

LEERLINGINSTRUCTIE

Hoe zet je een goed experiment op?
Les voor leerlingen in de bovenbouw
van het primair onderwijs



- Auteurs** Joep van der Graaf en
Eva van de Sande
- Naam project** Onderzoekend leren over
constructies: het effect van een
interventie op leerling- en
leerkrachtniveau op de
redeneervaardigheid van leerlingen
- Tekstredactie** Marieke Hohnen
- Vormgeving** Lidy de Koning - Illustrations
- Datum** 02-06-2017
- Projectteam** Martine Gijsel, Saxion
Joep van der Graaf, Radboud Universiteit
Lilian Kiers, Saxion
Monique Rouweler, Saxion
Eva van de Sande, Radboud Universiteit
Francien Vrielink, Saxion
- Beeldmateriaal** Het figuur bij vraag 13 van het bijhorende
werkboek is ontleend aan eerder onderzoek¹



Radboud Universiteit



Inhoudsopgave

4 - 5	1. Inleiding
6	2. Tips
7 - 11	3. Achtergrondinformatie <ul style="list-style-type: none">a. Overzicht van de lesb. De knikkerbanenc. Opzet van de experimentend. Algemene instructie
12	4. Stap voor stap instructie <ul style="list-style-type: none">a. Voorbereidingb. Algemene introductiec. Introductie van experimenteren en de knikkerbanen
13 - 15	5. Experiment met steilheid van de helling <ul style="list-style-type: none">a. Opzetten van experimentb. Bespreken van de opzetc. Conclusie over de opzetd. Opnieuw opzetten van experiment
16 - 18	6. Experiment met het gewicht van de bal <ul style="list-style-type: none">a. Opzetten van experimentb. Bespreken van de opzetc. Conclusie over de opzetd. Opnieuw opzetten van experimente. De leerlingen gaan zelf aan de slag
19 - 21	7. Experiment met de startpositie van de bal <ul style="list-style-type: none">a. Opzetten van experimentb. Bespreken van de opzetc. Conclusie over de opzetd. Opnieuw opzetten van experimente. De leerlingen gaan zelf aan de slag
22	8. Nabespreking: experiment met het verkopen van drankjes

1. Inleiding

In 2020 moeten alle basisscholen Wetenschap en Technologie (W&T) hebben ingevoerd in het onderwijs. Leerlingen krijgen zo kansen om noodzakelijke bètakennis op te doen waar momenteel veel te weinig aandacht aan wordt besteed. Bovendien bieden thema's binnen W&T een rijke leeromgeving waarin kinderen onderzoeksvaardigheden kunnen ontwikkelen die cruciaal zijn om te leren en werken in de 21ste eeuw. Om een constructieve en autonome leeromgeving voor W&T effectief in te kunnen zetten, blijken twee aspecten cruciaal, namelijk: een taalgerichte aanpak door leerkrachten en een korte domeinoverstijgende les aan leerlingen. Bent u een leerkracht van de bovenbouw van het primair onderwijs en wilt u in uw W&T-lessen de kwaliteit van het onderzoekend leren van de leerlingen vergroten? Dan biedt dit document u daar handvatten voor.

Leerlingen vinden het lastig zelf een goed onderzoek te bedenken. Instructie, ook klassikaal, kan ze inzicht geven in de strategie om dit te doen. Dit maakt ze vaardiger in de strategie zodat ze die ook in andere leercontexten en -domeinen kunnen toepassen.²

Dit document bevat een beschrijving van een les met knikkerbanen waarin leerlingen leren wat een goed experiment is. Na deze les weten de leerlingen:

- hoe een verkeerd experiment eruitziet,
- hoe je een goed experiment kunt opzetten met behulp van de experimenteerstrategie 'Controleren van Variabelen'.

Deze les werkt met voorbeelden van verkeerd opgezette experimenten. Hier is voor gekozen omdat het opzettelijk verkeerd opzetten van experimenten leidt tot beter begrip van de juiste onderzoeksopzet dan het werken met goede experimenten.² Bij een verkeerd experiment zijn er meerdere variabelen verschillend ingesteld. Op deze manier kunnen leerlingen inzien dat er geen conclusie getrokken kan worden, omdat het effect veroorzaakt kan worden door meerdere variabelen. Als je wel een goede conclusie wilt trekken, is het van belang om slechts één variabele te manipuleren en de rest gelijk te houden.

Deze les is ontwikkeld op basis van een les die in het schooljaar 2016-2017 aangeboden is aan leerlingen in groep 6. De les vond plaats in het kader van het project "Onderzoekend leren over constructies: het effect van een interventie op leerling- en leerkrachtniveau op de redeneervaardigheid van leerlingen". Dit project is een samenwerking van Saxion, Radboud Universiteit Nijmegen en Quo Vadis en is gesubsidieerd door NRO. De leerkrachtinstructie 'Een taalgerichte aanpak voor wetenschap- en technologieonderwijs' en de lessenserie 'Stevige constructies: lessenserie voor de bovenbouw van het primair onderwijs', die in het kader van dit project ontwikkeld zijn, zijn net als deze les ook vrij toegankelijk op www.samenonderzoeken.nl/constructies

Dit document geeft u alle benodigde informatie om een les over experimenteren met de knikkerbanen voor te bereiden en uit te voeren.

De knikkerbanen kunnen zelf gemaakt worden middels een kleurrijk knipblad, zie bijlage 2: het knipblad. Voor de leerlingen is er het 'Werkboek hoe zet je een goed experiment op?'. Zie www.samenonderzoeken.nl/constructies

Wij wensen u veel succes en plezier met uw W&T-onderwijs.

Namens het projectteam,

*Joep van der Graaf
Eva van de Sande*

¹ Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All other things being equal: Acquisition and transfer of the control of variables strategy. *Child Development, 70*(5), 1098-1120. doi: 10.1111/1467-8624.00081

² Lorch Jr., R.F., Lorch, E.P., Freer, B.D., Dunlap, E.E., Hodell, E.C., & Calderhead, W.J. (2014). Using valid and invalid experimental designs to teach the control of variables strategy in higher and lower achieving classrooms. *Journal of Educational Psychology, 106*, 18-35. doi: 10.1037/a0034375.

2. Tips

Tip 1: Voorkom verwarring van de namen van de variabelen.

Uit het onderzoek dat aan deze les ten grondslag lag bleek dat leerlingen de instellingen van de steilheid van de helling en de startpositie van de bal kunnen verwarren; 'hoog' werd gebruikt voor 'steil' en 'laag' voor 'vlak'. Let hier op en corrigeer de leerlingen; noem dan de correcte benamingen van de instellingen van de variabelen.

