

HOOFSTUK 2.

BESKRYWING EN TIPERING VAN GEPROGRAMMEERDE ONDERRIG.

2.1. Geskiedenis van geprogrammeerde onderrig.

2.1.1. Die tydperk voor 1900.

Die onderwysmasjien en geprogrammeerde onderrig is eintlik 'n produk van die twintigste eeu. Tog is daar reeds ver voor hierdie tyd gedagtes te vind wat 'n mens aan die moderne metode laat dink.

So byvoorbeeld het Socrates (\pm 470 v.C. tot 309 v.C.), net soos by geprogrammeerde onderrig, sy leerlinge deur middel van vrae en antwoorde na die doel van sy les gelci.¹⁾ Dat hierdie Socratiese programmeringsidee wesenlik verskil van die moderne programmeringsmetode sal later aangetoon word.²⁾ Nogtans laat sommige skrywers vanweë hierdie oënskynlike ooreenkoms die geskiedenis van geprogrammeerde onderrig by Socrates begin.³⁾

'n Ander voorbeeld is die steekpaalspel wat die ridders uit die tydperk van die Middeleeue (\pm 400 n.C. tot 1100 n.C.) beoefen het. Volgens die beskrywings van Green⁴⁾ moes die ridder in hierdie spel met sy lans 'n apparaat op 'n bepaalde plek steek. Was dit raak, het die apparaat bly

1. Vgl. 2.4.2. bl. 51 - 52.

2. 5.2.4.4. bl. 221 - 222.

3. Bv. (i) Van Gelder, *Onderwijsmachines*, 11.

(ii) Lysaught en Williams, *A guide to programmed instruction*, 4 - 5.

4. Green, *The learning process and programmed instruction*, 127.

staan; so nie, het dit gekantel en daardeur die ridder 'n hou toegedien. Aangesien hierdie proses laat dink aan terugkoppeling (Engels: feedback), 'n term uit die kuber- netika en die kuberneties georiënteerde ekstrinsieke ver- takkingsprogrammering⁵⁾, bestempel Green die steekpaal- apparaat as die middeleeuse onderwysmasjien.

Ook in die negentiende eeu (1801 tot en met 1900) is daar sprake van masjinale onderrig. Deterline sê dat die eerste onderwysmasjien in 1866 gepatenteer is.⁶⁾ Mellan, wat 'n spesiale studie van opvoedkundige masjinerie gemaak het, het egter vasgestel dat die oudste onderwysmasjien, van H. Chard, in die Verenigde State van Amerika op 16 Februarie 1809 geregistreer is.⁷⁾

2.1.2. Die tydperk na 1900.

In sy boek "Education" het Thorndike in 1912 geskrywe dat persoonlike onderrig in 'n groot mate oorbodig sou raak indien 'n boek sodanig saamgestel kon word - die resultaat van een of ander vernuftig bedagte wondertegniek op die ge- bied van die meganika - dat die leser voortdurend gedwing word om die instruksies op 'n sekere bladsy stiptelik na te kom voordat hy na die volgende bladsy kan omblaai.⁸⁾ Met hierdie gedagte het hy die waarde van versterking in die leerproses raakgesien.⁹⁾ Later het die idee in die

5. 5.4.1.1. bl. 234 - 235.

6. Deterline, An introduction to programmed instruction, 9.

7. Mellan, I. Teaching and educational inventions. In Lumsdaine en Glaser, Teaching machines and ..., 265.

8. Thorndike, Education, 165.

9. 4.5.1.2. bl. 135.

lineêre program bewaarheid geword en tot gestalte gekom.¹⁰⁾

Met Thorndike se werk is die twintigste eeu betree. Dit is die tydperk waarin geprogrammeerde onderrig tot 'n onstuitbare beweging uitgroeï. Die belangrikste figure wat nou aan die spits staan, is Pressey, Skinner, Crowder, Pask en Gilbert. Oor elkeen van hulle daarom nou iets meer.

2.1.2.1. S.L. Pressey.

Verskeie skrywers¹¹⁾ voer die geskiedenis van geprogrammeerde onderrig terug tot 1926. Dit was die jaar waarin professor S.L. Pressey van die Ohio State University die sogenoemde "Pressey Drum Tutor" bekend gestel het. Hierdie masjien is oorspronklik nie as 'n onderwysmasjien bedoel nie. Pressey se motief was om die onderwyser se nasienwerk te verlig en verder om 'n bydrae te lewer tot die destydse strewe na objektiewe evaluering van die leerling se kennis. Nadat hy die masjien egter 'n rukkie gebruik het, sien hy toe dat dit ook 'n geskikte hulpmiddel vir drill en memoriseerwerk was.

Die "Pressey Drum Tutor" is ongeveer so groot soos 'n draagbare tikmasjien. Die belangrikste onderdeel is 'n roller waarop vrae staan. Elke vraag is voorsien van vier antwoorde, waaruit die leerling een moet kies. As sy keuse korrek is, kan hy die roller na die volgende vraag draai. As hy egter 'n verkeerde keuse maak, kan die roller nie verder gedraai word nie. Tegelykertyd teken die masjien

10. 2.4.3.1. bl. 54.

11. Bv. (i) Fine, Teaching machines, 37.
 (ii) Lumsdaine en Glaser, op. cit., 8.
 (iii) Eaton, Teaching machines, 1.

aan hoeveel foute die leerling begaan.¹²⁾

Tot in 1934 het verskillende navorsers onder leiding van Pressey studies in verband met onderrig deur middel van 'n masjien gepubliseer. Daarna volg 'n stilswye van omtrent vyftien jaar op hierdie gebied, totdat in die jare 1948 tot 1955 daar nuwe ondersoeke oor onderwysmasjiene volg, ook weer deur studente van Pressey.¹³⁾

Intussen het Pressey self baie entoesiasties oor sy onderwysmasjiene geraak. Hy het selfs die mening uitgespreek dat die tyd vir 'n industriële rewolusie in die onderwys vinnig ryp geword het.¹⁴⁾ Navorsers is egter nie deur Pressey se werk beïndruk nie en die onderwysmasjiene het gevolglik geen ingang op skole gevind nie. Lumsdaine soek die rede hiervoor in die moontlikheid dat die opvoedkundiges en die onderwysowerhede nie ingestel was op so 'n masjien nie of dat die masjien in die eerste plek 'n apparaat vir toetsing en meting en pas in die tweede plek vir onderrig bedoel was.¹⁵⁾

2.1.2.2. B.F. SKINNER.

Terwyl Pressey se bevindings vergete begin raak het, het professor B.F. Skinner, van die fakulteit Sielkunde aan die Harvardse Universiteit (V.S.A.), se studie oor geprogrammeerde onderrig opsien gebaar. Die aanleiding

-
12. Pressey, S.L. A simple apparatus which gives tests and scores - and teaches. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 35 - 40.
13. Lumsdaine en Glaser, op. cit., 34.
14. Pressey, S.L. A third and fourth contribution toward the coming "industrial revolution" in education. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 51.
15. Lumsdaine, A.A. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 9 - 10.

daartoe was twee artikels, naamlik "The science of learning and the art of teaching" en "Teaching machines."¹⁶⁾ Uit hierdie artikels blyk Skinner se behavioristiese-sielkundige standpunt duidelik. Krige bestempel die standpunt as oordrewe, maar meen dat Skinner 'n bal aan die rol gesit het wat nie maklik gekeer kan word nie en waaraan elkeen wat hom met die onderwys besig hou, sy aandag sal moet skenk.¹⁷⁾

Die wetenskaplikes was nou blykbaar gereed vir geprogrammeerde onderrig, want Skinner se studie het wêreldwye aandag geniet. Verskeie ondersoeke deur ander navorsers het gevolg, wat almal grotendeels of uitsluitlik op die genoemde Skinner- of lineêre program toegespits is. Ook die programmeringsnavorsers van die Nasionale Instituut vir Personeelnavorsing van die Suid - Afrikaanse Wetenskaplike en Nywerheidsnavorsingsraad hou hulle hoofsaaklik met die Skinnerprogram tipe besig.

'n Lineêre of Skinner-program werk kortliks soos volg: aan die leerling word 'n vraag gestel wat hy moet beantwoord, voordat hy met die volgende vraag verder kan gaan. Die vrae is van so 'n aard en omvang dat hy dit wel sal kan beantwoord. Die vrae volg logies op mekaar, terwyl daar slegs 'n geringe oorgang en voortgang van die een vraag na die volgende is. Die vrae hou aan tot die leerling by die doelstelling, soos deur die programmeerder beplan,

-
16. Oorspronklik verskyn in Harvard Educational Review en Science resp. Later opgeneem in o.a. Lumsdaine en Glaser, op. cit., 99 - 112 en 137 - 158 resp.
17. Krige, H.I. Eerste beginsels van geprogrammeerde onderrig. Lesing.

uitkom. Die hoofsaak is dat die leerling sodoende die gestelde doel van die les moet bereik.¹⁸⁾

2.1.2.3. N. Crowder.

Onmiddellik na Skinner se opsienbarende artikels tree 'n ander sielkundige na vore, naamlik dr. N. Crowder, van die Universiteit van Chicago, wat vir die lugmag van die Verenigde State van Amerika navorsing gedoen het. Hierdie navorsing het oor die opleiding van tegnisi gehandel. Hulle moes leer hoe om foute in navigasie-instrumente op te spoor. Vir daardie doel ontwerp Crowder toe 'n sogenaamde "simulator". By hierdie apparaat word onder andere van 'n film wat die betrokke instrument vertoon, gebruik gemaak. Die instrument se werking is egter op een of ander wyse versteur. Die leerling-tegnisi moet dan die oorsaak van die fout vasstel.

Op die film word vier oorsake aan die hand gedoen, waaruit die leerling een moet kies. Daarna gaan die film voort en die proses word met ander foute in die instrument herhaal. Crowder se probleem was nou wat hy met daardie leerlinge wat 'n foutiewe keuse gemaak het, moes aanvang. Die oplossing het hy daarin gesien om aan hulle die oorsaak van hul fout te toon.

