

# Stuiterend onderzoek

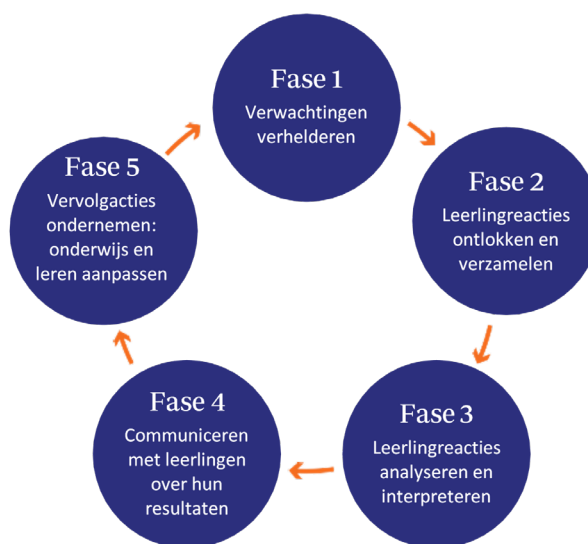
## Formatief evalueren bij wetenschap en technologie in de middenbouw

Bij wetenschap en technologie staat onderzoekend en ontwerpnd leren centraal. In dit uitgewerkte voorbeeld laten we zien hoe formatief evalueren er bij onderzoekend en ontwerpnd leren uit kan zien in de middenbouw van het basisonderwijs. Leerlingen voeren een onderzoeksopdracht uit over het stuiteren van verschillende soorten ballen.

### Formatief evalueren

Waarom formatief evalueren? Het kan een uitdaging zijn om onderzoekend en ontwerpnd leren in de klas vorm te geven. Hoe bereid je je leerlingen voor? Hoe kun je onderzoeksvaardigheden bij je leerlingen stimuleren? Hoe geef je feedback tijdens een opdracht waarbij vaak in groepjes wordt gewerkt en leerlingen tegelijk bezig zijn en waar geef je dan feedback op?

Formatief evalueren is een krachtig middel om ook je W&T-lessen vorm te geven. Het gaat hierbij om alle activiteiten die leerlingen én leerkracht uitvoeren om de (leer)vorderingen van leerlingen in kaart te brengen, te analyseren en interpreteren en te gebruiken om betere beslissingen te nemen over vervolgstappen. Het is een cyclisch proces, waarbij de verschillende fasen steeds terugkeren binnen een les en/of lessenreeks, zoals Gullikers en Baartman (2017) laten zien in hun model van vijf fasen. Formatief evalueren biedt leerlingen inzicht in hun eigen leren en geeft jou als leerkracht handvatten om onderwijs op maat te geven.



Cyclus formatief evalueren  
(Baartman en Gullikers, 2017)

# Stuiterend onderzoek

Verschijnselen uit natuurkunde en techniek  
Middenbouw | Duur: 1,5 uur



Alle kinderen hebben de ervaring dat ballen stuiteren. Onbewust en bewust hebben ze daar in hun spel met een bal mee te maken. In deze les gaan we dat stuiterende gedrag van ballen verkennen. Kinderen doen ervaring op met het uitvoeren van een onderzoek naar een aspect van het stuitergedrag van diverse ballen en diverse ondergronden. Enerzijds krijgen ze daarmee antwoord op vragen als: Welke bal stuitert het hoogst? Op welke ondergrond stuitert een bal het best? Waarom stuitert de ene bal wel en de andere bijna niet? Anderzijds oefenen de kinderen in het uitvoeren van een onderzoek.

*Bij onderstaande lesuitwerking lees je in oranje de reflectie en toelichting hoe formatief evalueren een plek heeft in de les.*

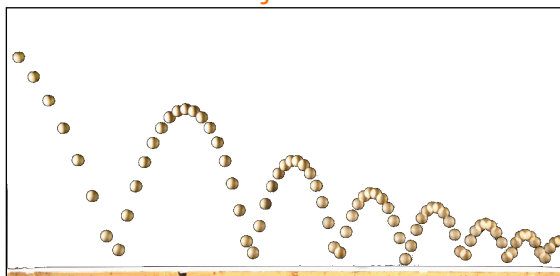
## Waar gaat het om?

### Lesdoelen

- Een goede onderzoekbare onderzoeksvraag opstellen;
- Een onderzoek/experiment naar het stuiteren van ballen op een eerlijke manier uitvoeren aan de hand van een onderzoekbare onderzoeksvraag;
- Bij het stuiteren van ballen ontdekken van verbanden tussen stuiterhoogte en/of ondergrond en/of soort bal.

