

Zakrekenmachine (een kwalitatief onderzoek)

F.J. van den Brink

Summary

Handheld computers and qualitative research in teaching.

The research reported in the present and following issues deals with the use of handheld computers by kindergarten and elementary school children.

It is three kinds of research:

- 1. Research on ideas of children about computers and about their use of the computer.*
- 2. Research on dialogues in groups of two children during their use of the computer for a certain subject.*
- 3. Research on the use of computers in real class situations.*

The aim of the research is: recommendations for instructions with computers based on the use of handheld computers by children.

Besides towards the children's behaviour the study is directed towards some mathematical subjects, didactical situations and principles that can be important for the introduction of the computer.

Inleiding

Onderzoeksfasen

In ons onderzoek naar het gebruik van de zakrekenmachine (1) door kleuters en lagere schoolleerlingen onderscheiden we drie perioden.

- 1. Kinderlijke denkbeelden en handelen.* Dit betreft een onderzoek naar kinderlijke denkbeelden over de rekenmachine en naar hun handelen met het apparaat.
- 2. Dialogen.* Een onderzoek naar het gebruik van de rekenmachine in groepjes van twee kinderen.
- 3. Klas.* Een onderzoek naar het gebruik van de rekenmachine in reële classesituaties.

Van kinderlijke denkbeelden en handelen naar onderwijs

Elke voorgaande fase is te beschouwen als een voorbereiding op de volgende, binnen het doel dat ons voor ogen staat. We willen namelijk *vanuit kinderlijke* denkbeelden en handelingen komen tot interessante lessituaties op de basisschool rond de rekenmachine. Onderzoek ten dienste van het onderwijs dat nodig is, omdat we immers starten vanuit een blanco situatie.

Er bestond geen voorbereidend onderzoek over hoe bijvoorbeeld vierjarigen bezig zouden zijn met de machine of op welke manieren vijfde klassers de rekenmachine gebruiken bij het cijferen. Dat moesten we zelf maar gaan bekijken.

Er waren en zijn wel een groot aantal onderzoeksvragen geformuleerd. Kunnen de kinderen straks alleen nog maar rekenen bij de gratie van een volle batterij? (fig. 1)

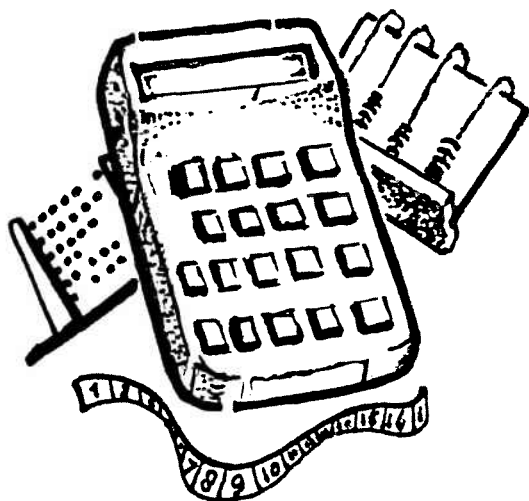
„Het ging wel, het was gemakkelijker dan de open vragen. Redelijk werk.” Alleen had Robert de pech dat zijn rekenmachientje het tijdens het examen begaf: nu moest hij „met de hand” worteltrekken. Het kostte hem veel tijd.

Zullen rekenkundige onderwerpen en begrippen, denk aan kommagetallen en variabelen, eerder moeten worden ingeleid dan nu het geval is? Hoe zit het met de toepassing van de machine in levensechte situaties? En dergelijke.

Er waren ook veel onderwerpen te bedenken die interessant genoeg leken om met kinderen uitgevoerd te worden. En waarvoor ook soft-ware-materiaal ontwikkeld zou moeten worden.

