

8.

Analyse van de rekenfeiten: een nieuw therapeutisch softwareprogramma

T. Brackx

1.	Inleiding	107
2.	Theoretische achtergrond rekenfeiten	108
2.1	Wat zijn rekenfeiten?	108
2.2	Automatiseren van rekenfeiten	108
2.3	Problemen bij het automatiseren	110
3.	Oefenen van rekenfeiten	111
3.1	Oefenmateriaal	111
3.2	Vanaf wanneer beginnen te trainen?	112
3.3	Oefenfrequentie en -periode	112
3.4	Oefeninhoud afbakenen	113
3.5	Efficiënte oefenvormen	113
3.6	Aansturen van het leerproces	114
3.7	Remediëren via instructie	114
4.	Software 'Analyse van de rekenfeiten'	116
4.1	SMART	116
4.2	Voor professionals	122
4.3	Voor thuis	123
5.	Besluit	124

1. Inleiding

Wat te doen? Dat is een vraag die menig ergotherapeut zich stelt wanneer hiaten in de kennis van de rekenfeiten vastgesteld worden. Rekenprestaties kunnen verbeteren door basisbewerkingen, zoals de maaltafels, te automatiseren en te memoriseren. Maar overwegingen omtrent tijdsinvestering, materiaalkeuze, didactische aanpak en rendement leiden al te vaak tot een halfslachtige aanpak of vroegtijdig loslaten. In 2011 werd 'Analyse van de rekenfeiten' geïntroduceerd op de Third Expert Meeting for Math Researchers te Gent. Dat therapeutische softwareprogramma gaat na of de oplossingen van eenvoudige bewerkingen rechtstreeks uit het geheugen opgehaald of nog

uitgerekend worden. Per persoon wordt de mate van automatisatie in kaart gebracht en worden oefenreeksen op maat aangeboden. Door de verworven kennis in beeld te brengen, enkel op de resterende problemen te werken en efficiënte oefenvormen te gebruiken, verhoogt het rendement van de therapeutische interventie.

2. Theoretische achtergrond rekenfeiten

Wanneer we naar de cognitieve deelhandelingen van het rekenen kijken (Desoete & Roeyers, 2002), worden de rekenfeiten ingedeeld binnen de geheugenfunctie, afgekort G-functie. We kunnen echter zowel gebruik maken van het werkgeheugen als van het langetermijngeheugen om basisbewerkingen op te lossen. Rekenfeitenkennis ontstaat wanneer we een verschuiving zien van het gebruik van het werkgeheugen (frontale hersenkwab) naar het langetermijngeheugen (pariëtale kwab). De Smedt et al. (2011) bespreken het onderzoek naar de hersenactiviteit bij kinderen tijdens het elementair rekenen en bevestigen de activatie van een frontopariëtaal netwerk.

2.1 Wat zijn rekenfeiten?

Rekenfeiten zijn meer dan gememoriseerde getalcombinaties (Desoete et al., 2013). Eenvoudige rekenkundige bewerkingen leer je eerst vlot en correct uitrekenen, bijvoorbeeld: $5 + 7 = 5 + 5 + 2 = 12$. Hiervoor gebruik je je werkgeheugen. Je onthoudt én bewerkt de rekenkundige informatie. Door oefening en herhaling kunnen deze bewerkingen en hun oplossingen echter ook als koppels in het langetermijngeheugen worden opgeslagen, als rekenfeiten. Je bent dan in staat de antwoorden supersnel en zonder nadenken op te roepen (bijvoorbeeld: $5 + 7 \dots 12$). Rekenfeiten zijn geautomatiseerd wanneer ze zonder tussenkomst van het werkgeheugen, moeiteloos en onbewust uit het langetermijngeheugen worden gehaald (Ruijsenaars, van Luit, & van Lieshout, 2004).

Het gebruik van rekenfeiten faciliteert de rekenvaardigheid. Je werkt sneller, maakt minder fouten en kunt meer oefenen wanneer je meer rekenfeiten bezit. Dat kwalitatieve en kwantitatieve voordeel versnelt het leerproces. Wie de oplossingen van bewerkingen uit het geheugen kan oproepen, hoeft bovendien geen tijd en energie meer te steken in tel- en rekenstrategieën. Die persoon kan het (al dan niet beperkte) werkgeheugen vrijhouden voor andere zaken (Ruijsenaars, van Luit, & van Lieshout, 2004), bijvoorbeeld voor het verwerken van een complex vraagstuk. Wie rekenfeiten gebruikt bij het oplossen van rekenkundige bewerkingen, laat bovendien geheugensporen na waar hij later op kan terugvallen (Thevenot et al., 2007). Dat is handig wanneer men complexe berekeningen met verschillende tussenuitkomsten wil maken.

2.2 Automatiseren van rekenfeiten

Geautomatiseerde rekenfeiten vormen het fundament van de rekenvaardigheid en zijn het resultaat van een uitgebreid leerproces. Je kunt het vergelijken met het proces om van aanvankelijk lezen over te gaan naar vloeiend lezen. Ook dat is een hele weg

voor iets wat later vanzelf gaat. Eenvoudige rekenopgaven die kinderen aanvankelijk tellend en daarna rekenend oplossen, worden één per één in het langetermijngeheugen opgenomen. De verandering van procedure naar feit gebeurt geleidelijk (Danhoff, 1993). Naarmate kinderen ouder worden en het gebruik van rekenstrategieën afneemt en dat van geautomatiseerde geheugenstrategieën toeneemt, verschuift ook de hersenactiviteit bij het oplossen van eenvoudige bewerkingen van de frontale naar de pariëtale kwab (De Smedt et al., 2011). Veel kinderen van het zesde leerjaar en de meeste volwassenen lossen optellingen tot 20, aftrekkingen tot 20 en de maal- en deeltafels via geheugenstrategieën op.

Werd een bewerking snel uitgerekend of opgeroepen? Dat is niet zo gemakkelijk vast te stellen. In Vlaanderen beschikken we over screeningtests zoals de TTR (Devos, 1992) en Tempotoetsen hoofdrekenen (Dudal, 2003), maar die leveren geen nauwkeurige metingen per rekenopgave. Via observatie of bevraging kan men dat slechts bij benadering te weten komen. Om geautomatiseerde rekenfeiten te herkennen kan men zich op de oproeptijd beroepen. Als de oproeptijd van een bewerking minder dan 2 seconden bedraagt, is de oplossing gememoriseerd (Ruijsenaars, van Luit, & van Lieshout, 2004). Vroeger verkreeg men zo'n nauwkeurige meting enkel wanneer een onderzoeker met behulp van een chronometer de afzonderlijke oplossingstijd per rekenopgave registreerde. Een omslachtige, tijdrovende en stresserende operatie. Je baseren op totale en gemiddelde oplossingstijden volstaat niet, aangezien de afzonderlijke oplossingstijd per rekenopgave kan verschillen. De rekenopgaven worden namelijk één per één en niet allemaal tegelijk in het getalnetwerk van het langetermijngeheugen opgenomen.

Bij het oplossen van eenvoudige bewerkingen zien we na een periode van oefening al snel effecten in de reactietijd voorkomen (Campbell & Graham, 1985; De Brauwer, Verguts, & Fias, 2006). Deze effecten werden voor het eerst beschreven door Dehaene et al. in 1993 en vinden we sindsdien in de literatuur terug als het SNARC-effect (Spatial Numerical Association of Response Codes). Effecten in de reactietijd ziet men in de normale ontwikkeling verschijnen naarmate de rekenfeiten beter worden geautomatiseerd, maar getuigen ook van de numerieke organisatie van rekenfeiten in ons geheugen (onder meer De Brauwer & Fias, 2009). Rekenfeiten zijn dus niet zomaar mechanische verbale associaties. Opgaven met grote getallen worden, net zoals bij het rekenen, trager en met meer fouten opgelost dan opgaven met kleine getallen (grootte-effect). Opgaven met het getal 5 worden sneller en met minder fouten opgelost dan opgaven zonder het getal 5 (vijfeffect). Opgaven met twee gelijke cijfers worden sneller en met minder fouten opgelost dan opgaven met twee verschillende cijfers (knoop-effect). Het verschijnen van deze effecten helpt je om een goede inschatting te maken van de verschuiving van rekenprocedure naar rekenfeit.

