

**ACCEPTED AUTHOR VERSION****Titel**

Werkgeheugen en afleiders in de klas

Eva van de Weijer-Bergsma, Universiteit Utrecht  
Ilona Friso-van den Bos, Universiteit Twente

**Samenvatting**

Kinderen gebruiken voortdurend hun werkgeheugen om informatie kort te onthouden en te bewerken, bijvoorbeeld om instructies te volgen, een tekst te lezen of een rekensom op te lossen. Kinderen verschillen onderling sterk in hun werkgeheugenvaardigheid. Terwijl werkgeheugen meestal wordt gemeten in prikkelarme situaties, vindt het leren juist plaats in de klas, waar meer prikkels zijn. Maakt het uit in welke situatie werkgeheugenvaardigheid gemeten wordt? Of verschilt dit per kind? En wat betekent dat voor hoe leerkrachten het werkgeheugen van kinderen kunnen ondersteunen? In dit artikel bespreken we de resultaten van een onderzoek naar verschillen in werkgeheugenvaardigheid onder prikkelarme omstandigheden en in de klas.

**DE ROL VAN WERKGEHEUGEN BIJ LEREN**

Werkgeheugen is de vaardigheid om informatie tijdelijk vast te houden en tegelijkertijd te bewerken. Er wordt vaak onderscheid gemaakt tussen het verbaal en het visueel-ruimtelijk werkgeheugen. Het verbaal werkgeheugen wordt aangesproken wanneer een taak een beroep doet op verbale strategieën of vaardigheden, zoals bij lezen en luisteren. Het visueel-ruimtelijk werkgeheugen wordt aangesproken wanneer een taak een beroep doet op visuele en ruimtelijke vaardigheden, zoals bij tekenen, plaatjes bekijken en de weg vinden.

Bij schoolse vaardigheden, zoals rekenen en lezen, speelt werkgeheugen een belangrijke rol. Om een rekenopgave op te lossen moeten kinderen de numerieke informatie in gedachten houden, daarmee berekeningen uitvoeren en de verschillende tussenstappen bijhouden om tot een oplossing te komen. Afhankelijk van het type rekenopgave en de strategieën die deze opgave uitlokt, is het verbaal of visueel-ruimtelijk werkgeheugen meer betrokken. Wanneer gebruik gemaakt wordt van verbale informatie zoals een telstrategie, dan wordt een groter beroep gedaan op het verbale werkgeheugen. Wanneer gebruik gemaakt wordt van visueel-ruimtelijke representaties van getallen zoals een getallenlijn, dan wordt een groter beroep gedaan op het visueel-ruimtelijk werkgeheugen.

Ook bij lezen en luisteren naar instructie is het werkgeheugen betrokken. Om een tekst of instructie te begrijpen, moeten kinderen gelezen stukken tekst of gehoorde instructies vasthouden, deze integreren met nieuwe informatie en kennis uit het langetermijngeheugen om een samenhangend begrip te ontwikkelen. Hoewel het verbaal werkgeheugen hier vooral bij betrokken is, kan ook het visueel-ruimtelijk werkgeheugen betrokken zijn door het visueel verbeelden van teksten en instructie.

**Het werkgeheugen is beperkt**

Er is een limiet aan ons werkgeheugen: Een kind moet continu aandacht besteden aan de informatie die in het werkgeheugen vastgehouden wordt, om die informatie niet te verliezen. Een onderbreking door een geluid of gedachte kan genoeg zijn om de aandacht af te leiden van de informatie in het werkgeheugen waardoor deze verloren gaat. Het lukt dan niet om de minder relevante informatie te onderdrukken (ook wel inhibitie genoemd). Ook als het kind te veel informatie moet onthouden en (in verschillende stappen) verwerken kan informatie verloren gaan, bijvoorbeeld bij het uit het hoofd berekenen van sommen met grote getallen zoals  $569 \times 356$ .

