HOOFSTUK II.

'n Histories-kritiese Oorsig van die Ontwikkeling van Rekenkennistoetsing en van die Tegniek van Diagnose en Remediëring van Rekenmoeilikhede.

(1) Inleiding:

Amerika kan op opvoedkundige gebied met reg die land van die toets genoem word (1), en omdat die proefnemings in rekenkunde-onderwys 'n deel gevorm het van die eksperimentele ondersoekinge op skole waarin toetsing 'n groot rol gespeel het (2), verbaas dit dan ook nie dat ondersoekingsmetodes betreffende rekenkunde-onderwys meestal in die V.S.A. ontwikkel het. Die meeste Europese proefnemings in rekenkunde-onderwys wat lig sou werp op Amerikaanse probleme, is wel in Amerika herhaal (3); maar leerplanverskille en die feit dat Europese onderwysmetodes meer mondelinge werk as die Amerikaanse voorskrywe en selfs ook dikwels daarvan in ander opsigte verskil, is verantwoordelik daarvoor dat Europese ondersoekingsmetodes dié van die V.S.A. maar min beïnvloed het (4).

Die tegniek van diagnose en remediëring van rekenmoeilikhede wat feitlik heeltemal in die V.S.A. ontstaan het (5), het gespruit uit die algemene navorsingswerk op die gebied van rekenonderwys en moet dus in verband daarmee verstaan word. In hierdie historiese oorsig word alleen rekening gehou met die ontwikkeling van die tegniek van diagnose en remediëring

---

(1) Webb & Shotwell: Testing in the Elementary School, 21.
Cf. ante, hoofstuk 1.
Tiegs: Tests and Measurements in the Improvement of Learning, 6.
Ruch & Stoddard: Tests & Measurements in High School Instruction, 4, 5.

(2) Monroe and Engelhart: A Critical Summary of Research Relating to the Teaching of Arithmetic, 8.
Brownell: The Techniques of Research Employed in Arithmetic, 420, 425.
Cf. post, hoofstuk II.

(3) Buswell and Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 1925, 1.

(4) Buswell and Judd: Loc. cit.

(5) Cf. post.

van rekenmoeilikhede in die V.S.A. Daar sal egter verwys word na proefnemings in Suid-Afrika.

(2) Die Voor-eksperimentele Tydperk.

(a) In Amerika kan Warren Colburn die eerste hervormer van rekenonderwys genoem word (1). Alhoewel rekene as skoolvak nie belangrik beskou is nie, het die meeste skole in Amerika in 1800 reeds rekenonderwys gegee; maar die uitslag daarvan was uiters teleurstellend (2). Die leerlinge moes hoofsaaklik reëls van buite leer en dan die geleerde reëls toepas sonder die gedane bewerking in die minste te verstaan. Om die belangstelling van die leerlinge te verkry, is die somme gewoonlik as probleme in rymvorm gestel. Die onderwys is nie aan klasse nie maar aan afsonderlike persone gegee en slegs skriftelike werk is deur die leerlinge gedaan (3). In 1821 publiseer Colburn 'n rekenkundeboek waarmee hy toon dat hy heeltemal die ou rekenmetodes laat vaar het. Hy maak geen gebruik van die gewone toepassing van rekenreëls nie, maar het die onderwysmetodes van Pestalozzi (4) op die rekenonderwys toegepas. Hy het getoon dat die leerlinge die bewerkinge moet verstaan, het die drilmetode ingevoer, het probleme oor praktiese onderwerpe gestel, het mondelinge onderwys begin gee en het van konkrete hulpmiddele by sy verduidelikinge gebruik gemaak (5).

---

(1) Buswell: A Critical Survey of Previous Research in Arithmetic 29th Yr. Bk. of the National Society for the Study of Education, (446-447, 453-454).
Monroe: Development of Arithmetic as a School Subject, 53.
Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 161.
(2) Buswell: Op. cit., 453.
Monroe: Op. cit., 44-52.
(3) Buswell: Op cit., 454.
Monroe: Op. cit., 44-52.
Buswell and Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic (1925), 160, 161.
(4) Keller: Warren Colburn's Mental Arithmetic, Pedagogical Summary, XXX (June, 1923), 162-71.
Monroe: Op. cit., 53 et seq., 61.
Buswell & Judd: Op. cit., 161.
Buswell: A Critical Survey of Previous Research, 447.
(5) Keller: Loc. cit.
Monroe: Op. cit., 69, 127.
Buswell and Judd: Op. cit., 161.

(b) As gevolg van sy hervormingswerk het die belangstelling van beide onderwysers en leerlinge in rekene vanaf 1821 aangegroei en geleidelik is meer tyd in skole aan die onderwys daarvan bestee sodat baie skole teen die einde van die 19de eeu omtrent die helfte van hul skooldag daaraan gewy het [(1)]. Colburn se invloed het toe ook al verminder en die onderwysmetodes het in baie opsigte weer verval tot die onderwys en toepassing van rekenreëls soos in 1800 [(2)]. Ontevredenheid met die toestand het egter vanaf 1880 begin heers en in 1892 en 1895 is toe die Kommissies van Tien en Vyftien respektiewelik, aangestel om oor rekenonderwys te rapporteer [(3)]. Hulle beveel toe aan dat rekene binne 'n tydperk van vyf jaar behoort geleer te word, dat minder tyd per dag daaraan moet bestee word, en dat die onderwys meer prakties van aard moet wees [(4)]. Die gevolg hiervan was dat nuwe rekenonderwysmetodes oral bespreek is. Die besprekings het egter nog meestal op waarneming van onderwysuitslae berus, want die eksperimentele studies van sielkundige aard, wat omstreeks 1890 op opvoedkundige vraagstukke i.v.m. rekenonderwys toegepas is soos bv. dié van Mary W. Calkins wat in 1894 'n introspektiewe en analitiese beskrywing van die aard van syferbewustheid gee, het feitlik geen bydrae gelewer tot die kennis wat die rekenonderwys kon verbeter nie en het dus maar min direkte invloed daarop uitgeoefen [(5)].

---

(1) Monroe: Development of Arithmetic as a School Subject, 92.
Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 163.

(2) Buswell: A Critical Survey of Previous Research, 454.
Monroe: Op. cit., 89, 90.

(3) Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 2.
Buswell: A Critical Survey of Previous Research, 447.
Monroe: Op. cit., 129, 132.

(4) Buswell & Judd: Op. cit., 3.
Monroe: Op. cit., 132.

(5) Buswell & Judd: Op. cit., 163, 164.
Buswell: Op. cit., 447.

(3) <u>Ongestandaardiseerde Rekenkennistoetse.</u>

(a) In 1890 het die toetsbeweging egter in Amerika 'n aanvang geneem toe J. McKeen Cattell, vroeër 'n student van Galton vir die eerste maal die term „mental test" gebruik het in „Mental Tests and Measurements", gepubliseer in „Mind", Julie 1890 [1].

(b) In 1894 word J.M. Rice Superintendent van Skole in Baltimore, Maryland. Hy was vroeër 'n student in Duitsland en het gemeen dat die eksakte metodes deur wetenskaplikes tydens eksperimente gebruik ook op opvoedkundige ondersoek kan toegepas word [2]. Vanaf sy aanstelling as Superintendent het hy met spellingstoetse begin eksperimenteer en hy publiseer sy bevindinge in 1897. Syne was die eerste objektiewe toetse waarmee Amerikaanse leerlinge ooit getoets is [3]. Die eerste objektiewe rekentoets word dan ook deur Rice in 1902 gestel aan 6000 leerlinge in 18 skole versprei oor 7 stede. Afsonderlike toetse van 8 somme elk in probleemvorm is saamgestel vir toetsing van leerlinge van die 4e, 5e, 6e, 7e en 8ste grade [4]. Hy beskryf die uitslag van dié ondersoek in die „Forum" XXXIV Okt./Des. 1902, 281-297 en lê nadruk op die groot variasie in rekenbekwaamheid wat hy aangetref het van skool tot skool. Hy beklemtoon ook die feit dat daar 'n lae korrelasie bestaan tussen die rekenkundige kennis wat die leerlinge aan die dag lê, en die hoeveelheid tyd aan die

---

(1) Greene, Jorgensen & Gerberich: Measurement and Evaluation in the Elementary School, 43.
Courtis: Fact and Fancy in Educational Measurements, 8.
Lincoln & Workman: Testing and the Uses of Test Results, 8.

(2) Rice: Scientific Management in Education.
Monroe: An Introduction to the Theory of Educational Measurements, 2.
Greene & Jorgensen: The Use and Interpretation of Educational Tests, 3.
Lincoln & Workman: Testing and the Uses of Test Results, 2.

(3) Greene, Jorgensen & Gerberich: Op. cit, 41.
Ayres: History and Present Status of Educational Measurements: 17th Yearbook of the National Society for the Study of Education, Pt.II, Ch.I, p.11.
Jessup & Coffman: The Supervision of Arithmetic, 156-160.
Webb & Shotwell: Testing in the Elementary School, 18.
Monroe: An Introduction to the Theory of Educational Measurements, 2, 3.
Brubacher: A History of the Problems of Education, 163.

(4) Jessup and Coffman: Loc. cit.
Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 3 - 4.

vak gewy in skole. In die „Forum" XXXIV Jan./Maart van 1903, 437-452, beweer hy dat behoorlike toetsing die rekenonderwys meer bevorder as die tyd aan die vak gewy of as die bekwaamheid van die rekenonderwyser (1). Rice het die uitslae van sy toetsing beoordeel vanuit die standpunt van 'n inspekteur van onderwys, maar sy gevolgtrekkinge was ietwat ongegrond omdat sy toetse onwetenskaplik saamgestel en bowedien ook nog ongestandaardiseer was (2).

(c) E.L. Thorndike het merkwaardige bydraes tot die ontwikkeling van die toetsbeweging in die algemeen gelewer en het ook die toetsing i.v.m. rekenonderwys direk deur sy eie proefnemings en indirek deur die werk van sy leerlinge, Stone en Courtis, beïnvloed (3). In 1903 publiseer hy saam met Fox die uitslag van 'n proefneming wat hy noem „Relation between the Different Abilities in the Study of Arithmetic" (4). Uit die aard van die onderwerp blyk duidelik dat hy die proefneming gedoen het omdat hy belanggestel het in die verhouding tussen die verskillende bekwaamhede by die aanleer van rekene as psigoloog en nie as opvoedkundige nie (5). Vir hierdie proefneming het hy gebruik gemaak van toetse wat saamgestel was oor die hoofbewerking in rekenkunde. In 1904 verskyn sy „Mental and Social Measurements waarin hy die prinsipes van verstandsmeting beskryf (6). By die samestelling van die meeste van die hedendaagse kennistoetse word

(1) Jessup and Coffman: The Supervision of Arithmetic, 163-166.
Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 4.
(2) Monroe: An Introduction to the Theory of Educational Measurements, 3, 5.
(3) Monroe: Op. cit., 4.
Broom: Educational Measurements in the Elementary School, 5.
Ruch & Stoddard: Tests and Measurements in High School Instruction, 4.
(4) Coetzee: Eksperimentele Opvoedkundige Studies, 158.
Monroe: An Introduction to the Theory of Educational Measurements, 5.
(5) Monroe: Op cit., 4.
(6) Thorndike: An Introduction to the Theory of Mental and Social Measurements.

hierdie prinsipes nog in ag geneem. In 1909 maak hy sy handskrifskaal bekend aan die „American Association for the Advancement of Science". Dit het daartoe bygedra dat die toetsing op skole populêr geword het (1).

