

<b>Wat is dynamica?</b>	<b>P. 50</b>
<b>Het verband tussen kracht en dynamica</b>	<b>P. 51</b>
<b>Welke baan is sneller?</b>	<b>P. 54</b>
<b>Looping</b>	<b>P. 56</b>
<b>Wat is energie?</b>	<b>P. 57</b>
<b>Waarom stopt de kogel?</b>	<b>P. 59</b>
<b>De kogels botsen tegen elkaar</b>	<b>P. 60</b>
<b>De grote parcoursen</b>	<b>P. 62</b>

## Inhoud



## Wat is dynamica?

■ In ons dagelijkse leven komen wij het overal tegen en vaak merken we het niet eens meer op, omdat het zo gewoon lijkt – dynamica! Altijd en overal waar iets beweegt, hebben wij te maken met dynamica.

Wij komen het 's morgens vroeg bij het opstaan al tegen. Wij bewegen ons vanuit ons bed naar de badkamer of de ontbijttafel. Daarna rijden of lopen we naar school of naar het werk. We komen het bij vrijwel alle sportieve hobbies tegen of nemen het gewoon maar waar, wanneer andere mensen bewegen.



## Fun with physics

Door de dynamica beleven wij veel en hebben er veel plezier van, zoals bijvoorbeeld bij het fietsen, skiën, skaten, bij het voetballen of in de achtbaan. Daarom verrijkt dynamica ons leven, volgens het motto – fun with physics!

Probeer eens te bedenken waar dynamica bij jou in het dagelijkse leven voorkomt!

- Autorijden
- lopen, joggen, springen
- ...

Heb je ooit geweten dat dynamica zelfs een natuurkundige wetenschap is die zich bezig houdt met alle processen die met beweging te maken hebben? Sommige van deze natuurkundige effecten worden in dit begeleidend boekje aan de hand van verschillende experimenten weergegeven en uitgelegd.

■ Om de dynamica te kunnen begrijpen is het belangrijk om te begrijpen waar het vandaan komt. Aan de hand van de volgende twee eenvoudige experimenten wordt uitgelegd, hoe het komt dat iets beweegt. In de inleiding hebben wij al vastgesteld dat het bij dynamica altijd om iets gaat, wat beweegt.

Bouw het testmodel 1 (vlakke baan) op, om de experimenten uit te kunnen voeren.

## Het verband tussen kracht en dynamica

### Testmodel 1

### Waarom dingen bewegen

#### Taak:

**Leg een kogel in de rail en duw de kogel heel zachtjes (met maar weinig kracht) aan.  
Wat gebeurt er? Hoeveel is de kogel door het in beweging brengen versneld?**



De kogel beweegt langzaam – het kan zelfs zijn dat de kogel stopt. De versnelling was klein.

#### Taak:

**Leg nogmaals een kogel in de rail en breng de kogel een beetje sneller in beweging dan bij de eerste poging (met meer kracht dan bij de eerste poging). Wat gebeurt er? Hoeveel is de kogel door het sneller in beweging brengen versneld?**



De kogel beweegt sneller dan bij de eerste poging. De versnelling was groter dan tijdens de eerste poging.

Het resultaat van de poging is geen verrassing, omdat het overeenkomt met datgene wat je in het dagelijkse leven bij iedere beweging waarneemt. Maar heb je er al eens over nagedacht, wat het verband is tussen de kracht die je nodig hebt en de kogels in dit experiment?



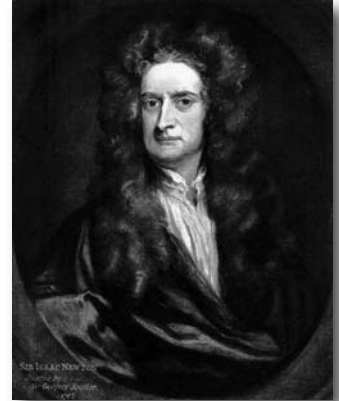
## Natuurkundige verklaring

Het verband is de massa (gewicht van de kogel) en een versnelling (de kogel wordt vanuit rust versneld) en daarvoor heb je kracht (spierkracht) nodig. Dit verband kan als formule worden weergegeven en wordt gebruikt als „Definitie van kracht“.

$$Kracht = massa \times versnelling$$

of in de daarvoor geldende natuurkundige afkortingen

$$F = m \times a$$



Natuurkundige Isaac Newton (1643 – 1727)

■ Bij de tweede poging heb je meer kracht gebruikt dan bij de eerste poging, maar was de massa van de kogel hetzelfde. Daarom is de versnelling bij de twee poging groter dan bij de eerste poging. De eenheid van kracht is Newton [N]. Deze is genoemd naar de natuurkundige Isaac Newton, die met de wetten van Newton de basis heeft gelegd.