We denken daarbij aan:

- verschillende *talen* die bij de rekenmachine in het geding zijn. De gewone rekentaal die juf of meester hanteert, de notaties in het rekenboek, de notaties in de handleiding van de rekenmachine. Kortom: de invoering van de rekenmachine zou ook een vertaalprobleem met zich meebrengen.
- de *rekenmodellen en rekenmanieren* die van ouds het rekenen belichamen: de getallenlijn, de autobusproblemen, de abacus, de rekenrucs, ... De rekenmachine zou er een plaatsje in moeten hebben. Hij zou net zo vertrouwd moeten worden. (fig.2)



- de *spelletjes* die met de rekenmachine zijn te doen en die het leren hanteren van de machine sterk kunnen motiveren.
- *wiskundige begrippen* zoals variabelen, komma's, operaties die voor de leerlingen nog onbekend zijn, maar die ze wel al voor handen hebben middels de machine.

Vragen en onderwerpen te over. Maar verder hadden we weinig kennis en idee over hoe *kinderen* bezig zouden gaan met de rekenmachine.

We begonnen daarom een jaar lang kinderen van kleuterschool tot 6e klas lagere school nauwkeurig te observeren en legden alles vast op tapes en in notities. Dit resulteerde in 5 bundels observatie-verslagen en "een voorlopig standpunt"-bepaling.

De observatieverslagen (2) bestaan uit uitgewerkte bandopnamen, doorspekt met beschrijvingen van verschijnselen die visueel waar te nemen waren en opmerkingen die als korte beschouwingen ter plaatse zijn op te vatten. We komen daar straks uitgebreid op terug.

In het "voorlopige standpunt" (3) wordt vooral het verband gelegd tussen de *automaat* verstopt in het rekenmachientje (d.w.z. het geheel van regels volgens welke het apparaat is te bedienen) en de verschillende *talen* (dicteer- of handelingstaal, rekenmoedertaal, schriftelijke taal) die erbij in het geding zijn. Uiteindelijk moeten kinderen opgaven die in rekentaal zijn gesteld vertalen in een machinetaal.

Dialogen

Vooraf tijdens de tweede fase van het onderzoek waarin het accent werd gelegd op dialogen tussen kinderen, is dit "vertalen" o.a. aan bod gekomen. Enkele onderwerpen uit die fase:

- hoe vertel je je medeleerling hoe de machine werkt, als jij al deskundig bent? M.a.w. hoe maak je een medeleerling deskundig? Kan er sprake zijn van een voortschrijdende "deskundigencyclus" in de klas, zodat het aanpakken van een bepaald onderwerp met de rekenmachine "als een lopend vuurtje" door de klas gaat?
- handleiding schrijven voor de machine ten behoeve van een medeleerling. Die lezen, uitproberen en bekritisieren.

- de machine geeft kommagetallen. Hoe zijn die te vertalen in begrijpelijke noties voor de kinderen?
- moeilijke stipsommen uit het rekenboek – stimuleren ze het machinegebruik?
- is de rekenmachine te programmeren door kinderen?

Tal van andere onderwerpen zijn of worden nog aan de orde gesteld. De fase is zeker nog niet afgesloten, omdat dialogen zeer geschikt lijken om onderwerpen te vinden die in klassikale situaties kunnen worden gebruikt.

Klas

Tenslotte nog een enkel woord over het gebruik van de rekenmachine in klassikale situaties.

De bedoeling is om "leuke" klassikale lessen te onderwerpen en die te onderzoeken.

Het is echter de vraag of dit wel mogelijk of gewenst is. Zoals het er nu uitziet (mei, 1981), zijn groeps-situaties van twee kinderen zeer geschikt. Het zal echter in het vervolg van het onderzoek moeten blijken of ook andere grotere groepen zijn te onderwijzen met de rekenmachine.

Kinderlijke denkbeelden en handelen rondom de rekenmachine

We zullen nu dieper ingaan op de eerste fase van ons onderzoek: de kinderlijke denkbeelden over de rekenmachine en het gebruik ervan. (fig. 3)

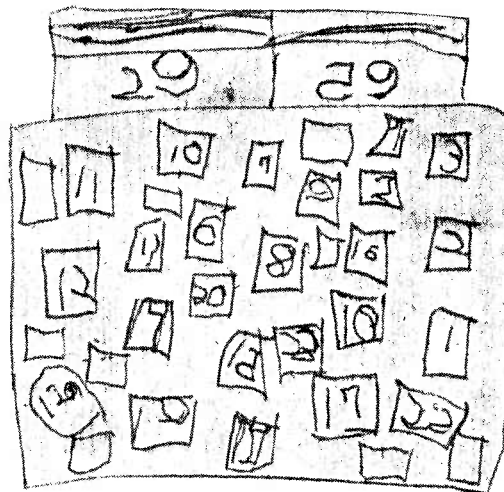


fig. 3

Tekening van een rekenmachine door een zesjarige kleuter.