Tip 2: Herhaling van uitleg.

De experimenten volgen alle dezelfde opzet. Dit kan overkomen als veel herhaling. Echter wordt dit toch aangeraden, omdat uit onderzoek blijkt dat de juiste experimenteerstrategie lastig aan te leren is en herhaling helpt bij dit leerproces.

Tip 3: Aan de slag gaan.

Leerlingen willen graag zelf met de materialen aan de slag. Na een introductie over de les en de materialen experimenteren de leerlingen zelf aan de hand van de onderzoeksvraag en opzet van het experiment. Op deze manier is het een vrij efficiënte les. Echter, als er ruimte is, kan er ook begonnen worden met het verkennen van de materialen of de leerlingen kunnen hun eigen knikkerbanen maken (zie ook het knipblad voor de knikkerbanen).

In de lesopzet wordt tussendoor gestopt met het experimenteren met de knikkerbanen om klassikaal de opzet van het experiment te bespreken.

Mocht het mogelijk zijn, dan zou dit per tweetal uitgelegd kunnen worden, zodat de overige tweetallen door kunnen blijven gaan met hun eigen experimenten opzetten en uitvoeren.

Tip 4: Niet effect bewerkstelligen maar onderzoeken.

Het experiment met het verkopen van drankjes bestaat uit twee kraampjes. Hierbij willen de leerlingen vaak een effect bewerkstelligen, namelijk zoveel mogelijk drankjes verkopen, terwijl dit niet de bedoeling is. Vaak kiezen de leerlingen dan om bij een kraam 12.00 uur/jonge kinderen/limonade te vergelijken met 15.00 uur/oudere kinderen/ijsthee bij de andere kraam. Geef dan aan dat dit misschien helpt om zo veel mogelijk drankjes te verkopen, maar dat het geen goed onderzoek is.

Tip 5: Wanneer voorspellen niet lukt.

Mocht het voorspellen van de uitkomst en het verklaren van de voorspelling niet lukken, dan kan je de leerlingen de optie geven om 'ik weet het niet' in te vullen. Hierbij kan het nut van experimenteren benadrukt worden: je kunt het niet altijd van tevoren weten, maar je kunt het wel uitzoeken als je een experiment goed opzet.

Tip 6: Variabelen gelijk houden.

Het kan voorkomen dat de leerlingen de knikkerbanen niet klaarzetten zoals ze hebben beschreven in hun opzet van het experiment in het werkboek. Hierbij kan je ze erop wijzen en ze het laten aanpassen of nagaan of het experiment goed is opgezet (ongeacht of het overeenkomt met de opzet in het werkboek).

Tip 7: Waarom drie keer?

De leerlingen komen er vaak zelf achter dat de bal niet altijd even ver rolt als ze de experimenten uitvoeren; er is variatie in hoe ver de bal rolt. Dit is een goed moment om uit te leggen waarom ze drie keer het experiment moeten uitvoeren, namelijk omdat er dan meer zekerheid is.

Tip 8: Meer informatie over onderzoekend leren

Meer informatie en suggesties voor materialen voor onderzoeken en experimenteren in de klas en thuis zijn te vinden op www.samenonderzoeken.nl.

³ Zie http://www.samenonderzoeken.nl/Sections/lessenserie-hellingbaan_215.html

3. Achtergrondinformatie

Overzicht van de les

Tijdsduur van de gehele les: +/- 60 minuten

Tabel 1: Overzicht van deze les (exclusief voorbereiding)

Onderdeel	Duur (min)	Inhoud
Introductie van experimenteren	2	Klassikale algemene introductie: wat is een experiment, en wat gaan we vandaag doen.
Introductie van de knikkerbanen	3	Klassikale introductie van de knikkerbanen en variabelen: hoe worden de knikkerbanen opgezet en hoe kunnen de variabelen aangepast worden?
Experiment met de steilheid van de helling	15	Tijdens een demonstratie wordt een verkeerd experiment met de steilheid van de helling opgezet en besproken. Daarna wordt het experiment opnieuw goed opgezet.
Experiment met het gewicht van de bal	15	Tijdens een demonstratie wordt een verkeerd experiment met het gewicht van de bal opgezet en besproken. Daarna gaan de leerlingen zelf in tweetallen aan de slag met een eigen knikkerbaan en vullen ze hun werkblad in.
Experiment met de startpositie van de bal	15	Tijdens een demonstratie wordt een gedeeltelijk verkeerd experiment met de startpositie van de bal opgezet en besproken. Daarna gaan de leerlingen zelf in tweetallen aan de slag met een eigen knikkerbaan en vullen ze hun werkblad in.
Nabespreking: experiment met het verkopen van drankjes	5	De voorwaarden voor een goed experiment worden nog een keer doorgenomen voor een andere situatie (een kraampje waar drankjes worden verkocht).
Totaal	55	

Leerdoelen:

- De leerlingen weten wat een experiment is.
- De leerlingen weten wat een verkeerd experiment is.
- De leerlingen begrijpen de strategie Controleren van Variabelen
- De leerlingen kunnen de variabelen controleren om een verkeerde experimentopstelling te corrigeren en er een goed experiment van te maken.

De knikkerbanen

De knikkerbanen hebben 4 variabelen.

Elke variabele heeft 2 instellingen.

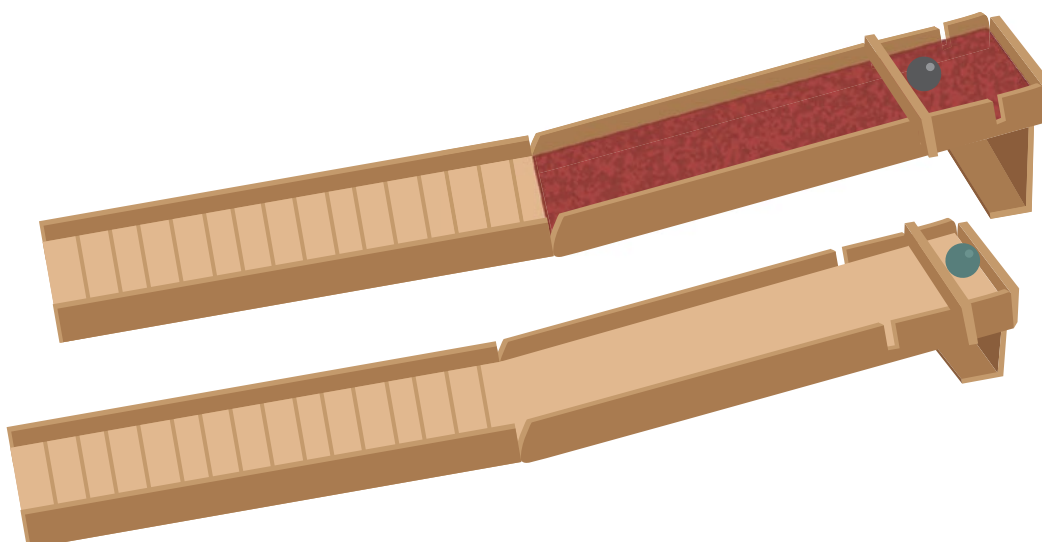
Tabel 2: Variabelen en instellingen van de knikkerbanen

