door een galopperend paard om op te stijgen. De piloot zat in een soort bootje.





LILIENTHAL NORMAL-SEGELAPPARAT

Revolutionaire Duitse zwever

Jaar: 1894

Langste vlucht: 250 m

Lilienthals 'standaardzweefapparaat' steeg op vanaf een heuvel en kon soepel landen dankzij de piloot die met zijn lichaamsgewicht stuurde. Van deze katoenen zwevers werden in totaal negen exemplaren gebouwd.



LEBAUDY NO.1

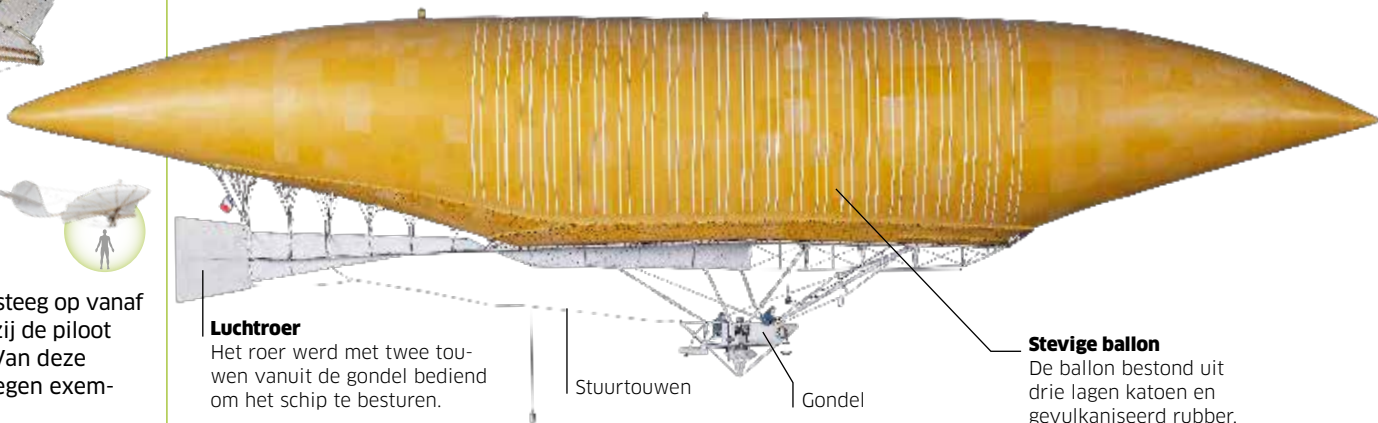
'De Gele'

Jaar: 1902

Langste vlucht: 98 km



Dit Franse luchtschip had een netwerk van hennepstap, met daaraan een stalen kiel en een gondel met een benzinemotor. De 40 pk-motor dreef twee propellers aan, wat het 56,5 m lange gevaarte een kruissnelheid van 35 km/u gaf.



Luchtroer

Het roer werd met twee touwen vanuit de gondel bediend om het schip te besturen.

Stuurtoewen

Gondel

Stevige ballon

De ballon bestond uit drie lagen katoen en ge vulkaniseerd rubber.

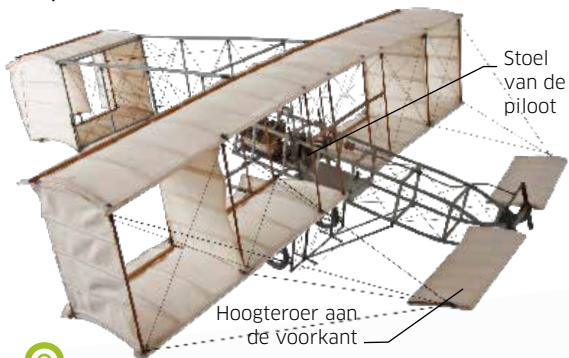
VOISIN-FARMAN I

Europa's eerste werkende vliegtuig

Jaar: 1907

Langste vlucht: 27 km

Het eerste vliegtuig dat een volledig rondje van 1 km vloog. De Franse dubbeldekker werd aangedreven door een 50 pk-benzinemotor en een propeller met twee bladen, en had geen flaps om te rollen.