### Succescriteria

- Je formuleert een onderzoeksvraag die uitvoerbaar is;
- Je zet een experiment op om het stuiteren van ballen te onderzoeken;
- Je werkt nauwkeurig, meet precies en schrijft alle metingen op;
- Je verwerkt de resultaten in een passend staafdiagram;
- Je trekt logische conclusies uit de resultaten van het experiment en vergelijkt de uitkomsten met die van anderen;
- Je presenteert hoe je het experiment hebt uitgevoerd en wat de resultaten zijn.



*Met de lesdoelen en succescriteria zijn de verwachtingen helder voor leerkracht en leerlingen.*

*Lesdoelen zijn vaak bekend en in leermiddelen toegevoegd, maar succescriteria ontbreken vaak. Juist die geven leerlingen houvast en zo weten ze wat ze moeten doen om de lesdoelen te bereiken.*

*Denk bij het formuleren van succescriteria steeds goed na welk observeerbaar gedrag je wilt zien bij de leerlingen bij de leerdoelen.*

*Hiernaast zijn mogelijke succescriteria toegevoegd. Je kunt deze gebruiken, maar ze ook zelf formuleren en samen met de leerlingen verhelderen, bijvoorbeeld door naar voorbeelden te kijken en wenselijk gedrag te benoemen. Lees meer in de publicatie:*

[Formatief evalueren: werken aan groei.](#)

## Vorbereiding en materiaal

- allerlei verschillende ballen (al dan niet door de kinderen zelf meegenomen)
- meetlat (bordliniaal), huishoudmeetlinten, stopwatch, weegschaal
- krijtpoeder, bakje mul zand of slap kussen
- diverse ondergronden: zeil, rubber, hout, steen, gras, ijzer, tennisracket, enz.
- afplaktape, voetbalpomp
- per groepje een leeg onderzoeksschema

## Lesverloop

### Introductie

Vraag aan de kinderen die een bal hebben meegebracht, wiens bal het beste zal stuiten. Neem van twee kinderen hun bal aan en zeg dat je gaat testen welke het beste stuitert. Gooi één bal op de grond, zodat ie flink opstuitert en laat de andere op een slappe ondergrond ploffen (kussen, zand). Prijs omstandig de eigenaar van de eerste bal. De kinderen zullen protesteren. Laat hen dan suggesties doen voor een eerlijke vergelijking: de ballen van dezelfde hoogte, op dezelfde ondergrond laten vallen, niet de ene bal gooien en de andere laten vallen, maar beide bijvoorbeeld laten vallen en het stuiten een paar maal herhalen.

Start een gesprek om de ideeën die de kinderen hebben over stuiten te inventariseren. Waarom stuitert de ene bal beter dan de andere bal? Waaraan kunnen we goede stuiters herkennen? Probeer het gesprek op het niveau van verschillen te houden (grootte, vorm, gewicht, materiaal/oppervlak, hardheid en ondergrond). De verklaring achter stuiten komt later vanzelf.

*Bij de introductie van deze les activeer je voorkennis van leerlingen en ontlok je reacties van de leerlingen. Ze zijn daarmee actief betrokken bij het onderwerp.*

*Formatief evalueren heeft mede als doel om alle leerlingen actief bij hun leren te betrekken. Zorg dus dat iedereen meedenkt en voorbeelden kan geven. Dat kan door random beurten te geven bijvoorbeeld met behulp van de 'ijslollystokjes'.*

*Laat leerlingen hun eigen of elkaars reacties uitleggen of toelichten. Dat kan door beurten door te spelen.*

### Verkennen van ballen en stuiten

Laat de kinderen in groepjes van een aantal meegebrachte ballen ontdekken hoe 'goed' deze stuiten. Gebruik hiervoor eventueel het ideeënblad uit de bijlage.

Laat ze ook voorspellingen doen en de ontdekkingen noteren. *Wat en hoe heb je gemeten?*

Neem klassikaal de uitkomsten door. Laat de leerlingen reageren op elkaars uitkomsten. *Waardoor komen de verschillen?*

*Ondersteun het formuleren van een onderzoeksvraag met gerichte feedbackvragen zoals:*

*– Is het onderzoek praktisch uitvoerbaar? Wat ga je telkens veranderen in je onderzoek? Bijv. dezelfde bal van steeds hoger laten vallen.*

Vertaal de ideeën die de leerlingen hebben naar testbare onderzoeksvragen. Bijvoorbeeld: "Maar jullie hebben niet goed gemeten want je hebt op verschillende ondergronden getest". In vraagvorm kan dit worden: "Maakt het uit op welke ondergrond we het stuiten testen?"