Welke rekenopgaven tot rekenfeiten getraind worden, is arbitrair vastgelegd. In sommige culturen zoals bij de Chinezen worden optellingen en aftrekkingen tot 100 uit het geheugen opgelost waardoor men heel efficiënt rekent. In Europa oefent men de optellingen en aftrekkingen tot 20 en de maal- en deeltafels. Brugsommen, zelfs over de 10, worden in België en Nederland nog meestal uitgerekend (bijvoorbeeld: $7 + 8 = .$). Het werkgeheugen is niet even sterk betrokken in de verschillende culturen. Waar men

minder aandacht besteedt aan het automatiseren van rekenprocessen, gebruikt men meer werkgeheugencapaciteit om de rekenprestaties op peil te houden (Imbo, 2009). Willen we het werkgeheugen ontlasten en efficiënter gaan rekenen, dan is het trainen van rekenfeiten belangrijk.

2.3 Problemen bij het automatiseren

Kinderen bij wie de ontwikkeling van tel- en rekenprocedure (hoofdrekenen) naar geheugenfeit (G) vertraagd of anders verloopt, falen op temporekenen. Dat heeft grote gevolgen. Die kinderen zijn vaak trager en krijgen daardoor minder oefenkansen. Ze moeten ook meer moeite doen om eenvoudige bewerkingen op te lossen en maken meer fouten, waardoor ze onzeker worden en zelfs wiskundeangst kunnen ontwikkelen. Omdat hun werkgeheugen extra wordt belast, houden ze in vergelijking met leeftijdgenoten minder 'cognitieve ruimte' over om te presteren en verder te ontwikkelen (Ruijsenaars, van Luit, & van Lieshout, 2004). Complexe rekenproblemen oplossen en leren cijferen leveren dan opvallend meer problemen op.

Gevoel voor hoeveelheden is er vanaf de geboorte (Izard, Sann, Spelke, & Streri, 2009), wordt preciezer gedurende de ontwikkeling (Piazza et al., 2010) en vormt vermoedelijk de basis voor tellen en het latere rekenen en wiskunde. Inzicht in de betekenis van getallen is essentieel bij het aanvankelijk rekenen. Bij kinderen met dyscalculie is het gevoel voor hoeveelheden ernstig verstoord. De breuk van Weber (een getal voor de precisie van de mentale voorstelling van hoeveelheden) van 10-jarige kinderen met dyscalculie bleek bijvoorbeeld gelijk aan die van 5-jarige kleuters (Piazza et al., 2010). Deze kinderen zijn minder gericht op aantallen, tellen trager, kunnen aantallen minder nauwkeurig vergelijken en gaan minder flexibel om met rekenstrategieën. Dat bemoeilijkt hun vroege rekenontwikkeling en automatisatie van rekenfeiten.

Het automatiseren van feiten vertoont (boven intelligentiequotiënt 70) weinig verband met intelligentie (Ruijsenaars, 2013). Men kan minder begaafde kinderen ontmoeten die snel automatiseren en hoogbegaafde kinderen die er problemen mee hebben. Onderzoek naar de leerbaarheid van hoofdrekenen wijst bovendien uit dat het tempo waarin we de rekenfeiten verwerven, sterk individueel verschilt (Ruijsenaars, 2013). We kunnen niet opleggen wanneer kinderen doelen omtrent juistheid en tempo moeten bereiken. Differentiatie is steeds noodzakelijk.

Het geautomatiseerde systeem waarbij je antwoorden uit het geheugen oproept, bevat een soort verkort telmechanisme. Vertragingen in het telproces verstoren de verbanden tussen antwoord en opgave. Accuraat en vooral snel tellen is een betrouwbare basis om rekenvaardigheid te voorspellen. Wanneer we telstrategieën trainen, besteden we aanvankelijk aandacht aan de telregels. Veel kinderen met rekenproblemen maken functionele lokalisatiefouten en komen één te veel of één te weinig uit, bijvoorbeeld: $7 + 6 = 12$ of $6 \times 7 = 49$. Veel voordeel halen ze uit economische telstrategieën, bijvoorbeeld: vanaf de grootste term verder tellen. Hiermee vermindert men het aantal telstappen en verkort de oplossingstijd. Koppelingen tussen opgaven en antwoorden worden daardoor mogelijk gemaakt.

Hoe komen we tot het opslaan van kennis in het langetermijngeheugen? Motivatie, herhaling en automatisering liggen aan de basis. De bewerkingen die men frequent in het werkgeheugen uitrekent, kan men het best onthouden. In de praktijk doen kinderen echter meer ervaring op met rekenopgaven met kleine termen en factoren (getallen 1 tot 5) dan met grote termen en factoren (Ashcraft, 1992; 1995). Bij deze laatste opgaven zien we ook de meeste problemen.

Als de opbouw van het proces van automatiseren niet vanzelf gaat, dan zal dat expliciet en langer aandacht moeten krijgen. Bij kinderen met rekenproblemen en zelfs bij een groot aantal kinderen met dyscalculie helpt specifiek en regelmatig oefenen (Geary, 1990). We concentreren ons het best op de probleemopgaven en moeten in een specifieke sturende aanpak voorzien, gericht op het aanleren van vaste oplossingsprocedures en frequente herhaling (Ruijsseenaars, 2013). Voor kinderen met leermoeilijkheden en werkgeheugenproblemen is het extra belangrijk dat basisbewerkingen goed geautomatiseerd zijn.

Faalangst is een veelvoorkomend probleem. Uit studies (Van Den Broeck, Van Damme, Brusselmans-Dehairs, & Valcke, 2004) blijkt dat wiskundeangst niet alleen bij volwassenen voorkomt, maar al aanwezig is op een vroegere leeftijd. Ze ontstaat uit de wijze waarop rekenen ervaren wordt en bepaalt hoe je je rekenvaardigheid inschat. Aangezien wiskundeangst vaak gepaard gaat met intrusieve gedachten en bezorgdheden, verbruikt wiskundeangst ook werkgeheugencapaciteit (Eysenck & Calvo, 1992; Eysenck, Derakshan, Santos, & Calvo, 2007). De samenhang tussen rekenprestaties en faalangst is als een negatieve spiraal waar men moeilijk uitkomt. Om wiskundeangst te voorkomen is het belangrijk om te benadrukken dat het denkproces belangrijker is dan het eindantwoord. Zelfregulatie vermindert de mate van wiskundeangst (Hofer & Yu, 2003), verhoogt de self-efficacy en het wiskundig presteren (Jain & Downson, 2009) en doet het aantal succeservaringen groeien (Zimmerman, Bonner, & Kovach, 1996). Het computermiddeel kan het kind een veilig gevoel geven. Een computer geeft duidelijke opdrachten en een realistisch oordeel over prestaties.

3. Oefenen van rekenfeiten

Hoe wordt een robuuste geheugenrepresentatie van rekenfeiten het best bereikt: door drill of door het aanleren van strategieën? In de onderzoeksliteratuur bestaan hier uiteenlopende visies over. Enerzijds wordt geargumenteerd dat verschillende leermethodes tot eenzelfde representatie leiden. Het maakt niet uit hoe je rekenfeiten aangeleerd krijgt (Klapp & Logan, 1991). Anderzijds zijn er auteurs die argumenteren dat de beste manier om tot een robuuste geheugenrepresentatie te komen, moet beginnen met het leren van strategieën en procedures (Delazer, 2005).

3.1 Oefenmateriaal

Binnen de therapie hebben we nood aan specifiek en efficiënt oefenmateriaal dat rekening houdt met het kind met problemen. Schoolhandboeken worden gemaakt volgens

vooropgestelde leerdoelen en zijn niet berekend op de grote individuele verschillen tussen kinderen bij het verwerven van rekenfeiten. Werkblaadjes, rekenspelletjes en software houden dan weer geen rekening met oploosningstijden, oplossingsstrategieën en persoonlijke prestaties of verwerkingsproblemen van het kind. We hebben nood aan een specifieke en meer efficiënte oefenmethode.

