



De rol van de rekenmachine in po, s(b)o en vo

Notitie ter advisering ministerie OCW

April 2012

slo

nationaal
expertisecentrum
leerplan-
ontwikkeling

Verantwoording

© 2012 SLO (nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling), Enschede

Alle rechten voorbehouden. Mits de bron wordt vermeld is het toegestaan om zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren dan wel op andere wijze te verveelvoudigen.

Redactie: Kees Buijs, Jos Tolboom

Bijdragen van: Nelleke den Braber, Nina Boswinkel, Kees Buijs, Anneke Noteboom, Sylvia van Os, Jos ter Pelle, Victor Schmidt, Jos Tolboom

Met medewerking van: Wilmad Kuiper, Berenice Michels, Eric Welp, Pieter van der Zwaard

Informatie

SLO

Secretariaat tweede fase

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 661

Internet: www.slo.nl

E-mail: tweedefase@slo.nl

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	4
2.	Hoofdvraag	5
3.	Deelvragen	6
4.	Werkwijze bij het beantwoorden van de onderzoeksvragen	7
5.	Beantwoording deelvragen en hoofdvraag	8
5.1	Deelvragen	8
5.2	Hoofdvraag	12
Bijlage 1:	Review procedure	13
Bijlage 2:	Leerplankundige analyse van de rol van de rekenmachine in het huidige leerplan	14
	De rol van de rekenmachine in het primair onderwijs	14
	De rol van de rekenmachine in het speciaal (basis)onderwijs	20
	De rol van de rekenmachine in de onderbouw havo/vwo	26
	De rol van de rekenmachine in het vmbo	33
	De rol van de grafische rekenmachine in de bovenbouw havo-vwo	38
Bijlage 3:	Maatschappelijke context van de rekenmachine	47
Bijlage 4:	Analyse TIMSS-gegevens 2007	49
	Inleiding	49
	Analyse van de TIMSS-database	49
Bijlage 5	Oordeel externe deskundigen over <i>eerste versie</i> van deze notitie	55
Bijlage 6	Integrale commentaren externe deskundigen	57
Bijlage 7	Referenties	76

1. Inleiding

Tijdens de begrotingsbehandeling in december 2011 is door het tweede kamerlid Dijkgraaf (SGP) en medeondertekenaar Van der Ham (D66) een motie ingediend. Deze motie luidde als volgt:

116

MOTIE VAN DE LEDEN DIJKGRAAF EN VAN DER HAM

Voorgesteld 1 december 2011

De Kamer,

gehoord de beraadslaging,

overwegende, dat veel leerlingen en studenten elementaire rekenvaardigheden en wiskundige bewerkingen niet meer beheersen door het gebruik van een (grafische) rekenmachine;

verzoekt de regering in overleg te treden met het College voor Examens over het uitsluiten van het gebruik van de rekenmachine bij toetsen in het basisonderwijs en het drastisch beperken van het gebruik van een (grafische) rekenmachine bij toetsen en examens in het voortgezet onderwijs,

en gaat over tot de orde van de dag.

Dijkgraaf Van der Ham

Uiteindelijk is de motie aangehouden en dus niet in stemming gebracht. De minister heeft wel toegezegd het gesprek met het CvE aan te gaan. Als einddatum is 1 april genoteerd.

De toezegging heeft betrekking op het CvE. Het CvE is immers bevoegd om te besluiten over de hulpmiddelen die mogen worden ingezet bij centrale examens (en in de toekomst ook van overheidswege voorgeschreven toetsen als de eindtoets basisonderwijs en de diagnostische tussentijdse toets vo). OCW is echter van mening dat hierbij ook sprake is van een onderwijsinhoudelijk vraagstuk. Daarom is SLO gevraagd om een notitie te leveren waarin de onderwijsinhoudelijke overwegingen, achtergronden en mogelijke gevolgen van een verdere beperking van de rol van de (grafische) rekenmachine te expliciteren.

2. Hoofdvraag

In hoeverre is het terugdringen van het gebruik van de (grafische) rekenmachine in het primair onderwijs (PO), speciaal onderwijs en speciaal basisonderwijs (S(B)O), voorbereidend middelbaar beroepsonderwijs (VMBO), voortgezet onderwijs onderbouw havo/vwo (VO OB) en voortgezet onderwijs 2^{de} fase havo-vwo (VO TF) nastrevenswaardig met het oog op verhoging van de basale rekenvaardigheid van leerlingen?

3. Deelvragen

Ter beantwoording van de hoofdvraag worden de volgende deelvragen beantwoord:

1. Wat is onderwijsinhoudelijk gezien op dit moment de plek van de (grafische) rekenmachine binnen het reken/wiskundeonderwijs? En welke ontwikkelingen hebben zich in de samenleving de afgelopen 20 jaar voorgedaan ten aanzien van het gebruik van de rekenmachine?
2. In hoeverre is er een gevaar dat het gebruik van de rekenmachine in het onderwijs in het algemeen beheersing van elementaire rekenvaardigheden en algebraïsche vaardigheden in de weg staat? In hoeverre is daar in de Nederlandse situatie sprake van?
3. In hoeverre staat een beperking van het gebruik van de rekenmachine andere onderwijsdoelen in de weg?
4. In de eindtoets basisonderwijs en in delen van de rekentoets vo mag geen gebruik gemaakt worden van de rekenmachine. In hoeverre dient het gebruik van de rekenmachine verder beperkt te worden met het oog op versterking van de basale rekenvaardigheid?
5. In welke vakken en op welke wijze zou het beperken van het gebruik van de (grafische) rekenmachine verantwoord kunnen plaatsvinden? Zijn er eventueel sectoren of vakken waarbij het gebruik van de (grafische) rekenmachine juist uitgebreid dient te worden?

Definitie basale rekenvaardigheid en basale algebraïsche vaardigheid

Onder basale rekenvaardigheid wordt in deze notitie, conform centrale richtinggevende documenten zoals de kerndoelen, TAL, TULE en het Referentiekader Rekenen een viertal componenten van basale rekenkennis verstaan, namelijk:

(a) Begrip van getallen en bewerkingen;

(b) Basiskennis ten aanzien van elementaire rekenfeiten en hoofdrekenstrategieën in het getallengebied tot 100 en daarboven;

(c) Kennis van rekenprocedures op papier (cijfermatig of minder verkorte vormen daarvan) voor gehele getallen, en voor eenvoudige kommagetallen, breuken en procenten;

(d) Kennis van schatstrategieën, werkwijzen bij het afronden van getallen en procedures om de ene getalsoort (breuken) om te zetten in een andere (kommagetallen).

Dit alles geldt zowel met betrekking tot kale opgaven als toepassingssituaties.

Doordat in deze notitie ook de rol van de grafische rekenmachine (GR) wordt onderzocht kijken we ook naar de voortzetting van rekenkundige vaardigheden, de zogenaamde *basale algebraïsche vaardigheden*. Daaronder verstaan we hier:

Het rekenen met onbekenden (variabelen en parameters), het oplossen van eerste- en tweedegraads vergelijkingen met één variabele, het manipuleren van formules met daarin één of meer variabelen en/of parameters en het onderzoeken van functies.

Het onderzoeken van functies behoort strikt genomen niet tot het wiskundige domein van de algebra, maar tot dat van de analyse. Omdat de grafische rekenmachine echter beschikt over mogelijkheden van functieonderzoek, rekenen we dit onderwerp om pragmatische redenen tot de basale algebraïsche vaardigheden.

4. Werkwijze bij het beantwoorden van de onderzoeksvragen

Het fundament voor de beantwoording van de vragen werd gelegd door middel van een vakinhoudelijk-leerplankundige analyse waarbij werd nagegaan wat de rol van de (grafische) rekenmachine in het huidige curriculum is op het niveau van het beoogde, uitgevoerde en bereikte leerplan. Daarbij werd ook de maatschappelijke context betrokken waaruit de vragen zijn voortgekomen: zorgen over basale rekenkundige en algebraïsche vaardigheden, en de mogelijk ongunstige invloed die het gebruik van de (grafische) rekenmachine op deze vaardigheden zou kunnen hebben. Om te voorkomen dat hierover onduidelijkheid zou kunnen ontstaan, werd tevens een 'werkdefinitie' geformuleerd zoals die hierboven staat weergegeven. Daarmee werd vastgelegd wat in deze notitie precies onder de basale rekenkundige en algebraïsche vaardigheden verstaan wordt.

De leerplankundige analyse is uitgevoerd voor de vijf onderwijssectoren waarvoor de onderzoeksvragen relevant zijn, te weten: het primair onderwijs, het speciaal (basis)onderwijs, het voorbereidend middelbaar beroepsonderwijs, de onderbouw voortgezet onderwijs en de bovenbouw voortgezet onderwijs. Bij de analyse hebben we ook gekeken naar mogelijke discrepanties tussen het beoogde, uitgevoerde en bereikte leerplan. Zulke discrepanties zouden naar de mening van de onderzoekers mogelijk van invloed kunnen zijn op de beantwoording van de onderzoeksvragen. Verder werd bij de analyse, voor zover mogelijk binnen de beschikbare tijd, een internationaal perspectief aangehouden waarbij werd nagegaan in hoeverre de onderzoeksvragen ook in andere landen een actueel punt van discussie zijn. Daarnaast hebben wij een analyse op de TIMSS-database met de resultaten uit 2007 uitgevoerd.

Op basis van de uitgevoerde analyse werden daarna de onderzoeksvragen in eerste ronde beantwoord. De voorlopige antwoorden hebben we vervolgens samen met de vijf uitgevoerde analyses aan ruim twintig externe vakinhoudelijke Nederlandse deskundigen (zie bijlage 1) voorgelegd. Hun reacties hebben geleid tot wezenlijke aanscherpingen en bijstellingen van de leerplankundige analyse en de hierop gebaseerde antwoorden op hoofdvraag en deelvragen. Deze versie is daarna nog eens gelezen en op hoofdpunten bijgesteld door enkele interne SLO-deskundigen. De uiteindelijke notitie is niet noodzakelijkerwijs altijd een getrouwe weergave van de meningen van de geraadpleegde deskundigen. De leerplankundige analyse voor de vijf onderwijssectoren is als onderbouwing aan deze notitie toegevoegd (zie bijlage 2).

5. Beantwoording deelvragen en hoofdvraag

Hieronder worden de onderzoeksvragen achtereenvolgens beantwoord. Daarbij onderscheiden we, indien relevant, de verschillende onderwijssectoren waarop een vraag betrekking heeft. Deze sectoren duiden we hieronder steeds als volgt aan: primair onderwijs, speciaal onderwijs en speciaal basisonderwijs, voorbereidend middelbaar beroepsonderwijs, voortgezet onderwijs onderbouw en voortgezet onderwijs 2^{de} fase havo-vwo.

5.1 Deelvragen

1. *Wat is onderwijsinhoudelijk gezien op dit moment de plek van de (grafische) rekenmachine binnen het reken/wiskundeonderwijs? En welke ontwikkelingen hebben zich in de samenleving de afgelopen 20 jaar voorgedaan ten aanzien van het gebruik van de rekenmachine?*

Zowel in het PO als in het S(B)O is de plek van de rekenmachine zeer bescheiden. Zij beperkt zich veelal tot een aantal specifieke rekenlessen of opgaven waarbij de RM een rol speelt in groep 6, 7 en 8. De rekenmachine komt bij de andere rekenlessen slechts incidenteel aan de orde. Dit verschilt overigens behoorlijk per rekenmethode. Ook in de toetsing van deze beide sectoren speelt de rekenmachine nauwelijks een rol. Vanaf de onderbouw van het voortgezet onderwijs (zowel vmbo als havo-vwo) ligt het anders. Daar is de rekenmachine al sinds 1975 vrij inzetbaar bij alle vakken, behalve in de specifieke rekenles(sen) die op veel scholen in het kader van de invoering van het Referentiekader is (zijn) ingevoerd. In de toetsing is de rekenmachine eveneens al sinds 1978 bij alle relevante eindexamens in het voortgezet onderwijs vrij inzetbaar. In de voorgestelde rekentoetsen op het niveau 2F en 3F, bestemd voor respectievelijk eind vmbo en eind havo, is dat niet het geval. In deze toetsen is er een categorie opgaven (ongeveer 20% van het totaal aantal opgaven) waarbij de rekenmachine niet is toegestaan. Over de rekentoets op het niveau 3S voor eind VWO kunnen wij nog geen uitspraken doen. Deze toets is nog onder advies van de Rekentoetswijzercommissie 3S. Het advies daarover volgt in juni 2012.

In onze samenleving heeft zich de afgelopen twintig jaar een ingrijpende wijziging in het gebruik van de rekenmachine voorgedaan. De rekenmachine is tegenwoordig niet alleen als op zichzelf staand apparaat alom aanwezig, maar ook via (tablet)computers, telefoons, horloges, software, enzovoorts (zie ook bijlage 3). Voor veel leerlingen is de rekenmachine, meestal als toepassing op een algemener apparaat, buiten school dan ook een vanzelfsprekend hulpmiddel om in functionele situaties te gebruiken.

2. *In hoeverre is er een gevaar dat het gebruik van de rekenmachine in het onderwijs in het algemeen beheersing van elementaire rekenvaardigheden en wiskundige bewerkingen in de weg staat? In hoeverre is daar in de Nederlandse situatie sprake van?*

Zoals bij deelvraag 1 is aangegeven, is daarvan in het PO en S(B)O geen sprake. Immers, het gebruik van de rekenmachine daar is zeer beperkt. In de onderbouw van het voortgezet onderwijs, zowel binnen het vmbo als havo-vwo, is er wél een risico dat de basale rekenvaardigheid te lijden heeft onder het veelvuldig inzetten van de rekenmachine. Daarvan is vooral sprake in scholen waar weinig aandacht is voor het versterken en onderhouden van basale rekenvaardigheid en voor het leren onderscheiden van rekensituaties waarin zélf rekenen voor de hand ligt, en situaties waarin de rekenmachine het aangewezen hulpmiddel is. Wij schatten dat dit op ongeveer 20-30% van de scholen het geval is¹ (Van Grinsven &

¹ Voor het VMBO, zie het rapport De invoering van referentieniveaus Nederlandse taal en rekenen in het VMBO (Van Grinsven & Elphick, 2010). Daaruit blijkt (p. 55) dat op ongeveer 1 op de 10 scholen nog geen enkele maatregel is genomen om de invoering van het RK te ondersteunen. Bovendien geven 'opvallend grote groepen docenten aan (rond 30%) dat ze niet weten of de school al maatregelen genomen heeft'. Hieruit en uit meer incidentele informatie zoals op de conferentie Onderweg naar

Elphick, 2010). Hierdoor bestaat het gevaar dat leerlingen steeds meer gebruik gaan maken van de rekenmachine, ook als basaal hoofdrekenen of een eenvoudige berekening op papier de voorkeur genieten.

Op veel scholen in het voortgezet onderwijs is echter de laatste jaren een ontwikkeling gaande waarbij het gebruik van de machine teruggedrongen wordt en waarbij in toenemende mate aandacht wordt geschonken aan het onderhouden van basale rekenvaardigheden. Deze ontwikkeling is mede in gang gezet door de invoering van het Referentiekader en de daaruit voortvloeiende verplichte rekentoetsen 2F en 3F die als onderdeel van het eindexamen vanaf het schooljaar 2013-14 worden afgenomen. In hoeverre deze ontwikkeling toereikend is om de beoogde basale rekenvaardigheid te waarborgen, is op dit moment nog niet te zeggen. Het lijkt in ieder geval aan te bevelen om deze ontwikkeling nauwlettend te volgen en beleidsmatig te ondersteunen door te bevorderen dat er in de scholen zowel intensieve aandacht voor versterking van basale rekenvaardigheid is als voor het verstandig gebruik van de rekenmachine. Gelet op de beperkte knowhow en vakkennis van nogal wat docenten in het voortgezet onderwijs die met rekenen in hun vak te maken hebben, lijkt het verder aan te bevelen om beleidsmatige ondersteuning te bieden bij de verdere vergroting van deze in hoge mate noodzakelijke vakkennis (Lenstra, et al., 2009).

De resultaten van onze TIMSS-analyse vormen geen aanleiding het gebruik van de rekenmachine als gevaar te beschouwen. Er zijn landen met een hoge TIMSS-score waarin de rekenmachine intensief in de wiskundelessen gebruikt wordt. Uit de TIMSS-analyse kan men min of meer concluderen dat gebruik van de rekenmachine de scores op TIMSS weinig beïnvloedt.

Voor wat betreft het gebruik van de grafische rekenmachine in het VO TF geldt dat de algebraïsche vaardigheden sinds de invoering van de vernieuwde tweede fase in 2007 zodanig verbeterd zijn dat de klachten in het wetenschappelijk onderwijs zijn afgenomen (rapportages Nederlandse universiteiten), hoewel deskundigen vinden dat er nog wel een verbeterslag moet worden gemaakt. Met de examenprogramma's voor 2015, waarin de algebraïsche vaardigheden nog scherper zijn gearticuleerd, verwacht het CvE nog extra winst te boeken. Voor de route havo-hbo konden we geen geschikte data hierover vinden, maar er is geen principiële reden om hier een andere trend te verwachten dan voor de route vwo-wo.

3. *In hoeverre staat een beperking van het gebruik van de rekenmachine andere onderwijsdoelen in de weg?*

Het zeer beperkte gebruik van de rekenmachine in het PO heeft als nadeel dat het kerndoel van het 'met inzicht kunnen gebruiken van de rekenmachine' door een deel van de leerlingen waarschijnlijk niet gehaald wordt. In het inmiddels ingevoerde referentiekader rekenen (1F en 1S) is een beperkt aantal onderwijsdoelen opgenomen waarin de rekenmachine een rol speelt. Deze staan doelen met betrekking tot basale rekenvaardigheid niet in de weg. Een wat ruimere plaats van de rekenmachine in het curriculum van groep 7 en 8, inclusief de nieuwe verplichte eindtoets voor rekenen, lijkt in dat opzicht wenselijk. Dit mede in het licht van een betere aansluiting op de onderbouw van het VO (waar wij overigens pleiten voor een niet-onbeperkte inzet van de rekenmachine).

Voor het S(B)O geldt dat een betere integratie van de rekenmachine in het curriculum dan nu het geval is, met zich mee zou kunnen brengen dat de leerlingen binnen deze sector betere mogelijkheden krijgen om zich in hun rekenontwikkeling verder te ontplooien. Door de beschikbaarheid van de rekenmachine zouden ook moeilijkere getallen, complexere getalsoorten (kommagetallen, procenten, verhoudingen) en meer ingewikkelde bewerkingen dan beter binnen bereik kunnen komen (Boswinkel, Buijs, Noteboom, & Van Os, 2012; De Goeij, 2007). Onderzoek naar deze mogelijkheden lijkt gewenst.

Voor het VMBO, en deels ook voor VO OB, geldt voorts dat verdere beperking van het

2F (die SLO vanuit het project VmR+) heeft georganiseerd met zo'n 100 rekendocenten, blijkt dat het niet onaannemelijk is dat op zo'n 20 tot 30% van de scholen waarschijnlijk nog maar heel weinig is gebeurd. Dit wordt nog ondersteund door informatie uit hetzelfde rapport dat zo'n 50 tot 60% van de scholen aangeeft hier spoedig werk van te gaan maken. Het gaat hier om de situatie in oktober 2010. Er lijkt geen reden te zijn waarom de situatie in het PO en HAVO-VWO hierin sterk zou verschillen.

rekenmachinegebruik op gespannen voet lijkt te staan met een van de fundamentele rekendoelen zoals die in het Referentiekader worden onderscheiden, namelijk het functioneel gebruik van rekenkennis. Zonder rekenmachine is het lastig om rekenopgaven in authentieke probleemsituaties op te lossen, omdat de getallen in zulke situaties meestal niet "mooi" zijn. Daarnaast kunnen problemen bij het uitvoeren van berekeningen als gevolg van het niet beschikbaar zijn van de rekenmachine leiden tot verstoringen in het leerproces rond het probleemoplossen. Zoals eerdere analyses van Cito en SLO hebben uitgewezen, blijken Nederlandse leerlingen mede op dat gebied in grote internationale vergelijkende onderzoeken zoals PISA relatief matig te scoren (Gille, Loijens, Noijens, & Zwitser, 2010; Kuiper, Van der Hoeven, Folmer, Van Graft, & Van den Akker, 2010). Voorts lijkt een verdere inperking van het gebruik van de rekenmachine binnen de school in strijd met de ruime beschikbaarheid daarvan buiten school (Bartels, 2011) en met de vooraanstaande rol die technologie in onze tijd speelt. Het is onwaarschijnlijk dat deze trend binnen afzienbare tijd zal veranderen.

Uit de TIMSS-analyse blijkt dat beperking van het gebruik van de rekenmachine beheersing van algebraïsche vaardigheden en paraatheid van rekenkundige kennis en vaardigheden kan bevorderen, maar dat in het domein Getallen en bij het 'Toepassen van en redeneren met rekenkundige kennis, inzicht en vaardigheden' van beperking van de rekenmachine niet veel effect verwacht hoeft te worden.

Dit alles overziende, lijkt het dan ook vooral aan te raden om in de onderbouw van het voortgezet onderwijs zowel schoolbreed aandacht te besteden aan het versterken van basale rekenvaardigheid als aan het doelmatig inzetten van de rekenmachine, met daarnaast een zekere nadruk op de veelal als *21st century skills* (Trilling & Fadel, 2009) aangeduide vaardigheden in het probleemoplossen.

De grafische rekenmachine (GR) tenslotte biedt aan leerlingen mogelijkheden tot het exploreren en visualiseren van een wiskundig probleem en het controleren van de uitkomsten van dat probleem. Bij een vak als M&O maakt de GR veel realistischer financiële opgaven mogelijk. Daarnaast is de GR een hulpmiddel voor het verzamelen van data (bijvoorbeeld bij natuurwetenschappelijke practica) en de statistische analyse van deze data. Bovendien kan de GR als communicatiemiddel fungeren (Doerr & Zangor, 2000). Het is ook mogelijk door middel van een zogenaamd *classroom network* (alle GR's verbonden met de pc van de docent) de feedback van de docent op het werk van de leerlingen te intensiveren en verbeteren (Tolboom, 2012). Het beperken van de rol van de GR zou dus ten koste gaan van deze leerdoelen. Wij adviseren de rol van de GR te laten zoals hij nu is.

4. *In de eindtoets basisonderwijs en in delen van de rekentoets VO mag geen gebruik gemaakt worden van de rekenmachine. In hoeverre dient het gebruik van de rekenmachine verder beperkt te worden met het oog op versterking van de basale rekenvaardigheid?*

Verdere beperking van het gebruik van de rekenmachine in de eindtoets van het PO is niet aan de orde omdat de rekenmachine bij die toets niet is toegestaan. Zoals hierboven is aangegeven, zou hoogstens overwogen kunnen worden om in de nieuwe eindtoets een additionele taak op te nemen waarin het adequaat kunnen gebruiken van de rekenmachine wordt getoetst.

Voor het voortgezet onderwijs geldt dat er in de thans in voorbereiding zijnde toetsen 2F en 3F (mogelijk 3S) voor is gekozen om een beperkte hoeveelheid van ongeveer 20% opgaven op te nemen die zonder rekenmachine uitgerekend moeten worden. Deze opgaven hebben betrekking op de basale rekenvaardigheden waarvan het 'leren, consolideren en onderhouden' de dominante ambitie van het Referentiekader rekenen vormen. Bij de overige 80% van deze opgaven is het gebruik van de rekenmachine wel toegestaan. Echter, deze opgaven hebben betrekking op een breed scala aan leerstofdomeinen inclusief gebieden als meetkunde, grafieken en digitale tijd waar de rekenmachine per definitie niet of nauwelijks te gebruiken is. In de praktijk betekent dit, dat de rekenmachine feitelijk bij grofweg iets minder dan de helft van alle opgaven effectief inzetbaar zal zijn.

De TIMSS-analyse geeft geen aanleiding te veronderstellen dat een maatregel tot beperking van het gebruik van de rekenmachine leidt tot versterking van de basale rekenvaardigheid

(met uitzondering van algebraïsche vaardigheden). Uit de analyse blijkt wel dat leerlingen die frequent berekeningen zonder rekenmachine uitvoeren beter basale rekenvaardigheden beheersen, maar dat maatregelen die tot doel hebben dit af te dwingen weinig effect lijken te hebben. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat dwangmaatregelen (onbekende) neveneffecten hebben die een te verwachten positief effect teniet doen.

Gelet op het hierboven geschetste geheel aan ontwikkelingen in beleid en praktijk lijkt het aan te raden om het effect van de invoering van de verplichte rekentoetsen voorlopig af te wachten en dus niet op voorhand te kiezen voor een verdere beperking van het gebruik van de rekenmachine. Om de leerlingen goed voor te bereiden op deze toetsen, lijkt het verder aan te bevelen om in een mogelijke diagnostische tussentijdse toets rekenen (als besloten zou worden om deze in te voeren) net als in de 2F- en 3F-toets een vergelijkbare hoeveelheid opgaven op te nemen die zonder rekenmachine moeten worden uitgerekend.

5. *In welke vakken en op welke wijze zou het beperken van het gebruik van de (grafische) rekenmachine verantwoord kunnen plaatsvinden? Zijn er eventueel sectoren of vakken waarbij het gebruik van de (grafische) rekenmachine juist uitgebreid dient te worden?*

Gezien de beperkte doelstelling rondom het werken met de rekenmachine (in kerndoelen en referentiekader rekenen 1F/1S) en het huidige, beperkte gebruik van de rekenmachine in het PO en S(B)O lijkt een verdere beperking daarvan op dit moment niet zinvol. Eerder is het aan te bevelen om in deze sectoren een lichte uitbreiding van het gebruik te overwegen, zodat leerlingen beter in staat zijn verstandige keuzes te maken tussen zélf rekenen (uit het hoofd of met ondersteuning van notities op papier) en het gebruik van de rekenmachine. Bovendien kunnen leerlingen met beperkte rekenvaardigheden, juist door gebruik van de rekenmachine, verder kunnen komen in het oplossen van rekenproblemen (Van Groenestijn, Borghouts, & Janssen, 2011; Van Luit, 2010).

Voor het voortgezet onderwijs geldt dat vooral in de onderbouw een verdere beperking in bepaalde opzichten nuttig kan zijn. Dit geldt met name voor die categorie scholen waar op dit moment nog weinig aandacht is voor het versterken en onderhouden van basale rekenvaardigheden terwijl de rekenmachine altijd *stand by* voor de leerlingen is. Zoals hierboven is aangegeven, is er echter mede als gevolg van de invoering van het Referentiekader en de daaruit voortvloeiende verplichte eindtoetsen voor rekenen reeds een ontwikkeling gaande om de aandacht voor basale rekenvaardigheden te intensiveren. Bovendien zou een over de hele linie doorgevoerde verdere beperking consequenties hebben voor de authenticiteit van probleemsituaties in veel vakken. Zo kan het terugrekenen van een BTW percentage voor bepaalde groepen leerlingen in principe ook zonder rekenmachine geschieden, maar dan niet met 19% BTW, maar met bijvoorbeeld 10% BTW en/of met bedragen die eenvoudig door 119 deelbaar zijn, zoals € 238. De leerlingen leren dan alleen met mooie percentages en/of bedragen te rekenen, waardoor het risico bestaat dat ze een vaardigheid verwerven waar je in de attitude ten opzichte van het praktijk niet veel aan hebt. Gezien deze situatie is een verantwoorde beperking van het rekenmachinegebruik dan ook vooral een zaak van de scholen zelf, in het bijzonder van die categorie scholen waar op dit moment nog weinig systematische aandacht voor basale rekenvaardigheden is. Belangrijkste rol van de overheid zou kunnen zijn om het ontwikkelen van verantwoord rekenbeleid op deze scholen te stimuleren, om de scholen nader bewust te maken van de gevaren van eenzijdige focus op rekenmachinegebruik en om te bevorderen dat actief gewerkt wordt aan een schoolbreed opgezet programma waarin een duidelijke balans is tussen de aandacht voor basale rekenvaardigheid en het verstandig gebruiken van de rekenmachine. Scholen waarbij zo'n balans reeds is gerealiseerd, zouden daarbij als lichtend voorbeeld kunnen fungeren. Nadere scholing voor andere scholen in het zoeken naar de balans lijkt gewenst.

Een uitbreiding van de rol van de grafische rekenmachine is op dit momenteel om verschillende redenen niet opportuun. Ten eerste is er in 2007 een curriculumherziening van de tweede fase geweest waarvan voor wat betreft de verbetering van de algebraïsche vaardigheden de vruchten pas sinds september 2009 (havo) respectievelijk september 2010 (vwo) in het hoger onderwijs worden geplukt. Daarnaast zullen in september 2015 zeven nieuwe examenprogramma's wiskunde (ontwikkeld door CTWO) van start gaan. Hierin zal verdere versterking van algebraïsche vaardigheden vorm krijgen. Het verdient aanbeveling

om de resultaten daarvan eerst grondig te evalueren voor er tot nieuwe ingrepen wordt overgegaan. De commissie Dijsselbloem (2008) gaf op basis van een parlementaire enquête naar onderwijsvernieuwingen daarvoor duidelijke richtlijnen.

5.2 Hoofdvraag

In hoeverre is het terugdringen van het gebruik van de (grafische) rekenmachine in het basisonderwijs, speciaal (basis) onderwijs, de onderbouw vo en de bovenbouw van havo-vwo nastrevenswaardig met het oog op verhoging van de basale rekenvaardigheid van leerlingen?

Op grond van bovenstaande overwegingen lijkt het terugdringen van het gebruik van de (grafische) rekenmachine op dit moment geen algemeen nastrevenswaardig doel.

Voor wat betreft de gewone rekenmachine geldt dat deze momenteel zowel in het PO als in het S(B)O slechts een zeer beperkte rol speelt en dat verdere terugdringing niet zinvol lijkt. In de overige sectoren is de rekenmachine in het onderwijs vrij dominant aanwezig.

Vooraf in de onderbouw van het voortgezet onderwijs is er wel een risico dat eenzijdige nadruk op het gebruik van de machine tot verwaarlozing van basale rekenvaardigheid leidt. Met de invoering van het Referentiekader Rekenen en de daaruit voortvloeiende verplichte rekentoetsen is er echter al een aantal initiatieven genomen om tot het beter veilig stellen van deze vaardigheden te komen. Het lijkt dan ook aan te bevelen het effect van deze maatregelen af te wachten en daarnaast verder te stimuleren dat scholen actief werken aan het ontwikkelen van rekenbeleid en het invoeren van een programma waarin een betere balans wordt gerealiseerd tussen aandacht voor basale rekenvaardigheden en het verstandig gebruiken van de machine. Hierbij heeft scholing van de docenten een nadrukkelijke plaats (Lenstra, et al., 2009).

In de tweede fase havo-vwo zijn het examenprogramma wiskunde en bijbehorende examinering in 2007 zodanig aangepast dat de rol van de grafische rekenmachine is verkleind. De in 2015 nieuw in te voeren wiskundeprogramma's gaan hier nog een stap verder in. Ook hier bevelen wij aan eerst deze effecten af te wachten voor er tot nadere actie wordt overgegaan.