Stoel van de piloot

Hoogteroer aan de voorkant

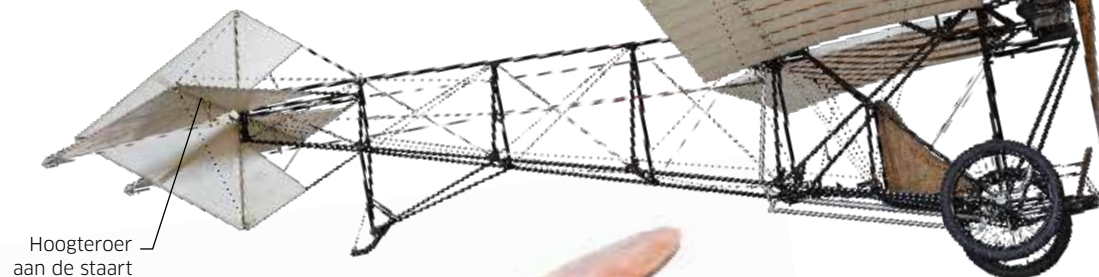
SANTOS-DUMONT DEMOISELLE NO.20

Publiekdomeinvliegtuig

Jaar: 1908

Langste vlucht: 18 km

Deze ultralichte eendekker woog slechts 110 kg en had een spanwijdte van 5,5 m. De Braziliaanse uitvinder stelde zijn ontwerp gratis beschikbaar, en er zijn er ongeveer 50 gebouwd.



Hoogteroer aan de staart

BLÉRIOT TYPE XI

Internationale vlucht

Jaar: 1909

Langste vlucht: 120 km

De romp van dit simpele, maar robuuste Franse ontwerp bestond uit een deels met waterbestendige stof bekleed frame van essenhout. Toen Blériot in 1909 over het Kanaal vloog, kreeg hij gelijk 103 bestellingen.



Schokbrekers

De wielen zaten vast met touwen, in geval van een harde landing.

Trekkoorden

Net als de Wright Flyer had de XI trekkoorden om de vleugels te buigen.

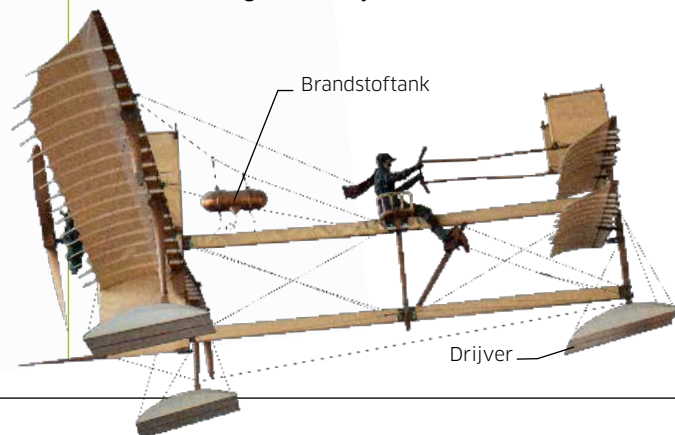
FABRE HYDRAVION

Vroeg watervliegtuig

Jaar: 1910

Langste vlucht: 5,6 km

Dit logge, Franse watervliegtuig was het eerste toestel dat op eigen kracht opsteeg vanaf het water, met een topsnelheid van 89 km/u. Eenmaal in de lucht zorgden de drijvers voor extra lift.



Brandstoftank

Drijver

WO II-vliegtuigen

Van de Battle of Britain en massale bombardementen in Europa tot de twee atoombommen op Japan: in de Tweede Wereldoorlog (1939–1945) heeft de strijd in de lucht vaak een cruciale rol gespeeld.

Oorlog heeft de ontwikkeling van militaire vliegtuigen aangejaagd. Vliegtuigen vlogen steeds sneller en verder, met steeds zwaardere ladingen, en werden met vele tienduizenden tegelijk geproduceerd. Nieuwe materialen, ontwikkelingen in de elektronica, en het wijdverbreide gebruik van radar zouden decennia na de oorlog veel impact hebben.