**De invloed van de omgeving op werkgeheugen**

Kinderen verschillen onderling in de hoeveelheid informatie die zij actief kunnen houden in hun werkgeheugen, maar ook in de mate waarin prikkels uit de omgeving hen storen bij het gebruik van het werkgeheugen. Waar kunnen we dan de werkgeheugenvaardigheid van kinderen het beste in beeld brengen: in een rustige, prikkelarme omgeving? Of in de situatie van de klas waarin zij dagelijks leren? En hoe komt het dat kinderen verschillend worden beïnvloed door de prikkels van de omgeving? Is dit afhankelijk van hun aandachtvaardigheden? Of maakt het vooral uit hoe goed zij in staat zijn om hun reactie op minder relevante informatie uit de omgeving te onderdrukken (inhibitie)?

## EXPERIMENTEEL ONDERZOEK

In een experimentele studie (zie: Friso-van den Bos & van de Weijer-Bergsma, 2019) onderzochten wij of er een verschil is tussen de werkgeheugenvaardigheid in een prikkelarme situatie en in de klas.

### Onderzoeksmethode

Voor het onderzoek maakten 108 kinderen uit groep 6 t/m 8 twee gecomputeriseerde werkgeheugentaken: het Apenspel en het Leeuwenspel (zie het kader). Elk kind maakte beide taken in twee situaties 1) eenmaal individueel in een rustige kamer met enkel een onderzoeker aanwezig, en 2) eenmaal in de klas tijdens een zelfstandig werkmoment.

In de individuele situatie maakten de kinderen ook een inhibitietaak. Bij deze taak moesten zij op een knop van het toetsenbord drukken wanneer op het computerscherm een bepaald plaatje (bijvoorbeeld een vogel) verscheen. Wanneer een ander plaatje verscheen (bijvoorbeeld een vlinder) dan moesten zij juist niet op de knop drukken. Hoe goed zij hun reactie in de laatste situatie konden onderdrukken vormde een maat voor inhibitie.

Daarnaast vroegen wij leerkrachten een vragenlijst in te vullen over aandachtvaardigheden bij hun leerlingen. Een voorbeeldvraag is: "Hoe goed is deze leerling in vergelijking met andere kinderen in luisteren wanneer hij/ zij direct wordt aangesproken?" Tot slot verzamelden wij de scores van kinderen op de Cito Rekenen/Wiskunde en de Cito Begrijpend Lezen.

### **Werkgeheugentaken**

#### **Het Apenspel**

Het Apenspel is een verbale werkgeheugentaak (Van de Weijer-Bergsma et al, 2016). Kinderen horen een aantal woorden via een koptelefoon en moeten deze in omgekeerde volgorde onthouden. Nadat kinderen de gesproken woorden hebben beluisterd, klikken zij de woorden in omgekeerde volgorde aan op hun computerscherm (zie afbeelding 1).

#### **Het Leeuwenspel**

Het Leeuwenspel is een visueel-ruimtelijke werkgeheugentaak (Van de Weijer-Bergsma et al, 2015). Kinderen zien op het computerscherm in een 4x4 matrix met 16 bosjes (zie afbeelding 2) achter elkaar 8 leeuwen met verschillende kleuren verschijnen. Kinderen moeten de laatste locatie van een bepaalde kleur leeuw (bijvoorbeeld rood) onthouden. Nadat de 8 leeuwen zijn getoond, klikt het kind de laatste locatie van de gezochte kleur aan.

Beide taken hebben 20 items en worden geleidelijk moeilijker: Het aantal te onthouden woorden (2 tot 6 woorden) of kleuren (rood, blauw, geel, groen, paars) loopt op level 1 tot level 5. Hoe meer woorden of locaties een kind correct en in de juiste volgorde heeft aangeklikt, des te beter de werkgeheugenvaardigheid.