Bijlage 1: Review procedure

In de periode 5 maart tot 9 maart hebben de volgende deskundigen commentaar gegeven op een conceptversie van deze notitie:

Ria Brandt (CPS), Jan van de Craats (UvA), Michiel Doorman (UU), Gert Gelderblom (PO-raad), Koeno Gravemeijer (TUE), Marja van de Heuvel-Panhuizen (UU), Kees Hoogland (APS), Sjoerd Huitema (vh Malmberg), Joost Hulshof (VU), Jan Janssen (Cito), Jan Karel Lenstra (vh. CWI), Hans van Luit (UU), Ed de Moor (vh. UU), Floor Scheltens (Cito), Anne van Streun (vh RUG), Henk Tijms (vh. VU, SGO), Stephan de Valk (NU, GEU), Nellie Verhoef (UT), Willem Vermeulen (Thieme Meulenhoff), Monica Wijers (UU), Marc van Zanten (HS Edith Stein), Bert Zwaneveld (OU)

Op 20 februari 2012 ontvingen de deskundigen een brief waarin wij de aanleiding en het doel van de notitie beschreven en waarin wij het verzoek deden tot becommentariëring van een voorlopige versie van die notitie. Tevens schetsten wij de procedure en tijdsplan. Na positieve reacties van vrijwel alle deskundigen hebben deze zich in de week van 5 tot 9 maart over de conceptnotitie gebogen via een beoordelingsformat en hun reacties naar ons gestuurd. In de periode van 9 tot 26 maart hebben wij deze reacties zo goed mogelijk verwerkt tot een consistent geheel. In de beoordeling van de strekking van de notitie was er een redelijke mate van algemene instemming (zie bijlage 5). Een aantal nuttige inhoudelijke verbeter suggesties is daarnaast verwerkt in deze versie van de notitie. Daarnaast waren er enkele tamelijk scherp afwijzende reacties, die niet alleen inhoudelijk afweken van de overwegend instemmende commentaren, maar bovendien het beoordelingsformat niet accepteerden. In plaats daarvan stuurden zij ons een wijze waarop zij zelf de rol van de rekenmachine zagen. Enkele van de kritische deskundigen stelden dat hun reactie integraal in de notitie zou moeten worden opgenomen opdat zij toestemming konden geven voor het vermelden van hun naam in de lijst van geraadpleegde deskundigen. Na een aanvankelijke aarzeling hebben wij besloten hierop in te gaan en deze commentaren integraal op te nemen (zie bijlage 6). Daarna hebben wij aan alle deskundigen gevraagd of zij er prijs op stelden hun reactie integraal in bijlage 6 van de notitie opgenomen te zien. Wij realiseren ons dat dit niet in het voordeel is van diegenen die zich wel aan het format hebben gehouden en daarnaast puntsgewijs hun verbeterpunten hebben doorgegeven omdat zij niet mikten op een integrale weergave van hun visie op de rol van de rekenmachine. Dit nadeel hebben wij geaccepteerd ten faveure van een zo groot mogelijke transparantie. Daarbij wilden wij niet de indruk wekken dat er geen afwijkende geluiden mogelijk zouden zijn. De commentaren van de deskundigen die positief reageerden op onze vraag of zij hier prijs op stelden zijn integraal opgenomen in bijlage 6.

Wij denken dat we hierdoor op transparante en evenwichtige wijze hebben gehandeld, zonder daarbij te varen op de koers van 'het gemiddelde'.

Bijlage 2: Leerplankundige analyse van de rol van de rekenmachine in het huidige leerplan

In deze bijlage wordt de leerplankundige analyse weergegeven die als fundament voor de beantwoording van de centrale vragen heeft gefungeerd. In deze analyse wordt het huidige gebruik van de rekenmachine in het beoogde, uitgevoerde en bereikte leerplan (van den Akker, 2003) beschreven. Tevens wordt aangegeven hoe het gebruik van de machine bij de toetsing in de diverse onderwijstypen is geregeld. Er zijn vijf analyses uitgevoerd voor respectievelijk het primair onderwijs, het speciaal (basis)onderwijs, de onderbouw voortgezet onderwijs (havo-vwo), het voorbereidend middelbaar beroepsonderwijs en de bovenbouw voortgezet onderwijs (havo-vwo, 2^{de} fase). Hieronder worden deze analyses weergegeven. Elke analyse sluit af met een kort overzicht van conclusies.

De rol van de rekenmachine in het primair onderwijs

Beoogd leerplan

In de kerndoelen (wet op het basisonderwijs) is vastgelegd dat leerlingen in de loop van de basisschool ook vertrouwd met de rekenmachine dienen te raken. Kerndoel 31 luidt:

De leerlingen leren de rekenmachine met inzicht te gebruiken.

In de concretisering van de kerndoelen in TULE (<http://tule.slo.nl>) wordt dit kerndoel uitgewerkt in een reeks tussendoelen waarin nader wordt gespecificeerd hoe aan dit doel gewerkt kan worden. Hierin wordt onder andere aangegeven dat het erom gaat dat leerlingen:

- Vertrouwd raken met de wijze waarop getallen op de machine worden ingevoerd en bewerkingen worden uitgevoerd;
- Onderzoekjes doen naar de specifieke eigen(aardig)heden van de rekenmachine, zoals de wijze waarop grote getallen worden weergegeven, de notatie van kommagetallen, de geheugenfunctie alsmede naar de volgorde van bewerkingen op de machine;
- Oefenen in het onderscheid maken tussen situaties waarin een eigen berekening (via hoofdrekenen, schattend rekenen of rekenen op papier) meer voor de hand ligt, en situaties waarin de rekenmachine meer een logische optie is;
- Leren een berekening te organiseren in complexe situaties waarbij een deel van de handelingen op de machine en een deel door leerlingen zelf wordt uitgevoerd en waarbij het overzichtelijk noteren van deze handelingen van belang is;

In de formulering van dit kerndoel en de uitwerking daarvan in TULE werd voortgebouwd op een aantal andere in de loop van de afgelopen dertig jaar verschenen publicaties. Zo werd in de SLO-publicatie *Wat krijgen ze op de basisschool* (Kuiper, Letschert, & Gorter, 1984), in het verlengde van publicaties van de toenmalige Wiskobasgroep, als een van de doelstellingen voor het reken-wiskundeonderwijs genoemd: vaardigheid in het gebruik van de zakrekenmachine. En in de TAL-brochure *Kinderen leren rekenen* (Van den Heuvel-Panhuizen, Buijs, & Treffers, 2001) wordt 'Rekenen met de rekenmachine' (p. 10-11) als een van de vier hoofdvormen naast hoofdrekenen, kolomsgewijs en cijferend rekenen, en schattend rekenen genoemd waarin het rekenen vanuit de onderbouw in de bovenbouw van de basisschool uiteen waaiert. In het speciaal aan de rekenmachine gewijde hoofdstuk in deze publicatie (p. 123 e.v.) wordt onder meer gesteld dat het met het oog op het grondig verwerven van de basisvaardigheden voor rekenen wenselijk is om de machine pas in de hoogste leerjaren, vanaf groep 6 of 7, een plaats in het leerplan te geven, met als uiteindelijke doel dat de rekenmachine een 'vanzelfsprekend gereedschap van de kinderen wordt dat zij kunnen inzetten als zij dit zelf nodig achten'. Om het onderwijsleerproces te structureren wordt een drietal functies van de machine onderscheiden:

- *Rekenhulpmiddel*, bij opgaven die tijdrovend zijn en lastig rekenwerk vereisen;
- *Didactische functie*, bijvoorbeeld om structuren van ons getalsysteem en de operaties op een nieuwe manier te onderwijzen;
- *Object van onderzoek*, bijvoorbeeld bij het vergelijken van verschillende rekenmachines of het onderzoeken van de herhaalfunctie.

Deze drie functies dienen volgens TAL in een verkennende, verrijkende en integratieve fase aandacht te krijgen. Zoals tabel 1 (p. 139 van TAL) laat zien, verschuift het accent in deze visie gaandeweg van de onderzoeksfunctie naar de functie als rekenhulpmiddel.

Tabel 1

	verkenning	verrijking	integratie
onderzoeksfunctie	++	±	±
didactische functie	±	++	+
rekenhulpmiddel	—	±	++

In het Referentiekader Rekenen (Expertgroep Doorlopende Leerlijnen, 2008) dat sinds 2011 als wettelijk raamwerk voor te bereiken beheersingsniveaus op het gebied van rekenen-wiskunde fungeert, wordt voor het basisonderwijs (cq. de referentieniveaus 1F en 1S) slechts summier aandacht geschonken aan de plaats van de rekenmachine in het curriculum. De nadruk in het Referentiekader ligt sterk op het zelf kunnen rekenen, op het afbakenen van de beoogde beheersingsniveaus voor verschillende leeftijdscategorieën, en op het doen van aanbevelingen om het rekenniveau van de leerlingen omhoog te krijgen. Daarbij is een onderscheid gemaakt tussen drie fundamentele kennisaspecten, te weten (1) paraat hebben (waaronder behalve het paraat hebben van feitelijke rekenkennis ook het paraat hebben van efficiënte strategieën en procedures wordt gerekend), (2) functioneel gebruiken (cq. kunnen toepassen van rekenkennis in functionele situaties) en (3) weten waarom (cq. doorzien waarom een eigenschap of regel van toepassing is, kunnen beargumenteren waarom een oplossing correct is, e.d.). Incidenteel worden voor de tweede en derde rubriek verwijzingen naar het gebruik van de rekenmachine gegeven. Bijvoorbeeld, bij het domein Getallen:

- Niveau 1F, functioneel gebruiken: verstandige keuze maken tussen zelf en uitrekenen of rekenmachine gebruiken;
- Niveau 1F, weten waarom: interpreteren van een uitkomst 'met rest' bij gebruik van een rekenmachine.

Landelijke toetsing

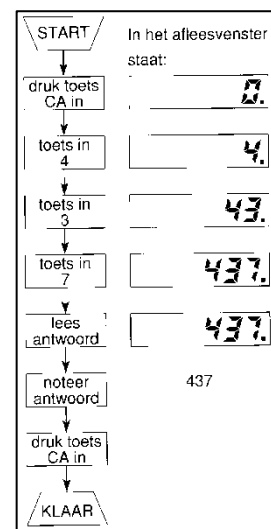
In de reguliere landelijke toetsing van rekenvaardigheden door het Cito speelt het toetsen van de rekenmachinevaardigheid géén rol. Dit wordt ook uitdrukkelijk vermeld in de richtlijnen van het Cito. In de LOVS-toetsen bijvoorbeeld zijn in het geheel geen items opgenomen waarbij de machine ingezet kan worden, terwijl bij de Cito-eindtoets een additionele toets is geconstrueerd met opgaven rond de rekenmachine (Janssen, 2012). De resultaten op deze toets lijken verder van weinig invloed op de vaststelling van het vaardigheidsniveau van een leerling.

Het vooruitzicht is dat de nu nog facultatieve Cito-eindtoets in 2013 wordt vervangen door een voor alle basisscholen verplichte eindtoets. De toetswijzercommissie, die als taak heeft de CvE te adviseren wat betreft de inhoud en uitwerking van deze eindtoets, zal in haar advies waarschijnlijk opnemen, de rekenmachine niet te laten gebruiken in de eindtoets en dus ook géén opgaven op te nemen, waarbij de rekenmachine gebruikt mag worden (Lenstra, 2012).

Discussie door de jaren heen

In de loop der jaren heeft zich in vakkringen, in wisselwerking met de meer formele vakinhoudelijke leerplankaders, een discussie afgespeeld over mogelijkheden en gevaren van het in de klas laten gebruiken van de rekenmachine door leerlingen. In publicaties zoals *De zakrekenmachine in de bovenbouw van de basisschool* (SLO, 1985) en *De taal van de rekenmachine* (Van den Brink, Ter Heege, Struik, Sweers, & Vermeulen, 1988) komt een zekere beduchtheid naar voren in verband met het gevaar dat de basale rekenvaardigheid van leerlingen bij een vroegtijdige introductie van de machine te lijden zou kunnen hebben. In de reken-wiskundemethoden heeft dit geleid tot een hoge mate van terughoudendheid bij het inzetten van de machine.

Verder worden in dergelijke publicaties veel onderwijssuggesties en didactische aanwijzingen voor het gebruik van de rekenmachine in de



Figuur 1

klas gegeven. In enigerlei vorm hebben zulke suggesties en aanwijzingen veelal hun weg gevonden naar de reken-wiskundemethoden die thans in gebruik zijn. Dit geldt bijvoorbeeld voor de activiteit 'cijfers poetsen' waarbij het erop aankomt van een in het venster weergegeven getal als 238 de 3 'weg te poetsen' zonder het getal zelf weg te halen. Evenzo zijn er veel spelachtige activiteiten ontwikkeld zoals het 'naderspel' waarbij twee leerlingen tegen elkaar spelen en ieder vanuit een eigen begingetal (bijvoorbeeld: 5 en 10) steeds een (komma)getal van hun getal moeten afhalen (resp. erbij moeten doen) zonder dat ze het getal van hun tegenstander mogen passeren. Indien goed gespeeld leidt dit tot het optellen resp. aftrekken van steeds kleinere kommagetallen met steeds meer cijfers achter de komma, en aldus tot een eerste impliciet besef van de oneindigheid van de getallenwereld.

De rekenmachine in reken-wiskundemethoden

In de belangrijkste reken-wiskundemethoden van dit moment wordt de rekenmachine veelal in groep 7 geïntroduceerd. In de handleidingen worden daarbij meteen waarschuwende opmerkingen gemaakt dat het niet de bedoeling is dat de leerlingen vanaf dat moment vrijelijk kunnen kiezen of ze de machine gebruiken dan wel zelf rekenen. In enkele aparte instructiemomenten wordt de machine gezamenlijk verkend.

Van tijd tot tijd volgen daarna activiteiten waarbij het gebruik van de machine is toegestaan of zelfs centraal staat, bijvoorbeeld als het effect van het herhaald intoetsen van de knop voor het gelijkeken wordt onderzocht (bijvoorbeeld: typ in: $5+5=====$, wat tot 20 als antwoord leidt). Verder wordt aanbevolen om alle leerlingen hetzelfde type machine te laten gebruiken omdat verschillende typen machines soms tot verschillende soorten antwoorden kunnen leiden in verband met de volgorde van bewerkingen. Zo leidt het intoetsen van $4 \times 5 - 4 \times 5$ op de meest simpele machines tot het antwoord 80 maar op iets geavanceerdere machines tot 0 omdat op deze laatste machines de voorrangsregels in acht genomen worden en vermenigvuldigen dus voorrang krijgt boven optellen. Evenzo levert $1:7 \times 7$ op simpelste machines het incorrecte antwoord 0.99999997 op². Bij het verkennen van de machine wordt soms een soort 'strokentaal' of stappenschema gebruikt om de leerlingen vertrouwd te maken met het verband tussen spreektaal, gewone rekentaal en rekenmachinetaal. Zie het voorbeeld in Figuur 1 uit de methode Pluspunt.

In groep 8 wordt de machine veelal specifiek op bepaalde onderdelen van het rekenen ingezet zoals het leren omzetten van een breuk naar een kommagetal. Ook zijn er oefeningen waarbij de leerlingen moeten kiezen of ze zelf rekenen dan wel de machine inzetten (zie het voorbeeld in Figuur 2, afkomstig uit de methode De Wereld in Getallen).

1

Reken uit met of zonder rekenmachine.

🧮

Schrijf achter het antwoord MR (met rekenmachine) of ZR (zonder rekenmachine).

$8000 - 2798 =$	$4 \times 25 \times 15 =$
$6 \times 12 \times 9 =$	$899 + 899 + 899 + 899 =$
$3069 : 31 =$	$6,7 - 0,995 =$
$785 + \dots = 1700$	$99 \times 99 =$
$1212 : 12 =$	$75 \times \text{€ } 0,49 =$



Figuur 2

Tenslotte zijn er soms complexere contextproblemen opgenomen waarbij de leerlingen geacht worden het ingewikkeldere rekenwerk op de machine uit te voeren om daarmee het denken beter op het vertalen van het probleem in een opeenvolging van uit te voeren handelingen te kunnen richten.

Zoals in het voorbeeld in Figuur 2 is te zien, wordt in de methoden veelal een speciaal icoon gebruikt om aan te geven dat het gebruik van de machine is toegestaan. Een voorzichtige inventarisatie van het totale aantal aldus aangegeven opgaven in groep 8 in de methoden Rekenrijk, Alles Telt en De Wereld in Getallen wijst uit dat dit aantal sterk verschilt per methode; bedraagt het in de beide laatstgenoemde methoden minder dan 5% van het totaal aantal opgaven, in de eerste methode is er

² Op de meeste mobiele telefoons heeft $4 \times 5 - 4 \times 5$ ook 80 als uitkomst. Sommige typen houden wel de gangbare regels van volgorde van bewerkingen aan.

sprake van een complete leerlijn rond het werken op de rekenmachine. Ook in deze methode staat het zelf leren rekenen overigens centraal.

In de methode gebonden toetsen die in de reken-wiskundemethoden zijn opgenomen, komen voor zover bekend geen items voor waarmee de rekenmachinevaardigheid wordt getoetst.

Uitgevoerde leerplan

Ondanks de hierboven aangehaalde publicaties zijn er toch niet veel gegevens bekend over de mate waarin de rekenmachine daadwerkelijk in de klas wordt gebruikt. Waarschijnlijk beperkt dit gebruik zich tot groep 7 en 8, en de indruk bestaat dat dit slechts incidenteel is in gevallen zoals die hierboven staan beschreven. Van geregelde oefeningen waarbij de leerlingen voor zichzelf bepalen wanneer ze de machine inzetten (en dus geleidelijk aan de machine steeds meer als een 'vanzelfsprekend gereedschap' gaan ervaren), lijkt geen sprake. Dat leerkrachten nogal terughoudend bij het inzetten van de machine zijn, heeft waarschijnlijk ook te maken met het feit dat het inzichtelijk kunnen gebruiken ervan geen onderdeel vormt dat substantieel meetelt bij het bepalen van het vaardigheidsniveau van leerlingen.

Eerste gegevens over de verspreidingsgraad van de rekenmachine in de basisschool stammen uit 1988. In een onderzoek onder 862 scholen geven Edelenbos & Harskamp (1988) aan dat bijna een derde (30,7%) van de scholen lesgeeft met de machine. Hierbij dient aangetekend te worden dat de meeste rekenmethoden op dat moment nog geen specifieke activiteiten rond de rekenmachine bevatten; juist de scholen die een methode gebruikten waarbij dat wel het geval was, gaven aan de machine in te zetten. De doelen waartoe de machine wordt ingezet, beperken zich voornamelijk tot het corrigeren van gemaakte berekeningen, het laten uitrekenen van complexe opgaven en het verhogen van inzicht in getallen (p.39).

In het periodiek peilingsonderzoek naar de ontwikkeling van de rekenvaardigheid van het Cito (PPON) wordt vanaf 1994 met behulp van een enquête onder leerkrachten nagegaan hoe intensief de rekenmachine in de klas wordt gebruikt. Uit het in 2004 uitgevoerde PPON-onderzoek waarover door het Cito is gepubliceerd (Janssen, Van der Schoot, & Hemker, 2005), komen enkele gegevens naar voren. Zo wordt gemeld dat het gebruik van de machine in vergelijking met voorgaande peilingen is gestegen; vrijwel alle leerlingen in de groepen 7 en 8 gebruiken nu van tijd tot tijd de rekenmachine (p. 43) terwijl dit in voorgaande peilingen (1992, 1997) nog slechts resp. 65% en 80% van de leerlingen betrof. Al met al is er dus vanaf 1988 een stijgende lijn in het gebruik te constateren die erin uitmondt dat de machine anno 2012 waarschijnlijk op vrijwel alle basisscholen in Nederland met een zekere regelmaat in de hoogste leerjaren gebruikt wordt. Verder wordt door Janssen et al. in de genoemde publicatie vastgesteld dat het gebruik zich grotendeels beperkt tot specifieke lessen of onderwerpen zoals bij het maken van complexere opgaven en voor het controleren van gemaakte schattingen, meestal volgens de aanwijzingen van de methode. Zie voor enkele meer specifieke gegevens zie Figuur 3 (afkomstig uit Janssen et al, 2005, p. 43).

Het gebruik van de zakrekenmachine in het reken-wiskunde-onderwijs			
Zakrekenmachine	jrg. 6	jrg. 7	jrg. 8
Gebruiken de leerlingen een zakrekenmachine?			
	40%	94%	97%
Zo ja:			
Verstrekt de school een zakrekenmachine?	65%	66%	69%
Zelf meegebracht?	11%	21%	19%
Alleen tijdens specifieke zakrekenmachinelessen?	76%	68%	58%
Leerlingen zijn vrij in het gebruik.	0%	1%	2%
Alleen bij specifieke onderwerpen.	37%	42%	49%
Zo nee:			
Komt niet in de methode voor.	71%	14%	0%
Hoort niet thuis in het basisonderwijs.	4%	14%	33%
Heeft voor mij lage prioriteit.	10%	42%	33%
Kennen leerlingen van huis uit, hoeft niet in school.	3%	0%	0%
Geen motivatie gegeven.	20%	14%	0%

Figuur 3

De meeste leraren geven aan dat zij hun leerlingen instrueren in het leren omgaan met de rekenmachine. Voor zover dat niet gebeurt, gaan leraren ervan uit dat de rekenmachine voldoende bij de leerlingen bekend is. De instructie heeft vooral betrekking op de vier hoofdbewerkingsfuncties: optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen. In de jaargroepen 7 en 8 komt daar de procentfunctie bij.

Als we ook naar het voortgezet onderwijs kijken, lijkt zich al met al een fors verschil af te tekenen in de gebruiksfrequentie van de rekenmachine in het basisonderwijs vergeleken met het voortgezet onderwijs. Hoewel er een lichte tendens is om hier verandering in te brengen (zie de leerplananalyse van VO OB), is de machine op veel scholen in vrijwel alle lessen vanaf dag 1 onbeperkt beschikbaar, en wordt er dus nauwelijks aandacht besteed aan de vraag wanneer het gebruik van de machine wel en niet wenselijk is.

Bereikte leerplan

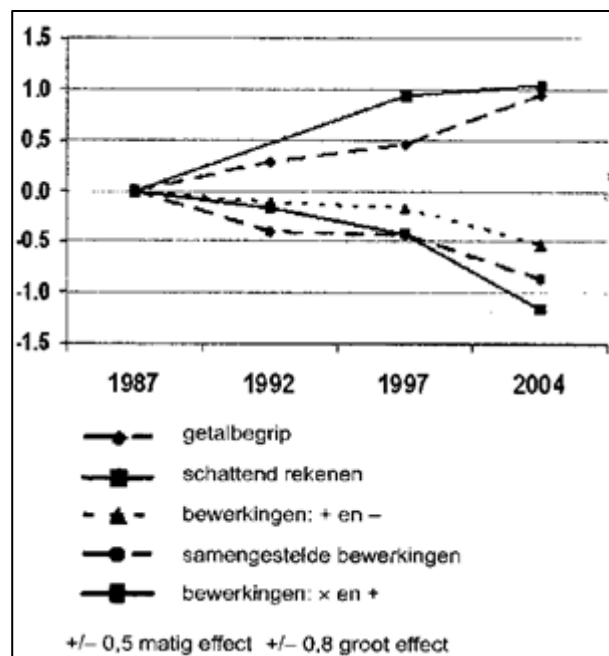
Bredere context

Bij het analyseren van de plaats van de rekenmachine in het bereikte curriculum, lijkt het aan te raden wat breder te kijken naar recente ontwikkelingen in de leeropbrengsten zoals die in analyses van Cito, TIMSS en PISA naar voren komen. We zien dan in de eerste plaats dat er zich in Nederland in het vaardigheidsniveau in het laatste decennium bepaalde verschuivingen hebben voorgedaan. Aan de ene kant is er volgens de PPON-peiling van 2004 (einde basisonderwijs) sprake van achteruitgang, in sommige opzichten zelfs van een substantiële achteruitgang. Dit geldt met name het beheersingsniveau van standaardprocedures voor de bewerkingen vermenigvuldigen en delen, en voor opgaven met samengestelde bewerkingen (Janssen, et al., 2005; Van Putten, 2008). Zoals Figuur 4 laat zien, is er aan de andere kant sprake van vooruitgang op enkele gebieden zoals getalbegrip en schattend rekenen.

Van meer recente datum zijn gegevens uit de PPON-mediopeiling (dwz. eind groep 5) van 2012. Deze peiling, gehouden in 2010, laat zien dat het vaardigheidsniveau nagenoeg gelijk gebleven is in vergelijking met de voorlaatste peiling in 2003, met een lichte, significante stijging op de gebieden 'bewerkingen: vermenigvuldigen en delen' en 'bewerkingen: complexe toepassingen' (Hop, 2012).

Om de ontwikkeling van het vaardigheidsniveau in internationaal perspectief te plaatsen, kunnen de gegevens uit de twee grote internationale vergelijkende onderzoeken TIMSS en PISA erbij genomen worden. TIMSS peilt het vaardigheidsniveau op twee momenten, namelijk eind groep 6 en eind klas 2 van het VO. De opgaven uit het TIMSS-onderzoek betreffen voornamelijk kale rekenopgaven (eind groep 6) en wiskundeopgaven (eind klas 2 VO). Bij de toets van groep 6 is gebruik van de rekenmachine niet toegestaan, bij die van klas 2 VO wel. Uit de beschikbare gegevens van de peiling in 2007 (zie ook de VO Onderbouw-analyse) blijkt dat Nederland evenals in 2003 en 1995 voor wat betreft het vaardigheidsniveau van groep 6 in de top tien van best presterende landen staat op het gebied van rekenen-wiskunde en dat alleen leerlingen van bepaalde Aziatische landen significant beter scoren (Meelissen & Drent, 2008). Wel is er sprake (p. 24) van een lichte, niet-significante daling ten opzichte van 2003. Over de peiling van 2011 is op dit moment nog niets bekend.

In het PISA-onderzoek, afgenomen in klas 3 van het VO, krijgen de leerlingen reeksen opgaven voorgelegd in contextvorm. Het onderzoek richt zich op het meten van het vaardigheidsniveau op het gebied van 'wiskundige geletterdheid' (of gecijferdheid), waarbij het gebruik van de rekenmachine wel is toegestaan. Uit de resultaten van 2009 blijkt dat het vaardigheidsniveau in de periode 2003-2006-2009 licht gedaald is en dat Nederland op de ranglijst van best presterende landen gezakt is van een vierde plaats (2003) naar een elfde plaats (2009) (Gille, et al., 2010). Uit een nadere, leerplankundige analyse van deze resultaten blijkt dat het vooral aan te bevelen lijkt om in het onderwijs meer aandacht te schenken aan zaken als mathematiseren, redeneren, probleemoplossen alsmede aan het nog beter onderhouden van de basisvaardigheden (Kuiper, Van der Hoeven, Folmer, Van Graft en Van den Akker, 2011).



Figuur 4 PPON 1987-2004

Specifieke gegevens over rekenmachinevaardigheid

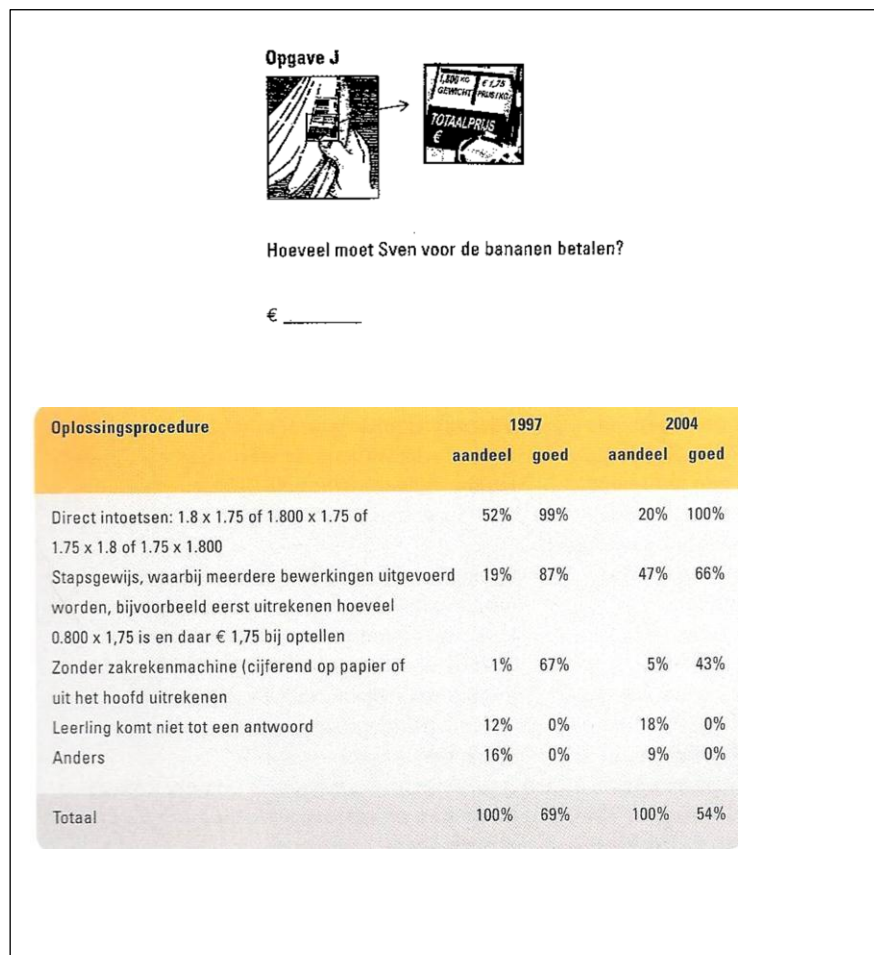
Bovenstaande meer algemene gegevens zeggen natuurlijk nog niet zoveel over het vaardigheidsniveau wat betreft het kunnen gebruiken van de rekenmachine. In hoeverre wordt het kerndoel omtrent het met inzicht kunnen hanteren van de machine gehaald? Daarover is eigenlijk maar weinig bekend. Nochtans zijn er aanwijzingen dat dit doel waarschijnlijk niet geheel gehaald wordt. In de PPON einde basisonderwijs is een onderdeel 'rekenen met de rekenmachine' opgenomen waarbij de leerlingen de aanwijzing krijgen om de betreffende opgaven met de machine te maken. Uit de analyse van de resultaten blijkt dat er bij dit onderdeel sinds 1994 nauwelijks enige vooruitgang in het succes op deze opgaven is geboekt (Janssen et al., 2005). Opvallend is verder (p. 119) dat relatief veel leerlingen bij navraag aangeven de machine niet altijd gebruikt te hebben.

In principe zou dit veroorzaakt kunnen zijn doordat ze veel geoefend hebben met het bewust leren kiezen voor zelf rekenen, maar dit lijkt onwaarschijnlijk omdat hun leerkrachten aangeven dat er op dit gebied weinig geoefend wordt. Het lijkt meer voor de hand te liggen dat de oorzaak gezocht moet worden in het feit dat de leerlingen überhaupt weinig met de machine werken en dus meer vertrouwen op hun eigen rekenverstand dan op de machine. Een

verdere aanwijzing voor de beperkte vertrouwdheid

met de mogelijkheden van de machine bij de leerlingen, vormt het feit dat er een achteruitgang lijkt op te treden in het efficiënt gebruiken van de machine. Zo blijkt dat bij de in Figuur 5 weergegeven opgave (hoeveel moet je betalen voor 1,800 kg bananen bij een kiloprijs van €1,75) in 2004 slechts 20% van de leerlingen de meest verkorte strategie gebruikt van het direct intoetsen van 1.75×1.8 (of een variant daarop), terwijl dit percentage in 1997 nog 52 bedroeg. Het percentage leerlingen dat een meer indirecte aanpak volgde door verschillende stappen uit te voeren steeg wel aanzienlijk van 19% naar 47%, maar met een beduidend lagere goedscore (in 1997 87%, in 2004 66%). Al met al lijkt dit erop te wijzen dat de vaardigheid in het efficiënt gebruiken van de rekenmachine aan het dalen is.

In veel landen is er bij het steeds verder beschikbaar komen van rekenmachines de nodige huiver geweest over de introductie daarvan in het onderwijs. Gewaarschuwd werd onder andere voor het gevaar van 'gedachtenloos indrukken van knoppen' en 'cognitieve verarming' (Ballheim, 1999; Mackey, 1999). Ook werd gewaarschuwd voor een zekere verwaarlozing van kennis van de standaardprocedures voor de vier hoofdbewerkingen als gevolg van veelvuldig gebruik van de machine. Inmiddels lijkt men er echter in veel landen van overtuigd dat de machine wel degelijk een verrijking van het curriculum met zich mee kan brengen. In een gezaghebbende publicatie van de



Figuur 5

Amerikaanse NCTM (National Council of Teachers of Mathematics) *Computers, Calculators and Common Sense* (NCTM, 2005) wordt bijvoorbeeld betoogd dat alleen al vanwege het feit dat de wereld buiten school doordrongen is van technologie en dat leerlingen daar op alle mogelijke manieren mee in aanraking komen, het gebruik van de rekenmachine binnen de school wenselijk is. Men pleit voor 'gepast gebruik van de rekenmachine' in een 'uitgebalanceerd leerplan' waarin zowel aandacht is voor getalbegrip, hoofdrekenen, schattend rekenen en de standaardprocedures van het traditionele rekenen; als voor verstandig gebruik van de rekenmachine.