## Meer of minder kracht?

Nu kun je er, met behulp van de onderstaande voorbeelden uit het dagelijkse leven, nogmaals over nadenken of je meer of minder kracht nodig hebt dan van tevoren:

### Taak:

**Je bent in je eentje onderweg op de fiets. Onderweg kom je een vriend tegen, die graag mee wil rijden. Hij gaat bij jou achterop zitten en jullie fietsen met z'n tweeën verder.**

**Wanneer je net zo snel wilt fietsen als toen je alleen op je fiets zat, heb je dan meer of minder kracht nodig?**



Natuurlijk heb je meer kracht nodig, wanneer je net zo snel wilt fietsen, omdat de massa groter is geworden.

**Taak:**

Je versnelt twee ballen die niet even zwaar zijn, bijv. een tennisbal en een kogel die je bij het kogelstoten gebruikt. Wanneer je probeert, om beide ballen met dezelfde kracht weg te gooien, welke bal gaat dan sneller en zal dus ook verder vliegen?



**Welke bal vliegt verder?**

Wanneer je beide keren dezelfde kracht gebruikt, zal de tennisbal meer worden versneld, omdat deze lichter is dan de kogel. En dus zal hij ook verder vliegen dan de kogel.

De volgende taak is een beetje moeilijker, maar kan zeker worden opgelost. Je nieuwe kennis vormt daarbij de sleutel:

**Taak:**

Op een 100 m atletiekbaan: Atleet 1 en atleet 2 zijn even sterk c.q. hebben evenveel kracht. Atleet 1 versnelt echter sneller. Welke atleet is volgens de theorie het zwaarste? Een tip: maak gebruik van je nieuwe kennis ( $\text{kracht} = \text{massa} \times \text{versnelling}$ ). Stel je voor beide atleten de formule voor.



**Wat is zwaarder?**

Volgens de theorie moet atleet 2 het zwaarste zijn. Omdat hij niet meer kracht heeft, versnelt hij trager.

## Welke baan is sneller?

■ Omdat wij nu weten dat bij alle bewegingen krachten meespelen, draait het laatste experimenten er om of ook de baan invloed heeft op de beweging.

Bouw het testmodel 2 (versnellingen) met behulp van de twee verschillende baanvormen op. De ene baan heeft een bolling naar boven en de andere naar beneden. Wanneer je klaar bent, kun je het experiment uitvoeren.

### Taak:

**Leg bovenin iedere baan een kogel. Bedenk, voordat je de kogels loslaat, welke baan sneller zal zijn! Nu kun je beide kogels tegelijk loslaten. Bovendien kun je er over nadenken, waarom de kogels überhaupt beneden aankomen. Een tip – het heeft dezelfde reden, waarom alle voorwerpen op de grond vallen.**



En – heb je op de juiste baan gewed?

Op de naar beneden bollende baan is de kogel sneller dan op de naar boven bollende baan.

Waarom is dat zo? Is de ene baan misschien langer dan de andere? Nee – je hebt beide keren drie rails gebruikt. Misschien heeft het te maken met de vorm van de baan. Laten wij eens in het wiskundig woordenboek kijken:



## Rekenkundig gezien ...

■ Het probleem van de snelste baan is al in 1696 door de wiskundige Johann Bernoulli opgelost en is in de wiskunde bekend als het brachistochrone probleem.

Bij de oplossing van het uiterst gecompliceerde probleem heeft Bernoulli uitgevonden, dat de snelste van alle curven de naar onderen bollende curve is, een zogenaamde cycloïde of rolcurve. Deze curve is zelfs sneller dan een rechte en dat, terwijl het de kortste verbinding tussen twee punten is. De cycloïde wordt rolcurve genoemd, omdat deze curve ontstaat, wanneer men een cilinder op een vlak oppervlak afrolt.



■ Wanneer je over de vraag nadenkt waarom de kogels überhaupt beneden aankomen, is het je misschien wel opgevallen dat je geen kracht hebt gebruikt, om de kogels aan het rollen te brengen. Wanneer je nu aan ons eerste experiment denkt, weet je waarschijnlijk nog wel, dat er geen enkele beweging zonder de inwerking van kracht kan ontstaan. Maar aangezien de kogels bewegen, moet ook hier sprake zijn van kracht.