## Resultaten

Allereerst vergeleken wij de prestatie op de werkgeheugentaken tussen de twee situaties. Zoals verwacht scoorden kinderen lager op zowel de verbale als visueel-ruimtelijke werkgeheugentaak wanneer deze in de klas werden afgenomen. Kinderen verschilden onderling in hoe sterk hun prestatie afnam in de klas. Hieruit concluderen wij dat kinderen gemiddeld meer moeite hebben om hun werkgeheugenvaardigheid in te zetten in de klas dan in een individuele situatie, en dat dit sommige kinderen meer moeite kost dan andere kinderen.

Vervolgens bekeken wij welke andere vaardigheden voorspellen welke kinderen het meest worden beïnvloed wordt door de situatie in de klas. Hier bleek vooral het verbale werkgeheugen vatbaar voor verschillen in aandachtvaardigheden: kinderen die volgens de leerkracht meer moeite hadden met het reguleren van hun aandacht, lieten in de klas een grotere afname zien in prestatie op de verbale werkgeheugentaak, maar niet op de visueel-ruimtelijke werkgeheugentaak. De maat voor inhibitie bleek geen significante voorspeller: hoe effectief kinderen hun gedrag konden onderdrukken kon de verschillen in werkgeheugenscores tussen de situaties niet verklaren. Hieruit kan men de conclusie trekken dat kinderen met zwakkere aandachtvaardigheden in mindere mate gebruik kunnen maken

van hun werkgeheugen in een prikkelrijke omgeving dan kinderen met sterkere aandachtvaardigheden.

Tot slot onderzochten wij welke werkgeheugenscores, in de klas of in de individuele situatie, een betere voorspeller waren van de Cito-scores op rekenen en begrijpend lezen. Het verbaal werkgeheugen gemeten in de klas bleek de beste voorspeller van zowel rekenen als begrijpend lezen. Het visueel-ruimtelijk werkgeheugen was een minder goede voorspeller en geen betere voorspeller wanneer gemeten in de klas. Hieruit concluderen wij dat het verbaal werkgeheugen gemeten in de klas het beste weergeeft in welke mate een kind het werkgeheugen kan inzetten bij het maken van schoolse taken.

### **AANBEVELINGEN**

Uit ons onderzoek blijkt dat het zinvol is om met name het verbale werkgeheugen te meten in dezelfde situatie als waarin het kind tegen problemen aanloopt: de meting in de klas geeft beter weer in welke mate een kind het werkgeheugen kan inzetten tijdens het leren. Als er vermoedens zijn van problemen in het werkgeheugen bij een leerling, bijvoorbeeld omdat hun leerprestaties achterblijven, is het daarom belangrijk om rekening te houden met de situatie waarin het werkgeheugen gemeten wordt. Wat een leerling met individuele begeleiding buiten de klas laat zien kan een heel ander beeld geven dan een klassikale afname, waar aandachtvaardigheden bepalen of een leerling om kan gaan met de aanwezige prikkels.

Als blijkt dat een leerling weinig informatie actief kan houden in het werkgeheugen binnen een prikkelrijke omgeving, dan kunnen er verschillende strategieën – naast elkaar – ingezet worden om de leerling te ondersteunen (Gathercole & Alloway, 2014). Allereerst kunnen de prikkels in de directe omgeving van de leerling beperkt worden. Dit kan bijvoorbeeld door de leerling op een relatief rustige plek in de klas te plaatsen, het bureau op te laten ruimen, of gebruik te maken van geluidswerende oorkappen. Goed klassenmanagement kan rumoer in de klas verminderen.

Hoewel (of juist omdat) leerlingen met een zwakker werkgeheugen langzamer automatiseren, kan het nodig zijn om extra aandacht aan automatiseren te besteden. Wanneer kennis (zoals rekentafels) geautomatiseerd is, wordt het werkgeheugen minder belast.