Dit was die begin van die intrinsieke vertakkings-programme. In hierdie programme word meervoudige keusevrae aan die leerling gestel. Die leerling wat 'n verkeerde keuse maak, word na 'n remediërende verduideliking afgetak en daarna weer na die hoofbaan van die program teruggelei.¹⁹⁾

18. Sien ook: 2.4.1. bl. 50 - 51.

19. Thomas, e.a. Programmed learning in perspective ..., 13.

2.1.2.4. G. Pask.

'n Derde persoon, mnr. G. Pask, maak vervolgens sy verskyning op die terrein van geprogrammeerde onderrig. Pask, 'n ingenieur in die elektronika, is die beskouing toegedaan dat elektroniese berekenaars by 'n onderwysmasjien gebruik moet word teneinde die masjien so in te stel, dat dit by elke leerling se vermoëns, aandagsfluktuasie, vermoeidheidsgraad en ander faktore wat die leerproses beïnvloed, kan aanpas. Hierdie gedagte het aanleiding gegee tot die ekstrinsieke vertakkingsprogramme en die bybehorende aanpassings- of adaptiewe onderwysmasjien.²⁰⁾

2.1.2.5. T.F. Gilbert.

Die jongste toevoeging tot geprogrammeerde onderrig is die matetiese program, waaraan die naam van dr. T.F. Gilbert van die Universiteit van Alabama verbonde is. Die matetiese program werk weer op 'n ander beginsel wat baie met die analitiese metode ooreenkom. Die leerling word naamlik eers met die einddoel van die les bekend gestel en daarvandaan na die onderdele en die beginpunt terug gelei.²¹⁾

2.1.2.6. Industrie en weermag.

Tenslotte moet die geweldige bydrae van die weermag en sekere industriële firmas tot geprogrammeerde onderrig genoem word. Om mee te begin het Crowder as gevolg van sy werk vir die Amerikaanse weermag op die gedagte van die vertakkingsprogram gekom.²²⁾ Vervolgens was dit ook die weermag wat die nuwe idees moreel gesteun het en bereid was

20. Sien 2.6. bl. 66 - 71.

21. Davey en McDonnell, Programmed instruction, 30.

22. Sien 2.1.2.3. bl. 41.

om hulle finansieel tot uitvoering te bring.

Met betrekking tot die industrieë noem Fine die name van Bell Telephone, Eastman Kodak, Westinghouse, Hughes Aircraft, International Business Machines en General Precision. Hierdie firmas het almal die metode van geprogrammeerde onderrig aangegryp as 'n nuwe middel vir hul personeelopleiding en geen moeite en koste ontsien om dit uit te toets en moontlik te verbeter nie.²³⁾

Ook in Suid - Afrika is dit die weermag en die nywerheidsweese wat besondere belangstelling vir geprogrammeerde onderrig openbaar, terwyl die Suid - Afrikaanse Wetenskaplike en Nywerheidsnavorsingsraad (W.N.N.R.) die eerste voltydse navorsingsliggaam oor geprogrammeerde onderrig onder leiding van dr. H.L. Krige²⁴⁾ in die lewe geroep het.

2.1.2.7. Samevatting.

Geprogrammeerde onderrig is 'n nuwe tegniek in die onderwys. Wel is daar reeds in die Oudheid, by Socrates, 'n soort programmeringsgedagte en tydens die Middeleeue selfs 'n soort onderwysmasjien, maar die eerste werk van kardinale belang is die van Pressey in 1926. Blykbaar was Pressey sy tyd vooruit, want sy werk het geen algemene aandag geniet nie.

Die groot stoot aan geprogrammeerde onderrig is deur Skinner gegee. Ongeveer terselfdertyd tree ook ander leiers na vore, naamlik Crowder, Pask en Gilbert. Hulle het verskillende gedagtes omtrent geprogrammeerde onderrig gehuldig.

23. Fine, op. cit., 131 - 132.

24. Vanaf Januarie 1968 professor in die Sielkunde aan die Randse Afrikaanse Universiteit, Johannesburg.

Met die oog op die praktiese toepassing van die gedagtes het die weermagte en industrieële ondernemings in lande soos Amerika en Suid - Afrika 'n belangrike bydrae gelewer.

2.2. Verskillende soorte geprogrammeerde onderrig.

Vir geprogrammeerde onderrig is twee dinge nodig: 'n program en 'n apparaat om die program aan te bied. Soos reeds uit die historiese oorsig hierbo afgelei kan word, het die verskillende leiers elkeen hul eie besondere sienswyse met betrekking tot geprogrammeerde onderrig. Gevolglik het verskillende programmeringskole ontstaan.

Met die oog op die onderskeie programsorte, soos deur die skole voorgestaan, is ook verskillende soorte onderwysmasjiene vervaardig of altans ontwerp. Hulle voorkoms wissel van die eenvoudigste kartonapparate tot die ingewikkeldste elektroniese masjiene. Barnett en Proctor som die belangrikste modelle op en kry dan nie minder nie as 26,²⁵⁾ terwyl die pryse tussen R10 en R800 stuk varieer.²⁶⁾

By die indeling van die verskillende soorte geprogrammeerde onderrig begin sommige skrywers met die onderskeie masjientipes, terwyl ander weer van die programme uitgaan.

2.3. Indeling van geprogrammeerde onderrig.

2.3.1. Volgens masjiene.

Die skrywers wat hul verdeling volgens masjiene maak, gaan deurgaans van die standpunt uit dat onderwys 'n soort kommunikasie is. Die onderwyser en die leerlinge is in 'n

25. Barnett en Proctor, Automation in education, 16 - 21.

26. Groenewald, A.J. en Steyn, G.H.A. Geprogrammeerde onderrig en outomatisasie in die onderwys. Onderwysbulletin, VIII, 2, Julie 1963, 89.

gespreksituasie. Hy lei hulle en hou rekening met die wyse waarop hulle reageer. Hy reël die tempo, bewoording, terminologie en moeilikheidsgraad van die gesprek volgens die tipe leerling wat hy onderrig en volgens omstandighede waarin die onderrig plaasvind. Die onderwyser klee die leerstof so in, dat die leerlinge dit kan begryp. Die leerstofaanbieding moet by die leerlinge pas. Kortliks kom dit hierop neer dat, net soos die gasheer hom by sy gaste aanpas, die onderwyser hom by sy leerlinge aanpas.²⁷⁾

Op grond van hierdie gedagte verdeel sommige navorsers die verskillende soorte geprogrammeerde onderrig volgens die aanpassingsmoontlikhede wat in die onderwysmasjiene ingebou is. Stolurow deel hulle in drie groepe in, naamlik die wat op 'n minimale hoeveelheid aanpassing ingestel is (minimally adaptive machines), die wat in 'n mate daartoe uitgerus is (partially adaptive machines) en die egte, volwaardige aanpassingsmasjiene (adaptive machines).²⁸⁾ Barnett en Proctor volg dieselfde verdeling,²⁹⁾ terwyl Lewis onderskei tussen masjiene met die minste aanpassingsmoontlikhede (minimally adaptive machines), die wat ingerig is vir intrinsieke programme (intrinsically adaptive machines) en die wat vir ekstrasie programme gemaak is (extrinsically adaptive machines).³⁰⁾

27. Pask, G. Adaptive teaching with adaptive machines.

In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 349.

28. Stolurow, Teaching by machine, 19 - 51.

29. Barnett en Proctor, op. cit., 13 -16.

30. Lewis, B.N. The rationale of adaptive teaching machines. In Goldsmith, Mechanisation in the classroom ..., 85 - 119.

Hierdie wetenskaplikes is die mening toegedaan dat die masjien met die meeste aanpassingsmoontlikhede die beste vir onderwysdoeleindes is. Hulle indelings berus op sekere leerteorieë. Pask stel dit uitdruklik dat die ontwerping van onderwysmasjiene 'n mens dwing om die een of ander teorie oor die leerproses te aanvaar.³¹⁾

2.3.2. Volgens programme.

Die skrywers wat die program as uitgangspunt neem, huldig die gedagte dat die program belangriker is as die apparaat waardeur die aanbieding geskied. Skinner byvoorbeeld sê dat die masjien nie self onderrig gee nie, maar slegs die medium is waardeur die leerling met die onderwyser in verbinding kom.³²⁾ Hy gee egter geen indeling van die verskillende programsoorte nie, omdat hy net sy eie as die eintlike geprogrammeerde onderrig erken.

Vanweë hierdie sterk standpunt het daar heftige dispute tussen hom en veral Crowder ontstaan, terwyl ook Pressey weer 'n slag na vore getree het en erg teen Skinner te velde getrek het. Die verskille is hoofsaaklik leerteoreties van aard.³³⁾

Dat die program van kardinale betekenis is, blyk verder uit talle artikels en selfs boeke wat oor die tegniek en metode van programmering handel.³⁴⁾

Dit wil voorkom of die meeste skrywers oor geprogrammeerde onderrig hul indelings na aanleiding van die stryd

31. Pask, G. A look at the future. In Goldsmith, op. cit., 186.

32. Skinner, B.F. Teaching machines. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 143.

33. Krige, H.L. Die uitdaging van geprogrammeerde onderrig. Lesing.

34. Bv. Thomas e.a. op. cit., 31 - 180.

tussen Skinner en Crowder maak. Van Pask en Gilbert maak hulle terloops of glad nie melding nie. So plaas Thomas e.a. volblad foto's van Skinner en Crowder³⁵⁾, terwyl Gilbert nie eers genoem word nie. Ook Margulies en Eigen verontagsaam Gilbert. Pask word wel deur hulle vermeld, maar die onderrig deur sy masjien bestempel hulle as pseudo programonderrig.³⁶⁾ Cram weer onderskei tussen slegs twee soorte, die Skinner-program en die Crowder-program.³⁷⁾

2.3.3. Indeling in hierdie ondersoek.

Albei die indelingsisteme, die volgens programme en die volgens masjiene, kom ten slotte uit sekere beskouings van die leerproses voort. Daarby moet veral die aandag gevestig word op die feit dat ook diegene wat geprogrammeerde onderrig volgens masjiene indeel, in die eerste plek 'n sekere ideale program in gedagte het en dan in die tweede plek 'n sekere masjien voorstel of ontwerp waardeur die program aangebied kan word.

