

Het geheugen van de zakrekenmachine

H. Broekman/J. Terlingen
IVLOS Lerarenopleiding, RU Utrecht

Inleiding

De zakrekenmachine (zrm) is heden ten dage niet meer uit de Nederlandse schoolsituatie weg te denken. Zowel methoden voor de basisschool als voor het voortgezet onderwijs besteden aandacht aan de zakrekenmachine en bovendien is vrijwel geen examen zonder een zrm te maken.

Op alle rekenmachines zitten zogenaamde geheugentoetsen. Kunnen leerlingen omgaan met deze toetsen? Uit de onderwijspraktijk bereiken ons berichten dat in het voortgezet onderwijs leerlingen het werken met geheugentoetsen moeilijk vinden en proberen te omzeilen [1].

In een uitprobeer-lesje met zes brugklasleerlingen, dat tot doel had met de leerlingen tot het gebruik van geheugentoetsen te komen, kwam er een aantal problemen naar boven die enerzijds werden opgewekt door het gebruik van verschillende machientjes (met verschillende geheugentoetsen) en anderzijds door de vele haken en ogen die er zitten aan een 'geheugen' op een zrm.

Twee voorbeelden van dit laatste zijn: de noodzaak tot het schonen van het geheugen (hoe moet dat?) en de toets M+ die niet 'gewoon' een getal in het geheugen zet, maar een bewerking doet op het geheugen.

In dit artikel zullen wij nader ingaan op:

- het 'waarom' van het werken met het geheugen op school;
- welke geheugentoetsen er zitten op rekenmachientjes, wat hun werking is en hoe men ze kan gebruiken;
- hoe het zakrekenmachinegeheugen gebruikt wordt in diverse leerboeken voor de basisschool en scholen voor voortgezet onderwijs; en
- enkele knelpunten bij en aandachtspunten voor het gebruik van het zakrekenmachinegeheugen in de klas.

Wij concluderen dat het niet verwonderlijk is – maar wel jammer – dat veel leerlingen moeite hebben met het zakrekenmachinegeheugen en het gebruik ervan vermijden. Gezien het, door ons onderschreven, belang van het geheugengebruik wordt op grond van de hier beschreven bevindingen verder ontwikkelwerk verricht.

Het zrm-geheugen op school?

Een vraag die eerst gesteld moet worden is de vraag naar het 'waarom' van het aandacht besteden, binnen school, aan het geheugen van de zakrekenmachine.

Het volgende fragment, uit de handleiding van Rekenwerk [2] betreffende groep zes, geeft naar onze mening een antwoord op deze vraag:

In onderstaande activiteit wordt onderzocht hoe het geheugen van de rekenmachine werkt. Dat lijkt een beetje vreemd: zo snel al een 'ingewikkelde' functie. We menen echter dat het gebruik van de memory-toetsen vaak ten onrechte wordt doorgeschoven naar oudere kinderen.

Het is weinig zinvol om een aantal toetsen dat op alle rekenmachines zit, te negeren omdat ze 'geheimzinnig' zijn. Vandaar dat we nu een eerste kennismaking met het geheugen voorstellen. De nadruk ligt hierbij nog sterk op het onderzoek van de verschillende geheugentoetsen. Pas later zal het geheugen zoals het in berekeningen wordt gebruikt een belangrijker rol spelen (uit: Praktijkboek 6b).

Macnal en Cummine [3] merken met betrekking tot de geheugentoetsen het volgende op:

These are very useful keys and most calculators now possess them. Skill in their use requires careful teaching, since errors occurring due to their incorrect use can be very difficult to trace and considerable frustration may be built up. It is worthwhile for the teacher to lay out a calculation in detail on paper indicating at each step what is being entered into memory or retrieved from it, and require his pupils to do likewise.

Wij sommen hier onze argumenten op voor het gebruik van het geheugen:

- Het geheugen vereist het ordenen en plannen van de rekenprocedure; er moet rekening gehouden worden met de specifieke taal en het dwingt tot het afvragen van vragen als 'wat staat er (op een zeker moment) in het geheugen?'
- Het geheugen is iets totaal eigens van de rekenmachine, het doorgronden van de werking ervan doorgrondt ook (meer) de rekenmachine zelf. De machine wordt daardoor begrijpelijker en dus ook veiliger.
- Er is een *noodzaak* tot het gebruiken van het geheugen als de rekenmachine een, op de scherm afge-

rond, getal op het scherm heeft staan en men dat getal verder wil gebruiken.