3.2 Vanaf wanneer beginnen te trainen?

Zodra een kind rekenoperaties met getallen snel en juist kan uitvoeren, kan het leren om die als feitenkennis op te slaan. Een kind ontwikkelt meestal eerst accuraatheid en daarna oplossingsnelheid. Dat is geen lineair gegeven. De conceptuele kennis kan al vroeg verworven worden en ligt aan de basis van accuraatheid. Door het aanleren van procedurele kennis gaan we steeds sneller en abstracter rekenen. In het begin van dat leerproces maken we nog veel fouten, maar naarmate we meer oefenen en feedback krijgen, gaan we beter presteren.

Het langetermijngeheugen is echter niet selectief. Dat betekent dat zowel juiste als foute koppelingen in het geheugen worden opgeslagen. Als er even sterke associaties tussen een bepaalde bewerking en verschillende antwoorden zijn, dan hebben alle antwoorden een even sterke kans om uit het langetermijngeheugen opgehaald te worden (Siegler, 1988). Dat gebeurt onbewust waardoor het antwoord pas achteraf gewogen kan worden. De geheugenstrategie kan daardoor als weinig betrouwbaar en efficiënt ervaren worden. Foutloos oefenen kan dat voorkomen. Dat kan door in de loop van het leerproces niet al te snel over te gaan naar tempo-oefeningen of door oefenvormen te gebruiken die fouten vermijden.

Kinderen met rekenproblemen blijken minder inzicht te hebben in de betekenis van getallen. Ze moeten begeleid worden bij het selecteren en organiseren van rekenstrategieën zodat ze niet aan uitgebreide telstrategieën blijven vasthangen. Een minder mature oplossingsprocedure geeft een langere antwoordtijd, wat de koppeling tussen rekenopgave en oplossing kan verstoren. Om de oploosningstijd te verkorten, kunnen we bijvoorbeeld gebruik gaan maken van gekende rekenfeiten om antwoorden af te leiden. De meest gebruikte afleiding is die waarbij we het commutativiteitsprincipe van optellingen en vermenigvuldigingen gebruiken (bijvoorbeeld: 2×8 in plaats van 8×2) of waarbij we tellen vanuit dubbel en kwadraten (bijvoorbeeld: $36 + 6$ in plaats van 7×6). Bij gokfouten en lange oploosningstijden leren we kinderen opnieuw aan wat rekenhandelingen betekenen en hoe ze een bewerking moeten uitrekenen. We leggen de nadruk op een hoog zekerheidscriterium: 'eerst juist, dan snel'.

3.3 Oefenfrequentie en -periode

Een belangrijke opvatting is dat rekenfeiten met een zekere mate van associatieve sterkte zijn opgeslagen. Opgaven die vaak zijn opgelost, hebben een hoge associatieve sterkte. Frequent oefenen is dus de boodschap. Viermaal per week gedurende 10 tot 15 minuten oefenen blijkt realistisch om thuis en op school te oefenen. In een therapie-setting is dat vaak maar één keer per week. Minder frequent oefenen leidt tot een meer gespreide oefenperiode. Wat we in het langetermijngeheugen opslaan, moeten

we ook consolideren en blijvend kunnen oproepen. We moeten dus ook voldoende lang blijven doorgaan met oefenen en zelfs met regelmaat de kennis weer opfrissen.

3.4 Oefeninhoud afbakenen

Vanuit de uitbouw van de telvaardigheid is het logisch om de optelfeiten tot 10 eerst aan te leren (Van de Rijt & Van Luit, 1998). Traditioneel worden de rekenkundige bewerkingen in een strikte volgorde aangeleerd: eerst optellen, dan aftrekken, vervolgens vermenigvuldigen en als laatste delen. We hebben echter te maken met interagerende rekenvaardigheden (De Brauwier & Fias, 2009).

De geheugennetwerken van bewerkingen zijn niet onafhankelijk van elkaar en veranderen tijdens de ontwikkeling. De vier hoofdbewerkingen moeten dus niet als hiërarchisch geordende operaties beschouwd worden. Het is wel logisch om rekening te houden met de grootte van de termen en factoren én met de complexiteit van de oplossingsprocedure.

Rekenfeiten worden in een getalnetwerk in het langetermijngeheugen opgeslagen. We vinden er operaties, getallen en antwoorden in gevarieerde condities terug. Wanneer we het getalnetwerk activeren, dan vindt er ook een spreiding van activatie plaats (Campbell, 1987). Complementaire operaties reageren daarbij als wederzijds afhankelijke en interagerende vaardigheden. Oefenen we bijvoorbeeld op optellen, dan kan aftrekken mee evolueren. Zo kan bijvoorbeeld $7-3=4$ opgeroepen worden nadat $4+3=7$ geoefend werd. Dat betekent dat niet alle afzonderlijke rekenfeiten hoeven te worden ingeoefend (Van Galen, 2009).

Wanneer je de snel en juist uitgerekende bewerkingen wilt inprenten, richt je de aandacht in één oefensessie op een beperkt aantal formules of problemen. Het kortetermijngeheugen, waarvan het werkgeheugen deel uitmaakt, heeft namelijk een beperkte capaciteit van zeven items (Miller, 1956) tot vier betekenisvolle gehelen (Cowan, 2001). Onderzoek toont bovendien aan dat kinderen met rekenproblemen tekorten in het werkgeheugen hebben (Blair & Razza, 2007). Zij kunnen minder informatie tegelijk onthouden én bewerken.

Het langetermijngeheugen heeft in principe een onbeperkte capaciteit, maar bij het aanleren van rekenfeiten kunnen we op interferentie stuiten. Probeer tijdens de training informatie die je in de war kan brengen, te vermijden. Werk bijvoorbeeld niet tegelijk op dubbelsommen ($9+9=18$) en kwadraten ($9\times 9=81$). Wanneer men kort na elkaar twee onverenigbare dingen leert, kan het geheugen blokkeren. Interferentie is een normaal verschijnsel wanneer we rekenfeiten trainen. Bijvoorbeeld: bij het oefenen van de tafels wordt de kennis over optellingen en aftrekkingen als het ware 'vergeten'. Of omgekeerd kan oude kennis de nieuwe kennis blokkeren. Belangrijk is het verschijnsel te herkennen. Weggezakte kennis kan later opgefrist worden.

3.5 Efficiënte oefenvormen

Niet elke oefenvorm leidt tot even goede resultaten. Enkele oefenvormen werden empirisch onderzocht. Zo weten we dat oefenen met puntsommen contraproductief is

voor het automatiseren (Ruijsenaars, Van Vliet, & Willemse, 2002). Teleurstellende resultaten zien we vaak ook bij drill oefeningen met tijdstests, flitskaarten en opdreunvormen zoals tafelliedjes. Wat de resultaten zijn van het werken met verificatietaken of roosteroefeningen, werd nog niet onderzocht.

Informatie opdiepen wordt vergemakkelijkt wanneer die onder dezelfde condities opgeslagen werd. Traditionele oefeningen komen in de realiteit het frequentst voor (bijvoorbeeld: $4 + 3 = \dots$). Uit onderzoek blijkt bovendien dat men met deze oefenconditie aanzienlijke leerwinst haalt. Dat is niet alleen zo voor de getrainde oefeningen maar ook voor de niet-getrainde oefeningen (Ruijsenaars, Van Vliet, & Willemse, 2002).

Interessant is ook om te werken met keuzeantwoorden (bijvoorbeeld: $4 + 3 = \dots$ 8 of 7?). Met deze oefenvorm kan bijna even effectief maar vooral aanzienlijk sneller geoefend worden dan met traditionele invulsommen. Uit empirisch onderzoek blijkt bovendien dat deze oefenconditie leidt tot extra transfer naar niet-getrainde opgaven (Ruijsenaars, Van Vliet, & Willemse, 2002).

Codding, Burnes en Lukito (2011) onderzochten welke componenten een oefening moet bevatten om effectief te zijn. Ze constateerden dat oefeningen die componenten van drill en modeling bevatten, het meest renderen. Modelleren heeft drie stappen: je observeert een koppeling tussen een antwoord en een opgave, je doet dat na én je hebt een nieuw resultaat. Het gedrag en niet zozeer de cognitie of het bewustzijn staat hierbij centraal. De toevoeging van auditieve en/of visuele modellen kan leiden tot een verhoogde retentie en oproepmogelijkheid van rekenfeiten.