De kracht die de kogels naar beneden trekt, is de zogeheten zwaartekracht. Deze kracht werkt op alle dingen die op onze aarde aanwezig zijn.

De zwaartekracht is onze permanente begeleider in ons dagelijkse leven. Deze zorgt ervoor, dat alles loodrecht naar de grond wordt getrokken. Bedenk maar eens enkele voorbeelden uit het dagelijkse leven.

- Bungeejumping
- van torens springen, van klippen springen, parachutespringen
- De appel valt van de boom
- ...

Heb je ooit geweten dat ook op de maan sprake is van een zwaartekracht, die door de maan wordt veroorzaakt. Heb je wel eens een video van astronauten op de maan gezien? De astronauten kunnen daar veel hoger en verder springen dan op aarde. Omdat de maan veel kleiner is dan onze aarde, is de zwaartekracht daar veel minder dan op aarde. Daarom kom je met een sprong op de maan veel verder dan op aarde.

## Waarom komen de kogels überhaupt beneden aan?

## Zwaartekracht in het dagelijkse leven ...



... en op de maan?



## Looping

■ Omdat wij nu ook weten dat er zwaartekracht bestaat, komen wij bij ons volgende experiment. Misschien ben je wel eens in een pretpark geweest of op een kermis met veel draaimolens en achtbanen. Daarbij zijn je vast en zeker de indrukwekkende loopings opgevallen. Om het volgende experimenten uit te kunnen voeren, kun je het volgende testmodel 3 (looping) opbouwen.

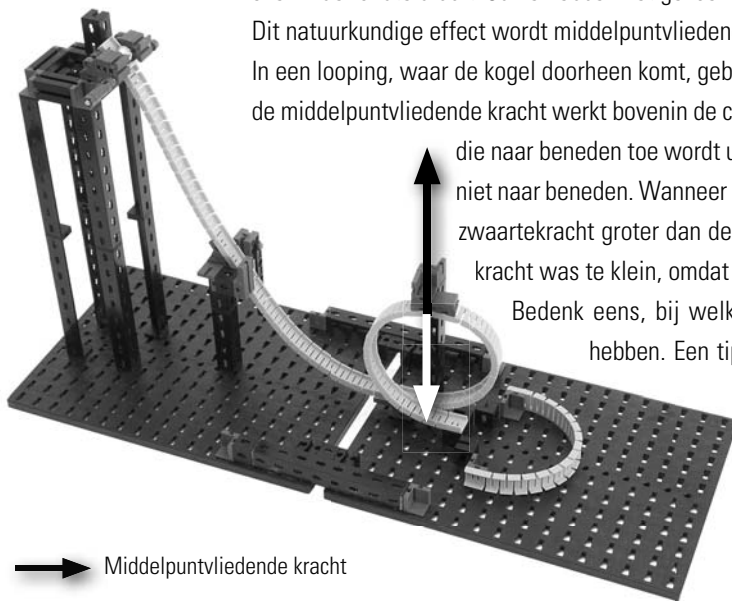


### Taak:

**Nadat je de looping hebt opgebouwd, kan ons experiment beginnen. Probeer zelf uit, vanaf welke hoogte je de kogel moet laten starten, zodat hij de complete looping kan doorlopen. Bedenk zelf eens, waarom de kogel op het bovenste punt niet naar beneden valt, hoewel wij net hebben geleerd dat de zwaartekracht alles naar de grond trekt.**



## Wat gebeurt er in een looping?



Wanneer je wel eens in de achtbaan hebt gezeten, weet je, dat je tijdens de loopings in de stoel wordt gedrukt. Hetzelfde gebeurt bijvoorbeeld ook, wanneer je met nog iemand elkaars handen vasthoudt en snel in de rondte draait. Jullie hebben het gevoel dat jullie van elkaar weg worden getrokken.

Dit natuurkundige effect wordt middelpuntvliedende kracht genoemd.

In een looping, waar de kogel doorheen komt, gebeurt het volgende:

de middelpuntvliedende kracht werkt bovenin de cirkel naar boven toe en is groter dan de zwaartekracht, die naar beneden toe wordt uitgeoefend. Daardoor blijft de kogel in de baan en valt niet naar beneden. Wanneer de kogel desondanks naar beneden is gevallen, was de zwaartekracht groter dan de middelpuntvliedende kracht. De middelpuntvliedende kracht was te klein, omdat de kogel onvoldoende werd versneld.