Variabele	Instellingen	Hoe in te stellen
Steilheid van de helling	Steil / vlak (niet steil)	Een steun kan onder de helling worden geplaatst
Materiaal van de helling	Ruw / glad	De ondergrond op de helling kan veranderd worden
Startpositie van de bal	Hoog / laag	Het poortje kan op de helling geplaatst worden
Gewicht van de bal	Zwaar / licht	Kies één bal per knikkerbaan en plaats deze achter het poortje

Hieronder is een illustratie te zien van de knikkerbanen die gebruikt zijn in het onderzoek.

Bij de bovenste baan is de helling steil, het materiaal ruw, de startpositie laag, en de bal is zwaar.

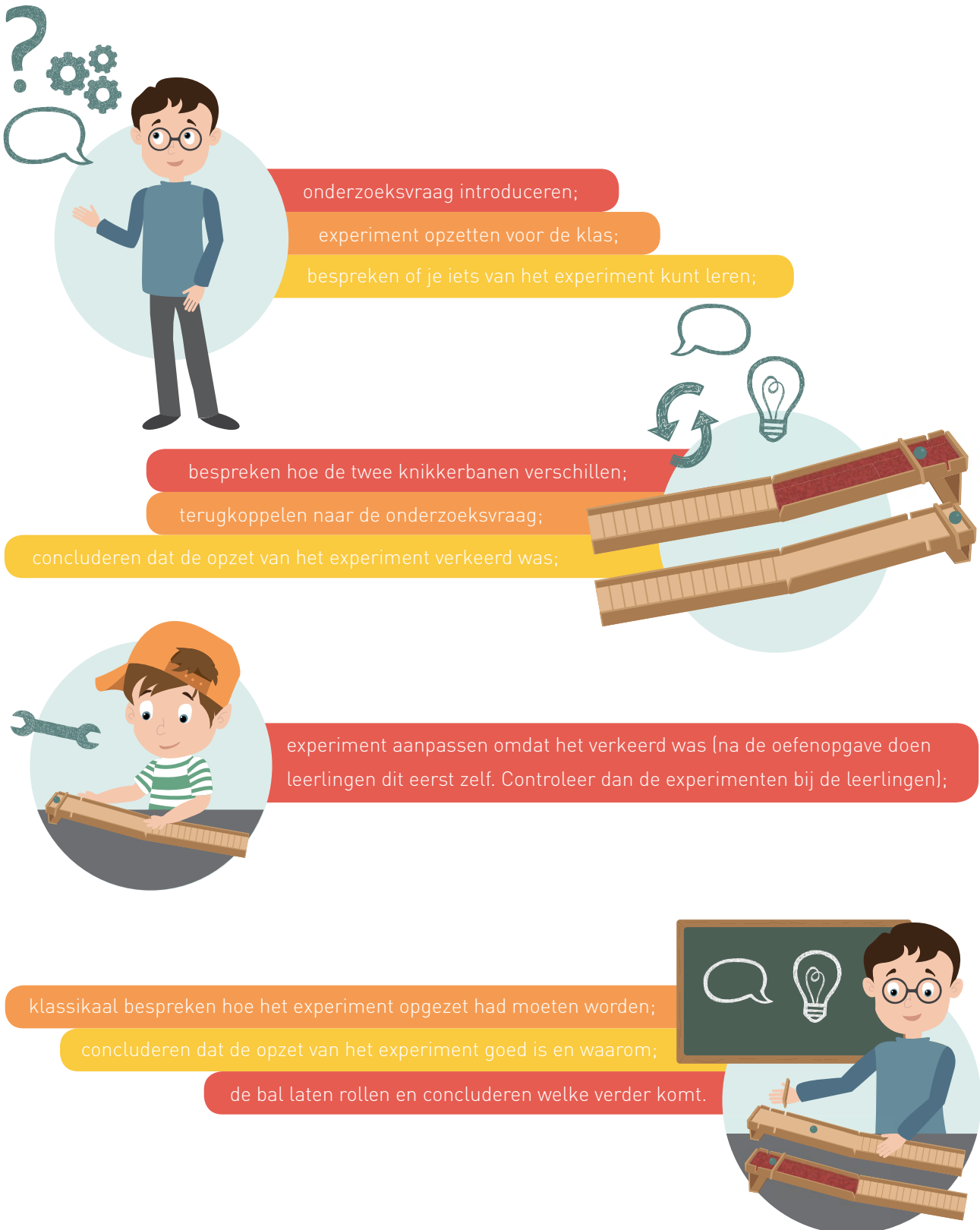
Bij de onderste baan is de helling vlak, het materiaal glad, de startpositie hoog, en de bal is licht.



Opzet van de experimenten

Om een experiment op te zetten, uit te voeren, en te bespreken doorloop je de onderstaande cyclus. Dit doe je in totaal drie keer, zodat de experimenteerstrategie uitgebreid aan bod komt.

De experimenten bestaan uit de volgende onderdelen:



Testvariabele en controlevariabelen

Er zijn verschillende gradaties van de correctheid van een experiment (zie Tabel 3). Voor een experiment is er altijd één variabele waarvan je het effect wilt onderzoeken; dit wordt de testvariabele genoemd. Bij het eerste experiment is de startpositie van de bal de testvariabele. De variabelen die je niet onderzoekt, worden de controlevariabelen genoemd. Het zijn controlevariabelen omdat ze gelijk gehouden worden om te voorkomen dat ze een effect hebben op de uitkomst (in dit geval op hoe ver de bal rolt). Er zijn drie controlevariabelen in het experiment met de knikkerbanen. Bij het eerste experiment zijn de controlevariabelen de steilheid van de helling, het gewicht van de bal, en het materiaal van de helling. Om een goed experiment op te zetten, stel je de testvariabele verschillend in. Dit betekent dat de instelling van de startpositie van de bal tussen de twee knikkerbanen verschilt: op knikkerbaan A hoog op de helling en bij knikkerbaan B laag op de helling. De instelling van de controlevariabelen (de steilheid van de helling, het gewicht van de bal, en het materiaal van de helling) is hetzelfde voor beide knikkerbanen.