3.6 Aansturen van het leerproces

Mensen zijn meer gemotiveerd als ze werken aan die doelen die ze zelf onder controle hebben, die ze zelf belangrijk vinden en die haalbaar zijn. We kunnen kinderen betrekken in het nemen van beslissingen over inhoud en prioriteiten. Het kind kan ook aangemoedigd worden om zijn eigen leerproces aan te sturen, te evalueren en bij te sturen.

Het gebruik van metacognitieve strategieën kan de zwakte van de werkgeheugen capaciteit compenseren (Whitebread, 1999), maar kan ons ook helpen om routine te onderdrukken, flexibeler te reageren en doelgericht te leren (De Weerd et al., 2013). De helft van de kinderen met leerstoornissen heeft problemen met executieve functies. Maar ook hier geldt dat het gaat om een systeem in ontwikkeling. Training van inhibitie, shifting (mentale flexibiliteit) en probleemoplossend gedrag helpen. Een geïndividualiseerde aanpak zal daarbij wellicht de beste resultaten opleveren.

3.7 Remediëren via instructie

Al in de kleuterleeftijd leren kinderen rekenhandelingen herkennen en uitvoeren. Aanvankelijk gebruiken ze hiervoor uitgebreide elementaire strategieën. In de loop van de ontwikkeling zien we echter een verschuiving in strategiegebruik. Het gebruik van procedures daalt terwijl rekenfeiten toenemen (De Smedt et al., 2011). De verschuiving

in strategiegebruik verloopt vertraagd bij kinderen met dyscalculie. Ze hebben nood aan spreiding van hun leertraject. Op een bepaald moment in de tijd kunnen de meeste kinderen enkele eenvoudige bewerkingen via geheugenstrategieën oplossen. Andere bewerkingen blijven ze echter via tel- of rekenstrategieën oplossen. Door te herhalen en oplossingsstijden te evalueren, leert men geheugenfeiten nog sneller oproepen, maar geen uitgetelde of uitgerekende bewerkingen verkorten. Hiervoor is instructie nodig (Hasselbring, Goin, & Sherwood, 1986). Bijvoorbeeld: wanneer een kind 7×8 telkens opnieuw uitgebreid afleidt van 5×8 ($= 40 \dots 48 \dots + 2 + 6 = 56$), kun je voorstellen om de omkeerbaarheidsregel samen met de afleiding van de tafel van 10 te gebruiken, namelijk: $7 \times 8 = 8 \times 7$ en $70 - 14 = 56$.

Om te remediëren is het dus belangrijk onderscheid te maken tussen bewerkingen die opgelost worden met tel- en rekenstrategieën enerzijds en met geheugenstrategieën anderzijds. Kinderen met dyscalculie hebben zowel problemen met het begrijpen en uitvoeren van procedures als met het ophalen van rekenfeiten uit het geheugen. Instructie op maat is aangewezen.

We moeten bij de remediëring rekening houden met de beperktheden van het werkgeheugen. Die kan de oorspronkelijke informatie namelijk maar een korte termijn vasthouden (minder dan 20 seconden) (Bernstein & Modigliani, 1997) en is gevoelig aan overlading. Bewerkingen met grote termen en factoren vragen meer telstappen dan deze met kleine getallen en worden dus trager uitgerekend (Geary, 1990). Bij het uittellen van een bewerking zoals $7 + 8$ kan de informatie 8,9,10,11,12,13,14,15, de oorspronkelijke informatie $7 + 8$ verloren laten gaan. De koppeling tussen bewerking en oplossing dient zo snel en zo vlot mogelijk gemaakt te worden om kans te maken blijvend in het getalnetwerk van het langetermijngeheugen opgeslagen te worden. Oplossingsstijden en -procedures dienen dus beproefd, gemeten en verkort te worden. Probeer kinderen te begeleiden om kortere strategieën inzichtelijk te ontdekken, bijvoorbeeld: de wisseltechniek ($7 + 2$ in plaats van $2 + 7$) of de minstrategie ($6 + . = 9$ in plaats van $9 - 6 = .$).

Feedback bevordert de motivatie van kinderen en mag zeker niet ontbreken. Die moet zich richten op het gedrag waar het kind invloed op kan uitoefenen. Feedback kan zowel positief als negatief zijn. Hij kan bestaan uit informatie over een geleverde prestatie, maar kan uiteenlopende vormen aannemen. Deze feedback kan bijvoorbeeld informatie geven over de juistheid van een gegeven oplossing, maar ook het juiste antwoord aanbieden. Hij kan informatie geven over oplossingsstijden, maar ook over vorderingen. Persoonlijke feedback laat nuanceren toe, maar is onderhevig aan de perceptie van het kind. Die kan slecht begrepen worden of harder overkomen dan bedoeld. Het voordeel van elektronische feedback is dat het kind een tastbare eenduidige reactie krijgt. Feedback blijkt efficiënter wanneer die de kinderen aanspoort om zelf aan de slag te gaan. Het geven van geïndividualiseerde en specifieke informatie is hierbij belangrijk.

Mensen bij wie het automatiseren van rekenfeiten niet of slechts gedeeltelijk lukt (Desoete & Braams, 2008), kunnen alsnog proberen om via mnemotechnieken tot inprenting te komen (ezelsbruggetje, drill, opdreunen). Ook hardnekkige foute koppelingen in het geheugen kunnen met deze mnemotechnieken overstemd worden. De kapstokmethode wordt gezien als een handige methode om losse dingen zoals rekenfeiten te onthouden.

Hierbij verknoopt men nieuwe informatie met dingen die al duidelijk betekenis hebben voor het brein. Geheugensteuntjes werken daarom vaak het best wanneer ze samen met het kind gemaakt zijn, bijvoorbeeld: 'bij 6x7 denk ik aan mijn huisnummer 42'.

Compenserende maatregelen willen hulpmiddelen aanreiken om problemen of tekorten die eigen zijn aan de leerstoornis, te omzeilen (Desoete & Verschaeren, 2005). Om een stagnatie in het leerproces tegen te gaan, kan een fiche met de rekenfeiten gebruikt worden. In de handel zijn ze in allerlei uitvoeringen verkrijgbaar (lijsten, roosters, met en zonder kleurondersteuning,...). Deze hulpkaarten omzeilen de tekorten in de feitenkennis, bevorderen het moeiteloos rekenen en verzekeren het beschikbaar houden van het werkgeheugen.

4. Software 'Analyse van de rekenfeiten'

Het softwareprogramma 'Analyse van de rekenfeiten' is ontstaan in de wereld van de rekentherapie. Het is er gekomen om bij rekenmoeilijkheden en dyscalculie efficiënter te kunnen remediëren. Om geautomatiseerde rekenfeiten te herkennen en te remediëren volstaat het niet om na te gaan of eenvoudige bewerkingen accuraat en snel opgelost worden en om veel te oefenen. We moeten ook de oplossingsstrategie per rekenopgave onderzoeken en bijsturen in het oplossingsproces. Wetenschappelijke inzichten, therapeutische ervaring en de nood aan een handig en specifiek meet- en oefeninstrument lagen aan de basis van de ontwikkeling.

Op de website www.uitgeverijacco.be/jaarboekergotherapie2014 zijn de foto's uit dit hoofdstuk ook in kleur opgenomen.

4.1 SMART

Metingen per bewerking zijn de meest betrouwbare en toegankelijke wijze om rekenfeiten te herkennen. Dat betekent dat elke bewerking afzonderlijk aangeboden en geëvalueerd moet worden naar accuraatheid, tempo en oplossingsstrategie. In de praktijk kon dat tot voor kort enkel via een omslachtige methode met kaartjes en chronometer; stresserend voor kind en therapeut. Het computermedium betekende een wezenlijke verbetering.