Hierdie gedagtegang blyk duidelik uit die genoemde artikel van Lewis, terwyl Barnett en Proctor in die verband 'n sinsnede van Pask aanhaal waarin hy sê dat die indeling van masjiene gebaseer is op die mate waarin die program by elke individuele leerling pas.³⁸⁾

Op grond van die verband tussen program en masjien waarby die program van grondliggende betekenis is, sal in

35. Id., tussen bl. 12 en 13.

36. Margulies en Eigen, Applied programmed instruction, 83, 84, 241.

37. Cram, Explaining "teaching machines" and programming, 71.

38. Barnett en Proctor, op. cit., 13.

hierdie ondersoek van 'n indeling volgens programme uitgegaan word. Sodoende sal die verskillende masjiene van self ter sprake kom. Voorts sal al die skole in die indeling opgeneem word en nie slegs die wat die meeste opskudding verwek het nie. Hierdie indeling is dan soos volg:

- (i) die lineêre program of die Skinner-program;
- (ii) die intrinsieke vertakkingsprogram of die Crowder-program;
- (iii) die ekstrinsieke vertakkingsprogram of die Pask-program;
- (iv) die matetiese program of die Gilbert-program.

Op elkeen sal hieronder uitvoerig ingegaan word.

2.4. Die lineêre program.

2.4.1. Ontstaan.

In die jaar 1953 bring Skinner 'n besoek aan die standerdrieklas waarin sy eie dogter was. Hy was geskok oor die besonder stadige tempo waarteen die onderrig gevorder het.³⁹⁾ Volgens sy waarneming was die onoplettendheid van die leerlinge daarvoor verantwoordelik. Sommige het droomverlore by die venster gesit en uitstaar, terwyl ander vir mekaar gefluister of briefies geskryf het.⁴⁰⁾

Skinner se besoek het in dieselfde tyd plaasgevind toe hy met 'n studie van die leerproses besig was. Hy het met diere geëksperimenteer en hom toegespits op die wet van gevolg. Deur die toepassing van hierdie wet het hy duiwe geleer om bewegings volgens sekere patrone uit te voer.

39. Barnett en Proctor, op. cit., vii.

40. Eaton, op. cit., 1

In hierdie proses word aanvanklik elke beweging wat maar enigsins in die beoogde rigting dui, met voedsel beloon. Die duif maak daarna dieselfde beweging. Later word slegs die korrekter bewegings beloon en uiteindelik slegs die volledige beoogde beweging.⁴¹⁾ Deur die aanhoudende en onmiddellike beloning van die korrekte handeling is die duif geneig om daardie handeling te herhaal. Die gedragspatroon, deur die handeling gevorm, word deur die beloning "versterk." Hierdie versterkingsaspek in die leerproses noem Skinner "reinforcement."⁴²⁾

Deur hierdie versterking by wyse van beloning te laat plaasvind, kon hy die duiwe baie vinnig en feitlik enige beweging leer uitvoer: "Simply by presenting food to a hungry pigeon at the right time, it is possible to shape up three or four well-defined responses in a single demonstration period - such responses as turning around, pacing the floor in the pattern of a figure 8, standing still in a corner of the demonstration apparatus, stretching the neck or stamping the foot."⁴³⁾

Met hierdie verrassende resultate in gedagte was Skinner des te meer ontevrede oor die stadige vordering van die onderrig van sy dogter en haar klasmaats: "From this exciting prospect of advancing science of learning, it is a great shock to turn to that branch of technology which is most directly concerned with the learning

41. Skinner, B.F. Learning theory and future research. In Lysaught, Programmed learning; evolving principles ..., 60.

42. Holland en Skinner, The analysis of behavior, 52 - 57.

43. Skinner, B.F. The science of learning and the art of teaching. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 100.

process - education."⁴⁴⁾

Volgens Skinner is in die betrokke klas geen rekening met die versterkingsaspek in die leerproses gehou nie. Die onderwyser kan onmoontlik elke goeie antwoord van elke leerling deur 'n beloning versterk. Verder vind die bietjie versterking wat daar wel is, te laat plaas. Die duif se goeie reaksies word onmiddellik met voedsel beloon, terwyl die leerlinge hulle nagesiene somme of toetse pas die volgende dag ontvang. Die beloning van die korrekte werk in die vorm van goedkeurende reg-merke geskied te laat en die versterkende uitwerking ontbreek dus.⁴⁵⁾

Teneinde die leemte, naamlik die gemis aan voldoende versterking, te vul kry Skinner toe die gedagte om dit masjinaal toe te dien. Die onderwyser, so dink hy, is verhewe bo en nie in staat nie tot sleurwerk soos: " $9 + 16 = 25$, reg, $7 + 8 = 13$, nee "; maar 'n masjien kan wel aanhou om elke stappie in die rigting van die beoogde kennisgeheel te versterk.⁴⁶⁾

Op grond van hierdie oorwegings het hy besluit om 'n onderwysmasjien te ontwerp. Sy masjien het die leerstof in klein en logies gerangskikte eenhede aangebied. Die eenhede is in die vorm van vragies gegee, wat, veral aan die begin van die les, so maklik is, dat elke leerling hulle kan beantwoord. Die leerling se antwoorde word onmiddellik deur die masjien bevestig. Hierdie bevestiging is die leerling se beloning, waarmee die beoogde versterking

44. Id., 103.

45. Id., 105.

46. Id., 109 - 112.

gepaard gaan.

Skinner het self 'n program opgestel, wat sy mede-
werker, Holland, uitgetoets en verbeter het. Die program
is deel van 'n kursus in Sielkunde en handël onder andere
oor gedragsversterking.⁴⁷⁾

Die navorsing deur Skinner het die verbeelding van
ander ondersoekers aangegryp. Verskeie masjiene en programme
is op die mark gebring. Talle daarvan slegs met die oog op
winsbejag, sodat Soles die skole ernstig teen die groot-
skaalse gesmous met minderwaardige programme waarsku.⁴⁸⁾

2.4.2. Uiterlike kenmerke.

Die hoofkenmerk van die lineêre program is die klein
leerstofeenhede wat vraenderwys aangebied word. Met elke
vraag vorder die leerling 'n klein stappie in die rigting
van die doelstelling van die les. So word hy sonder om-
paaie, maar ook sonder kortpaaie langs 'n kontinue lyn na
die eindpunt gelei. Vandaar die naam reglynige of lineêre
program.

Die klein leerstofeenhede word raampies of skyfies
genoem. 'n Bladsy van foliogrootte bevat van ses tot agt
sulke skyfies. Aan die linkerkant (of soms aan die regter-
kant) van die skyfie staan die antwoord op die vraag uit
die vorige skyfie.⁴⁹⁾

Die lineêre programme bestaan in hoofsaak uit twee
soorte, die masjien- en die boekprogramme. Eersgenoemdes,
die masjienprogramme, werk volgens die beginsel van

47. Holland en Skinner, op. cit..

48. Soles, Educational quackery external to our schools ...

49. Sien bylaes A en B.

Skinner se skyfmasjien. Op hierdie masjien is 'n vraagenster waarin die skyfies verskyn. Langsaan is 'n antwoordenster waar die leerling sy antwoord moet neerskryf. Daarna moet die beheerarm beweeg word, sodat die regte antwoord in die antwoordenster kan verskyn. Die leerling vergelyk nou sy antwoord met die in die antwoordenster. Daarna verskyn die volgende vraag en die proses word herhaal totdat die les afgehandel is.⁵⁰⁾ Tegelykertyd hou die masjien aantekening van die leerling se foutiewe en korrekte antwoorde.

Aangesien die eintlike kennis deur die program verskaf word en die masjien slegs die apparaat is waardeur dit aangebied word, het sommige wetenskaplikes die masjiene as "mechanical page turners" bestempel.⁵¹⁾ Dit het tot gevolg gehad dat boekprogramme geskryf is, dit wil sê programme wat in boeke afgedruk is. Hierdie programme het baie gou populêr geword. Waar hulle in 1962 slegs 31.1% van die totale aantal programme beloop het, was dit in 1963 reeds 56.6%.⁵²⁾

Die boekprogramme verskyn in twee vorms, die horisontale en die vertikale. Die eerste boekprogramme, Holland en Skinner se "Analysis of behavior" en Blumenthal se "English 2600",⁵³⁾ is in die horisontale vorm geskryf. Die eerste skyfie van so 'n boekprogram staan bo-aan bladsy 1.

50. Duidelike skets van die masjien in Onderwysblad, LXX, 773, Mrt. 1964, 453 figuur 1.

51. Bv. Markle e.a. A programmed primer on programing, 11.

52. Center for programmed instruction, Programs '63, ix.

53. Fry, Teaching machines and programmed instruction, 23.

Die antwoord daarop, saam met die tweede skyfie staan op bladsy 2, ensovoort. Bo-aan bladsy 100 sal skyfie 100 dus staan. As bladsy 100 die laaste bladsy van die boek is, verskyn skyfie 101 weer op bladsy 1, net onder skyfie 1, ensovoort. As op elke bladsy dus agt skyfies geskryf is, moet die boek agt maal deurgeblaai word.⁵⁴⁾

Later het die vertikale boekprogramme vinnig veld gewen. In hierdie programme staan die skyfies onder mekaar en die boek word gewoon bladsy na bladsy van bo na onder deurgewerk.⁵⁵⁾

2.4.3. Tiperende kenmerke.

Word die lineêre program intensiewer bestudeer, kan sekere tiperende kenmerke vasgestel word. Skinner noem in die verband vyf beginsels waarvolgens 'n lineêre program opgestel behoort te word, naamlik die beginsels van versterking, aktiwiteit van die leerling, stap-vir-stap-ontvouing van die leerstof, die gee van wenke en die geleidelike vermindering van wenke.⁵⁶⁾

Ander skrywers noem ongeveer dieselfde kenmerke. Krige sluit in die verband by Klaus aan en noem die volgende: aktiwiteit van die leerling, wenke, klein leerstofeenhede in logiese volgorde, en versterking. Laasgenoemde, die versterking, is die grondbeginsel waarop die lineêre program gebaseer is.⁵⁷⁾ Fine som die tiperende kenmerke op met: logiese ontplooiing van die leerstof via klein leerstof-

54. Sien bylae A.

55. Sien bylae B.

56. Skinner, B.F. Teaching machines. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 141 - 146.

57. Krige, H.L. Eerste beginsels van geprogrammeerde onderrig. Lesing, 5.

eenhede, onmiddellike versterking, 'n strewe na korrekte antwoorde, uitskakeling van foute, individuele aandag aan- en selfaktiwiteit deur die leerling.⁵⁸⁾

2.4.3.1. Versterking.

Die beginsel van versterking is, soos Krige tereg beweer, die grondbeginsel van die lineêre program, aangesien die afwesigheid daarvan die oorsaak van die ondoeltreffendheid van die gewone onderrig is.⁵⁹⁾ Die versterking vind deur onmiddellike bevestiging van die korrekte antwoorde plaas. Sodoende word die nuwe kennis flink en stewig vasgelê: " ... his new knowledge is quickly imbedded in his mind."⁶⁰⁾ Hierdie versterking bewerkstellig die tutor-effek in geprogrammeerde onderrig: "... the machine, like the private tutor, reinforces the student for every correct response, using this immediate feedback not only to shape his behavior most efficiently but to maintain it in strength in a manner which the layman would describe as 'holding the student's interest'."⁶¹⁾

Met die begrip versterking is terugkoppeling nou verbind. Hierop sal in hoofstuk 4 uitvoerig ingegaan word.