In deze onderzoeksfase waren we vooral op vier facetten gericht:

- de interesses van kinderen,
- hun verrassingen,
- de didactische situaties en
- de didactische principes.

Interessen van kinderen

Waar gaat de interesse van kinderen naar uit als ze voor het eerst een rekenmachine in handen krijgen? Wat doen ze er het eerst mee? Is dat verschillend per leeftijd?

Er zijn activiteiten die *elke* leerling, of hij kleuter is of zesde klasser, met de rekenmachine uitvoert.

Ze maken bijvoorbeeld allemaal rijen symbolen op het venster.

Aan de andere kant merk je dat kinderen die geen scholing hebben gehad in het "gewone" rekenen, voor allerlei verrassingen worden geplaatst.

Hoe is het bijvoorbeeld mogelijk 7 op het venster te krijgen zonder dat je op toets 7 hebt gedrukt?

Kleuters zijn daar verbaasd over.

Verrassingen voor kinderen

De rekenmachine blijkt dus tal van verrassingen voor kinderen in petto te houden, omdat de machine vaak anders reageert dan het kind verwacht.

Kennis van deze kinderlijke verrassingen lijkt ons van belang voor het uiteindelijke onderwijs met de rekenmachine.

Didactische situaties

De voorgaande twee facetten zijn beschrijvingen van voornamelijk *spontane* reacties van kinderen.

Tijdens het observeren zijn echter ook *opzettelijk* didactische situaties door ons geschapen, zodra we het vermoeden hadden dat die goed zouden werken.

Deskundigen cyclus

Je kunt bijvoorbeeld ter introductie van de rekenmachine van een groepje van twee leerlingen beter één leerling tot deskundige hebben gemaakt, dan dat beide kinderen onbevungen tegenover de machine staan. In het laatste geval is er namelijk geen discussie, geen overleg en wordt het hanteren vaak één grote chaos. Dit in tegenstelling tot de situatie waarin één "deskundige" aanwezig is. Anderzijds is één "deskundige" met twee leerlingen ook niet aan te raden: de deskundige kan zijn aandacht n.l. niet verdelen over beide leerlingen, hij kan het gebeuren niet bijbenen.

Dergelijke ervaringen zijn voor het onderwijs van groot belang. Ze bepalen welke didactische principes je als onderwijzer het best kunt volgen in een situatie.

Didactische principes

Tijdens de observaties noteerden we tevens hoe we zelf op situaties reageerden.

We lieten bijv. voorspellen hoe de rekenmachine zou reageren voordat kinderen daadwerkelijk de toetsen gingen bespelen.

Dergelijke overwegingen van didactisch handelen kunnen bij het onderwijs met rekenmachines van nut zijn.

We vatten ze samen onder de term 'didactische principes'.

Vier verschijnselen

Wanneer we nu de observaties van de eerste onderzoeksfase overzien springen vier verschijnselen sterk in het oog.

Alle kinderen, van welke leeftijd ook, gaan zodra ze een rekenmachine in handen krijgen *rijen symbolen maken*.

Op de tweede plaats blijkt, dat oude-vertrouwde rekenmodellen, notaties en manieren, die het *officiële rekenen* belichamen, een "sterk" bestaan hebben bij de kinderen tegenover de vlotte rekenmachine.

Ten derde gaan alle kinderen, zij het op verschillend niveau, op zoek naar de *automaat* in de rekenmachine (hoe moet je de machine hanteren?).

En ten vierde blijkt er een *zekere geaardheid* te bestaan bij kinderen tijdens het hanteren van de rekenmachine.

Ze maken bijv. heel snel (druk)fouten en zijn zich dat ook terdege bewust. Als remedie zijn ze geneigd spontaan zichzelf hun handelen te dicteren.

Deze vier verschijnselen zullen we in de volgende paragrafen nader bespreken en toelichten met voorbeelden uit verschillende leeftijdsgroepen.