'Analyse van de rekenfeiten' is gepersonaliseerde software. Men voert de persoonlijke gegevens van het kind in. Vervolgens wordt gericht getest op inhoud, accuraatheid en snelheid. Via het keuzemenu selecteert men hiervoor een reeks opgaven (foto 8.1). Alle mogelijke rekenkundige bewerkingen uit die reeks worden dan door elkaar aangeboden. Bij het ingeven van een oplossing krijgt het kind onmiddellijk feedback over de accuraatheid. De ingegeven antwoorden worden gemeten op oplossingstijd en de foute antwoorden worden bijgehouden.

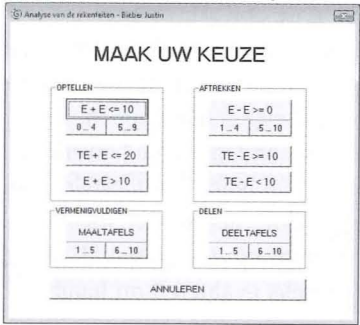


Foto 8.1. Opgavenreeksen: optellen tot 10 (opteller 0 tot 4 / opteller 5 tot 9), optellen tussen 10 en 20, optellen met overbrugging, aftrekken tot 10 (aftrekker 0 tot 4 / aftrekker 5 tot 9), aftrekken tussen 10 en 20, aftrekken met overbrugging, maal- (tafels van 1 tot 5 / tafels van 6 tot 10) en deeltafels (tafels van 1 tot 5 / tafels van 6 tot 10).

De testgegevens worden per kind en per datum weergegeven in een evaluatioerooster (foto 8.2). Via de kleurcode ‘rood’ kan men er snel de fouten uithalen en deze inde len volgens klasse (Desoete, 2006): Van Gelder maakt onderscheid tussen functio nele (denk)fouten en associatieve (aandachts)fouten. Per klasse kan daarna alsnog op zoek gegaan worden naar verklaringen of achterliggende processen: de foutenanalyse (Boonstra, 1980; Desoete, 2006; Ruijsse naars, van Luit, & van Lieshout, 2004).

Maaltafels										
X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	2 sec	1 sec	2 sec	1 sec	1 sec	1 sec	5 sec	2 sec	1 sec	2 sec
1	2 sec	1 sec	2 sec	2 sec	2 sec	1 sec	2 sec	2 sec	2 sec	3 sec
2	3 sec	4 sec	3 sec	3 sec	3 sec	4 sec	4 sec	3 sec	2 sec	1 sec
3	2 sec	3 sec	3 sec	3 sec	3 sec	12 sec	17 sec	12 sec	21 sec	2 sec
4	1 sec	2 sec	3 sec	2 sec	7 sec	13 sec	4 sec	14 sec	8 sec	2 sec
5	2 sec	2 sec	3 sec	6 sec	4 sec	7 sec	11 sec	7 sec	4 sec	3 sec
6	2 sec	3 sec	6 sec	10 sec	9 sec	4 sec	3 sec	17 sec	9 sec	3 sec
7	2 sec	4 sec	4 sec	11 sec	15 sec	16 sec	4 sec	38 sec	6 sec	2 sec
8	1 sec	3 sec	6 sec	9 sec	8 sec	10 sec	53 sec	12 sec	7 sec	2 sec
9	2 sec	3 sec	21 sec	5 sec	8 sec	7 sec	7 sec	5 sec	3 sec	2 sec
10	3 sec	3 sec	4 sec	2 sec	2 sec	5 sec	2 sec	2 sec	2 sec	3 sec
Naam :										
dinsdag 14/02/2012 16u32										
110 bewerkingen, 110 uitgevoerd, 0 resterend										
Behaalde resultaat: 107 / 110 (97 procent)										
Totale tijd : 10 minuten 57 seconden										
LEGENDE				TOTALEN						
min.	max.	goed	fout	goed	fout					
0 sec	5 sec			76	1					
6 sec	10 sec			18	2					
11 sec	15 sec			7	0					
16 sec	20 sec			6	0					
				107	3					
 : knoppen										

Foto 8.2. Voorbeeld van een resultatschema van de maaltafels.

Vier tinten groen en rood delen de oplossingstijden in. Lichtgroen en lichtrood wijzen op het gebruik van geheugenstrategieën. Bij de andere tinten kan men de tel- of rekenstrategieën indelen van uitgebreid naar verkort. Een rekenfeit wordt zoals gezegd binnen de twee seconden uit het geheugen opgeroepen. Bij minder ervaren gebruikers rekent het programma drie extra seconden om de bewerking te lezen en het antwoord in te tikken. Wordt motorische onhandigheid vastgesteld, dan kan het nodig zijn om zelf een extra seconde te rekenen. Onder het rooster staan algemene gegevens: testdatum, uur, naam, het behaalde resultaat en de totale tijd. Via het foutenpercentage en de totale tijd kan men een oefenreeks evalueren op haalbaarheid en eventueel beslissen om een 'tafelkaart op maat' te gebruiken. Wanneer betere oplossingstijden gepaard gaan met slechtere resultaten, dient het aanpakgedrag nader bekeken te worden. Men kan ook evalueren op inhoud door resultatenroosters van complementaire operaties of decompositievaardigheden naast elkaar te plaatsen.

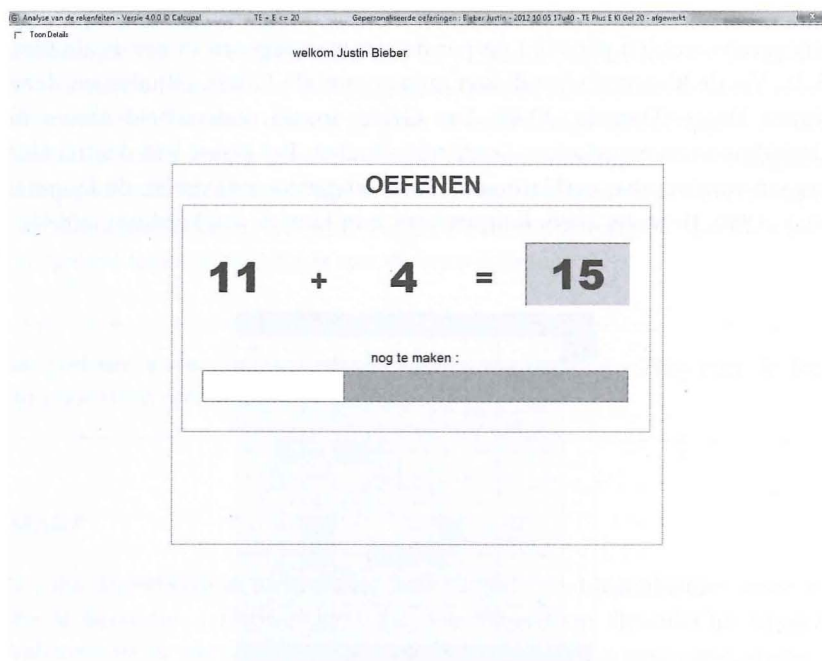


Foto 8.3. Traditioneel oefenen: een bewerking waarbij men zelf het antwoord moet ingeven.

welkom Justin Bieber

OEFENEN MET KEUZE

15
-
7
=

8
6

nog te maken :

Foto 8.4. Oefenen met keuze: een bewerking waarbij twee mogelijke antwoorden gegeven worden. Hieruit moet men een keuze maken.

Op basis van deze metingen (tijd en accuraatheid) kunnen automatisch oefenreeksen opgevraagd worden. Men oefent enkel op de bewerkingen die nog niet juist of niet met een geheugenstrategie opgelost worden. Hierbij kan men kiezen tussen drie oefenvormen: ‘traditioneel oefenen’ (foto 8.3), ‘oefenen met keuze’ (foto 8.4) en ‘oefenen met modeling’ (foto 8.5). Bij ‘traditioneel oefenen’ lost men de bewerkingen opnieuw op die in de test fout of te traag opgelost werden. Bij ‘oefenen met keuze’ vergelijkt men het juiste antwoord met een zelfgemaakte of veelvoorkomende fout. ‘Oefenen met modeling’ is speciaal ontwikkeld voor kinderen met rekenproblemen. Het kind krijgt een welbepaalde tijd om de bewerking op te lossen. Bij het verstrijken van die tijd wordt de oplossing als model gegeven. Op het einde van de oefenreeks worden de gemodelde bewerkingen opnieuw aangeboden en dit tot de oplossing binnen de voorziene tijd gegeven wordt. Door het herhaaldelijk aanbieden van probleembewerkingen ontstaat een drileffect. De beschikbare oplossingstijd is individueel bepaald op basis van de testresultaten.