De bevinding dat vooral het verbale werkgeheugen in de klas beïnvloed wordt bij kinderen met zwakkere aandacht, is relevant omdat veel instructies in de klas gesproken (auditief) gegeven worden. Auditieve informatie is vluchtig en makkelijker te verstoren door tijdelijke gebeurtenissen dan visuele informatie, welke vaak langduriger beschikbaar blijft. Visueel-ruimtelijke ondersteuning van auditieve instructie kan het werkgeheugen van leerlingen ontlasten. Bij geschreven instructies kan verbale en visueel-ruimtelijke informatie met elkaar geïntegreerd worden, zodat de leerling zijn/haar aandacht niet hoeft te verdelen (zie Afbeelding 3a en 3b). Andere voorbeelden van visueel-ruimtelijke ondersteuning zijn stappenplannen of geheugensteuntjes met pictogrammen (zie Afbeelding 4a en 4b).

Tot slot kunnen de taken van de leerling aangepast worden, bijvoorbeeld door die op te delen in kleinere stappen, of door alleen hoogstnoodzakelijke informatie bij een taak te geven. Bij het werken aan rekenopgaven is het gebruik van visueel-ruimtelijke materialen zoals MAB-rekenblokjes raadzaam. Als hoofdrekenen niet het doel is, kan het gebruik van een kladblaadje expliciet worden benadrukt. Al deze strategieën kunnen het werkgeheugen van de leerling ontlasten.

### **DISCUSSIE**

Een beperking van de uitkomsten van dit onderzoek is dat de individuele en klassikale afnamesituatie niet alleen in het aantal prikkels, maar ook op andere aspecten van elkaar verschillen: de onbekende testleider in de individuele situatie kan kinderen hebben gemotiveerd om hun gedrag tijdelijk extra goed te reguleren. In de klas is individuele begeleiding echter zeldzaam, en kunnen emoties die gekoppeld zijn aan leren op school, zoals faalangst, de prestatie op de taken hebben beïnvloed.

Er is meer systematisch experimenteel onderzoek nodig om te verkennen in hoeverre de prikkels in de klas inderdaad leidend zijn geweest in de verschillen tussen klassikale en individuele scores. Toekomstig onderzoek zou zich ook kunnen richten op hoe motivatie, emoties en stress in de klas een rol spelen. Omdat plezier, faalangst en stress ook het werkgeheugen verschillend kunnen

belasten moet verder onderzocht worden hoe deze factoren (samen) de werkgeheugenvaardigheid, en daardoor het leren op school beïnvloeden.

Samengevat is het werkgeheugen van cruciaal belang voor het leren op school, maar in hoeverre een leerling gebruik kan maken van deze vaardigheid is afhankelijk van de situatie en de aandachtsvaardigheden van kinderen. Wanneer een kind aanloopt tegen moeilijkheden bij het leren, is het belangrijk om bij de ondersteuning van de leerling in het oog te houden welke rol het werkgeheugen hierbij speelt, en dit toe te spitsen op de situatie in de klas.

### Literatuur

- Friso-van den Bos, I. & Van de Weijer-Bergsma, E. (2019). Classroom versus individual working memory assessment: predicting academic achievement and the role of attention and response inhibition. *Memory*, 28, 70-82. <https://doi.org/10.1080/09658211.2019.1682170>
- Gathercole, S. E. & Alloway, T. (2014). *De invloed van het werkgeheugen op het leren. Handelingsgerichte adviezen voor het basisonderwijs*. 2<sup>e</sup> druk, Uitgeverij SWP. ISBN 9789088503993
- Van de Weijer-Bergsma, E. Kroesbergen, E. H., Jolani, S. & Van Luit, J. E. H. (2016). The Monkey game: A computerized verbal working memory task for self-reliant administration in primary school children. *Behavior Research Methods*, 48, 756–771. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0607-y>
- Van de Weijer-Bergsma, E. & Kroesbergen, E., Prast, E., & Van Luit, J.E.H. (2015). Validity and reliability of an online visual-spatial working memory task for self-reliant administration in school-aged children. *Behavior Research Methods*, 47, 708–719. <https://doi.org/10.3758/s13428-014-0469-8>

**Gegevens over de auteur(s)**

Eva van de Weijer-Bergsma werkt als universitair docent bij de afdeling Pedagogiek van de Universiteit Utrecht. Zij doet onderzoek naar de invloed van de omgeving (thuis, school) van kinderen op de ontwikkeling van executieve functies.