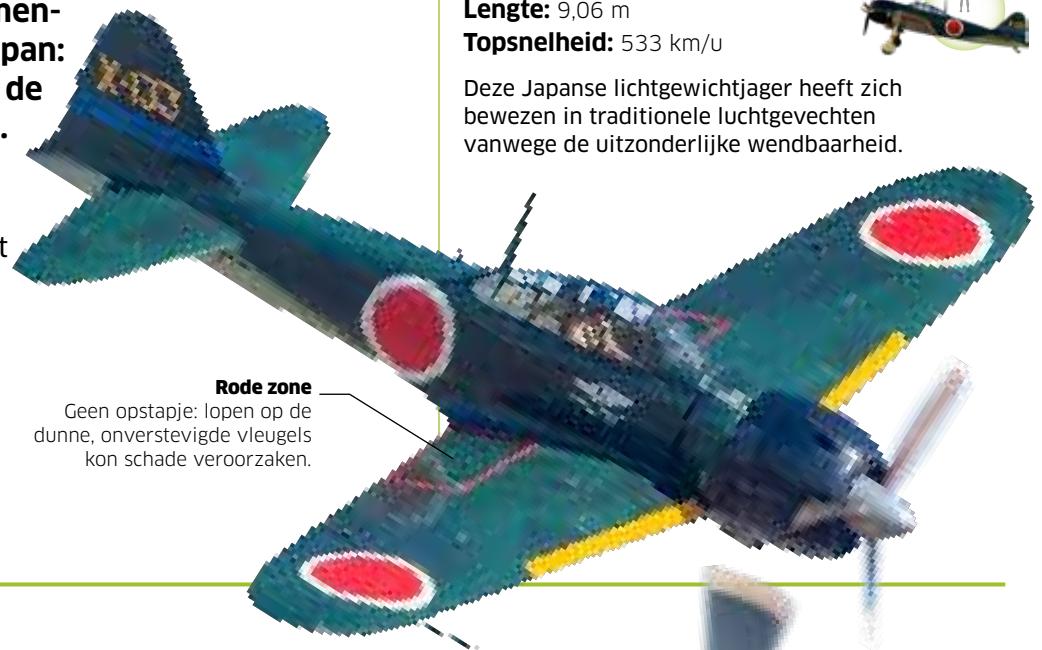
MITSUBISHI A6M ZERO

Jager op vliegdekschepen

Lengte: 9,06 m

Topsnelheid: 533 km/u

Deze Japanse lichtgewichtjager heeft zich bewezen in traditionele luchtgevechten vanwege de uitzonderlijke wendbaarheid.



Rode zone

Geen opstapje: lopen op de dunne, onverstevigde vleugels kon schade veroorzaken.

NORTH-AMERICAN P-51D MUSTANG

Jager

Lengte: 9,83 m

Topsnelheid: 703 km/u

Deze krachtige Amerikaanse jager werd meestal als gevechtsvliegtuig of escorte voor squadrons bommenwerpers gebruikt en had dankzij *drop tanks*, die vluchten tot 2660 km mogelijk maakten, een ongeëvenaarde actieradius. Het toestel werd in 1942 in gebruik genomen.



Lichtgewichtromp

De aluminiumromp woog 3463 kg.

Cool running

De luchthapper voerde koele lucht over de radiator en zorgde voor extra vermogen.

Vierbladige, kantelbare propeller



MESSERSCHMITT BF 109

Jager, verkenners en grondaanvaller

Lengte: 8,95 m

Topsnelheid: 621 km/u

Scharnierend roer op de achterkant van de staart



Belangrijke voorraad

Achter de cockpit zaten de brandstoftank, zuurstofcilinders en radio.

Het belangrijkste gevechtsvliegtuig van de Duitse Luftwaffe was makkelijk te bouwen en onderhouden, al hadden sommige varianten een kleine actieradius en vrij slechte zichtlijnen. Van dit veelzijdige toestel zijn meer dan 34.000 exemplaren geproduceerd.



VOUGHT F4U CORSAIR

Jager op vliegdekschepen

Lengte: 10,26 m

Topsnelheid: 671 km/u

Deze snelle Amerikaanse high-performancejager werd aangedreven door een grote, 18-cilinderstermotor en had opklapbare vleugels om ze op schepen te kunnen stallen. Het toestel kon snel draaien en klom tot 1322 m per minuut.