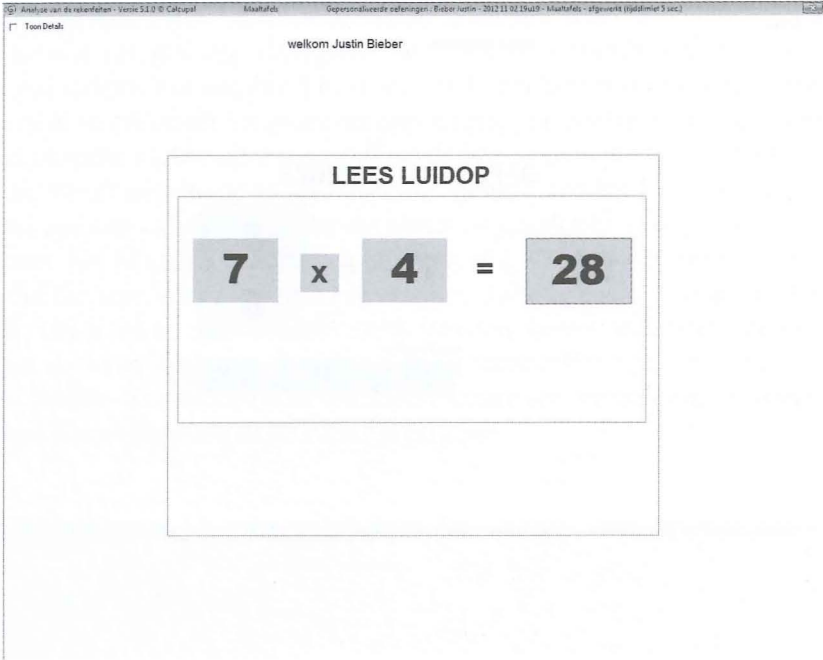


Foto 8.5. Oefenen met modeling: het kind krijgt eerst de kans om de rekenopgave zelf op te lossen, pas daarna verschijnt het model.

HULPKAART maaltafels											
x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0											
1											
2					10				18		
3		6	9	12		18	21	24	27		
4		8	12		20	24	28	32	36		
5			15			30	35	40	45		
6		12	18	24	30	36	42	48	54		
7		14	21	28	35	42	49	56	63		
8		16	24	32	40	48	56		72		
9		18	27	36	45	54	63	72	81		
10							70	80			

calcupal

Testdatum: woensdag 05/12/2012

Naam: Bieber Justin

Gebaseerd op test: Bieber Justin - 2012 12 05 14u19 - Maaltafels - afgewerkt

Deze hulpkaart is gemaakt op: vrijdag 11/01/2013

Foto 8.6. Hulpkaart voor de maaltafels, automatisch aangemaakt op basis van individuele testgegevens.

‘Analyse van de rekenfeiten’ maakt ‘tafelkaarten op maat’ aan (foto 8.6). In de praktijk worden tafelkaarten als hulpmiddel nog niet zo vaak gebruikt. Bedenkingen over de invloed op het leerproces, de evaluatie van resultaten en het zelfbeeld van het kind staan hier vaak in de weg. In de praktijk kan het gebruik van de hulpkaart echter ook een gepersonaliseerd en evoluerend systeem zijn. Dat softwareprogramma zet enkel het correcte equivalent van de traag of fout ingegeven antwoorden op de kaart. Naargelang meer rekenfeiten gememoriseerd zijn, wordt de hulpkaart gereduceerd. De functie van zo’n ‘kaart op maat’ is drieledig: het voorkomt het wegzakken van kennis, geeft steun op maat en biedt een model waaruit men kan leren. Het herhaaldelijk opzoeken van oplossingen in het rooster biedt de kans tot een verhoogde retentie en oproepmogelijkheid van rekenkundige bewerkingen met hun oplossingen. Door de complementaire eigenschap van bewerkingen kan men de tafelkaart ook gebruiken om oplossingen van deeltafels op te zoeken. Het gebruik van zo’n kaart spreekt echter niet voor zich. Het moet aangeleerd, ingeoefend, beproefd, geëvalueerd en geïndividualiseerd worden.

Het is aangewezen om gedurende een bepaalde periode zo frequent mogelijk te oefenen op basis van dezelfde testresultaten. Nieuwe rekenfeiten worden in die periode geconsolideerd. Via feedback en instructie kan het leerproces versneld worden. Bij het hertesten worden volgens de prestaties van de kinderen steeds kortere oefenreeksen gegenereerd. Dat motiveert het kind om doelgericht, naar lichtgroene resultatenroosters toe te werken. Het resultatenschema kan ook gebruikt worden om de relativiteit van fouten aan te tonen (bijvoorbeeld: 13 rode veldjes in een rooster van 110 hokjes). Door te focussen op goede resultaten en positieve evolutie voorkomt men faalangst.

Bij het ontwerpen van het softwareprogramma werd rekening gehouden met het kind met problemen (foto 8.7). ‘Analyse van de rekenfeiten’ is haalbaar en uitnodigend voor het kind door zijn focus op de bewerking, de sobere lay-out, de verdoken functieknoppen en de rode of groene feedbacksignalen. Een blauwe vorderingsstrook telt het aantal oefeningen af en omzeilt tijdsdruk. Wanneer het antwoord getypt wordt, kan nog gecorrigeerd worden. De proef kan gepauzeerd of afgebroken worden en op een later tijdstip afgewerkt worden.

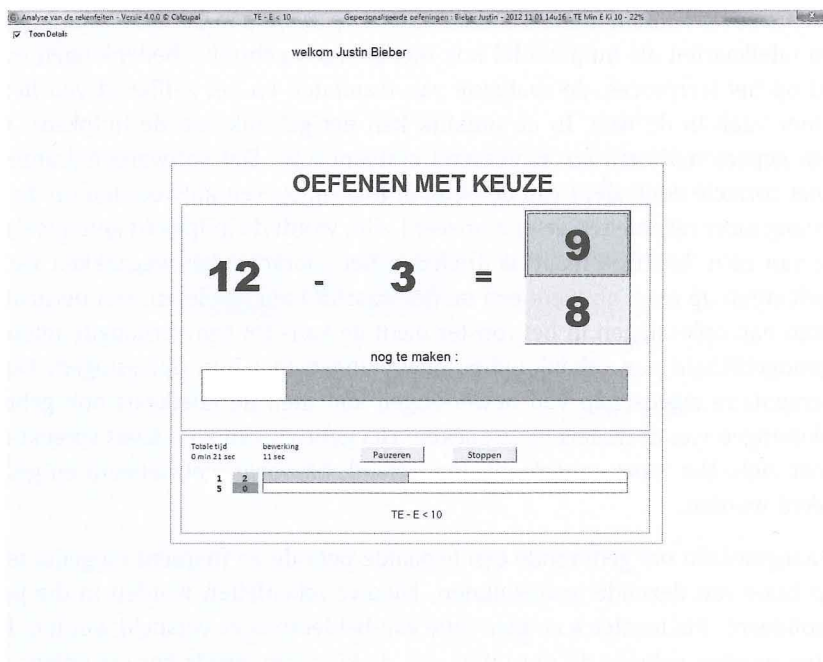


Foto 8.7. Een doordacht ontwerp van de test- en oefenpagina. Door de verdoken functiekноп 'Toon details' aan te vinken krijgt men informatie over vorderingen en resultaten binnen de openstaande test of oefening. De bedieningsknoppen 'pauzeren' en 'afbreken' worden nu ook zichtbaar.

4.2 Voor professionals

In de pro-versie vindt men onder andere de volgende functionaliteiten:

- testen van de rekenfeiten;
- gepersonaliseerd oefenen gebaseerd op de testresultaten;
- tafelkaarten op maat aanmaken;
- export naar MS Excel, OpenOffice Calc en Browser;
- onbeperkt aantal cliënten;
- beheren van een cliëntenbestand;
- installatie op een netwerk.