Bedenk eens, bij welke sporten de middelpuntvliedende krachten invloed hebben. Een tip: Vaak maken hele sterke sportmensen, bijvoorbeeld bij de Olympische Spelen, gebruik van de middelpuntvliedende kracht, door rond te draaien.

- Kogelslingeraars
- Discuswerpers
- Kogelstoters



■ Aangezien wij al erg veel over de verschillende krachten en bewegingen hebben gehoord, kunnen wij nu de volgende experimenten uitvoeren. Deze moeten iets meer informatie geven over het onderwerp energie. Je vraagt je nu zeker af, wat krachten, bewegingen en energie met elkaar te maken hebben? Wanneer je je afvraagt, waarvoor je überhaupt energie nodig hebt, zal het een en ander iets duidelijker worden. Energie is nodig, om:

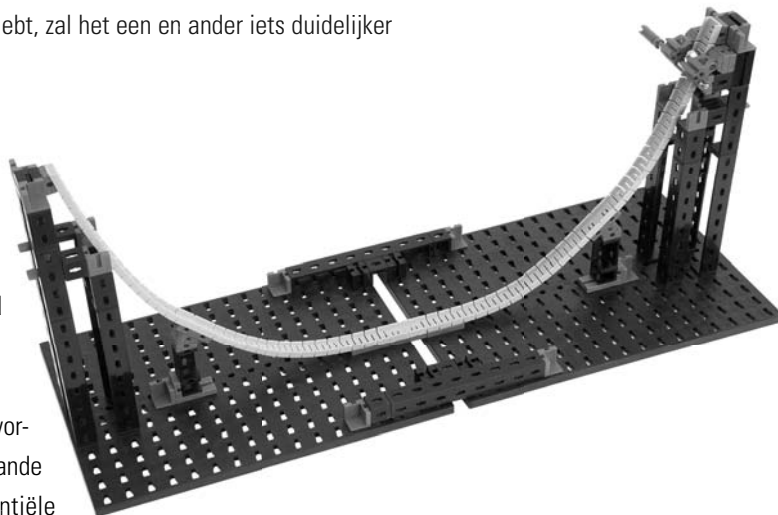
- om een kracht te leveren
- een voorwerp te versnellen of op te tillen
- iets te verwarmen of te verhitten
- een elektrische stroom te laten stromen
- te kunnen leven – voorbeelden daarvan zijn bijvoorbeeld mensen, dieren en planten.

■ Energie is er in veel verschillende vormen en deze kunnen worden omgezet in andere vormen van energie. Voor het onderstaande experiment is het belangrijk om bewegingsenergie en potentiële energie te kennen.

- De bewegingsenergie wordt ook wel kinetische energie genoemd. Er is altijd sprake van kinetische energie, wanneer een voorwerp beweegt. Voorbeeld daarvan is een rollende kogel in de bouwdoos Profi-Dynamic, aangezien de kogel beweegt en daarmee onderhevig is aan bewegingsenergie.
- De potentiële energie wordt groter naarmate een voorwerp hoger ligt. Dat betekent, dat bijvoorbeeld een bal, die op een tafel ligt, een grotere potentiële energie heeft dan wanneer dezelfde bal op de grond ligt.

■ Genoeg met de theorie, laat we maar eens met een model aan de slag gaan. Bouw daarvoor het testmodel 4 (halfpipe) op.

## Wat is energie?



## Verschillende vormen van energie

### Taak:

Laat een kogel in de halfpipe rollen en kijk wat er gebeurt! Bedenk welke verschillende energievormen je kunt zien en waar deze het grootst zijn.



## De natuurkunde zegt:

„Van niets komt ook niets“

## Halfpipe

Om de halfpipe te kunnen begrijpen is het noodzakelijk om de zogenaamde wet van energiebehoud te kennen.

De wet van energiebehoud zegt, dat de som van alle beschikbare energieën altijd dezelfde blijft. Energie kan noch uit het niets worden gewonnen, noch kan zij verloren gaan. Energie kan uitsluitend in een andere energie worden omgezet.