Het experiment kan ook verkeerd opgezet worden. Een voorbeeld is het vergeten om de testvariabele verschillend in te stellen tussen de twee knikkerbanen. Dat betekent in het eerste experiment dat de startpositie van de bal bij beide knikkerbanen gelijk is (allebei hoog of laag op de helling). Dit experiment wordt 'vergeten te onderzoeken' genoemd, zie Tabel 3.

Behalve 'vergeten te onderzoeken', kan er ook vergeten worden te controleren. Dit betekent dat minimaal één van de drie controlevariabelen niet gelijk is gehouden. In het eerste experiment betekent dat bijvoorbeeld dat de knikkerbanen ook in steilheid verschillen. Op die manier weet je niet of de bal verder is gerold door het verschil in startpositie van de bal (de testvariabele) of de steilheid (de controlevariabele, die niet gecontroleerd is). In het zojuist genoemde voorbeeld is één van de drie controlevariabelen niet gecontroleerd. Het experiment kan ook nog minder goed zijn. Zo kunnen alle drie controlevariabelen niet gecontroleerd zijn en dus verschillen tussen de twee knikkerbanen.

Tot slot is er het minst goede experiment. Daarin wordt de testvariabele niet onderzocht (deze staat gelijk tussen de twee knikkerbanen). De controlevariabelen worden ook niet gecontroleerd (en staan verschillend ingesteld bij de twee knikkerbanen). Dit is een experiment waarin vergeten is te onderzoeken en te controleren, zie ook de laatste kolom in Tabel 3.

Tabel 3: Gradaties van de correctheid van de experimenten.

	Goed experiment	Vergeeten te onderzoeken	Vergeeten te controleren	Vergeeten te onderzoeken en controleren
Test-variabele	Verschillend	Gelijk	Verschillend	Gelijk
Controle-variabele 1	Gelijk	Gelijk	1 tot 3 van deze 3 verschillend	1 tot 3 van deze 3 verschillend
Controle-variabele 2	Gelijk	Gelijk		
Controle-variabele 3	Gelijk	Gelijk		

Materialen

- Lesbeschrijving 'Hoe zet je een goed experiment op?'
- 2 knikkerbanen met 2 ballen per knikkerbaan voor de klassikale bespreking
- 1 knikkerbaan met 2 ballen per tweetal leerlingen
- Per leerling 1 Werkboek 'Hoe zet je een goed experiment op?'
- Notitieblad voor de leerkracht, zie Bijlage 1

experimenten.

- Er is één knikkerbaan, die altijd hetzelfde blijft, knikkerbaan A. Deze hoeft je dus maar één keer op te zetten en kan je zo laten staan voor alle experimenten met de knikkerbanen
- Maak een blaadje met 'Baan A' en een met 'Baan B' in grote letters erop.

Vorbereidingen

- Zorg dat je goed voorbereid bent. Verzamel de materialen en genoeg werkboeken (één werkboek per leerling). Houd de lesbeschrijving bij de hand.
- Indeling van de klas: zorg voor een instructietafel met de twee knikkerbanen. Leerlingen zitten in tweetallen aan een eigen tafel, met een knikkerbaan.
- Maak vooraf een indeling van tweetallen die goed samen kunnen werken. Houd deze tweetallen aan tijdens de W&T-lessen.
- Zet alvast de materialen voor de leerlingen klaar. Zet de knikkerbanen nog niet in elkaar en deel de ballen pas uit bij het uitvoeren van de

4. Stap voor stap instructie

Hieronder volgt de stap voor stap instructie. Zeg daarbij wat *cursief* staat en doe wat onderstreept is.

Algemene introductie

Vandaag gaan jullie leren wat een experiment is en hoe je kunt experimenteren. Aan het eind van deze les weet je wat een goed experiment is en wat een verkeerd experiment is. Ook leer je hoe je van een verkeerd experiment een goed experiment kunt maken. We gaan dit doen aan de hand van de knikkerbanen, waarmee je kunt onderzoeken wanneer een bal verder rolt.

Zet één knikkerbaan klaar en zet er een steun onder, zodat de helling steil is.

Bovenaan deze knikkerbanen kun je een bal leggen, zodat de bal naar beneden kan rollen en dan hier (uitrol-gedeelte aanwijzen) tot stilstand komt. Eerst ga ik jullie leren wat een experiment is.

Daarna leer je hoe de knikkerbanen werken. Dan gaan we leren hoe we goede experimenten kunnen opzetten en uitvoeren. Tot slot bespreken we wat we hebben geleerd.

Introductie van experimenteren en de knikkerbanen

Vraag eerst: *Wat weten jullie over experimenteren en onderzoeken?*

Laat de leerlingen vertellen wat ze al weten. Koppel dit terug en pas eventueel de verwoording aan, zodat de juiste woorden worden gebruikt. Juiste woorden zijn experiment, opzetten van een experiment, test, onderzoek, vergelijking, uitzoeken, variabele.

Ongeacht de antwoorden, geef je een korte uitleg over experimenteren:

Met een experiment kan je onderzoeken hoe iets werkt, bijvoorbeeld welke variabelen bepalen hoe ver de bal van deze knikkerbanen rolt. Wijs de knikkerbanen aan. Wie weet wat een variabele is?

Wacht reacties af en geef dan het antwoord.

Variabele is een naam in de wetenschap voor factoren of eigenschappen, die je kunt veranderen om te onderzoeken wat er dan gebeurt. Een voorbeeld is de helling van de knikkerbaan; deze kan ik steil of niet steil zetten. Zet de steun onder de helling om te laten zien dat de helling steil en niet steil kan zijn. Door de variabelen te veranderen, kan je onderzoeken wanneer de bal verder rolt. Als je een experiment goed opzet, kan je er wat van leren.

Vandaag gaan jullie dus leren om goede experimenten op te zetten. Ik ga nu een experiment opzetten met de knikkerbanen. Laat alle leerlingen meekijken.

5. Experiment met steilheid van de helling

Zet een verkeerd experiment op.