AVRO LANCASTER

Zware bommenwerper

Lengte: 21 m

Topsnelheid: 454 km/u

De succesvolste bommenwerper van de RAF had een wapenruim ter grootte van de helft van de romp en heeft in totaal 156.000 oorlogsmisjes uitgevoerd, waaronder de beroemde Dambusters Raid. De Lancaster was sterk en robuust, en kon met slechts twee van de vier motoren blijven vliegen.

Achterschutter

De hydraulisch bekrachtigde geschutskoepel achterin had vier mitrailleurs.

De midden-schutter kon 360 graden draaien.

Drijvende kracht

Rolls-Royce V12 Merlin-motoren dreven de metalen propellers van 4 m diameter aan.

Cockpitbemanning

De piloot en boordwerktuigkundige zaten naast elkaar, met de navigator en radio-man achter hen. De bommenrichter zat in de neus.

Controlepanelen

Dubbele staartvinnen met een luchtroer zorgden voor stabiliteit en controle bij lage snelheid.

ILYUSHIN IL-2

Grondaanvaller

Lengte: 11,65 m

Topsnelheid: 414 km/u

De Sovjet-Unie bouwde meer dan 36.000 van deze robuuste tweezitters. De gepantserde cockpit en romp leverden het toestel de bijnaam 'de vliegende tank' op, en het speelde een belangrijke rol op het Oostfront.

Body gemaakt van hout en metaal

DE HAVILLAND MOSQUITO

Jachtbommenwerper

Lengte: 13,56 m

Topsnelheid: 668 km/u

De Britse Mosquito had een met stof bekleed houten frame en was de snelste jachtbommenwerper van zijn tijd. Beladen met bommen vloog het toestel zonder kanonnen, en het was ter verdediging puur op snelheid en wendbaarheid aangewezen.

BOEING B-17 FLYING FORTRESS

Zware bommenwerpers

Lengte: 22,7 m

Topsnelheid: 462 km/u

Het 'vliegende fort' met 10 bemanningsleden was vernoemd naar de 13 defensieve mitrailleurs en had een bereik van 3220 km. Door de brede vleugels kon het toestel op grote hoogte vliegen. De VS bouwde er in totaal 12.700.

SHORT S.25 SUNDERLAND

Maritiem patrouillevliegtuig en bommenwerper

Lengte: 26 m

Topsnelheid: 340 km/u

Dit Britse watervliegtuig was gebaseerd op het S.23-passagiersvliegtuig. De diepe romp had twee dekken voor 9 tot 11 bemanningsleden, en brandstof voor patrouillevluchten tot 14 uur. Het beschikte over dieptebommen om duikboten te treffen.

Beweegbare achterste geschutskoepel

JUNKERS JU87B 'STUKA'

Duikbommenwerper

Lengte: 11,1 m

Topsnelheid: 340 km/u

Deze Duitse bommenwerper was de schrik van de geallieerden tijdens de oorlog, maar de beperkte kruissnelheid van 210 km/u maakte hem tot een schietschijf voor vijandelijke jagers.

Geknikte vleugel

Het geknikte vleugelontwerp gaf de piloot beter zicht op de grond.

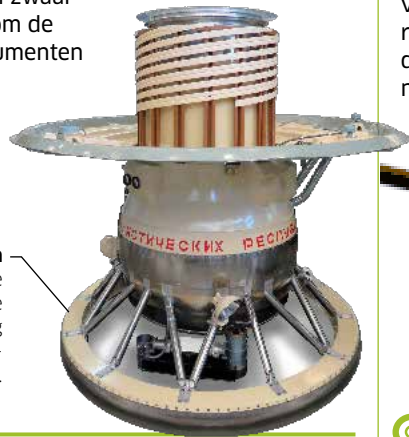
De achterschutter bediende ook de radio.

Onder elke vleugel hingen twee bommen van 50 kg.

VENERA 9

Gelanceerd: 1975
Bestemming: Venus
Massa: 1560 kg

Sovjet-sonde Venera 9 maakte als eerste foto's van het oppervlak van Venus, en had een zwaar-gepantserde bol om de camera's en instrumenten te beschermen. Na 53 minuten ging het contact verloren.



Landingskussen

Een donutvormige ring met flexibele metalen veren ving de schokken tijdens de landing op.