(d) Onder leiding van Thorndike publiseer Cliff W. Stone in April 1903 'n rekenleerplanstudie volgens die enquêtemetode in die „Elementary School Teacher" III, 533-42. Geïnspireer deur die werk van Rice, sit hy sy navorsing voort en rapporteer in 1908 oor die toetsing van leerlinge van die sesde graad met twee toetsreekse wat hyself saamgestel het om kennis van beide die fundamentele bewerkinge en probleme te meet (2). By die benadering van sy probleem het hy beide die standpunt van die inspekteur van onderwys en dié van die psigoloog in aanmerking geneem en het dus meer wetenskaplik te werk gegaan as Rice met die samestelling van sy toetse daar hy meer punte toegeken het aan die moeiliker somme (3). Hy het gedrukte instruksies verskaf i.v.m. die stel en nasien van die toetse. Hulle was dus objektief, maar het nog dié swakheid gehad dat hulle ongestandaardiseer was (4). Stone se werk het egter meegebring dat skole vanaf 1908 in rekentoetse begin belangstel het (5).

---

(1) Monroe: An Introduction to the Theory of Educational Measurements, 5.
Lincoln & Workman: Testing and the Uses of Test Results, 3.
Coetzee: Eksperimentele Opvoedkundige Studies, 157, 158.

(2) Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 37.
Stone: Arithmetical Abilities and Some Factors Determining Them.
Jessup & Coffman: The Supervision of Arithmetic, 168 & 174-176
Coetzee: Eksperimentele Opvoedkundige Studies, 158.
Courtis: Fact and Fancy in Educational Measurements, 9.

(3) Monroe: Op. cit., 6, 7.

(4) Buswell & Judd: Op. cit., 38.
Coetzee: Op. cit., 158.
Monroe: Op. cit., 7.

(5) Buswell & Judd: Op. cit., 5.

(4) Standaardisering van Rekentoetse.

(a) S.A. Courtis was Stone behulpsaam met die stel van sy rekentoetse waarmee net leerlinge van die sesde graad ondersoek i Courtis kry toe die plan om die kennis van die leerlinge van al die klasse van beide die laer- en hoërskool met die toetse te meet (1). Dit het hy gedoen in 1907 en 1908. Sy doel was om die vordering van die leerlinge asook norms vir die verskillende klasse vas te stel (2). Hy het 'n deeglike studie gemaak van die inhoud en puntetoekenningsmetode van Stone se toetse en het hulle onbevredigend vir sy doel gevind. Hy het toe sy eie toetsreeks, bekend as Serie A, in 1909 saamgestel (3). Die reeks het bestaan uit 8 toetse wat die leerlinge se kennis van die fundamentele bewerkinge en van probleme getoets het. Daar was 'n tydsbeperking vir die uitvoering van die toetse (4). Die toetse was nie alleen 'n objektiewe maatstaf van kennis nie, maar bowendien het Courtis hulle gestandaardiseer nadat hy hulle aan duisende leerlinge in Detroit, New York, Boston, ens., gestel het (5). Sy standaardiseringsmetode het dan nie alleen latere rekentoetsstandaardiseringsmetodes nie, maar ook dié van alle ander skolastiese toetse beïnvloed (6). Courtis het sy toetse beskou as instrumente wat die onderwyser sou help in die nakoming van sy onderwyspligte. Sy uitgangspunt is dus dié van die onderwyser self (7). Hy beskryf die samestelling en standaardisering van sy

(1) Lincoln & Workman: Testing and the Uses of Test Results, 3.
Courtis: Fact and Fancy in Educational Measurements, 9.
Jessup & Coffman: The Supervision of Arithmetic, 208-215.
Monroe: An Introduction to the Theory of Educational Measurements, 7.
(2) Courtis: Loc. cit.
Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 38, 39.
(3) Courtis: Loc. cit.
Coetzee: Eksperimentele Opvoedkundige Studies, 158.
(4) Buswell & Judd: Op. cit., 39.
Sien: Courtis Standard Research Tests - Instruksies aan proefpersone. (Boaan toetse).
(5) Jessup & Coffman: The Supervision of Arithmetic, 208.
(6) Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 42.
(7) Monroe: An Introduction to the Theory of Educational Measurements, 8.
Coetzee: Eksperimentele Opvoedkundige Studies, 159.

toetse in die „Elementary School Teacher" X (Okt./Des. 1909), XI (Des. 1910 en Maart/Junie 1911) en XII (November 1911).

In 1912 is die betroubaarheid van die rekennorme van Courtis in twyfel getrek op grond van die feit dat verskillende toepassinge van die toetse op dieselfde leerlinge wydverskillende uitslae gelewer het en dit het meegebring dat hy 'n begin gemaak het met die hersiening en verbetering van sy toetse [1]. Die stelsel van skoolbekwaamheidsopnames (School Surveys) wat al in 1907 in Pittsburg ontstaan het en wat later nog aansienlik die toetsbeweging sou beïnvloed deurdat dit beide die ontstaan en toepassing van toetse sou bevorder, het aan Courtis die eerste eleentheid verskaf om sy toetse op groot skaal toe te pas [2]. n 1911-1912 is skolastiese toetse te New York vir die eerste maal ebruik deur 'n kommissie van ondersoek wat die bekwaamheid van eerlinge moes vasstel. Courtis was lid van hierdie kommissie n het sy Serie A-rekentoetse by hierdie geleentheid aan 30,000 eerlinge gestel [3]. Hy het die gegewens wat hy daarmee kon nwin, gebruik om sy toetse krities te ondersoek en was blykbaar ie met hulle tevrede nie, want in 1913-1914 het hy die „Courtis tandard Research Tests in Arithmetic Series B" saamgestel [4]. ie toetsreeks was 'n groot verbetering op dié van 1909 en het estaan uit 4 toetse. Elke toets het een van die vier funda-entele hoofbewerkinge met onbenoemde getalle getoets. Die somme

---

1) Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 40.
2) Buswell & Judd: Op. cit., 40.
Monroe: An Introduction to the Theory of Educational Measurements, 11, 12.
3) Courtis: The Courtis Tests in Arithmetic, 391-546.
4) Jessup & Coffman: The Supervision of Arithmetic, 211.
Brueckner: Diagnostic and Remedial Teaching in Arithmetic, 23.
Gilliland, Jordan and Freeman: Educational Measurements and the Class Room Teacher, 184, 185.
Monroe, De Voss and Kelly: Educational Tests and Measurements, 38, 39.

was egter van 'n baie moeiliker aard as dié wat gewoonlik vandag in gestandaardiseerde rekenkennistoetse gegee word soos uit die volgende voorbeelde blyk:

Toets I. (Optel).	Toets II. (Aftrek).	Toets III. (Vermenigvuldig).
127	178976226	3268
375	93060303	95
953		
333		
325		
911		
554		
167		
554		

Toets IV. (Deel).

95/ 85880

Die verskillende somme van elke toets was min of meer ewe moeilik. Met die standaardisering is beide snelheid in en akkuraatheid van bewerking in aanmerking geneem.(1) Die Serie B-toetsreeks is deur Courtis vir standaardiseringsdoeleindes aan 'n halfmiljoen leerlinge gestel(2).

(b) In 1912 is 'n nuwe soort organisasie, die navorsingsburo wat onderwysnavorsings organiseer, in die lewe geroep. Twee tipes van hierdie buro's het ontstaan. Die eerste soort, een waarvan in 1912 te New Orleans ontstaan het, was aan die skoolstelsels verbonde en moes die stel van toetse bevorder. Die tweede tipe het hom ten doel gestel om navorsingswerk van 'n meer algemeen opvoedkundige aard te doen. Die eerste buro van hierdie soort was die „Bureau of Measurement and Efficiency" verbonde aan die Universiteit van Oklahoma en is opgerig in 1913. Hierdie buro's het later die gebruik van opvoedkundige

(1) Courtis Standard Research Tests in Arithmetic, Series B. Monroe: An Introduction to the Theory of Educational Measurements, 8.

(2) Jessup and Coffman: The Supervision of Arithmetic, 213.

toetse in skole baie populêr gemaak[1].

(c) L.P.Ayres het verder die ontwikkeling van skolastiese toetsing bevorder deur sy handskriftoetsreeks van 1912 en sy spellingtoetsreeks van 1915[2].

(d) Die spellingtoetsreeks wat B.R.Buckingham in 1913 saamgestel het, is van historiese belang in die ontwikkeling van rekentoetse. Die spelling van die woorde in die reeks het geleidelik moeiliker geword en hierdie prinsiep van toenemende moeilikhede in 'n toetsreeks is later toegepas deur Woody in 'n reeks wat bekwaamheid in rekenkundige bewerkinge toets[3].

(e) In 1914 het F.J Kelly 'n publikasie, genoem „Teacher's Marks", die lig laat sien waarin hy die onbetroubaarheid van subjektiewe skooltoetse en die daarmee saamhangende wyse van punttoekenning aangetoon het. Dié studie het die noodsaaklikheid van betroubare objektiewe maatstawwe beklemtoon[4].

(5) <u>Ontwikkeling van Rekenkennistoetse na 1915.</u>

(a) Die voornoemde gebeurtenisse het die gebruik van gestandaardiseerde skolastiese toetse in die V.S.A. deeglik laat posvat. Nuwe rekentoetse het nou vinnig op dié van Courtis gevolg, en alhoewel die latere toetse van syne verskil het wat betref hul vorm en doel, tog is die invloed van sy werk daarin duidelik sigbaar[5].

---

(1) Monroe: An Introduction to the Theory of Educational Measurements, 12, 13.
Greene, Jorgensen en Gerberich: Measurement and Evaluation in the Elementary School, 47.

(2) Monroe: An Introduction to the Theory of Educational Measurements, 8.
Coetzee: Eksperimentele Opvoedkundige Studies, 159.
Webb & Shotwell: Standard Tests in the Elementary School, 322-323.

(3) Monroe: Op. cit., 9.
Coetzee: Loc. cit.

(4) Monroe: Op. cit., 11.
Monroe, De Voss & Kelly: Educational Tests and Measurements, 1.

(5) Lincoln & Workman: Testing and the Uses of Test Results, 9,10.
Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 42.

(b) Die „Cleveland-Survey Arithmetic Tests", saamgestel deur C.H. Judd in 1915, 'n spiraaltoetsreeks, was 'n verwerking van die Courtis-toetse [1]. Die samesteller se doel was om 'n toetsreeks te formuleer wat vlugtig 'n aanduiding sou verskaf van die rekenkundige bekwaamheid van die leerlinge van 'n groot aantal skole in die vier hoofbewerkinge met onbenoemde getalle en gewone breuke. Die reeks het uit 15 toetse bestaan en net soos in die Courtis-toetse is die verskillende somme in elke afsonderlike toets min of meer ewe moeilik, maar elk van die fundamentele bewerkinge word later in afsonderlike toetse in 'n ander vorm wat meer moeilikhede as die vorige vorm oplewer, herhaal. So kom bv. optelsomme voor in verskillende vorme soos die volgende aantoon:

Stel A.		Stel E.	Stel J.	Stel. M.
6	2	5	7	7493
6	4	2	5	9016
		2	4	6487
		0	2	7591
		4	6	6166
			0	
			5	
			1	
			8	
			3	
			2	
			9	
			9	

Kennis van elk van die ander hoofbewerkings word op soortgelyke wyse getoets. Judd het gemeen dat die toetsreeks presies sou aandui hoeveel somme van elke graad van moeilikheid die proefpersone reg kon doen binne 'n gegewe tyd en dat dit ook sou vasstel watter graad van elke bewerking hulle in staat sou wees om te doen. Die toetse het nie kennis van tiendelige breuke getoets nie, en dit wil voorkom asof die twee toetse H en O, wat bedoel is om kennis van gewone breuke te toets, nie vir

(1) Judd: Measuring the Work of the Public Schools, 246 - 253.