Bij het 'even op een papiertje schrijven' wordt het afgeronde getal verder gebruikt, terwijl bij het geheugengebruik ook 'onzichtbare' getallen worden meegenomen (het aantal is verschillend per machine).

- Het gebruik van het geheugen is vaak handig en efficiënt [4]. Het kan intyfefouten voorkomen, vooral als er vaak een zelfde getal gebruikt moet worden (bijvoorbeeld 4,3628597).

Een zakrekenmachine-onderzoekje

Ten einde een beeld te krijgen van het geheugen hebben we het geheugen op elf zakrekenmachines aan een onderzoek onderworpen [5].

Een inventarisatie van alle geheugentoetsen die op deze machines zitten [6], leidt tot het volgende lijstje:

- M in, $x \rightarrow M$, STO**
'stopt schermwaarde in het geheugen'
- MR, RM, RCL**
'zet geheugenwaarde op het scherm'
- MC, CM**
'schoont geheugen'
- MRC, M_C^R**
'één keer drukken is MR, twee keer is MC'
- M+, SUM**
'telt schermwaarde op bij geheugenwaarde'
- M-**
'trekt schermwaarde af van geheugenwaarde'
- $x \leftrightarrow M$, $x \nabla M$, EXC**
'wisselt schermwaarde met geheugenwaarde'

De betekenissen staan hier sterk gesimplificeerd bij de toetsen. Een preciezere uitleg van de werking van de geheugentoetsen volgt in de volgende paragraaf.

Voor de onderzochte rekenmachines geldt, helaas, dat niet alle toetsen met dezelfde naam ook hetzelfde functioneren. De toetsen **M+** en **M-** werken namelijk op de verschillende machines ietwat verschillend. Aangezien echter globaal gesproken de toetsen die hierboven op één regel staan hetzelfde functioneren, gebruiken wij vanaf nu de eerste toetsen (**M in**, **MR**, ...) als categorienaam.

Op tien van de elf zakrekenmachines geeft op het scherm een kleine M aan dat er een getal in het geheugen zit. Bij de elfde is op het scherm niet te zien of er een getal in het geheugen zit [7]. Als er een 0 in het geheugen komt verdwijnt die kleine M.

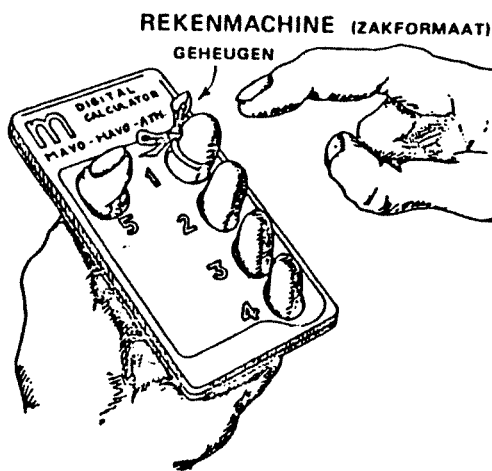
Op rekenmachines met de mogelijkheid van een kleine M op het scherm, kan een scherm *zonder* die kleine M op twee verschillende manieren geïnterpreteerd worden:

1. Het geheugen is leeg, er zit niets in.
2. Het geheugen is schoon, er zit een 0 in.

Wij hebben bij de uitleg van de werking van de geheugentoetsen voor de tweede zienswijze gekozen, omdat vooral bij de **M+** en **M-** dit het meest inzichtelijk werkt. Wij pleiten er echter niet voor om dit concept als basis te nemen voor een uitleg aan (jonge) leerlingen (zie verder).

Zeven van de elf rekenmachines hebben een 'permanent' geheugen, dat wil zeggen dat het uitzetten van de machine de geheugenwaarde intact laat. Bij de resterende vier machines heeft het uitzetten van de machine tot gevolg dat de geheugenwaarde verloren gaat (wordt 0) [8].

Op twee machines is de **M-** niet 'direct' te bereiken. Dit gaat in beide gevallen door in te toetsen: **INV M+**. Op de overige machines zijn de aanwezige geheugentoetsen wel direct te bereiken.