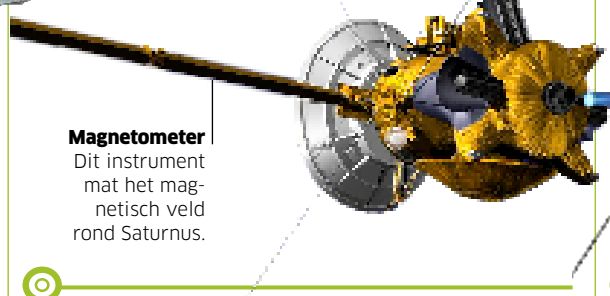
CASSINI

Gelanceerd: 1997
Bestemming: Saturnus
Massa: 5712 kg

De Cassini was zo groot als een bus en draaide vanaf 2004 gedurende 13 jaar om Saturnus. Hij vloog daarbij rakelings langs de manen en ringen, en zette na aankomst de Huygens-lander af op Titan: een van de manen van Saturnus.

Magnetometer

Dit instrument mat het magnetisch veld rond Saturnus.



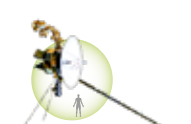
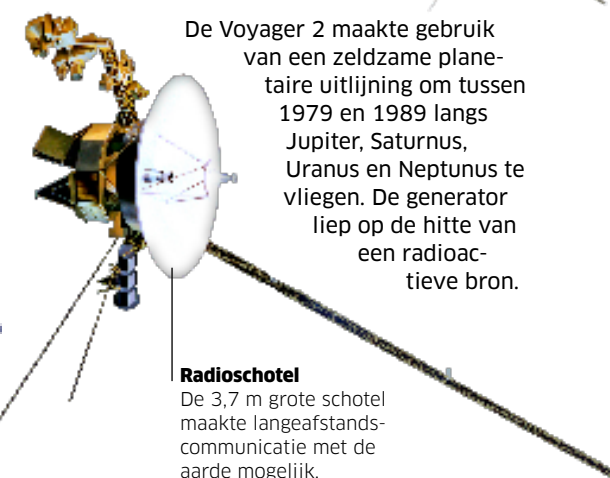
VOYAGER 2

Gelanceerd: 1977
Bestemming: verre zonnestelsel
Massa: 721,9 kg

De Voyager 2 maakte gebruik van een zeldzame planeetaire uitlijning om tussen 1979 en 1989 langs Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus te vliegen. De generator liep op de hitte van een radioactieve bron.

Radioschotel

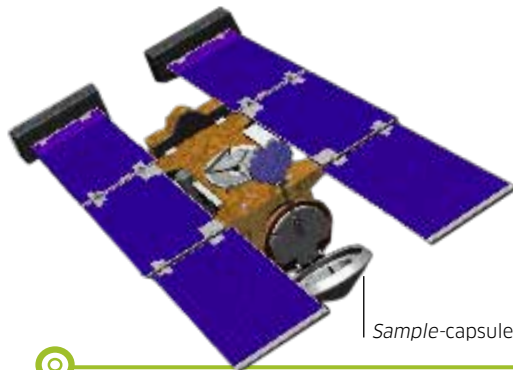
De 3,7 m grote schotel maakte langafstandscommunicatie met de aarde mogelijk.



STARDUST

Gelanceerd: 1999
Bestemming: komeet Wild 2
Massa: 385 kg

De meeste sondes maken een enkele reis, maar sommige keren terug naar de aarde. De Stardust vloog in 2004 langs komeet Wild 2 om komeetstof te verzamelen dat in een capsule in de aardatmosfeer werd gedropt.



Sample-capsule



DAWN

Gelanceerd: 2007
Bestemming: Vesta, Ceres
Massa: 1217,7 kg

Dankzij de ionenmotor (zie blz. 186-187) was de Dawn in staat om diep in de asteroïden-gordel door te dringen en als eerste sonde langs Vesta en Ceres te vliegen.