Gilliland, Jordan & Freeman: Educational Measurements and the Class Room Teacher, 191.

Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 42.

daardie doel geskik is nie [(1)].

(c) Die geskaalde toetsreeks, saamgestel deur Clifford Woody in 1916 en bekend as die „Woody Arithmetic Scales", was bedoel om die bekwaamheid van leerlinge in die vier hoofbewerkinge met heelgetalle, gewone en desimale breuke vas te stel [(2)]. Volgens Woody sou hulle kon aandui watter tipe van bewerking en watter graad van moeilikheid van daardie tipe 'n klas kon doen. Die Woody-toetsreeks verskil fundamenteel van die reekse van Courtis en Judd omdat hy die somme in elke afsonderlike toets so gerangskik het dat hulle geleidelik moeiliker word. Soos reeds gesê, het hy die prinsiep van toenemende moeilikhede wat Buckingham in sy spellingtoetsreeks gebesig het, toegepas [(3)]. Woody het statisties deur middel van proewe die somme van die maklikste tot die moeilikste gerangskik.

(d) Die „Woody-McCall Mixed Fundamentals"-toets (1923) verskil van die „Woody Arithmetic Scales" daar dit voorbeelde van verskillende rekenkundige bewerkinge, gegradeer volgens stygende moeilikhede in dieselfde toets, insluit. Die toets bestaan uit 35 somme wat bekwaamheid in optel, aftrek, vermenigvuldig en deel van onbenoemde getalle, gewone en desimale breuke vasstel. Die soorte van somme kom gemengd voor en verskyn in onreëlmatige volgorde. In sommige somme word die soort van bewerking verlang, deur tekens en in ander somme deur woorde aangedui, bv. in Vorm I:

(1)	(2)	(3)	(4)	(20)
Add 2 3	2 X 3	3/‾6	Subtract 2 1	¼ of 128

---

(1) Sien Cleveland Survey Arithmetic Tests.
Judd: Measuring the Work of the Public Schools, 246.
Gilliland, Jordan & Freeman: Educational Measurements and the Class Room Teacher, 193.

(2) Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 42, 43.
Coetzee: Eksperimentele Opvoedkundige Studies, 165.
Monroe, De Voss & Kelly: Educational Tests and Measurements, 29 - 32.

(3) Cf. Ante, hoofstuk II, 20.
Monroe, De Voss & Kelly: Op. cit., 29.

Aan die proefpersone word 20 minute toegestaan om soveel somme moontlik te doen. Punte word net toegeken vir somme met korrekte antwoorde en norms word gegee vir skoolgrade 3 tot 8 [1].

Dit skyn asof die toets beter ooreenkom met die tipe toets wat leerlinge gewoonlik in skole kry as die gestandardiseerde kennistoetse reeds in hierdie hoofstuk beskryf [2].

(e) Die „Progressive Arithmetic Test", saamgestel deur Ernest W. Tiegs en Willis W. Clark in 1939, is 'n voorbeeld van 'n nuwe rekentoetssoort wat baie makliker is om na te sien of deur masjiene te laat nasien as die reeds genoemde toetse [3]. In hierdie tipe van kennistoets moet die proefpersoon een van 'n aantal gegewe antwoorde as die korrekte kies. Die volgende voorbeeld uit hierdie toets sal die prosedure verduidelik:

(41)
533
X 4

(43)
509
X 8

(41). Antwe: a.537. b.2132. c.529. d.$133\frac{1}{4}$.

(43) Antwe: a.501. b.517. c. $63\frac{1}{2}$.d.4072.

Die proefpersone dui die antwoord aan deur die letters a, b, c of d wat by die regte antwoord staan, neer te skryf of deur die regte antwoord te onderstreep na verlang mag word deur die proefnemer [4]. In die voorbeelde hierbo gegee, is dit egter nie nodig vir die proefpersoon om die hele bewerking te doen om die regte antwoord aan te dui nie. Hy kan slegs 4 drieë

---

(1) Brueckner & Melby: Diagnostic and Remedial Teaching, 170, 171.
Gilliland, Jordan & Freeman: Educational Measurements and the Class Room Teacher, 194, 195.
Woody - McCall Mixed Fundamentals.
Grades II to VIII. Bureau of Publications, Teachers College, Columbia University, New York City, 1923.

(2) Gilliland, Jordan & Freeman: Op. cit., 196.

(3) Greene, Jorgensen & Gerberich: Measurement and Evaluation in the Elementary School, 311.

(4) Greene, Jorgensen & Gerberich: Measurement and Evaluation in the Elementary School, 311.

of 8 neges neem en dan dadelik sien watter antwoord reg is. Dit is 'n groot gebrek in hierdie toets.

(f) G.W. Maxwell het dan in 1940 hierdie soort toets baie verbeter en meer betroubaar gemaak deur 'n vyfde moontlikheid, nl. „Korrekte antwoord nie gegee nie", by die gegewe antwoorde te voeg soos die volgende voorbeeld aantoon (1).

Tel op: 736
618
422
907

Die proefpersoon moet een van die volgende moontlikhede as antwoord aandui: (1) 1683; (2) 2693; (3) 438; (4) 3795; (5) Korrekte antwoord nie gegee nie. In hierdie som kan die proefpersoon nie net die ene-kolom optel nie, want twee moontlike antwoorde eindig op 3, en die regte reaksie hier is om (5) „Korrekte antwoord nie gegee nie", te onderstreep (2).

Alhoewel die voorafgaande glad nie bedoel is om 'n volledige lys van rekenkennistoetse te verskaf nie, word daardeur tog die verskillende stappe in die ontwikkeling van dié soort toetse aangetoon. Gestandaardiseerde rekenkennistoetse het na 1915 in so'n mate toegeneem dat dit spoedig 'n vaste beleid geword het om hierdie instrumente oral in skole te gebruik.

(6) Die Ontwikkeling van Redeneertoetse. (3)

(a) Die eerste redeneertoets is al in 1908 deur Stone op leerlinge van die sesde graad toegepas. Hy beskrywe dit saam met sy toetse in die hoofbewerkings in die „Teachers College Series" No.19, 1908, onder die opskrif „Arithmetical Abilities

(1) Greene, Jorgensen & Gerberich: Measurement and Evaluation in the Elementary School, 311.
(2) Greene, Jorgensen & Gerberich: Measurement and Evaluation in the Elementary School, 311.
(3) Dit sluit nie toetse wat spesifiek bedoel is om moeilikhede met probleemsoplossing te diagnoseer, in nie.
Die ontwikkeling van diagnostiese probleemtoetse word later op bladsye 43 tot 48 van hierdie hoofstuk behandel.

and Some Factors Determining Them". Hy het die proefpersone 15 minute toegelaat om die 12 probleme op te los, maar selfs die beste leerling van die sesde graad kon hulle nie in die bepaalde tyd voltooi nie. Net soos die toetse in die fundamentele bewerkinge, was die redeneertoets ook ongestandaardiseerd (1).

Die Serie A-toetsreeks van Courtis van 1909 het probleme met twee stappe van redenering ingesluit. Dit was die eerste gestandaardiseerde redeneertoets in die V.S.A. (2).

(b) In 1910 het Frederick G. Bonser van die Teachers College, Columbia-Universiteit, ondersoek na die redeneervermoë van kinders ingestel. Hy het 757 kinders getoets in die vierde, vyfde en sesde grade in Passaic, New Jersey. Vir sy doel het hy die redeneertoetse van Stone probeer verbeter. Aan die proefpersone is 20 somme wat elk 3 stappe van redenering bevat, gegee. Die eerste som het bv. gelui: "If $\frac{3}{4}$ of a gallon of oil costs 9 cents, what will 7 gallons cost?" Hy het gevind dat die seuns die redeneertoets beter gedoen het as die meisies, maar dat die verskil tussen die redeneervermoë van die seuns en dié van die meisies kleiner word namate die proefpersone na hoër klasse gaan (3).

(c) In 1916 het Daniel Starch in die "Journal of Educational Psychology" VII April 1916, 213-22, in 'n artikel, genoem "A Scale for Measuring Ability in Arithmetic", 'n kort beskrywing gegee van 'n toets om redeneervermoë in rekene vas te stel (4).

---

(1) Coetzee: Eksperimentele Opvoedkundige Studies, 174.
Stone: Arithmetical Abilities and Some Factors Determining Them.
Jessup & Coffman: The Supervision of Arithmetic, 168.

(2) Jessup & Coffman: The Supervision of Arithmetic, 209.

(3) Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 43.
Jessup & Coffman: The Supervision of Arithmetic, 199-207.
Bonser: The Reasoning Ability of Children of the Fourth, Fifth and Sixth School Grades.

(4) Starch: Ibid.

(d) In 1916 het Stone sy oorspronklike redeneertoetse uitgebrei, verbeter en gestandaardiseer (1).

(e) Die „Monroe Standardized Reasoning Tests in Arithmetic" is 'n geskaalde toetsreeks. Dit bevat 'n serie van praktiese probleme soos in die gewone rekenboekies aangetref word. In hierdie toetsreeks word die fundamentele bewerkinge met onbenoemde getalle, breuke en persentasies in probleme toegepas. Daar is 3 toetse van 15 probleme elk: toets 1 is bedoel vir grade 4 en 5; toets II vir grade 6 en 7; terwyl toets III vir graad 8 saamgestel is. Puntetoekenning geskied vir beide korrekte bewerkinge en antwoorde afsonderlik. Bv.: as 'n proefpersoon optel wanneer dit 'n optelbewerking behoort te wees maar hy besyfer die optelling verkeerd, dan word aan hom nogtans 'n punt toegeken vir die korrekte metode wat hy gebesig het, maar g'n punt word vir die verkeerde antwoord toegeken nie. 'n Sleutel word verskaf vir nasien, en norms is beskikbaar. Dit is g'n tydtoets nie, want die proefpersone kry soveel tyd as wat hulle nodig mag hê om die toets te voltooi (2). Die toets vul 'n behoefte waarin die kennis-toetse nie kon voorsien nie, want dit toets bekwaamheid in die toepassing van die fundamentele bewerking en is dus 'n praktiese maatstaf van sukses in rekene (3). Die doel van rekenonderwys is tog uiteindelik die toepassing van die hoofbewerkinge en die oplossing van probleme en nie die doen van aparte hoofbewerkinge nie, alhoewel die kennis van die aparte hoofbewerkinge noodsaaklikerwys die toepassing daarvan vooraf moet gaan.

---

(1) Stone: Standardized Reasoning Tests in Arithmetic and How to Utilize Them.