Tijdens het experiment met de halfpipe komen twee vormen van energie voor:

- Bewegingsenergie
- Potentiële energie

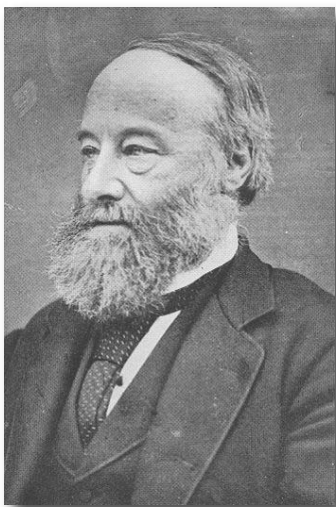
De energie, die je in dit experiment steekt, is die, die je spieren afgeven, om een kogel omhoog te tillen. Daardoor krijgt de kogel een grotere potentiële energie. Zoals de wet van energiebehoud al zegt, kan de potentiële energie worden omgezet in bewegingsenergie, zodra de kogel wordt losgelaten.

De potentiële energie van de kogel is bij het loslaten in de halfpipe het grootst en onderin op de grond is deze het kleinst.

De bewegingsenergie is omgekeerd evenredig aan de potentiële energie. Deze is nul kort voor het loslaten, omdat er niets beweegt. Het grootst is deze onderin, omdat de kogel daar het snelst beweegt.

De eenheid van energie is Joule [J]. Deze is genoemd naar de Britse natuurkundige James Prescott Joule.

## Energie in het dagelijkse leven



James Prescott Joule (1818 – 1889)

■ In ons dagelijks leven komen wij voortdurend, net als de krachten, energie tegen. Is de informatie op levensmiddelen je wel eens opgevallen? Op iedere verpakking cornflakes, snoepgoed, enz. is dergelijke informatie aangebracht.

Vaak worden dit „calorieën“ genoemd. Daarbij gaat het om die energie, die in het levensmiddel zit. Calorieën, omdat het lichaam de energie in het lichaam „verbrandt“, om er vervolgens gebruik van te maken om te kunnen lopen, springen of zelfs om te kunnen denken.

Op de verpakkingen wordt het aantal calorieën meestal in kilojoule [kJ] aangegeven, hetgeen overeenkomt met 1.000 joules [J] en in kilocalorieën [kcal] hetgeen overeenkomt met 1.000 calorieën [cal]. Het woord kilocalorieën ben je waarschijnlijk wel eens tegengekomen wanneer het om levensmiddelen ging – het is echter een andere energie-eenheid dan Joule.

Je kunt beide echter heel gemakkelijk naar elkaar omrekenen met behulp van de formule:

$$1 \text{ kilojoule} \approx 4,18 \text{ kilocalorieën}$$

of met behulp van de bijpassende natuurkundige eenheden

$$1 \text{ kJ} \approx 4,18 \text{ kcal}$$

■ Omdat wij in het vorige experiment hebben geleerd dat energie volgens de wet van energiebehoud alleen maar kan worden omgezet en niet verloren gaat, komt de vraag op, waarom de kogel dan desondanks tot stilstand komt. Wanneer geen energie verloren kan gaan, moet de kogel toch verder rollen, of niet?

**Taak:**

**Voer het voorgaande experiment met model 4 (halfpipe) nogmaals uit. Bedenk deze keer, waarom de kogel ooit stopt! Een tip: Sleep met je vinger door de baan.**



Je voelt een weerstand en merkt bovendien, dat het oppervlak van de baan niet glad is. Het effect waarmee wij hier te maken hebben heet wrijving. Het woord wrijving zul je vast wel eens hebben gehoord, maar wat is wrijving nu eigenlijk en waar komt het vandaan?

Wrijving is het effect dat tussen twee voorwerpen ontstaat (de zogenaamde uitwendige wrijving), wanneer de oppervlakken elkaar raken. Om te kunnen begrijpen waarom de kogel tot stilstand komt, moeten wij eens naar een sterk vergroot oppervlak van de kogel en de flexrail kijken.

■ Wanneer je je nu voorstelt dat de oppervlakken tegen elkaar aan blijven hangen, wordt duidelijk dat de kogel geleidelijk langzamer beweegt, omdat deze voortdurend tegen deze oneffenheden moet vechten. Natuurkundig gezien worden de energieën door de wrijving omgezet in warmte (-energie). Wanneer de kogel stil blijft staan is alle potentiële energie/bewegingsenergie door de wrijving omgezet in warmte. Bij de ontstane warmte gaat het om „verloren energie“, omdat je deze niet meer kunt gebruiken en dus verliest.

De wrijving kan bovendien worden onderverdeeld in hechtwrijving, glijwrijving en rolwrijving.