De testvariabele is steilheid van de helling.

Stel alle variabelen verschillend in.

Ik ga nu een experiment opzetten om het effect van de steilheid van de helling te onderzoeken. Dit is de variabele die we willen onderzoeken; dat noemen we de testvariabele. De vraag is dus: rolt de bal verder als de helling steil is of als die minder steil (vlak) is? Kijk, ik maak er een verkeerd experiment van.

- *Zet de steunen onder de hellingen: steil (A) en niet steil (B).*
- *Verander de ondergronden op de hellingen: ruw (A) en glad (B)*
- *Zet de poortjes op de hellingen: hoge startpositie van de bal (A) en lage startpositie van de bal (B).*
- *Leg de ballen achter de poortjes op de hellingen: zwaar (A) en licht (B).*

De achterste knikkerbaan is knikkerbaan A en de voorste knikkerbaan is knikkerbaan B. Kijk er zit er een briefje bij waar dat op staat. Zet de blaadjes met 'Baan A' en 'Baan B' bij de knikkerbanen.

Welke bal rolt het verste, denken jullie?

Steek je vinger op als je denkt dat de bal bij baan A verder rolt. En wie denkt bij baan B?

Reacties afwachten en eventueel aanmoedigen.

Als er een reactie is, vraag dan: hoe komt het dan dat die bal verder rolt? Waarom denk je dat die bal verder rolt?

Wacht de reacties af en zorg dat nu alle variabelen genoemd worden.

Vat samen welke variabelen er zijn:

- *Steilheid van de helling*
- *Materiaal van de helling*
- *Startpositie van de bal*
- *Gewicht van de bal*

Bespreek het verkeerde experiment

Is dit een goed of verkeerd experiment om het effect van de steilheid van de helling te onderzoeken?

Spoor de leerlingen aan om antwoord te geven en vraag waarom.

Laten we kijken of dit een goed experiment is.

Wat zijn de verschillen tussen de twee knikkerbanen?

Wacht tot alle verschillen benoemd zijn (alle vier variabelen zijn verschillend). Moedig de leerlingen eventueel aan. Wijs ze, mocht het nodig zijn, dan op de variabele(n) die nog niet genoemd zijn.

Gebruik eventueel het notitieblad.

Som de verschillen op.

Dus de twee knikkerbanen verschillen in:

- *steilheid van de helling,*
- *materiaal van de helling,*
- *startpositie van de bal,*
- *het gewicht van de bal.*

Welke variabele wilden we ook al weer onderzoeken?

Laat de leerlingen tot het goede antwoord komen, namelijk steilheid van de helling.

Geef ze de tijd, mochten ze niet op het antwoord komen, geef dan het antwoord.

Dus het was steilheid van de helling. Kunnen we met dit experiment onderzoeken of de steilheid van de helling beïnvloedt hoe ver de bal rolt?

Of zou het ook door iets anders kunnen komen?

Geef de leerlingen de tijd om te antwoorden.

Conclusie: het experiment was verkeerd

De conclusie is dat het experiment verkeerd was. Wat we goed hebben gedaan is de steilheid van de helling verschillend in te stellen, maar toch is dit experiment nog verkeerd. Het was namelijk niet goed om de drie andere variabelen ook verschillend in te stellen. Kunnen jullie mij vertellen waarom dat niet goed was?

Laat de leerlingen antwoorden bedenken.

Het experiment was dus verkeerd omdat elk van de drie andere variabelen kan beïnvloeden hoe ver de bal rolt. We kunnen dus niet met zekerheid zeggen dat het door de steilheid van de helling kwam.

Het experiment opnieuw goed opzetten

We gaan nu het experiment opnieuw opzetten. We wilden de steilheid van de helling onderzoeken; dat was de testvariabele, maar het experiment was nog niet goed. We gaan het experiment nu zo veranderen dat de opzet van het experiment wel goed is en dat we er wat van kunnen leren.

Laat de leerlingen in tweetallen aan hun tafels zitten. Wijs de leerlingen op de werkboeken. Houd er zelf ook één bij de hand voor eventuele vragen erover.

Dit zijn jullie werkboeken. Vul daarop jouw naam en de datum in.

Stel we laten knikkerbaan A hetzelfde en we gaan knikkerbaan B opnieuw klaarzetten. Kijk maar even naar de tabel bij vraag 1. Hierin staan de variabelen van de knikkerbaan. Kijk maar, hier is knikkerbaan A en die heeft een steile helling; dat staat ook zo in de tabel.

Hoe zouden jullie dan knikkerbaan B neerzetten om er een goed experiment van te maken waarmee we het effect van de steilheid van de helling kunnen onderzoeken? Vul dit in bij vraag 1.

Wacht tot de leerlingen vraag 1 hebben ingevuld. Geef aan dat de leerlingen hun vinger kunnen opsteken als ze moeite hebben met de vraag en dat je dan langskomt om te helpen.

Nu jullie een nieuwe opzet van het experiment hebben bedacht, kunnen we voorspellen welke bal verder zal rollen. Stel je voor dat je de bal laat rollen van de knikkerbanen, zoals jij ze klaar wilt zetten: bij welke knikkerbaan zal de bal dan verder rollen? Vul dit in bij vraag 2.

Wacht tot de leerlingen het hebben ingevuld.

Dan gaan we nu kijken hoe knikkerbaan B ingesteld kan worden voor een goed experiment. Ik zal één voor één doorlopen hoe knikkerbaan A staat en hoe knikkerbaan B dan ingesteld moet worden.

De helling van knikkerbaan A was steil, dus hoe zetten we dan de helling van B?

Even afwachten en de helling vlak zetten. Corrigeer verkeerde antwoorden.

Ja, die zetten we vlak. En het materiaal op de helling bij A was ruw.

Welk materiaal leggen we op de helling van B?

Even afwachten en de ruwe kant boven leggen. Corrigeer verkeerde antwoorden.

Ja, daar leggen we het ruwe materiaal op.

De startpositie van de bal bij A is hoog.

Hoe zetten we de startpositie van de bal op B?

Even afwachten en de startpositie van de bal hoog zetten. Corrigeer verkeerde antwoorden.

Ja, die zetten we hoog. Tot slot hebben we het gewicht van de bal. De bal bij A was zwaar. Dus welke bal leggen we klaar op B?

Even afwachten en de zware bal klaarleggen. Corrigeer verkeerde antwoorden.

Ja, daar leggen we de zware bal klaar.

Nu heb ik de twee knikkerbanen ingesteld.