Om een 'best practice' aan te bieden, is het verzamelen van informatie om rekenfeiten efficiënt te analyseren en te remediëren belangrijk. De computer kan de taak van de therapeut hierin vereenvoudigen en is voor het kind een extra motivator om te oefenen. Niet elke therapeutische setting beschikt over dezelfde computeromgeving. Het softwareprogramma is hierop berekend. Vaak worden kinderen gedurende meerdere jaren door verschillende therapeuten gevolgd. De gepersonaliseerde informatie van 'Analyse van de rekenfeiten' is voor iedereen altijd toegankelijk en beheerbaar wanneer het programma op een server in een netwerkdomein geplaatst wordt.

Bij elk kind met rekenproblemen kan het programma gebruikt worden. Men kan de focus leggen op 'trainen', 'tekorten remediëren', maar ook op 'tekorten compenseren'. Wanneer men de mate van automatisatie in kaart wil brengen, is het resultatenschema van 'Analyse van de rekenfeiten' een handig middel om de bevindingen aan ouders en externe begeleiders duidelijk te maken. Deze resultatenschema's kunnen hiervoor afgeprint of digitaal verzonden worden. Bij vastgelopen leerprocessen kunnen tafelkaarten, in kleur of zwart-wit, afgedrukt worden. De tafelkaarten kunnen nog bewerkt worden volgens de individuele noden: vergroten, kleur toevoegen, getallen in vet zetten,...

Wanneer men 'Analyse van de rekenfeiten' wil gebruiken om te remediëren, moet men informatie verzamelen en beslissingen nemen. Het proces van remediëring wordt visueel voorgesteld in een stroomdiagram (foto 8.8). Op de website www.calcupal.be kan men ook een tekst en stappenplan vinden met 'richtlijnen'.

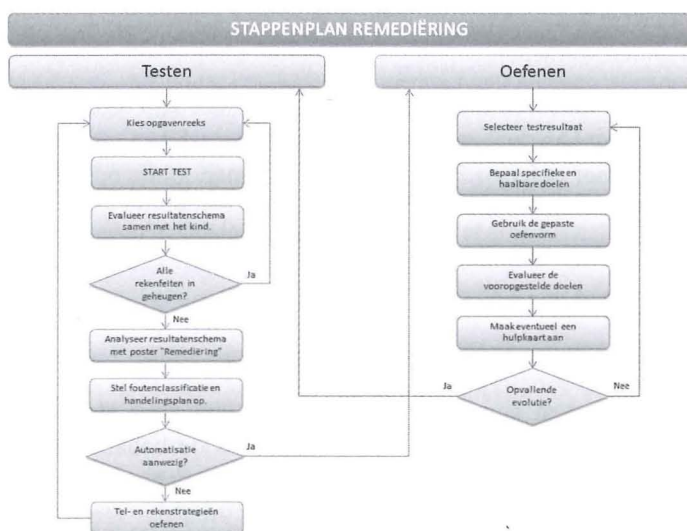


Foto 8.8. Stroomdiagram bij het bepalen van de volgende remediëringstap.

Uit de evaluatieroosters kunnen heel wat therapie-indicaties afgeleid worden. Voorbeelden hiervan vindt men terug op een poster die in het therapielokaal uitgehangen kan worden. Het is de bedoeling dat de therapeut snel vertrouwd geraakt met het aflezen van resultaten en het herkennen van aanwijzingen om efficiënter te remediëren.

4.3 Voor thuis

In de thuisversie beschikt men onder meer over de volgende functionaliteiten:

- testen van de rekenfeiten;
- gepersonaliseerd oefenen gebaseerd op de testresultaten;

- export naar MS Excel, OpenOffice Calc en Browser;
- maximaal drie personen;
- installatie op standalone pc.

Regelmatig krijgen ouders van kinderen te horen dat hun kind nog op zijn vingers telt of de tafels moet automatiseren. Ze krijgen van de therapeut het advies om frequenter te oefenen, maar moeten dan nog op zoek gaan naar geschikte oefenmethodes. Door overwegingen omtrent toegankelijkheid en motivering kiezen ze vaak voor het computermedium. Voor hen werd de thuisversie van 'Analyse van de rekenfeiten' ontwikkeld. Die kan herhaaldelijk voor kortere periodes gehuurd worden en op een eenvoudige wijze verlengd worden.

Uitgaande van de leerlingvolgsystemen heeft 10% van de leerlingen problemen met rekenen en 3% tot 7% van de kinderen dyscalculie. Er is tot op zekere hoogte sprake van erfelijkheid en familiaal voorkomen. 'Analyse van de rekenfeiten' voorziet in de mogelijkheid om met verschillende leden van één gezin geïndividualiseerd te oefenen. Op het oefenen staat geen leeftijdsgrens waardoor ook adolescenten en ouders met het programma kunnen werken.

Ouders kunnen hun kinderen thuis ook aanmoedigen om hun eigen denk- en leerproces aan te sturen. Dat kan door resultatenroosters te vergelijken met voorbeeldroosters op de poster 'Slimmer oefenen'. Deze poster vindt men gratis op de website en kan voor gebruik afgedrukt worden.

5. Besluit

Voor de behandeling van complexe leerproblemen zijn geen standaardoplossingen voorhanden. Wetenschappelijke kennis, expertise van de behandelaar en de karakteristieken van de cliënt dienen tot de meest optimale behandeling samengebracht te worden (Spring, 2007). Het softwareprogramma 'Analyse van de rekenfeiten' is ontstaan uit idealisme en betrokkenheid. Het wil op een hedendaagse manier bijdragen tot een optimale behandeling van rekenproblemen en de rekenvaardigheid van mensen verbeteren. Suggesties van de gebruikers, studies over oefenvormen en -methodes en inzichten in strategiegebruik hebben al tot aanpassingen geleid. Onderzoek naar het softwareprogramma zelf kan inzichten bieden over het nut, de effectiviteit en de toepassingsmogelijkheden van het product. Elke steun en input zijn van harte welkom.

REFERENTIES

- Ashcraft, M.H. (1992). Cognitive arithmetic: A review of data and theory. *Cognition*, 44, 75-106.
- Ashcraft, M.H. (1995). Cognitive psychology and simple arithmetic: A review and summary of new directions. *Mathematical Cognition*, 1, 3-34.
- Bernstein, D.M., & Modigliani, V. (1997). *Size and attention in visual information processing*. Poster presented at the Western Psychological Association, Seattle, WA.