Voorbeelden van mogelijke onderzoeksvragen zijn:

- Welke ondergrond stuitert het beste? Welke bal stuitert het hoogst terug?  
*Laat enkele ballen een paar keer vanaf een vaste hoogte op dezelfde ondergrond vallen.*
- Stuitert een bal twee keer zo hoog als die ook van een twee keer zo grote hoogte wordt losgelaten?
- Welke ondergrond is het beste voor ...?  
*Laat een bal een paar keer van dezelfde hoogte op verschillende ondergronden vallen. Welke bal stuitert het hoogste terug of het langste door?*
- Is een stuitersbal op elke ondergrond de beste stuitersbal, is bijv. de beste stuitersbal op steen dat ook op gras?  
*Laat een tennisbal, voetbal, pingpongbal een paar maal van dezelfde hoogte op steen en gras vallen. Vergelijk de stuiterskwaliteit.*
- Welke bal blijft het langst stuiten (stopwatch)?
- Stuitert de hoogste stuitersbal ook het langst?  
*Laat drie ballen vanaf dezelfde hoogte op een geschikte ondergrond vallen. Meet eerst een paar keer hoe hoog ze terug stuiten en vervolgens hoe lang het duurt voor ze stil liggen.*
- Wat is het effect van de valhoogte?  
*Laat een stuitersbal en een pingpongbal een paar keer van verschillende hoogtes (50, 100, 150, 200 cm) op een harde ondergrond vallen en meet hoe hoog ze stuiten.*
- Wat is de invloed van de hoeveelheid lucht in een bal die we kunnen oppompen?
- Is het aantal stuiters tellen een even goede methode als de stuitershoogte meten?
- Kunnen hoekige voorwerpen ook stuiten?
- Maakt het uit of een bal hard of zacht is?  
*Laat een paar keer wat lucht uit een voetbal ontsnappen en meet steeds hoe hoog hij terug stuitert als hij vanaf een bepaalde hoogte, op eenzelfde ondergrond wordt gegooid.*

- *Wat ga je hetzelfde laten?  
Bijv. steeds op dezelfde ondergrond stuiten.*
- *Hoe zorg je ervoor dat het onderzoek eerlijk verloopt?  
Bijv. samen controleren en een paar keer herhalen.*

*In deze verkenning wordt het voor de leerlingen duidelijk wat er van ze verwacht wordt en wordt het onderzoek afgebakend in behapbare onderzoeksvragen.*

## Onderzoek aan ballen en stuiteren



Werk klassikaal een onderzoeksvraag uit tot een experiment waarin eerlijk gemeten wordt. Wat verwachten we als uitkomst, wat gaan we doen en wat hebben we nodig?

Bespreek ook met de kinderen wanneer het experiment goed is uitgevoerd.

Hierna gaan de groepjes aan de slag met hun eigen onderzoeksvraag. Verdeel eventueel de vragen als kinderen er niet zelf uitkomen. Wat verwachten we, hoe gaan we meten, en wat hebben we nodig? Laat ze alles vastleggen in het onderzoeksschema. Laat na afloop de kinderen hun opzet vertellen en geef de mogelijkheid tot reactie.

De groepjes verzamelen hun materiaal en gaan aan de slag. De kinderen noteren hun bevindingen in het schema. Laat ze daarbij hun resultaten duidelijk in een tabel weergeven en vervolgens van de gegevens een staafdiagram maken.

Vergelijk de uitkomsten met de onderzoeksvraag en de voorspelling. Hoe luidt het antwoord op de onderzoeksvraag?

Vervolgens bereiden de groepjes een presentatie voor over hun onderzoek.

*Door samen een vraag uit te werken geef je een goed voorbeeld van een onderzoeksvraag.*

*Ook wordt samen verkend wat er nodig is om het onderzoek succesvol te laten verlopen: succescriteria die duidelijk maken waaraan het onderzoek qua proces en product voldoet (zie p.2).*

*Door samen een onderzoeksvraag uit te werken, hebben leerlingen een gezamenlijk beeld van hoe kwaliteit eruit ziet en hoe ze concreet aan de slag kunnen gaan. Hierdoor is het ook voor leerlingen makkelijker om feedback te ontvangen en elkaar te geven.*

*De leerlingen praten samen over de resultaten. Laat ze hun eigen reacties aan elkaar uitleggen en elkaar feedback geven. Ondersteun leerlingen die dat nodig hebben met gerichte vragen.*

*Wanneer duidelijk wordt dat meerdere groepjes moeite hebben met het maken van een staafdiagram, kan klassikale feedback effectiever zijn dan per groepje.*

*Zorg voor voldoende (klassikale) feedbackmomenten, waarbij een voorbeeld van een groepje gebruikt kan worden. Geef feedback die gericht is op de opdracht én feedback gericht op de aanpak (het proces). Laat vervolgens leerlingen naar hun eigen uitwerking kijken en eventueel verbeteren.*

## Verwerking en evaluatie

Laat de groepjes hun bevindingen presenteren.