(2) Gilliland, Jordan & Freeman: Educational Measurements and the Class Room Teacher, 198.
Coetzee: Eksperimentele Opvoedkundige Studies, 175.
Monroe, Standardized Reasoning Tests in Arithmetic. Grades IV - VIII.

(3) Gilliland, Jordan & Freeman: Op. cit., 199.

(f) Hoewel baie ander redeneertoetse op dié van Monroe gevolg het, toon hulle feitlik geen prinsipiële verskille van hul voorgangers nie [(1)], totdat die prinsiep van veelvuldige keuse, wat alreeds geruime tyd in geskiedenis -, aardrykskunde - e.a. toetse bekend was, ook op rekenredeneertoetse toegepas word soos in die „National Achievement Tests" van Robert K. Speer en Samuel Smith van 1938 en die „Progressive Arithmetic Test" van Tiegs en Clark van 1939 [(2)]. Vier of meer antwoorde, waarvan een reg is, word aan die proefpersone voorgehou en hulle moet net die regte een kies. Die volgende voorbeeld word uit die laasgenoemde toets geneem:

„41. In a class room there were 7 rows of desks with 7 desks in each row. Four desks were removed from the room. How many desks were left?" [(3)]

Samestellers van redeneertoetse in rekene het totnogtoe nie die mate van sukses behaal wat met die toetse in die fundamentele bewerkinge bereik is nie. Dit is omdat daar soveel tipes van redenering in rekene moontlik is en soveel situasies waarop hulle kan toegepas word saam met die feit dat die proefpersoon baiemaal onbekend is met die besonderhede van die situasie waarin die rekenkundige kennis moet toegepas word. Verder hang die oplossing van probleme grootliks af van die proefpersoon se algemene intelligensie, leeskennis en kennis van woorde en begrippe wat met die toepassing van die fundamentele bewerkinge gebesig word [(4)]. Die gevolg hiervan is dat 'n proefnemer wel deur middel van 'n rekenredeneertoets kan vasstel of 'n proefpersoon 'n gegewe aantal probleemsomme kan doen of nie, maar as hy werklik

---

(1) Behalwe dié redeneertoetse wat rekenmoeilikhede diagnoseer. Hulle word later behandel in hierdie hoofstuk, 43 - 48.

(2) Greene, Jorgensen & Gerberich: Measurement and Evaluation in the Elementary School, 312.

(3) Greene, Jorgensen & Gerberich: Loc. cit.

(4) Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 43.

wil nagaan of die proefpersoon rekenkundige redeneerbekwaamheid besit, moet hy ook die proefpersoon se algemene intelligensie, sy leesbekwaamheid en sy kennis van rekenkundige woorde en begrippe deur afsonderlike toetse ondersoek en die uitslae wat hy verkry, saam met dié van die rekenredeneertoets koördineer.

(g) Van die soort rekentoets wat die proefpersoon se kennis van rekenkundige terme en begrippe vasstel, is daar heelwat beskikbaar soos die „Analytical Scales of Attainment: Arithmetic, Grades 3 - 6" van Kellogg, Brueckner en Van Wagenen saamgestel in 1933 (1) en die „Progressive Arithmetic Test, Intermediate" van Tiegs en Clark, gepubliseer in 1939 (2). Beide die genoemde toetse is van die veelvuldige keuse-tipe, b.v.

3. Subtract: 1. add; 2 take away; 3. divide; 4. increase; 5. break. 3 ------ ( )

22. % means 1. subtract. 2 per cent. 3. dram. 4. dollar (3).

7. <u>Rekenkennistoetse in Suid-Afrika Saamgestel</u>.

(a) Die pionier gestandaardiseerde rekentoetsreeks van Suid-Afrika was dié van J. Chris. Coetzee, saamgestel en toegepas in 1924 en gepubliseer in 1926 in sy „Eksperimentele Opvoedkundige Studies". Die reeks bestaan uit 5 toetse. Toetse I tot IV meet die kennis van proefpersone in standerds I tot VI in die 4 hoofbewerkinge met heelgetalle terwyl toets V 'n redeneertoets is. Die toetse is deur die samesteller gestandaardiseer en norme is verskaf vir beide standerds en ouderdomme. 'n Beperkte tyd word vir elke toets toegelaat (4). Die toetsreeks is deur E.G. Malherbe tydens die ondersoek na die Armblanke-Vraagstuk in Suid-Afrika vir die hele Unie gestandaardiseer, en die rekenkundige

1. Greene, Jorgensen & Gerberich: Measurement and Evaluation in the Elementary School, 313.
2. Greene, Jorgensen & Gerberich: Loc. cit.
3. Greene, Jorgensen & Gerberich: Loc. cit.
4. Coetzee: Eksperimentele Opvoedkundige Studies Bylae II, 265-274.

bekwaamheid van die armblanke kinders is deur middel daarvan vasgestel [1]. Tien jaar later is hierdie toetsreeks herstandaardiseer deur M.L. Fick wat weer nuwe norme vasstel [2]. Die toetsreeks is dan ook welbekend in Suid-Afrika.

In bylae I van deel II van genoemde werk gee Coetzee ook 'n ander tipe van redeneertoets waarmee hy besig was om te eksperimenteer. 'n Essensiële gegewe word uit elke som weggelaat, en die proefpersone moet sê waarom hulle die som nie kan doen nie [3].

(b) In 1929 word 'n indiwiduele intelligensietoetsskaal vir Afrikaanssprekende kinders saamgestel deur 'n kommissie bestaande uit verteenwoordigers van die Departement van Openbare Onderwys, Kaap die Goeie Hoop, die Suid-Afrikaanse Onderwysersunie en die South African Teachers' Association. Die intelligensieskaal sluit ook 'n rekenkennis - en 'n rekenredeneertoets in [4].

(c) In 1931 publiseer P. Skawran 'n gemengde rekenkennistoets waarin somme met beide onbenoemde en benoemde getalle voorkom. Hy het die toets toegepas op 141 vakleerlinge tussen die ouderdomme van 17 en 19 jaar [5].

(d) In 1935 het F.T. Milne 'n rekentoetsreeks saamgestel en gestandaardiseer. Deel I bevat vier toetse en elk van die toetse stel die proefpersone se kennis van een van die 4 hoofbewerkings met onbenoemde getalle vas. Deel II bestaan uit 'n toets vir meganiese bewerkinge en 'n probleemtoets [6]. Die

---

(1) Malherbe : Onderwys en die Armblanke, 273, 282.

(2) Plekker: Die Spellingbekwaamheid van Skoolkinders.

(3) Coetzee: Eksperimentele Opvoedkundige Studies, Bylae I, 261-264.

(4) Departement van Openbare Onderwys, Kaap die Goeie Hoop: Kaapprovinsiale Indiwiduele Intelligensieskaal vir Afrikaanssprekende Kinders, 14, 18.

(5) Skawran: Manual of Physical and Mental Tests, Part II, 16-18.

(6) Milne: The Use of Scholastic Tests in South African Schools, 29-59. (Scholastic Tests for the Witwatersrand Child. Form A and Form B.)

Die doel met die meganiese bewerkingetoets is om vas te stel of die proefpersone die fundamentele bewerkinge op benoemde hoeveelhede, gewone en desimale breuke asook i.v.m. persentberekeninge kan toepas. Die probleemtoets bevat 28 probleemsomme. Vir elke toets word 'n bepaalde tyd toegelaat [1]. Die groot voordeel van hierdie toets vir die navorser is dat norme gegee word vir beide onderdomme en skoolstanderds vir elk van die hoofbewerkings met onbenoemde getalle afsonderlik, asook afsonderlike norme vir elk van die meganiese bewerkinge - en die probleme-toetse. Verder word norme vir die 4 hoofbewerkingstoetse met onbenoemde getalle gesamentlik verskaf asook vir al die toetse van die reeks tesame. Die gebrek van die toetsreeks is dat dit net vir skole op die Witwatersrand gestandaardiseer is en dat die norme dus nie noodwendig in ander areas geldend is nie [2].

(e) Rekenkennistoetse is ook in Suid-Afrika deur ander proefnemers saamgestel onder wie genoem kan word H.A Coetzee (1940) [3], P.B. Wolfaardt (1944) [4] en 'n Kommissie benoem deur die Kaapse Onderwysdepartement (1944) [5]. Die toetse van Wolfaardt noem hy „diagnose-toetse" [6], en toetse C, D en E van die Kaapse departementele kommissie van ondersoek in verband met die onderwys van rekene word ook deur die kommissie bestempel as „diagnostiese toetse" [7]. Beide die toetse van Wolfaardt en die van die Kaapse kommissie van ondersoek sal wel help om moeilikhede te diagnoseer, maar hulle is eintlik meer analitiese toetse d.w.s.

---

(1) Milne: Ibid., 70-73.

(2) Milne: Ibid., Appendix II, 145-149.
Appendix III, 150-155.

(3) Plekker: Die Spellingbekwaamheid van Skoolkinders, 67.

(4) Wolfaardt: Die Vinnige Rekenboekie, Stds. I - V.

(5) Dept. van Openbare Onderwys, Kaap die Goeie Hoop: Ondersoek i.v.m. die Onderwys van Rekenk. in Primêre en Mid. Skole.

(6) Wolfaardt: Op. cit., Nuttige Wenke by Reken-Onderwys.

(7) Dept. van Openbare Onderwys (Kaap): Op. cit., 5.

d.w.s. diagnostiese toetse van 'n algemene aard en nie spesifieke diagnostiese toetse nie omdat hulle nie die kenmerke van laasgenoemde soort toets dra nie (1). Hulle word dus onder rekenkennistoetse en redeneertoetse en nie onder diagnostiese toetse geklassifiseer nie.

(8) Ander Ondersoekinge i.v.m. Rekenkunde-onderwys.

(a) Die gestandaardiseerde rekentoetse het definitiewe maatstawwe aan onderwysmanne en navorsers verskaf waarmee hulle die bekwaamheid, kennis en vooruitgang van leerlinge kon meet. Van hierdie maatstawwe is dan ook ruimskoots gebruik gemaak om alle moontlike terreine van rekenonderwys eksperimenteel te ondersoek (2). Navorsers het wel nie net van toetse gebruik gemaak nie. Volgens Brownell bestaan daar nie minder as negentien verskillende erkende ondersoekingstegnieke nie, waarvan persoonlike ondervraging, laboratorium-ondersoek, waarneming, toetsing, eksperimente met proef- en kontrolegroepe, statistiese bewerking van bevindings, analise van die geskrewe werk van proefpersone, analise van leerstof, analise van skoolverslae en punte toegeken aan leerlinge asook historiese ondersoek die belangrikste is (3). Die meeste van die genoemde metodes van ondersoek sou egter beswaarlik sonder die hulp van gestandaardiseerde toetsmaatstawwe, gegewens met wetenskaplike waarde kon lewer. Eksperimenteerders het dan ook in meeste gevalle toetsmetodes saam met ander metodes van ondersoek verbind en het die gestandaardiseerde toetse wat tot hulle beskikking was, dikwels toegepas om die uitslae van verskillende soorte van skolastiese proefneminge te vergelyk (4). Die objektiewe maatstawwe wat gestandaardiseerde toetse verskaf

---

(1) Greene & Buswell: Testing, Diagnosis and Remedial Work in Arithmetic, 271, 279, 281-283, 292.
Greene, Jorgensen & Gerberich: Measurement and Evaluation in the Elementary School, 19-22.