- Blair, C., & Razza, R.P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78, 647-663.
- Boonstra, H. (1980). *De rekenfout nader beschouwd*. Nijkerk: Uitgeverij Intro.
- Campbell, J.I.D. (1987). Network interference and mental multiplication. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13, 109-123.
- Campbell, J.I.D., & Graham, D.J. (1985). Mental multiplication skill: Structure, process, and acquisition. *Canadian Journal of Psychology*, 39, 338-366.
- Codding, R.S., Burns, M.K., & Lukito, G. (2011). Meta-analysis of mathematic basic-fact fluency interventions: A component analysis. *Learning Disabilities Research & Practice*, 26, 36-47.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behav Brain Sci*, 24(1), 114-185.
- Danhof, W. (1993). Automatiseren = leren onthouden. Aanpak van een rekenprobleem. *Tijdschrift voor Orthopedagogiek*, 32, 492-508.
- De Brauwer, J., & Fias, W. (2009). De tafels van vermenigvuldiging en deling: een vast koppel? *Signaal*, 69, 16-29.
- De Brauwer, J., Verguts, T., & Fias, W. (2006). The representation of multiplication facts: Developmental changes in the problem-size, five, and tie effects. *Journal of Experimental Child Psychology*, 94, 43-56.
- Dehaene, S., Bossini, S., & Giraux, P. (1993). The mental representation of parity and number magnitude. *Journal of Experimental Psychology: General*, 5, 371-396.
- Delazer, M. (2005). Learning by strategies and learning by drill. Evidence from an fMRI study. *NeuroImage*, 25, 838-849.
- De Smedt, B., Holloway, I.D., & Ansari, D. (2011). Effects of problem size and arithmetic operation on brain activation in children with varying levels of arithmetical fluency. *NeuroImage*, 57, 771-781.
- Desoete, A. (2006). Foutenanalyse en behandelingsprincipes bij kinderen met dyscalculie. *Logopedie*, 33, 41.
- Desoete, A., & Braams, T. (2008). *Kinderen met dyscalculie*. Amsterdam: Boom.
- Desoete, A., & Roeyers, H. (2002). *Cognitieve Deelhandelingen van het Rekenen CDR 1ste graad*. Onuitgegeven manuscript, Universiteit Gent.
- Desoete, A., Vanderswalmen, R., De Bondt, A., Van Vreckem, C., Van Vooren, V., Vander beken, I., Van Dycke, S., & Baert, J. (2013). *Dyscalculie*. Gent: Academia Press.
- Desoete, A., & Verschaeren, J. (2005). *Een charter en STICORDI-maatregelen voor kinderen met dyscalculie in de lagere school*. Geraadpleegd op 22/06/2014, op https://www.google.be/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.samenlerendgent.be%2Fpluginfile.php%2F3290%2Fmod_folder%2Fcontent%2F0%2FDyscalculie%2FCharter_dyscalculie_.pdf%3Fforcedownload%3D1&ei=UQPUGbS3Bo7Nsgb31ICYCA&usg=AFQjCNE3YDPOjKGLA7tPwrAAGK-XZrJYw&sig2=6f06tx1jgRR1ot2VAWkInQ&bvm=bv.48293060,d.Yms.
- Devos, T. (1992). *Tempo-Test-Rekenen (TTR)*. Amsterdam: Harcourt.
- De Weerd, F., Desoete, A., & Roeyers, H. (2013). Behavioral inhibition in children with learning disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 34, 1998-2007.
- De Weerd, F., Desoete, A., & Roeyers, H. (2013). Working memory in children with reading and/or mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 46, 461-472.
- Dudal, P. (2003). *Tempotoetsen – hoofdrekenen binnen het getalbereik tot 20*. Schaarbeek: VCLB.
- Eysenck, M.W., & Calvo, M.G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition and Emotion*, 6(6), 409-434.
- Eysenck, M.W., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M.G. (2007). Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336-353.

- Geary, D.C. (1990). A componential analysis of an early learning deficit in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 49, 363-383.
- Hasselbring, T.S., Goin, L., & Sherwood, R.D. (1986). *The effects of computer based drill and practice on automaticity: Technical report*. Nashville, TN: Vanderbilt University, Learning Technology Center.
- Hofer, B.K., & Yu, S.L. (2003). Teaching self-regulated learning through a 'Learning to Learn' course. *Teaching of Psychology*, 30(1), 30-33.
- Imbo, I. (2009). Rekenstrategieën: een vergelijk tussen verschillende culturen met implicaties voor de klinische praktijk. *Signaal*, 66, 4-24.
- Izard, V., Sann, C., Spelke, E.S., & Streri, A. (2009). Newborn infants perceive abstract numbers. [Article]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(25), 10382-10385.
- Jain, S., & Dowson, M. (2009). Mathematics anxiety as a function of multidimensional selfregulation and self-efficacy. *Contemporary Educational Psychology*, 34, 240-249.
- Klapp, S.T., & Logan, G.D. (1991). Automatizing Alphabet Arithmetic: II. Are there practice effects after automaticity is achieved? *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 17(2), 196-209.
- Miller, G. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *The Psychological Review*, 63, 81-97.
- Piazza, M., Facoetti, A., Trussardi, A.N., Berteletti, I., Conte, S., Lucangeli, D. et al. (2010). Developmental trajectory of number acuity reveals a severe impairment in developmental dyscalculia. *Cognition*, 116(1), 33-41.
- Ruijsenaars, A.J.J.M. (2013). *Dyscalculie, het (niet) automatiseren van basale rekenkennis. Elk cijfertje telt*. Arteveldehogeschool Gent, 26 april.
- Ruijsenaars, A.J.J.M., van Luit, J.E.H., & van Lieshout, E.C.D.M. (2004). *Rekenproblemen en dyscalculie. Theorie, onderzoek, diagnostiek en behandeling*. Rotterdam: Lemniscaat.
- Ruijsenaars, W., Van Vliet, P., & Willemse, A. (2002). Het leren van rekenfeiten: baart oefening kunst? In A.J.J.M. Ruijsenaars, & P. Ghesquière (Red.), *Dyslexie en dyscalculie: ernstige problemen in het leren lezen en rekenen. Recente ontwikkelingen in onderkenning en aanpak*. Leuven: Acco.
- Siegler, R.S. (1988). Strategy choice procedures and the development of multiplication skill. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117, 258-275.
- Spring, B. (2007). Evidence-based practice in clinical psychology: What it is, why it matters, what you need to know. *Journal of Clinical Psychology*, 63, 611-631.
- Thevenot, C., Fanget, M., & Fayol, M. (2007). Retrieval or nonretrieval strategies in mental arithmetic? An operand recognition paradigm. *Memory & Cognition*, 35(6), 1344-1352.
- Van de Rijt, B.A.M., & Van Luit, J.E.H. (1998). Effectiveness of the Additional Early Mathematics program for teaching children early mathematics. *Instructional Science*, 26, 337-358.
- Van den Broeck, A., Van Damme, J., Brusselmans-Dehairs, C., & Valcke, M. (2004). *Vlaanderen in TIMSS 2003*. Brussel: Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, departement Onderwijs.
- Van Galen, M.S. (2009). *Children's learning of arithmetic facts*. Enschede: Ipskamp.
- Van Luit, J.E.H., Van de Rijt, B.A.M., & Pennings, A.H. (1998). *Utrechtse Getalbegrijptoeets* (2de druk). Doetinchem: Graviant.
- Whitebread, D. (1999). Interactions between children's metacognitive abilities, working memory capacity, strategies, and performance during problem-solving. *European Journal of Psychology of Education*, 14, 489-507.
- Zimmerman, B.J., Bonner, S.V., & Kovach, R. (1996). *Developing self regulated learners*. Washington DC: American Psychological Association.

TREFWOORDEN

Ontwikkelingsstoornissen
 Rekenfeiten
 Rekentherapie
 Softwareprogramma

ABSTRACT

Rekenfeiten zijn bewerkingen die gememoriseerd zijn. Ze zijn bij voorkeur het resultaat van een langdurig leerproces gebaseerd op inzicht en verkorting van rekenstrategieën, gevolgd door extra inoefening. Rekenvaardige individuen bezitten meer rekenfeiten. Er zijn echter grote verschillen tussen kinderen met betrekking tot het opslaan van rekenfeiten in het langetermijngeheugen. Problemen met de rekenfeiten worden bovendien vaak laat opgespoord. We denken hierbij vooral aan die kinderen die in hun eerste jaren rekenonderwijs goed presteren op het correct oplossen van de basisformules doordat ze die correct uitrekenen. Later ontwikkelen ze soms toch nog reken- of tempoproblemen.

Kinderen bij wie de ontwikkeling van tel- en rekenprocedure (hoofdrekenen) naar rekenfeit vertraagd of anders verloopt, falen op temporekenen. In vergelijking met leeftijdgenoten houden ze minder 'cognitieve ruimte' over om te presteren en verder te ontwikkelen. We hebben er alle belang bij die kinderen vroeg op te sporen en te helpen.

Het digitale instrument 'Analyse van de rekenfeiten' is handig om na te gaan of de oplossing van elke eenvoudige rekenopgave rechtstreeks uit het geheugen opgehaald of nog uitgerekend wordt. In een matrix worden de mate van automatisatie en de overgang van werk- naar langetermijngeheugen per kind en per rekenfeit in kaart gebracht. Vervolgens worden alle bewerkingen geoefend die nog niet uit het geheugen opgelost worden.

OVER DE AUTEUR

Tilde Brackx is medewerkster van Calcupal te Gistel en ergotherapeut in het revalidatiecentrum 't Veld. Ze heeft het softwareprogramma 'Analyse van de rekenfeiten' mee ontwikkeld. Het wordt uitgegeven door Calcupal en werd in 2011 geïntroduceerd op de Third Expert Meeting for Math Researchers in the Benelux te Gent.

Contactadres: tilde.brackx@telenet.be.