Ilona Friso-van den Bos werkt als postdoc onderzoeker bij de afdeling Onderwijskunde van de Universiteit Twente. Haar expertise ligt op het gebied van rekenen, getalbegrip en werkgeheugen, en in het gebruik van Virtual Reality in het beroepsonderwijs.

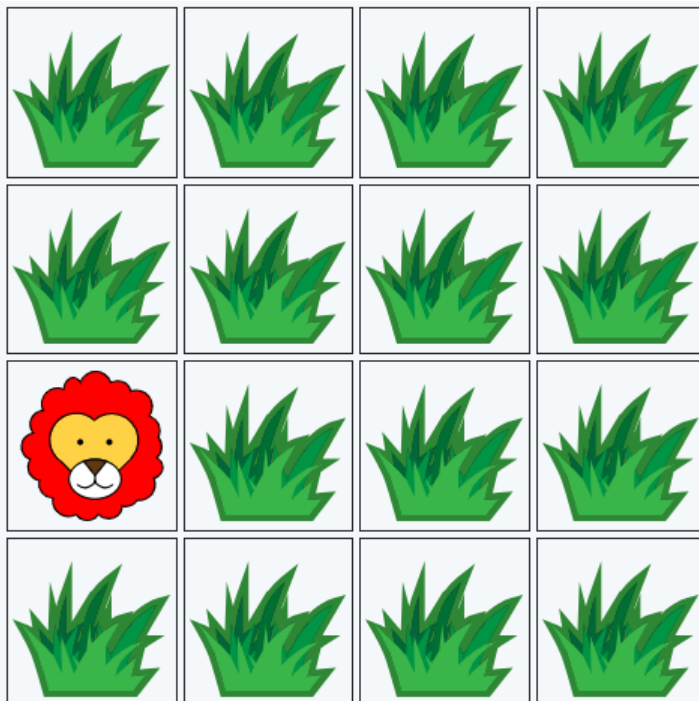


**7. Figuren, afbeeldingen en tabellen**

Afbeelding 1  