Wat zijn de verschillen tussen de knikkerbanen nu?

Reacties afwachten.

Is dit nu een goed experiment om de steilheid van de helling te onderzoeken? Wie denkt dat dit een verkeerd experiment is? Steek dan je vinger op. En wie denkt dat dit een goed experiment is?

Reacties afwachten.

Als een bal verder rolt, kunnen we dan nu met zekerheid zeggen dat het komt door de steilheid van de helling?

Reacties afwachten.

Kijk, dit is een goed experiment, want de testvariabele, namelijk de steilheid van de helling is verschillend. Aanwijzen. Maar alle andere variabelen zijn gelijk, kijk maar naar het materiaal op de helling. Aanwijzen. En de startpositie van de bal. Aanwijzen. En het gewicht van de bal. Aanwijzen. Als we willen weten wat het effect is van de steilheid van de helling, dan verander ik alleen die variabele en de rest blijft gelijk.

Welke bal zal verder rollen, denken jullie? Wie denkt bij knikkerbaan A; steek je vingers op? En wie denk bij knikkerbaan B; steek je vingers op?

Het experiment uitvoeren

Laat de ballen rollen. Vertel dat de kinderen blijven zitten en dat jij aangeeft hoe ver de bal rolt.

De bal is verder gerold bij knikkerbaan A.

Hou zou dat komen? Reacties afwachten en kom dan tot de conclusie:

Dat komt omdat deze knikkerbaan [wijs knikkerbaan A aan] steiler is dan de andere knikkerbaan [wijs knikkerbaan B aan]

6. Experiment met het gewicht van de bal

Zet een gedeeltelijk verkeerd experiment op.

De testvariabele is het gewicht van de bal.

Zet de steilheid van de helling en de startpositie van de bal gelijk. Zet het gewicht van de bal en het materiaal op de helling verschillend.

Ik ga nu een experiment opzetten met als testvariabele het gewicht van de bal. Ik heb knikkerbaan A hetzelfde gelaten. Kijk maar mee in het werkboek bij 'Experiment met het gewicht van de bal' op bladzijde 3. Bovenaan staat de onderzoeksvraag.

Lees de onderzoeksvraag voor: Wat is het effect van het gewicht van de bal op hoe ver de bal rolt?

Dus rolt de zware of de lichte bal verder?

Daaronder staat de opzet van het voorbeeldexperiment.

Dat is hoe ik het experiment nu ga klaarzetten.

Bij knikkerbaan A was de helling steil en bij knikkerbaan B maak ik de helling ook steil.

Zet de steun onder de helling van knikkerbaan B: steil.

Op knikkerbaan A lag het materiaal op de helling met de ruwe kant naar boven. Bij knikkerbaan B leg ik het materiaal met de gladde kant naar boven.

Verander de ondergrond op de helling van knikkerbaan B: glad.

We hebben ook nog de startpositie van de bal.

Op knikkerbaan A stond de startpositie van de bal hoog op de helling en op knikkerbaan B zet ik de startpositie van de bal hoog op de helling.

Zet het poortje op de helling van knikkerbaan B: hoge startpositie van de bal.

De laatste variabele die we hebben, is het gewicht van de bal. Kijk, op knikkerbaan A lag een zware bal klaar en op knikkerbaan B leg ik een lichte bal klaar.

Leg de bal achter het poortje op de helling van knikkerbaan B: licht.

Bespreek het gedeeltelijk verkeerde experiment

Is dit een goed of verkeerd experiment om het effect van het gewicht van de bal te onderzoeken?

Spoor de leerlingen aan om antwoord te geven en vraag waarom.

Laten we kijken of dit een goed experiment is. Wat zijn de verschillen tussen de twee knikkerbanen?

Wacht tot alle verschillen benoemd zijn (steilheid van de helling en startpositie van de bal zijn gelijk; het materiaal van de helling en het gewicht van de bal zijn verschillend). Moedig de leerlingen eventueel aan en mocht het nodig zijn, wijs ze dan op de variabele(n) die nog niet genoemd zijn. Gebruik eventueel het notitieblad.

Dus de twee knikkerbanen zijn hetzelfde in:

- steilheid van de helling,
- startpositie van de bal.

En de twee knikkerbanen verschillen in:

- het materiaal van de helling,
- het gewicht van de bal.

Welke variabele wilden we ook al weer onderzoeken?

Laat de leerlingen tot het goede antwoord komen, namelijk het gewicht van de bal. Geef ze de tijd, mochten ze niet op het antwoord komen, geef dan het antwoord.

Dus het was het gewicht van de bal.

De onderzoeksvraag staat ook in jullie werkboek.

Kijk maar bovenaan pagina 3 van het werkboek.

Kunnen we met dit experiment onderzoeken of de testvariabele, het gewicht van de bal, beïnvloedt hoe ver de bal rolt of zou het ook door iets anders kunnen komen?

Geef de leerlingen de tijd om te antwoorden.

Conclusie: het experiment was gedeeltelijk verkeerd

De conclusie is dat het experiment verkeerd was. Wat we goed hebben gedaan is het gewicht van de bal verschillend in te stellen, maar het was niet goed om ook het materiaal op de helling verschillend in te stellen. Kunnen jullie mij vertellen waarom dat niet goed was?

Laat de leerlingen antwoorden.

Het experiment was dus verkeerd omdat het materiaal van de helling ook kan beïnvloeden hoe ver de bal rolt. We kunnen dus niet met zekerheid zeggen dat het door het gewicht van de bal kwam.

Het experiment opnieuw opzetten

We gaan nu het experiment opnieuw opzetten. We wilden het gewicht van de bal onderzoeken, maar het experiment was niet goed. We gaan het experiment nu zo veranderen dat het wel goed is. Vul bij vraag 3 in hoe je hier een goed experiment van kunt maken. Als je dat hebt gedaan, kun je ook vraag 4 invullen. Wacht wel nog voordat jullie met vraag 5 verder gaan. Vul allemaal zelfstandig vraag 3 en 4 in.

Laat de leerlingen vraag 3 en 4 invullen.

Help waar nodig.

De leerlingen gaan zelf aan de slag

Dan gaan we nu het experiment uitvoeren.

Jullie mogen zelf aan de slag met de knikkerbanen.

Weten jullie nog hoe we een goed experiment konden uitvoeren? Dan verander je maar één variabele, de testvariabele. De andere variabelen houd je gelijk. Probeer nu een experiment uit. Werk samen met jouw buurman/buurvrouw aan vraag 5, 6 en 7.