2.4.3.2. Aktiwiteit van die leerling.

Uit bostaande volg dat die leerling voortdurende aktief is. Hy moet gedurigdeur reageer op die leerstof deur die vrae te beantwoord: "The student is always alert and busy."⁶²⁾

58. Fine, op. cit., 53.

59. Sien 2.4.1. bl. 48.

60. Fine, op. cit., 52.

61. Skinner, B.F. Teaching machines. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 143.

62. Loc. cit.

2.4.3.3. Stap-vir-stap-ontvouing van die leerstof.

Ten einde foute en leemtes in die beoogde kennis te voorkom, word die leerstof brokkiesgewyse aangebied. Die bedoeling is dat die leerling stap vir stap elke stukkie van die leerstof kan assimileer. Op hierdie wyse moet elke leerling, ook die minder intelligente, nolens volens tot die doelstelling van die les kan vorder.⁶³⁾ Hierdie beginsel van stap-vir-stap-ontvouing van die leerstof omsluit 'n ander beginsel, naamlik die van foutloosheid.

2.4.3.4. Die gee van wenke.

'n Ander beginsel, ook gerig op die ideaal van foutloosheid, is dat elke vraag voldoende wenke moet bevat sodat die leerling sonder twyfel die korrekte antwoord kan gee. Deur die toepassing van hierdie beginsel word die antwoorde as 't ware by die leerling uitgelok.

2.4.3.5. Vermindering van wenke.

Namate die leerling die gestelde doelwit nader, moet minder en vager wenke gegee word.

2.4.4. Programmeringstegnieke.

Vir 'n nadere toeligting en illustrasie van die beginsels van die lineêre program is dit die beste om kortliks na te gaan hoe 'n program opgestel word.

Die meeste programmeerders kla dat programmering 'n uitputtende werk is. Skinner self meen dat dit beslis nie 'n geringe taak is nie om 'n program saam te stel.⁶⁴⁾

63. Vgl. bylaes A en B.

64. Skinner, B.F. Teaching machines. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 150.

Aanvanklik was daar ook geen vaste tegnieke waarvolgens programmeerders te werk gegaan het nie. Die uitdrukking: "programmering is meer 'n kuns as 'n wetenskap" het al gevleuelde woorde onder programsamestellers begin word. Navorsers het egter besin oor die spreekwoord en tot die konklusie gekom dat dit tog nie die regte gesindheid ten opsigte van programmering is nie. Goodman byvoorbeeld, skryf dat programmering 'n wetenskaplike proses is en dat die houding van sommige programmeurs om hulle op hul intuïsie te verlaat, betreurenswaardig is.⁶⁵⁾

Die waarskuwing van wetenskaplikes soos Goodman is in programmeringskringe blykbaar ter harte geneem, want spoedig het artikels en boeke oor die metodiek van programsamestelling die lig gesien, terwyl programmeerders en programmeringswerkgroepe met verloop van tyd sekere vaste metodes en tegnieke ontwikkel het.

Een daarvan is die sogenoemde "ruleg"-sisteem van Homme en Glaser. In hierdie stelsel word tussen twee soorte skyfies onderskeid gemaak, naamlik die wat teorieë, beginsels en reëls aandui en die wat voorbeelde gee om die teorie te illustreer en in te oefen.⁶⁶⁾ Volgens hierdie metode het Barnett en Proctor 'n program oor Engelse grammatika opgestel.⁶⁷⁾

'n Besonder uitvoerige werk oor die metode van programmering is die van Thomas e.a., waarin die "ruleg"-

65. Goodman, R. Voorwoord in Thomas e.a., op. cit..

66. Homme, L.E. en Glaser, R. Problems in programming verbal sequences. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 486 - 496.

67. Barnett en Proctor, op. cit., 53 - 57.

sistees verwerk is. Die beginsels van die lineêre program kom hier duidelik na vore. Daar word in hierdie werk ses punte aangedui waarvolgens 'n program opgestel moet word. Met betrekking tot die tipiese kenmerke van die lineêre program is veral die laaste twee van belang, te wete die opstelling van die matriks en die vloei-diagram en die samestelling van die skyfies.

In die matriks word die hoofpunte van die program aangedui, asook die wyse waarop hierdie hoofpunte mekaar kan opvolg, onderling met mekaar verband hou en van mekaar verskil.⁶⁸⁾ Hieruit blyk reeds die logiese stap-vir-stap-ontvouing van die leerstof. Uit die matriks word die vloei-diagram opgestel. Dit is 'n verdere illustrasie van hierdie beginsel. In die vloei-diagram word die hoofpunte vertikaal geplaas, terwyl die beplande aantal skyfies volgens moeilikheidsgraad in horisontale rye aangegee word.⁶⁹⁾ Die funksie van die vloei-diagram is hoofsaaklik om te bewerkstellig dat daar 'n voldoende hoeveelheid skyfies is, waarvolgens die een hoofpunt na die ander geleidelik bereik word.

Met betrekking tot die samestelling van die skyfies onderskei Thomas e.a. tussen dertien soorte,⁷⁰⁾ wat in twee afdelings ingedeel kan word; eerstens die wat hoofsaaklik prakties en organisatories van aard is en tweedens die wat vir die eintlike onderrig bedoel is. In laasgenoemde groep word die beginsel van stap-vir-stap-ontvouing asook die van wenkgewing en -vermindering goed geïllustreer.

68. Thomas e.a., op. cit., 35 - 59.

69. Sien bylae B, voorste bladsye van lesse 26 en 27.

70. Thomas e.a., op. cit., 67 - 68 en 140 - 144.

Tot die eerste groep behoort die volgende skyfies:

- (i) Inleidende skyfies (Engels: lead-in frames), wat oriënterend, herhalend of voorbereidend van aard is. Hierdie skyfies is bedoel om die leerling vir nuwe leerstof gereed te maak. (Voorbeeld: bylae B, les 26, skyfies 4 - 8).
- (ii) Ekstra skyfies (Engels: augmenting frames), wat wel inligting bevat, maar geen antwoord vereis nie. Hulle kom selde in die les self voor en vervul gewoonlik die funksie van 'n gebruiksaanwysing; daarom staan hulle byna altyd heel aan die begin van die les. (Voorbeeld: bylae B, lesse 26 en 27, eerste drie skyfies).
- (iii) Uitskakelingskyfies (Engels: skip frames), wat, indien reg beantwoord, die leerling toelaat om 'n sekere groep skyfies oor te slaan.⁷¹⁾

Tot die tweede groep behoort die volgende skyfies:

- (iv) Aansluitingskyfies (Engels: interlocking frames). Die meeste skyfies is van hierdie soort. Hulle oorvleuel die vorige skyfie gedeeltelik. (Voorbeeld: bylae B, les 26, skyfie 10). In hierdie verband moet opgemerk word dat 'n groep van ongeveer veertig skyfies dikwels tot 'n leseenhede afgerond word en dat ook hierdie leseenhede mekaar in 'n mate oorvleuel, soos byvoorbeeld lesse 26 en 27 van bylae B).
- (v) Drilskyfies (Engels: rote-review frames). Hierdie skyfies is bedoel om die kennis in te prent. Hulle volg onmiddellik op 'n byna identiese skyfie of groep skyfies. (Voorbeeld: bylae B, les 26, skyfies 13 en 14).

71. Sien 2.8. bl. 74 - 75.

- (vi) Herkonstateringskyfies (Engels: restated frames), waarmee ook hersiening beoog word deur die probleem uit die vorige skyfie(s) op 'n ander wyse te stel of uit 'n ander oogpunt te benader. (Voorbeeld: bylae B, les 26, skyfie 11).
- (vii) Vertraagde hersieningskyfies (Engels: delayed review frames), waardeur herhaling in 'n later stadium, wanneer ander leerstof reeds behandel is, bewerkstellig word. In hierdie skyfies word wenke geheel en al weggelaat. (Voorbeeld: bylae B, les 26, skyfie 43).
- (viii) Verminderingskyfies (Engels: fading frames), waarby die wenke vir die beantwoording van die vraag verminder of weggelaat word. (Voorbeeld: bylae B, les 26, skyfie 24).
- (ix) Veralgemeningskyfies (Engels: generalising frames), wat verskillende kenmerke tot 'n meer algemene begrip verenig. (Voorbeeld: bylae B, les 27, skyfie 27).
- (x) Spesifiseringskyfies (Engels: specifying frames), waar 'n sekere reël deur 'n voorbeeld geïllustreer word. (Voorbeeld: bylae B, les 26, skyfie 31).
- (xi) Onderskeidingskyfies (Engels: discrimination frames), wat daarop gerig is om verwarring tussen aanverwante gevalle te voorkom en die verskille tussen hulle skerp te omlin. (Voorbeeld: bylae B, les 26, skyfie 30).
- (xii) Kopiëringskyfies (Engels: copy frames). In die geval van 'n nuwe woord word die leerling soms gevra om dit net af te skryf. Geen voorbeeld hiervan kom in die bylaes voor nie.
- (xiii) Toetsskyfies (Engels: key frames), waar die opgedane kennis uit die vorige skyfies getoets word. (Voorbeeld: bylae B, les 26, skyfie 41 - 43).