*Het Apenspel*

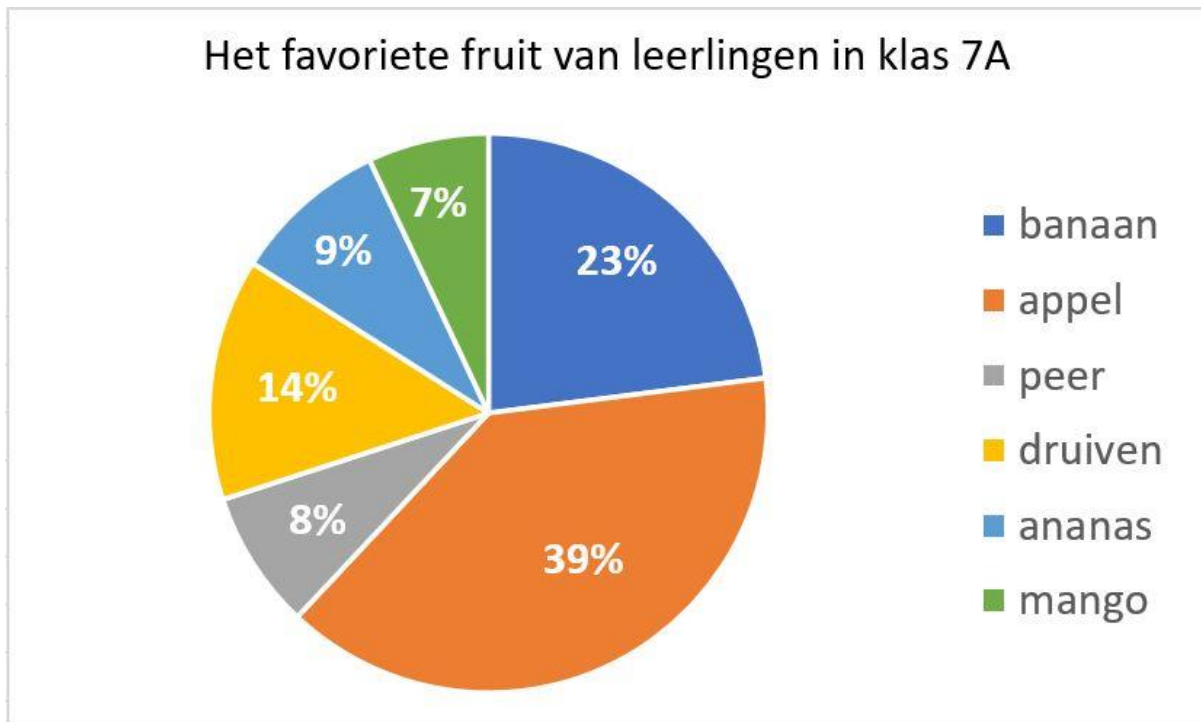
|      |      |     |
|------|------|-----|
| maan | roos | vis |
| oog  | poes | jas |
| vuur | huis | ijs |

Afbeelding 2  
*Het Leeuwenspel*



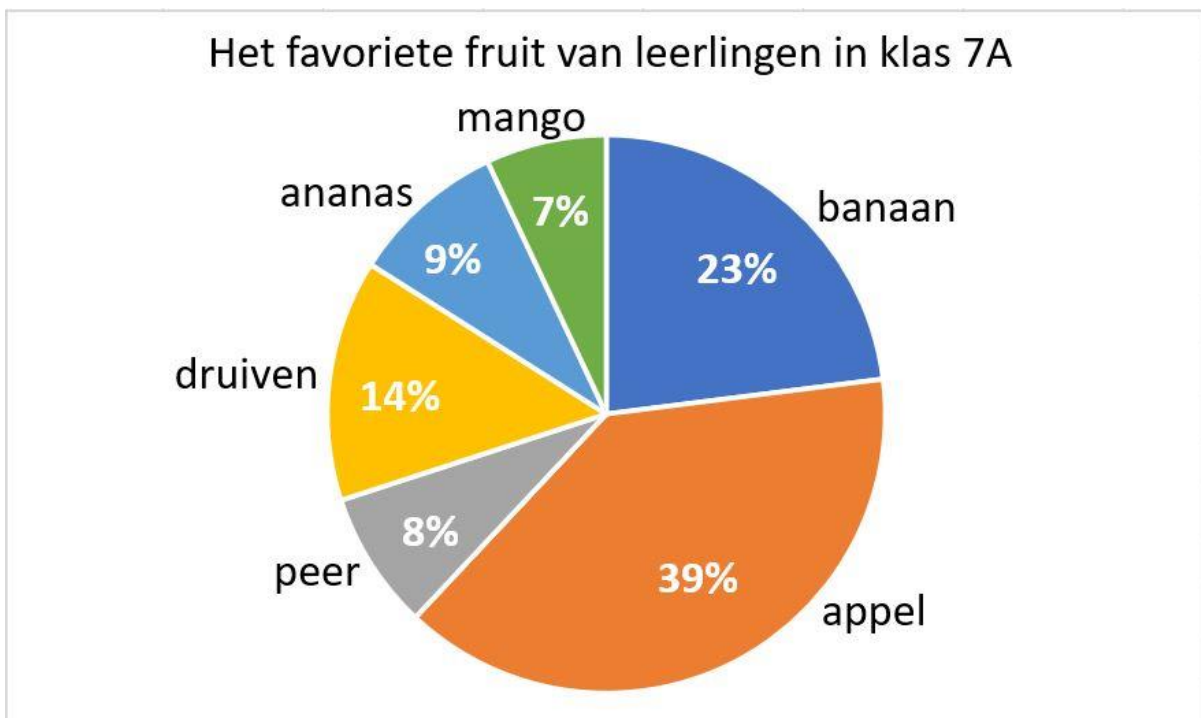
Afbeelding 3a

*Gesplitste presentatie van informatie zorgt ervoor dat de aandacht verdeeld moet worden*