Internationale vergelijking

Voor zover bekend is er weinig vergelijkend onderzoek gedaan naar lange termijn-effecten van een leerplan waarin de rekenmachine geïntegreerd is (cq. grotendeels vrijelijk beschikbaar is voor de leerlingen) ten opzichte van een leerplan waarin de rekenmachine niet beschikbaar is. Het voornaamste onderzoek van deze aard betreft het Engelse CAN-project (CAN staat voor Calculator Aware Number Curriculum) waarin leerlingen gedurende enkele jaren tijdens de rekenlessen vrijelijk konden beschikken over een rekenmachine en waarin naast het verstandig leren inzetten van de machine het ontwikkelen van getalinzicht en hoofdrekenstrategieën veel aandacht kreeg (Ruthven, 2001; Ruthven & Chaplin, 1997). Na afloop van het onderzoek werden cohorten deelnemende leerlingen op verschillende momenten vergeleken met vergelijkbare cohorten waarin de machine geen rol had gespeeld en waarin de nadruk veel meer op de standaardprocedures 'onder elkaar' had gelegen. Op de lange termijn, 4 jaar na afloop van het project, bleken er geen significante verschillen in kennisniveau tussen leerlingen uit de projectscholen te zijn in vergelijking met leerlingen uit een groep vergelijkbare scholen (Ruthven, 2009). Maar wel waren er duidelijke verschillen in rekenstrategie: de leerlingen uit de projectscholen gebruikten voornamelijk hoofdrekenstrategieën, vaak ondersteund met informele hulpmiddelen, terwijl de leerlingen uit de andere scholen veel meer hun toevlucht namen tot de standaardprocedures.

In de Verenigde Staten is er in de staat Californië een periode van zo'n 10 jaar geweest dat de rekenmachine onder invloed van politiek-maatschappelijke krachten uit het leerplan werd gebannen met het oog op verhoging van de basale rekenvaardigheid. Er zijn geen algemene gegevens bekend over de effecten van dit 'rekenmachinvrije' leerplan op de rekenvaardigheid. Wel is bekend dat het rekenvaardigheidsniveau van de leerlingen in deze staat tot de laagste behoort in de Verenigde Staten en in de betreffende periode niet is gestegen (Schoenfeld, 2012).

Conclusies en aanbevelingen

- De rekenmachine speelt op dit moment een zeer bescheiden rol in het basisonderwijs. Dit geldt zowel als naar de reken-wiskundemethoden op zich gekeken wordt, als naar het daadwerkelijke onderwijs in de klas. Ook in de toetsing speelt de machine geen rol.
- Activiteiten waarbij de machine gebruikt wordt, zijn veelal specifiek daartoe ingerichte activiteiten die in de methoden ook als zodanig staan aangemerkt. Er is dus geen sprake van een rekenmachine-geïntegreerd leerplan in de zin van geregelde activiteiten waarbij de leerlingen zelf kunnen kiezen of ze voor de machine dan wel voor zelf rekenen kiezen.
- Indien het wenselijk geacht wordt om het gebruik van de rekenmachine meer te integreren in het curriculum van de basisschool en tevens de basale rekenvaardigheid van de leerlingen vergroten, dan verdient met name de didactische functie van de rekenmachine meer aandacht.

De rol van de rekenmachine in het speciaal (basis)onderwijs

Achtergrond

In alle onderwijsvormen komen leerlingen voor, voor wie het leren, om welke reden dan ook, niet vanzelfsprekend is. Ze worden wel aangeduid met zorgleerlingen, speciale leerlingen of als leerlingen met een specifieke onderwijsbehoefte. We treffen deze leerlingen min of meer incidenteel aan in het regulier basis- en voortgezet onderwijs. Het speciaal basisonderwijs (sbo), voorheen lom en mlk, nu formeel primair onderwijs) en het praktijkonderwijs (pro), voorheen vso-mlk nu formeel voortgezet onderwijs, zijn er op ingericht om tegemoet te komen aan de specifieke onderwijsbehoeften van groepen leerlingen. Daarnaast kent ons onderwijsstelsel scholen voor speciaal (so) en voortgezet speciaal onderwijs (vso). Dit is geregeld in de Wet op de Expertisecentra (WEC). De betreffende scholen bieden onderwijs aan leerlingen met specifieke onderwijsbehoeften vanwege hun lichamelijke, zintuiglijke, verstandelijke of andersoortige beperking.

Lang niet alle leerlingen in het so, sbo, pro en vso hebben een rekenprobleem of een rekenstoornis. Wel is bij veel leerlingen een vertraagde ontwikkeling over de hele linie te zien, dus niet alleen op het gebied van rekenen-wiskunde. De rekenontwikkeling zelf verloopt grofweg volgens dezelfde lijnen als die van leerlingen in reguliere basisscholen. Voor leerlingen voor wie de ontwikkeling in een normaal tempo verloopt, zonder dat zich grote problemen voordoen, sluiten we ons aan bij de gegeven richtlijnen voor het regulier onderwijs.

Er is echter ook een groep leerlingen die een sterk vertraagde rekenontwikkeling laat zien. Meestal zijn dit leerlingen met lagere cognitieve vermogens of leerlingen met een rekenstoornis zoals dyscalculie. Soms kan de achterstand in vergelijking met de gemiddelde basisschoolleerling oplopen tot drie jaar of meer op 12-jarige leeftijd. In deze analyse richten wij ons primair op de groep leerlingen met rekenproblemen.

Beoogde leerplan

Het beoogd curriculum voor deze onderwijsvormen krijgt gestalte in kerndoelen, referentieniveaus en (voor een deel) in examenprogramma's. Het curriculum in uitvoering wordt daarna zichtbaar in tussendoelen, leerlijnen en leermiddelen en hoe daar in de praktijk mee omgegaan wordt.

Kerndoelen

Speciaal Basisonderwijs

Het speciaal basisonderwijs valt onder de wet op het Primair Onderwijs, wat betekent dat de daar geldende regels onverkort voor leerlingen uit het sbo gelden. Voor leerlingen in het sbo is dus kerndoel 31 van toepassing:

'de leerlingen leren de rekenmachine met inzicht gebruiken'

Speciaal Onderwijs

Voor het Speciaal Onderwijs zijn aparte sets kerndoelen ontwikkeld, maar voor rekenen zijn die vrijwel exact hetzelfde als voor het regulier onderwijs. Kerndoel 46 voor het so komt exact overeen met kerndoel 31 voor het regulier onderwijs.

Voortgezet Speciaal Onderwijs

Voor het Voortgezet Speciaal Onderwijs zijn voor drie uitstroomprofielen kerndoelen in een conceptversie beschikbaar³ (Projectgroep-Passende-Kwalificaties-kerndoelen-vso, 2011). De kerndoelen vso zullen in 2013 opgenomen worden in het wettelijk kader. Tot die tijd zijn het nog concept kerndoelen. De concept kerndoelen bevatten uitwerkingen voor de volgende drie uitstroomprofielen:

1. kerndoelen voor uitstroomprofiel 'vervolgonderwijs'
2. kerndoelen voor uitstroomprofiel 'arbeid'
3. kerndoelen voor uitstroomprofiel 'dagbesteding'

Ad 1). Voor het uitstroomprofiel vervolgonderwijs spreekt men van wiskunde en wordt de rekenmachine niet expliciet in de kerndoelen benoemd.

Ad 2). Voor het uitstroomprofiel arbeid wordt gesproken over rekenen-wiskunde. Kerndoel 3 gaat onder andere over de inzet van de rekenmachine als hulpmiddel (ic, p.50):

'De leerling leert computer en rekenmachine te gebruiken als hulpmiddel en informatiebron'

In een direct vervolg hierop zijn suggesties te vinden waaraan de lezer kan denken bij dit kerndoel. Met betrekking tot de rekenmachine is dit:

- weten wanneer je iets zelf uitrekent of de rekenmachine inzet;
- verstandig gebruik van rekenmachine als hulpmiddel voor het rekenen;
- het intoetsen en aflezen van de rekenmachine.

³ Zie ; www.slo.nl, vso

Ad 3). Voor het uitstroomprofiel dagbesteding wordt eveneens gesproken van rekenen-wiskunde. De kerndoelen voor dit uitstroomprofiel zijn sterk gericht op de redzaamheid van de leerling in situaties die reken-wiskundevaardigheden vereisen. Hoewel de rekenmachine niet expliciet wordt genoemd ligt voor de hand om bij het volgende kerndoel (kerndoel 3) te denken aan de rekenmachine als hulpmiddel (ic, p75):

‘De leerling leert bij het oplossen van rekensituaties een hulpmiddel te gebruiken’

In de direct volgende nadere toelichting staat:

- in voorkomende rekensituaties beoordelen of je het zelf kunt uitrekenen of een hulpmiddel inzet
- gebruiken van hulpmiddelen voor het rekenen, die passen bij de mogelijkheden van de leerling.

Praktijkonderwijs

In het praktijkonderwijs gelden formeel de kerndoelen voor de onderbouw van het voortgezet onderwijs.

Referentieniveaus en examenprogramma's

Voor so en sbo wordt ook het referentiekader ingevoerd. Voor de betreffende leerlingen betekent dit dat zij zoveel mogelijk van referentieniveau 1F/1S zullen gaan realiseren. Te voorzien is dat dit voor een deel van de leerlingen vanwege hun beperkingen niet onverkort gerealiseerd zal kunnen worden. Voor het praktijkonderwijs wordt het (alsnog) realiseren van 1F voorgeschreven. In het kader van de wet kwaliteit vso zal de situatie per uitstroomprofiel verschillen. Naar verwachting zullen de inhoudelijke eisen in het uitstroomprofiel dagbesteding vergelijkbaar zijn met nu zml. Voor het uitstroomprofiel arbeid zijn deze goed vergelijkbaar met praktijkonderwijs. In het uitstroomprofiel vervolgonderwijs zijn de inhoudelijke eisen vergelijkbaar met die van regulier vmbo, havo en vwo. In dat kader zijn ook examenprogramma's aan de orde. Voor alle leerwegen in vmbo zijn expliciet eindtermen rekenmachine opgenomen in het examenprogramma wiskunde vmbo. Ook is de rekenmachine een toegestaan hulpmiddel bij het examen.

Uitgevoerde leerplan

Het curriculum in uitvoering binnen de genoemde onderwijsvormen weerspiegelt zich in concretisering van inhoudelijke eisen uit kerndoelen, referentiekader en examenprogramma's. Meestal betreft dat leerlijnen en/of tussendoelen en leermiddelen. Na deze benoemd te hebben gaan we in op hoe die in de praktijk gebruikt worden.

Leerlijnen

Speciaal Basisonderwijs

Voor deze doelgroep verwijzen we naar het gedeelte over het regulier onderwijs. In aanvulling daarop wijzen we op het project Passende Perspectieven waarin drie mogelijke leerroutes worden ontwikkeld voor leerlingen die referentieniveau 1F op 12-jarige leeftijd niet halen. Het project doet uitspraken over na te streven doelen en over de mogelijke inzet van de rekenmachine (Boswinkel, Buijs, Noteboom, et al., 2012; Boswinkel, Buijs, & Van Os, 2012).

Speciaal Onderwijs

Ced-groep heeft een set leerlijnen ontwikkeld die aansluiten bij de kerndoelen voor het speciaal onderwijs (www.cedgroep.nl, leerlijnen so). Eén van de leerlijnen betreft de rekenmachine. Onlangs is een herziening op de website geplaatst, waarin ook rekening is gehouden met het referentiekader taal en rekenen (Expertgroep-Doorlopende-Leerlijnen, 2008). Kerndoel 46 heeft geleid tot leerlijn 9.1: de rekenmachine. In de uitwerking daarvan vinden we tussendoelen terug, geordend in niveaus. Het betreft:

- Bedient een eenvoudige rekenmachine en rekt hierop enkelvoudige bewerkingen uit met behulp van de meest elementaire operatietoetsen (+, -, x, :)
- Lost elementaire contextopgaven met behulp van een rekenmachine op waarbij de uitkomst door een schatting gecontroleerd wordt

- Voert samengestelde berekeningen met de rekenmachine uit, tussenuitkomsten kunnen op papier worden genoteerd
- Past de constante opteller en vermenigvuldiger toe
- Maakt verstandige keuze tussen zelf uitrekenen of rekenmachine gebruiken
- Interpreteert een uitkomst 'met rest' bij gebruik van een rekenmachine
- Berekent of benadert met een rekenmachine breuken, procenten, machten en wortels als eindige decimale getallen

Verder zijn de ontwikkelingen binnen het project Passende Perspectieven ook voor het speciaal onderwijs van toepassing.

Voortgezet Speciaal Onderwijs

Ook voor het vso heeft CEDgroep leerlijnen ontwikkeld. Een bewerking hiervan is gebruikt voor de uitwerking van het project VOx: leermiddelen voor het vso. Een van de leerlijnen betreft de rekenmachine. Daarin gaat het opnieuw om een opsomming van doelen, zoals hiervoor ook is gegeven met betrekking tot het so.

In het rekenonderwijs aan zeer moeilijk lerenden is in doelen, leerlijnoverzichten en voorbeeldlesmateriaal een prominente plek voor de rekenmachine ingeruimd als hulpmiddel.

Zie <http://rekenboog.slo.nl/>. Het gaat dan concreet om:

- knoppen +, - en = functioneel gebruiken;
- de rekenmachine als hulpmiddel gebruiken voor optellen en aftrekken van hele getallen;
- de rekenmachine als hulpmiddel gebruiken voor optellen en aftrekken van kommagetallen.

Praktijkonderwijs

Voor het praktijkonderwijs werden geen leerlijnen ontwikkeld.

Materialen en middelen

Speciaal Basisonderwijs

Hier wordt gebruik gemaakt van reguliere basisschoolmethodes. De daar geldende inzet van de rekenmachine geldt dus ook voor het sbo. Naast de methodes zijn ook aanvullende materialen beschikbaar, waaronder een katern over de rekenmachine met bijbehorende software dat is ontwikkeld binnen het project Speciaal Rekenen (De Goeij, 2007). In het speciaal (basis) onderwijs biedt de rekenmachine als didactisch middel (Tal-team, 2001) mogelijkheden om de leerlingen langer bij de les betrokken te houden (De Goeij, 2007). Leerlingen voor wie het niveau van de groep te hoog ligt, kunnen toch deelnemen aan de les door de mogelijkheid te krijgen de som in te toetsen. De aandacht kan dan meer gericht zijn op het vertalen van de context naar een bewerking.

Speciaal Onderwijs

Ook in het Speciaal Onderwijs wordt vaak gebruik gemaakt van een reguliere basisschoolmethode. De binnen Speciaal Rekenen ontwikkelde aanvullende materialen zijn, met uitzondering van zml/mg, ook in het Speciaal Onderwijs van toepassing. In zml/mg wordt gebruik gemaakt van uiterst diverse materialen.

Voortgezet speciaal onderwijs

Op veel vso scholen worden reguliere wiskundemethoden voor voortgezet onderwijs gebruikt. Daarin is veelal aangegeven wanneer het gebruik van de rekenmachine verondersteld wordt. Bij de materialen die beschikbaar zijn via VOx en rekenboog.nl (zie vorige paragraaf) zitten lessen waarin het verantwoord gebruik van de rekenmachine geïntroduceerd wordt. Vanaf introductie is het gebruik van de rekenmachine toegestaan en wordt zelfs gestimuleerd.

Praktijkonderwijs

Ten behoeve van het praktijkonderwijs is de methode ProMotie geschreven, alsmede een reeks themakaternen bij de vo-wiskundemethode Getal & Ruimte. Daarbij heeft men zich gebaseerd op voorbeeldlesmateriaal en een blauwdruk van SLO (Ter Pelle, Van den Heuvel, Jager, & Stegeman,

1999). Voor de zakrekenmachine als hulpmiddel wordt een functionele plek ingeruimd. Het gaat dan om (p.56):

- Berekeningen invoeren;
- Berekeningen uitvoeren en controleren;
- Verdacht zijn op belangrijkste fouten met de rekenmachine;
- Antwoorden kritisch interpreteren.

Hoe gaat de praktijk met leerlijnen en leermiddelen om?

Speciaal basisonderwijs en speciaal onderwijs

In scholen voor s(b)o wordt veelal gewerkt met een rekenmethode voor het regulier onderwijs. In het sbo ligt het tempo waarin de methode wordt doorlopen lager dan in het regulier onderwijs, waardoor de leerlingen een achterstand in de rekenontwikkeling oplopen. Zo laat de laatste Periodieke Peiling van het Onderwijs Niveau (PPON) in het sbo zien dat leerlingen in deze onderwijsvorm een substantiële achterstand op alle rekendomeinen hebben (Kraemer, Van der Schoot, & Van Rijn, 2009). Dit geldt overigens zoals gezegd niet voor alle leerlingen in het sbo. Met name leerlingen met lagere cognitieve vermogens verlaten met een laag eindniveau het basisonderwijs. Een deel van deze leerlingen komt niet verder dan eind niveau groep 5. Hetzelfde geldt voor leerlingen met lagere cognitieve vermogens in delen van het speciaal onderwijs. De consequentie hiervan is dat deze leerlingen onderdelen van de domeinen uit de bovenbouw van het basisonderwijs niet aangeboden krijgen, en dat maar zeer beperkt aandacht is voor het gebruik van de rekenmachine. Dit terwijl ook of misschien wel juist domeinen uit de bovenbouw onderdelen bevatten die voor deze leerlingen functioneel zijn.

Het lage functioneringsniveau is ten dele te verklaren vanuit een minder goed functionerend werkgeheugen (Van Luit, 2010). Ook leerlingen met een rekenstoornis, zoals dyscalculie, hebben moeite met feitenkennis en mentale bewerkingen (Van Groenestijn, et al., 2011; Van Luit, 2010). Wellicht zou het in meer of mindere mate toestaan van de rekenmachine voor deze leerlingen een ondersteuning kunnen zijn, waardoor de resultaten juist omhoog gaan in plaats van dat een negatief effect waarneembaar is. Om hier een gefundeerde uitspraak over te kunnen doen is onderzoek nodig. In het project Passende Perspectieven (2010, 2012a, 2012b) worden in het komende jaar pilots opgezet waarin onder andere het inzetten van de rekenmachine in een eerder stadium dan tot nu toe wordt onderzocht. Vragen die daarbij beantwoord zullen worden, zijn onder meer: Biedt de rekenmachine mogelijkheden om deze leerlingen te ondersteunen? Hoe en wanneer kan de rekenmachine verantwoord worden ingezet?

Naast het werken met een rekenmethode is in het s(b)o de laatste jaren een ontwikkeling gaande waarbij het werken met leerlijnen en het werken met groepsplannen het startpunt van het onderwijs is. Scholen sluiten daarbij aan bij cycli voor handelingsgericht en opbrengstgericht werken (Pameijer & Van Beukering, 2007; Struiksma, 2011a, 2011b). Een van de opbrengsten van deze werkwijze is dat leerkrachten meer zicht krijgen op langere termijn-doelen en zo doelgerichter te werk gaan dan voorheen (WEC-raad, 2007-2011). In hoeverre dit ook tot hogere opbrengsten leidt is op dit moment nog niet duidelijk.

In het project Speciaal Rekenen (Team-Speciaal-Rekenen, 2003-2010) is aanvullend materiaal ontwikkeld bij de meest gebruikte methodes in het s(b)o. Uitgangspunt is dat gebruik wordt gemaakt van een reguliere basisschoolmethode. Bij de belangrijkste leermomenten (cruciale leermomenten) zijn katernen en software gemaakt. Een onderdeel betreft een katern Rekenmachine met bijbehorende software (De Goeij, 2007). De verschillende functies van de rekenmachine waarover we eerder spraken zijn nadrukkelijk in dit katern meegenomen. In interviews met leerlingen voorafgaand aan het ontwikkelen van het katern, kwamen verrassende resultaten naar voren. Zo begrepen leerlingen in eerste instantie niet dat een getal als 15 op de rekenmachine samengesteld kan worden door eerst een 1 en dan een 5 in te tikken. Zij dachten dat ze de 15 moesten 'maken', bijvoorbeeld door de som $7+8$ in te typen.

Een gedegen verkenning van de knoppen op de rekenmachine, de functie ervan en vervolgens de keuze om hem wel of niet in te zetten is dan ook van groot belang. Inzet van de rekenmachine zelf vraagt ons inziens om een gedegen onderliggende leerlijn. Er zijn enkele voorbeelden van leerlijnen over de rekenmachine voorhanden voor het so en het vso (Cedgroep, 2011; www.cedgroep.nl). Ook voor zml is dit beschikbaar. (rekenboog.nl) Deze zijn echter niet erg uitgebreid.

Voortgezet speciaal onderwijs

Leerlingen die daarvoor de cognitieve capaciteiten hebben werken in het vso op hun niveau met delen van reguliere wiskundemethoden. Omdat de rekenmachine expliciet in het vmbo examenprogramma wiskunde zit wordt deze in de praktijk ook ingezet.

Praktijkonderwijs

In de meest gebruikte methode voor praktijkonderwijs wordt de rekenmachine vanaf deel 1 functioneel ingezet.

Bereikte leerplan

Er zijn weinig empirische gegevens beschikbaar over de manier waarop de rekenmachine in de scholen wordt ingezet. Wel is over leerlingen in het sbo bekend dat ze een substantiële achterstand op alle rekendomeinen hebben (Kraemer, et al., 2009). Een grote groep leerlingen komt niet toe aan de leerstof van groep 6. Gezien het feit dat de rekenmachine op z'n vroegst in groep 6, maar meestal pas in groep 7 en 8 aan bod komt in de methodes, ligt het voor de hand te veronderstellen dat de rekenmachine in het s(b)o niet of nauwelijks wordt gebruikt.

In de laatste PPON (Kraemer et al., 2009), is een klein stukje opgenomen over het gebruik van de rekenmachine in de rekenlessen. Leraren uit de eindgroepen van het sbo is door middel van een vragenlijst onder ander gevraagd naar de inzet van de rekenmachine in de rekenles. Vanwege de redelijk beperkte response (104 ingevulde vragenlijsten in totaal terugontvangen) kunnen geen grote conclusies aan de uitslag verbonden worden, maar toch geeft het wel een richtlijn. 75% van de leraren geeft aan de rekenmachine te gebruiken in de rekenlessen; 67% geeft aan dat het daarbij in de meeste gevallen gaat om lessen in het leren omgaan met de rekenmachine, bij specifieke onderwerpen die in de methode staan, of als controlemiddel bij opgaven met relatief grote getallen (ic, p.42). Instructie bij gebruik van de rekenmachine beperkt zich sterk tot de hoofdbewerkingen. Andere functies, zoals de geheugenfunctie komen vrijwel niet aan bod.

Conclusies

In het regulier PO komt de rekenmachine doorgaans in beeld vanaf groep 6 à 7. De leerlingen verkennen de machine en zetten hem in bij gerichte opdrachten. Het lage uitstroomniveau van de groep leerlingen in het s(b)o leidt ertoe dat de rekenmachine door hen weinig tot niet of pas in een heel laat stadium wordt gebruikt. Over de structurele inzet van de rekenmachine in het s(b)o zijn geen onderzoeksgegevens bekend. De beantwoording van de vraag met betrekking tot deze groep leerlingen is dan ook lastig. De ervaring leert dat veel onderwijstijd wordt gestoken in het beheersen van rekenvaardigheden, echter met beperkte resultaten, zoals we hiervoor beschreven.

De sterke nadruk in het basisonderwijs op het beheersen van basale rekenvaardigheden heeft tot gevolg dat leerlingen onderdelen uit de domeinen uit de bovenbouw niet of maar ten dele aangeboden krijgen. Dientengevolge zal ook de rekenmachine niet of nauwelijks aan bod komen, omdat die doorgaans pas vanaf groep 6,7 wordt geïntroduceerd.

In het project Passende Perspectieven wordt gepleit voor een vroegere inzet van de rekenmachine dan tot nu toe, met name voor leerlingen in de uitstroomprofielen arbeid en dagbesteding. Dit om ook deze leerlingen kansen te bieden om kennis te maken met basale leerstofonderdelen op het gebied van domeinen uit de bovenbouw (Boswinkel, Buijs, Noteboom, et al., 2012).

Met name voor de groep leerlingen in uitstroomprofielen arbeid en dagbesteding is aan te bevelen de rekenmachine in een eerder stadium in te zetten. Om te voorkomen dat deze leerlingen daarop worden afgerekend, zou de rekenmachine juist moeten worden toegestaan bij de eindtoets. Daarover zijn de discussies nog gaande.

Uitbreiding van de inzet van de rekenmachine kan plaatsvinden binnen de vakken waarin leerlingen rekenvaardigheden moeten toepassen in complexere situaties.

De rol van de rekenmachine in de onderbouw havo/vwo

Beoogde leerplan

Vigerende kerndoelen onderbouw VO

In de kerndoelen onderbouw (wet op voortgezet onderwijs) worden negen kerndoelen beschreven die betrekking hebben op rekenen/wiskunde.

In geen van deze kerndoelen wordt een uitspraak gedaan over het gebruik van de rekenmachine. Het kerndoel met betrekking tot rekenvaardigheid is als volgt geformuleerd:

Kerndoel 23: Exact en schattend rekenen

De leerling leert exact en schattend rekenen en redeneren op basis van inzicht in nauwkeurigheid, orde van grootte, en marges die in een gegeven situatie passend zijn.

In andere vakken is één kerndoel aan te wijzen met een verwijzing naar rekenkundige activiteiten: Mens en maatschappij

Kerndoel 42: Inzicht in de eigen omgeving

De leerling leert in eigen ervaringen en in de eigen omgeving effecten te herkennen van keuzes op het gebied van werk en zorg, wonen en recreëren, consumeren en budgetteren, verkeer en milieu.

Over het gebruik van de rekenmachine wordt in de kerndoelen van andere vakken of de daarbij behorende concretisering geen uitspraak gedaan.

De concretisering van kerndoel 23 (SLO, 2007) geeft aan dat het bij dit kerndoel gaat om:

- *Getallen gebruiken om kwantitatieve aspecten van de wereld om hen heen te begrijpen en te beschrijven.*
- *Betekenis geven aan getallen die tegenkomen in de media, handel, vrije tijd, thuis en op school.*
- *Berekeningen maken die relevant zijn voor de situatie en de uitkomsten gebruiken om verschillende mogelijkheden te vergelijken.*
- *Daarbij de juiste bewerkingen kunnen kiezen.*
- *In staat zijn een geschikt nauwkeurigheidsniveau te kiezen en voor de getallen die zij gebruiken als input voor hun berekeningen en voor de uitkomsten.*

Vervolgens wordt ingegaan op het onderwerp 'rekenapparatuur', waarbij beschreven wordt:

Het gaat om vaardig en adequaat gebruik van de rekenmachine binnen concrete probleemstellingen waarin moet worden gerekend. Dit met de daarbij vereiste kennis van de werking van de rekenmachine. Daar waar de structuur van het rekenen zelf aan de orde is of cijfervaardigheden worden geoefend zal de rol van de rekenmachine hooguit die van controlemiddel zijn. De spreadsheet kan zeker ook een rol krijgen echter dat zal vooral zijn als verbanden en formules (kerndoel 25) aan de orde komen.

De kerndoelen 19, 20 en 21 beschrijven geen inhouden van het wiskundeonderwijs maar vooral beschrijvingen van hetgeen leerlingen met de geleerde inhouden moeten kunnen. Deze kerndoelen zijn te typeren als: kerndoel 19: wiskunde communiceren, kerndoel 20: wiskunde gebruiken, kerndoel 21: wiskunde bedrijven.

Over het gebruik van de rekenmachine wordt in deze kerndoelen, samenvattend benoemd dat: In dit kader wordt benoemd dat:

Een leerling om moet kunnen gaan met instrumenten en apparatuur en dat men bijvoorbeeld wiskunde taal om kan zetten naar de taal die nodig is bij het gebruik van ondersteunende apparatuur (zrm, spreadsheet) en terug; begrijpen en gebruik maken van formele en abstracte taal.

Kerndoelen onderbouw VO 1998-2003

In de generatie kerndoelen VO 1998-2003 werd het gebruik van de rekenmachine wel expliciet vermeld onder de kop wiskunde: Domein A: Rekenen, meten en schatten

1. *De leerlingen kunnen problemen oplossen, waarbij zij om uitkomsten te berekenen, kunnen kiezen tussen hoofdrekenen, de zakrekenmachine, handig rekenen of cijferen. Zij kunnen daarbij herkennen welke bewerkingen aan de orde zijn en de daarbij noodzakelijke berekeningen correct uitvoeren.*
2. *De leerlingen kunnen de zakrekenmachine adequaat gebruiken, in het bijzonder bij het omzetten van breuken, procenten, wortels en machten in eindige decimale getallen.*

Referentiekader rekenen

In het Referentiekader Rekenen (Expertgroep-Doorlopende-Leerlijnen, 2008) is referentieniveau 2S beschreven voor de onderbouw havo-vwo. Er is echter geen eindtoets rekenen voor de onderbouw VO vastgelegd, enkel voor de bovenbouw havo/vwo en vmbo. Hiervoor geldt niveau 2F voor eind vmbo en niveau 3F voor eind (havo, en op dit moment ook nog vwo).

De eindtoetsen in de bovenbouw hebben uiteraard een uitwerking in de onderbouw, gezien het feit dat veel van de gevraagde rekenvaardigheden onderhouden of aangeleerd dienen te worden in de onderbouw VO.

Het Referentiekader doet in sommige gevallen expliciet uitspraken omtrent het gebruik van de rekenmachine. In andere gevallen wordt dit in het midden gelaten. In de ontwikkelde toetswijzers wordt dit gebruik van de rekenmachine nader gereguleerd. Deze regulering houdt in dat kale rekenopgaven, dat zijn rekenopgaven zonder enige verwijzing naar een context, opgelost moeten worden zonder rekenmachine. Bij alle andere opgaven is een rekenmachine beschikbaar.

Tussendoelen rekenen en wiskunde voor de onderbouw

Op dit moment wordt gewerkt aan tussendoelen wiskunde voor de onderbouw havo/vwo en de onderbouw vmbo. De tussendoelen zijn een beschrijving van de te verwerven kennis en vaardigheden aan het einde van de onderbouw. In het najaar 2011 is een concept voorgelegd aan het veld, waarbij docenten en overige vakexperts via een digitale enquête en valideringsbijeenkomsten (dec 2011) feedback konden geven. Deze feedback wordt verwerkt (voorjaar 2011) in een definitieve versie en overhandigd aan het ministerie van OCW.

De tussendoelen worden geschreven voor het vak wiskunde in de onderbouw. De mogelijkheid om hiernaast aparte rekendoelen voor de onderbouw te formuleren (op basis van het Referentiekader) worden op dit moment nader onderzocht door SLO.

In het concept tussendoelen (zoals voorgelegd in de veldraadpleging) wordt in enkele gevallen expliciet uitspraak gedaan over het gebruik van de rekenmachine (of inzet ICT), maar meestal wordt dit in het midden gelaten (ook het niet mogen gebruiken van de rekenmachine). De volgende formuleringen zijn opgenomen (voor havo/vwo), aansluitend bij de beschrijvingen in de kerndoelen (en concretisering) en de tendens uit het Referentiekader:

De leerling kan:

- *passende vaktaal voor wiskunde herkennen en gebruiken voor het ordenen van het eigen denken en voor uitleg aan anderen en wiskundetaal van anderen herkennen en beoordelen, evenals vaktaal omzetten naar taal die nodig is bij ondersteunende apparatuur (zoals rekenmachine).*
- *bij berekeningen de rekenmachine vaardig gebruiken en met beleid en begrip inzetten en gegeven uitkomsten kritisch beoordelen;*
- *de wetenschappelijke notatie van grote (negatieve) getallen beschrijven en gebruiken inclusief de vertaling naar de rekenmachine;*
- *data verzamelen, ordenen, interpreteren en vergelijken en grafische representaties van data maken, ook met behulp van technologie.*

De tussendoelen beogen op enkele punten een verschil te maken tussen 'bereken' en 'bereken exact', bijvoorbeeld in de beschrijving van het oplossen van hogere-machtsvergelijkingen:

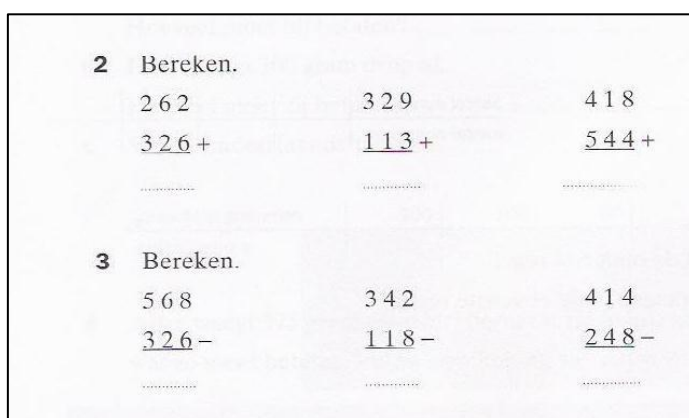
*Doel 16.7 (havo): Een leerling kan vergelijkingen van het type $x^3 = c$ ($c > 0$) **exact** oplossen;*

Bereken exact geeft de wijze aan waarop een antwoord gevonden dient te worden aan, namelijk algebraïsch (zonder gebruik te maken van specifieke opties op de rekenmachine) en het eindantwoord mag niet benaderd worden. De rekenmachine kan hooguit als hulpmiddel worden ingezet om de uitkomst te controleren.