(2) Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, Chapters III, V, VI, VIII, IX & X.
Monroe & Engelhart: A Critical Summary of Research Relating to the Teaching of Arithmetic. Chapters II, III, IV, VI & VII.

(3) Brownell: The Techniques of Research Employed in Arithmetic, 419-422.

(4) Brownell: The Techniques of Research Employed in Arithmetic, 422-443.

het, het dit moontlik gemaak om skolastiese rekenkundeproefneminge wetenskaplik in te rig en te beoordeel. Geen wonder dus dat eksperimentele ondersoek in verband met rekenkunde-onderwys in omvang toegeneem het vanaf 1913 soos Tabel I, gegee deur Buswell in "A Critical Survey of Previous Research in Arithmetic", toon(1).

Daar die hoofdoel van hierdie hoofstuk is om die ontwikkeling van rekentoetse tee te lig, kan 'n volledige beskrywing van ondersoekingswerk i.v.m. rekenkunde-onderwys nie binne die beperkte bestek daarvan onderneem word nie; dus sal net kortliks aangedui word onder watter hoofde die grootste gedeelte daarvan gerangskik kan word:

(i) Ondersoek i.v.m. leerplanne: Omvang, inhoud, aanpassing by leerlinge.

(ii) Klasrekenboeke in oefeningsmateriaal ondersoek: Geskiktheid al of nie vasgestel.

(iii) Ondersoek i.v.m. doeltreffendheid van instruksie-apparaat.

(iv) Algemene sielkundige studies van 'n rekenkundige aard, soos:
verband tussen rekenkundige bekwaamheid en algemene intelligensie;
verband tussen rekenkundige bekwaamheid en leesvermoë;
hoe kinders ondervinding opdoen van getalle;
getalassosiasies;
ondersoek i.v.m. rekenkundige prosesse.

(v) Metodes van rekenonderwys eksperimenteel ondersoek, bv.
voor- en nadele van dril;
voor- en nadele van spesifieke onderwysmetodes;
motivering;
al of nie oordraagbaarheid van verstandsontwikkeling, verkry deur studie van rekene.

(1) Buswell: Ibid., 446.

(vi) Die reaksies van leerlinge op rekenonderwys,

bv. studie van indiwiduele verskille [1].

Die Studie van indiwiduele verskille is grootliks bevorder deur die diagnostiese toetsmetodes.

(9) Ontwikkeling van Toetsmetodes om Fundamentele Rekenmoeilikhede te Diagnoseer.

(a) Rice [2] en Stone [3] het al spoedig beweer, op grond van die toepassing van hulle ongestandaardiseerde toetse, dat daar groot verskille bestaan in die rekenkundige bekwaamheid van indiwiduele leerlinge. Die toepassing van elke gestandaardiseerde rekentoets daarna het die waarheid van daardie bewering bevestig [4]. Nadat standaarde vasgestel was, het die gevalle wat met toetsing te ver van die norms afgewyk het, dadelik die aandag getrek en die volgende natuurlike stap was die analise van die werk en toetsuitslae van sulke afwykende proefpersone [5]. Hierdie analise het uiteindelik die moderne metodes van diagnose bewerkstellig, soos die volgende kort historiese oorsig van die ontwikkeling van diagnostiese proefnemingsmetodes aantoon.

---

(1) Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 1925. Chapters II, III, V, VI, VII, VIII & IX.
Monroe & Engelhart: A Critical Summary of Research Relating to the Teaching of Arithmetic, Chapters II, III, IV, V, VI & VII.
Buswell: A Critical Survey of Previous Research, 445-470.
Brownell: The Techniques of Research Employed in Arithmetic, 423-425.

(2) Brueckner: Diagnostic and Remedial Teaching in Arithmetic, 2.

(3) Stone: Arithmetical Abilities and Some Factors Determining Them

(4) Smith: Individual Variations in Arithmetic: (Elem.Sch. Journal 17 Nov.1916, 195-200).
Brueckner: Loc. cit.
Donovan & Thorndike: Improvement in a Practice Experiment under School Conditions, 426-428.

(5) Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 113.

(b) In 1909 en 1910 skrywe Courtis vir die „Elementary School Teacher" 'n reeks artikels wat beskou kan word as die pionier-studie van indiwiduele verskille in rekenkundige bekwaamheid (1). Sy doel was egter meer die vasstelling van norms as die noukeurige analise van die rekenmoeilikhede van sy proefpersone (2).

(c) In Julie 1913 publiseer M.E. Donovan en E.L. Thorndike 'n studie waarin hulle deur middel van toetsmetings aantoon dat indiwiduele proefpersone wydverskillende uitslae as gevolg van oefening met rekenkundige bewerkinge lewer (3). Dit het die aandag nog verder op die verskille in rekenkundige prestasies van leerlinge gevestig, en hieruit het dit duidelik geword dat verskillende persone met verskillende rekenmoeilikhede sukkel.

(d) Hierop volg die werk van Phelps, gepubliseer in September 1913 (4). Hy maak 'n analise van die optelfoute van leerlinge van die 8ste graad en vind dat die stadige werkers meer akkuraat besyfer as die vinniges en dat bepaalde tipes van foute by verskillende proefpersone voorkom. Met hierdie studie was 'n oorgangspunt bereik omdat Phelps nie soseer in norme belanggestel het nie, maar in die besondere moeilikhede van die indiwiduele kind (5).

Soos reeds aangetoon, (6) het gestandaardiseerde rekenkennistoetse na 1915 baie vinnig populariteit gewin in die V.S.A. en spoedig is hulle gebruik nie alleen om vas te stel of leerlinge en klasse 'n sekere norm bereik het nie, maar ook deur

---

(1) Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 114.
(2) Buswell & Judd: Ibid, 115.
(3) Donovan & Thorndike: Improvement in a Practice Experiment under School Conditions.
(4) Buswell & Judd: Op. cit., 114.
Phelps: A Study of Errors in Tests of Adding Ability.
(5) Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 115.
Phelps: A Study of Errors in Tests of Adding Ability, 29-39.
(6) Cf. ante., 20 - 24.
Osburn: Corrective Arithmetic, 28.

verskillende proefnemers vir diagnostiese doeleindes.

(e) Met een van die eerste proefnemings wat definitief as diagnosties kan bestempel word, het J.H.Smith in 1916 die „Cleveland Survey Arithmetic Tests" gebruik om 'n analise van die rekenfoute van leerlinge te maak (1). Sy klassifikasie van hierdie foute was egter baie onvolledig (2). Hy het verder die oorsake van die foute probeer nagaan en het remediërende werk in die dringendste gevalle gedoen.

(f) Die eerste twee proefnemers wat in 1917 gestandaardiseerde rekenkennistoetse vir diagnostiese doeleindes gebruik het, was G.S. Counts (3) en A.S. Gist (4). Net soos Smith gebruik Counts ook die „Cleveland Survey Arithmetic Tests" om 'n studie te maak van leerlinge se rekenfoute en hul oorsake, en Gist pas die Courtis-toetse vir dieselfde doel toe.

In dieselfde jaar lewer M.R. Staker, W.L. Uhl en W.S. Monroe elk 'n belangrike bydrae tot die tegniek van diagnose van rekenmoeilikhede.

(g) Staker het dieselfde tegniek as Gist gevolg, maar het die waarde van sy foutelys baie verhoog deur die tipes van foute wat verskillende indiwiduele proefpersone gemaak het, in besonderhede te beskrywe (5).

(h) Deur middel van die „Courtis Practice Tests" het Uhl sy proefpersone se bekwaamheid in kolomoptelling met onbenoemde getalle bestudeer. Sy werk het een van die waardevolste bydraes tot die tegniek van diagnose van rekenmoeilikhede gelewer omdat

---

(1) Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 115.

(2) Buswell & Judd: Ibid., 116.

(3) Counts: Arithmetic Tests and Studies in the Psychology of Arithmetic.

(4) Gist: Errors in the Fundamentals of Arithmetic.

(5) Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 117.

hy indiwiduele proefpersone noukeurig waargeneem het terwyl hulle die toetse doen, en hulle ook omtrent hul werk ondervra het. Uhl se proefneming het duidelik getoon dat 'n persoonlike studie van die werk van indiwiduele leerlinge 'n baie dieper insig in die rekenmoeilikhede van skoolkinders gee as die analise van hul toetsuitslae of as die klassifikasie van hul rekenfoute (1)

(i) Een van die eerste rekentoetse wat die naam diagnostiese toets gedra het, was die „Monroe Diagnostic Tests in Arithmetic" (2). Dit was feitlik 'n serie van 21 rekenkennistoetse wat bedoel was om die rekenkennis van die proefpersone vas te stel en ook hul moeilikhede met bewerkinge met onbenoemde getalle, gewone en tiendelige breuke in grade 4 tot 8 te diagnoseer. Die toepassing van hierdie toetsreeks kon baie belangrike gegewens verskaf omtrent die bekwaamhede wat die toetse in staat was om vas te stel, maar hulle kon nie vasstel of die proefpersone die tipes van somme wat nie in die toetsreeks voorgekom het nie, kon doen of nie. Verder het die toetse wel kon diagnoseer of 'n proefpersoon in elk van die gegewe bewerkings die normale peil bereik had of nie, maar hulle kon nie help om aan die lig te bring waarom hy nie die standaard bereik had nie omdat die toetsreeks nie al die prosesse van die getoetste rekenkundige bewerkings ingesluit het nie (3).

(j) Dat proefnemers nie dadelik waarde aan die diagnostiese toets as sodanig geheg het nie, word bewys deur die feit dat met beide die twee bekendste diagnostiese proefnemings van 1918, nl. dié van W.W. Theisen en C.W. Flemming (4) en di'e van C.J. Anderson, van die Woody gestandaardiseerde rekenkennistoetsreeks vir diagnostiese doeleindes gebruik gemaak is (5). Woody

(1) Uhl: The Use of Standardized Materials in Arithmetic for Diagnosing Pupils' Methods of Work.

(2) Monroe: Measuring the Results of Teaching, 109, 114, 115.
Gilliland, Jordan & Freeman: Educational Measurements and the Class Room Teacher, 196.
Tiegs: Tests and Measurements for Teachers, 339.

(3) Brueckner: Diagnostic and Remedial Teaching in Arithmetic, 37.
Brueckner & Melby: Diagnostic and Remedial Teaching, 178.

(4) Theisen: An Educational Survey of Janesville, Wisconsin.
Theisen & Flemming: The Diagnostic Value of the Woody Arithmetic Scales: A Reply.

(5) Anderson: The Use of the Woody Scale for Diagnostic Purposes.

Woody was blykbaar ook in 1920 nog die mening toegedaan dat die gestandaardiseerde rekenkennistoetse heeltemal geskik sou wees vir diagnostiese doeleindes, want in daardie jaar beskrywe hy die samestelling en gebruik van sy toetsreeks en verwys na die ontleding van deelfoute wat Theisen en Flemming deur middel van sy toetsreeks gedoen het. Hy wys egter ook daarop dat by ware diagnose van rekenmoeilikhede nie net op die aantal somme, reg of verkeerd, gelet moet word nie, maar vernaamlik op die tipe van som wat die proefpersone reg of verkeerd doen, en indien moontlik moet die psigologiese proses wat die fout veroorsaak, nagespeur word (1). Nog heelwat ondersoekingswerk sou egter moes gedoen word alvorens dit enigsins sou moontlik word vir navorsers om die psigologiese prosesse wat foute veroorsaak, na te speur; dus was die suggestie van Woody op hierdie tydstip nog nie uitvoerbaar nie.