Daarbij zullen we steeds suggesties voor het rekenonderwijs geven.

Rijen symbolen rijen

Het maken van rijen symbolen vindt op verschillend niveau plaats.

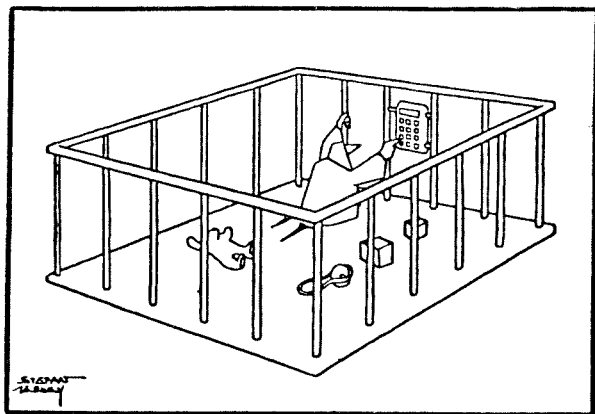
Kleuters veronderstellen, dat *elke* toets die je indrukt ook het betreffende symbool in het venster oproept. Maar met de \times wordt dit bijvoorbeeld niet gedaan door onze machine.

Het lijkt erop dat je om de *operatietoetsen zinvol* te kunnen gebruiken toch eerst wat meer rekenkennis nodig hebt.

Wat voor kleuters overblijft, is de notatie en de daarmee samenhangende problematiek van de volgorde en de leesrichting bij het maken van rijen.

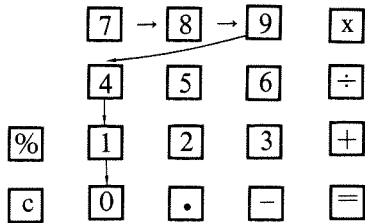
Ze kunnen bijv. van rijen leeftijdsgetallen 'grafieken' op de rekenmachine maken.

We zullen hieronder voorbeelden van leersituaties aandragen vanuit kleuterklas tot 6e klas rond het symbolen rijen.



Het prille begin (fig. 4)

Kikkie-Nanje (2;11) (twee jaar en elf maanden) zit stil te kijken hoe ik op de toetsen van de rekenmachine druk. Daarna pakt zij de machine en duwt ook één voor één de toetsen in tot het venster gaat knippen ten teken dat er niets meer bij kan. Opvallend is dat ze een vaste route neemt over de toetsen en dat ook in het verder verloop vrijwel niet eenzelfde knop wordt ingedrukt.



Het ligt natuurlijk voor de hand om rijen cijfers te maken, om als het ware cijfers te rijgen als kralen aan een snoer.

Ik rijg op de machine voor Kikkie een ketting en zeg daarbij: "Stokje, stokje, kraal, stokje"

Het wordt: | | □ | | □ | |

Deze rij schrijf ik op een stukje papier.

Dat wil Kik ook doen.

Ze maakt op de machine: | □ □ | □ | □ □ en noteert dit op een papiertje.

Als ze zelf verder experimenteert, is het een verrassing voor haar te ontdekken, dat niet elke toets die je indrukt bijdraagt tot de rij. Maar ze accepteert het zonder commentaar. Een jaar later verandert dat enigszins.

Kikkie (4;7) drukt twee maal op de keertoets en kijkt naar het venster. Er verandert niets: de nul blijft staan. Ze zegt: "Hè? Zit er niks, nee zit van deze niet." Ze bedoelt dat het x-teken niet in het venster is te zien.

Dat geldt ook voor de =-toets. "Ja, deze kan ik niet" (alleen de nul blijft weer te zien, geen min-teken).

Dan drukt ze op de .-toets en ze roept blij: "Ja, eentje!" Achter de nul is inderdaad een kleine stip verschenen. Dat maakt indruk.

Ook het knippen van het venster dat volgeregen is met cijfers spreekt tot de verbeelding van de kleuters. (Op het venster kunnen maximaal 8 cijfers. Druk je er negen in, dan gaat het venster knippen).

"Storen" noemt Bob (5 jaar) dat.