Uitgevoerde leerplan

Eerste generatie rekenboeken

Voorafgaande aan het opstellen van het Referentiekader (2008) was er nogal wat onrust over de rekenvaardigheden (bij verschillende onderwijssectoren en overgangen tussen sectoren). De markt reageerde snel op de onrust en het aankomend Referentiekader. In de wiskundeboeken verschenen pagina's met rekenoefeningen en er kwamen aparte rekenoefenboeken en rekendelen op de markt. Terwijl de referentieniveaus voor rekenen nog niet beschreven waren, werden er in de materialen expliciete keuzes gemaakt: 'rekenmachinevrije' rekenboekjes en (veel) aandacht voor de standaardprocedures van het rekenen. Zie onderstaande voorbeeld uit een oefenboek rekenen havo/vwo:



Figuur 1

In 2008 bleek echter dat er in het Referentiekader rekenen voor een brede invulling was gekozen: het functioneel rekenen, het oplossen van problemen met daarin een rekenkundige component, staat voor het voortgezet onderwijs centraal. Dit is beschreven in vier domeinen: Getallen, Verhoudingen, Meten en meetkunde en Verbanden. Aandacht voor het onderhouden en consolideren van een basis aan parate kennis werd nodig geacht, evenals voor het gebruiken van rekenen in toepassingssituaties, het functioneel rekenen.

In het project Rekenen op niveau komen en blijven (SLO, 2011) is met een tiental scholen gewerkt aan het vormgeven van rekenbeleid. In dit tweejarige traject kwam de worsteling van scholen duidelijk naar boven hoe het rekenen in brede zin vorm te geven, met daarbinnen het gebruik van de rekenmachine. Ter discussie kwamen onder meer de inhoudelijke keuzen in eerste generatie rekenleermiddelen en de onzekerheid over het gebruik van de rekenmachine bij de rekentoets voorafgaand aan de publicatie van de rekentoetswijzers. Deze punten droegen nadrukkelijk aan deze worsteling bij.

Rekenmachinegebruik binnen het vak wiskunde (en rekenactiviteiten)

Bij veel scholen zien we dat er in de onderbouw discussie gevoerd wordt binnen de wiskundesectie over het gebruik van de rekenmachine. Dit leidt in sommige gevallen tot het opzij leggen van de rekenmachine gedurende het eerste jaar (of zelfs in de eerste twee of drie jaar) bij wiskunde. In andere gevallen, zie onderstaande illustratie, leidt het tot het initiatief om het rekenmachinegebruik een duidelijke plaats te geven bij het oplossen van vraagstukken. Samenvattend kan gesteld worden dat naarmate scholen meer aandacht geven aan het ontwikkelen van rekenbeleid, het opnemen van de rekenmachine in het leerplan steeds minder als een probleem wordt ervaren. Dit zien we met name terug bij scholen die aangeven het rekenonderwijs vorm te willen geven door het rekenen in de verschillende schoolvakken een rol te laten spelen.

In het project "Onderweg naar 2F" (SLO) zien we in het gedrag van leerlingen (in interviews waargenomen) dat leerlingen juist niet als eerste de rekenmachine nemen bij het oplossen van rekenproblemen. In Neede volgden zij bijvoorbeeld de instructie van de wiskundedocent:

- Eerst kijken of je het meteen ziet
- Anders even proberen op papier
- Dan pas de rekenmachine.

Figuur 2

Als gevolg van deze zelfregulering zien wij een tendens in de wiskundemethoden om hoofdstukken zo vorm te geven dat de rekenmachine opzij gelegd kan worden als dit een wens is van de school.

Het aanleren van algebraïsche vaardigheden bij wiskunde (zoals expressies herleiden, ontbinden in factoren) heeft in de afgelopen jaren meer aandacht gekregen in het lesmateriaal van de onderbouw. Bij het aanleren van deze vaardigheden is rekenmachinegebruik niet nodig en wordt in de praktijk dan ook vermeden.

Bij veel andere onderwerpen uit het wiskundecurriculum moet ook worden gerekend. Daarbij hangt de wenselijkheid van rekenmachinegebruik in hoge mate af van de complexiteit van de getallen en bijbehorende bewerkingen. Bij het toepassen van de betreffende wiskunde in praktische situaties zullen de getallen vaak complexer ("echter") zijn dan bij opgaven die bedoeld zijn om de structuur van de achterliggende wiskunde te verkennen.

Onderstaande voorbeelden in figuur 3 en 4 zijn hiervan een illustratie (Uit Netwerk):

Figuur 3

31 $\triangle DEF$ is gelijkvormig met $\triangle ABC$.
De factor is 3.

a Met welk getal moet je de oppervlakte van $\triangle ABC$ vermenigvuldigen om de oppervlakte van $\triangle DEF$ te krijgen?

b De oppervlakte van $\triangle DEF$ is 144 cm^2 . Hoe groot is de oppervlakte van $\triangle ABC$?

Theorie
Bij gelijkvormigheid met factor k wordt de oppervlakte vermenigvuldigd met k^2 .
De inhoud wordt vermenigvuldigd met k^3 .

Voorbeeld
Wat gebeurt er met de oppervlakte en de inhoud bij een vermenigvuldiging met factor 5?

- De oppervlakte wordt $5^2 = 25$ keer zo groot.
- De inhoud wordt $5^3 = 125$ keer zo groot.

De doosjes Celebrations zijn er in vier verschillende maten. De doosjes worden steeds 1,2 keer zo groot. Het kleinste doosje heeft een inhoud van 400 cm^3 .



- a Bereken de inhoud van het een na kleinste doosje.
- b Bereken de inhoud van het grootste doosje.
- c Het grootste doosje heeft een hoogte van 14 cm.
Bereken de hoogte van het kleinste doosje.

Figuur 4

Rekenen in 'andere' vakken

In de vakken natuurkunde, scheikunde (NASK), economie, aardrijkskunde en biologie in de onderbouw komen reken- en wiskundige technieken aan bod.

In het kader van het project 'Rekenen in andere vakken' (SLO, 2012) is gesproken met docenten van andere vakken (vakken met uitzondering van wiskunde). Hieruit blijkt dat bij de vaak aan de praktijk ontleende voorbeelden waarin gerekend moet worden met zeer grote getallen, met meetwaarden en geldbedragen de rekenmachine een noodzakelijke ondersteunende rol speelt. Wel wordt het belang aangegeven van het kunnen interpreteren van gevonden uitkomsten op zinvolheid (Is deze uitkomst mogelijk?) en het uitvoeren van aan het vak gekoppelde handelingen (bijv. afronden bij geldbedragen, significantie).

Onderstaande voorbeelden (bevolkingsdichtheid bij aardrijkskunde en renteberekening bij economie) ter illustratie:

d Bereken met de onderstaande gegevens de bevolkingsdichtheid van de volgende landen:

Land	Aantal Inwoners	Oppervlakte in km^2	Bevolkingsdichtheid per km^2
Ethiopië	71 300 000	1 127 127	
China	1 307 000 000	9 561 000	
Egypte	74 000 000	1 001 449	
Nederland	16 354 551	41 526	

Figuur 5: Uit Buitenland, leerjaar 1

Formule	$\frac{\text{Rentebedrag}}{\text{Spaarbedrag}} \times 100\% = \text{rentepercentage}$
Voorbeeld	$\frac{€ 31}{€ 620} \times 100\% = 0,05 \times 100\% = 5\%$ De spaarrente op Jimmy's rekening is dus 5%.

○ * 32 a Bereken op dezelfde manier wat het rentepercentage is als je € 13,95 rente krijgt over € 310 spaargeld.
 b Wat is het rentepercentage als je € 100,98 rente krijgt over een bedrag van € 1.683?

Figuur 6: Uit Pincode

Het opnemen van rekenactiviteiten binnen een schoolbreed rekencurriculum of rekenbeleid lijkt op veel scholen nog in de kinderschoenen te staan. Binnen het SLO-project Rekenen in andere vakken en binnen de gezamenlijke activiteiten uit het vensterproject 'Rekenbewust Vakonderwijs' zien we grote belangstelling van scholen om het rekenen breed in de schoolvakken neer te zetten.

Er is aandacht voor de rekenactiviteiten uit de verschillende vakken (waar en wanneer vindt het plaats?), maar ook voor het bewust worden van en mogelijk afstemmen van rekenstrategieën (hoe pakt men een probleem aan?). Een te maken keuze die hierbij naar voren komt is: Moet schoolbreed voor iedere rekenvaardigheid één strategie worden aangeboden door alle vakken heen, of moet men een verbinding leggen tussen de manieren die in de methoden voor de verschillende vakken wordt aangeboden? Bijvoorbeeld: Rekenen met procenten bij economie en bij wiskunde. Of rekenen met verhoudingen bij nask en bij wiskunde.

Bereikte leerplan

Voor en na het Referentiekader

In 1993 is een nieuw leerplan wiskunde voor de onderbouw, toen nog basisvorming, en het vmbo, toen nog mavo/vbo, ingevoerd. Onderdeel van dit leerplan was een domein rekenen, waarin ruimte was voor de onderwerpen: basisvaardigheden en schattend rekenen, verhoudingen en procenten, breuken, kommagetallen, metrieke en meten, de zakrekenmachine.

De aandacht voor het rekenen is in de jaren na de invoering van dit leerplan steeds verder afgenomen. In het bijzonder wat betreft onderhoud en toepassing van diverse onderdelen uit het rekendomein in het leerplan VO en de vaardigheden aangeboden in het primair onderwijs.

Wat de oorzaken waren van dit proces is nooit nauwkeurig onderzocht. Veel kennis werd wellicht als bekend verondersteld en het onderhouden werd niet actief beoefend. Bij het niet beheersen van de rekenvaardigheden bood de rekenmachine een welkome verlichting. Met de komst van het Referentiekader (en de aandacht in de jaren ervoor) staat rekenen duidelijk weer op de kaart met zowel het hoofdrekenen als het functionele rekenen.

Internationale vergelijkingen

Bij het analyseren van de plaats van de rekenmachine in het bereikte curriculum, lijkt het aan te raden wat breder te kijken naar recente ontwikkelingen in de leeropbrengsten zoals die in analyses van Cito, TIMSS en PISA naar voren komen. Voor de onderbouw havo/vwo geven de internationale vergelijkende onderzoeken TIMSS en PISA resultaten over onderbouwleerlingen en vormen daarmee ook meteen de enige data die beschikbaar is over deze doelgroep.

In het vergelijkingsonderzoek TIMSS uit 2007 zijn onder andere de rekenprestaties van leerlingen uit de tweede klas van het voortgezet onderwijs ("grade 8") in enkele tientallen landen met elkaar vergeleken. Nederland heeft aan dit onderzoek helaas niet deelgenomen. Docenten van deelnemende leerlingen is daarbij ook de vraag voorgelegd in hoeverre gebruik van de rekenmachine door betreffende leerlingen op school toegestaan is. Op basis daarvan kan een vergelijking gemaakt worden in hoeverre gebruikers van een rekenmachine op een en dezelfde toets beter of slechter scoren dan non-gebruikers. Toetsresultaten over alle landen tezamen zijn:

Tabel 1 Toets resultaten TIMSS 2007 rol rekenmachine

	<i>overall</i>	<i>vmbo- bb-kb</i>	<i>vmbo- gt</i>	<i>havo</i>	<i>vwo</i>
Leerlingen uit VO-2 die de rekenmachine onbeperkt mogen gebruiken	449	414	433	471	480
Leerlingen uit VO-2 die de rekenmachine beperkt mogen gebruiken	451	404	418	463	485
Leerlingen uit VO-2 die de rekenmachine niet mogen gebruiken	437	388	396	431	465

In enkele landen, waaronder enkele Aziatische, is het beeld dat leerlingen die de rekenmachine niet mogen gebruiken op school beter scoren dan leerlingen uit de andere categorieën.

Uit TIMSS blijkt dat de Nederlandse totaalscore voor wiskunde in internationaal perspectief 'goed' is. In de bijlage van het Referentiekader is gekeken naar de internationale scores van de Nederlandse tweedeklassers op het deelgebied van het rekenen (Vos, 2007). Voor de periode 1982 - 2003 blijkt dat de Nederlandse rekenscore in de internationaal vergelijkende toetsen even hoog of zelfs licht hoger is dan de Nederlandse totaalscore. Helaas is niet te zien hoe deze score zich de afgelopen jaren heeft ontwikkeld, omdat voor de onderbouw de toets niet is afgenomen in 2007 (Zie bijlage 3 voor een nadere analyse van TIMSS-gegevens uit 2007).

Uit andere onderzoeken, zoals PISA en het langlopende cohortonderzoek PRIMA/VOCL/COOL 5-18 van het Instituut GION van de Rijksuniversiteit valt geen informatie over rekenmachinegebruik af te leiden, omdat leerlingen geen vragen over rekenmachinegebruik voorgelegd zijn. Wel is het gebruik van de rekenmachine toegestaan en er is bij PISA editie 2006 de leerlingen gevraagd naar het *bezit* van een rekenmachine. Leerlingen die een rekenmachine bezitten behalen hogere scores dan leerlingen die geen rekenmachine bezitten. In het PISA-onderzoek, afgenomen in klas 3 van het VO, krijgen de leerlingen reeksen opgaven voorgelegd in contextvorm. Het onderzoek richt zich op het meten van het vaardigheidsniveau op het gebied van 'wiskundige geletterdheid' (of gecijferdheid). Uit de resultaten van 2009 blijkt dat het vaardigheidsniveau in de periode 2003-2006-2009 licht gedaald is en dat Nederland op de ranglijst van best presterende landen gezakt is van een vierde plaats in 2003 naar een elfde plaats in 2009 (Gille, et al., 2010), waarbij het aantal deelnemende landen tussentijds is gestegen (en er zelfs onofficiële landen als Sjanghai apart in het klassement staan). Uit een nadere, leerplankundige analyse van deze resultaten blijkt dat het vooral aan te bevelen is om in het onderwijs meer aandacht te schenken aan zaken als mathematiseren, redeneren, probleemoplossen alsmede aan het nog beter onderhouden van de basisvaardigheden (Kuiper, et al., 2010).

Binnen de onderbouw VO loopt de discussie over de plaats van het rekenen en daarbinnen de rol van de rekenmachine. De vormgeving van bijbehorend onderwijs is daarbij op gang aan het komen.

Belangrijke aspecten daarbij zijn:

1. Het onderhouden en uitbreiden van basale rekenvaardigheden en rekentechnieken.

Mede onder invloed van de stroom leermiddelen wordt binnen scholen hier vooral door middel van 'kale' sommen aandacht aan gegeven, zonder gebruik van de rekenmachine.

Binnen enkele scholen krijgt het verstandig omgaan met rekenhulpmiddelen als de zrm, mobiele telefoon, en, een stap verder, computersoftware als spreadsheets hier een plaats. De werkwijze van de docent uit Neede is hiervan een mooi voorbeeld.

2. Het redeneren over de structuur van het rekenen als basis voor het leren en beoefenen van algebraïsche vaardigheden.

Dit is een wezenlijk onderdeel van het wiskundeonderwijs in de onderbouw van het havo/vwo. Voor een goed ingevoerde wiskundedocent is duidelijk dat de plaats van de rekenmachine hier marginaal zal zijn.

3. Het gebruik van rekenvaardigheden bij het oplossen van problemen met een getalsmatig aspect (rekenen schoolbreed).

Met inachtneming van het bij onderdeel 2 genoemde voorbeeld binnen het vak wiskunde, kan hiervan het volgende worden gezegd. Binnen de verschillende vakken waar deze problemen aan de orde zijn wordt door docenten waarde gehecht aan de authenticiteit van de gebruikte data, dus ook de getalsmatige informatie. Deze is vaak van een dusdanig karakter dat daarmee uit het hoofd of op papier rekenen als een inefficiënte aanpak van het achterliggende rekenen wordt ervaren.

Deze inefficiëntie zit in de tijd die het rekenen dan in beslag neemt, tijd die niet besteed kan worden aan het onderwerp dat feitelijk aan de orde is en het punt dat de aandacht voor het probleem dat aan de orde is een moment helemaal weg is.

Conclusies

Onder invloed van de maatschappelijke discussies zijn de scholen binnen de onderbouw VO zich meer en meer bewust aan het worden van het belang van goede rekenvaardigheden bij de leerlingen en het feit dat het onderwijs de ontwikkeling daarvan dient te faciliteren.

In de verschillende projecten neemt de SLO waar dat binnen de scholen waar deze bewustwording op gang aan het komen is, ook de rol en de plaats van de rekenmachine binnen het onderwijs serieus onder de loep wordt genomen.

Wij schatten dit in als een zeer gezond proces waar de ontwikkeling van het rekenonderwijs binnen de onderbouw VO veel baat kan hebben. Het houden van de eigen verantwoordelijkheid in dit proces zal in hoge mate bijdragen aan de uiteindelijke kwaliteit van het rekenonderwijs. De vraag is welk effect een regulering van buitenaf op dit proces zal hebben.

De rol van de rekenmachine in het vmbo

Inleiding

Het gebruik van de rekenmachine kent in het beroepsonderwijs weinig beperkingen. Eén van de belangrijkste redenen daarvoor is dat rekenen in het beroepsonderwijs vooral functioneel van aard is; rekenen staat ten dienste van het uitvoeren van beroepstaken. Meestal betreft het hier rekenvaardigheden ten behoeve van plannen, begroten, ontwerpen, inrichten, calculeren, enzovoorts. Ook kan rekenen aan bod komen in het kader van burgerschapsvorming.

Daar waar beroepstaken beheersing van specifieke rekenvaardigheden vereisen, vinden gerichte onderwijsactiviteiten plaats om deze vaardigheden te verwerven.

Voorbeeld: Mbo-opleidingen verpleegkunde kennen naast algemene rekenlessen die tot doel hebben studenten voor te bereiden op de centrale rekenexamens in het mbo, vaak ook lessen "verpleegkundig rekenen", waar studenten geleerd wordt betrekkelijk eenvoudige berekeningen met maten en gewichten foutloos uit te voeren met het oog op correcte toediening van medicaties aan patiënten.

De beschikbaarheid van rekenhulpmiddelen in een beroepsomgeving weerspiegelt zich in de beschikbaarheid van een rekenmachine in het beroepsonderwijs. Dat is één van de redenen waarom de referentieniveaus 2F en 3F uit het Referentiekader rekenen – die zich richten op functioneel rekenen in het beroepsonderwijs – deskundig gebruik van de rekenmachine als belangrijk rekenvaardigheid kennen. Dit komt tot onder andere tot uiting in de onderstaande rekendoelen uit referentieniveau 2F:

- "Met een rekenmachine breuken, procenten, machten en wortels berekenen of benaderen als eindige decimale getallen"
- "Bij berekeningen een passend rekenmodel of de rekenmachine kiezen"

Internationaal perspectief

Discussie over beperking van het gebruik van de rekenmachine vindt ook plaats in het buitenland. De rapportage over de resultaten van het internationaal vergelijkingsonderzoek TIMSS uit 2007 meldt dat in Bahrein, Ghana, Servië en de Verenigde Staten van Amerika sprake is van een significante

terugdringing in het toestaan van de rekenmachine. Daar staat tegenover dat in Jordanië, Maleisië en Slovenië gebruik van de rekenmachine juist meer wordt toegestaan.

In onderstaande tabel staan gegevens over het percentage deelnemers uit de tweede klas van het voortgezet onderwijs aan het TIMSS-onderzoek uit 2007 die onbeperkt, beperkt of geen gebruik mogen maken van de rekenmachine, uitgesplitst naar onderwijssector.

Tabel 2: Gebruikpercentages rekenmachine per onderwijssector

	Onbeperkt gebruik	Beperkt gebruik	Geen gebruik
vmbo-bb/kb	21	55	28
vmbo-gt	21	55	30
havo	21	56	26
vwo	20	54	27

Hieruit blijkt dat het gebruikpercentage van de rekenmachine in het vmbo internationaal niet afwijkt van andere onderwijssectoren. Verder zien we dat onbeperkt gebruik van de rekenmachine slechts voor ongeveer een vijfde deel van de deelnemers aan het betreffende TIMSS-onderzoek toegestaan was.

Beoogde leerplan

Bij alle examens is gebruik van een rekenmachine met elementaire rekenfuncties toegestaan en in de hoogste leerwegen is bij enkele bètavakken een machine met aanvullende rekenfuncties vereist. In de examenprogramma's wiskunde en andere vakken in het vmbo wordt de rekenmachine niet expliciet genoemd. In examensyllabi voor het centraal examen is wel sprake van rekenmachinegebruik. Zo kent de examensyllabus wiskunde onder exameneenheid WI/K/5: Rekenen, meten en schatten de volgende eindtermspecificatie:

"een rekenmachine gebruiken:

- *(alle leerwegen) met een rekenmachine optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen*
- *(alle leerwegen) met een rekenmachine breuken, procenten, machten en wortels berekenen of benaderen als eindige decimale getallen*
- *(kb) gebruik maken van de functietoetsen voor omgekeerde, kwadraat, wortel, y^x en van de +/- toets*
- *(gt) berekeningen met een groeifactor of –percentage uitvoeren*
- *(gt) gebruik maken van de functietoetsen voor omgekeerde, kwadraat, wortel, y^x en INV- y^x , en van de +/- toets*
- *wetenschappelijke notatie kennen en gebruiken bij vermenigvuldigen met en delen door machten van 10"*

Voorgeschreven gebruik van de rekenmachine beperkt zich niet tot het vak wiskunde. Ook de examensyllabus NASK 1 kent bij exameneenheid NASK1/K/3: Leervaardigheden in het vak Natuurkunde de volgende eindtermspecificatie:

"basisrekenvaardigheden binnen de natuurkunde toepassen:

- *(bb) zakrekenmachine gebruiken voor optellen, aftrekken, vermenigvuldigen, delen*
- *(kb en gt) zakrekenmachine gebruiken voor optellen, aftrekken, vermenigvuldigen, delen en de functietoetsen gebruiken voor omgekeerde, kwadraat en wortel*
- *(....)"*

Bij andere vakken – voornamelijk bètavakken – bevat de examensyllabus wel eindtermspecificaties met betrekking tot rekenvaardigheden, maar wordt het gebruik van de rekenmachine niet genoemd.

In de rekentoetswijzer 2F voor het voortgezet onderwijs wordt gebruik van een rekenmachine uitgesloten bij het oplossen van zogenaamde contextloze opgaven. Bij contextopgaven wordt een rekenmachine beschikbaar gesteld in de digitale toetsomgeving. Gebruik van deze faciliteit is echter niet altijd relevant bij contextopgaven, omdat deze opgaven niet in alle gevallen een berekening behelzen. In de toetswijzer voor de rekentoets staat vermeld dat ten hoogste 15 á 20% van de toetsscore behaald kan worden zonder gebruik te maken van de rekenmachine.

De examenspecificaties op hun beurt doen geen uitspraak over de mate waarin de rekenmachine bruikbaar is. Een globale analyse van de examenopgaven uit de voorbije jaren leert dat in de examens wiskunde in het vmbo ongeveer één van de vijf examenopgaven grotendeels betrekking

heeft op de exameneenheid Rekenen, meten & schatten. De vragen bij deze opgave zijn zo geconstrueerd dat gebruik van de rekenmachine onontkoombaar is. Ook in de andere examenopgaven kunnen berekeningen gevraagd worden die het gebruik van de rekenmachine vereisen. Een voorbeeld hiervan is berekening van de oppervlakte van een cirkelvormige figuur. In dit voorbeeld echter is correcte berekening niet het doel van de vraag, maar het kunnen gebruiken van de correcte oppervlakteformule.

Scooter kopen

Mikail wil graag een scooter kopen.

Hij ziet deze scooter bij de dealer staan voor de prijs van € 2340,-.

Mikail heeft al € 825,- gespaard.



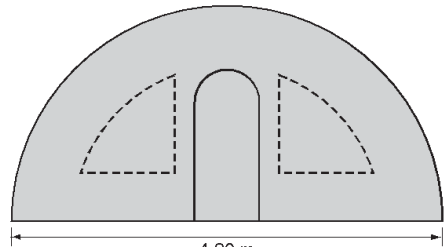
2p **9** Bereken hoeveel euro Mikail tekort komt om deze scooter te kunnen kopen. Schrijf je berekening op.

Figuur 6: Voorbeeld van een rekenopgave uit het examen wiskunde vmbo-bb 2011 eerste tijdvak

Laura gaat het dak, de voorkant en de achterkant van de tent opnieuw waterdicht maken. Ze rekent daarom de oppervlakte van het tentdoek inclusief ramen en deuren uit. De voor- en achterkant van de tent zijn twee halve cirkels met een diameter van 4,20 meter.

De oppervlakte van een cirkel kun je berekenen met de woordformule

$$\text{oppervlakte cirkel} = 3,14 \times \text{straal} \times \text{straal}$$



4,20 m

3p **20** Bereken de oppervlakte van de voor- en achterzijde van de tent samen in hele m². Schrijf je berekening op.

Figuur 7: Voorbeeld van een examenvraag waarbij het rekenwerk ondergeschikt is aan andere doelen, wiskunde vmbo-bb, 2011 eerste tijdvak

Uitgevoerde leerplan

Gegeven de afwezigheid van restricties met betrekking tot het gebruik van de rekenmachine bij de centrale examens zal het geen verbazing wekken dat de rekenmachine in de klas een rol van betekenis speelt. Naast het uitvoeren van berekeningen wordt de rekenmachine ook ingezet in het leerproces, bijvoorbeeld om wiskundige concepten en eigenschappen te "ontdekken" of uit te leggen. In het onderstaande voorbeeld wordt leerlingen vmbo-bb en -kb uitgelegd hoe ze van een breuk een decimaal getal kunnen maken.

Van breuk naar decimaal getal

Van elke breuk kun je een decimaal getal maken.
Dit kan op de rekenmachine.

Voorbeeld

Maak van $\frac{5}{8}$ een decimaal getal.

TI-30XB/S Met de F$\leftrightarrow$D toets maak je van een breuk een decimaal getal. • Tik op de $\frac{\Box}{\Box}$ toets. • Tik $\frac{5}{8}$ in. • Druk op ENTER • Druk op $\leftrightarrow$ Je krijgt nu als antwoord 0,625. Dus $\frac{5}{8} = 0,625$	CASIO fx-82ES Met de S$\leftrightarrow$D toets maak je van een breuk een decimaal getal. Ook moet er Math in het scherm staan. • Tik SHIFT MODE SETUP en dan 1 in. In je scherm staat nu Math. • Tik nu de $\frac{\Box}{\Box}$ toets in. • Tik $\frac{5}{8}$ in. • Druk op = • Druk op S$\leftrightarrow$D Je krijgt nu als antwoord 0,625. Dus $\frac{5}{8} = 0,625$
---	--

Figuur 8: Voorbeeld van uitleg met de rekenmachine. Getal & Ruimte, wi 1 deel 1 vmbo-BK

We zien sinds het verschijnen van het Referentiekader rekenen een lichte tendens onder uitgevers van methoden om het gebruik van de rekenmachine te beperken. Er verschijnen rekenkaternen bij wiskundemethoden met vermelding *Rekenmachinevrij!* op de voorzijde. De vraag is in hoeverre dit ingegeven is door een authentieke wens gebruik van de rekenmachine te beperken dan wel door marketingoverwegingen.

Over het gebruik van de rekenmachine door leerlingen is niet veel bekend. Er zijn leerlingen die elke berekening – hoe elementair ook – met de rekenmachine uitvoeren, niet zelden uit onzekerheid. De rekenmachine maakt in hun ogen geen fouten, zij wel. Het gevaar is dat deze leerlingen intoetsfouten niet opmerken en een onlogisch antwoord van de rekenmachine als correct aannemen.

In het kader van een project dat tot doel heeft scholen instrumentarium te bieden ten behoeve van vmbo-leerlingen met een rekenachterstand, heeft onlangs een kleinschalig onderzoek plaats gevonden naar het rekenmachinegebruik van deze leerlingen. Een van de conclusies uit dit onderzoek luidt:

"De vaardigheid in het gebruiken van de rekenmachine lijkt over de hele linie door de leerlingen uit de doelgroep redelijk goed ontwikkeld. Het vertalen van situatie naar bewerking(en), het intoetsen van de juiste getallen (c.q. bedragen), het interpreteren van de uitkomst van een bewerking, e.d. gaat de leerlingen veelal redelijk goed af. Bovendien spreiden veel leerlingen een zekere mate van flexibiliteit en selectiviteit tentoon in de zin dat ze de machine soms als onderdeel van een berekening voor juist dat onderdeel inzetten dat ze qua 'rekencomplexiteit' lastig vinden terwijl ze bij de overige onderdelen zelf rekenen."

Docenten tenslotte heroverwegen in toenemende mate het gebruik van de rekenmachine in hun lessen. Sinds het verschijnen van het Referentiekader rekenen is er een besef ontstaan dat rekenmachinegebruik zonder enige beperking ook nadelige effecten kan hebben. Er is sprake van toenemende mate van zelfbeperking op dit gebied.

Bereikte leerplan

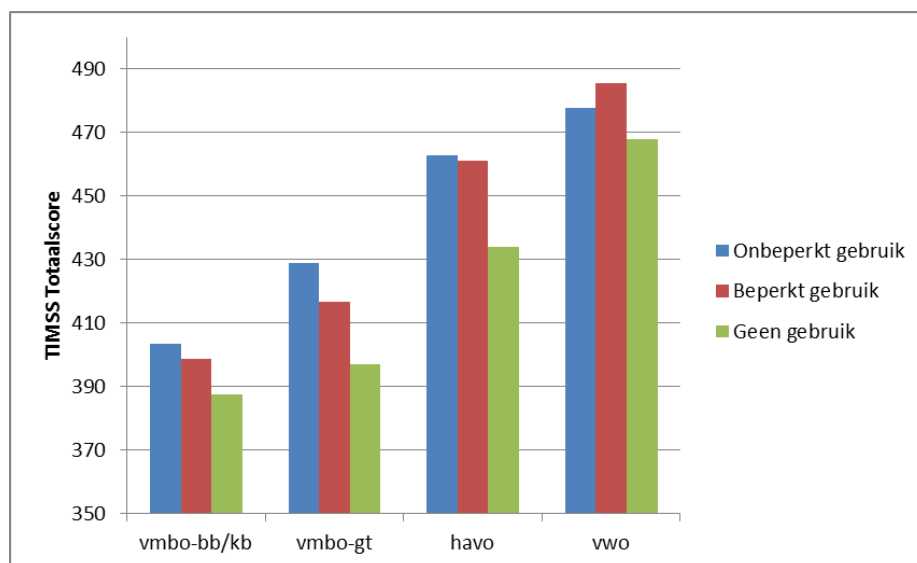
Het is praktisch gesproken niet mogelijk om het effect van het gebruik van de rekenmachine op examenresultaten in heden en verleden te bepalen. Weliswaar werden er in het voorrekenmachinetijdperk ook centrale examens afgenomen, maar de examenvragen uit die tijd zijn niet vergelijkbaar met de huidige tijd. Immers, in die tijd bestond het vmbo in zijn huidige vorm nog

niet. Bovendien waren de examens en examenprogramma's voor leerlingen uit de voorlopers van het vmbo anders van karakter dan de huidige examens en examenprogramma's.

