

Vorbereidende lessen voor de Wiskunde B-dag

Door: Abe ten Voorde

Wiskunde in Teams – Freudenthal Instituut



Universiteit Utrecht

Freudenthal Instituut

Inhoud

WiTje: eenvou(w)dig	2
Rubric voor wiskundig redeneren en schrijven op de Wiskunde B-dag	3
Voorbeelduitwerkingen met opmerkingen	4
Lesplan 1: Reflectie	5
Lesplan 2: Pagina nakijken	7
Lesplan 3: Volgorde bepalen	9
Lesplan 4: Partner uitwerkingen	11

Introductie

Op de website vindt u een video die leerlingen kunnen bekijken voorafgaand aan de Wiskunde B-dag. Deze video is bedoeld om leerlingen een beeld te geven van de Wiskunde B-dag en hen voor te bereiden op het schrijven van het werkstuk. Daarnaast vinden zij onder de video een rubric en voorbeelduitwerkingen die dit verder ondersteunen. Deze ziet u op pagina 3 en 4 van dit bestand.

Om meer uit de voorbereiding te halen, kunt u hiervoor ook een les inplannen. Afhankelijk van hoeveel lestijd hiervoor gebruikt kan worden, bieden we hier een aantal suggesties. Een deel van deze suggesties is gebaseerd op lesmateriaal van Primas.¹

Deze lessen zijn 'stand-alone': één les zorgt ervoor dat leerlingen beter zijn voorbereid op de Wiskunde B-dag. Indien er meer lestijd is, is het aan te raden het uitschrijven van wiskundige redeneringen vaker terug te laten komen in de wiskundeles. Verkorte versies van oude Wiskunde B-dag opdrachten en onderstaande suggesties kunnen hiervoor als inspiratie worden gebruikt. Deze lessen maken gebruik van het WiTje 'eenvou(w)dig'. Deze vindt u terug op de volgende pagina. Alle benodigde materialen zijn ook los terug te vinden op de site.²

¹ https://www.primas.mathshell.org/pd/modules/7_Self_and_Peer_Assessment/html/index.htm

² <https://wiskundeinteamssites.uu.nl/voorbereiding-op-de-wiskunde-b-dag/>

WiTje: eenvou(w)dig

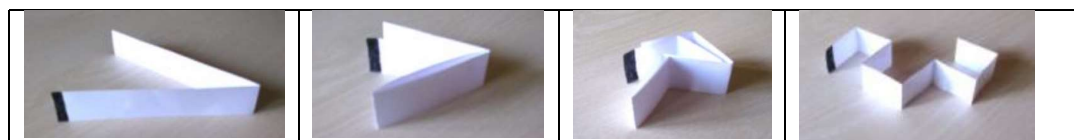
We beginnen met een strook papier met een uiteinde zwart gemarkeerd:



Zet de strook op zijn zijkant voor je op tafel met het zwarte stukje naar je toe. Dan kun je op twee manieren vouwen:

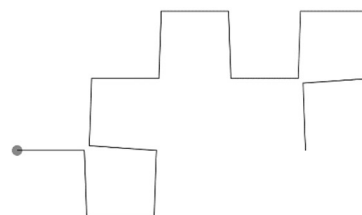
Vouw van je af, dus linksom. Het rechtereind komt dan achter het linkereind. Dat geven we aan met de letter l.	
Vouw naar je toe, dus rechtsom. Het rechtereind komt dan vóór het linkereind. Dat noteren we met de letter r.	

Je kunt vervolgens een vouwrecept uitvoeren, een combinatie van vouwen, bijvoorbeeld lrr. Wanneer je alle vouwen vervolgens openmaakt tot een hoek van 90 graden, dan krijg je de figuur rechts.



Probeer zelf eens met een strook papier het volgende patroon hieronder te maken.