Waar al die tiperende kenmerke van die lineêre program in die verskillende soorte skyfies duidelik tot uiting kom, moet ten slotte nog die verskuilde beginsel van foutloosheid beklemtoon word.

Hierdie kenmerk kom aan die lig as gelet word op die leerstofeenhede wat so klein is dat selfs die minder intelligente leerling die betrokke vragie kan beantwoord. Verder blyk die strewe na foutloosheid uit die wyse waarop die vrae gestel word. Hiervan is veral Skinner se program 'n goeie voorbeeld.

In skyfie 7.1 tot en met 7.5 van bylae A wil Skinner verduidelik dat daar eers 'n sekere handeling moet wees voordat dit versterk kan word. Hy begin dan met beloning in die geval van dressuur van diere. Die woord "hungry" in skyfie 7.1 roep die antwoord "food" op. Geen fout kan eintlik begaan word nie; daarvoor is die woord "hungry" 'n te duidelike wenk. Die tegniese term "reinforcement" word in skyfie 7.2 bloot meegedeel. Die leerling moet die betrokke werkwoord daaruit aflei. Vir alle praktiese doeleindes is dit dus net 'n kopiëringskyfie en is 'n fout ook hier hoogs onwaarskynlik. Skyfie 7.3 is 'n opsomming van die vorige een; slegs die wenke is weggelaat. Skyfie 7.4 laat, weens sy grammatikale samestelling, geen twyfel omtrent die antwoord "after" nie, terwyl skyfie 7.5 'n toetskyfie is waar slegs gekontroleer word of die leerling die volgorde handeling/versterking begryp het.

Net so is die foutloosheid ook intrinsiek in die vrae van bylae B ingesluit. Wenke, aanvanklik in oorvloed gegee, word so geleidelik verminder dat foutloosheid gewaarborg is. So byvoorbeeld word die merkwaardige produk $(a+b)(a-b) = a^2 - b^2$ oor die eerste agt skyfies in les 26 verduidelik. Die

eerstes gee volledige voorbeelde, daarna volg 'n paar skyfies waarin die wenke verminder word om dan die gedeelte af te sluit met die vraag $(x + 8)(x - 8) = x^2 - (\dots)$. Selfs hierdie toetsskyfie bevat die antwoord gedeeltelik.

Die oorgang van die een skyfie na die volgende is so gering, die vragies so maklik en die wenke word so geleidelik verminder dat 'n leerling nie 'n fout kan begaan nie. Die neiging is selfs sterk om aan die vorige sin toe te voeg "... al wil hy ook."

2.5. Die intrinsieke vertakkingsprogram.

2.5.1. Ontstaan.

Soos reeds vermeld is, het die intrinsieke vertakkingsprogram ontstaan as gevolg van die navorsing van Crowder in verband met die opsporing van foute in navigasie-instrumente.⁷²⁾ Die metode van meervoudige keusevrae het Crowder na die programmering van skolastiese leerstof oorgedra.⁷³⁾

2.5.2. Uiterlike kenmerke.

Die metode by die intrinsieke vertakkingsprogram bestaan daaruit dat sekere leerstof aan die leerling meegedeel word op 'n wyse soos dit in die deursnee handboek gedoen word, met dien verstande dat die inligting opgevolg word deur 'n vraag wat die leerling moet beantwoord. Die leerstof beslaan 'n kort paragraaf tot 'n hele bladsy. Daarna volg die vraag, waarby 'n aantal antwoorde gegee word, gewoonlik drie of vier. As dié leerling die korrekte antwoord

72. Sien 2.1.2.3. bl. 41.

73. Bv. Crowder, Trigonometry, a first course.

gee, kan hy voortgaan. Is sy antwoord egter foutief, word hy op sy fout gewys en die rede vir sy fout word ook verstrekk. ⁷⁴⁾

As die program deur middel van 'n masjien, die sogenoemde "tutor", ⁷⁵⁾ aangebied word, verskyn die inligting met die bybehorende vraag en antwoorde op 'n vertoonvenster. Langsaan die vertoonvenster is die seleksieknoppe, waarvan die leerling een moet druk, na gelang van sy keuse uit die gegewe antwoorde.

Die program kan ook in boekvorm aangebied word. Crowder noem dit die "tutortext" en gee die volgende voorbeeld: ⁷⁶⁾ op bladsy 101 word die leerling herinner aan die reël dat $b^m \div b^n = b^{m-n}$ is. Nou word die leerling gevra om die kwosiënt van b^2 en b^3 te bepaal. Drie antwoorde word verstrekk met verwysing na sekere bladsye, en wel soos volg:

$$1. \frac{b^2}{b^3} = b^1. \quad (\text{bl. 94.})$$

$$2. \frac{b^2}{b^3} = b^{-1}. \quad (\text{bl. 115.})$$

3. die reël is nie van toepassing nie. (bl.119.)

Op die aangegeewe bladsye staan dan 'n verduideliking waarom die leerling se antwoord reg of verkeerd is. Op die bladsye waar die verkeerde antwoorde opgevang word, ontvang

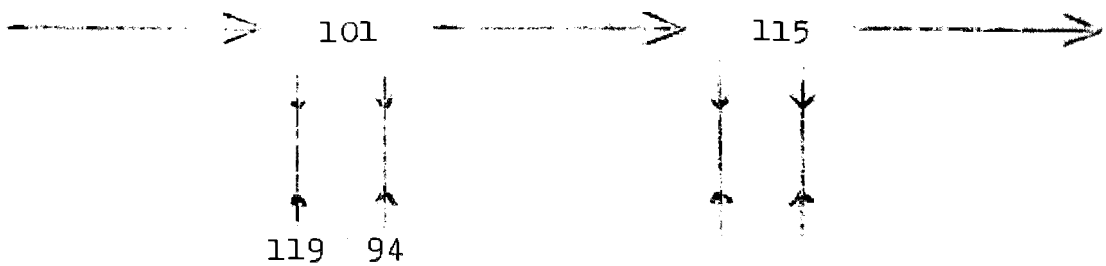
74. Sien bylae C.

75. Crowder, N.A. Automatic tutoring by intrinsic programming. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 287 en figuur op bl. 297.

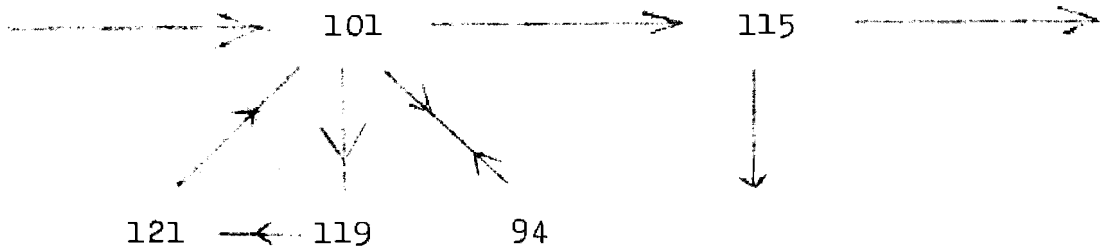
76. Id., 286 - 291.

die leerling die nodige remediërende onderrig en word hy na bl. 101 terugverwys om 'n beter keuse te maak. Op die bladsy waarheen die korrekte antwoord verwys, word die keuse as korrek bevestig en nader toegelig. Op dieselfde bladsy word nuwe leerstof aangebied, gevolg deur 'n nuwe vraag met antwoorde en die proses word herhaal.

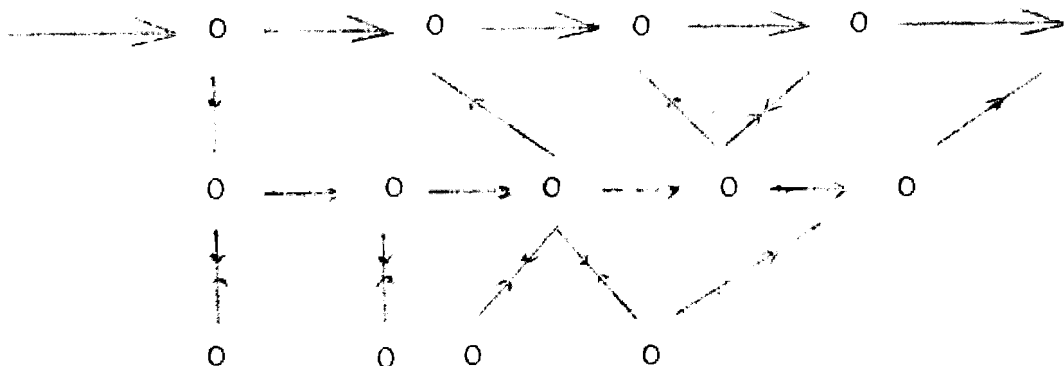
Skematies gestel, is die program soos volg saamgestel:



Soms is dit nodig om wyer vertakkings te gee, soos byvoorbeeld:



of selfs:



Namate die leerstof ingewikkelder raak of die vrae moeiliker, word ook die vertakkings gekompliseerder.⁷⁷⁾ Uit die sketse is dit duidelik dat 'n takprogramboek nie van bladsy tot bladsy deurgewerk word nie, maar volgens die instruksies aan die end van elke moontlike antwoord. In die Verenigde State van Amerika word sulke boeke daarom dikwels "scrambled books" genoem.⁷⁸⁾

Die uitwendige kenmerke van die vertakkingsprogram kom dus op die lang skyfie neer, met 'n meervoudige keusevraag aan die einde. Eintlik is daar geen sprake van skyfies in die lineêre (Skinneriaanse) sin van die woord nie.

Daar is slegs korter of langer verduideliking en inligting. Die foutiewe keuses uit die gegewe antwoorde lei die leerling op 'n remediërende sytak en daarvandaan weer na die hooflyn terug. Die vertakkingsprogram is eintlik 'n hele aantal programme, naamlik die hooflynprogram en een of meer begeleidente sytakprogramme.