"Je kunt er ook als politieauto mee rijden" vindt hij en hij bromt met het ding over tafel.

Nu blijkt ook dat je niet zomaar elke rij cijfers kunt maken: 00000000 kun je niet maken bijv., tenzij je er een stip tussen plaatst: 0.0000000.

Tijdens het rijgen van cijfers vroeg ik aan Kikkie (4;11) nu eens alleen een rijtje nullen te maken.

" 't Gaat niet" zegt ze als ze het probeert. Er blijft maar één nul in het venster staan. Een rij enen lukt wél.

Plotseling doorbreekt ze echter het "netjes" noteren. Ze zegt: "Ik ga even héél moeilijk doen" en drukt met haar volle hand op alle toetsen.

Tot mijn verbazing ontstaat er een rij van alleen maar nullen (fig.5)

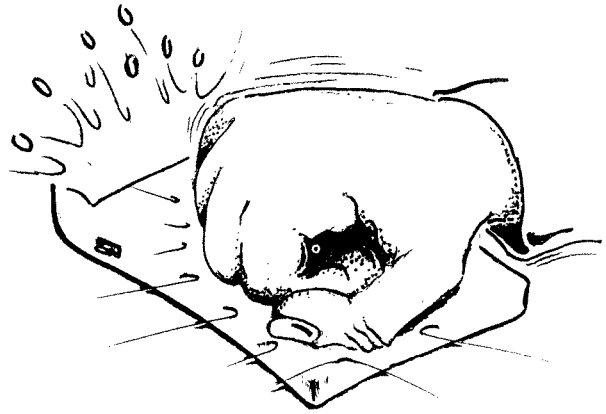


fig. 5

Combinaties met operatietoetsen

Bij het rijgen worden geleidelijk aan steeds meer combinaties uitgetoetst. Niet alleen de cijfertoetsen maar ook de andere, de operatietoetsen, worden gebruikt. Kinderen schrijven daarbij allerlei functies aan toetsen toe.

Kikkie (2;11) drukt in ÷, 0, ÷, en de machine gaat knippen (0:0=)

Ze beschouwt daarna ÷ blijkbaar als "knipperkop" want even later drukt ze aan 7 8 9 4 1 ÷ en wacht, zij het tevergeefs, op het knippen

Later is Kikkie (4;7) erg enthousiast over het resultaat van 7 ÷ 3 = (op het venster staat: 2.3333333)

"O, heel veel!" En ze drukt nog eens op de =-toets. Waardoor 0.7777777 ontstaat (2.3333333 : 3 = 0.7777777)

Nu gaat ze twifelen aan de "heel veel"-toets = : "Was er deez' opgedrukt?" vraagt ze me en wijst op de toets 7 .

Kleuters koppelen sterk de tekens en cijfers op de toetsen met de symbolen die in het venster verschijnen.

Combinaties van cijfertoetsen met operatietoetsen worden echter niet of anders foutief geïnterpreteerd door kleuters.

Daar ligt blijkbaar een grens tussen wat je zonder rekenkennis nog van de machine kunt begrijpen.

Je hebt rekenkennis nodig (je moet weten wat +, = en = kan betekenen) alvorens zinvol met die toetsen bezig te kunnen zijn.

Dit neemt echter niet weg dat er voor de kleuterschool allerlei aardige opdrachten uit te voeren zijn. Vooral op het gebied van noteren en de "grafische" beschrijvingen. We geven wat voorbeelden.

Op de kleuterschool

Jeroen (4 jaar) gaat er eens goed voor zitten. Hij scheidt er zichtbaar behagen in om met de rekenmachine te werken.

Zijn vader heeft er ook één, vertelt hij, waar hij nooit aan mag komen.

* Juf vraagt: Met hoeveel mensen zijn we hier?
"Met 3", zegt Jeroen en drukt $\boxed{3}$ in.
"En als ik weg ga?" "Dan met 2", en Jeroen drukt $\boxed{2}$ in.

Er staat nu 32 in het venster

Aan het einde van het gesprek staat er in het venster de rij 3210. Een grafisch verslag van een gesprek dat Jeroen zo kan voorlezen.