Mogelijke conclusies zijn:

- De beste stuiter op de ene ondergrond is nog niet de beste op een andere ondergrond;
- Kleine/lichte ballen stuiten minder goed op een zachte ondergrond dan grote/zware;
- Harde ballen stuiten beter dan zachte;
- Naarmate ballen van grotere hoogte worden gegooid, stuiten ze ook hoger op, maar lichte ballen (pingpongballen) maken bij grotere hoogtes maar weinig 'winst' (want die hebben dan last van de luchtweerstand);
- De hoogste stuiter gaat ook het langste door.

Wanneer van alle experimenten verslag is gedaan, kunt u met de kinderen samenvatten welke factoren van invloed zijn op het stuiten: de soort bal, de hardheid van de bal, de valhoogte en de ondergrond. Vervolgens kan worden gekeken naar een algemene conclusie. Wat hebben de goed stuitende voorwerpen gemeen?

*Het gaat om de mate waarin een voorwerp terug wil naar z'n beginvorm wanneer het vervormd wordt. Een stuiterbal deukt in als die op de grond komt, maar vervolgens streeft de stuiterbal naar de 'oude' ronde vorm en zal dus terugvormen: hij springt weer omhoog.*

Dit is goed te demonstreren met een grote donkergekleurde bal en wat krijt. Zie de Extra hieronder.

*De presentaties geven informatie hoe de experimenten zijn verlopen en wat de leerlingen hebben gezien en geleerd. Besteed vooraf nog een keer aandacht aan de succescriteria en laat leerlingen per presentatie een tip en top noteren en die uitwisselen.*

*De conclusies van de leerlingen geven inzicht in hun ervaringen met het stuiten en wat ze ervan geleerd hebben.*

*Uit het verslag van het experiment komt ook naar voren hoe goed het experiment is uitgevoerd en hoe nauwkeurig er is gemeten. Je kunt ervoor kiezen leerlingen tips en tops te laten benoemen en zelf ook enkele plus- en leerpunten te benoemen en die samen te verbeteren. Zo wordt het leren verlengd.*

## Evaluatie van het onderzoeksproces

Hoe verliep het experiment? Bespreek samen met de kinderen hoe hun onderzoeken zijn verlopen.

*Laat de kinderen in groepjes nu evalueren: wat ging er bij ons goed in aanpak en in opbrengst? Wat zouden we de volgende keer anders willen doen (verbeterpunten)?*

*In hoeverre is het doel van het uitvoeren van een goed onderzoek bereikt?*

## Reflectie

Bekijk ook de ingevulde onderzoekschema's van de kinderen.

*Naast de observaties tijdens de les en de presentaties van de leerlingen geven ook de*

Kom bij een volgende keer als er weer een experiment wordt gedaan, terug op de gezamenlijke bevindingen wat betreft het onderzoeksproces. Herhaal het onderzoeken in de vorm van een experiment met andere onderwerpen, waarbij langzamerhand de focus verschuift van onderzoeken als te leren vaardigheid naar onderzoeken als werkvorm en didactisch middel. Herhaal zo nodig de verwerkingsvorm in staafdiagram, maar kies daarnaast ook voor andere mogelijkheden zodat de leerlingen een bredere range leren.

*ingevulde onderzoekschema's veel informatie over het leerproces van de kinderen.*

*Laat leerlingen hun tips en tips bij een volgend experiment er weer bij pakken.*

*Bekijk voor ideeën over passende vervolgacties ook de [Naastlegger](#) formatief evalueren.*

## Extra

### Indeuken en terugvormen

Neem een grote donkergekleurde bal en wat krijt. Wrijf een stukje harde vloer in met krijtpoeder. Leg één tennisbal er zachtjes op. Als je de bal eraf haalt, zit er een wit vlekje op de onderkant. Wat gebeurt er nu als we een tweede tennisbal precies één keer van een flinke hoogte op de vloer laten stuiteren? Door het indeuken van de bal, komt een veel groter oppervlakte in contact met het krijt. Vang de bal na de eerste keer stuiteren direct weer voorzichtig op. Vergelijk de krijtafdruk op beide ballen met elkaar. Het blijkt dat die op de gestuiterde bal groter is dan op de bal die is neergelegd. Door de vaart waarmee de gegooide bal op de grond terecht komt, wordt hij ingedrukt, afgeplat. Doordat de deuk terugveert, stuitert de bal op. Op een zachte ondergrond deukt een bal minder in, dus stuitert ie ook minder terug.