2.5.3. Tiperende kenmerke.

By 'n nadere beskouing van die intrinsieke vertakkingsprogram blyk dit dat sy moeilikheidsgraad hoër is as die van die lineêre program. Die verskillende antwoordmoontlikhede gee stof tot nadenke, net soos by probleme in 'n gewone handboek.

Die moontlikhede van foute word deur die programmeerder deeglik in ag geneem, selfs vooruit beplan en 'n

77. Id., 292 - 295.

78. Fry, op. cit., 33.

remediërende program word vir elke moontlike fout verskaf. Dit is waar as Eaton sê, dat, waar Skinner foute wil vermy, Crowder die gewone metodes volg, foute toelaat en foute selfs as 'n integrerende deel van die onderrig gebruik.⁷⁹⁾

Die program is dus aanpasbaar by die foute van die leerling. Crowder noem sy vertakkingsprogram die intrinsieke program, omdat dit so opgestel is dat dit op die leerling se antwoord reageer. Die program se volgende item hang uitsluitlik van die keuse uit die antwoord af soos dit deur die leerling gegee is.⁸⁰⁾ Crowder gebruik die term "intrinsiek" om dit van die ekstrinsieke program te onderskei. By laasgenoemde word ook nog met faktore buite die leerstof rekening gehou.⁸¹⁾

Origens stel Crowder geen besondere vereistes aan sy programtipe nie. Wel maan hy tot versigtigheid en waaksaamheid by die samestelling van die antwoordkeuses. Hy sê dat dit interessant is om oor die moontlikhede van die volgorde van die vrae en die moontlike antwoorde te redeneer. Daarby moet egter in gedagte gehou word, so vervolg hy, dat enige leerstof nie somer in enige spesifieke programontwerp ingewring kan word nie: "Communication is, at this stage, more of an art than a science, and the conscientious artist will deal respectfully with his subject matter."⁸²⁾

79. Eaton, op. cit., 5.

80. Crowder, N.A. Intrinsic and extrinsic programming. In Conference on application of digital computers ..., Programmed learning and ..., 61.

81. Sien 2.6.2. bl. 66 - 68.

82. Crowder, N.A. Automatic tutoring ... In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 295.

Die intrinsieke vertakkingsprogram is eintlik maar "gewone" onderrig, met die uitsondering dat remediërende onderrig onmiddellik toegepas kan word. Daardeur word klein foutjies, wat moontlik groter dwaling tot gevolg kan hê, betyds opgeruim.

2.6. Die ekstrinsieke vertakkingsprogram.

2.6.1. Ontstaan.

Die bestaan van die ekstrinsieke vertakkingsprogram is te danke aan die belangstelling van Pask in die wisselwerking tussen die mens en die masjien. Dit het ten slotte uitgeloop op die ontwerp en vervaardiging van 'n ingewikkelde apparaat, die SAKI (Solartron Automatic Keyboard Instructor).⁸³⁾

Dit is 'n elektroniese toestel wat outomaties by die spoed en hoeveelheid foute van die leerling kan aanpas. Oorspronklik is die masjien ontwerp met die oog op die onderrig in die hantering van toetsbordapparate, soos byvoorbeeld ponskaartmasjiene, tikmasjiene en dergelyke waarby persepsueel-motoriese vaardigheid vereis word.⁸⁴⁾ Dit beteken egter nie dat konsepsuele leerwerk nie ook deur middel van hierdie masjien onderrig kan word nie. Coulson en Silberman het inderdaad so'n program opgestel.⁸⁵⁾

2.6.2. Uiterlike kenmerke.

Die ekstrinsieke vertakkingsprogram is van sodanige aard dat dit slegs deur middel van 'n elektroniese masjien

83. Pask, An approach to cybernetics, 89.

84. Lumsdaine en Glaser, op. cit., 19, 263.

85. Thomas e.a., op. cit., 21.

aangebied kan word. Die program is 'n vertakkingstipe, terwyl die masjien so ingerig is dat dit 'n gekompliseerde netwerk van vertakkings kan hanteer.⁸⁶⁾ Verder kan dit ingestel word om die aanbieding van die program by die leerling se reaksiewyse aan te pas. Daarom word die masjien die "adaptive teaching machine" genoem, vir die doel van hierdie ondersoek vertaal met adaptiewe of aanpassings-onderwysmasjien.⁸⁷⁾

In hierdie soort program word die leerling voor 'n vraag of opdrag gestel. Hierdie vraag kan 'n meervoudige keusevraag wees, 'n waar/onwaar beslissing of selfs 'n "gewone" vraag sonder enige aanduiding omtrent 'n moontlike antwoord. Die masjien is so saamgestel dat die vraag wat aan die leerling gestel word, afhang van sy antwoord op die vorige of 'n vorige vraag. Selfs die tipe foute wat die leerling deurgaans maak, kan van invloed wees op watter vraag deur die masjien gestel gaan word. Hiervoor is egter 'n ekstra elektroniese berekenaar bo en behalwe die masjien wat die leerstof bevat, nodig.

Vanweë hierdie ekstra masjien wat van buite af die leerstofaanbieding reguleer, noem Crowder dit dan ekstrinsieke programmering in teëstelling met sy eie vertakkingsprogramme, waar sulke ekstra toestelle nie gebruik word nie en waar die masjien (of boek) se keuse vir die volgende vraag uitsluitlik afhang van die antwoorde wat

86. Lewis, B.N. The rationale of adaptive teaching machines.. In Goldsmith, Mechanisation in the classroom, 103, 118.

87. Volgens Bosman e.a., Tweetalige woordeboek, Vyfde verbeterde uitgawe, 1964.

in die masjien (of boek) self ingebou is.⁸⁸⁾ Hiervolgens bestempel sommige skrywers die lineêre program dus verkeerdelik as die ekstrinsieke program.⁸⁹⁾

Volgens Lewis word, in die geval van geprogrammeerde skolastiese leerstof, altyd die meervoudige keusevrae gebruik,⁹⁰⁾ terwyl ook die beskrywing van sowel Annett⁹¹⁾ as Pask⁹²⁾ onteenseglik op die beginsel van meervoudige keusevrae dui.

2.6.3. Tiperende kenmerke.

Die voortdurende wysiging van die masjien se "mening" in verband met die leerling se antwoord is die tipiese kenmerk van 'n ekstrinsieke vertakkingsprogram. Die program bevat meervoudige keusevrae, terwyl die masjien sodanig gebou is dat dit kan "onthou" watter items vir die leerling moeilik is. Volgens die meganiese geheue word die aanbiedingstempo gereël en ontstaan daar 'n soort spel tussen die masjien en die leerling.

Die spel is enersyds 'n kompetisie tussen die masjien

88. Davey en McDonnell, Programmed instruction, 31, voetnoot.

89. Bv. (i) Coetzee, G.J.S. en de Lange, J.P. Onderwysmasjiene, geprogrammeerde leerstof, geoutomatiseerde onderwys. Onderwysblad, LXX, 774, April 1964, 15.

(ii) Conradie, 'n Onderzoek na die toepassing van liniêre programmering ... by ... stylfigure ..., 3.

90. Lewis, B.N. op. cit., 111.

91. Annett, J. Teaching machines in industrial and military training. In Austwick, Teaching machines and programming, 65 - 68.

92. Pask, G. Adaptive teaching with adaptive machines. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 354 - 361.

en die leerling en andersyds 'n samewerking tussen die twee.⁹³⁾ Lewis stel dit so voor dat die leerling altyd tussen twee asimptote moet beweeg. Die een is die maklike asimptoot, die ander een die moeilike. Die masjien is so ingestel dat dit die moeilikheidsgraad van die leerstof ooreenkomstig die aantal foute van die leerling kan laat styg of daal.⁹⁴⁾ Die masjien kompeteer dus met die leerling in die sin dat dit hom steeds aanspoor tot vinniger en moeiliker werk. Aan die ander kant werk dit ook weer met die leerling saam deur te sorg dat, sodra die leerling die moeilike asimptoot dreig te raak, die moeilikheidsgraad en aanbiedingstempo van die leerstof daal.

Verder is die masjien so ingerig dat die leerstof outomaties volgens die individuele behoeftes van die leerlinge gedifferensieer word. Die masjien bou sy eie "idee" omtrent elke spesifieke leerling se vermoëns ooreenkomstig sy prestasie op: "It is built up as learning proceeds rather than built into the teaching machine by its designer."⁹⁵⁾ Waar Crowder se program dus vir elke leerling dieselfde is, behalwe vir die geringe aanpassingsmoontlikheid volgens die drie of vier keusemoontlikhede by elke vraag, daar is die ekstrinsieke vertakkingsprogram van Pask verskillend vir elke leerling.

Lewis vergelyk die wisselwerking tussen die masjien

93. Id., Electronic Keyboard teaching machines. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 341.

94. Lewis, B.N. op cit., 100 - 101.

95. Pask, G. Electronic Keyboard teaching machines. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 343.

en die leerling met 'n "donkey and carrot race", wanneer hy sê: "By adjusting the content and order and pace of instruction as a function of the student's performance, the machine conveys the justifiable impression that it is creating, out of its continuing interaction with the student, a training programme that is especially tailored to fit the student's capabilities."⁹⁶⁾

Die masjien stel dus self die program op en wel op sodanige wyse dat dit rekening met die individuele verskille van die leerlinge hou. Nogtans, en hierop moet die aandag duidelik gevestig word, bly die masjien 'n lewlose ding. Dit moet altyd deur 'n mens gevoer word. Pask gee 'n redelik nie-tegniese beskrywing van die wyse waarop dit geskied. Hy beskryf hoe die masjien uit 'n aanvanklik ongedifferensieerde toestand ontwikkel tot 'n toestand waarin dit beskik oor 'n hoeveelheid gegewens waaruit 'n "opinie" omtrent die leerling gevorm word: "An undifferentiated system which evolves in this way is called a 'self-organising' system and, amongst other tricks, is capable of nontrivial 'learning'."⁹⁷⁾

Dit is opmerklik dat Pask die woorde "self-organising" en "learning" tussen aanhalingstekens plaas. Die masjien kan inderdaad self niks doen nie. Dit kan nie leer en gegewens versamel nie. Die masjien bly 'n ding, totaal van menslike bemoeienis afhanklik. Trouens, die leerstof-aanbieding deur die masjien is ook glad nie so fyn en ver-