Cito heeft in 2009 en 2010 diagnostische toetsen rekenen onder een ruim scala aan laatstejaars leerlingen uit onder andere het vmbo afgenomen. Deze toetsen dienden zonder rekenmachine gemaakt te worden. De resultaten van deze toets zijn afgezet tegen een fictieve norm op basis waarvan een leerling verondersteld wordt 2F te beheersen of niet. Op basis daarvan stelt Cito in haar *Meting taal en rekenen 2010* (Van Til, 2010), het volgende:

"Voor de BB-leerlingen geldt dat het percentage leerlingen dat het niveau 2F beheerst voor geen van de vaardigheden boven de 45 procent kwam. De leerlingen presteerden het slechtst op de onderdelen rekenen en taalverzorging. Het percentage BB-leerlingen dat voor deze vaardigheden niveau 2F beheerste was respectievelijk 12 en 29 procent. Daarnaast valt op dat de prestaties van de leerlingen uit leerjaar 4 KB erg uiteenliepen: op lees- en luistervaardigheid presteerden de leerlingen aanzienlijk beter dan op taalverzorging en rekenen. De verschillen waren minstens 30 procent. De leerlingen uit klas 4 vmbo-GT presteerden op alle domeinen aanmerkelijk beter dan de leerlingen uit klas 4 vmbo-BB. Het percentage leerlingen dat 2F beheerste, lag voor alle vaardigheden boven de 70 procent. Tot slot kan geconcludeerd worden dat vmbo-leerlingen het rekenen het slechtst onder de knie lijken te hebben."

In het vergelijkingsonderzoek TIMSS uit 2007 zijn onder andere de rekenprestaties van leerlingen uit de tweede klas van het voortgezet onderwijs ("grade 8") in enkele tientallen landen met elkaar vergeleken. Nederland heeft aan dit onderzoek helaas niet deelgenomen. Docenten van deelnemende leerlingen is daarbij ook de vraag voorgelegd in hoeverre gebruik van de rekenmachine door betreffende leerlingen op school toegestaan is. Op basis daarvan kan een vergelijking gemaakt worden in hoeverre gebruikers van een rekenmachine op een en dezelfde toets beter of slechter scoren dan non-gebruikers. Toetsresultaten over alle landen worden in de onderstaande figuur weergegeven; zie voor een uitgebreidere analyse van de TIMSS-gegevens Bijlage 2.



Figuur 9: Totaalscore alle deelnemende landen TIMSS-onderzoek 2007 per onderwijssector

We zien dat in alle onderwijssectoren leerlingen die geen gebruik mogen maken van de rekenmachine lagere scores behalen dan leerlingen voor wie de rekenmachine wel toegestaan is. Op zich is dat niet onlogisch, maar de begeleidende documentatie uit het TIMSS-onderzoek stelt dat bij het maken van de opgaven leerlingen geen voor- en nadeel hebben bij gebruik van een rekenmachine.

In enkele landen, waaronder enkele Aziatische, is het beeld dat leerlingen die de rekenmachine niet mogen gebruiken op school beter scoren dan leerlingen uit de andere categorieën.

Uit andere onderzoeken, zoals PISA en het langlopende cohortonderzoek PRIMA/VOCL/COOL 5-18 van het Instituut GION van de Rijksuniversiteit valt geen informatie over rekenmachinegebruik af te leiden, omdat leerlingen geen vragen over rekenmachinegebruik voorgelegd zijn. Bij PISA editie 2006 is leerlingen wel gevraagd naar het *bezit* van een rekenmachine. Leerlingen die een rekenmachine

bezitten behalen hogere scores dan leerlingen die geen rekenmachine bezitten.

De rol van de grafische rekenmachine in de bovenbouw havo-vwo

Beoogde leerplan

In de examenprogramma's (wet op het voortgezet onderwijs) voor de verschillende soorten wiskunde is vastgelegd dat leerlingen in de loop van de bovenbouw havo-vwo (hierna te noemen: de tweede fase) vertrouwd met ICT dienen te raken. In deze notitie richten we ons primair op de vigerende examenprogramma's voor wiskunde. In een aparte paragraaf zullen we vooruitblikken naar de nieuwe examenprogramma's wiskunde, zoals die in 2015 zullen worden ingevoerd in havo 4 en vwo 4.

In alle⁴ programma's is daarvoor binnen het domein A Vaardigheden een speciaal subdomein A3 Technisch-instrumentele vaardigheden opgesteld dat als volgt is beschreven:

De kandidaat kan bij raadplegen, verkennen en presenteren van wiskundige informatie en bij uitvoeren van wiskundige bewerkingen en redeneringen gebruik maken van toepassingen van ICT.

Sinds de herziening van de tweede fase in 2007 is in datzelfde domein A vaardigheden een subdomein A5 Algebraïsche vaardigheden opgenomen dat als volgt wordt beschreven:

De kandidaat beheerst de bij het examenprogramma passende rekenkundige en algebraïsche vaardigheden en formules, heeft daar inzicht in en kan de bewerkingen uitvoeren met, maar ook zonder, gebruik van ICT-middelen zoals de grafische rekenmachine.

Het is voor deze notitie interessant dat in deze eindterm de grafische rekenmachine (GR) expliciet wordt genoemd als een ICT-toepassing waar dat elders in de programma's niet het geval is. Het gaat hier weliswaar om de beheersing van de algebraïsche vaardigheden, maar op conceptueel niveau gaat in deze notitie om iets volkomen vergelijkbaars: tot op welk niveau mogen hulpmiddelen (in het geval van deze notitie de (grafische) rekenmachine) worden ingezet bij het leren van een procedurele vaardigheid (in het geval van deze notitie rekenvaardigheid)?

Verdere specificatie van de examenprogramma's wiskunde⁵ wordt gegeven in de verschillende syllabi, uitgegeven door het CvE. Daarin staat:

Bij wiskunde A en C is het wiskundegereedschap bedoeld om contextproblemen mee te analyseren en op te lossen. Omdat in toepassingen veelal met benaderende waarden (van grootheden) wordt gewerkt, ligt het niet voor de hand om exacte antwoorden te eisen. In veel gevallen zal de GR daarbij zinvol kunnen worden ingezet. Bij wiskunde B daarentegen zullen zeker ook meer abstracte vraagstukken voorkomen die met behulp van algebra moeten worden geanalyseerd of waarvoor een algebraïsch bewijs moet worden geleverd. Daarbij speelt de GR geen rol.

In de syllabus wiskunde B vwo wordt daarnaast gemeld:

In algemene zin geldt dat de grafische rekenmachine (GR) vooral wordt gebruikt in die gevallen waarin een algebraïsche oplossing op het kennisniveau van de wiskunde B leerling niet goed mogelijk is. Een kandidaat moet dan ook kunnen beoordelen of een vraag kan worden beantwoord met een algebraïsche aanpak of dat de GR moet worden ingezet om een benaderende oplossing te vinden. In de vraagstelling van het examen kan worden aangeduid met een indicatie dat een exact antwoord wordt verwacht.

In de concrete examens voor wiskunde B is het gebruiken van de GR toegestaan volgens de 'lijst hulpmiddelen'⁶. Op die examens is er voor gekozen om de opdrachten zo te formuleren dat de kandidaten gedwongen zijn algebraïsche vaardigheden te tonen die niet door de GR kunnen worden

⁴ Behalve die voor wiskunde D het keuzevak voor leerlingen in het Natuur en techniek profiel. Deze leerlingen volgen echter ook al wiskunde B.

⁵ Voor zover deze wiskundeprogramma's een centraal examen hebben en alleen voor het deel van het examenprogramma dat op het CE wordt getoetst.

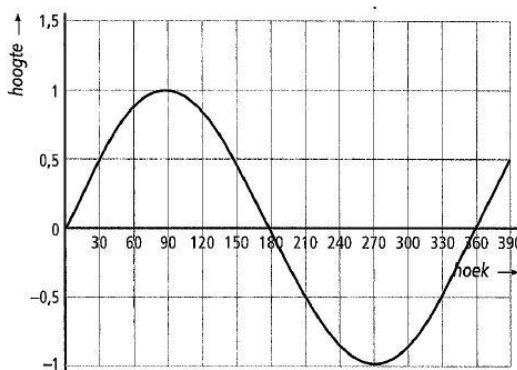
⁶ Zie http://www.examenblad.nl/9336000/1/j9vvhinitagymqn_m7mvi0sgg8bampk/vigud7lpcqu8

overgenomen. Wanneer het de gevraagde handeling wordt omschreven met "Bereken algebraïsch"⁷ dan zal de kandidaat de berekening moeten presenteren "stap voor stap, zonder gebruik te maken van specifieke opties en de grafische mogelijkheden van de grafische rekenmachine". Zie hiervoor het nomenclatuurrapport⁸ dat is opgesteld door de Nederlandse Vereniging voor Wiskundeleraren. Op deze manier mag de examenkandidaat de GR dus wel gebruiken, maar heeft voor de direct gevraagde vaardigheid geen nut. Met behulp van de GR kan wel een vermoeden over de oplossing van een probleem worden gekregen en een algebraïsch verkregen antwoord kan wel worden gecontroleerd.

De GR in de wiskundemethoden

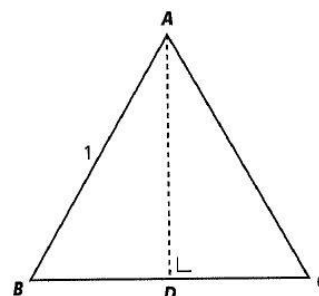
De uitwerking van het examenprogramma in syllabi is voor de educatieve uitgevers richtinggevend, naast uiteraard hun pedagogische en didactische visie op het leerdomein. Daardoor is de GR in de wiskundemethoden ook goed geïntegreerd. Hieronder twee voorbeelden, gekozen in het subdomein Periodieke functies van wiskunde B (havo en vwo).

- 3** Hiernaast staat de grafiek die het verband weergeeft tussen de hoek waarover is gedraaid en de hoogte.
- a** Plot deze grafiek op je rekenmachine. Welke instellingen van de machine moet je kiezen?
- b** Bij een hoek van 90° wordt hoogte 1 bereikt. Ook voor hoeken groter dan 360° kan deze hoogte worden bereikt. Noem twee hoeken waarvoor dit het geval is.
- c** Waarom kun je zeggen dat deze grafiek een periode heeft van 360° ?
- d** Bij een hoek van 30° hoort een hoogte 0,5. Noem nog vier verschillende hoeken waarvoor de hoogte 0,5 is.



Figuur 10 Opgave 3 par 8.1 Moderne wiskunde, negende editie, havo wiB deel 1

- 19** Hiernaast staat een gelijkzijdige driehoek ABC met zijde 1. Ook is de hoogtelijn AD getekend.
- a** Verklaar met de tekening dat $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$
- b** Geef alle exacte oplossingen van $\sin x = \frac{1}{2}$ op het interval $[0, 4\pi]$.
- 20a** Plot de grafiek van $f(x) = \cos x$ op interval $[-2\pi, 4\pi]$
- b** Controleer met de rekenmachine dat $\cos(\frac{1}{3}\pi) = \frac{1}{2}$.
- c** Geef alle exacte oplossingen van de vergelijking $\cos x = \frac{1}{2}$ op het gekozen interval.
- d** Verklaar met de tekening uit opdracht 19 dat $\cos(\frac{1}{3}\pi) = \frac{1}{2}$.



Figuur 11 Opgaven 19 en 20 Moderne wiskunde, negende editie, par 7.3 vwo wiB deel 1

Uitgevoerde leerplan wiskunde

De GR heeft dus een plaats in de wiskunde examenprogramma's, maar die is voor wiskunde A en C groter dan voor wiskunde B (zie bereikte leerplan). Via het zogenaamde backwash effect (Prodromou, 1995), dat stelt dat eisen die gesteld worden in examens sterk de praktijk in het onderwijs

⁷ In het nomenclatuurrapport wordt gesteld dat 'Bereken algebraïsch' de zelfde handeling van de kandidaat vraagt als 'Bereken exact', behalve dat bij 'Bereken exact' het eindantwoord *niet* mag worden afgerond. Op deze verfijning valt in zoverre wat af te dingen dat juist in de exacte wetenschappen (de natuurwetenschappen) heel vaak met numerieke benaderingen van algebraïsche uitdrukkingen wordt gewerkt. En is 'exact' dus minder exact dan 'algebraïsch'.

⁸ Zie <http://www.nvww.nl/media/downloads/nomenclatuur2007.pdf>. Op dit moment heeft dit rapport geen formele status, maar in de komende edities van de officiële syllabi wordt een herziene versie ervan opgenomen.

beïnvloeden, heeft de GR eveneens een duidelijke plek in het feitelijke wiskundeonderwijs. De GR is op het examen toegestaan en het gebruik ervan is een belangrijk onderdeel van het huidige wiskundeonderwijs. In de eerste wiskundeles die in de tweede fase gegeven wordt komt de GR op tafel. En hij verdwijnt niet meer. Zeer veel wiskundige activiteiten veranderen van aard. De GR is een persoonlijk hulpmiddel: leerlingen hebben hem continu tot hun beschikking. Daarin verschilt de GR van andere ICT hulpmiddelen op school (Vahey, Tatar, Roschelle, Van 't Hooft, & Swan, 2007; Van 't Hooft, Diaz, & Swan, 2004). Vanuit wiskundig oogpunt verandert de GR de vereiste vaardigheden drastisch en beïnvloedt het apparaat de mentale schema's die leerlingen ontwikkelen sterk (Artigue, 2002; Drijvers, 2007; Lagrange, 1999).

Als voorbeeld geven we hier het berekenen van een standaardafwijking van een normale verdeling, bij gegeven gemiddelde en kansgrootte (beschreven door Dick Klingens).

We gebruiken in hetgeen volgt alleen de cumulatieve functies. De functiewaarden daarvan (de oppervlakte, de kans) geven we weer aan met y .

We gaan nu bekijken hoe we, als we y weten, telkens één van de andere grootheden kunnen berekenen.

Dus:

1. Als we de waarde van y , μ en σ kennen, moeten we x berekenen.
2. Als we de waarde van x en y en ook μ kennen, moeten we σ berekenen.
3. Als we de waarde van x en y en ook σ kennen, moeten we μ berekenen.

Voorbeeld: hoe berekenen we μ ?

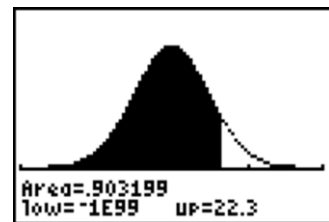
Van de hiernaast staande normale verdeling is bekend:

$$x = 22,3$$

$$y = 0,903199$$

$$\sigma = 1$$

Bereken μ .



Uit het plaatje kunnen we afleiden, dat de gezochte waarde van μ ligt tussen $-22,3$ en $22,3$ (waarom?).

We kunnen dus in het interactieve Solver-scherm de waarden achter **bound** wijzigen.

We hebben de waarde van M gelijk gemaakt aan 0.

De Solver zal nu trachten uitgaande van die waarde een betere waarde te vinden. 0 heet in dit geval een **startwaarde**.

```
Y=normalcdf(-...=0
Y=.903199
X=22.3
M=0
S=1
bound={-22.3,2...
```

Als je nu Solve kiest, krijg je ($\gg$).

Dit betekent, dat de Solver niet in staat is, uitgaande van de gegeven waarden, een oplossing te vinden.

```
ERR:NO SIGN CHNG
1:Quit
2:Goto
```

Via **2:Goto** keer je dan terug naar het Solver-scherm.

Wijzig nu: $M = 10$.

En je vindt dan *wel* de oplossing: $\mu = 21$.

```
Y=normalcdf(-...=0
Y=.903199
X=22.3
M=21.000002629...
S=1
bound={-22.3,2...
left-rt=0
```

Bron: <http://www.pandd.demon.nl/>

Duidelijk is dat bij het oplossen van dit wiskundige probleem nog steeds procedurele en conceptuele vaardigheden vereist zijn, maar dat de aard van die vaardigheden is veranderd onder invloed van het gebruik van de GR.

Bereikte leerplan wiskunde

Voor het analyseren van het bereikte curriculum wiskunde beperken we ons hier tot het analyseren van de wiskunde examens en de resultaten van de instaptoetsen wiskunde bij de technische universiteiten.

Havo examens

Op het examen havo wiskunde A 2011 eerste tijdvak was de GR min of meer nodig bij 23 van de 72 scorepunten.

Op het examen havo wiskunde B 2011 eerste tijdvak was de GR min of meer nodig bij 16 van de 80 scorepunten.

Als de GR nodig is betekent dat lang niet altijd dat er daarbij geen wiskundig inzicht nodig is om een punt te kunnen halen. Voorbeeld hier uit het examen havo wiskunde B 2011 eerste tijdvak:

De totale oppervlakte is $2 \cdot (12,0^2 + \pi \cdot 6,0^2) + (2 \cdot 12,0 + 2\pi \cdot 6,0) \cdot 2 \cdot 10,0 \text{ (cm}^2\text{)}$. Dus het antwoord is $1748 \text{ (cm}^2\text{)}$.

Voor dit antwoord kan de kandidaat 1 punt krijgen. Dus zowel fout gebruik van de rekenmachine als een fout wiskundig inzicht zal worden afgestraft. "Wegkomen door handig te zijn met de GR" is er dus niet bij.

Vwo examens

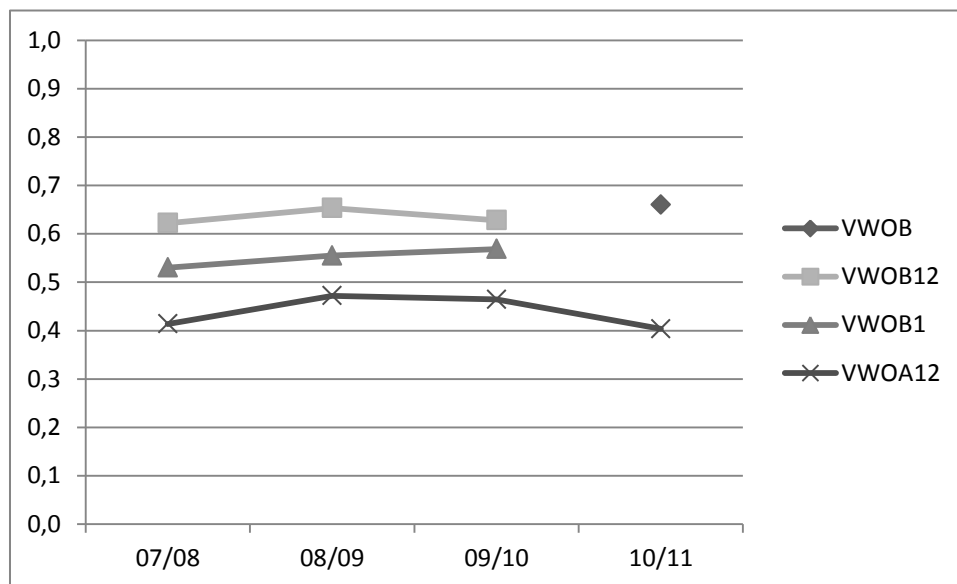
Op het examen vwo wiskunde A 2011 eerste tijdvak was de GR min of meer nodig bij 29 van de 84 scorepunten.

Op het examen vwo wiskunde B 2011 eerste tijdvak was de GR min of meer nodig bij 7 van de 78 scorepunten.

Conclusie inzet GR op examens

De GR speelt bij wiskunde A een belangrijke rol, zonder dat de wiskunde verdrongen wordt. De GR speelt bij wiskunde B een bescheiden rol. In het havo is de rol bovendien iets groter dan in het vwo. In de nieuwe wiskundeprogramma's (in te voeren in 2015) wordt bij wiskunde B de rol van de GR nog verder teruggedrongen.

In onderstaande figuur 13 is weergegeven hoe de scores zijn voor leerlingen



Figuur 12 Relatieve scores instaptoetsen wiskunde 3TU

Er zijn een interessante conclusie te trekken uit bovenstaande grafiek:

Instromende studenten met wiskunde B (2007 programma) scoren beter dan de studenten die daarvoor binnenkwamen met wiskunde B1 en zelfs dan die met wiskunde B1,2. Het lijkt er dus op dat het grotere accent op algebraïsche vaardigheden direct resulteert in betere scores op de instaptoetsen. Vraag is natuurlijk wel: is dit effect blijvend? Voor de afname in 2011 was dit wel het geval. Sommige faculteiten aan de TU's zijn zelfs gestopt met de toets omdat het probleem niet groot genoeg meer was.

Specifieke gegevens over rol GR

Uit bovenstaande is natuurlijk de specifieke invloed van de GR op reken- en wiskundevaardigheid van havo- en vwo-leerlingen niet te isoleren. Wel zien we dat de ingreep in een curriculum (op beoogd niveau) mogelijk een direct effect heeft op de vaardigheden (op bereikt niveau). Dat stemt hoopvol met betrekking tot de invloed van het referentiekader rekenen op de rekenvaardigheid van de havo- en vwo-leerlingen. Wij schatten in dat het 'rekenprobleem' eenvoudiger te repareren is dan het 'algebraprobleem'. En dat algebraprobleem lijkt op weg te zijn naar een oplossing.

De GR in andere vakken

De GR in andere vakken – bereikt

Zoals eerder vermeld is het gebruik van de grafische rekenmachine toegestaan maar niet noodzakelijk voor centrale examens in natuurkunde, scheikunde, economie en m&o. Een (wetenschappelijke) rekenmachine is echter onontbeerlijk voor deze vakken: bijvoorbeeld bij natuurkunde is het bij ongeveer 60% van de vragen op een centraal examen noodzakelijk om berekeningen te maken. De realistische contexten maken het in het grootste deel van deze gevallen noodzakelijk om de rekenmachine te gebruiken. Het toetsen van basale rekenkundige of algebraïsche vaardigheden is geen doel op zich voor de natuurwetenschappen, er valt dan ook niet veel te zeggen over het gebruik van de (G)R bij andere vakken dan wiskunde op het niveau van het bereikte curriculum.

Het is wel de vraag of het wenselijk is (in het kader van de samenhang tussen de verschillende vakken) om leerlingen met verschillende rekenmachines te laten werken.

De GR in andere vakken - beoogd

De grafische rekenmachine wordt in de tweede fase niet alleen bij wiskunde gebruikt. Bij het centraal examen natuurkunde, scheikunde, economie en M&O is de grafische rekenmachine toegestaan.

Voor natuurkunde en scheikunde geldt dat sinds de introductie van de GR er nooit examenopgaves zijn geweest, waarvoor het gebruik van de GR (in vergelijking tot een gewone wetenschappelijke rekenmachine) noodzakelijk was. Dit sluit ook aan bij het feit dat in de recente syllabi (2007-programma's) staat:

"De kandidaat kan een (grafische) rekenmachine gebruiken" (let op de haakjes rond grafisch).

Ook in leerboeken natuurkunde wordt niet op grote schaal gebruik gemaakt van het feit dat leerlingen over een grafische rekenmachine beschikken. Voor scheikunde iets meer, daar betreft het dan vooral onderwerpen die op het Schoolexamen getoetst worden.

Het gebruik van een rekenmachine is echter onontbeerlijk voor deze vakken, omdat het toepassen van de theorieën in realistische contexten van kandidaten vereist wordt. Realistische contexten laten zich in het algemeen slecht rijmen met mooie ronde getallen die nodig zijn om zonder rekenmachine vraagstukken op te lossen.

De GR in andere vakken – uitgevoerd

Omdat de leerlingen over een GR beschikken, wordt in de lessen natuurkunde en scheikunde (en soms ook biologie) ook van deze grafische rekenmachine gebruik gemaakt. De didactische mogelijkheden van de grafische rekenmachine zijn groot. Zo kan de GR gebruikt worden voor dataverzameling en data-analyse. En bij bijvoorbeeld kinematica kan de rekenmachine goed gebruikt worden om vraagstukken snel grafisch weer te geven. Het effect van het veranderen van bepaalde grootheden kan snel bestudeerd worden, zonder dat de leerling iedere keer zelf de betreffende grafiek hoeft te tekenen. De GR kan ook gebruikt worden om modellen op te stellen en te verfijnen. Bij scheikunde bijvoorbeeld kunnen reactiesnelheidsvergelijkingen opgesteld worden en daarmee de orde van een reactie bepaald worden, maar ook kunnen bijvoorbeeld evenwichtsverschuivingen doorgerekend worden.

Anderzijds wordt bij natuur- en scheikunde vaak gewerkt met grafieken van meetresultaten en niet met wiskundige functies. Dat beperkt de didactische inzet van de GR in de les. Bovendien zijn beide toepassingen (functieanalyse en dataverzameling en analyse) van de GR niet noodzakelijkerwijs gekoppeld aan dit instrument: het is veeleer de beschikbaarheid van het instrument voor iedere leerling, die het didactisch gebruik aantrekkelijk maakt. Als de leerlingen niet over een GR zouden beschikken, zou met een computer met meetapparatuur of met excel dan wel met een draagbare datalogger (evt. via notebook of tablet) voor veldwerk hetzelfde bereikt kunnen worden. Voordeel van computers boven de GR is ook, dat computers nog meer functies hebben dan de GR én dat in het HO beduidend meer gebruik gemaakt wordt van computers dan van de GR.

Docenten van de vakken natuurkunde en scheikunde ondervinden echter ook nadelen van de grafische rekenmachine. Doordat deze bij het centraal examen gebruikt mag worden (en het geheugen dan niet van tevoren gewist hoeft te worden), voelen docenten zich genooddaakt om ook in hun lessen en schoolexamens een grafische rekenmachine toe te staan. Strikt genomen is dit niet noodzakelijk, docenten zouden in een deel van les of bij de schoolonderzoeken het gebruik van een GR kunnen verbieden. Sommige docenten geven aan dit ook al te doen, oa. om te voorkomen dat bepaalde rekenvaardigheden 'slijten'.

De ondervonden nadelen hebben allereerst betrekking op het feit dat in het geheugen van de GR informatie opgeslagen kan worden. De GR fungeert zo als geavanceerd 'spiekbriefje'. Overigens is het mogelijk om het geheugen voor een toets te laten wissen. Een tweede nadeel hangt samen met het feit dat voor de natuurkunde het mathematiseren van natuurkundige problemen een belangrijke vaardigheid is (wiskunde is immers de taal van de natuurwetenschap). De mogelijkheid om problemen grafisch op te lossen kan het aanleren van deze vaardigheid in de weg staan: leerlingen hoeven een natuurkundig vraagstuk niet te vertalen naar bijvoorbeeld een tweedegraads vergelijking, omdat ze de oplossing kunnen vinden door twee lijnen met elkaar te snijden. Scheikundedocenten rapporteren hierover minder negatief: bij scheikunde worden regelmatig problemen juist wel grafisch opgelost en niet mathematisch. Het zou ook kunnen zijn dat met de introductie van het Nieuwe

Natuurkundeprogramma (gepland in 2013 in klas 4) de grafische functies juist meer gebruikt gaan worden, ook bij natuurkunde.

Internationaal perspectief

In deze paragraaf vatten we de belangrijkste zaken samen die bekend zijn over het gebruik van de GR.

In de wetenschappelijke literatuur wordt gesproken over 'graphing calculator' (Quesada & Maxwell, 1994), maar ook over 'graphic(al) calculator' (Berger, 1998) of 'graphics calculator' (Drijvers, 2000; Drijvers & Doorman, 1996). Men verstaat daaronder een specifieke handheld die gewijd is aan de oorspronkelijke taak van de computer, volgens Webster's: 'calculating' of misschien zelfs 'wiskunde'. De grafische rekenmachine (GR) was de eerste handheld computer die structureel in het wiskundeonderwijs voor de bovenbouw havo-vwo is ingezet. De invloed van de GR op het wiskundeonderwijs is in veel onderzoeken beschreven.

Drijvers (2009) toont een internationale vergelijking tussen landen en de toegestane ICT op examens. Hij concludeert dat veel landen zijn op weg naar toetsen waarin ICT (ten minste gedeeltelijk) nodig is.

Doerr and Zangor (2000) beschrijven hoe leerlingen hun GR gebruiken om wiskundige betekenis te genereren bij wiskundige opdrachten. Zij concluderen dat er vijf manieren waarop de GR volgens observaties wordt gebruikt:

1. Als hulpmiddel voor rekenen;
2. Als hulpmiddel waarmee de nadruk in een taak verschuift van berekening naar interpretatie;
3. Als hulpmiddel voor data verzameling en analyse;
4. Als visualisatie hulpmiddel;
5. Als controle hulpmiddel.

Daarnaast concluderen Doerr and Zangor (2000) dat het gebruik van de GR als persoonlijk apparaat in een kleine groep als communicatiemiddel kan fungeren, terwijl het gebruik ervan als een gezamenlijk apparaat het leren van wiskunde in klassikale setting kan ondersteunen. Het intensiveren van feedback door de docent op het werk van leerlingen en het verbeteren van de kwaliteit ervan kan onder bepaalde voorwaarden worden bereikt door de GR's te koppelen in een classroom network (Tolboom, 2012).

Naast kwalitatieve studies als hierboven beschreven zijn er ook behoorlijk wat kwantitatieve studies gepubliceerd, gericht op het meten van effecten. Ellington heeft twee meta-analyses gepubliceerd. In 2003 over het effect van de RM in het algemeen, in 2006 over het effect van de GR in het bijzonder. Andere studies resulteren ongeveer in gelijksoortige conclusies als Ellington (2006). Van die laatste meta-analyse (gebaseerd op 42 effect studies) citeren we uit de conclusie (p24):

There were no circumstances under which the students taught without calculators performed better than the students with access to calculators. However, students receive the most benefit from graphing calculators when they have access to them during both aspects of the learning process (instruction and testing).

Voorzichtigheid is echter geboden: wanneer de GR wel gebruikt werd in de lessen, maar niet op de toets scoorden de leerlingen *niet* hoger op procedurele kennis dan de leerlingen die de GR niet gebruikten in de lessen. De conceptuele vaardigheden ontwikkelden zich onder GR gebruikers wel beter dan onder niet GR gebruikers. De leerlingen die een GR gebruikten hadden ook een positievere houding ten opzichte van wiskunde dan diegenen zonder GR.

Plannen met betrekking tot de rekentoets havo-vwo

Momenteel kunnen we niet veel zeggen over de drieslag 'Beoogd-Uitgevoerd-Bereikt curriculum' met betrekking tot het rekenen in de tweede fase. Op het moment van schrijven is er een rekentoetswijzer 3F vo⁹ vastgesteld. Daarmee worden doel en niveau van de rekentoets voor havo en vwo gespecificeerd. Tegelijkertijd is er een rekentoetswijzercommissie 3S actief die de mogelijkheden formuleert om hetzelfde te doen voor specifiek vwo-examenkandidaten.

⁹ Zie <http://www.slo.nl/downloads/2011/rekentoetswijzer-3F-voortgezet-onderwijs.pdf/>

We kunnen dus aangaande rekenen alleen iets opmerken over de rol van de rekenmachine in het 'Beoogd curriculum'. Dat doen we dus voor niveau 3F. Voor het niveau 3S zal eerst het adviesrapport van de rekentoetswijzercommissie 3S moeten verschijnen. Dat staat gepland voor juni 2012.

Rekenmachine in rekentoets 3F

In de rekentoets 3F worden de basistechnieken van het rekenen getoetst met opgaven waarbij de rekenmachine niet kan en mag worden gebruikt. Daarnaast bevat de toets opgaven waarbij de kandidaat een rekenmachine ter beschikking heeft en het aan de kandidaat wordt overgelaten of hij deze gebruikt. Van de kandidaten wordt bij deze opgaven verwacht dat ze zelf een keuze maken tussen hoofdrekenen, een eigen rekenprocedure of het inzetten van de rekenmachine of een combinatie ervan. Bij dit deel van de toets is dus steeds een rekenmachine beschikbaar ook als het gebruik ervan bij het maken van de opgave niet zinvol of wellicht soms zelfs hinderlijk is.