Met drie keer vouwen krijgen je 7 hoeken. Bij iedere hoek ga je rechtsaf (R) of linksaf (L). Bij de het vouwrecept lrr hoort zo het looppatroon RRLRL. Deze situatie is gebaseerd op de Wiskunde B-dag van 2012. Daarin vind je meerdere uitdagingen, maar de belangrijkste zijn: kun je uit een vouwpatroon het looppatroon voorspellen, zonder te vouwen? Kun je voor een looppatroon



Rubric voor wiskundig redeneren en schrijven op de Wiskunde B-dag

Hieronder zie je een rubric met drie onderdelen waar je op let als je een werkstuk voor wiskunde schrijft. Deze onderdelen gaan allemaal over het opschrijven van wiskundige redeneringen. Voor elk onderdeel zijn er drie niveaus beschreven, waarbij niveau 3 het beste is. Hou er rekening mee dat er ook andere criteria zijn waar een goed werkstuk aan voldoet. Zo zijn opbouw, verhaallijn en lay-out bijvoorbeeld ook van belang.

niveau	3	2	1
Redeneren en bewijzen	Beweringen worden onderbouwd met redeneringen en bewijzen. Redeneringen zijn sluitend en correct.	Bijna alle beweringen worden ondersteund met uitleg en redeneringen. Redeneringen zijn grotendeels correct, maar missen details of denkstappen.	Enkele beweringen worden onderbouwd. Redeneringen bevatten fouten, cirkelredeneringen of missen cruciale details of denkstappen.
Communiceren en voorbeelden gebruiken	Denkstappen en redeneringen worden helder verwoord. Algemene ideeën worden geïllustreerd met geschikte voorbeelden. Eventuele gaten in redeneringen worden toegelicht.	Denkstappen en redeneringen worden grotendeels helder verwoord, maar bevatten soms onduidelikheden. Sommige conclusies en ideeën worden alleen geïllustreerd aan de hand van voorbeelden.	Denkstappen en redeneringen worden niet of onduidelijk verwoord. Voorbeelden geven geen duidelijk beeld van voorgestelde ideeën en/of nemen de plaats in van redeneringen.
Representeren en visualiseren	Uitleg en redeneringen worden visueel ondersteund door bijvoorbeeld plaatjes, tabellen of diagrammen. Deze visualisaties zijn overzichtelijk en duidelijk gerelateerd aan de tekst. Er wordt gebruik gemaakt van bekend wiskundig gereedschap zoals formules.	De visuele ondersteuning is soms onduidelijk of is niet duidelijk verbonden met de tekst. Het gebruik van wiskundig gereedschap is beperkt of is niet geschikt voor de gegeven situatie.	Er wordt geen/nauwelijks visuele ondersteuning gegeven. Plaatjes en tekst zijn niet gerelateerd. Er wordt geen wiskundig gereedschap gebruikt of de tekst wordt onleesbaar door een overvloed aan wiskunde.

Op de volgende pagina staan fragmenten van werkstukken die door leerlingen zijn geschreven tijdens de Wiskunde B-dag 2012.³ Omdat we hier slechts korte fragmenten laten zien, doen we hier geen recht aan de volledige werkstukken.

De drie groepen hebben dezelfde inzichten gehad, maar deze op een andere manier verwoord. De tekstwolken geven weer hoe de onderdelen van de rubric terugkomen in deze uitwerkingen.

³ Zie ook de opdracht op de vorige pagina.

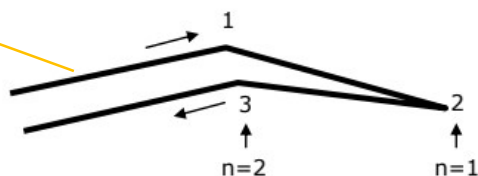
Voorbeelduitwerkingen met opmerkingen

Uitwerking 1

vouw $n=1$ geeft 2 looppatronen, R en L

vouw $n=2$ geeft 2 nieuwe knikken, dus 3 in totaal. Deze twee nieuwe knikken ontstaan in 1 vouw, zie het volgende figuur:

Dit plaatje ondersteunt duidelijk het looprichting-argument. Ook wordt er expliciet naar het plaatje gerefereerd in de tekst. (niveau 3)



Het looprichting-argument verklaart de afwisselende R'en en L'en. (niveau 3)

Het plaatje en de argumenten voor de eerste drie vouwen dienen als voorbeeld voor een algemeen patroon. De uitleg is grotendeels helder, maar deze zin is een beetje vaag. (niveau 3)