De werking van de geheugentoetsen

De verschillende geheugentoetsen beïnvloeden soms alleen de geheugenwaarde, soms alleen de schermwaarde en soms allebei. Dit gebeurt echter niet altijd even doorzichtig en duidelijk. Probeer maar eens te voorspellen wat het resultaat is van de volgende twee knoppenrijen:

| | | | |
|----|---|---|----|
| MC | 6 | × | M+ |
|----|---|---|----|

| | | | | |
|----|---|----|---|----|
| MC | 2 | M- | × | MR |
|----|---|----|---|----|

(Antwoord: bij de eerste knoppenrij zijn er machines met 36 op het scherm en 36 in het geheugen en machines met 6 op het scherm en 6 in het geheugen, bij de tweede knoppenrij hebben alle machines - 4 op het scherm en - 2 in het geheugen.)

Een nadere beschrijving van en toelichting bij de werking van ieder van de in de vorige paragraaf genoemde geheugentoetsen geven we hierna. Naar ons idee is het voor een goed gebruik van de geheugentoetsen van belang om precies te weten wat de werking van de toetsen is [9].

Per toets geven wij tevens 'gebruikerscontexten' aan die wij denken te kunnen onderscheiden. Onder deze term

verstaan wij de situaties, gezien vanuit de gebruiker, waarin hij/zij de toets gebruikt.

M in

De **M in** maakt van het schermgetal een kopie in het geheugen en verdriift daarbij de reeds aanwezige geheugenwaarde. Het getal blijft op het scherm staan. Als de waarde op het scherm 0 is, zorgt **M in** dat er 0 in het geheugen komt te staan (waarbij de kleine M van het scherm verdwijnt, het geheugen wordt schoongemaakt).

| Intoetsing | ScherM | Geheugen |
|------------|--------|----------|
| ... | 0 | 0 |
| 6 | 6 | 0 |
| M in | M 6 | 6 |
| 3 | M 3 | 6 |
| M in | M 3 | 3 |
| 0 | M 0 | 3 |
| M in | 0 | 0 |

Wij zien voor de **M in** één mogelijke gebruikerscontext:
 – *Opslag*: de schermwaarde wordt opgeslagen in het geheugen (de schermwaarde blijft zichtbaar op het scherm en kan eventueel verder gebruikt worden).

MR

De **MR** zet de geheugeninhoud op het scherm, waarbij hetgeen er op het scherm stond verdwijnt. Het getal blijft in het geheugen staan. Als het geheugen schoon was (en er dus 0 in het geheugen zat) komt er 0 op het scherm.

| Intoetsing | ScherM | Geheugen |
|------------|--------|----------|
| ... | M 0 | 6 |
| 3 | M 3 | 6 |
| MR | M 6 | 6 |

Wij onderscheiden voor de **MR** drie mogelijke gebruikerscontexten:

– *Resultaat*: als afsluitende toets na één of meer geheugenoperaties;

| | | | | | | |
|---|---|---|---|----|-----|----|
| 4 | * | 5 | = | M+ | ... | MR |
|---|---|---|---|----|-----|----|

– *Verder gebruik*: de geheugeninhoud wordt verder in een berekening gebruikt (het geheugen als variabele);

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|----|-----|---|---|----|---|
| 2 | * | 3 | = | M+ | ... | 8 | - | MR | = |
|---|---|---|---|----|-----|---|---|----|---|

– *Laat zien*: de waarde in het geheugen wordt bekeken (bijvoorbeeld vanwege tussentijdse onzekerheid).

MC

De **MC** maakt het geheugen schoon (zet 0 in het geheugen), maar laat het scherm intact.

| Intoetsing | ScherM | Geheugen |
|------------|--------|----------|
| ... | M 0 | 6 |
| 3 | M 3 | 6 |
| MC | 3 | 0 |

Wij zien voor de **MC** één gebruikerscontext:

– *Schonen*: het geheugen wordt schoongemaakt (voor verder gebruik).

MRC

De **MRC** werkt als volgt: één keer drukken werkt zoals de **MR**, een tweede keer drukken (zonder tussenkomst van een andere intoetsing) werkt zoals de **MC**.

| Intoetsing | ScherM | Geheugen |
|------------|--------|----------|
| ... | M 3 | 6 |
| MRC | M 6 | 6 |
| MRC | 6 | 0 |

Voor de gebruikerscontexten verwijzen wij naar de gebruikerscontexten van de **MR** en **MC**.