Hier hebben jullie 5 minuten voor.

Ik zal ondertussen rondlopen.

Loop rond bij de tweetallen en zorg dat ze de goede instellingen hebben:

- De banen zijn allebei: steil, ruw, hoge startpositie.
- De banen verschillen in het gewicht van de bal.

Dan gaan we nu kijken hoe knikkerbaan B ingesteld kan worden voor een goed experiment. Ik zal één voor één doorlopen hoe knikkerbaan A staat en hoe knikkerbaan B dan ingesteld moet worden.

De helling op A was steil, dus hoe zetten we dan de helling op B?

Even afwachten en de helling steil zetten.

Ja, die zetten we steil. En het materiaal op de helling bij A was ruw. Welk materiaal leggen we op de helling van B?

Even afwachten en de ruwe kant boven leggen.

Ja, daar leggen we het ruwe materiaal op. De startpositie van de bal bij A is hoog. Hoe zetten we de startpositie van de bal op B?

Even afwachten en de startpositie van de bal hoog zetten.

Ja, die zetten we hoog. Tot slot hebben we het gewicht van de bal. De bal bij A was zwaar. Dus welke bal leggen we klaar op B?

Even afwachten en de lichte bal klaarleggen.

Ja, daar leggen we de lichte bal klaar.

*Nu heb ik de twee knikkerbanen ingesteld.
Wat zijn de verschillen tussen de knikkerbanen nu?*
Reacties afwachten.

*Is dit nu een goed experiment om het gewicht van de
bal te onderzoeken?*
Reacties afwachten.

*Als een bal verder rolt, kunnen we dan met zekerheid
zeggen dat het komt door het gewicht van de bal?*
Reacties afwachten.

*Kijk, dit is een goed experiment, want de
testvariabele, namelijk het gewicht van de bal,
is verschillend. Aanwijzen. Maar alle andere
variabelen zijn gelijk, kijk maar naar de steilheid van
de helling. Aanwijzen. De startpositie van de bal.
Aanwijzen. En het materiaal op de helling. Aanwijzen.
Als we willen weten wat het effect is van het gewicht
van de bal, dan verander ik alleen die variabele en de
rest blijft gelijk.*

*Wie had ook onderzocht of de zware of lichte bal
verder kwam? Ga daar verder op in: Bij wie kwam de
lichte bal verder en bij wie kwam de zware bal verder?
Dan gaan we nu kijken wat hier gebeurt.*

Laat de ballen drie keer van de knikkerbanen rollen.
*Kijk, de lichte bal rolt verder. Hadden jullie dat ook
gevonden? Reacties afwachten.*

7. Experiment met de startpositie van de bal

Zet een gedeeltelijk verkeerd experiment op.

De testvariabele is de startpositie van de bal. Zet het gewicht van de bal op beide knikkerbanen gelijk.

Zet de steilheid van de helling, het materiaal op de helling, en de startpositie van de bal verschillend.

Ik ga nu een experiment opzetten met als testvariabele de startpositie van de bal. Ik heb knikkerbaan A hetzelfde gelaten. Kijk ook maar in het werkboek bij 'Experiment met de startpositie van de bal'.

Daar staat de onderzoeksvraag bovenaan.

Lees de onderzoeksvraag voor: Wat is het effect van de startpositie van de bal op hoe ver de bal rolt?

Kijk ook maar naar de tabel, dan kan je zien hoe ik het experiment klaarzet.

Bij knikkerbaan A was de helling steil en bij knikkerbaan B maak ik de helling vlak.

Zet de steun onder de helling van knikkerbaan B: vlak.

Op knikkerbaan A lag het materiaal op de helling met de ruwe kant naar boven. Bij knikkerbaan B leg ik het materiaal met de gladde kant naar boven.

Verander de ondergrond op de helling van knikkerbaan B: glad.

We hebben ook nog de startpositie van de bal.

Op knikkerbaan A stond de startpositie van de bal hoog op de helling en op knikkerbaan B zet ik de startpositie van de bal laag op de helling.

Zet het poortje op de helling van knikkerbaan B: lage startpositie van de bal.

De laatste variabele die we hebben, is het gewicht van de bal. Op knikkerbaan A lag een zware bal klaar en op knikkerbaan B leg ik een zware bal klaar.

Leg de bal achter het poortje op de helling van knikkerbaan B: zwaar.

Bespreek het gedeeltelijk verkeerde experiment

Is dit een goed of verkeerd experiment om het effect van de startpositie van de bal te onderzoeken?

Spoor de leerlingen aan om antwoord te geven en vraag waarom.

Laten we kijken of dit een goed experiment is.

Wat zijn de verschillen tussen de twee knikkerbanen?

Wacht tot alle verschillen benoemd zijn (steilheid van de helling, het materiaal op de helling en startpositie van de bal zijn verschillend; het gewicht van de bal is gelijk). Moedig de leerlingen eventueel aan. Wijs ze, mocht het nodig zijn, op de variabele(n) die nog niet genoemd zijn. Gebruik eventueel het notitieblad.

Som de verschillen op.

Dus de twee knikkerbanen zijn hetzelfde in:

- gewicht van de bal.

En de twee knikkerbanen verschillen in:

- steilheid van de helling
- startpositie van de bal,
- het materiaal van de helling.

Welke variabele wilden we ook al weer onderzoeken?

Laat de leerlingen tot het goede antwoord komen, namelijk de startpositie van de bal.

Geef ze de tijd, mochten ze niet op het antwoord komen, geef dan het antwoord.

Dus het was de startpositie van de bal. Kijk ook maar in het werkboek bij 'Experiment met de startpositie van de bal'. Kunnen we met dit experiment onderzoeken of de startpositie van de bal beïnvloedt hoe ver de bal rolt of zou het ook door iets anders kunnen komen?

Geef de leerlingen de tijd om te antwoorden.

Conclusie: het experiment was gedeeltelijk verkeerd

De conclusie is dat het experiment verkeerd was. Wat we goed hebben gedaan is de startpositie van de bal verschillend in te stellen, maar het was niet goed om ook het materiaal op de helling en de steilheid van de helling verschillend in te stellen. Kunnen jullie mij vertellen waarom dat niet goed was?

Laat de leerlingen antwoorden.

Het experiment was dus verkeerd omdat het materiaal van de helling en de steilheid van de helling ook kunnen beïnvloeden hoe ver de bal rolt. We kunnen dus niet met zekerheid zeggen dat het door de startpositie van de bal kwam.