96. Lewis, B.N. op. cit., 107.

97. Pask, G. Adaptive teaching with adaptive machines. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 365.

sorg as wat 'n mens van hierdie ingewikkelde en duur
apparate sou verwag nie.⁹⁸⁾

In hierdie verband sê Lewis ook uitdruklik dat geen
onderwysmasjien ooit vir alle gevalle gewaarborg kan word
nie. Ten slotte is dit tog 'n mens wat al die moontlike
foute moet kan vooruitsien en hulle dan aan die masjien
moet voer. "Frats"-moeilikhede sal daar altyd wees. Hier-
op is die masjien nie ingestel nie.⁹⁹⁾ Net die mens kan
onverwagte moeilikhede hanteer of ten minste 'n plan beraam
om hulle in die vervolg korrek te hanteer: "... humans are
still the best devices for interpreting complex information
from other humans."¹⁰⁰⁾

2.7. Die matetiese¹⁰¹⁾ program.

2.7.1. Ontstaan.

Gilbert was oorspronklik een van die navorsers wat
geweldig entoesiasties oor die onderwysmasjien was. Hy het
ook begin om die skyfies van die lineêre program in soorte
te verdeel en dan name daaraan te gee.¹⁰²⁾ Aanvanklik het
hy 'n sekere ideale masjien bepleit.¹⁰³⁾ Later het hy tot
ander insigte gekom en 'n sterk teëstander geword van die
gebruik van enige gestandaardiseerde masjien in geprogram-
meerde onderrig, omdat die programmeerder dan onwillekeurig
geneig sou wees om sy program by die masjien te laat aan-
en inpas.¹⁰⁴⁾

98. Annett, J. op. cit., 66.

99. Lewis, B.N. op. cit., 108 - 109.

100. Lewis, B.N. Automated group instruction. In Goldsmith,
op. cit., 128.

101. Afgelei van die Griekse "mathêtês" vir leerling.

102. Thomas, e.a., op. cit., 67.

103. Gilbert, T.F. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 635.

104. Id., 478.

Op grond van hierdie standpuntverandering het hy toe die sogenoemde matetiese program ontwerp, waarby dan ook geen onderwysmasjien gebruik word nie. Abstrakte kennis word in boekvorm aangebied,¹⁰⁵⁾ terwyl motoriese vaardighede deur middel van 'n "task-simulator" onderrig word.¹⁰⁶⁾

2.7.2. Uiterlike kenmerke.

By die aanleer van motoriese vaardighede sal 'n radio-model van plastiek byvoorbeeld gebruik word om 'n leerling te leer hoe om radio's te monteer. Die kenmerkende in hierdie program is dat die leerstof van agter af vorentoe aangebied word. In die geval van die radio word die komplette toestel aan die leerling getoon. Die laaste skroefie word nou losgedraai en die leerling moet dit weer vasdraai. Daarna word die laaste skroefie asook die tweede laaste onderdeeljie verwyder en die leerling moet albei terugplaas. So word die proses herhaal totdat die hele radio uit mekaar gemaak is en deur die leerling korrek saamgestel is.

Op hierdie wyse verkry die leerling 'n beeld van al die samestellende dele, sonder dat hy die geheelbeeld daarvan inboet. Net so word in die geval van skolastiese leerstof by die eindresultaat begin. By 'n vermenigvuldiging sal eers die hele bewerking met die antwoord aan die leerling getoon word. Vervolgens word net die antwoord verwyder en moet die leerling die laaste fase, die van die

105. Sien bylae D.

106. Pennington, D.F. en Slack, C.W. The mathematical design of effective lesson. In Margulies en Eigen, op. cit., 299.

optelwerk, uitvoer. Die tweede laaste stap kom dan aan die beurt en so gaan dit voort tot die leerling die hele som kan doen.¹⁰⁷⁾

Op soortgelyke wyse word gedigte geleer deur eers die hele gedig te lees; daarna word die laaste woord weggelaat en by die volgende stap iets meer. Al meer en meer dele word van agter af weggeneem, totdat die leerling die hele gedig ken.¹⁰⁸⁾

2.7.3. Tiperende kenmerke.

Uit die bostaande is dit duidelik dat hierdie soort geprogrammeerde onderrig op meganiese en assosiatiewe leerprosesse ingestel is. Die vaste volgorde by die uitvoering van vermenigvuldigsomme, die memorisering van gedigte, die montering van radio's en so meer is tipiese leeraktiwiteite waarop die matetiese program ingerig is.

Die agterstevoor volgorde waarin die leerstof aangebied word, is in Gilbert se opvatting van die versterkingsidee geleë. Hy is die mening toegedaan dat uitwendige versterkingsprikkel, soos onmiddellike kennis en bevestiging van die korrekte antwoord, onvoldoende is om goeie leerresultate te bewerkstellig. Versterking behoort, aldus Gilbert, sodanig te wees dat elke stukkie kennis wat die leerling assimileer, met die beoogde eindkennis verbind word: "In the application of mathematics, each stimulus 'state of affairs' in the final behavior is developed into a reinforcing stimulus through association with the final state of affairs."¹⁰⁹⁾

107. Davey en McDonnell, op. cit., 30.

108. Sien bylae D.

109. Pennington, D.F. en Slack, D.W. op. cit., 304.

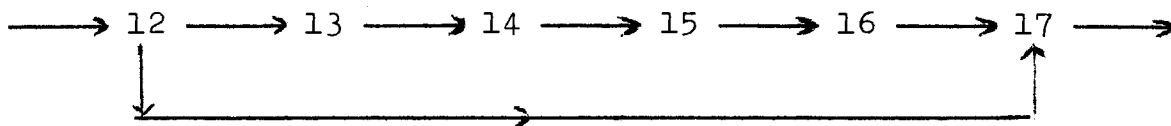
2.8. Mengsels.

Dit is begryplik dat nie elke programmeerder 'n toegewyde aanhanger of slaafse navolger van een van die bestaande stromings op die terrein van geprogrammeerde onder-
rig is nie. Elke programmeerder bou ten slotte sy eie besondere opvattinge oor programmeringsmetodes en -tegnieke op.

Sodoende het daar gemengde programsoorte ontstaan. 'n Meervoudige keusevraag uit 'n tipiese vertakkingsprogram kan byvoorbeeld deur 'n stukkie lineêr geprogrammeerde leerstof voorafgegaan word. Skematies kan so 'n program soos volg voorgestel word:

	vraag 1
antwoord 1	vraag 2
antwoord 2	vraag 3
antwoord 3	vraag 4
antwoord 4	keusevraag met antwoord: a b c d

Coetzee en de Lange maak melding van 'n program met uitskakelingskyfies¹¹⁰⁾, en wel soos volg:



As die leerling skyfie 12 korrek beantwoord het, kan

110. Coetzee, G.J.S. en de Lange, J.P. op. cit., 18.

hy al die skyfies tussen 12 en 17 uitskakel en na skyfie 17 oorgaan. Hierdie tipe program is oorspronklik aan die Universiteit van Sheffield ontwerp; daarom word dit die Sheffield-program genoem.¹¹¹⁾ Hierdie program is dus wesenlik 'n lineêre program met voorsiening vir groter of kleiner leereenhede, al na gelang dit vir 'n spesifieke leerling nodig is.

2.9. Die wese van geprogrammeerde onderrig.

Soos hoër op in die ondersoek aangedui is, is die benaming geprogrammeerde onderrig gekies omdat die program die kern van hierdie tipe onderrig is.¹¹²⁾ In die begrip "program" lê die essensie van geprogrammeerde onderrig opgesluit.

Uit die vorige paragrawe van hierdie hoofstuk het dit duidelik geword dat "program" in die "masjienlike" betekenis van die woord opgevat moet word. In hierdie sin is 'n program 'n reeks instruksies wat deur 'n elektroniese rekenaar of 'n ander elektroniese toestel uitgevoer word.¹¹³⁾ 'n Program impliseer dus twee dinge: instruksies en die uitvoering van instruksies. Die program moet op die een of ander manier, buite menslike toedoen om, uitgevoer word.

So 'n buite-menslike handeling word gewoonlik met die woord "outomaties" aangedui. Yskaste skakel outomaties aan of af en films word vertoon deurdat opeenvolgende foto's outomaties deur 'n projektor afgerol word.

111. Austwick, Teaching machines and programming, 20.

112. 1.3.2. en 1.3.3. bl. 5 - 7.

113. Hugo, A.B. 'n Eenvoudige program vir die I.B.M.-1620-syferrekenaar. Spectrum, II, 4, Jan. 1965, 32.

Sommige navorsers bestempel geprogrammeerde onderrig as outomatiese onderrig. Hulle beskou die twee uitdrukkings as sinoniem. Lumsdaine noem die film die geoutomatiseerde lesingmetode en die onderrig deur middel van 'n onderwysmasjien die geoutomatiseerde tutor-metode, terwyl hy onder geoutomatiseerde onderrig alle onderrig verstaan wat volgens 'n voorafbeplande volgorde, sonder direkte toedoen van 'n onderwyser, afgehandel word.¹¹⁴⁾

Die aandag moet in hierdie verband nou gevestig word op die feit dat 'n masjien as gevolg van verskillende tegniese apparate outomaties kan wees. Die meeste is van sodanige aard dat die masjien slegs 'n beperkte hoeveelheid handeling kan uitvoer. Die projektor kan net foto's afrol en hulle belig, terwyl die yskas se elektriese stroom net aan- of afgeskakel kan word. Die tegniek by elektroniese toestelle is die van programmering, as gevolg waarvan hulle sekere komplekse handeling kan verrig en daardeur die indruk wek dat hulle tipies menslike dinkwerk doen.¹¹⁵⁾

'n Program, deur 'n mens saamgestel en daarna gekodifiseer sodat die elektroniese apparaat dit kan absorbeer, word volledig deur hierdie masjien afgehandel. 'n Program impliseer dus 'n spesiale soort outomatiese masjien.