De looprichting van knik 1 en 3 zijn tegengesteld. Dat betekent dat er altijd een L en een R bijkomen, en dat er geen LL of RR bij kan komen. Dus wanneer we dit in een schema zetten, krijg je:

Vouw $n=3$ geeft 2^{n-1} (Dit is de algemene formule* voor de hoeveelheid nieuwe knikken) = 4 nieuwe knikken, uit de figuur $n=2$ is te concluderen dat deze knikken afwisselen met LRLR of RLRL. Deze 4 letters komen tussen de letters van de vorige vouw te staan, want bij het vouwen zitten alle vouwen aan het uiteinde. Een nieuwe vouw komt dus tussen de andere vouwen. Dit verklaart dat er bij vouw n nieuwe vouwen komen tussen de vouwen van $n-1$.

*deze formule wordt in het werkstuk toegelicht.

Deze algemene bewering volgt uit het principe dat hierboven wordt verklaard. (niveau 3)

Er is geprobeerd de bewering te onderbouwen, maar de verklaring verklaart weinig. (niveau 2)

Uitwerking 2

Als je een knik vanaf links neemt, dan heeft deze de tegenovergestelde waarde van dezelfde knik maar dan vanaf rechts geteld. Dit komt, doordat elke vouw die je maakt verschillende knikken maakt, maar wel andersom! Alles gespiegeld wordt door het midden bij de 2^e vouw, bij de 3^e vouw wordt het door het midden en in deze stukken ook door het midden gespiegeld. Dit gaat zo maar door. Zie de tabel hieronder.

Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Vouw	4	3	4'	2	4	3'	4'	1	4	3	4'	2'	4	3'	4'

Deze zin is vrij onduidelijk. Een korte toelichting en een voorbeeld zouden hier hebben geholpen. (niveau 1-2)

Als je de tabel eenmaal doorgrond, is deze erg inzichtelijk. Een korte beschrijving zou hier op zijn plaats zijn. (niveau 2-3)

Uitwerking 3

De lijnen volgen een paar regels:

- De 'n'-ste vouw, met n een heel getal, codeert voor de knikken op de plaatsen $\frac{1+2m}{2^n}$, met m een geheel getal, en het totaal < 1 .
- Bij de 'n'-ste keer vouwen, zal de vouw op $\frac{1}{2^n}$ van de strook kloppen, dat wil zeggen: de knik op $\frac{1}{2^n}$ van de strook gaat dezelfde richting als de 'n'-ste vouw.
Bijvoorbeeld: bij de eerste vouw naar rechts is de vouw op $\frac{1}{2}$ van de strook ook naar rechts. Op deze manier vouwt het looppatroon voor ons open.
Bijvoorbeeld: bij de tweede vouw naar rechts, codeert voor een vouw op $\frac{1}{4}$ van de strook ook naar rechts en een omgekeerde vouw (naar links dus) op $\frac{1+2m}{2^n} = \frac{1+2}{2^2} = \frac{3}{4}$

Er wordt niet uitgelegd wat 'coderen' hier betekent. (niveau 2)

Er wordt hier een algemeen principe geformuleerd, maar er wordt voor geen enkele bewering een verklaring gegeven. (niveau 1)

De formules kloppen en kunnen een goede wiskundige onderbouwing vormen, maar de connectie met het probleem is onduidelijk. Hoe je op de formule bent gekomen is belangrijk voor het werkstuk. (niveau 1-2)

Het voorbeeld gebruikt een regel die nog niet is genoemd (niveau 1-2)

Lesplan 1: Reflectie

	10 min (einde van les) + 40 min (huiswerk)
	De leerling kan goede en slechte eigenschappen van een wiskundetekst opnoemen en herkennen.
	Rubric, WiTje, drie voorbeelduitwerkingen (zie de volgende pagina of de bijlage)

Leid het huiswerk in: *deze opgaven zijn om jullie voor te bereiden op de Wiskunde B-dag. Je schrijft die dag een werkstuk. In het huiswerk bekijk je een paar voorbeelduitwerkingen en beoordeel je deze zelf aan de hand van deze rubric/tabel.*

Tip: Als er tijd is, laat de leerlingen dan alvast zelf experimenteren met het WiTje. Bijvoorbeeld aan de hand van de vraag: 'Hoeveel letters heeft het looppatroon van een vouwrecept met n letters?'