Het experiment opnieuw opzetten

We gaan nu het experiment opnieuw opzetten. We wilden de startpositie van de bal onderzoeken, maar het experiment was niet goed. We gaan het experiment nu zo veranderen dat het wel goed is. Vul bij vraag 8 in hoe je hier een goed experiment van kunt maken. Als je dat hebt gedaan, kun je ook vraag 9 invullen. Wacht wel nog voordat jullie met vraag 10 verder gaan.

Laat de leerlingen vraag 8 en 9 invullen.

De leerlingen gaan zelf aan de slag

Dan gaan we nu het experiment uitvoeren.

Jullie mogen zelf aan de slag met de knikkerbanen. Werk samen met jouw buurman/buurvrouw aan vraag 10, 11 en 12. Hier hebben jullie 5 minuten voor. Ik zal ondertussen rondlopen.

Loop rond bij de tweetallen en zorg dat ze de goede instellingen hebben:

- De banen zijn allebei: steil, ruw, zware bal.
- De banen verschillen in de startpositie van de bal.

Dan gaan we nu kijken hoe knikkerbaan B ingesteld kan worden voor een goed experiment. Ik zal één voor één doorlopen hoe knikkerbaan A staat en hoe knikkerbaan B dan ingesteld moet worden.

De helling op A was steil, dus hoe zetten we dan de helling op B?

Even afwachten en de helling steil zetten.

Ja, die zetten we steil. En het materiaal op de helling bij A was ruw. Welk materiaal leggen we op de helling van B?

Even afwachten en de ruwe kant boven leggen.

Ja, daar leggen we het gladde materiaal op. De startpositie van de bal bij A is hoog. Hoe zetten we startpositie van de bal op B?

Even afwachten en de startpositie van de bal laag zetten.

Ja, die zetten we laag. Tot slot hebben we het gewicht van de bal. De bal bij A was zwaar. Dus welke bal leggen we klaar op B?

Even afwachten en de zware bal klaarleggen.

Ja, daar leggen we de zware bal klaar.

Nu heb ik de twee knikkerbanen ingesteld. Wat zijn de verschillen tussen de knikkerbanen nu?

Reacties afwachten.

Is dit nu een goed experiment om het effect van de startpositie van de bal te onderzoeken?

Reacties afwachten.

Als een bal verder rolt, kunnen we dan met zekerheid zeggen dat het komt door de startpositie van de bal?

Reacties afwachten.

Kijk, dit is een goed experiment, want de testvariabele, namelijk de startpositie van de bal, is verschillend. Aanwijzen. Maar alle andere variabelen zijn gelijk, kijk maar naar de steilheid van de helling. Aanwijzen. Het gewicht van de bal. Aanwijzen. En het materiaal op de helling Aanwijzen. Als we willen weten wat het effect is van de startpositie van de bal, dan verander ik alleen die variabele en de rest blijft gelijk.

Laat de ballen drie keer rollen.

Kijk, de bal rolt verder bij de hoge startpositie.

Hadden jullie dat ook gevonden?

Reacties afwachten.

8. Nabespreking: experiment met het verkopen van drankjes

Samenvatting

Zoals jullie zagen bij de knikkerbanen, moet je voor een goede onderzoekopzet alle variabelen gelijk houden, behalve de testvariabele; dat is de variabele waarvan je het effect wilt onderzoeken. Dus als je wilt weten of een variabele ertoe doet, dan zet je alles gelijk, behalve die ene variabele waar je wat over wilt weten. Alleen met zulke goede experimenten kan je met zekerheid zeggen of die variabele invloed heeft. Je kan dat onderzoeken met de knikkerbanen, maar je kan met nog veel meer dingen onderzoek doen.

Ander voorbeeld: kraampjes

Ik heb daar nog een voorbeeldje van, namelijk welke factoren invloed hebben op hoeveel drankjes je kunt verkopen. Stel, je hebt een kraampje waar je drankjes verkoopt. Welke variabelen zouden een effect kunnen hebben op hoeveel drankjes je verkoopt?

Reacties afwachten.

Komen de leerlingen met drie of meer opties, herhaal die.

Komen de leerlingen met minder dan drie opties, noem één of meer van de volgende variabelen:

Het kan zijn dat het tijdstip ertoe doet, bijvoorbeeld of je wat eerder of later op de dag drankjes verkoopt.

Het kan zijn dat de leeftijd van het kind dat het drankje koopt ertoe doet, bijvoorbeeld een ouder of een jonger kind.

Het kan zijn dat het drankje ertoe doet, bijvoorbeeld limonade of ijsthee.

Stel, je wilt weten wat het effect is van de tijd van de dag op hoeveel drankjes verkocht worden, hoe zou je dat dan onderzoeken? Vul in het werkboek in hoe je een experiment zou opzetten om te onderzoeken of het tijdstip van de dag bepaalt hoeveel drankjes worden verkocht. Vul dit in bij vraag 13 van 'Experiment met de verkoop van drankjes'. Zoals jullie net de tabel hebben ingevuld, mogen jullie nu ook aangeven hoe je het experiment wilt opzetten. Dit doe je door een cirkel te zetten om het tijdstip, de kinderen, en de drankjes.

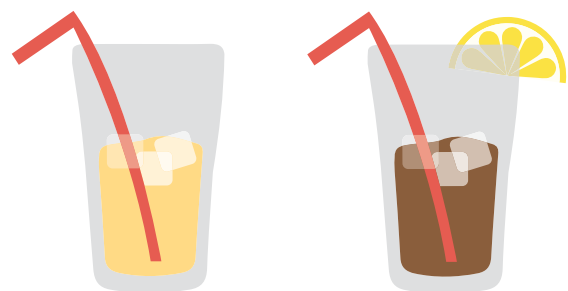
Wacht tot de leerlingen het antwoord hebben ingevuld. Help waar nodig.

Hoe zouden jullie het experiment opzetten?

Antwoorden afwachten en bespreken.

De conclusie is:

Dan onderzoek je een kraampje dat om 12:00 uur drankjes verkoopt en een waar om 15:00 uur drankjes worden verkocht. Maar dan houd je de rest hetzelfde, dus je houdt de leeftijd van het kind en het drankje hetzelfde, bijvoorbeeld bij beide kraampjes limonade.



Dat was de les over experimenteren.

Hebben jullie nog vragen en/of opmerkingen?

Zo ja, probeer de vragen zo goed mogelijk te beantwoorden.

Zo nee:

Bedankt voor jullie inzet!

Nu mogen de klassenhulpen helpen met opruimen.