- Hechtwrijving: de wrijving is zo groot, dat twee oppervlakken zich aan elkaar hechten en niet bewegen.
- Glijwrijving: de wrijving is net groot genoeg zodat twee oppervlakken langs elkaar glijden.
- Rolwrijving: dit soort wrijving ontstaat tijdens het rollen van een voorwerp op een ondergrond.

Een voorbeeld, dat door wrijving warmte ontstaat, kun je simpel controleren door je handen tegen elkaar aan te „wrijven“. al na korte tijd zul je merken dat je handen snel warmer worden.

Nu je drie verschillende soorten wrijving kent, kun je aan de hand van de voorbeelden de bijbehorende soort wrijving aanwijzen:

	Hechtwrijving	Glijwrijving	Rolwrijving
Fietsen			×
Plakband op papier			
Skiën			
Schaatsen			
Klittenbandsluiting			
Kogel in een baan van de bouwdoos Profi-Dynamic			
Schaatsen met inline skates			

## Waarom stopt de kogel?



Oppervlakken sterk vergroot

## De fysica van de wrijving

## Wrijving in het dagelijkse leven



## De kogels botsen tegen elkaar

■ Voor de volgende experimenten kun je het testmodel 4 (halfpipe) gewoon laten staan.

**Taak:**

**Leg onder in de halfpipe twee kogels in de baan en laat een andere kogel van bovenaf naar beneden rollen. Wat gebeurt er?**



De laatste kogel wordt weggestoten. De stoot gaat zogezegd door alle kogels heen.



**Taak:**

**Je kunt nog meer kogels onderin leggen. Wat gebeurt er dan?**

Hetzelfde als bij de eerste poging. De laatste kogel wordt weggestoten. De stoot gaat zogezegd door alle kogels heen.

**Taak:**

**Probeer nu eens wat er gebeurt wanneer onderin drie kogels liggen en je van bovenaf, vanuit één plaats in de halfpipe, twee kogels naar beneden laat rollen?**



Nu worden de beide laatste kogels weggestoten. De stoot gaat net als daarvoor door alle onderin liggende kogels heen.

■ Het natuurkundige effect dat hier wordt getoond, is de zogeheten elastische stoot. Een elastische stoot is een contact tussen twee voorwerpen, dat slechts enkele milliseconden duurt. Daarbij draagt de ene kogel zijn bewegingstoestand over op een andere, zonder dat de kogels vervormen. Wanneer meerdere kogels achter elkaar liggen, gaat de stoot door alle kogels heen. Er worden net zoveel kogels weggestoten als er botsen.

Het effect, waaraan de kogels onderhevig zijn, noemt men impuls. Eigenlijk heeft iedere massa, die met een bepaalde snelheid beweegt, een impuls. Dat betekent, dat zodra je je beweegt, je een impuls hebt.

$$\text{Impuls} = \text{massa} \times \text{snelheid}$$

$$p = m \times v$$

De impuls wordt echter pas goed zichtbaar, wanneer een stoot plaatsvindt, omdat pas dan de impuls wordt overgedragen! Net als bij de wet van energiebehoud dat „de energie altijd hetzelfde blijft“, is er voor de impuls ook wet van impulsbehoud. Deze zegt dat ook bij een stoot de impuls hetzelfde blijft.

$$\text{Impuls}_{\text{voor de stoot}} = \text{Impuls}_{\text{na de stoot}}$$

Dat konden wij ook bij het experiment zien, omdat de snelheid en de massa van de botsende kogels ongeveer net zo groot waren als de snelheid en de massa van de weggestoten kogels.

■ In het dagelijkse leven zijn er vele voorbeelden van de stoot. Bij het werken met een hamer kun je de stoot erg goed herkennen. Ook is de stoot bij verschillende sporten goed te herkennen, bijv. bij het biljarten, squashen, Eisstock-schieten of curling. Daarbij wordt gebruik gemaakt van het effect dat de impuls voor de stoot hetzelfde is als de impuls na de stoot.

Tijdens het biljarten wordt gebruik gemaakt van de effect om de eigen ballen door een stoot met de witte bal in de pockets te potten. Deze stoten zijn net als bij jouw experimenten elastisch, omdat de ballen door de stoot van bewegingstoestand veranderen en niet worden vervormd.



© by berwis / PIXELIO

## Impuls blijft impuls

## De impuls in dagelijkse leven

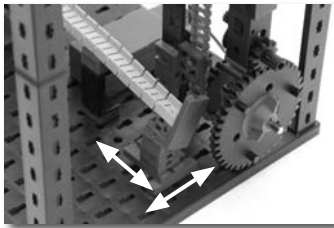


## De grote parcoursen

■ De natuurkundige effecten, die je bij de vorige experimenten hebt leren kennen, kun je gebruiken om spannende kogelparcoursen met verschillende bochten en verrassende effecten op te bouwen.