De leerlingen krijgen de rubric, het WiTje, de voorbeelduitwerkingen en de volgende vragen mee naar huis:

1. Begrijp je de uitwerkingen? Schrijf op wat onduidelijk was.
2. Hoe zou jij deze uitwerkingen beoordelen op de drie verschillende criteria uit de rubric? Onderbouw je oordeel.
3. Noem per uitwerking twee dingen die goed zijn? Zou je deze zelf ook kunnen gebruiken als je een uitwerking schrijft?
4. Noem per uitwerking iets wat jij zou veranderen? Hoe zou jij dat aanpakken?

Deze opdracht is het effectiefst als je 5-10 minuten van de eerstvolgende les gebruikt voor een korte discussie/terugkoppeling in de klas. Mogelijke vragen:

- Was er nog iets onduidelijk?
- Wat waren de goede punten en wat waren de verbeterpunten?

Groep A

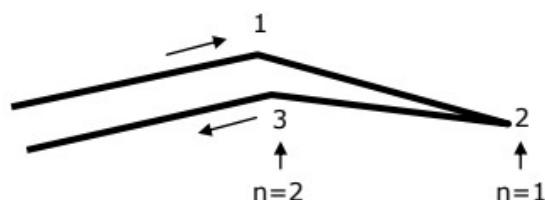
Als je een knik vanaf links neemt, dan heeft deze de tegenovergestelde waarde van dezelfde knik maar dan vanaf rechts geteld. Dit komt, doordat elke vouw die je maakt verschillende knikken maakt, maar wel andersom! Alles gespiegeld wordt door het midden bij de 2^e vouw, bij de 3^e vouw wordt het door het midden en in deze stukken ook door het midden gespiegeld. Dit gaat zo maar door. Zie de tabel hieronder.

Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Vouw	4	3	4'	2	4	3'	4'	1	4	3	4'	2'	4	3'	4'

Groep B

vouw n=1 geeft 2 looppatronen, R en L

vouw n=2 geeft 2 nieuwe knikken, dus 3 in totaal. Deze twee nieuwe knikken ontstaan in 1 vouw, zie het volgende figuur:



De looprichting van knik 1 en 3 zijn tegengesteld. Dat betekent dat er altijd een L en een R bijkomen, en dat er geen LL of RR bij kan komen. Dus wanneer we dit in een schema zetten, krijg je:

Vouw n=3 geeft 2^{n-1} (Dit is de algemene formule* voor de hoeveelheid nieuwe knikken) = 4 nieuwe knikken, uit de figuur n=2 is te concluderen dat deze knikken afwisselen met LRLR of RLRL. Deze 4 letters komen tussen de letters van de vorige vouw te staan, want bij het vouwen zitten alle vouwen aan het uiteinde. Een nieuwe vouw komt dus tussen de andere vouwen. Dit verklaart dat er bij vouw n nieuwe vouwen komen tussen de vouwen van n-1.

**deze formule wordt in het werkstuk toegelicht*

Groep C

De lijnen volgen een paar regels:

- De 'n'ste vouw, met n een heel getal, codeert voor de knikken op de plaatsen $\frac{1+2m}{2^n}$, met m een geheel getal, en het totaal < 1.
- Bij de 'n'ste keer vouwen, zal de vouw op $\frac{1}{2^n}$ van de strook kloppen, dat wil zeggen: de knik op $\frac{1}{2^n}$ van de strook gaat dezelfde richting als de 'n'ste vouw.

Bijvoorbeeld: bij de eerste vouw naar rechts is de vouw op $\frac{1}{2}$ van de strook ook naar rechts. Op deze manier vouwt het looppatroon voor ons open.