M+

De **M+** telt de schermwaarde op bij de geheugeninhoud en stopt het resultaat in het geheugen. Het scherm blijft onveranderd, de oude geheugeninhoud is verdwenen. Als het geheugen schoon is, telt **M+** de schermwaarde op bij de 0 die er in het geheugen zit.

Wanneer er na een onafgemaakte bewerking **M+** wordt ingetoetst, geven de door ons onderzochte machines twee verschillende resultaten te zien.

Er zijn machines waarbij de **M+** de bewerking af maakt. Het resultaat komt op het scherm en wordt opgeteld bij de geheugeninhoud (**M+** functioneert ook als =). Op de door ons onderzochte machines heet deze toets **M+**.

| Intoetsing | ScherM | Geheugen |
|------------|--------|----------|
| ... | 0 | 0 |
| 6 | 6 | 0 |
| M+ | M 6 | 6 |
| 4 | M 4 | 6 |
| * | M 4 | 6 |
| 5 | M 5 | 6 |
| M+ | M 20 | 26 |
| = | M 20 | 26 |

Er zijn andere machines waarbij de **M+** het aanwezige (zichtbare) schermgetal optelt bij de geheugeninhoud, waarbij de lopende bewerking intact blijft (**M+** functioneert niet als =). De toets op deze machines heet **M+** of **SUM**.

| Intoetsing | Scherm | Geheugen |
|------------|--------|----------|
| ... | 0 | 0 |
| 6 | 6 | 0 |
| M+ | M | 6 |
| 4 | M | 4 |
| * | M | 4 |
| 5 | M | 5 |
| M+ | M | 5 |
| = | M | 20 |

Wij onderscheiden voor de **M+** twee mogelijke gebruikerscontexten:

- *Opslag*: de schermwaarde wordt opgeslagen in het geheugen (de schermwaarde blijft op het scherm zichtbaar en kan eventueel verder gebruikt worden);

| | | | | | |
|---|---|---|---|-----------|-----|
| 4 | * | 5 | = | M+ | ... |
|---|---|---|---|-----------|-----|

- *Opteller*: de schermwaarde wordt opgeteld bij de geheugenwaarde (de schermwaarde blijft op het scherm zichtbaar en kan eventueel verder gebruikt worden).

| | | | | |
|---|-------------|---|-----------|-----|
| 4 | M in | 5 | M+ | ... |
|---|-------------|---|-----------|-----|

M-

De **M-** trekt de schermwaarde af van de geheugeninhoud en stopt het resultaat in het geheugen. Het scherm blijft onveranderd, de oude geheugeninhoud is verdwenen.

Voor wat betreft het functioneren van de **M-** als = zijn er dezelfde verschillen als bij de **M+**.

Wij onderscheiden voor de **M-** één mogelijke gebruikerscontext:

Aftrekker: de schermwaarde wordt afgetrokken van de geheugenwaarde (de schermwaarde blijft op het scherm zichtbaar en kan eventueel verder gebruikt worden).

| | | | | |
|---|-------------|---|-----------|-----|
| 4 | M in | 5 | M- | ... |
|---|-------------|---|-----------|-----|

x↔M

De **x↔M** wisselt de schermwaarde met de geheugenwaarde.

Als het geheugen schoon is, wisselt de **x↔M** de 0 uit het geheugen met de schermwaarde.

Als de schermwaarde 0 is, wisselt de **x↔M** de 0 van het scherm met de waarde in het geheugen en wordt het geheugen schoon.

| Intoetsing | Scherm | Geheugen |
|------------|--------|----------|
| ... | 0 | 0 |
| 6 | 6 | 0 |
| x↔M | M | 0 |
| 5 | M | 5 |
| x↔M | M | 6 |
| 0 | M | 0 |
| x↔M | 5 | 0 |

Wij onderscheiden voor de **x↔M** vier mogelijke gebruikerscontexten:

- *Laat zien*: de geheugenwaarde wordt bekeken (bijvoorbeeld vanwege tussentijdse onzekerheid) terwijl de schermwaarde bewaard wordt;
- *Opslag*: (alleen als het geheugen schoon is) de schermwaarde wordt in het geheugen gezet en de nieuwe schermwaarde wordt 0;
- *Eruit*: (alleen als de schermwaarde 0 is) de geheugenwaarde wordt op het scherm gezet en het geheugen wordt geschoond;
- *Verder gebruik*: (alleen als de schermwaarde en de geheugenwaarde niet 0 zijn) de geheugenwaarde wordt opgeroepen voor verder gebruik, terwijl de schermwaarde bewaard wordt.