Conclusies en aanbevelingen

In onderstaande tabel vatten we de rol van de RM met betrekking tot de drie onderscheiden leerplanperspectieven samen:

Het gebruik van de GR in de TF havo-vwo		
<i>Perspectief</i>	<i>Beschrijving</i>	<i>Kwaliteit</i>
Beoogd leerplan	Gebruik van de GR wordt veelvuldig in het leerplan voorzien (iedere les) en de leerdoelen bij gebruik van de GR zijn geïntegreerd in het curriculum.	++
Uitgevoerd leerplan	In de lessen speelt de GR een duidelijke rol. Docenten gebruiken de GR in hun uitleg, leerlingen gebruiken de GR ter ondersteuning van bepaalde wiskundige handelingen.	++
Bereikt leerplan	In de toetsing speelt de GR een rol. De resultaten van het gebruik van de GR zijn overwegend goed.	++

-- : niet of nauwelijks, - : matig, + : redelijk, ++ : goed

Er is dus een behoorlijke congruentie tussen het beoogde, uitgevoerde en bereikte curriculum. Dat wil nog niet zeggen dat er geen problemen zijn. Uiteindelijk is het een kwestie van het kiezen van leerdoelen en het ontwikkelen van een leerplan behorend bij die doelen. Keuzes horen uiteraard onderbouwd te worden, maar zijn tot op zeker hoogte ook arbitrair. Daardoor is dus in principe altijd kritiek mogelijk op de gekozen leerdoelen en de daarbij ontwikkelde leerplannen. Uit wetenschappelijk onderzoek blijkt echter niet dat de GR het bereikte leerplan op het gebied van wiskunde negatief beïnvloedt. Duidelijk is daarnaast dat de GR allerlei relevante leeractiviteiten en leerdoelen mogelijk maakt (Doerr & Zangor, 2000) die zonder GR praktisch onhaalbaar zijn. Bij de invoering van de tweede fase in 1998 en daarmee van de GR in het onderwijs is de impact van de GR op het onderwijs in onze ogen onderschat. Leerplankundig is er toen te weinig gehandeld volgens de leidraad: bij iedere invoering van ICT moet het hele leerplan worden herzien en moeten in principe ambitieuzere leerdoelen worden gesteld dan voor de intensivering van ICT.

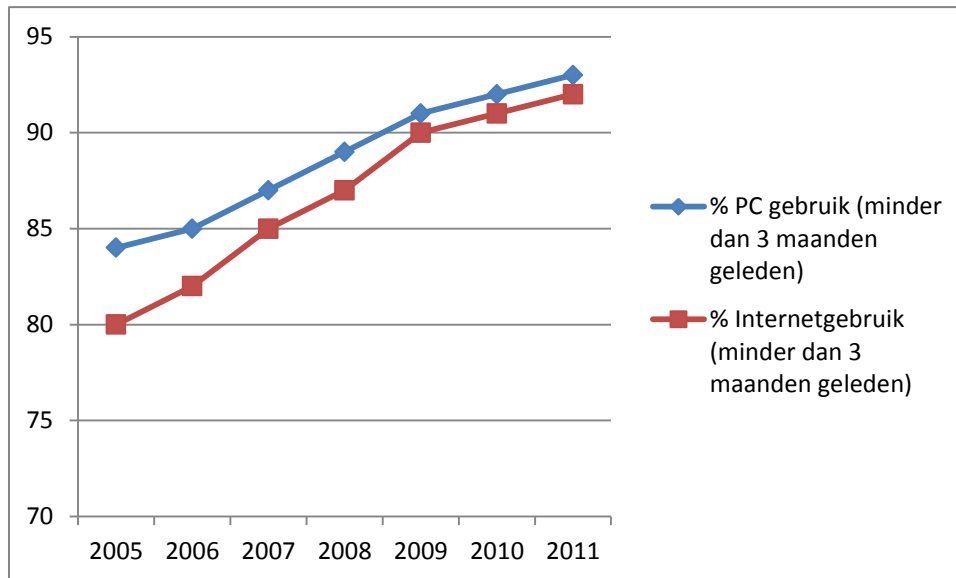
Wanneer de rol van de GR zou moeten worden beperkt is de insteek van de Resonansgroep wiskunde cTWO (Caspers, et al., 2008) een interessante: beperk de rol van de GR in de centrale examens en sta de GR toe tijdens schoolexamens. Dit zou mogelijk in de praktijk toch tot problemen kunnen leiden, doordat scholen misschien de neiging hebben zich meer te laten leiden door de centrale examens dan door hun eigen schoolexamen, daartoe misschien ook uitgenodigd door maatregelen als de slaag-zak regeling, die alleen scores op centrale examens meeneemt. En daarom gaat onze voorkeur uit naar de gekozen insteek van de herziening van de tweede fase in 2007 (die nog verder is doorgezet in met name de wiskunde B programma's van 2015): formuleer de examenopdrachten zodanig dat een beantwoording 'louter en alleen via de GR' geen punten oplevert.

Leerplankundig vooruitzien is natuurlijk belangrijk. Op dit moment is er een GR op de markt in Nederland die beschikt over computeralgebra faciliteiten. Gebruik van deze GR op het centraal

examen is door het CvE weliswaar niet toegestaan, maar de beschikbaarheid van dit type GR geeft wel aan dat op termijn een nieuwe vraag zal moeten worden gesteld: wat is de rol van computeralgebra (symbolische rekenmachine [SR] (Drijvers, 2003)) in het leerplan voor de tweede fase havo-vwo? Ontwikkeling van technologie staat niet stil en de vraag naar een zinvolle benutting ervan in het leerplan dus ook niet.

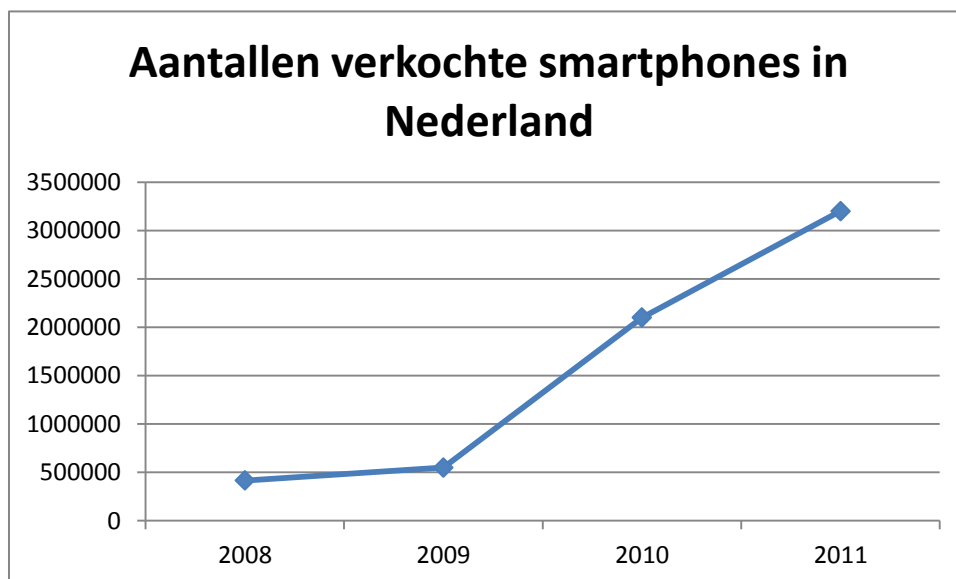
Bijlage 3: Maatschappelijke context van de rekenmachine

In de Nederlandse maatschappij zien we een duidelijke toename van ICT gebruik. Dat geldt voor het gebruik voor PC en internet (zie figuur 1; Bron: CBS, Statline).



Figuur 13 Percentage Nederlanders dat minder dan drie maanden geleden een PC / het internet gebruikte. Bron: CBS

De beschikbaarheid van een vorm van computer en het internet is door de opkomst van de smartphone ook sterk gestegen. Zie figuur 2. In 2011 werden meer dan 3 miljoen smartphones verkocht.



Figuur 14 Verkoop smartphones in Nederland (bron: marktonderzoekbureau GfK Retail & Technology)

Al deze vormen van ICT-middelen maken ook de beschikbaarheid van een rekenmachine steeds groter. Meer in het algemeen kunnen we stellen dat het werken met ICT een zodanig alledaagse vaardigheid is in de huidige maatschappij dat het bevreemdend zou zijn die vaardigheid via het

leerplan op school niet te ontwikkelen en te benutten. Dit argument lijkt in de toekomst alleen maar sterker te gelden.

Dit argument laat onverlet dat aan het ontwikkelen van basale rekenvaardigheid, het onderhoud daarvan en de borging eveneens belangrijke onderwijsdoelen zijn.

Bijlage 4: Analyse TIMSS-gegevens 2007

Inleiding

TIMSS is een vergelijkend onderzoek naar prestaties van leerlingen in een aantal landen op het terrein van wiskunde en "science". Het onderzoek is voor het laatst uitgevoerd in 2011, maar de resultaten daarvan zijn nog niet openbaar. De onderzoeksresultaten van de uitvoering uit 2007 zijn wel beschikbaar.

Het onderzoek richt zich op leerlingen uit grade 4 (= groep zes basisonderwijs) en grade 8 (= tweede klas voortgezet onderwijs). De analyseresultaten in deze bijlage hebben betrekking op grade 8. Nederlandse grade 8-leerlingen hebben in 2007 helaas niet aan het TIMSS-onderzoek deelgenomen.

Het TIMSS-onderzoek bestaat er uit dat leerlingen uit de verschillende landen opgaven maken en enkele vragen beantwoorden over onder andere hun leef- en leergewoonten. Ook docenten van deelnemende leerlingen is een aantal vragen voorgelegd over onder andere hun professionaliteit en aard en inhoud van hun wiskundelessen. Door antwoorden van leerlingen en docenten te combineren met leerlingprestaties op de toetsopgaven kunnen uitspraken gedaan worden over te verwachten leereffecten van maatregelen met betrekking tot bijvoorbeeld het gebruik van de rekenmachine in de wiskundeles.

Aandachtspunt hierbij is het volgende. Bij de afname van de TIMSS-toetsen is het gebruik van de rekenmachine toegestaan. Aanbevolen wordt om met betrekking tot het gebruik van de rekenmachine aan te sluiten bij de praktijk in de wiskundeles. In het geval leerlingen geen rekenmachine gebruiken, ligt het voor de hand te veronderstellen dat ze in het algemeen rekenopgaven slechter maken dan leerlingen met een rekenmachine. In de TIMSS-documentatie over de editie van 2011 wordt in de onderstaande toelichting gesteld dat dit niet het geval is.

"After considerable debate on the issue, TIMSS 2003 introduced calculator use in the eighth-grade mathematics assessment. For newly developed items, calculators were not required, but were permitted if participating countries wanted to allow their students to use them. Based on a study conducted as part of TIMSS 2003 where the same items were given before the break when calculators were not permitted and in the session after the break when calculators were allowed, it was found that even without specifically planning nearly all the TIMSS mathematics items could be answered just as easily without the use of a calculator. That is, performance was not significantly different with or without a calculator for all except five items. Also, of the students who had calculators (63 percent), the vast majority (47 percent) reported that although they had calculators, they used them very little or not at all.

Based on the experience in TIMSS 2003, in TIMSS 2007 eighth-grade students were permitted to use calculators for the entire assessment and this will be continued in TIMSS 2011. The aim of the TIMSS guidelines for calculator use is to give students the best opportunity to operate in settings that mirror their classroom experience. Thus, if students are used to having calculators for their classroom activities, then the country should encourage students to use them during the assessment. On the other hand, if students are not used to having calculators or are not permitted to use them in their daily mathematics lessons, then the country need not permit their use. In developing the new assessment materials, every effort will be made to ensure that the test questions do not advantage or disadvantage students either way—with or without calculators."

Analyse van de TIMSS-database

Met behulp van de International Data Explorer is een aantal gegevens uit de TIMSS-database betrokken met als doel de volgende vragen te beantwoorden.

1. In hoeverre is de claim van de organisatoren van TIMSS ten aanzien van rekenmachinegebruik tijdens de toetsafnamen terecht?
2. Welke effect heeft het uitvoeren van basisbewerkingen rekenen zonder rekenmachine in de wiskundeles op leerprestaties van leerlingen?

3. In hoeverre behalen leerlingen die de rekenmachine in de wiskundeles mogen gebruiken betere of slechtere resultaten dan leerlingen die dat niet mogen doen?

In onze analyse zijn alleen deelnemende landen betrokken die qua ontwikkelingsniveau min of meer vergelijkbaar zijn met Nederland, te weten: Australië, Engeland, Hongkong, Hongarije, Israël, Italië, Japan, Zuid Korea, Litouwen, Malta, Noorwegen, Rusland, Schotland, Singapore, Taiwan, Tsjechië, Turkije, USA en Zweden.

Er zijn vijf onderdelen uit het TIMSS-onderzoek in de analyse betrokken:

- het domein Number, waaronder opgaven gerekend worden die beheersing van elementaire rekenvaardigheden toetsen;
- het domein Algebra, waaronder opgaven gerekend worden die beheersing van wiskundige bewerkingen vereisen;
- de rubriek Knowing met opgaven die een beroep doen op basiskennis en basisvaardigheden uit alle domeinen;
- de rubriek Applying met toepassingsopgaven;
- de rubriek Reasoning met redeneer- en begripsopgaven.

1. In hoeverre is de claim van de organisatoren van TIMSS ten aanzien van rekenmachinegebruik tijdens de toetsafnamen terecht?

Om deze vraag te beantwoorden zijn de TIMSS-scores op de vijf onderdelen gerelateerd aan de antwoorden van leerlingen op de enquêtevraag "*Hoe vaak gebruik je de rekenmachine in de wiskundeles? (How often do you do these things in your mathematics lessons: We use calculators?)*" Op basis van hetgeen de organisatie van TIMSS stelt, mag verondersteld worden dat leerlingen die in de wiskundeles wel/geen rekenmachine gebruiken, dat tijdens de TIMSS-toetsen ook/evenmin zullen doen.

De resultaten staan in onderstaande tabel.

Tabel 3: Rekenmachinegebruik in de wiskundeles tegen behaalde TIMSS-scores

<i>Hoe vaak gebruik je de rekenmachine in de wiskundeles?</i>	Number	Algebra	Knowing	Applying	Reasoning
in (bijna) elke les (29%)	509	492	503	507	503
in ongeveer de helft van de lessen (21%)	511	495	508	509	507
soms (30%)	505	493	503	505	501
nooit (20%)	487	474	487	486	485

De TIMSS-scores van leerlingen die zeggen in de rekenles nooit de rekenmachine te gebruiken, blijven op alle onderdelen achter bij de (al dan niet spaarzame) rekenmachinegebruikers. Het heeft er de schijn van dat deze leerlingen in het TIMSS-onderzoek toch wat benadeeld worden vanwege het feit dat ze geen rekenmachine gebruiken.

2. Welke effect heeft het uitvoeren van basisbewerkingen rekenen zonder rekenmachine in de wiskundeles op leerprestaties van leerlingen?

De vraag is welk effect het uitvoeren van basisbewerkingen rekenen zonder gebruikmaking van de rekenmachine heeft op de hoogte van de TIMSS-score van leerlingen uit betrokken landen. In het TIMSS-onderzoek wordt leerlingen hieromtrent de volgende vraag voorgelegd. *Hoe vaak besteed je in de wiskundeles aan uitvoering van basisvaardigheden rekenen zonder rekenmachine? (How often do*

you do these things in your mathematics lessons: We practice adding, subtracting, multiplying, and dividing without using a calculator?). De resultaten staan in onderstaande tabel.

Tabel 4: Uitvoeren van basisvaardigheden rekenen tegen behaalde TIMSS-scores

<i>Hoe vaak besteed je in de wiskundeles aan uitvoering van basisvaardigheden rekenen zonder rekenmachine?</i>	Number	Algebra	Knowing	Applying	Reasoning
in (bijna) elke les (36%)	520	508	518	518	513
in ongeveer de helft van de lessen (16%)	502	487	499	500	497
soms (36%)	505	490	502	504	500
nooit (11%)	511	494	506	508	504

Uit deze tabel blijkt dat leerlingen die in (bijna) elke les basisvaardigheden rekenen zonder rekenmachine uitvoeren, betere resultaten lijken te halen dan de andere categorieën leerlingen. Ook lijkt het er op dat leerlingen die in alle gevallen de rekenmachine gebruiken op hun beurt weer iets betere scores behalen dan de resterende categorieën leerlingen, maar dat kan ook te wijten zijn aan het "rekenmachinevoordeel" van de TIMSS-toetsen.

Aan docenten is in dit kader de vraag voorgelegd: *Hoe vaak vraagt u leerlingen in de wiskundeles basisvaardigheden rekenen uit te voeren zonder rekenmachine? (In teaching mathematics to the students in the TIMSS class, how often do you usually ask them to do the following: Practice adding, subtracting, multiplying, and dividing without using a calculator?)*. Deze vraag leidt tot de volgende resultaten.

Tabel 5: Gedrag docenten met betrekking tot rekenmachinelos rekenen tegen behaalde TIMSS-scores

<i>Hoe vaak vraagt u leerlingen in de wiskundeles basisvaardigheden rekenen uit te voeren zonder rekenmachine?</i>	Number	Algebra	Knowing	Applying	Reasoning
in (bijna) elke les (42%)	514	503	513	514	510
in ongeveer de helft van de lessen (14%)	514	502	512	513	510
soms (37%)	514	501	512	514	510
nooit (7%)	534	519	530	532	526

N.B. De scoreniveaus in de tabel zijn hoger dan uit de vorige tabellen verwacht mag worden. Dit wordt veroorzaakt door het optreden van non-respons.

Uit deze tabel blijkt dat leerlingen die nooit door hun docenten gevraagd worden basisbewerkingen zonder rekenmachine uit te voeren, hogere scores lijken te behalen dan andere categorieën leerlingen. Dit geldt met name voor westerse landen, waarin het rekenmachinegebruik wijd verspreid is. In het geval een docent leerlingen wel vraagt basisbewerkingen zonder rekenmachine te doen, lijkt het niet uit te maken hoe vaak hij dat vraagt.

3. In hoeverre behalen leerlingen die de rekenmachine in de wiskundeles mogen gebruiken betere of slechtere resultaten dan leerlingen die dat niet mogen doen?

Deze vraag kan beantwoord worden aan de hand van de volgende docentenvraag: *In hoeverre wordt gebruik van de rekenmachine toegestaan in de wiskundelessen? (Are the students in the TIMSS class permitted to use calculators during mathematics lessons?)*. In de onderstaande tabel worden de TIMSS-scores uitgesplitst naar de mate van toegestaan rekenmachinegebruik.

Tabel 6: toegestaan rekenmachinegebruik tegen behaalde TIMSS-scores

<i>In hoeverre wordt gebruik van de rekenmachine toegestaan in de wiskundelessen?</i>	Number	Algebra	Knowing	Applying	Reasoning
Zonder beperkingen (28%)	515	500	512	514	511
Met beperkingen (59%)	515	503	513	515	512
Niet (13%)	507	506	512	508	507

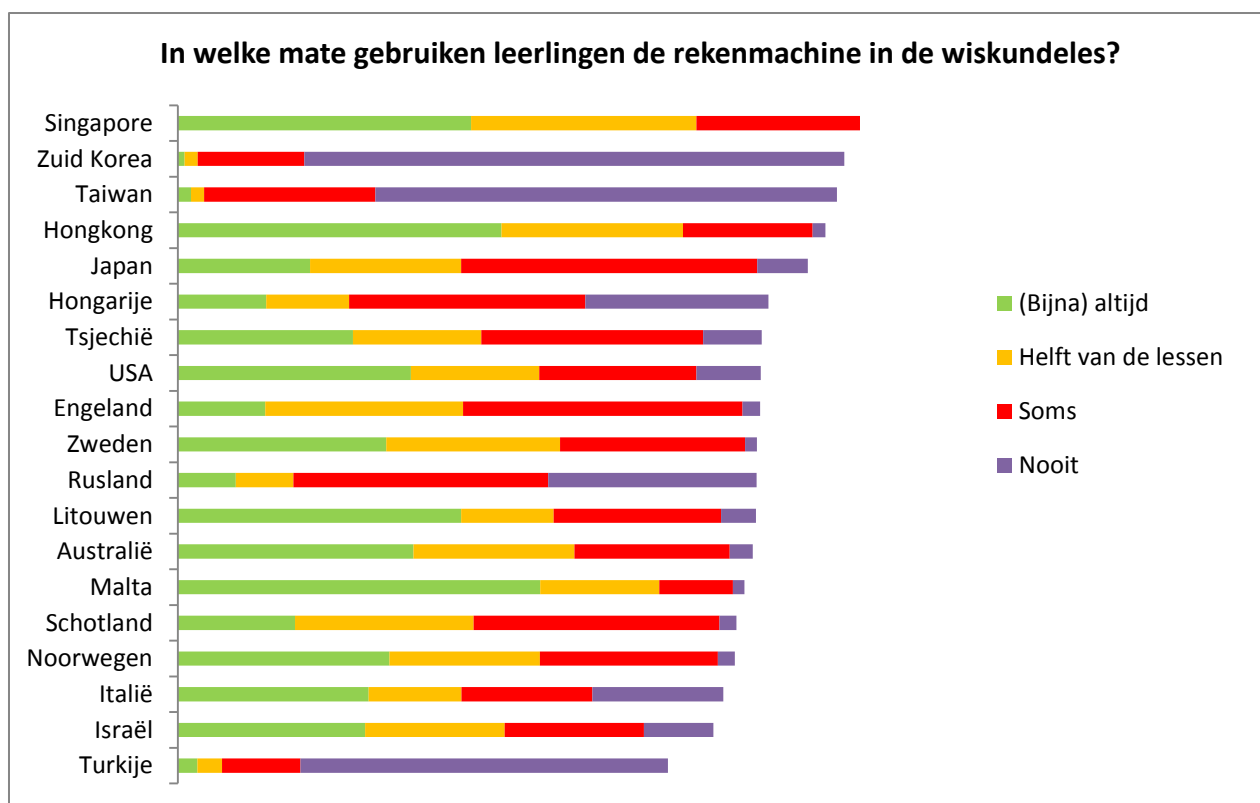
N.B. De scoreniveaus in de tabel zijn hoger dan uit de vorige tabellen verwacht mag worden. Dit wordt veroorzaakt door het optreden van non-respons.

De verschillen tussen het al dan niet (in beperkte mate) toestaan van het gebruik van de rekenmachine is tamelijk gering en mogelijk te wijten aan het "rekenmachinevoordeel" van rekenmachinegebruikers. Opmerkelijk is wel dat in het domein Algebra en de rubriek Knowing leerlingen die de rekenmachine niet mogen gebruiken, ten opzichte van rekenmachinegebruikers min of meer een gelijke score behalen, terwijl dat in andere domeinen en rubrieken niet het geval is. Verklaring hiervoor kan zijn dat genoemd domein en rubriek weinig berekeningen bevatten.

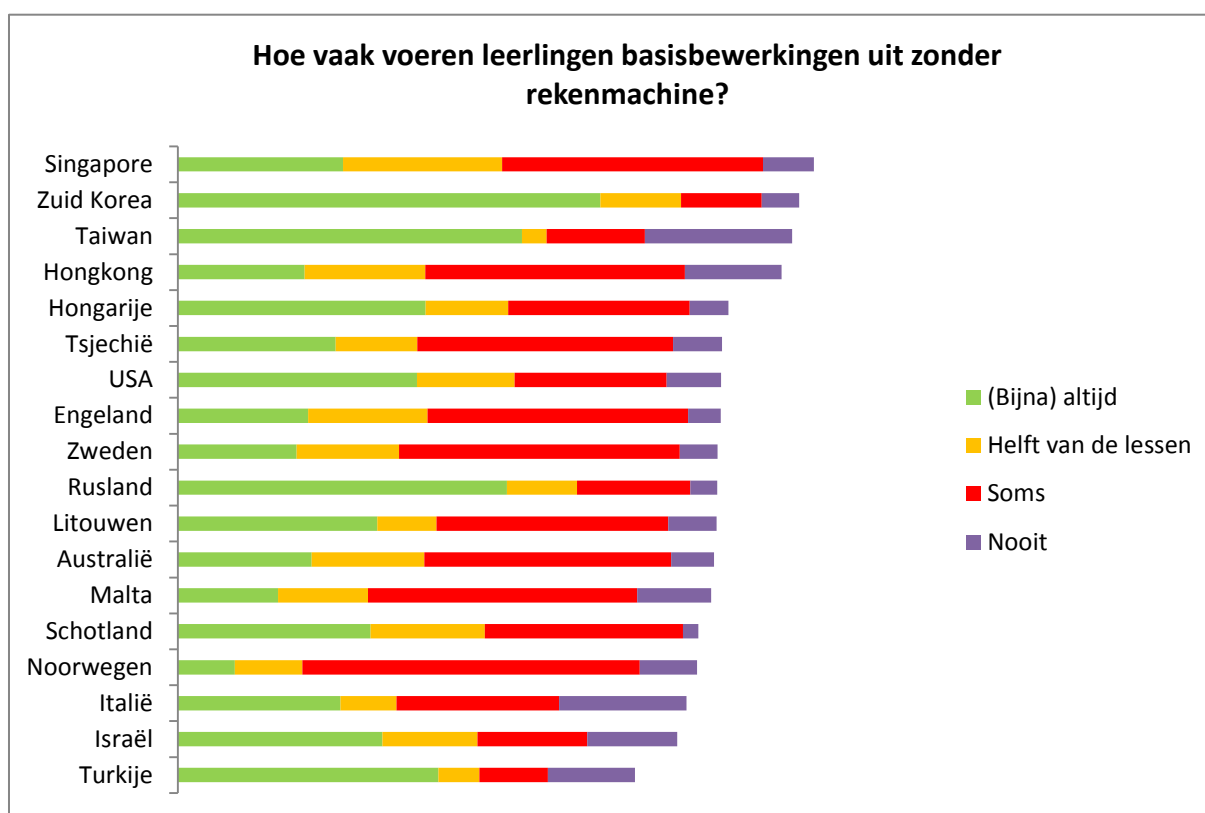
Het is lastig om op basis van bovenstaande resultaten een helder beeld te krijgen over wereldwijde effecten van rekenmachinegebruik op rekenprestaties van leerlingen. Het regelmatig uitvoeren van basisbewerkingen zonder rekenmachine door leerlingen lijkt van invloed te zijn voor de leerlingprestaties. Als een docent dat vervolgens tracht te bewerkstelligen door leerlingen op te dragen basisbewerkingen zonder rekenmachine uit te voeren of het gebruik van de rekenmachine te verbieden, dan levert dat amper een effect op.

Landenanalyse

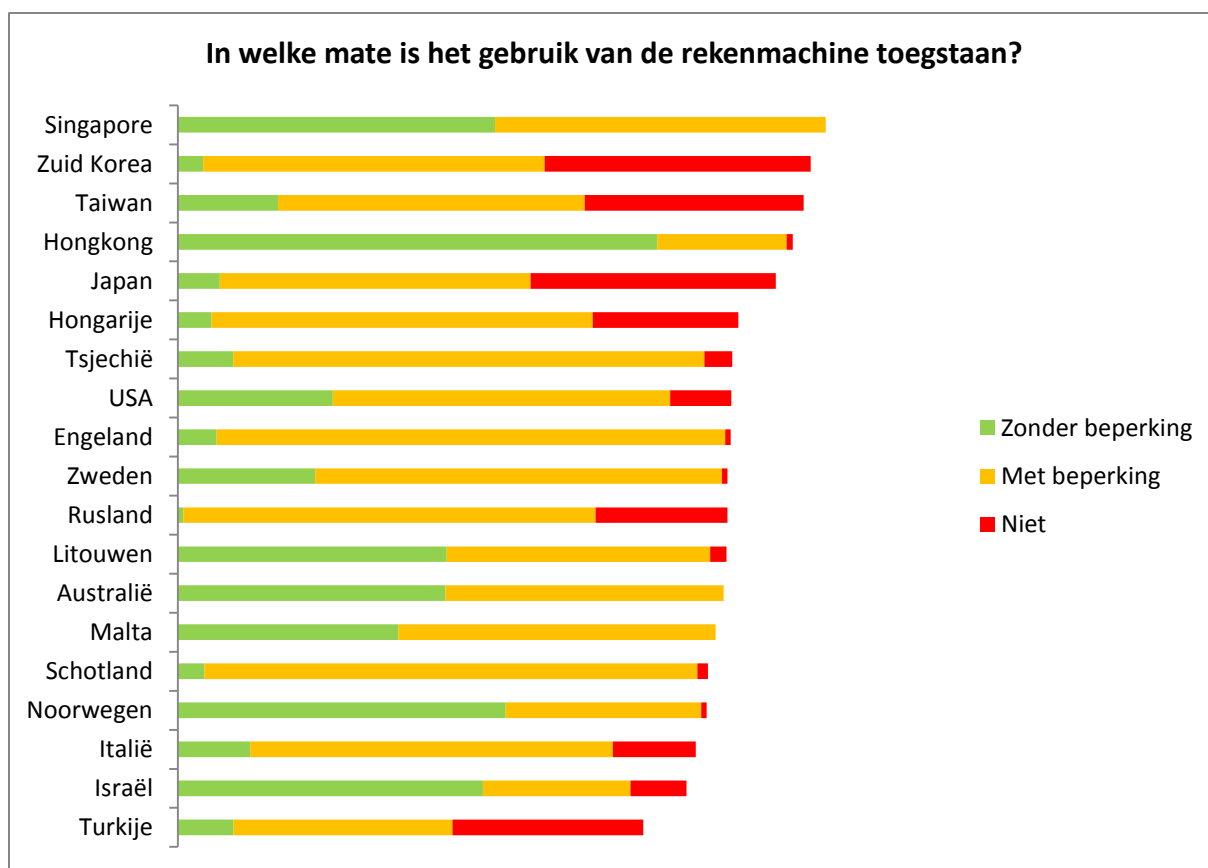
Om nader inzicht te verkrijgen kunnen gegevens van afzonderlijke landen nader geanalyseerd worden. In het vervolg worden de landenprestaties op het domein Number in een aantal staafdiagrammen weergegeven. Elk land wordt voorgesteld door een balk, waarvan de lengte een maat is voor de TIMSS-score op het domein Number van alle leerlingen uit dat land.



Figuur 15: Gebruik van de rekenmachine door leerlingen in een aantal landen



Figuur 16: Rekenmachineloze uitvoering van basisbewerkingen door leerlingen in een aantal landen



Figuur 17: Toegestaan gebruik van de rekenmachine in een aantal landen

Ook uit deze analyse volgt geen eenduidig beeld. De hoogste TIMSS-scores worden behaald door een aantal Aziatische landen, waarbij in twee landen de rekenmachine een geringe rol speelt en in twee andere landen juist een sterke positie kent. Het beperken van het gebruik van de rekenmachine vindt eveneens plaats in landen als Rusland en Turkije, die elk lager scoren dan de Aziatische koplopers. Daar staat tegenover dat leerlingen uit landen als Australië, Malta en Noorwegen, waar het rekenmachinegebruik prominent is, evenmin hoge score behalen.