Bijvoorbeeld: bij de tweede vouw naar rechts, codeert voor een vouw op $\frac{1}{4}$ van de strook ook naar rechts en een omgekeerde vouw (naar links dus) op $\frac{1+2m}{2^n} = \frac{1+2}{2^2} = \frac{3}{4}$

Lesplan 2: Pagina nakijken

	30 minuten (halve les)
	De leerling kan samen met klasgenoten reflecteren op een wiskundetekst
	Rubric, WiTje, voorbeelduitwerking (zie de volgende pagina of de bijlage)

Leid de opdracht in: *om jullie voor te bereiden op de Wiskunde B-dag, is het goed om naar een voorbeeldtekst te kijken. Deze tekst hebben leerlingen geschreven om de vragen van het WiTje te beantwoorden. Jullie gaan de tekst in groepen beoordelen. Je maakt hierbij gebruik van de tabel met criteria. Neem 15-20 minuten de tijd om de tekst te bespreken. Daarna vraag ik elk groepje om iets te vertellen over de beoordeling.*

Tip: Als er tijd is, laat ze dan alvast zelf experimenteren met het WiTje. Bijvoorbeeld aan de hand van de vraag: 'Hoeveel letters heeft het looppatroon van een vouwrecept met n letters?'

Verdeel de leerlingen in groepen van 3-4 personen. Geef elke groep de rubric, het WiTje, een kopie van de voorbeelduitwerking (of meerdere) en de volgende vragen:

1. Bespreek wat er in de tekst wordt besproken en noem de belangrijkste bewering.
2. Ga elk onderdeel van de rubric af en beschrijf hoe het onderdeel terug komt in de voorbeeldtekst. Hoe beoordelen jullie de tekst?
3. Welke andere criteria zou je kunnen meenemen in je beoordeling? Denk bijvoorbeeld aan de lay-out.

Schakel daarna over op een klassikale discussie (8-10 minuten). Mogelijke vragen:

- Voldeed de voorbeeldtekst aan de criteria?
- Welke andere criteria zouden er mee kunnen wegen in een beoordeling?

Hieronder is een schematisch overzicht te zien van de hoe het uiteindelijke looppatroon stapsgewijs ontstaat bij het uitvoeren van het vouwrecept *rlrl*.

vouw 4	L	R	R	L	L	L	R	R	L	R	R	R	L	L	R
vouw 3		R		L		L		R		R		R		L	
vouw 2				L				R				R			
vouw 1								R							
positie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Stel, we hebben een papierstrook die we vier keer vouwen. In totaal hebben we dan 16 vlakken en 15 knikken. De middelste knik, nummer 8, is dan veroorzaakt door de eerste vouw. De knikken die ontstaan bij de twee vouw, horen bij de nummers 4 en 12. Deze knikken liggen namelijk op de helft van de helft van de papierstrook. Bij de derde keer vouwen ontstaan de knikken 2, 6, 10 en 14, bij de vierde keer vouwen ontstaan alle oneven genummerde vouwen.

Met deze informatie hoeven we dus maar van een paar posities te weten of er een L of een R komt te staan, om het hele looppatroon te vinden. Als we bijvoorbeeld weten dat op posities 2, 7, 8 en 12 een R staat, dan weten we dan op de posities 3 en 10 ook een R staat en op de positie 4 een L staat. Dit komt omdat de posities 4 en 12 complementair zijn. Ze ontstaan door dezelfde vouw namelijk de 2^e. Als 4 L is, dan is 12 R en andersom. Zo gaat dat ook bij de getallen 2, 6, 10 en 14. Positie 2 is complementair met 6 en positie 10 met 14. Als we dan ook nog een oneven getal weten (7 in het voorbeeld) dan kunnen we de rest zo invullen. Posities 1, 5, 7, 9, 11, 13 en 15 corresponderen, ofwel als een van deze L is, is de rest dat ook. De andere oneven posities zijn precies tegenovergesteld.

Eenmaal het volledige looppatroon bepaald is het ook mogelijk om het bijbehorende vouwrecept te vinden. Dit kan door de vouwen een voor een na te doen. Omdat de looprichting bij positie (knik) 8 rechtsaf is, is de eerste vouw een vouw rechtsom geweest (r). Bij de volgende vouw kijk je naar de knik het dichtst bij het beginpunt, dit is hier positie 4. Positie 4 heeft een L, de 2^e vouw was linksom. Bij vouw drie kijken we naar Positie 2, hier staat een R en dus was vouw drie rechtsom en vouw 4 is dus weer linksom. Dit maakt de totale vouwvolgorde rechts, links, rechts, links, notatie: vouwrecept is *rlrl*.