* Juf geeft een andere opdracht:
"Hoe oud ben je?" "Vier". "Druk dat eens in."
Het lukt zonder moeite om zijn leeftijdsgetal te vinden.

* "Druk eens acht keer een 4 in", vraagt juf daarna.
Jeroen: "Dan tel ik erbij" en terwijl hij telt, drukt hij acht keer op de toets 4. Het venster is nu vol vieren. (Er kunnen maar 8 cijfers op het venster staan).

Juf: "Tien vieren, lukt dat?"

"Nee," verzucht Jeroen "meer kan niet."

* Ook aan Bob (5 jaar) vraagt juf hoeveel jaar hij is?

"Vijf" en hij zet het op het venster.

"En als je weer jarig wordt?"

Bob: "Zes" en drukt de $\boxed{6}$ aan.

In het venster staat nu 56.

"En dan?" wil juf weten.

Bob: "7". Er staat nu 567 in het venster.

Maar dan weet hij niet welk cijfer er bij 'acht' hoort.

Hier stopt zijn rij van leeftijdsgetallen.

Karin (6 jaar) uit de eerste klas weet ook niet meer hoe je de "acht" schrijft. Maar ze weet een ander maniertje om erachter te komen. Door de toetsen op het toetsenbord van de rekenmachine snel af te tellen vindt ze het symbool '8' (fig.6).



fig. 6

Dat doet ze ook om de naam van getallenkaartjes van de getallenlijn voor de klas te vinden.

Soms merk je dat dit aftelmaniertje zelfs nog geldt voor tweede klassers!

Ik vraag aan Caroline (7;3) ; maart; eerste klas)
"Maak eens 10 op de rekenmachine".

"Even zoeken", zegt ze. En na een tijdje vertelt ze:
"Er zit geen tien bij."

De toets $\boxed{10}$ ontbreekt.

Ze is niet de enige die dit overkomt.

3 van de 11 eerste klassers die ik dit vroeg, gingen tevergeefs op zoek naar die toets.

Tot dat ik ze niet alleen het getal zei, maar ook toonde: 10.

Toen hadden ze direct door dat ze $\boxed{1}$ en $\boxed{0}$ moesten indrukken!

Volgorde en leesrichting in de rijen symbolen

"Ik ben 32" zegt de leidster tegen Jeroen.

Druk dat eens in. Jeroen maakt 23 op haar uitspraak 'twee en dertig'.

De overwegingen over de volgorde van de cijfers in getallen en de uitspraak van getallen komen vooral in de eerste klas aan bod.

Karin (6 jaar; 1e klas) dicteert Eddie (7) wat hij moet indrukken. "Eén, zes."

Ed overlegt voor zichzelf.

"Zes, dat kan aan die kant (16) of aan die kant (61)".

Later vertelt Karin wat zij heeft staan: 1683.

Maar ze leest de cijfers op van rechts naar links. Ze noemt het laatstverschene cijfer het eerst en Ed die 3861 indrukte, zegt, als hij de getallen vergelijkt: "Je hebt het allemaal verkeerd gedaan!"

Hij is overigens een goede uitzondering zo in het begin van de eerste klas, want velen merken niet eens op dat beide getallen 1683 en 3861 verschillend zijn!

"Maak dit eens op de machine" vraag ik aan Bob (5 jaar, kleuterschool).

En ik noteer 102. Bob voert het feilloos uit.

Dan vraag ik hem 201 op de machine te maken, maar ik noteer de cijfers van rechts naar links: eerst de 1, dan de 0 en de 2.

Bob drukt nu 102 in. En is verbaasd. Het is geen 201 geworden.

Net zo als de uitspraak (van bijv. 32) de volgorde bepaalt, bepaalt bij het schriftelijk dicteren het noteren de volgorde van de cijfers.

Bob was sterk gericht op mijn handeling en niet op de officiële leesrichting waarop de machine is gebaseerd. Ook eerste klassers en zelfs tweede klassers lopen in deze "didactische val" die gebruikt kan worden om de machine te leren. Kleuters daarentegen stellen onze schrijfrichting van nature al discutabel.

"Weet je wat," zeg ik tegen Kikkie (4;11), "Ik zal eens opschrijven welke knopjes jij moet aandrukken". En ik noteer van links naar rechts $1+1=$ terwijl ik zeg: "Deze (1). En dan die (+) en dan die (1) en dan die (=)".