Bijlage 5 Oordeel externe deskundigen over eerste versie van deze notitie

1	Wat is onderwijsinhoudelijk gezien op dit moment de plek van de (grafische) rekenmachine binnen het reken/wiskundeonderwijs? En welke ontwikkelingen hebben zich in de samenleving de afgelopen 20 jaar voorgedaan ten aanzien van het gebruik van de rekenmachine?	Helemaal niet mee eens	Niet mee eens	Mee eens	Helemaal mee eens	Geen respons
Totaal		0	0	12	4	6
2a	2a. In hoeverre is er een gevaar dat het gebruik van de rekenmachine in het onderwijs in het algemeen beheersing van elementaire rekenvaardigheden en algebraïsche vaardigheden in de weg staat?	Helemaal niet mee eens	Niet mee eens	Mee eens	Helemaal mee eens	Geen respons
Totaal		1	2	12	2	5
2b	2b. In hoeverre is daar in de Nederlandse situatie sprake van?	Helemaal niet mee eens	Niet mee eens	Mee eens	Helemaal mee eens	Geen respons
Totaal		1	3	8	5	5
3	In hoeverre staat een beperking van het gebruik van de rekenmachine andere onderwijsdoelen in de weg?	Helemaal niet mee eens	Niet mee eens	Mee eens	Helemaal mee eens	Geen respons
Totaal		1	1	8	6	6

4	In de eindtoets basisonderwijs en in delen van de rekentoets vo mag geen gebruik gemaakt worden van de rekenmachine. In hoeverre dient het gebruik van de rekenmachine verder beperkt te worden met het oog op versterking van de basale rekenvaardigheid?	Helemaal niet mee eens	Niet mee eens	Mee eens	Helemaal mee eens	Geen respons
Totaal		1	7	7	4	6
5	In welke vakken en op welke wijze zou het beperken van het gebruik van de (grafische) rekenmachine verantwoord kunnen plaatsvinden? Zijn er eventueel sectoren of vakken waarbij het gebruik van de (grafische) rekenmachine juist uitgebreid dient te worden?	Helemaal niet mee eens	Niet mee eens	Mee eens	Helemaal mee eens	Geen respons
Totaal		0	1	8	4	9

Bijlage 6 Integrale commentaren externe deskundigen

Toelichtingen bij 1	
Doorman Michel	Een opmerking vooraf: In de definitie van de basale rekenvaardigheid lijkt het me verstandig om vaardigheid c te formuleren als “kennis van rekenprocedures (cijfermatig ...)”. Het gaat tenslotte om het beheersen van procedures die het mogelijk maken om verstandige keuzes te maken voor het oplossen van een gegeven rekenprobleem (kaal of toepassing). Het lijkt me niet noodzakelijk om een gegeven probleem volgens een vooraf omschreven standaardprocedure te moeten kunnen oplossen. Bovendien is de toevoeging rond functieonderzoek voor de grafische rekenmachine discutabel. Volgens dezelfde redenering zou statistisch onderzoek ook onder algebraïsche vaardigheden moeten vallen. In het antwoord ontbreekt een opmerking over de ontwikkelingen in de samenleving (komt wel in het antwoord van vraag 3 aan de orde).
Heuvel Panhuizen	Zowel voor het PO als het VO klopt het gegeven antwoord redelijk. Zowel in het PO als in het VO zou expliciet aandacht moet worden besteed aan het adequaat gebruiken van de rekenmachine. Dat wil ook zeggen, goed gebruiken van de mogelijkheden die de rekenmachine biedt.
Hoogland Kees	Wel eens met de strekking, maar niet zo zeer met de formulering. Voortgezet onderwijs In de onderbouw van het voortgezet onderwijs is de rekenmachine al sinds 1975 vrij inzetbaar bij alle vakken. Recent , rond de invoering van het referentiekader rekenen, zijn er een aantal scholen die rekenlessen in de onderbouw van het voortgezet onderwijs introduceren waarbij de rekenmachine niet gebruikt mag worden. In de toetsing is de rekenmachine al sinds 1978 vrij inzetbaar bij alle relevante eindexamens in het voortgezet onderwijs. Sinds 1998 is in de bovenbouw van HV bij alle vakken een uitgebreidere grafische rekenmachine vrij inzetbaar. In de voorgestelde rekentoetsen voor het referentiekader rekenen 2F en 3F zal bij 80% van de contextrijke opgaven de rekenmachine ook vrijelijk inzetbaar zijn. Net zoals internationaal bij vergelijkbare frameworks en toetsen daarbij (Pisa, Timss) Daarnaast is er gedeelte van circa 20% waarin het onderhoud van basale (hoofd)rekenvaardigheden wordt getoetst zonder gebruik te maken van de

	rekenmachine. Was 20 jaar geleden een rekenmachine een apparaat dat door leerlingen vrij specifiek in de schoolse setting werd gebruikt, tegenwoordig is de rekenmachine alom aanwezig in computers, iPads, telefoons, horloges, agenda's , software, Voor leerlingen is een rekenmachine een normaal alomtegenwoordig hulpmiddel.
Janssen Jan	Dit geldt voor PO. In VO te dominant in onderwijs en in verplichte rekentoets VO
Moor E.W.A. de	Voor het PO speelt de RM nauwelijks een rol. De maatschappelijke ontwikkelingen op dit gebied zijn ongelooflijk. Dertig jaar geleden hadden we niet kunnen denken dat rekenmachine en computer zo'n rol zouden krijgen. Het is dus van belang dat ook het onderwijs hier op inspeelt.
Verbruggen Iris	In de beantwoording kan eventueel toegevoegd worden dat de rol van de zrm in toetsing van PO slechts een facultatieve rol is. Nu staat er <i>geen</i> rol, maar dit ligt iets genuanceerder.
Vermeulen W	Zie ook mijn artikel in PanamaPost 2010, 29 (1), 59-68. De rekenmachine wordt op vrijwel alle basisscholen in groep 7 en 8 ingezet en op meer dan de helft van de scholen in groep 6. Slechts op 1% van de basisscholen wordt de RM vrij gebruikt. Er mag wel iets meer gezegd worden over het onderwijsinhoudelijke aspect; in de huidige basisschoolmethodes wordt er vooral naar gestreefd de RM in te zetten bij begripsmatige en onderzoeksactiviteiten.
Wijers Monica	<i>Wel wat erg beknopt tav ontwikkelingen laatste 20 jaar. Met komst basisvorming tijdelijk expliciet aandacht rm, die is langzaam weggebt</i>
Toelichting bij 2a	
Doorman Michiel	Goede analyse. Onduidelijk is wat er bedoeld wordt met "tot op zekere hoogte". Je zou beter kunnen stellen dat het risico bestaat dat <i>aandacht voor</i> basale rekenvaardigheden te lijden heeft onder het veelvuldig inzetten van de rekenmachine.
Gelderblom G	De basale rekenvaardigheid in het VO heeft wel degelijk te lijden onder het vrijelijk beschikbaar zijn van de rm. Ik ben het hier niet eens met het rapport.
Heuvel Panhuizen	Wat betreft PO en S(BO) is geen sprake van dit gevaar. Alles hangt natuurlijk af van hoe de rekenmachine wordt ingezet. Klakkeloos gebruikmaken van rekenmachine moet in het VO teruggedrongen worden.
Hoogland Kees	Wel eens met de strekking, maar niet zo zeer met de formulering. Er is geen wetenschappelijk bewijs dat gebruik van de rekenmachine in het

	algemeen de beheersing van elementaire rekenvaardigheden in de weg staat. Het door velen ervaren probleem is dat leerlingen met name vanaf het voortgezet onderwijs onnadenkend en te pas en te onpas een rekenmachine gebruiken, ook als basaal hoofdrekenen de voorkeur zou genieten. Dat probleem is echter alleen op te lossen door leerlingen expliciet te leren een rekenmachine (goed) te gebruiken, ook al in (de bovenbouw van) het primair onderwijs. De oplossing is dus juist de rekenmachine en andere vergelijkbare 21^e-eeuwse tools, een heel expliciete rol te geven in de programma's, eindtermen en toetsen. En daarnaast aandacht te blijven schenken aan het onderhouden van elementaire basale (hoofd)rekenvaardigheden in onderwijs en toetsing. In het PO zou dat vragen zowel in het onderwijs als in de toetsing expliciet ruimte in te bouwen voor verantwoord omgaan met de rekenmachine en het goed leren kennen van nut en onnut van de rekenmachine. het VO is de balans tussen op dit moment al bereikt met betrekking tot de algebraïsche vaardigheden in de bovenbouw van HV en in de rekentoetsen 2F en 3F. De rekentoetswijzercommissies 2F en 3F hebben zich al uitgesproken over circa 80% met en 20% zonder rekenmachine. In het mbo is voor exact dezelfde balans gekozen door de brede syllabi-commissies voor de komende eindexamens rekenen 2F en 3F. Dus inzet van de RM handhaven op de plekken waar dat nu ook al gebruikelijk is en daarnaast ook (een beperkte) tijd en plaats inruimen voor het onderhoud van basale (hoofd)rekenvaardigheden.
Janssen Jan	In PO nu niet aanwezig
Moor, E.W.A. de	In ben van mening dat gebruik van deze apparaten (zowel wat rekenen als algebra betreft) het vlot kunnen uitvoeren van de basisvaardigheden heeft benadeeld en verder kan benadelen. Er moet derhalve zowel aandacht voor vlotte beheersing van de basisvaardigheden zijn als voor verstandig gebruik van rekenapparatuur.
Verbruggen Iris	Geen opmerkingen
Vermeulen W	Ik vind dat de auteurs zich tamelijk verdedigend opstellen t.a.v. RM in het basis- en speciaal onderwijs. Je zou het zelfs kunnen lezen als: "omdat de RM weinig wordt gebruikt is hij niet gevaarlijk, maar owee als het toe zou nemen". Hiermee worden de motie-indieners Dijkgraaf en Van der Ham bijna op hun wenken bediend. Ik zou graag de tegengestelde positie verdedigen: omdat de RM te weinig wordt geïntegreerd in het onderwijs (zowel po als vo) treedt er een disbalans op tussen gebruik op school en daarbuiten en daardoor wordt het "rekenkundig onvermogen" gevoed. Er is voorts geen enkel onderzoek dat aantoont dat gebruik van de RM tot slechtere prestaties op rekentoetsen leidt.
Wijers Monica	Ik ben het niet eens met de keuze om kennis van standaardprocedures op te nemen in basale rekenvaardigheden. 'Procedures' zou ik al beter vinden. Bijv. Aanvullend optellen als procedure om aftrekopgaven op te lossen of 'opvermenigvuldigen bij deelopgaven', vind ik prima procedures in het kader van functioneel rekenen. Deze procedures vallen m.i niet onder de engere

	definitie 'standaardprocedures'. "tot op zekere hoogte" vind ik wat vaag. Verder denk ik dat niet de rm op zich oorzaak is van teruglopende elementaire rekenvaardigheid (voor zover daar sprake van is), maar het gebrek aan (tijd voor) onderhoud. Verder is het denk ik zo dat de bewuste keuze om cijferen (schriftelijk rekenen) te beperken ten gunste van schattend rekenen en hoofdrekenen etc. tot gevolg heeft dat de vaardigheden op gebied van cijferen (meer of minder verkort) minder worden. De rekenmachine zou ik daarbij eerder zien als een verklarende factor voor die keuze. Ik zie overigens zeker voor 2F en 3F geen enkele reden/aanleiding om op die keuze terug te komen
Toelichting bij 2b	
Doorman Michiel	Hoewel ik het eens ben met de strekking, lijkt het me verstandig om toe te voegen dat er geen reëel gevaar bestaat zolang er voldoende aandacht is voor basale rekenvaardigheden (en dat kan ook met de rekenmachine).
Gelderblom G.	De argumentatie/ontbreekt van het rapport ontbreekt volledig.
Heuvel Panhuizen	Zie 2a
Hoogland Kees	Het gedeelte van de zin na de komma is correct.
Janssen Jan	In PO niet
Moor, E.W.A. de	Dit geldt ook voor de Nederlandse situatie
Scheltens Floor	In het PO is er geen gevaar. Echter wanneer in het S(B)O het rekenmachinegebruik gestimuleerd wordt, zal dit als gevolg hebben dat de prestaties op het S(B)O en PO moeilijker vergelijkbaar zijn.
Verbruggen Iris	PO: omdat de rol van de zrm zo klein is, is er geen gevaar op dit moment. n.a.v. het stuk over SO krijg ik de indruk dat men hier het gebruik van de zrm juist zou willen stimuleren. Dit kan een aanvulling zijn voor deze doelgroep. Men moet er dan wel rekening mee houden dat het kunnen vergelijken van deze doelgroep met de leerlingen in het regulier onderwijs en SBO in het gevaar komt.
Vermeulen W.	Een beter gebruik van de RM zou juist kunnen leiden tot een hogere kwaliteit van elementaire vaardigheden. De RM leidt er wel toe dat de vaardigheden op een andere manier worden gehanteerd, en dat andere belangrijke vaardigheden meer aandacht krijgen. Dat is niets nieuws, want elke tijd eist andere vaardigheden
Toelichting bij 3	
Doorman Michiel	Het antwoord geeft een brede analyse van de mogelijkheden en het belang van

	leren werken met machines in de huidige samenleving. Het zou nog kunnen worden uitgebreid met het belang van aandacht voor het kritisch kunnen beoordelen van antwoorden van rekenmachines en de aanwezigheid van rekenmachines in mobiele telefoons die tegenwoordig vrijwel alle leerlingen in het VO bij de hand hebben.
Gelderblom G.	Het antwoord van het rapport is onzinnig. Er dient een onderscheid gemaakt te worden tussen basale rekenvaardigheden en 21 ^e eeuwse vaardigheden.
Heuvel Panhuizen	Ik onderschrijf het gegeven antwoord voor PO en S(B)O helemaal. We moeten leerlingen juist leren om rekenmachines (ook op telefoon, computer, ipad, en ipod) goed te gebruiken; dan leren ze meteen veel over eigenschappen van operaties. Ik ben het niet eens met de passage over probleemoplossen. De suggestie wordt gewekt dat Nederlandse leerlingen moeite hebben met probleemoplossen vanwege tekorten in de rekenvaardigheid. Ik denk dat het probleem ligt bij het probleemoplossen zelf. Ook complexe opgaven met eenvoudige getallen leveren grote problemen op. De moeilijkheid zit in het redeneren en modelleren dat nodig is om deze opgaven op te lossen.
Hoogland Kees	Helder overzicht van wat je allemaal zou verliezen bij verdere beperking van de rekenmachine in onderwijs en toetsing.
Moor, E.W.A. de	Men kan reële inhoudelijke doelen op het gebied van statistiek, economie, natuurkunde zonder gebruik van de elektronische rekenapparatuur niet adequaat behandelen. Dit geldt ook voor rekenen/wiskunde. Het opstellen van een algoritme, dat juist bij gebruik van een RM vereist wordt, is een belangrijk (hoger) doel.
Vermeulen W	Het werken aan mogelijke andere doelen (rekentaal, denken in termen van black box, problem solving) wordt juist verruimd.
Wijers Monica	Ik zou de zin over de rm in authentiek situaties liever positief formuleren. Iets als: "de rm stelt lln in staat om complexe rekenproblemen in authentiek situaties, waarbij de getallen minder mooi zijn op te lossen, " Verder zou ik in het VO (mn in vmbo) ook willen pleiten voor juist meer expliciete aandacht voor het effectief en efficiënt gebruiken van de rm. Veel lln kunnen dit niet goed (drukken te pas en te onpas op enter; weten niet hoe ze getallen met veel cijfers achter de komma moeten interpreteren en afronden; kunnen grote getallen 1,7 miljoen niet correct invoeren etc.)
Toelichting bij 4	
Doorman Michiel	Net als bij het antwoord van vraag 2a is in dit antwoord sprake van een onduidelijke formulering: "een zekere hoeveelheid". Ik hoop dat hiermee bedoeld wordt een beperkte hoeveelheid. Opgaven zonder rekenmachine

	zouden niet de overhand moeten vormen.
Heuvel Panuizen	In het antwoord wordt niets gezegd over het PO. Dat wil ik graag aangevuld zien. Het adequaat en effectief kunnen omgaan met de rekenmachine zou een onderdeel moeten zijn van de eindtoets basisonderwijs.
Hoogland Kees	Wat er nu staat, is geen antwoord op de vraag. Waar komt opeens die diagnostische tussentijdse toets vandaan ????? Mogelijk antwoord: PO Het ligt voor de hand om in een gedeelte van de eindtoets PO wel plaats in te ruimen voor een gedeelte waarin de rekenmachine wel gebruikt mag worden. Dit met het oog op het expliciet aan leerlingen leren om verantwoord en verstandig om te gaan met de rekenmachine. Ontkennen, verbieden of terugdringen van een alomtegenwoordig hulpmiddel leidt juist tot onoordeelkundig gebruik. VO De balans die op dit moment gekozen is voor de rekentoets 2F en 3F is een verstandige balans tussen onderhoud van basale (hoofd)rekenvaardigheid en verstandig gebruik van de rekenmachine in relevante toepassingsopgaven.
Janssen Jan	3 voor PO 2 voor VO In Eindtoets evt een additionele taak waarbij het gebruik wel is toegestaan voor alle lln. In VO zou het aantal opgaven waarbij geen gebruik van de zrm mag worden gemaakt uitgebreid moeten worden.
Moor E.W.A. de	Geen RM in de huidige eindtoets. Maar anderzijds wil ik het gebruik van de RM niet verder beperken. Er zouden nieuwe doelen ontwikkeld moeten worden, waarbij ook de plaats van de RM duidelijk wordt omschreven. Daarvoor is ook nieuwe didactiek nodig, waarbinnen sterke aandacht is voor beheersing van de basisvaardigheden in rekenen en algebra. De methodiek hiervoor zou gepaard dienen te gaan met dagelijkse interactieve oefeningen met de leerlingen.
Scheltens Floor	Voor PO een 3, voor VO-toets een 2. De keuze voor het gebruik van de zrm bij contextopgaven vind ik een probleem. Deze keuze moet gebaseerd zijn op de complexiteit van de opgaven in plaats van op kaal versus context. Een doorgaande lijn met het PO is door deze keuze niet te trekken, immers daar worden contextopgaven zonder rekenmachine uitgerekend.
Verbruggen Iris	PO: kan bijna niet verder beperkt worden, want is al zo weinig. VO: in de rekentoets VO mag in het grootste gedeelte wel gebruik worden gemaakt van de zrm. lln hoeven daardoor minder zelf te rekenen. Dit kan een negatief effect hebben op de doelstelling van de doorgaande lijn PO-VO waarbij men pleit voor het onderhouden van elementaire basisvaardigheden
Vermeulen W.	Als het goede gebruik van de RM wordt opgevat als basisvaardigheid (en daar pleit ik voor), dan hoort de RM zeker thuis in de eindtoets bo en vo.

	Opdracht aan toetsers: maak rekenmachinegenieke opgaven die de basisvaardigheid "intelligent gebruik van de RM" toetsen.
Wijers Monica	Ik zou liever zeggen 'een beperkt aantal' ipv 'een zekere hoeveelheid', hoewel dit laatste misschien politiek verstandiger is. Verder vind ik dat opgaven rond standaardprocedures niet vallen onder elementaire rekenvaardigheid en niet thuisshoren in de rekentoets VO (zie ook mijn eerdere opm hierover). Te meer daar in de rekentoetswijzers expliciet staat dat er geen procedures worden 'teruggevraagd'. De leerling kan zijn/haar eigen aanpak kiezen (evt met beperking vanwege het ontbreken van de rm).
Toelichting bij 5	
Doorman Michiel	Ik ben het eens met de strekking van het antwoord, hoewel de formulering over de rol van de grafische rekenmachine merkwaardig is. In de vraag gaat het over verantwoord beperken en in het antwoord wordt vermeld dat het uitbreiden van die rol niet opportuun is. Ik ben er maar van uit gegaan dat bedoeld wordt: <i>uitbreiden of inperken</i> .
Hoogland Kees	In het PO moet op korte termijn meer aandacht besteed worden aan verstandig gebruik van de rekenmachine, zowel in het onderwijs als in de toetsing. Anders worden in Nederland leerlingen niet adequaat toegerust om goed te functioneren in de huidige technologische wereld. Een onderdeel daarvan zou moeten zijn, wanneer de rekenmachine nu wel en niet zinvol ingezet kan worden. In het VO mag bij alle vakken en bij alle eindexamens sinds 1979 de rekenmachine gebruikt worden. Dit terugdringen zou de kwaliteit van het Nederlandse onderwijs versneld lasten dalen tot onder het OECD gemiddelde. Alle landen die (nog) geen of nauwelijks de rekenmachine gebruiken in het voortgezet onderwijs zijn te vinden in de onderste regionen van de onderwijsranglijsten over kwaliteit van het onderwijs. In de rekentoets in een beperkt gedeelte het onderhoud van basale (hoofd)rekenvaardigheden toetsen zoals nu in de rekentoetswijzer 2F en 3F omschreven is een goed uitgangspunt.
Janssen Jan	Wellicht : In andere vakgebieden dan RW moet de ll zelf beslissen over inzet van de zrm.
Moor E.W.A. de	Dat weet ik niet. In ieder geval vind ik een verbod van RM in PO en brugklas zeer onverstandig

Vermeulen W.	Uitbreiding van gebruik van de RM in het po is goed mogelijk bij vakken zoals natuur en techniek, maar ook wereldoriënterende vakken. Dan wordt de rekenmachine verstandig gebruikt als echt rekenmaatje.
Wijers Monica	Evt toevoegen dat zo'n attitudeverandering de meeste kans van slagen heeft als die schoolbreed is en dus alle vakken betreft: dat wil zeggen in alle vakken op zijn tijd aandacht voor de keuze van een geëigende aanpak (met of zonder rm).

Algemene commentaren deskundigen

Craats Jan van de

In bijlage zend ik u mijn commentaar op het concept van de de SLO-notitie over de rol van de rekenmachine. U zult zien dat ik het volstrekt niet eens ben met de daarin gepresenteerde analyses, conclusies en aanbevelingen. Ik verzoek u daarom mijn commentaar ook integraal door te sturen naar het ministerie van OCW.

Commentaar op de SLO-notitie

De rol van de rekenmachine in po, s(b)o en vo

Jan van de Craats, 8 maart 2012

Op verzoek van het ministerie van OCW schrijft SLO een notitie De rol van de rekenmachine in po, s(b)o en vo. De conceptversie 2012-03-06 hiervan (hierna te noemen [SLO-RM]) bevat de beantwoording van een door OCW geformuleerde Hoofdvraag met vijf Deelvragen, alsmede vijf bijlagen. Deze conceptversie is mij ter commentaar voorgelegd. In mijn commentaar ga ik in op de beantwoording van de hoofdvraag en enige van de deelvragen. De bijlagen laat ik buiten beschouwing, met de aantekening dat ik mij nadrukkelijk distantieer van de inhoud van de bijlagen 2 en 4. De reden is dat ik het volstrekt niet eens ben met de daar gepresenteerde analyses en conclusies, maar dat het me nu aan tijd ontbreekt om er verder op in te gaan.

Aanleiding

Aanleiding voor het verzoek van OCW is een motie van de kamerleden Dijkgraaf (SGP) en Van der Ham (D66) tijdens de begrotingsbehandeling van OCW in de Tweede Kamer in december 2011. Deze motie luidde als volgt:

De Kamer, gehoord de beraadslaging, overwegende, dat veel leerlingen en studenten elementaire rekenvaardigheden en wiskundige bewerkingen niet meer beheersen door het gebruik van een (grafische) rekenmachine; verzoekt de regering in overleg te treden met het College voor Examens over het uitsluiten van het gebruik van de rekenmachine bij toetsen in het basisonderwijs en het drastisch beperken van het gebruik van een (grafische) rekenmachine bij toetsen en examens in het voortgezet onderwijs, en gaat over tot de orde van de dag.

Deze motie is aangehouden en dus niet in stemming gebracht. De minister heeft wel toegezegd hierover met het College voor Examens (CvE) in overleg te treden. Als einddatum hiervoor is 1 april genoemd. OCW is van mening dat hierbij ook sprake is van een onderwijsinhoudelijk vraagstuk. Het is om die reden dat ook SLO gevraagd is om een advies.

De hoofdvraag en de deelvragen

De door OCW geformuleerde hoofdvraag luidt:

In hoeverre is het terugdringen van het gebruik van de (grafische) rekenmachine in het basisonderwijs, het speciaal (basis)onderwijs, de onderbouw vo en de bovenbouw havo-vwo nastrevenswaardig met het oog op verhoging van de basale rekenvaardigheid van leerlingen?

Daaraan heeft OCW de volgende deelvragen gekoppeld:

1. Wat is onderwijsinhoudelijk gezien op dit moment de plek van de (grafische) rekenmachine binnen het reken/wiskundeonderwijs? En welke ontwikkelingen hebben zich in de samenleving de afgelopen 20 jaar voorgedaan ten aanzien van het gebruik van de rekenmachine?
2. (a) In hoeverre is er een gevaar dat het gebruik van de rekenmachine in het onderwijs in het algemeen beheersing van elementaire rekenvaardigheden en algebraïsche vaardigheden in de weg staat?
(b) In hoeverre is daar in de Nederlandse situatie sprake van?
3. In hoeverre staat een beperking van het gebruik van de rekenmachine andere onderwijsdoelen in de weg?
4. In de eindtoets basisonderwijs en in delen van de rekentoets vo mag geen gebruik gemaakt worden van de rekenmachine. In hoeverre dient het gebruik van de rekenmachine verder beperkt te worden met het oog op versterking van de basale rekenvaardigheid?

5. In welke vakken en op welke wijze zou het beperken van het gebruik van de (grafische) rekenmachine verantwoord kunnen plaatsvinden? Zijn er eventueel sectoren of vakken waarbij het gebruik van de (grafische) rekenmachine juist uitgebreid dient te worden?

De notitie [SLO-RM] grijpt de vijf deelvragen aan om breedvoerige beschouwingen over reken- en wiskundeonderwijs te geven, inclusief bijlagen, die zich ver verwijderden van de hoofdvraag en van de inhoud van de motie Dijkgraaf-Van der Ham. In plaats van in te gaan op de vraag hoe de rol van de rekenmachine bij centrale toetsen en examens verder kan worden teruggedrongen, pleit [SLO-RM] meer dan eens voor uitbreiding van die rol, zonder dat daarvoor echter empirisch onderbouwde onderwijskundige argumenten worden gegeven.

Verder maakt [SLO-RM] geen onderscheid tussen rekenvaardigheid en vaardigheid in het hanteren van een rekenmachine, terwijl het toch aannemelijk is dat onbeperkt gebruik van een rekenmachine een belangrijke oorzaak is van de vermindering van rekenvaardigheid die alom gevoeld wordt in het voortgezet onderwijs, het middelbaar beroepsonderwijs, het hoger onderwijs en in de beroepspraktijk.

In dit verband is ook een opmerking van belang die staatssecretaris (thans minister) Marja van Bijsterveldt maakte tijdens de behandeling van het wetsontwerp referentieniveaus Nederlandse taal en rekenen in de Tweede Kamer op 31 maart 2010. Zij lichtte toen als volgt toe waarom zij rekenvaardigheden apart en niet als onderdeel van de wiskunde wilde examineren: "Bij het examineren gaat het om de vraag of je de zaken in een goed examen verwerkt krijgt. Ten aanzien van wiskunde wordt gezegd dat dat heel lastig is. Dat is het nog los van het feit dat je voor wiskunde een rekenmachine mag gebruiken en met rekenen niet; daarbij moet het koppie gewoon zijn werk doen." Zie voor meer details en referenties hierover de volgende blog van Ben Wilbrink <http://beteronderwijsnederland.net/node/7577>.

Commentaar op de beantwoording van enige deelvragen

Deelvraag 2a: In hoeverre is er een gevaar dat het gebruik van de rekenmachine in het onderwijs in het algemeen beheersing van elementaire rekenvaardigheden en algebraïsche vaardigheden in de weg staat?

In de beantwoording van Deelvraag 2a stelt [SLO-RM] dat via de invoering van de verplichte rekentoetsen 2F en 3F de rekenvaardigheid van leerlingen waarschijnlijk op peil blijft of komt. Dit is een vorm van wensdenken die voorbijgaat aan het feit dat in deze toetsen in de eerste plaats vaardigheden getoetst worden in het gebruik van de rekenmachine: slechts 20% van de scorepunten heeft betrekking op opgaven waarbij geen rekenmachine is toegestaan, en die zijn bovendien van een dermate laag niveau (hoogstens groep 7 basisonderwijs) dat daarin nauwelijks rekenvaardigheid wordt getoetst. In elk geval wordt niet getoetst of de leerlingen de standaardprocedures voor rekenbewerkingen met pen en papier beheersen. Dit kerndoel wordt niet in de rekentoetswijzers 2F en 3F genoemd, en het komt dus ook niet meer in die rekentoetsen aan de orde.

Verder wordt in het antwoord op Deelvraag 2a gesteld: "Voor wat betreft het gebruik van de grafische rekenmachine in het VO Tweede Fase geldt dat de algebraïsche vaardigheden sinds de invoering van de vernieuwde tweede fase in 2007 zodanig verbeterd zijn dat de klachten in het hoger onderwijs zijn afgenomen (rapportages Nederlandse universiteiten)." Ook dit is een vorm van wensdenken. Weliswaar laten de resultaten bij de instaptoetsen wiskunde aan de universiteiten een marginale verbetering zien, maar ze zijn nog lang niet op een tevredenstellend niveau. De aansluitingsproblemen wiskunde tussen vo en ho, niet alleen bij de technische en de exacte vakken maar evenzeer bij economie en bedrijfskunde, zijn nog steeds onrustbarend groot.

Deelvraag 3: In hoeverre staat een beperking van het gebruik van de rekenmachine andere onderwijsdoelen in de weg?

In het antwoord op Deelvraag 3 stelt [SLO-RM]: "Het zeer beperkte gebruik van de rekenmachine in het huidige PO heeft als nadeel dat leerlingen waarschijnlijk onvoldoende vertrouwd raken met wat in de 21ste eeuw als een wezenlijke vaardigheid beschouwd moet worden, namelijk het verstandig leren kiezen tussen het inzetten van de rekenmachine en het zelf uitrekenen van een opgave. Een wat ruimere plaats van de machine in het curriculum van groep 7 en 8, inclusief de nieuwe verplichte eindtoets voor rekenen, lijkt in dat opzicht wenselijk." Deze uitspraken zijn louter speculatief. Er is geen enkel empirisch bewijs voor nut en noodzaak van het gebruik de rekenmachine in het PO. Ze gaan bovendien voorbij aan het feit dat het voortijdig beschikbaar stellen van een rekenmachine het aanleren van basisvaardigheden rekenen kan belemmeren.

Ten aanzien van de grafische rekenmachine gaat [SLO-RM] nauwelijks in op

de rol hiervan bij de eindexamens havo en vwo terwijl dit toch de kern van de zaak is. Niemand zal de rol van een grafische rekenmachine of ICT in het algemeen in het onderwijs willen beperken. Voor de examens is dat anders. Er zijn strikte eisen gesteld waaraan een grafische rekenmachine moet voldoen. Zo mag er geen computeralgebra op aanwezig zijn. Maar er is meer. De schier onbeperkte geheugencapaciteit van de grafische rekenmachine maakt het mogelijk er grote hoeveelheden informatie in op te slaan, hetgeen bij examens ongewenst is. Men overweegt misbruik daarvan te voorkomen door het geheugen van de machine voorafgaand aan het examen te blokkeren of te wissen. Het zal in de toekomst echter steeds moeilijker worden om die eisen te handhaven. Leerlingen zullen ze door hardware- en softwarematige ingrepen weten te omzeilen. Er is mede daarom een tendens om dergelijke apparaten in de toekomstige eindexamens bij steeds meer vakken te verbieden, zelfs bij wiskunde. Eventueel noodzakelijk rekenwerk kan dan gedaan worden door eenvoudige wetenschappelijke rekenmachines.

Daarbij kan worden aangetekend dat de grafische rekenmachine buiten havo en vwo nergens wordt gebruikt, ook niet in het hoger onderwijs. Er is op het internet voldoende commerciële en gratis ICT-software te vinden om aan de ICT-behoefte van alle schoolvakken, ook de wiskunde, te voldoen.

Deelvraag 4: In de eindtoets basisonderwijs en in delen van de rekentoets vo mag geen gebruik gemaakt worden van de rekenmachine. In hoeverre dient het gebruik van de rekenmachine verder beperkt te worden met het oog op versterking van de basale rekenvaardigheid?

Alleen door het gebruik van de rekenmachine bij alle rekentoetsen te verbieden kan worden bereikt dat leerlingen weer gaan beschikken over de noodzakelijke basale rekenvaardigheden. Vaardigheid in het hanteren van een rekenmachine hoeft niet via rekentoetsen te worden geëxamineerd, maar kan op andere manieren in het onderwijs worden geïntegreerd.

Deelvraag 5: In welke vakken en op welke wijze zou het beperken van het gebruik van de (grafische) rekenmachine verantwoord kunnen plaatsvinden? Zijn er eventueel sectoren of vakken waarbij het gebruik van de (grafische) rekenmachine juist uitgebreid dient te worden?

Zoals ook al eerder gesteld is, gaat het alleen om beperken van de rol van de rekenmachine bij centrale toetsen en examens. In het onderwijs in alle vakken zal de rol van ICT in de toekomst alleen maar toenemen. Alleen bij rekentoetsen hoort het gebruik van een rekenmachine niet toegestaan te zijn. Verder kan het

gebruik van een grafische rekenmachine bij alle centrale examens in havo en vwo zonder bezwaar vervangen worden door het gebruik van een eenvoudige wetenschappelijke rekenmachine. Voor de vernieuwde wiskundevakken (invoering in 2015) is dit in lijn met de aanbevelingen van de Resonansgroep Wiskunde (zie <http://staff.science.uva.nl/~craats/resonansgroep.htm>).

Commentaar op de beantwoording van de hoofdvraag

Hoofdvraag: In hoeverre is het terugdringen van het gebruik van de (grafische) rekenmachine in het basisonderwijs, het speciaal (basis)onderwijs, de onderbouw vo en de bovenbouw havo-vwo nastrevenswaardig met het oog op verhoging van de basale rekenvaardigheid van leerlingen?