Analyse van basisschool en voortgezet onderwijs materiaal.

Om inzicht te krijgen in het gebruik van het geheugen van de zakrekenmachine hebben wij een ruime selectie van materiaal bestudeerd, dat bedoeld is voor de basisschool en voor het voortgezet onderwijs. Of het rekenmachinemateriaal ook werkelijk gebruikt wordt en hoe het gebruikt wordt, komt hier niet aan de orde [10].

Uit de analyse van het basisschool en voortgezet onderwijs materiaal waarin op de een of andere wijze het werken met het geheugen van een zakrekenmachine aan de orde wordt gesteld, blijkt dat er verschillen bestaan in:

1. Het moment in de schoolloopbaan waarop de leerlingen voor het eerst met het geheugen van een rekenmachine in aanraking komen.
2. Welke geheugentoetsen er gebruikt en aangeleerd worden.
3. De betekenis die aan bepaalde geheugentoetsen wordt toegekend (anders gezegd: in welke gebruikerscontext die toetsen worden gebruikt).

ad 2: Hierbij gaat het vooral om de toetsen **MC**, **M-** en **M in**. Deze worden door de ene methode wel en door de andere niet gebruikt/aangeleerd. De toetsen **MRC** en **x↔M** worden in geen enkele – door ons bestudeerde – methode behandeld.

| Naam methode | Niveau begin | Behandelt | | | Betekenis | |
|---------------------------------|----------------|-----------|-----|------------------|-----------------------|--------------------------|
| | | MC | M- | M in | M+ | MR ¹ |
| Rekenwerk | groep 6 | ja | ja | nee | opslag opteller | resultaat verder gebruik |
| De Wereld in Getallen | groep 8 | ja | nee | nee | opslag | resultaat verder gebruik |
| Rekenen & ² Wiskunde | groep 8 | nee | nee | nee | opteller ³ | resultaat |
| Operatorioir Rekenen | groep 8 | nee | ja | nee | opteller ³ | resultaat |
| Naar Aanleg en Tempo | groep 8 | nee | ja | nee | opteller ³ | resultaat |
| Sommasjien | ? ⁴ | nee | ja | nee ⁵ | opteller ³ | resultaat |
| Mijn zakreken-machineboek | groep 6 | nee | ja | nee | opteller ³ | resultaat |

1. De gebruikerscontext 'laat zien' is typisch iets van de leerling en is door ons in de methoden niet expliciet aangetroffen.
2. Rekenen & Wiskunde geeft de (aanwijzingen voor) uitleg van het geheugen in de handleiding.
3. Expliciet is de gebruikerscontext hier 'opteller', impliciet echter ook 'opslag'.
4. Sommasjien kan ingezet worden in de bovenbouw basisschool en in de brugklas.
5. De mogelijkheid van een M in-toets wordt wel genoemd in de handleiding.

| Naam methode | Niveau begin | Behandelt | | | Betekenis | |
|------------------|--------------|-----------|-----|------|-----------------|----------------|
| | | MC | M- | M in | M+ | MR |
| Wiskunde-lijn | lbo/mavo 3 | nee | nee | ja | - | verder gebruik |
| Sigma | havo 4 (A) | nee | nee | ja | opteller | verder gebruik |
| Getal en Ruimte | havo 4 (A) | nee | nee | ja | - | verder gebruik |
| Moderne Wiskunde | havo 4 (A) | nee | nee | ja | opteller | verder gebruik |
| W12/16 ZRM | klas 1 | nee | ja | nee | opslag opteller | resultaat |

Tabel 1: basisschool methoden (boven) en Tabel 2: voortgezet onderwijs methoden (onder)

ad 3: Hierbij gaat het om de toetsen **M+** en **MR** die in verschillende gebruikerscontexten worden gebruikt.

Bij de analyse van basisschoolmateriaal hebben we zes rekenmethoden onderzocht (Rekenwerk, De wereld in Getallen, Rekenen & Wiskunde, Operatoir Rekenen, Naar Aanleg en Tempo, Taltaal) en twee speciaal voor de zakrekenmachine ontwikkelde materialen (Sommasjien, Mijn zakrekenmachineboek).

Taltaal behandelt wèl de zakrekenmachine (vanaf groep zes), maar niet het geheugen.