Afbeelding 3b



*Geïntegreerde presentatie van informatie zorgt voor lagere belasting van het werkgeheugen*



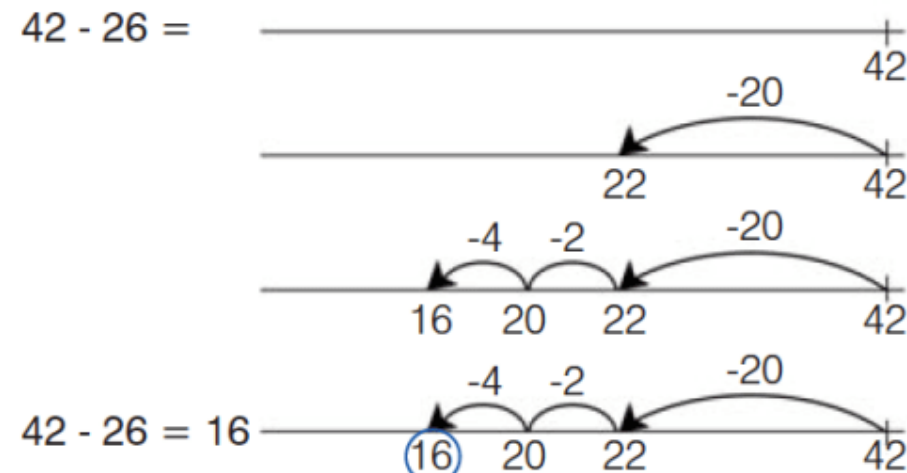
Afbeelding 4a

Voorbeeld van een stappenplan en visuele ondersteuning met getallenlijn

**Het leerdoel:**  
*Je rekent minsommen tot 100 uit met de getallenlijn (ook met tientaloverschrijding).*

| Stappenplan  | Vergeet niet om ...   |
|--|---|
| <b>Stap 1:</b><br>Teken de getallenlijn.<br>Zet het hoogste getal op de juiste plek. | Bij minsommen: van rechts naar links.<br> |
| <b>Stap 2:</b><br>Trek de tientallen ervan af.                                       | Maak in je hoofd stapjes van -10.<br>     |
| <b>Stap 3:</b><br>Trek de eenheden ervan af.   | Ga je over het tiental heen? Splits de eenheden dan. Schrijf meteen beide stappen op de getallenlijn.                       |
| <b>Stap 4:</b><br>Omcirkel de uitkomst.  | De uitkomst staat aan de linkerkant.  |

**Voorbeeld:**  $42 - 26 =$



$42 - 26 = 16$

Bron: <https://www.devidersleutels.nl/maak-je-les-nog-effectiever-door-te-werken-met-een-stappenkaart/>



Afbeelding 4b

Voorbeeld van een stappenplan begrijpend lezen

## Stappenplan begrijpend lezen



### VOOR Ik stel vragen bij de tekst.

- Waarom lees ik?
- Wat zie ik?
- Waaraan doet de tekst me denken?
- Waarover denk ik dat de tekst zal gaan?



### TIJDENS Ik ga aan de slag.

- Ik lees de tekst.
- Ik laat leessporen achter.



### NA Ik denk na over de tekst.

- Ik zie de film voor me.
- Ik praat met anderen.
- Ik maak opdrachten.

Bron: <https://diekeure.be>