(k). Die werk van Philips, in 1920 gedoen, het die waarde van indiwiduele diagnose en die remediërende werk wat daarop volg, gedemonstreer. Hy het die rekenmoeilikhede van 9 leerlinge wat baie met rekene gesukkel het, deur waarneming en toetsing ondersoek en het 'n volledige beskrywing gegee van die werkgewoontes van die proefpersone (2).

(l) In Maart 1920 publiseer Kallom 'n analise van die hoofbewerkinge met gewone breuke. Hy beskrywe die verskillende stappe van moeilikhede wat in die bewerkinge voorkom. Dit het later geblyk dat 'n studie van dié geaardheid onontbeerlik is vir iemand wat 'n diagnostiese toets wil saamstel of wat rekenmoeilikhede wil diagnoseer (3)

(m) In 1920 word diagnostiese ondersoek van rekenmoeilikhede nog verder bevorder deur die publikasie van verskil-

---

(1) Woody: Measurements of Some Achievements in Arithmetic, 33.

(2) Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 120.

(3) Kallom: Analysis of and Testing in Common Fractions.

lende diagnostiese toetsreekse waaronder bv. die „Peet-Dearborn Progress Tests"[1] en die „Lunceford Diagnostic Number Tests"[2] was.

(n) Een van die volledigste ondersoekinge na rekenmoeilikhede van leerlinge is in 1920-1921 deur W. J. Osburn in Wisconsin gedoen. Hy het die „Woody-Theisen Parallel Tests in Arithmetic" gebruik om moeilikhede met die hoofbewerkings te diagnoseer[3] en die „Buckingham Scale for Problems in Arithmetic" toegepas om probleemmoeilikhede vas te stel[4]. Hy beskrywe tipiese rekenfoute en gee 'n lys van hul oorsake[5]. Sy ontleding van die oorsake is egter onvolledig, want dit is moontlik om elke oorsaak deur hom genoem, nog verder te ontleed. Hy noem as een van die oorsake van rekenfoute bv. „Carrying in addition"[6]. Hierdie oorsaak is later deur Buswell en John in 9 onderdele ontleed[7]. Osburn maak nie 'n proefneming met remediërende werk nie, maar gee lyste van oefenmateriaal wat deur die onderwysers vir remediërende doeleindes kan verwerk word[8]. Hy gee ook 'n beskrywing van leerwette en leerwyses wat deur die onderwyser in ag geneem moet word by die remediërende

---

(1) Peet & Dearborn: Peet-Dearborn Progress Tests in Arithmetic.

(2) Lunceford: Lunceford's Diagnostic Number Tests.

(3) Osburn: Corrective Arithmetic, Vol. I, 29.

(4) Osburn: Ibid., 38.

(5) Osburn: Ibid., 30-39.

(6) Osburn: Ibid., 39.

(7) Buswell & John: Diagnostic Studies in Arithmetic, 120.
Brueckner: Diagnostic and Remedial Teaching in Arithmetic, 120.

(8) Osburn: Corrective Arithmetic, Volume I, Appendix, 155-177.
Volume II, Appendix G - L, 255-266.

onderwys, maar wend nie 'n poging aan om die remediërende onderwys in 'n gekontroleerde proefneming te laat toepas en die uitslae daarvan vas te stel nie [1].

(o) E. Merton het in 1923 'n volledige klassifikasie gemaak van die nodige bekwaamhede wat leerlinge moet besit om elk van die hoofbewerkings met onbenoemde getalle uit te voer [2]. Die klassifikasielyste vorm die basis van elke goeie diagnostiese toetsreeks. As 'n diagnostiese toetsreeks so saamgestel is dat elk van die genoemde bekwaamhede volledig daardeur ondersoek kan word, dan moet die toetsing deur middel van so'n reeks 'n komplete weergawe lewer van wat die proefpersone in elk van die getoetste bewerkinge in staat is om te verrig [3].

(p) In medewerking met Merton het L. J. Brueckner in dieselfde jaar 'n sistematiese diagnoseplan vir rekenmoeilikhede met die vier hoofbewerkinge met onbenoemde getalle bekend gemaak. Brueckner toon self dat hy sy diagnostiese toetsreeks vir die vier hoofbewerkinge met onbenoemde getalle op die klassifikasie van Merton gebaseer het. Voordat hy egter sy toetsreeks saamgestel het, het hy eers elke bekwaamheid deur Merton genoem, verder ontleed, sodat hy in sy diagnostiese toetse monsters van al die verskillende kombinasies wat aan elke onderdeel van 'n bewerking inherent is, kon insluit [4]. Hy het ook die stappe wat in elke bewerking voorkom, in hul logiese volgorde neergeskrywe en hy het sy diagnostiese toetse dan ook so saamgestel dat die volgorde van die somme vir die onderwyser 'n heldere leidraad gee van hoe die verskillende stappe van die bewerkings een na die ander moet onderwys word. Die diagnostiese toetsreeks van

---

(1) Osburn: Corrective Arithmetic, Volumes I & II.

(2) Brueckner: Diagnostic and Remedial Teaching in Arithmetic, 110-111, 125, 126, 135, 136, 145-147.

(3) Brueckner: Ibid., Chapter IV.

(4) Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 123.

Brueckner: Diagnostic and Remedial Teaching in Arithmetic, 62-159.

Brueckner was dan ook 'n groot verbetering op alle vorige reekse wat saamgestel was om rekenmoeilikhede te ontdek, en in die meeste opsigte was dit ook beter as dié wat tot op die huidige tydstip daarop gevolg het.

(q) In 1925 verskyn die „Compass Diagnostic Tests in Arithmetic". Hulle is saamgestel deur G.M. Ruch, F.B. Knight, H.A. Greene en J.W. Studebaker. Die reeks bestaan uit 20 toetse. Baie van die toetse het van 4 tot 7 onderdele. Die samestellers van die toetsreeks het begin deur elke hoofbewerking in sy vernaamse onderdele te ontleed. Opstelling met onbenoemde getalle is bv., verdeel in die 100 basiese optelverbindings, moeiliker optelling van twee getalle met tiens en ene, bv. 19 + 7, kolomoptelling met ene en kolomoptelling met duisende, honderde, tiene en ene waarby daar oordrag plaasvind (1).

Deurdat die samestellers nie elke hoofbewerking volledig geanaliseer het nie, kan al die bekwaamhede deur Merton genoem, nie deur die toetse ondersoek word nie en vorm die toetsreeks dus nie die basis vir 'n volledige diagnose van rekenmoeilikhede nie. Die toetse sal bv. nie vasstel of 'n proefpersoon met nulmoeilikhede sukkel nie (2).

(r) In 1926 word die „Brueckner Diagnostic Tests in Whole Numbers" en die „Brueckner Diagnostic Tests in Fractions" gepubliseer, en Brueckner beskryf 'n diagnostiese studie met behulp van laasgenoemde (3). Met die samestelling van sy breuktoetsreeks volg hy in hooftrekke dieselfde prinsiep wat hy in sy vorige toetsreeks aangewend het.

---

(1) Remmers & Gage: Educational Measurement & Evaluation, 304.
Gilliland, Jordan & Freeman: Educational Measurements and the Class Room Teacher, 189.
Ruch & Stoddard: Tests and Measurements in High School Instruction, 19.
Compass Diagnostic Tests in Arithmetic, Scott, Foresman & Co., 1925.
Broom: Educational Measurements in the Elementary School, 211.

(2) Brueckner: Diagnostic and Remedial Teaching in Arithmetic, 47-51.
Brueckner & Melby: Diagnostic and Remedial Teaching, 180, 181.

(3) Brueckner: Analysis of Errors in Fractions.
Brueckner, Distad & Chestek: Brueckner Diagnostic Test in Fractions: Manual of Directions, Blse.34.
Brueckner: Diagnostic and Remedial Teaching in Arithmetic, 161-218.

(s) In 1926 gebruik G.T. Buswell en L. John drie verskillende metodes vir die diagnose van rekenmoeilikhede. Die eerste was die metode van fotografering van die oogbewegings van proefpersone wat kolomoptelling met onbenoemde getalle doen. Die fotoserie het dan getoon of 'n proefpersoon die getalle seriatim optel of nie. Tweedens is rekords deur middel van die kimograaf gemaak van die tyd wat verskillende proefpersone neem om rekenkundige bewerkinge uit te voer. Hierdie metode het baie indiwiduele verskille ontbloot en het ook vasgestel dat dieselfde proefpersoon nie altyd dieselfde hoeveelheid tyd gebruik om dieselfde proses te voltooi nie. Derdens is die rekenmoeilikhede van proefpersone gediagnoseer deur noukeurige waarneming van die wyse waarop hulle werk. Vrae is ook gestel aan die proefpersone om hulle denkwyse, terwyl hulle die rekenkundige bewerkinge van 'n diagnostiese toetsreeks uitvoer, vas te stel. Na 'n tyd is gebruik gemaak van rekordering van die woorde deur die proefpersone gebesig wanneer hulle somme doen (1). In 1926 is die Buswell and John „Diagnostic Test for Fundamental Processes in Arithmetic" gepubliseer (2). Geen norme word vir hierdie toetsreeks gegee nie.

Die laboratorium- of kliniese metodes het die voordeel dat deur hulle 'n analise gemaak word van aktiwiteite wat gewoonlik in die skool so vinnig plaasvind dat dit onmoontlik is vir die onderwyser om hulle deur waarneming te ontleed. Verder word 'n permanente rekord van die reaksies van die proefpersone gemaak, wat dan later tydsaam bestudeer kan word (3).

---

(1) Buswell: Types of Diagnostic Studies in Arithmetic, 23, (17th Annual Conference on Educational Measurements, Apr. 1930.)
Buswell: The Place of the Psychological Laboratory in Educational Diagnosis. (34th Yearbook of the National Society for the Study of Education, Sec.II, Ch.IX, 155 et.seq.)

(2) Broom: Educational Measurements in the Elementary School, 209.
Buswell & John: Diagnostic Chart for Fundamental Processes in Arithmetic.
Webb & Shotwell: Standard Tests in the Elementary School, 271.
Gilliland, Jordan & Freeman: Educational Measurements and the Class Room Teacher, 205.

(3) Buswell: The Place of the Psychological Laboratory in Educational Diagnosis, 155.

Alhoewel die kliniese diagnose van Buswell en John natuurlik nie in die klaskamer gedoen kan word nie, omdat die tyd en apparaat wat daartoe nodig is, nie tot beskikking van die onderwyser is nie, is die gegewens daardeur verkry, tog baie belangrik vir die onderwys omdat dit klaskamermetodes van ondersoek laat ontstaan wat anders nie bekend sou wees nie. As bv. fotografies vasgestel is dat sekere proefpersone nie die getalle van 'n kolom seriatim optel nie, dan kan die onderwyser met 'n klaskamerondersoek sy proefpersone vra om met 'n pot-lood te wys na elke getal in die kolom wanneer die getal byge-tel word. As kliniese ondersoek die feit dat leerlinge rond en bont getalle kies met kolomoptelling, nie ontbloot het nie, sou dit waarskynlik nooit in die klaskamer aan die lig gekom het nie en sou dit altyd 'n raaisel gebly het waarom sommige proef-persone wat hulle optelverbindings ken, tog nie 'n kolom syfers korrek kan optel nie (1). Die doel van die kliniese ondersoek is dus om klaskamerdiagnose te vergemaklik en nie om dit te vervang nie (2).