Een indeling van het resterende basisschoolmateriaal op grond van de categorieën staat in tabel 1 (zie de pagina hiernaast).

Bij de analyse van materiaal voor het voortgezet onderwijs hebben we zeven wiskundemethoden onderzocht (Exact, Maatwerk, Wageningse Methode, Wiskundelij, Sigma, Getal en Ruimte, Moderne Wiskunde), de experimentele serie werkbladen getiteld W12/16 Zak-RekenMachines [11] en het Hawex-materiaal.

Alleen in de laatste vier genoemde wiskundemethoden en in het W12/16-materiaal wordt het geheugen van de zakrekenmachine op enigerlei wijze behandeld. Een indeling op grond van de categorieën staat in tabel 2 op de pagina hiernaast.

Knelpunten/aandachtspunten

De gebruiker verwacht van de **M+**-toets iets anders dan dat de machine in feite doet:

- de gebruiker wil ‘opslag’, dat wil zeggen een getal in het geheugen zetten;
- de machine telt op bij de 0, die al in het geheugen staat.

Uit de in de inleiding genoemde ervaringen blijkt dat dit voor leerlingen verwarrend is. Ze moeten zich telkens opnieuw realiseren dat de **M+** in feite niet ‘opslaat’ maar ‘optelt’. Dit impliceert dat ze bij een primair gebruik van het geheugen (opslag) altijd eerst moeten zorgen dat het geheugen schoon is.

Zie bijvoorbeeld het rekensommetje $3 + 4 = 7$.

De bijbehorende uitspraak is:

je hebt 3, en doet er 4 bij (dan heb je 7).

Op een eenvoudige, standaard, rekenmachine (met **M+** en zonder **M in**) is dit sommetje eenvoudig te maken.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 | + | 4 | = |
|---|---|---|---|

De uitspraak ‘je hebt 3, en doet er 4 bij’ is in dit geval passend. Na het intoetsen van de 3 ‘heb je 3’ en + 4 ‘doet er 4 bij’.

Met behulp van het geheugen is het sommetje als volgt te maken:

| | | | | |
|---|----|---|----|----|
| 3 | M+ | 4 | M+ | MR |
|---|----|---|----|----|

Deze manier sluit echter niet aan bij ‘je hebt 3, en doet er 4 bij’. Je ‘hebt’ hier niet eerst 3, waar je 4 bij doet, maar je telt de 3 op bij de 0 in het geheugen, waarna de 4 bij de 3 wordt opgeteld.

Onzes inziens kan dit verschil tussen de ‘gewone’ rekentaal en de rekenmachinetaal, bij gebruik van de **M+** als ‘opslag’-toets, belemmerend werken voor het geheugenbegrip bij ‘beginnende’ leerlingen.

Met behulp van een rekenmachine met een **M in** toets naast een **M+**, kan wèl goed aangesloten worden bij de gewone rekentaal.

| | | | | |
|---|------|---|----|----|
| 3 | M in | 4 | M+ | MR |
|---|------|---|----|----|

De 3 wordt eerst opgeslagen in het geheugen (‘je hebt 3’) waarna 4 erbij opgeteld wordt (‘en doet er 4 bij’).

Wij pleiten voor een **M in** toets op de rekenmachines, die in de gebruikerscontext ‘opslag’ gebruikt kan worden. Dit maakt tevens de toets **M+** eenduidiger en dus doorzichtiger.

Ook de afwezigheid van een schoonmaakttoets werkt, in onze ogen, onduidelijkheid in de hand [12]. In onze optiek is het schoonmaken van het geheugen evenals het in het geheugen zetten (opslag) in de onderwijssituatie een van de primaire geheugenfuncties.

Ten einde op een duidelijke, doorzichtige, manier het gebruik van het geheugen op een zakrekenmachine aan te leren, lijkt het ons verstandig met de drie toetsen **M in**, **MR** en **MC** te beginnen. Ze staan, respectievelijk, voor de elementaire handelingen ‘iets opslaan’, ‘iets eruit halen’ en ‘schoonmaken’. Later kan het geheugenbegrip verder ontwikkeld worden door middel van de twee toetsen **M+** en **M-**.

Vervolg

Het werken aan het zakrekenmachinegeheugen wordt door ons gedaan in het kader van een (kleinschalig) zakrekenmachineproject, waarin medewerkers van de SLO, het OW&OC en het IVLOS (Instituut voor Lerarenopleiding, Onderwijsontwikkeling en Studievaardigheden van de RU Utrecht) participeren.