Solarpanelen

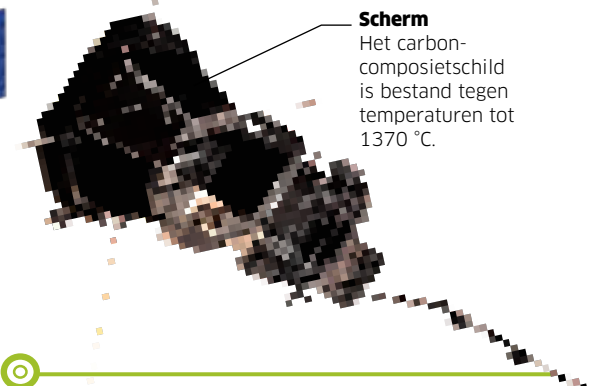
Deze genereerden elektriciteit voor de motor.



PARKER SOLAR PROBE

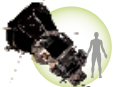
Gelanceerd: 2018
Bestemming: de zon
Massa: 685 kg

De Parker Solar Probe draait in een baan om de buitenste atmosfeerlaag van de zon en analyseert materiaal dat op zijn weg komt. Een lichtgewichtscherm houdt hem in de schaduw.



Scherm

Het carbon-composietschild is bestand tegen temperaturen tot 1370 °C.



PERSEVERANCE

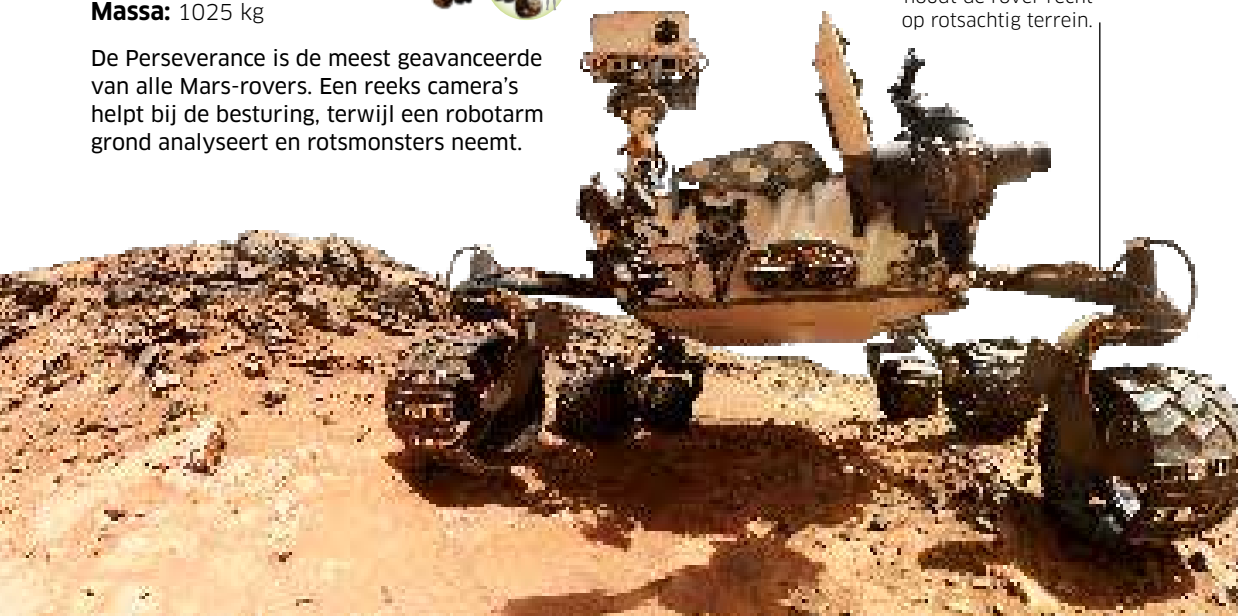
Gelanceerd: 2020
Bestemming: Mars
Massa: 1025 kg

De Perseverance is de meest geavanceerde van alle Mars-rovers. Een reeks camera's helpt bij de besturing, terwijl een robotarm grond analyseert en rotsmonsters neemt.



Vering

Het veersysteem houdt de rover recht op rotsachtig terrein.



INGENUITY

Gelanceerd: 2020
Bestemming: Mars
Massa: 1,8 kg

Perseverance's Ingenuity-helikopter is het eerste toestel dat op een andere planeet heeft gevlogen. De rotoren draaien met 2900 toeren in tegengestelde richting en laten hem telkens maximaal 90 seconden vliegen.