(t) In 1928 rapporteer Brueckner in die „Elementary School Journal" 'n ontleding van die rekenmoeilikhede wat die vier hoofbewerkinge met tiendelige breuke oplewer. Sy ondersoek handel oor die werk van 300 proefpersone van grade VI, VII en VIII, wat hy met sy eie diagnostiese toetse ondersoek. Hy be-skryf die tipiese foute deur sy proefpersone begaan en gee 'n lys van die vasgestelde oorsake van die foute (3).

---

(1) Buswell: The Place of the Psychological Laboratory in Educational Diagnosis, 157.

(2) Daar bestaan natuurlik ander redes ook waarom foute met kolomoptelling begaan word. Soms breek die proefpersoon se aandagspan en hy vergeet watter getal laaste in sy gedagte was. Hy tel dan die volgende getal in die kolom by die verkeerde een in sy gedagte. Hierdie rekenmoeilikheid is ook klinies deur Buswell en John ontdek en verder ontleed.

(3) Brueckner: Analysis of Difficulties in Decimals.

In 1928 doen Brueckner ook nog ondersoekingswerk met behulp van diagnostiese toetse wat hyself saamgestel het om die moeilikhede wat graad VII-leerlinge ondervind, met persentsomme te ontleed. Ook na hierdie ondersoek gee hy 'n beskrywing van die moeilikhede en stel die oorsake daarvan vas (1).

In sy boek, „Diagnostic and Remedial Teaching in Arithmetic", gepubliseer in 1930, geë Brueckner 'n volledige beskrywing van sy diagnostiese proefnemings wat reeds in hierdie hoofstuk genoem is (2). Hy beskryf sy toetse om moeilikhede met die vier hoofbewerkings met onbenoemde getalle, gewone en tiendelige breuke asook moeilikhede met persentasies te bepaal. Hy gee sy bevindinge volledig en verskaf lyste waarin hy die moeilikhede geklassifiseer het (3).

(u) Die tegniek van diagnose van rekenmoeilikhede met die fundamentele rekenkundige bewerkinge het vanaf 1930 feitlik geen noemenswaardige veranderinge ondergaan nie; dus verskaf die proefnemings van Brueckner tesame met dié van Buswell en John feitlik nog die modernste proefmetodes en gegewens op hierdie gebied.

(10) Ontwikkeling van Toetsmetodes om Moeilikhede met Probleemoplossing te Diagnoseer.

(a) Die ontwikkeling van redeneertoetse is alreeds in hierdie hoofstuk beskryf.

Gewoonlik wil die samesteller van 'n gestandaardiseerde

---

(1) Brueckner: Diagnostic and Remedial Teaching in Arithmetic, 238 - 257.

Brueckner: Analysis of Difficulties in Decimals.

(2) Brueckner: Ibid., 110 - 257.

(3) Brueckner: Loc. cit.

probleem- of redeneertoets met sy toets vasstel of proefpersone sekere probleemsomme kan doen of nie (1). Beide Coetzee en Milne mik dan ook by. met hul gestandaardiseerde probleemtoetse net na die vasstelling van hul proefpersone se kennis van probleemoplossing en nie na 'n diagnose van die spesifieke moeilikhede tydens die oplossingsproses nie; daarom word aan hul proefpersone punte toegeken net as die antwoord van 'n probleemsom reg bepaal is (2). In die „Monroe Standardized Reasoning Tests in Arithmetic" geskied puntetoekenning vir beide korrekte bewerkinge en antwoorde afsonderlik, maar tog is die doel met hierdie toetsreeks ook om daardeur kennis van probleem-oplossing vas te stel. Met beide hierdie tipes van gestandaardiseerde probleemkennistoetse word die uitslae kwantitatief bepaal (3).

Wanneer 'n diagnostiese probleemtoets saamgestel word, sal die samesteller eers moet bepaal watter faktore moeilikhede met probleemoplossing kan veroorsaak. Daarna sal hy sy gegradeerde toetse so moet saamstel dat hulle presies sal kan ontleed waarom 'n proefpersoon nie 'n sekere soort probleem kan oplos nie (4). Sulke toetse is nog maar met 'n baie geringe mate van sukses in die verlede saamgestel, soos die volgende voorbeelde van 'n paar van die probleemtoetsmetodes wat al vir diagnostiese doeleindes gebruik is, toon.

(b) In 1922 maak Osburn gebruik van 'n gestandaardiseerde probleemkennistoets, nl. die „Buckingham Scale for Problems in Arithmetic" om die moeilikhede van 6000 proefpersone met probleemoplossing vas te stel (5). Hy klassifiseer die moeilikhede wat

---

(1) Vgl. Coetzee: Eksperimentele Opvoedkundige Studies.
en Milne : The Use of Scholastic Tests in South African Schools.

(2) Coetzee: Op. cit., 208.
Milne : Op. cit., 73, 74.

(3) Gilliland, Jordan & Freeman: Educational Measurements and the Class Room Teacher, 198.
Monroe, Standardized Reasoning Tests in Arithmetic, Grades IV-VIII.

(4) Brueckner: Diagnostic and Remedial Teaching in Arithmetic, 266, et. seq.
Monroe: The Derivation of Reasoning Tests in Arithmetic.

(5) Osburn: Corrective Arithmetic, 38.

hy ontbloot het, in 6 groepe. Omdat die gebruikte toets nie aan die diagnostiese doeleinde waarvoor hy dit gebruik het, beantwoord het nie, is dit ook nie verbasend om te sien dat sy hele diagnose van die moeilikhede met probleemoplossing feitlik niks nuuts gelewer het nie. Sy klassifikasiegroepe is dan ook soms vaag en niksbeduidend soos uit die volgende blyk:

"(1) Total failure to comprehend the problem.

.(5) Miscellaneous errors.

(6) Errors whose causes could not be discovered."(1)

Uit hierdie klassifikasie blyk dat sy diagnose van die moeilikhede met probleemoplossing 'n mislukking was.

(c) In 1922-1923 het G.O. Banting ook moeilikhede met die oplossing van probleme deur middel van gestandaardiseerde probleemkennistoetse gediagnoseer. Hiervoor het hy beide die "Monroe Standardized Reasoning Tests in Arithmetic" en die "Buckingham Scale for Problems" gebruik. Hy het klaarblyklik egter ingesien dat die toetse nie die probleemmoeilikhede volledig kan blootlê nie, want ter aanvulling van die diagnose is die daaglikse werk van die proefpersone noukeurig waargeneem. Verder is die proefpersone omtrent hul probleemoplossingsmoeilikhede ondervra. Banting kon dan ook die moeilikhede met probleemoplossing in 14 groepe klassifiseer en kon meer definitiewe en beduidende oorsake daarvoor vasstel as Osburn(2).

(d) E.J.G. Bradford trag in 1925 om die denkwyse van leerlinge te analiseer deur redeneertoetse wat g'n moontlike oplossing bied nie. Hy stel bv. o.a. die volgende probleem: "If Henry VIII had 6 wives, how many had Henry II?"(3)

---

(1) Osburn: Corrective Arithmetic, 38.

(2) Brueckner: Diagnostic and Remedial Teaching in Arithmetic, 273.

(3) Monroe & Engelhart: A Critical Summary of Research Relating to the Teaching of Arithmetic, 51.

Hierdie soort toets mag miskien vasstel of the proefpersone logies dink of nie, maar kan nooit definitief aandui wat 'n proefpersoon hinder in die oplossing van 'n sekere soort probleem nie.

Een of meer van die genoemde drie tipes van diagnose van moeilikhede met rekenprobleemoplossing is deur verskillende proefnemers toegepas (1), maar hulle het nie veel meer sukses met hul diagnose as die reeds genoemde navorsers behaal nie.

(e) In 1926 is toe egter die „Los Angeles Diagnostic Tests Reasoning in Arithmetic" deur C. Armstrong saamgestel (2) en in 1927 is die „Reavis-Breslich Diagnostic Tests in the Fundamental Operations of Arithmetic and in Problem Solving" gepubliseer (3). Beide had ten doel die diagnose van moeilikhede met die oplossing van rekenprobleemsomme.

(f) Die probleem van die diagnose van moeilikhede met rekenprobleemoplossing word deur Brueckner in sy boek „Diagnostic and Remedial Teaching in Arithmetic" behandel (4). Nadat hy 'n oorsig gegee het van die eksperimentele werk van verskillende navorsers i.v.m. rekenprobleemoplossing, lei hy daarvan af dat daar 6 hoofoorsake van die moeilikhede bestaan, nl.

„(1) Lack of ability to perform the necessary computations accurately or to select the operation needed.

(2) Lack of systematic method of attack in solving a problem.

(3) Careless reading or lack of vocabulary.

(4) Lack of knowledge of essential facts, data, or principles involved.

(5) Failure to complete the problem.

---

(1) Monroe & Engelhart: A Critical Summary of Research Relating to the Teaching of Arithmetic, 50 - 67.
Buswell & Judd: Summary of Educational Investigations Relating to Arithmetic, 37 - 44.

(2) Broom: Educational Measurements in the Elementary School, 219.
Lincoln & Workman: Testing and the Uses of Test Results, 255.

(3) Reavis & Breslich: Reavis-Breslich Diagnostic Tests in the Fundamental Operations of Arithmetic and in Problem Solving.

(4) Brueckner: Ibid, 259 - 334.

5. Failure to complete the problem.

6. Failure to comprehend the problem in whole or in part."(1)

Hy stel dan verskillende diagnostiese toetse saam om die genoemde 6 hoofoorsake verder in besonderhede te ontleed. Hiervoor maak hy gebruik van die volgende toetssoorte, nl. informele objektiewe rekentoetse volgens die stelsel van Ruch en dié van Paterson, algemene woordeskat-, rekenkundige woordeskat-, lees- en verstaantoetse i.v.m. rekenprobleme, toetse wat nie die nodige gegewens vir oplossing bevat nie, toetse met probleme sonder getalle, ander om vas te stel of die proefpersone die nodige kennis van mate, gewigte en sekere rekenkundige bewerkinge besit, 'n toets wat van die proefpersone eis om sekere feite vas te stel deur na te slaan en 'n ander toets wat eis dat die proefpersone die weggelate getalle van probleemsomme moet inskrywe (2). Brueckner verskaf ook oefeninge om die probleemoplossingsvermoë van leerlinge te verbeter (3). Verdere toetse van Brueckner i.v.m. moeilikhede met probleemoplossing en meegaande remediërende oefeninge is te vinde in „Triangle Arithmetics, Grades 3 to 8" en in „Diagnostic Tests and Practice Exercises Grades 3 to 8.

Brueckner gee geen voorbeelde van hoe sy probleemtoetse en meegaande remediërende oefeninge in die praktyk toegepas is nie (4), en alhoewel hy dus getoon het met hoeveel struikelblokke die pad van die samesteller van diagnostiese probleemtoetse besaai is, het hy die tegniek van die diagnose van

---

(1) Brueckner: Diagnostic and Remedial Teaching in Arithmetic, 308.

(2) Brueckner: Diagnostic and Remedial Teaching in Arithmetic, 309-320.