Het antwoord van [SLO-RM] op de hoofdvraag kenmerkt zich door wensdenken en miskennen van het onderscheid tussen rekenvaardigheid en vaardigheid in het bedienen van een al dan niet grafische rekenmachine. Bij de reken-toetsen behoort het gebruik van een rekenmachine te worden verboden, en bij de centrale eindexamens in havo en vwo kan de grafische rekenmachine op termijn worden vervangen door een eenvoudige wetenschappelijke rekenmachine.

Doorman Michiel

Overige opmerkingen:

- Een aantal keer wordt TIMSS fout geschreven (TIMMS).
- Ik mis conclusies bij het stuk over het vmbo (p.26-30).
- In het stuk over havo/vwo zou ook nog verwezen kunnen worden naar een onderzoek van A. v. Streun c.s.. Dat onderzoek betrof een analyse van de gevolgen van de GRM in de bovenbouw. Ik meen me te herinneren dat een conclusie was dat vooral zwakkere leerlingen ervan profiteerden, omdat daarmee hun oplossingsrepertoire werd uitgebreid.
- Op p.38 staat een verwijzing naar de Resonansgroep wiskunde. Voor mij is onduidelijk welke resonansgroep bedoeld wordt (die van Profi of van cTWO of van ...). Ik denk dat verwezen wordt naar de groep die advies gaf naar cTWO (vd Craats cs), maar die groep is al lang opgeheven.

Heuvel Panhuizen van den Marja

Samengevat:

Attitudeverandering in gebruik van rekenmachine (vooral in VO) is belangrijk. Daarvoor is het nodig dat de leerlingen mogelijkheden worden geboden om te leren op welke wijze ze adequaat en effectief met rekenmachines kunnen omgaan.

Ik zou graag nog aandacht willen vragen voor wat onder 'basisvaardigheden' wordt verstaan.

Onderdeel c zou moeten luiden:

c) Kennis van schriftelijke rekenprocedures (voor gehele getallen, en voor eenvoudige kommagetallen, breuken en procenten), die afhankelijk van het rekenniveau van de leerlingen meer of minder verkort kunnen worden uitgevoerd.

Hoogland Kees

1. Door de suggestieve en bijna retorische onderzoeksvragen (hetgeen niet aan de opsteller van de notitie geweten kan worden), hinkt de beantwoording ook op twee gedachten:

Enerzijds: Terugdringen is ongewenst omdat dat strijdig is met de geformuleerde doelen, strijdig is met internationale tendensen in onderwijs en strijdig is met een moderne manier van leerlingen voorbereiden op de maatschappij, vervolgopleiding en beroep. Bovendien verschaalt terugdringen van de rekenmachine de inhoud van het onderwijs op ernstige wijze.

Anderzijds: Maar maakt u zich geen zorgen. Op diverse plaatsen wordt de rekenmachine al teruggedrongen.

Het kan niet allebei.

2. Naar mijn mening is niet het probleem dat leerlingen een rekenmachine (leren) gebruiken, maar dat ze dat onnadenkend en te pas en te onpas doen. De oplossing daarvoor is juist de rekenmachine en andere vergelijkbare 21^e-eeuwse tools, een heel expliciete rol te geven in de programma's, eindtermen en toetsen. En daarnaast aandacht te blijven schenken aan het onderhouden van elementaire basale (hoofd)rekenvaardigheden.

En dat is nu precies wat er gebeurt met betrekking tot de algebraïsche vaardigheden in de bovenbouw van HV (althoewel de slinger voor wiskunde A lijkt door te slaan) en in de rekentoetsen 2F en 3F.

Dus inzet van de RM handhaven op de plekken waar dat nu ook al gebruikelijk is en daarnaast ook (een beperkte) tijd en plaats inruimen voor het onderhoud van basale (hoofd)rekenvaardigheden.

3. Er zou meer aandacht kunnen zijn voor het backwash-effect. Als het gaat om de balans te vinden tussen verstandig en functioneel gebruik van de rekenmachine en het onderhouden van basale vaardigheden (algebraïsch dan wel hoofdrekenen), zou het voor de kwaliteit van het Nederlands onderwijs in internationaal perspectief zeer aan te bevelen te zijn dat in de eindexamens en centrale toetsingen het gebruik van de rekenmachine op een verstandige manier altijd toegestaan is en/of aan de orde komt.

Het onderhoud van basale vaardigheden kan het beste getoetst worden in methodegebonden toetsen, schooleigen voortgangstoetsen, schoolexamens of tussentijdse diagnostische toetsen. Die basale vaardigheden zijn namelijk nooit het einddoel van onderwijs in de 21^e eeuw, maar een hulpmiddel.

Overige opmerkingen

p.4. onderaan: (... rekentoetswijzercommissie 3S ...); is nog onbekend, voegt dus niets toe. Weglaten.

p.8. onderaan: (... zal waarschijnlijk opnemen) niet vooruitlopen op wat je niet weet.

Misschien zet deze notitie ze wel op een anders spoor.

p.11 halverwege (... als we ook naar het voortgezet onderwijs kijken)

Niet direct ook vo al meenemen.

p.38 onderaan (... is de insteek van de resonansgroep een interessante ...)

Dat is geen interessante insteek, maar juist een heel een onverstandige.

Vanwege het backwash effect zou het meer voor de hand liggen om de rekenmachine wel in de centrale toetsing juist toe te staan en het onderhouden van basale vaardigheden in het schoolexamen te toetsen.

Huitema S

Tot nu toe heb je van mij nog geen commentaar gekregen op de concept-notitie omdat ik alleen expertise heb in het basisonderwijs. Maar ik wil me toch wel laten verleiden tot een korte reactie.

In het basisonderwijs wordt de zakrekenmachine 'spaarzaam' gebruikt. De zakrekenmachine wordt gebruikt voor de begripsontwikkeling (bv. bij de samenhang tussen breuken en kommagetallen) en in toepassingen met grote, lastige getallen. In het leerlingen-materiaal is duidelijk aangegeven wanneer de kinderen de rekenmachine mogen gebruiken. Zo ontdekken de kinderen de mogelijkheden van de zakrekenmachine zonder dat dit ten koste gaat van de rekenvaardigheid. Zoiets moet toch ook mogelijk zijn in het V.O. Het lijkt me 'niet meer van deze tijd' om de rekenmachine geheel te verbieden. De rekenmachine geeft ongekeerde mogelijkheden en de kinderen moeten die ontdekken, gaan waarderen en gebruiken. Dat hoeft toch niet ten koste te gaan van rekenvaardigheid, als maar duidelijk wordt aangegeven wanneer wel en wanneer niet de rekenmachine mag worden gebruikt.

Groet, Sjoerd Huitema

Eindredacteur van De wereld in getallen

Hulshof Joost

Ik heb de conceptnotitie over de rol van de (grafische) rekenmachine gelezen.

Tot mijn grote spijt zie ik in de conceptnotitie geen begin van wat een weloverwogen advies van SLO aan de minister zou kunnen zijn.

De conceptnotitie gaat naar mijn mening niet wezenlijk in op de vraagstelling, miskent het onderscheid tussen rekenvaardigheid en vaardigheid in het bedienen van rekenmachines, en getuigt bovendien hier en daar van wishful thinking.

Ik kan in de notitie niet zien dat het verband tussen breukrekenen zonder rekenmachine en algebraïsche vaardigheden die beta-breed en in de economische sector in het vervolgonderwijs vereist zijn wordt onderkend. Dat verbaast me.

Op 12 september 2011 heb ik voor de SLO rekensectie van Kees Buys een voordracht gehouden over het belang van deze vaardigheden in juist ook de andere vakken, en dit in gesprekken met de schrijversgroep toegelicht.

Ik ben op persoonlijke titel gevraagd om mijn mening te geven. Dat heb ik hiermee gedaan. Als mijn naam vermeld wordt in de stukken, dan graag alleen onder een integrale weergave van deze mail.

Ik neem de vrijheid deze conclusie te delen met de hieronder genoemde personen.

Roel Endert, Wouter Wieldraaijer (OC&W)

Henk Tijms (voorzitter Stichting Goed Rekenonderwijs)

Ad Verbrugge (voorzitter Vereniging Beter Onderwijs Nederland)

Ben Wilbrink (onafhankelijk onderzoeker)

Janssen Jan

Ik heb enkele malen telefonisch met Sylvia van Os gesproken, en heb nog enkele opmerkingen over de tekst, m.n. over het stukje van de landelijke toetsing.

Blz 5 staat op regel 4 /5 Op veel scholen is er echter al een tendens waarneembaar om het gebruik van de machine terug te dringen. Commentaar: Maar kennelijk in de verplichte rekentoets VO niet.

Blz 5 Bij: In hoeverre is daar in de Nederlandse situatie sprake van? Jullie constateren dat er geen reëel gevaar is. Maar geldt dat echt zo voor v.o.? Hopelijk wordt er gestreefd naar een goed evenwicht tussen gebruik en niet gebruik.

Blz 8 Landelijke toetsing

Géén rol is te sterk uitgedrukt. Nauwelijks een rol is beter omdat er in het boekje extra bij de Eindtoets één taak zit waarbij de leerlingen de zrm mogen gebruiken. Dat geldt ook voor het LOVS waarbij in groep 8 een facultatieve toets is opgenomen waarbij de leerlingen de zrm mogen gebruiken.

Verder staat er nog een passage in dit stukje over de landelijke toetsing die ik verder wil nuanceren.

Het betreft de passage: De resultaten op deze toets lijken verder van weinig invloed op de vaststelling van het vaardigheidsniveau van een leerling (Janssen, 2012).

Mijn voorstel is dit als volgt te formuleren:

Bij het LOVS blijkt dat de vaardigheidsscores van leerlingen op 3 taken (waarbij geen zakrekenmachine mag worden gebruikt) zeer hoog correleren met de vaardigheidsscores van dezelfde leerlingen op 4 taken (en waarbij bij de 4^e taak de zakrekenmachine mag worden gebruikt).

Bijgaand treffen jullie ook mijn antwoorden in het evaluatieformat aan.

Succes met de verdere afhandeling van deze notitie.

Lenstra Karel Jan

Hierbij voldoe ik aan je verzoek om mijn commentaar op het conceptadvies van de SLO aan OCW over de rol van de rekenmachine in het onderwijs, in verband met de aangehouden motie van tweede-kamerleden Dijkstra en Van der Ham. Ik beperk me in mijn reactie tot drie hoofdpunten, die niet het gehele advies overdekken. Er zijn zaken waarvan ik niet genoeg weet, zoals het gebruik van de grafische rekenmachine. Ik hoop dat andere respondenten daar commentaar op zullen geven.

Het eerste punt betreft de nadruk die het advies legt. De motie gaat over het uitsluiten c.q. beperken van het gebruik van de rekenmachine bij toetsen en examens. De door OCW aan SLO voorgelegde vragen betreffen het gebruik van de rekenmachine in het onderwijs in bredere zin. Ik kan me toch voorstellen dat het conceptadvies meer aandacht besteed aan het gebruik van de rekenmachine in toetsen en examens dan nu het geval is. Een pleidooi voor uitbreiding van dat gebruik lijkt me niet aan de orde.

Het tweede punt betreft deelvraag 2. Vormt de rekenmachine een gevaar voor de beheersing van elementaire reken- en wiskundige vaardigheden? Het antwoord erkent het risico daarvan in het voortgezet onderwijs. De rest is een verontrustende vorm van "wishful thinking". Wat er over de toetsen 2F en 3F -- die overigens nauwelijks over echt rekenen gaan -- staat is niet meer dan een vrome hoop voor de toekomst, en de aansluitingsproblematiek met het hoger onderwijs is onverminderd urgent. Ja, er een kentering, maar het gedrag van de afgeleide van een functie zegt niets over de waarde van de functie zelf. De bewering dat er "geen reëel gevaar" is duidt op een gebrekkig besef van de realiteit.

Het derde punt is fundamenteeler. Het conceptadvies maakt geen duidelijk onderscheid tussen rekenvaardigheid en vaardigheid in het bedienen van een rekenmachine. Ik zou hier een scherp onderscheid willen maken. Rekenvaardigheid betreft het *zelf* kunnen rekenen, met je hoofd, potlood en papier, maar niet met een slaaf of een machine die het werk voor je doet. Taalbeheersing betekent onder andere dat je *zelf* kunt spellen, niet dat je een spelling-checker weet te bedienen. Het "verstandig leren kiezen"

tussen zelf doen en inzetten van een apparaat is een nobel leerdoel maar moet pas op de agenda komen als rekenvaardigheid en taalbeheersing stevig op hun plaats zitten, anders wordt er niet verstandig maar gemakzuchtig ingezet en worden de primaire leerdoelen omzeild.

Ik ga op dit punt door. Het conceptadvies pleit voor onderzoek naar "een betere integratie van de rekenmachine in het curriculum dan nu het geval is", een suspecte formulering, want zo wordt het onderzoek waarvan de uitkomst van te voren vaststaat. De uitkomst kan toch ook zijn dat "geen integratie" de voorkeur verdient? Misschien vind je dat ik spijkers op laag water zoek, maar het rekenonderzoek in ons land heeft een ongewenste traditie van vooringenomenheid en ik verzet me daartegen. Dat een verdere inperking van het gebruik van de rekenmachine op school in strijd is met wat men buiten de school doet is een heel slecht argument. Buiten de school viert de gemakzucht hoogtij. Een taak van de school is nu juist de kinderen te leren daaraan zo lang mogelijk te ontsnappen.

Ik wil niet de indruk wekken dat de ontwikkelingen op het gebied van de ICT buiten het onderwijs moeten worden gehouden. Ik ben ervan overtuigd dat, in het kader van wat men de "21st century skills" noemt, ieder welopgeleid persoon, naast taalbeheersing en rekenvaardigheid, ook dient te beschikken over wat je "informatiegeletterdheid" zou kunnen noemen. Je weet dat ik een KNAW-commissie voorziet die zich buigt over de manier waarop die een plaats in het onderwijs moet krijgen. Maar het gaat dan niet alleen, en zeker niet in de eerste plaats, over "knoppen drukken", maar vooral over de implicaties van ICT op maatschappij, wetenschap en technologie en over de kansen en risico's die dit met zich meebrengt. Deze derde vaardigheid komt naast, en niet in plaats van, de eerdere twee. Het rapport dat SLO met de Ververs Foundation schreef over rekenen en wiskunde in dit kader gaat, evenals het huidige advies, te ver in een pleidooi voor substitutie in plaats van nevenschikking.

Ik laat het hierbij en wens je veel wijsheid in het integreren van alle commentaren die je ontvangt.

Moor de, E.W.A.

Ik vind dit een onduidelijke vragenlijst. Hoe moet je op een vraag antwoord geven of je het er mee eens bent?

Toch heb ik geprobeerd mijn mening zo duidelijk mogelijk weer te geven. Deze opvatting staat onder meer in de TAL-brochure en het boek Rekenen is leuker dan/als je denkt.

Kort gezegd: in PO zo weinig mogelijk RM. Veilig stellen en onderhouden van de basisvaardigheden zowel in PO als VO. Ontwikkeling van nieuwe doelen. Ontwikkeling van didactiek en methodiek voor RM-gebruik passend bij deze doelen.

Scheltens Floor

Opmerking bij de tekst:

Op pagina 18 wordt verwezen naar PPON SBO. "Vanwege de redelijk beperkte response (104 ingevulde vragenlijsten)".

Mij leek 104 vragenlijsten helemaal geen beperkte response voor het SBO, maar ik heb de balans er even op nageslagen.

Het gaat over 105 vragenlijsten ingevuld door leerkrachten van 33 verschillende scholen.

Ik stel dan ook voor om tussen haakjes, van 33 verschillende scholen te zetten.

Streun van Anne

Helemaal mee eens. Mijn complimenten voor het doorwrochte rapport.

Tijms Henk

De Stichting Goed Rekenonderwijs heeft kennisgenomen van de conceptnotitie van SLO maar kan zich niet vinden in de opzet en de aard van deze notitie en het daarin uitgebrachte advies. Ook de wijze waarop in Bijlage I lijkt te worden omgegaan met de adviezen van de geraadpleegde deskundigen vindt de Stichting verre van gelukkig. De Stichting wil hieronder drie opmerkingen van algemene aard maken over de rol en het gebruik van de (grafische) rekenmachine maar geeft *alleen toestemming aan SLO om de Stichting Goed Rekenonderwijs bij de geraadpleegde deskundigen te noemen als het onderstaande standpunt van de Stichting integraal wordt opgenomen in een bijlage van de eindnotitie die SLO aan OCW stuurt.*

Het standpunt van de Stichting over de rol en het gebruik van de (grafische) rekenmachine is:

- *Bij rekentoetsen mag het gebruik van een rekenmachine onder geen enkele voorwaarde worden toegestaan* Dit geldt zowel voor de eindtoets basisonderwijs als voor de eventuele tussentoetsen en eindtoetsen rekenen in het voortgezet onderwijs en het middelbaar beroepsonderwijs. Waar een rekenmachine wordt toegestaan, wordt geen rekenvaardigheid getoetst maar vaardigheid in het hanteren van de machine.
- Ten aanzien van het gebruik van een grafische rekenmachine bij de centrale eindexamens op havo en vwo merkt de Stichting op dat dergelijke apparaten noch in het hoger onderwijs, noch in de beroepspraktijk worden gebruikt. Er is op havo en vwo een hele industrie rond die dure apparaten ontstaan, en een heel circus van toelatingscriteria en verbodsbepalingen om uit te sluiten dat leerlingen de mogelijkheden ervan op een ongewenste wijze gebruiken. Door geraffineerde hard -en software-ingrepen (waar gisse leerlingen zeer wel instaat moeten worden geacht) kunnen die beperkingen echter gemakkelijk omzeild worden.
- Steeds meer vakken gaan er daarom toe over om *het gebruik van de grafische rekenmachine bij centrale eindexamens categorisch te verbieden*. Voor eventueel noodzakelijk rekenwerk wordt dan uitsluitend nog een "gewone" rekenmachine toegestaan. Ook bij de wiskundevakken zou dat een goede zaak zijn. *Er zijn geen wiskundige vaardigheden die bij de centrale eindexamens getoetst worden, die het gebruik van de grafische rekenmachine noodzakelijk maken.*

Met vriendelijke groet prof. dr. Henk Tijms (voorzitter van de Stichting Goed Rekenonderwijs)

Valk de Stephan

Wij hebben de conceptnotitie 'Advies rol rekenmachine' in goede orde ontvangen, waarvoor hartelijk dank.

Na bestudering van de deelvragen die het SLO heeft opgesteld en de beantwoording daarvan zijn wij van mening dat het niet aan de GEU is om hierover een inhoudelijke opvatting te hebben. De GEU is van mening dat binnen de rolverdeling zij een neutrale rol inneemt ten opzichte van het onderwijskundig leerplan. Dit betekent dat wij geen standpunt innemen met betrekking tot vraag 2 tot en met 5. Voor vraag 1 geldt wij ons kunnen vinden in de beschrijving die het SLO heeft opgesteld.

Met vriendelijke groet,

Stephan de Valk

bestuurslid GEU

Verbruggen Iris

Bijgaand stuur ik mijn ingevulde enquête over de rol van de rekenmachine.

Tevens heb ik enkele opmerkingen over het gedeelte in het advies 'De rol van de rekenmachine in het speciaal (basis)onderwijs'.

- Dit gedeelte van het advies wordt afgesloten met opmerkingen die in een heel andere insteek hebben dan waar de hoofdvraag van het advies op gericht is, namelijk op het uitbreiden van de rol van de rekenmachine in dit type onderwijs. Ik denk dat dit wat explicieter benoemd moet worden om verwarring te voorkomen.

- Op pagina 16 wordt beschreven wat in het voortgezet speciaal onderwijs in het uitgevoerde leerplan m.b.t. de rekenmachine aan de orde komt. Enerzijds wordt het verwezen naar de leerlijnen so, anderzijds naar het onderwijs aan zeer moeilijk lerenden. In het voorafgaande wordt telkens onderscheid gemaakt tussen de uitstroomprofielen van VSO (vervolgonderwijs, arbeid en dagbesteding). Om verwarring te voorkomen lijkt het mij goed als dit onderscheid ook in dit gedeelte gehanteerd wordt. Dan wordt duidelijker wat het onderscheid is tussen de leermiddelen die Vox en Rekenboog.zml hebben ontwikkeld, met het oog op de verschillende doelgroepen die in het VSO zitten.
- Op pagina 18 wordt in de conclusie in de een na laatste alinea gepleit voor het toestaan van de rekenmachine bij de eindtoets. Welke eindtoets wordt hier bedoeld? Ik krijg de indruk dat dit niet de Cito Eindtoets Basisonderwijs is, die in de volksmond de 'eindtoets' wordt genoemd, maar eerder gaat over het referentieniveau 1F? Omdat het leerlingen in het V(S)O betreft, en de eindtoets voor de basisschool geldt. Ik zou graag zien dat deze redenering iets uitgebreider of genuanceerder in het advies komt te staan.
- Ter overweging: pleit men hier voor de inzet van de rekenmachine voor de doelgroep van leerlingen in het so, in dezelfde (beperkte) mate waarin de rekenmachine nu ingezet wordt in het regulier onderwijs? Of in grotere mate dan waar nu sprake van is in het regulier onderwijs?

Vermeulen Willem

Hierbij mijn reactie op de notitie rekenmachine. Ik vind het goed dat de vooral door indrukken weergegeven motie van Dijkgraaf en Van der Ham wordt weerlegd met goede argumenten, en zo mogelijk evidence based. Dat laatste kan in het hoofddeel wellicht nog wat meer worden benadrukt, door expliciet op nationaal onderzoek (Edelenbos) en internationaal onderzoek (CAN project, Ohio project, en TIMSS) te wijzen, en vervolgens naar de bijlagen.

In het PO is zoals gezegd nog niet sprake van een echt RM-geïntegreerd curriculum. Ik ben hiervan een warm pleitbezorger, omdat ik denk dat dit aansluit bij de manier waarop mensen tegenwoordig rekenen, maar ook omdat daarmee het begrip en inzicht juist kan worden versterkt.

De bekende "bananensom" uit PPON laat zien dat gebruik van de RM niet vanzelfsprekend is, en dat een goed en handig gebruik vereist dat de RM met inzicht wordt gehanteerd. Dat vraagt juist om meer investering in goed gebruik van de RM dan nu gebeurt.

Dus meer RM in PO dan minder gebruik!!!!

In het PO is zoals gezegd nog niet sprake van een echt RM-geïntegreerd curriculum. Ik ben hiervan een warm pleitbezorger, omdat ik denk dat dit aansluit bij de manier waarop mensen tegenwoordig rekenen, maar ook omdat daarmee het begrip en inzicht juist kan worden versterkt.

De bekende "bananensom" uit PPON laat zien dat gebruik van de RM niet vanzelfsprekend is, en dat een goed en handig gebruik vereist dat de RM met inzicht wordt gehanteerd. Dat vraagt juist om meer investering in goed gebruik van de RM dan nu gebeurt. Dus meer RM in PO dan minder gebruik!!!!

Wijers M.

Ik sta positief tegenover het advies, het is zeker gezien de korte tijd in mijn ogen een degelijk advies

Bijlage 7 Referenties

- Artigue, M. (2002). Learning mathematics in a CAS environment: the genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7, 245-274.
- Ballheim, C. (1999). How our readers feel about calculators. *Dialogues*(May/June), 4.
- Bartels, J. (2011). De smartphone revolutie. Amstelveen: GfK Retail & Technology.
- Berger, M. (1998). Graphic calculators: an interpretative framework. *For the Learning of Mathematics*, 18(2), 13-20.
- Boswinkel, N., Buijs, K., Noteboom, A., & Van Os, S. (2012). Passende Perspectieven - rekenen. Algemene toelichting. Enschede: SLO.
- Boswinkel, N., Buijs, K., & Van Os, S. (2012). Passende Perspectieven - rekenen. Toelichting op doelenlijsten. Enschede: SLO.
- Caspers, W. T. M., De Lange, P., Gademan, J., Hauwert, A. G., Kamminga, M., Landsman, N. P., et al. (2008). Rapport Resonansgroep wiskunde.
- De Goeij, E. (2007). De rekenmachine *Groep 4/5, Optellen en aftrekken tot 100 en tot 1000. Speciaal Rekenen*. Utrecht: Freudenthal Instituut.
- Dijsselbloem, J. (2008). *Tijd voor onderwijs*. Den Haag: SDU.
- Doerr, H. M., & Zangor, R. (2000). Creating meaning for and with the graphing calculator. *Educational Studies in Mathematics*, 41(2), 143-163.
- Drijvers, P. (2000). Studenten met een grafische rekenmachine: wat kunnen we van ze verwachten? *Nieuw Archief voor Wiskunde*, 5/1(4), 399-405.
- Drijvers, P. (2003). *Learning algebra in a computer algebra environment*. Utrecht, The Netherlands: CD-β Press / Freudenthal Institute.
- Drijvers, P. (2007). Instrument, orkest en dirigent: een theoretisch kader voor ICT-gebruik in het wiskundeonderwijs. *Pedagogische Studiën*, 84(5), 358-374.
- Drijvers, P. (2009). Tools and tests: Technology in national final mathematics examinations. In C. Winslow (Ed.), *Nordic Research on Mathematics Education, Proceedings from NORMA08* (pp. 225-236). Rotterdam: Sense Publisher.
- Drijvers, P., & Doorman, M. (1996). The graphics calculator in mathematics education. *Journal of Mathematical Behavior*, 15(4), 425.
- Edelenbos, P., & Harskamp, E. G. (1988). Zakrekenmachines in de basisschool: RION, Rijksuniversiteit Groningen.
- Ellington, A. J. (2006). The effects of non-CAS graphing calculators on student achievement and attitude levels in mathematics: A meta-analysis. *School Science and Mathematics*, 106(1), 16-26.
- Expertgroep-Doorlopende-Leerlijnen. (2008). Over de drempels met taal en rekenen. Enschede: SLO.
- Gille, E., Loijens, C., Noijens, J., & Zwitser, R. (2010). *Resultaten PISA-2009. Praktische kennis en vaardigheden van 15-jarigen*. Arnhem: Cito.
- Hop, M. (Ed.). (2012). *Balans van het reken-wiskundeonderwijs halverwege de basisschool 5*. Arnhem: Cito.
- Janssen, J. (2012). [Rekenmachine in LOVS toetsen].
- Janssen, J., Van der Schoot, F., & Hemker, B. (2005). *Balans van het reken-wiskundeonderwijs aan het einde van de basisschool 4*. Arnhem: Cito.
- Kraemer, J. M., Van der Schoot, F., & Van Rijn, P. (2009). Balans van het reken-wiskundeonderwijs in het speciaal basisonderwijs *PPON-reeks nummer 39*. Arnhem: Cito.

- Kuiper, W., Letschert, J., & Gorter, R. (Eds.). (1984). *Wat krijgen ze op de basisschool?* Enschede: SLO.
- Kuiper, W., Van der Hoeven, M., Folmer, E., Van Graft, M., & Van den Akker, J. J. H. (2010). *Leerplankundige analyse van PISA-trends*. Enschede: SLO.
- Lagrange, J. B. (1999). Complex calculators in the classroom: theoretical and practical reflections on teaching pre-calculus. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 4(1), 51-81.
- Lenstra, J. K. (2012). [De rekenmachine in de eindtoets po].
- Lenstra, J. K., Bijl, H., Kool, M., Noteboom, A., Van Putten, C. M., Tijdeman, R., et al. (2009). *Rekenonderwijs op de basisschool; analyse en sleutels tot verbetering*. Amsterdam: KNAW.
- Mackey, K. (1999). Do we need calculators? In Z. Usiskin (Ed.), *Mathematics education dialogues*. Reston, VA: NCTM.
- Meelissen, M. R. M., & Drent, M. (2008). *TIMSS 2007. Trends in leerprestaties in exacte vakken in het basisonderwijs*. Enschede: Universiteit Twente.
- NCTM. (2005). Computation, Calculators, and Common Sense. Position Statement May 2005.
- Pameijer, N. K., & Van Beukering, J. T. E. (2007). *Handelingsgericht werken: een handreiking voor de interne begeleider. Samen met leraar, ouders en kind aan de slag*. Leuven/Voorburg: Acco.
- Prodromou, L. (1995). The backwash effect: from testing to teaching. *ELT Journal*, 49(1), 13-25.
- Projectgroep-Passende-Kwalificaties-kerndoelen-vso. (2011). Voorstel kerndoelen VSO. Alle uitstroomprofielen. Enschede: SLO.
- Quesada, A. R., & Maxwell, M. E. (1994). The effects of using graphing calculators to enhance college students' performance in precalculus. *Educational Studies in Mathematics*, 27(2), 205-215.
- Ruthven, K. (2001). Towards a new numeracy: the English experience of a 'calculator aware' number curriculum. *British Educational Research Journal*, 24(1), 21-42.
- Ruthven, K. (2009). Towards a calculator-aware number curriculum. *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education*, 8(1), 34-41.
- Ruthven, K., & Chaplin, D. (1997). The calculator as a cognitive tool: Upper-primary pupils tackling a realistic number problem. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 2(2), 93-124.
- Schoenfeld, A. (2012). [The state of Californian mathematics education a decade after restoration].
- Struiksmā, C. (2011a). Duiden en Doen: Werken aan kerndoelen, referentieniveaus, leerstandaarden, leerlijnen, ontwikkelingsperspectieven, leerroutes, uitstroomniveaus en ... enzovoort, met leerresultaten als uitgangspunt. Versie SBO. Rotterdam: CED-groep.
- Struiksmā, C. (2011b). Duiden en Doen: Werken aan kerndoelen, referentieniveaus, leerstandaarden, leerlijnen, ontwikkelingsperspectieven, leerroutes, uitstroomniveaus en ... enzovoort, met leerresultaten als uitgangspunt. Versie SO, VSO en ZML. Rotterdam: CED-groep.
- Team-Speciaal-Rekenen. (2003-2010). Speciaal Rekenen., from www.speciaalrekenen.nl
- Ter Pelle, J., Van den Heuvel, G., Jager, J., & Stegeman, E. (1999). In het praktijkonderwijs telt iedereen mee. Blauwdruk voor rekenen/wiskunde in het toekomstig praktijkonderwijs. Enschede: SLO.
- Tolboom, J. L. J. (2012). *The potential of a classroom network to support teacher feedback; A study in statistics education*. PhD, University of Groningen, Groningen.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in our Times*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Vahey, P., Tatar, D., Roschelle, J., Van 't Hooft, M., & Swan, K. (2007). Using handheld technology to move between private and public interactions in the classroom *Ubiquitous computing in education: invisible technology, visible impact* (pp. 187-210). Mahwah, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Ass.

- Van 't Hooft, M., Diaz, S., & Swan, K. (2004). Examining the potential of handheld computers: Findings from the Ohio PEP project. *Journal of Educational Computing Research*, 30(4), 295-312.
- van den Akker, J. J. H. (2003). Curriculum perspectives; An introduction. In J. J. H. Van den Akker, W. Kuiper & U. Hameyer (Eds.), *Curriculum landscapes and trends* (pp. 1-11). Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Van den Brink, J., Ter Heege, H., Struik, W., Sweers, W., & Vermeulen, W. (1988). *De taal van de rekenmachine*. Tilburg: Zwijsen.
- Van den Heuvel-Panhuizen, M., Buijs, K., & Treffers, A. (Eds.). (2001). *Kinderen leren rekenen. Hele Getallen Bovenbouw Basisschool*. Groningen: Wolters Noordhoff.
- Van Grinsven, V., & Elphick, E. (2010). De invoering van referentieniveaus Nederlandse taal en rekenen in het VMBO. Utrecht: DUO market research.
- Van Groenestijn, M., Borghouts, C., & Janssen, C. (2011). *Protocol Ernstige RekenWiskunde problemen en Dyscalculie: BAO, SBO en SO*. Assen: Van Gorcum.
- Van Luit, J. E. H. (2010). Diagnostiek en behandeling van kinderen met dyscalculie. Utrecht: Universiteit Utrecht.
- Van Putten, C. M. (2008). De onmiskenbare daling van het prestatiepeil bij de bewerkingen sinds 1987. *Tijdschrift voor nascholing en onderzoek van het reken-wiskundeonderwijs*, 27(1), 35-40.