### Lift

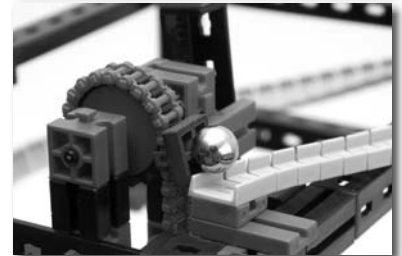
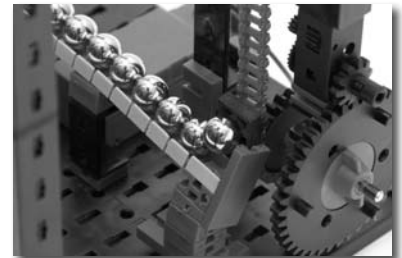
Alle in de bouwhandleiding getoonde parcoursen hebben een lift. Deze lift bestaat uit een aangedreven ketting, waaraan de magnetische kogelhouders zijn bevestigd.



#### Tip:

Wanneer de kogels niet optimaal door de lift worden meegenomen, kun je de positie van het kogelmagazijn bijstellen.

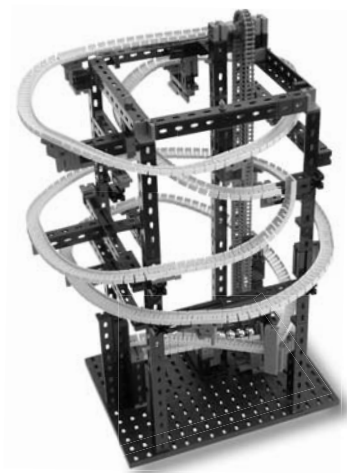
Zodra een kogelhouder langs een metalen kogel in het magazijn van het model komt, wordt deze door de magneet aangetrokken en naar boven getransporteerd. Boven aangekomen wordt de kogel losgedrukt en rolt door het parcours.



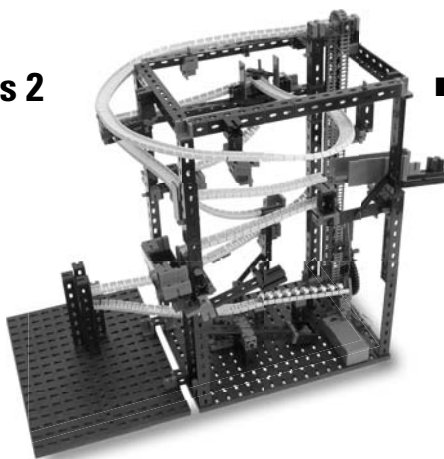
### Parcours 1

■ Dit model is uitermate geschikt om eerste ervaringen met het kogelparcours op te doen.

De kogels worden door de lift naar boven getransporteerd en rollen dan door het parcours terug naar het kogelmagazijn.



### Parcours 2



■ Dit model bevat verschillende effecten. Om deze correct te laten werken moeten enkele voorbereidingen worden getroffen, voordat je met het parcours begint.



1. Hang het kogelreservoir in zijn bovenste positie, zoals weergegeven op de afbeelding.

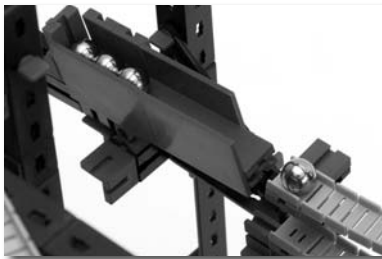


2. Zet de wissel van het model in de op de afbeelding weergegeven stand.
3. Plaats een bouwsteen in de ingebouwde katapult.



Nu kun je kogels in het magazijn voor de lift leggen en de lift starten.

De kogels rollen in eerste instantie door de wissel en dan in een opvangbak. Zodra er zes kogels in de opvangbak zitten kiept deze naar onderen.



**Tip:**

Wanneer de opvangbak te vroeg of te laat kiept kun je dit corrigeren, door de bouwsteen te verschuiven, die als contragewicht achter de opvangbak is aangebracht. Hoe dichterbij de opvangbak zit, hoe eerder de opvangbak kiept.

De kogels rollen dan in het kogelreservoir, dit valt omlaag en activeert de katapult.