(3) Brueckner: Ibid, 321 - 334.

(4) Brueckner: Diagnostic and Remedial Teaching in Arithmetic, 259-334.

probleemmoeilikhede nog verreweg nie tot volmaaktheid gebring nie. Hierdie groot werk wat nog onverrig is, wag op opvoedkundige navorsers vir voltooiir

(11) Remediërende Werk.

(a) Nadat norme deur middel van rekenkennistoetse vasgestel is, het onderwysers baiemaal hul leerlinge begin dril in die hoofbewerkinge om hulle op peil te kry of om hulle die norm te laat oortref. Navorsers soos J.C. Brown (1911), F.M. Phillips (1913), H.H. Hahn en E.L. Thorndike (1914), M.A. Kerr (1916) e.a., het deur proefneminge bewys dat proefpersone baie verbeter in die vier hoofbewerkinge as hulle gedril word (1).

Toe diagnostiese toetsmetodes die rekenmoeilikhede van leerlinge aan die lig gebring het, het dit ook noodsaaklik geword om aan die remediëring daarvan te dink. Navorsing het bewys dat dit nadelig is om proefpersone te dril in 'n bewerking wat hulle nie verstaan nie, want baiemaal word verkeerde begrippe en foutiewe werkgewoontes nog net meer vasgelê deur die dril (2). Dit het dus nodig geword om seker te maak dat proefpersone die proses waarin hulle geoefen moet word, eers verstaan. Diagnose van rekenmoeilikhede het dit moontlik gemaak om te bepaal watter dele van bewerkinge leerlinge nie verstaan nie. Sulke prosesse moet dan eers verduidelik word en dan kan dril daarop volg om die regte werkgewoontes byna outomaties te laat plaasvind.

(b) Die meeste goeie remediërende oefeninge is uitgewerk nadat diagnostiese toetse eers saamgestel is. Die oefeninge pas dan ook by die vooraf saamgestelde diagnostiese toetse en stel sig ten doel die remediëring van foute deur die toetse blootgelê. Voorbeelde van sulke oefeninge is die

---

(1) Monroe & Engelhart: A Critical Summary of Research Relating to the Teaching of Arithmetic, 30 - 31.

(2) Lincoln & Workman: Testing and the Uses of Tests Results, 162, 175. 179.

„Economy Remedial Exercises in Whole Numbers" en die „Economy Exercises in Problem-Solving in Arithmetic (Remedial)" wat saamgaan met die „Compass Diagnostic Tests"[1], asook die „Remedial Exercises" van Brueckner wat saam met sy „Diagnostic Tests" uitgegee is[2]. Met hierdie oefeninge het die samestellers dan ook daarna gemik om die somme so opmekaar te laat volg dat net één nuwe feit in 'n bewerking deur 'n groep somme aan die leerlinge geleer sal word. Die onderdele van elke bewerking word dan stap vir stap aan die leerlinge deur middel van oefeninge geleer, maar tog doen die kinders nooit dele van somme vir oefeningsdoeleindes nie, maar heelsomme volg so opmekaar dat elke groep somme net één nuwigheid meer as die vorige groep bybring.

(c) Monroe en Engelhart meen dat dit met 'n groot mate van sekerheid kan aangeneem word dat remediërende oefeninge wat op 'n diagnose van rekenmoeilikhede volg, suksesvol is[3]. Hierdie feit is volgens hulle bewys deur Merton, Kallom, Stevenson, Buswell en John, Otto, Neubauer, Lazar, Soth e.a. Tog toon Monroe en Engelhart verder aan dat daar nog baie tekortkominge aan die proefnemings van die genoemde navorsers te bespeur is. Meestal is die proefneminge in een of ander opsig onvolledig[4].

(d) Een van die volledigste proefnemings met diagnose van rekenmoeilikhede en die daaropvolgende remediërende werk is dié wat Stone gemaak het om die redeneervermoë van sy proefpersone te verbeter[5]. Hy gebruik proef- en kontrolegroepe en meet die bekwaamheid in probleemoplossing van sy

---

(1) Webb & Shotwell: Testing in the Elementary School, 192,193.
Brueckner & Melby: Diagnostic and Remedial Teaching, 187,188.

(2) Brueckner, Anderson Banting & Merton: Diagnostic Tests and Practice Exercises, Grades 3, 4, 5, 6, 7, 8.
Webb & Shotwell: Standard Tests in the Elementary School, 279.

(3) Monroe & Engelhart: A Critical Summary of Research Relating to the Teaching of Arithmetic, 68, 75.

(4) Monroe & Engelhart: Ibid., 68 - 75.

(5) Stone: An Experimental Study in Improving Ability to Reason in Arithmetic.

proefpersone deur middel van die „Stone Reasoning Tests in Arithmetic". Vir diagnostiese en remediërende doeleindes stel hy die „Stone Diagnostic and Practice Tests" saam. Hy gee egter geen klassifikasie of beskrywing van die moeilikhede wat hy aangetref het of hoe die remediërende werk presies gedoen is nie. Sy statistiese verwerking is van so'n aard dat dit nie afdoende kan bewys dat die voordeel wat sy proefgroepe behaal het, betekenisvol is nie (1).

(e) 'n Volledige program van ondersoek i.v.m. die diagnose en remediëring van rekenmoeilikhede sou insluit bepaling van rekenkennis deur middel van gestandaardiseerde kennistoetse voor die diagnose, vasstelling van die I.K. van die proef- en kontrolepersone deur middel van intelligensietoetsing, afparing van die proef- en kontrolegroepe, samestelling van diagnostiese toetse wat by die leerplan van die proefpersone aanpas, die diagnosering van die rekenmoeilikhede daarmee, indiwiduele diagnosering van die moeilikhede van die swakste proefpersone, klassifisering en beskrywing van die tipiese moeilikhede, die samestelling van remediërende oefeninge wat by die diagnostiese toetse en die ontdekte moeilikhede pas, die toepassing van die remediërende oefeninge na nodige verduidelikinge, 'n tweede toepassing van die diagnostiese toetse om vas te stel of die aantal moeilikhede verminder het, die tweede meting van rekenkennis deur die gestandaardiseerde kennistoetse en 'n behoorlike statistiese verwerking en verklaring van die uitslae om vas te stel of die remediërende werk verbeteringe van noemenswaardige betekenis bewerkstellig het of nie (2).

So'n volledige studie is aan die skrywer hiervan

---

(1) Stone: Ibid., 589 - 599.

(2) vgl. Lincoln & Workman: Testing and the Uses of Test Results, 137, 138.
Brueckner: Diagnostic and Remedial Teaching in Arithmetic, 8, 9.
Greene & Buswell: Testing, Diagnosis and Remedial Work in Arithmetic, 269-316.

heeltemal onbekend, alhoewel daar so'n ongepubliseerde proefneming mag bestaan, maar dit is seker dat in Suid-Afrika nog nooit so'n uitvoerige program van ondersoek i.v.m. die diagnose en remediëring van rekenmoeilikhede gevolg is nie.

(12) Diagnostiese Toetsing in Suid-Afrika.

(a) Die enigste proefneming met egte diagnostiese toetse, wat die skrywer in Suid-Afrika kon opspoor nadat hy briewe aan al die universiteite gerig het, was dié van E.W. Ernstzen, „A Diagnostic Survey of the Attainment of Coloured Pupils in the Four Fundamental Operations of Arithmetic" (1).

Hy het die leerlinge van elf kleurlingskole getoets met toetse wat so saamgestel is uit dele van die „Schonell Diagnostic Arithmetic Tests", dat hulle volgens die proefnemer by die verskillende standerds I tot IV sou aanpas. I.p.v. 'n foutelys op te stel, gee die proefnemer 'n numeriese klassifikasie van die tipes van foute wat hy aangetref het (2), bv.

Standerd II: Addition: Number of Errors.

Type	1	2	3	4	5
(I)	53	7	9	20	0
(II)	72	9	4	10	0

ens.

Hy gee 'n kort en onvolledige beskrywing van 'n paar tipiese aftrekfoute, maar maak g'n ontleding van die foute om hul oorsake vas te stel nie. Geen remediërende oefeninge word aan die hand gedoen of saamgestel nie, en geen remediërende werk word met die proefpersone gedoen nie, maar die proefnemer sluit af met 'n beskrywing van die voortreflikheid van dril. Die studie is dus onvolledig in feitlik elke opsig.

(1) Ernstzen: Ibid.

(2) Ernstzen: Ibid, 29 et. seq.

(b) "Rekenkunde vir Almal" deur P.J. Olckers en J.J. Katzke is 'n reeks rekenboekies vir leerlinge in standerds I tot Vl (1). Behalwe die gewone rekenoefeninge bevat die boekies ook nog diagnostiese toetse en driloefeninge.

Die samestellers het beide die gewone en die driloefeninge so groepeer en die groepe op so'n wyse opmekaar laat volg dat elke onderdeel van al die verskillende bewerkinge in sy logiese volgerde aan die leerlinge deur oefening geleer sal word. Elke groep somme is bedoel om net één onbekende subproses by die leerlinge tuis te bring. Deur die oefeninge op die genoemde wyse in te rig, word verseker dat geen leemtes in die leerlinge se kennis gelaat word nie en dat lang verduidlikings, wat gewoonlik nie goeie rekenonderwys in die hand werk nie, oorbodig sal wees. Die rekenreeks word vergesel van handleidings wat by die boekies van elke afsonderlike standerd pas en wat die metodes van toepassing van die oefeninge verduidelik. Die stelselmatige gebruik van die oefeninge van hierdie boekies behoort die gewone rekenmoeilikhede van leerlinge baie te verminder.

Alhoewel die samestellers so te werk gegaan het dat hulle die leerlinge van die meeste rekenmoeilike trag te vrywaar, is die boekies tog van diagnostiese toetse voorsien. Die diagnostiese toetse is so saamgestel dat hulle by die verskillende skoolstanderds se behoeftes aanpas en dat hulle alle moeilikhede wat mag ontstaan in verband met alle onderdele van die hoofbewerkinge met onbenoemde en benoemde getalle, gewone en desimale breuke asook moeilikhede met persentasiesomme, sal aandui. Die diagnostiese toetse en die driloefeninge sal uiters nuttig wees vir remediërende werk.

(1) Olckers en Katzke: Ibid.

(13) Moderne Toepassing van Diagnostiese Metodes.

(a) Diagnostiese proefnemings het ondersoekers bekend gemaak met die moontlike moeilikhede wat leerlinge in rekene mag ondervind. Verdere navorsing het egter getoon dat, alhoewel remediëring van rekenmoeilikhede absoluut onontbeerlik in baie indiwiduele gevalle is, dit tog beter sou gewees het as die onderwys so ingerig kon word dat die moeilikhede nooit ontstaan nie [1]. Die modernste rigtings van ondersoek trag dan ook om die opvoedkundige programme en metodes so by die indiwiduele leerlinge te laat aanpas dat moeilikhede sover moontlik voorkom kan word. Met hierdie ondersoekinge word diagnostiese toetsmetodes gebruik om 'n helderder beeld van die leerproses te verskaf [2].

---

(1) Lincoln & Workman: Testing and the Uses of Test Results, 179 - 180.

Greene: A Critique of Remedial and Drill Materials in Arithmetic, 265, 266.

(2) Brueckner: Significant Trends in Research in Diagnosis in Arithmetic, 460, 462.