Kikkie gaat nu direct aan de slag.

"Deze?" vraagt ze en wijst zomaar de + aan als eerste.

Je kunt dus zeggen dat de volgorde van de symbolen in een rij bij vierjarigen in 't geheel niet vast ligt, dat de volgorde bij vijf- en zesjarigen sterk bepaald wordt door uitspraak en wijze van noteren.

En dat de relatie tussen beide, de uitspraak en wijze van noteren (van bijv. 32) in de loop van de eerste klas bewust wordt. Via dicteeroefeningen is er binnen deze problematiek van het "rijgen" zeker een plaats voor de rekenmachine.

Ook in hogere klassen komt het rijgen aan bod, maar dan in een wat abstracter vorm.

Bijvoorbeeld in "raad de sprong"

Na \oplus \boxplus druk ik de \boxminus toets steeds in en achtereenvolgens verschijnen in het venster:

5 10 15 20 25

José (7; 2e klas) drukt op de \boxminus toets: 30 verschijnt

Albertine (7) zegt: "15+15 is 30"

Welke sprong maakt de machine steeds?

José: "De vijftien-sprong" (15+15=30)

Albertine: "Nee, de vijfsprong of de tiensprong."

Wat is het volgende getal, denk je? Hij staat nu op

José: "45" (ze denkt aan de 10-sprong).

De kinderen vermoedden zelfs een combinatie van twee sprongen: de vijf- en de tien-sprong.

Niets is gek en alles is blijkbaar mogelijk met het rijgen op de machine.

In dit artikel hebben we eerst een overzicht gegeven van de onderzoeksfases en zijn we daarna wat dieper op de eerste fase ingegaan.

Bij dit eerste onderzoek naar kinderlijke denkbeelden over een rekenmachine en het hanteren van de machine werden we getroffen door vier verschijnselen die bij alle leeftijdsgroepen optraden.

Kinderen die pas geconfronteerd worden met een rekenmachine

1. gaan rijen symbolen maken
2. houden het officiële rekenen in ere
3. gaan op zoek naar de automaat in de rekenmachine en
4. maken fouten waarop ze op een bepaalde wijze reageren.

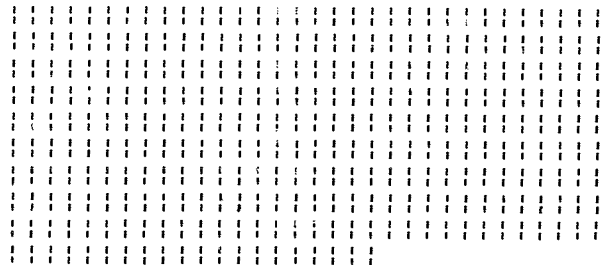
In een vervolgartikel zullen de laatste drie punten worden besproken, terwijl het in de bedoeling ligt de meer systematische tweede en derde fase (resp. "Dialogen" en "Klas") t.z.t. te publiceren.

- (1) In het onderzoek gebruikten we machines van het merk en type Sanyo: CX-8071, met toetsen x, ÷, +, =, -, ·, c, % en de cijfers.
- (2) Observaties rondom het handelen met rekenmachines in kleuterschool en onderbouw deel 1, 2, 3, 4 en 5.
(Interne publikaties, IOWO Utrecht)
- (3) Een voorlopig standpunt naar aanleiding van observaties rondom het handelen met rekenmachines in kleuterschool en onderbouw.
(Interne publikatie, IOWO Utrecht)



```
10 PRINT "                RAIN"
20 PRINT
30 FOR I=1 TO 308
40 PRINT CHR$(124);
50 NEXT I
60 PRINT
65 PRINT
70 PRINT "                21-7-81"
80 PRINT
90 PRINT "A POEM CREATED ON HP8
  5 BY ED DE MOOR."
100 PRINT "REVISED BY THIJS NOTE
  NB00M."
110 END
```

RAIN



21-7-81

```
A POEM CREATED ON HP85
BY ED DE MOOR.
REVISED BY THIJS NOTENBOOM.
```