Nog een voorbeeld. Stel we vouwen een strookje maar liefst 6 keer dubbel. Het looppatroon bestaat dan uit $2^6=64$ vlakken en $2^6 - 1=63$ knikken of posities. Met een miniem aantal gegevens kun je al het nodige invullen. Bekend is: de eerste knik vanaf links, het beginpunt is een R. Wat weten we nu? We kunnen weer een tabel opstellen zoals hierboven met 6 keer vouwen. Dit levert op dat alle oneven posities bekend zijn. $1 = R$, dus $4x$ zijn ook een R. Waarbij voor x geldt een geheel getal > 1 en kleiner dan 16. De posities $3 + 4x$ voor $x =$ een geheel getal van 0 tot en met 15 geldt dat de looprichting op de posities precies de andere kant op is, dus voor die posities geldt L. Ofwel alle oneven posities zijn bekend.

Lesplan 3: Volgorde bepalen

	60 minuten
	de leerling kan reflecteren op goede en minder goede aspecten van een wiskunde uitwerking en kan uitleggen waarom deze aspecten belangrijk zijn
	Rubric, WiTje, vijf voorbeelduitwerkingen (zie de volgende pagina of de bijlage), eventueel een schaar

Leid de opdracht in: *om jullie voor te bereiden op de Wiskunde B-dag, gaan we vandaag nadenken over hoe je een wiskundige redenering op kunt schrijven. Ik verdeel jullie straks in groepjes. Elk groepje krijgt vijf voorbeelduitwerkingen van dezelfde vraag te zien. Het is jullie taak om de uitwerkingen op volgorde te leggen van beste uitwerking naar slechtste uitwerking. Daarna bespreken we klassikaal waarom jullie die volgorde hebben gekozen.*

Verdeel de leerlingen in groepen van 3-5 personen. Geef elk groepje het WiT'je en de vijf voorbeelduitwerkingen (dus nog niet de rubric). Deze uitwerkingen bespreken de vraag: 'Hoeveel letters heeft het looppatroon van een vouwrecept met n letters?' Schrijf deze vraag op het bord.

Tip: Als er tijd is, laat ze dan zelf proberen de vraag te beantwoorden voordat de voorbeelduitwerkingen worden uitgedeeld.

Geef de leerlingen de volgende opdrachten voor ongeveer 20 minuten:

1. Leg de uitwerkingen op volgorde van best naar slechtst.
2. Bespreek op basis van welke criteria jullie uit zijn gekomen op deze volgorde.

Vraag elk groepje hun volgorde te delen en schrijf deze op het bord. Leid op basis hiervan een klassikale discussie (15 minuten). Mogelijke vragen:

- Kan elk groepje de volgorde onderbouwen?
- Wat zijn volgens de sterke aspecten aan de uitwerkingen?
- Welke criteria zijn belangrijk?
- Kan de klas tot een gezamenlijke lijst van criteria komen?

Deel nu per groepje een rubric uit. Stel ze de volgende vragen (10 minuten):

1. Welke criteria van de klassenlijst komen terug in de rubric en bij welk onderdeel?
2. Zijn er criteria die niet in de rubric staan?
3. Zou je de rubric uit kunnen breiden met extra onderdelen?

Sluit de les af met een terugkoppeling (5-10 minuten): wat zijn de belangrijkste criteria die zijn besproken? Zijn er nog vragen over de rubric?

Groep A

Aangezien het aantal rechte stukken steeds verdubbeld bij een extra vouw, moet n dus de macht zijn van 2. Het aantal knikken is altijd gelijk aan het aantal rechte stukken -1.