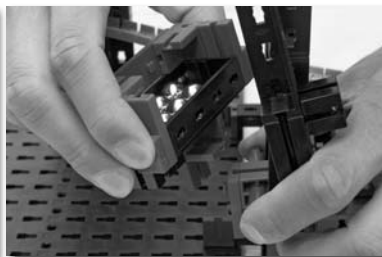
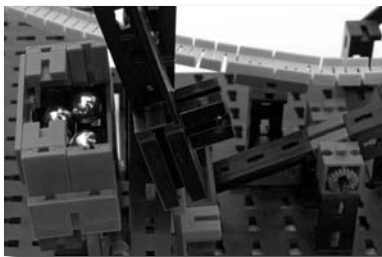
Om er nu geen kogels meer in de opvangbak rollen, moet je de wissel in de andere stand zetten. De kogels rollen dan langs een ander traject naar beneden.



**Tip:**

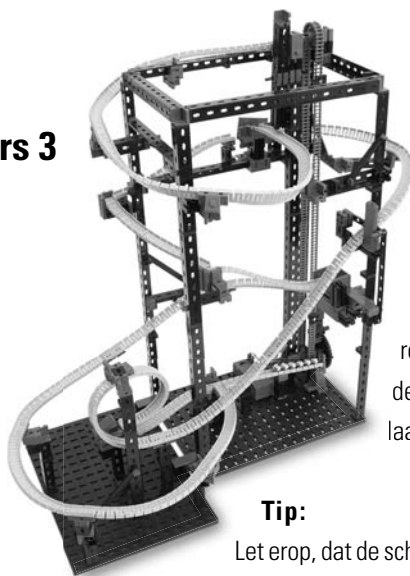
Wanneer het kogelreservoir niet correct naar beneden valt, kun je de vergrendeling afstellen, door de bouwsteen te verschuiven die als contragewicht op de vergrendeling is aangebracht.

Nu kun je het kogelreservoir verwijderen en de kogels opnieuw in het magazijn voor de lift leggen.



Daarna kun je het reservoir en de katapult opnieuw voor de volgende ronde voorbereiden.

## Parcours 3



■ Dit parcours is het grootste model uit de bouwdoos en bevat de meeste bochten en effecten.

De kogel stoot eerst een pendel aan en rol dan in een automatische wissel, die de kogels afwisselend naar rechts en links laat rollen.

### Tip:

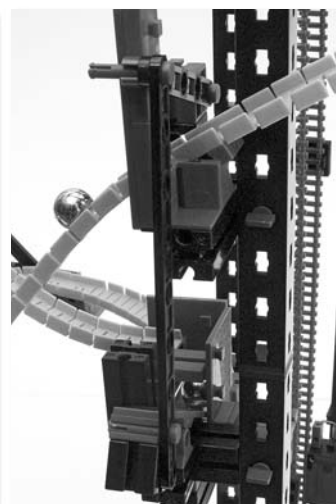
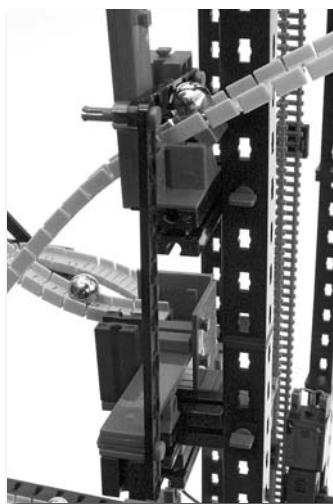
Let erop, dat de scharniersteen precies in het midden van de wip is gemonteerd en de wissel gemakkelijk kan worden bewogen. Anders werkt deze misschien niet goed.



Daarna blijft de kogel voor een slagboom liggen. De volgende kogel wordt door de wissel de andere kant op gestuurd en activeert een mechanisme dat de slagboom opent. Voor de eerste kogel is nu de weg vrijgemaakt door de looping.

### Tip:

Zorg ervoor, dat de wip en slagboom vrij kunnen bewegen.



### Overige tips:

- Met behulp van de bouwdoos kun je natuurlijk ook je eigen parcoursen ontwikkelen. Wij weten zeker dat je nog andere geweldige constructies en andere spannende bochten en effecten zult kunnen bedenken.
- Wanneer de flexibele rails erg gebogen zijn nadat je ze uit een model hebt uitgebouwd, kun je ze een poosje op één van de grondplaten opspannen. Daarmee kan de oorspronkelijke buiging weer worden hersteld.