# Onderzoekschema

naam: .....

Onderwerp van onderzoek:

.....

## VERKENNEN

Wat ontdek je aan het onderwerp? *Welke kenmerken heeft het en welke eigenschappen?*

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

## EXPERIMENT OPZETTEN

Welke eigenschap ga je verder onderzoeken?

*Kies een van de dingen die je wilt veranderen uit je verkenning.*

.....

*Schrijf op wat je denkt te gaan meten of te zien.*

.....  
.....

Welke omstandigheden houd je hetzelfde?

*Om eerlijk te kunnen meten en onderzoeken, moet je de omstandigheden steeds hetzelfde houden.*

.....  
.....

Hoe luid je onderzoeksvraag?

*Wat ga je precies onderzoeken, op welke vraag wil je een antwoord vinden?*

.....  
.....

Wat is je voorspelling (hypothese)?

*Wat denk je te ontdekken? Wat denk je dat het antwoord is op je onderzoeksvraag?*

.....  
.....

*Hoe komt dat denk je?*

.....  
.....



## EXPERIMENT UITVOEREN

Hoe voer je het onderzoek uit?

*Beschrijf hoe je het onderzoek doet en wat je erbij gebruikt.*

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

Voer je onderzoek uit en verzamel de gegevens.

*Teken, schrijf en noteer alles wat je doet, verandert, meet en ziet gebeuren.*

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

## RESULTATEN BEKIJKEN, ORDENEN EN PRESENTEREN

Wat heb je gezien?

*Bekijk en orden de gevonden resultaten. Maak een grafiek als dat kan.*



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

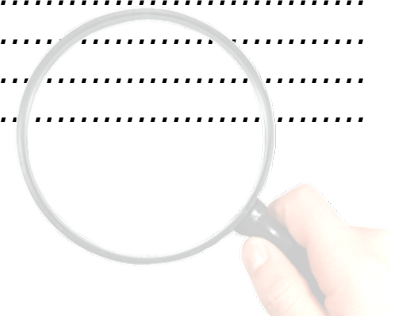
.....

.....

.....

.....

.....



## CONCLUDEREN, VERBREDEN EN VERDIEPEN

Wat heb je telkens veranderd?

.....

Wat gebeurde er?

.....

Hoe kwam dat?

.....

Klopt je voorspelling?

.....

Waren er ongewone uitkomsten? ja / nee

Welke uitkomsten waren dat en waardoor ontstonden die?

.....

Hoe kun je een volgende keer de metingen/observaties verbeteren?

.....

Wat zou je een volgende keer willen onderzoeken?

.....

Waarom juist dat?

.....

En wat denk je dan te meten/te zien?

.....

## Ideeënblad – Stuiterende ballen



### Verzamel allerlei ballen

- Hoe zwaar zijn ze?
- Probeer de diameter te meten. Lukt dat?

### Welke bal zal het best stuiteren?

- Hoe vaak stuitert iedere bal?
- Welke bal komt het hoogste?  
En welke bal het laagste?
- Rangschik je ballen  
van slecht naar goed.

soort bal	hoe vaak
tennisbal	8x
pingpongbal	10x
plastic bal	6x
...	...

hoe kun je dit  
eerlijk nagaan?

## Hoe kun je een bal vaker laten stuiteren?

- Neem één bal en laat die een paar keer van dezelfde hoogte vallen. Stuitert de bal steeds even hoog op?

## Hoe stuiteren de ballen op: gras, hout, steen, rubber, kurk, ijzer, ...?

- En op een tennisracket?
- Zijn er verschillen?
- Rangschik ook van slecht naar goed.



## Wat gebeurt er bij stuiteren?

Wrijf de vloer in met krijtpoeder

- Leg er een rubberbal op.
- Laat een andere rubberbal er 1x op stuiteren
- Kijk naar het krijt op iedere bal. Wat kun je nu zeggen?

## Hoe hoger, hoe ...?

- Wat verandert als je een bal laat vallen van verschillende hoogten:  
½ m, 1 m, 1½ m, 2 m, ...