Op dit moment wordt, ten behoeve van het project, materiaal samengesteld waarmee de hier vermelde ideeën in de klaspraktijk zullen worden getoetst. Over dit materiaal en onze bevindingen ermee zal in een volgend artikel worden bericht.

Noten en literatuur

- [1] Broekman, H. en R. Meyer: *De ZRM kan meer*, Euclides, jrg. 66 nr. 2, oktober 1990.
- [2] *Rekenwerk, Praktijkboek 6b*, De Ruiter, Gorinchem, 1988.
- [3] Macnal, D.S. en J.A. Cummine: *Teaching Mathematics 11-16: a difficulty-centred approach*, GB, 1986.
- [4] Wiebe, J.H.: *Calculator Memory and Multistep Problems*, Arithmetic Teacher, jrg. 37, nr. 1, september 1989, pp. 48-49.
- [5] De bekeken rekenmachines zijn: TI 502, TI 30 Galaxy, TI Galaxy Junior, Casio fx junior, Casio fx-82c, Casio SL-100w, Casio fx-250c, Toshiba SLC-8260, Philips SBC 1704, Philips SBC 1837 en een goedkoop machientje van Gamma.
- [6] De toets $x \leftrightarrow y$ en (andere) toetsen die vorig ingetoepte getallen terugroepen laten wij niet onder de 'geheugentoetsen' vallen.
- [7] De TI 30 Galaxy heeft geen teken op het scherm als er een getal in het geheugen zit.
- [8] Dit zijn de TI 502, Casio fx junior, Toshiba SLC-8260 en Philips SBC 1704.
- [9] Wij hebben alleen in het wat verouderde boekje van D. Wina *Allerhande met populaire rekenapparaten* (eerste druk, 1978) een vergelijkbare, uitgebreide, uitleg over de werking van de geheugentoetsen gevonden.
- [10] Schipper, Th., P. Edelenbos en E. Harskamp: *Zakrekenmachines in de basisschool deel 2*, Willem Bartjens, jrg. 9, nr. 3, maart 1990.
- In dit artikel worden de resultaten gepresenteerd uit een onderzoek onder 862 Nederlandse basisscholen naar het gebruik van de zakrekenmachine. Er wordt onder andere een overzicht gegeven van de resultaten van een telefonische enquête onder gebruikers van de methoden *Taltaal*, *Operatoir Rekenen* en *De Wereld in Getallen*. Het percentage scholen dat zegt de geheugentoetsen te gebruiken c.q. aan te leren is respectievelijk 26, 54 en 45 procent.
- [11] Van den Brink, F.J.: *W12/16 ZakRekenMachines*, Nieuwe Wiskrant, jrg. 10, nr. 2, december 1990.
- [12] De afwezigheid van de MC op een zrm kan op verschillende manieren worden opgevangen. Bij al deze manieren gaat de waarde op het scherm verloren.
- AC of ON; op sommige machines schonen deze toetsen zowel het scherm als het geheugen.
 - OFF en ON; op sommige machines schoont het uit- en weer aanzetten van de zrm zowel het scherm als het geheugen.
 - Op alle door ons onderzochte machines wordt het geheugen geschoond door het in het geheugen zetten van 0. Dit kan, onafhankelijk van de geheugeninhoud, op drie manieren:
 - 0 M in
 - MR M-
 - 0 $x \leftrightarrow M$

Verschenen

Algoritmen en heuristieken in contextrijk reken-wiskundeonderwijs

Dit boek bevat een twaalfstal inhoudelijke bijdragen van Boertien, Broekman, Kemme, Konings, Lagerwerf, Roodhardt, Spijkerboer, Streefland, Treffers, Van der Kooij, Van Streun en Wijers.

De bijdragen betreffen de plaats van algoritmen en heuristieken (probleem oplossen) en contexten in basison-

derwijs wiskundeonderwijs aan twaalf tot zestienjarigen, bovenbouw havo en de opleiding van onderwijsgevende.

Titel: *Algoritmen en heuristieken in contextrijk reken-wiskundeonderwijs*.

Redactie: H. Broekman, L. Spijkerboer en J. Terlingen.

Prijs: f 32,50

Verkoop: OW&OC, Tiberdreef 4, Utrecht, tel. 030-611651.