

# Samenvatting

Dit proefschrift gaat over het automatiseringsproces in het leren van simpele optel- en tafelsommen, ook wel rekenfeiten genoemd. Er zijn grote verschillen tussen kinderen met betrekking tot het vermogen om rekenfeiten in het lange-termijn-geheugen op te slaan. Vooral kinderen met ernstige rekenproblemen zijn vaak niet in staat om simpele rekensommen op te lossen door het antwoord uit het geheugen op te halen. Het onderzoek in dit proefschrift probeert verschillende vragen te beantwoorden die te maken hebben met automatisering in het leren rekenen.

In het eerste onderzoek is automatisering in het verwerken van getallen onderzocht bij 7-, 8- en 9-jarigen en ook bij volwassenen (Hoofdstuk 2). Er werden twee taken gebruikt waarvan bekend is dat ze een zogenaamd SNARC-effect veroorzaken bij volwassenen. Het SNARC-effect is het gegeven dat op kleine getallen makkelijker met links gereageerd kan worden en op grotere getallen makkelijker met rechts. Om de eerste taak uit te kunnen voeren was het noodzakelijk om te weten hoe groot de getoonde getallen waren. In deze taak werd voor alle leeftijdsgroepen een SNARC-effect gevonden. Voor de tweede taak was getalgrootte niet relevant. In deze taak werd alleen een SNARC-effect gevonden bij 9-jarigen en bij volwassenen. De bevindingen duiden erop dat (a) 7-jarigen een zelfde soort representatie van getalgrootte hebben als volwassenen en (b) kinderen ongeveer vanaf hun negende automatisch toegang hebben tot getalgrootte na het zien van getallen.

Vaak wordt aangenomen dat er een relatie is tussen rekenvaardigheid en het schatten van grootte en hoeveelheden. De ontwikkeling van vaardigheid in schatten en de relatie tussen schatten en rekenen werd weer onderzocht bij 7-, 8- en 9-jarigen (Hoofdstuk 3). Er werden vier soorten schatopgaven getest: getallenlijnen, hoeveelheid, lengte en oppervlakte. Met een factor-analyse werden twee verschillende factoren gevonden: (1) schatten van lengte en oppervlakte, (2) schatten op de getallenlijn en schatten van hoeveelheid. Deze twee factoren waren ook terug te zien in de ontwikkeling van de scores in de verschillende leeftijdsgroepen. Bij de 7-jarigen waren de rekenscores gecorreleerd met 3 van de 4 typen schatopgaven, maar deze relatie tussen schatten en rekenen verdween in de hogere groepen. Geconcludeerd kan worden dat schatten en rekenvaardigheid meer aan elkaar gerelateerd zijn bij jonge kinderen dan bij oudere kinderen.

De drie volgende onderzoeken maakten gebruik van een leertaak-design om het verwerven van rekenfeiten te onderzoeken. In Hoofdstuk 4 oefenden kinderen simpele optelsommen met een van deze drie methoden: (a) het opschrijven van het antwoord, (b) het kiezen tussen twee mogelijke antwoorden, (c) het invullen van het tweede getal dat opgeteld moest worden. Na het oefenen kregen de kinderen een test met optelsommen waarvan ze het antwoord op moesten

schrijven. Kinderen die geoefend hadden met de Keuze-methode lieten een generalisatie-effect zien op de test: het kiezen tussen twee antwoorden was ongeveer net zo effectief voor het leren van optelsommen als het oefenen met de reguliere methode waarbij het antwoord moest worden opgeschreven. De kinderen die geoefend hadden met de Invul-methode lieten geen generalisatie-effect zien. De resultaten zijn in overeenstemming met netwerktheorieën over het leren van rekenfeiten en in het bijzonder met het Identical Elements (IE) model voor de representatie van rekenfeiten. Het IE model voorspelt geen generalisatie-effect als de getallen van een som op een test niet precies overeen komen met de getallen van een som die geoefend is.

In het tweede leeronderzoek zijn generalisatie-effecten bij kinderen verder onderzocht (Hoofdstuk 5). In twee experimenten oefenden kinderen simpele optel- of tafelsommen. Er werd een generalisatie-effect gevonden bij sommen waarvan de getallen omgedraaid waren ( $6 + 3$  geoefend,  $3 + 6$  in de test;  $7 \times 4$  geoefend,  $4 \times 7$  in de test): de kinderen gingen op deze sommen net zoveel vooruit als op de geoefende sommen. Als een van de twee getallen verhoogd was met 1 werd geen generalisatie-effect gevonden: er was geen verschil tussen de vooruitgang op deze sommen en vooruitgang op sommen die helemaal geen relatie hadden met de oefensommen. Voor optellen en vermenigvuldigen werden dezelfde resultaten gevonden, dus het lijkt erop dat bij kinderen in beide gevallen dezelfde soort opslag- en ophaalprocessen plaatsvinden in het geheugen.

In het laatste leeronderzoek is getracht om erachter te komen waarom sommige kinderen schijnbaar moeiteloos rekenfeiten leren en andere kinderen zoveel moeite blijven houden met simpele optel- en tafelsommen (Hoofdstuk 6). Uit recent onderzoek is gebleken dat individuele verschillen in werkgeheugen, telsnelheid en benoemsnelheid een relatie hebben met rekenvaardigheid. In twee experimenten oefenden kinderen simpele optel- of tafelsommen. Uit de resultaten bleek dat de meeste kinderen vooruitgingen op de geoefende sommen. Het was alleen niet mogelijk om individuele verschillen in de leeropbrengst op de oefentaak te voorspellen vanuit scores op cognitieve taken. Wel werd gevonden dat cijferreeksen nazeggen, cijferreeksen achterstevoren nazeggen, telsnelheid en benoemsnelheid gerelateerd waren aan rekenvaardigheid. Bovendien werd een domeinspecifieke relatie gevonden tussen de capaciteit van het verbale kortetermijn-geheugen en rekenvaardigheid.

In de Algemene discussie (Hoofdstuk 7) worden de bevindingen van het onderzoek in dit proefschrift samengevat en besproken.