Ofwel:

$$r = 2^n$$

$$k = 2^n - 1$$

r = aantal rechte stukken

k = aantal knikken

n = aantal vouwen

Groep B

Het aantal nieuwe knikken bij n vouwen is te berekenen met de formule 2^{n-1} . Bij vouw 1 is er namelijk één nieuwe knik. Dit geeft: 2^{n-1} met $n = 1 = 2^{1-1} = 2^0 = 1$ nieuwe knik. Bij vouw 2 krijg je 2 nieuwe knikken, 3 in totaal. Dus dan geldt de formule 2^{n-1} ook. ($2^{2-1} = 2^1 = 2$ nieuwe knikken, klopt). Dit geldt ook zo voor vouw 3, vouw 4, etc. Dus ook voor een n aantal vouwen.

Groep C

Als je 3 keer vouwt, zie je dat je 8 rechte stukken en 7 knikken krijgt. Voor papierstroken die je veel vaker vouwt, kun je de formule 2^n gebruiken voor het aantal vlakken. Het aantal vlakken wordt bij iedere vouw namelijk verdubbeld. Het aantal knikken dat daarbij hoort, is dan $2^n - 1$. Het aantal knikken is 1 kleiner dan het aantal vlakken.

Groep D

Eigenschap:

Met een vouwpatroon met n vouwen komt een looppatroon overeen met 2^n rechte stukken en $2^n - 1$ knikken.

Bewijs:

Het aantal rechte stukken is 2^n : je vertrekt immers van 1 stuk en bij elke keer dat je dubbel plooit, verdubbelt ook het aantal rechte stukken.

Het aantal knikken is $2^n - 1$: aan elk recht stuk zit een knik behalve aan het laatste stuk, daarom is er dus telkens 1 knik minder dan het aantal rechte stukken.

Groep E

Het aantal knikken per vouw is in volgorde: 1, 2, 4, 8, 16 ...

Dit betekent dat het aantal knikken per vouw elke keer verdubbeld.

Dit kan als volgt opgeschreven worden:

$$\begin{aligned} \text{aantal vouwen} &= \sum_{k=0}^n (2^k) \\ \sum_{k=0}^n (2^k) &= \frac{2^0 - 2^{n+1}}{1 - 2} \end{aligned}$$

Omdat onze eerste term 2^0 is, kun je dus de formule herleiden:

$$\text{Aantal vouwen} = 2^n - 1$$

Lesplan 4: Partner uitwerkingen

	60 min (huiswerk) + 40-60 min (lestijd)
	De leerling went aan de vraagstelling van de Wiskunde B-dag en kan reflecteren op eigen uitwerkingen en geschreven tekst
	Rubric, WiTje

Leid het huiswerk in: *om jullie voor te bereiden op de Wiskunde B-dag, gaan we alvast oefenen met schrijven. Voor de volgende les bekijken jullie deze opdracht (WiTje) en schrijf je een uitwerking van maximaal een A4-tje. Probeer de vragen te beantwoorden. Als je er niet uitkomt, schrijf je op wat je wel hebt gevonden. Het gaat erom dat je een duidelijke tekst schrijft. Lever je uitwerking voor de komende les in.*

Geef de leerlingen het WiTje mee naar huis. Laat ze hun uitwerking meenemen naar de les of print alle uitwerkingen.

Leid de les in: *jullie gaan je uitwerkingen in tweetallen bespreken. Kijk naar elkaars uitwerking en probeer te bedenken wat er goed aan is. Daarna maken jullie samen een verbeterde uitwerking. Jullie krijgen hier ongeveer 20-25 minuten voor.*

Als de tweetallen een uitwerking hebben geschreven, deel dan de rubric uit en laat eventueel de tweetallen uitwerkingen uitwisselen. Ieder tweetal gebruikt de rubric om te reflecteren op hun uitwerking of om feedback te geven op de uitwerking van een ander tweetal (10 minuten). In het geval van feedback, kan deze teruggekoppeld worden aan het tweetal dat de uitwerking geschreven had.

Tip: als er tijd over is, kan elk tweetal nu hun uitwerking een laatste keer verbeteren.

Sluit af met een klassikale discussie (5-10 minuten). Mogelijke vragen:

- Heeft iemand iets goeds gezien? Neem je dat over als je zelf een verslag gaat schrijven?
- Wat voor verbeterpunten zijn er genoemd?
- Wat heb je aangepast en waarom maakt dit de uitwerking beter?