Geprogrammeerde onderrig is daarom nie net geoutomatiseerde onderrig nie. Enige onderrig deur middel van 'n masjien, soos 'n projektor of 'n grammofoon, is geouto-

114. Lumsdaine, A.A. Partial and more complete automation of teaching in group and individual learning situations. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 650 - 652.
115. Venter, W.J. Die mens in meganisasie en outomatisasie. Studiestuk 11, Instituut vir bevordering van Calvinisme, 3.

matiseerde onderrig. 'n Mens kan inderdaad daardeur onderrig ontvang, maar hoef, as hy nie wil nie of onoplettend is, nie die leerstof noodwendig te begryp en te onthou nie. Geprogrammeerde onderrig is meer as enkel geoutomatiseerde onderrig omdat dit nie net die leerstof aanbied nie, maar ook sorg dat die leerling werklik leer. Deur geprogrammeerde onderrig word die volledige komplekse handeling van les gee afgehandel.

Die woord "program", hoewel 'n baie ou en bekende woord, verkry dus in hierdie verband 'n splinternuwe, hipermoderne betekenis. Deur middel van geprogrammeerde onderrig word die onderwyser se werkprogram aangebied en afgehandel. Dit is enige onderwyser se taak om sekere leerstof voor te dra, te kontroleer of sy leerlinge dit volg en te toets of hulle dit werklik ken. Hierdie tipies menslike handeling word deur die program oorgeneem. Dit is dan wat met geprogrammeerde onderrig beoog word: om die onderwyser se funksie van onderrig te vervang.

Die vraag bly natuurlik of álle onderrig vervang kan word en of die hele onderwysfunksie op die manier deur programme vervang kan word. Hierdie vraagstuk word later in die ondersoek noukeurig ontleed.

Die verskillende soorte geprogrammeerde onderrig, soos in die voorgaande paragrawe uiteengesit, het, ondanks hul onderlinge verskille, tog die tipies programmatiese eienskappe gemeen. Almal het naamlik die gemeenskaplike kenmerk dat:

- (i) die leerstof deur middel van 'n masjien, boek of ander apparaat aangebied word;

- (ii) die leerling gekontroleer word of hy wel die opdragte uitvoer;
- (iii) die leerling deur middel van vrae, toetse en remediërende sytakke gelei word na die oogmerk van die les en sodoende die waarborg verstrekk dat die leerling die werk ken as die les verby is.

2.10. Enkele statistiese gegewens.

2.10.1. Boekprogramme versus masjienprogramme.

Voorheen is gemeld dat daar in 1963 reeds 'n duidelike neiging in die rigting van boekprogramme was.¹¹⁶⁾ Op grond van die hoë koste is dit verstaanbaar dat die aanpassingsmasjien nie baie populêr is nie, maar selfs die eenvoudiger masjientipes vir die intrinsieke vertakkingsprogramme en die lineêre programme bring addisionele uitgawes mee. Indien verder in aanmerking geneem word dat die beskikbaarheid van programme vir 'n spesifieke masjien nie gewaarborg kan word nie, is die algemene neiging om aan boekprogramme voorkeur te gee, heeltemal begryplik.

Ook in Suid - Afrika konsentreer firmas¹¹⁷⁾ en programmeerders¹¹⁸⁾ op die verkoop en vervaardiging van boekprogramme.

2.10.2. Die populêrste programs soort.

Die lineêre program is ver weg die mees gebruikte program tipe. Schramm meld dat 95% van alle programme

116. 2.4.2. bl. 52.

117. Bv. Center for programmed instruction, Librigebou 32, Kerkstraat, Pretoria.

118. Bv. N.I.P.N. van die W.N.N.R., Empire-weg, Johannesburg.

lineêr is,¹¹⁹⁾ terwyl Fry byvoeg dat die orige 5% merendeels intrinsieke vertakkingsprogramme is.¹²⁰⁾ Die matetiese- en ekstrinsieke vertakkingsprogramme is dus in die minderheid.

2.10.3. Die populêrste vakke.

Die vakke waarvan die meeste geprogrammeerde leerstof aangetref word, is wiskundige en natuurwetenskaplike vakke. Aan ander vakke word geleidelik meer aandag gewy.¹²¹⁾ In 1962 het eersgenoemde twee vakgroepe 63% van die totale aantal programme verteenwoordig teenoor 55% in 1963. Die totale aantal programme het gedurende die ooreenstemmende tydperk van 122 tot 352 toegeneem.¹²²⁾

2.11. Eksperimentele navorsingsresultate.

Oor geprogrammeerde onderrig word in talle lande, insluitende Suid - Afrika, navorsing gedoen. Fine praat in die verband van 'n "boom" en noem die name van verskeie universiteite, sakeondernemings en militêre liggame wat in die Verenigde State van Amerika op die saak van geprogrammeerde onderrig ingaan.¹²³⁾

Hierdie navorsing lê deurgaans op die terrein van die eksperimenteel-empiriese en kan onder drie hoofde, soos hieronder uiteengesit, opgesom word.

2.11.1. 'n Vergelyking van tradisionele met geprogrammeerde onderrig.

Dikwels word die gewone onderrig, soos dit tradisioneel

119. Schramm, Programmed instruction, today and tomorrow, 2.

120. Fry, op. cit., 9.

121. Bv. Conradie, op. cit..

122. Center for programed instruction, Programs '63, vii.

123. Fine, op. cit., 169 - 171.

in die Westerse lande op skool bekend is, met geprogrammeerde onderrig vergelyk. Die voordeel in hierdie vergelykende studies is meestal ten gunste van geprogrammeerde onderrig en gewoonlik geleë in een of meer van die volgende aspekte:¹²⁴⁾

- (i) die leerling leer meer leerstof in minder periodes;
- (ii) daar is minder druipele, terwyl die gemiddelde eksamenresultate hoër is;
- (iii) die onderwyser het minder nasienwerk en gevolglik meer tyd vir individuele hulpverlening beskikbaar;
- (iv) die leerlinge hou van hierdie soort onderrig.

2.11.2. 'n Vergelyking van die lineêre- met die intrinsieke vertakkingsprogram.

In 'n ondersoek van Fry waarin die Skinner- en die Crowder-program met mekaar vergelyk word, vind hy dat eersgenoemde program die beste resultate afwerp.¹²⁵⁾ Coulson en Silberman, in hulle eksperiment, vind dat daar eintlik

124. Bv. (i) Blyth, J.W. Teaching machines and human beings. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 405.

(ii) Ferster, C.B. en Sapon, S.M. An application of recent developments in Psychology to the teaching of German. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 173 - 185.

125. Fry, E.B. A study of teaching machine response modes. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 469 - 474.

geen verskil tussen die twee is nie,¹²⁶⁾ terwyl in beide genoemde studies vasgestel is dat die lineêre program meer tyd in beslag neem.

2.11.3. Spesifieke aspekte in lineêre programmering.

Navorsing is verder uitgevoer in verband met spesifieke aspekte van die Skinner-program. So byvoorbeeld het die gee van wenke, die grootte van die skyfies, die saak van overte reaksie versus koverte, die onmiddellikheid van die antwoord se bevestiging en die versterkingsaspek reeds aandag van wetenskaplikes geniet.¹²⁷⁾

Die toetsresultate dui daarop dat:

- (i) die gee van wenke die leerspoed bevorder;
- (ii) die skyfies liewer te klein as te groot moet wees;
- (iii) koverte antwoorde dalk ewe effektief as overte antwoorde is;
- (iv) bevestiging van die korrekte antwoord nie uitgestel moet word nie, maar onmiddellik moet geskied.

2.11.4. Kritiek.

Kritiek op al die bogenoemde navorsingsprojekte het

126. Coulson, J.E. en Silberman, H.F. Results of an initial experiment in automated teaching. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 452 - 468.

127. Bv. (i) Hovland, C.I. e.a. Experiments on mass communication. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 641 - 642.

(ii) Evans, J.L. e.a. A preliminary investigation of variation in the prospects of verbal learning sequences of the "teaching machine" type. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 446 - 451.

(iii) Kimble, G.A. en Wulff, J.J. The effect of "responce guidance" on the value of audience participation in training film instruction. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 646 - 647.

nie uitgebrei. Porter, wat selfs die versterkingswaarde van die onmiddellike bevestiging van korrekte antwoorde ondersoek het, beskou dit nie as voldoende bewese nie. Die onmiddellikheid as sodanig moet dit in sy kritiek ontgeld, terwyl die begrip "gewone onderrig", volgens hom, te ongedefinieerd is om finale gevolgtrekkings te kan maak.¹²⁸⁾

Barnett en Proctor is baie versigtig om konklusies uit die verskillende eksperimente te trek. Hulle maak selfs beswaar teen die feit dat geprogrammeerde onderrig met ongeprogrammeerde onderrig vergelyk word, omdat 'n mens ook nie die spoed van 'n motoris met die van 'n voetganger vergelyk nie.¹²⁹⁾ Hiermee erken die skrywers dan by voorbaat dat geprogrammeerde onderrig 'n vinniger "leervoertuig" as ongeprogrammeerde onderrig is.

Dit is uit die bostaande duidelik dat eksperimentele navorsing omtrent geprogrammeerde onderrig beslis nie afgehandel is nie. Die meeste navorsers sluit dan ook hul finale opmerkings af met 'n skouerophaling dat meer navorsing nodig is. Nogtans, en dit moet met nadruk bygevoeg word, is selfs die versigtigste ondersoekers optimisties. Hierby tref Barnett en Proctor, tereg, onderskeid tussen die kalme optimisme van die deursnee Britse navorsers en die voortvarende uitgelatenheid van die meeste Amerikaanse navorsers.¹³⁰⁾ Krige wil ook nie verder gaan nie as om te sê dat geprogrammeerde onderrig groot belofte inhou.¹³¹⁾

128. Porter, D. A critical review of a portion of the literature on teaching devices. In Lumsdaine en Glaser, op. cit., 125 - 129.

129. Barnett en Proctor, op. cit., 22.

130. Id., 23.

131. Krige, H.L. Geprogrammeerde onderrig. Spectrum I, 4, Nov. 1963, 56.

Een ding is egter duidelik, naamlik dat, uit 'n suiwer pragmatiese oogpunt beskou, geprogrammeerde onderrig 'n metode is wat resultate afwerp. Dit bereik wel wat dit voorgee om te bereik: dit dra inderdaad kennis aan die leerling oor.

2.12. Opsomming.

Hoewel die geskiedenis van geprogrammeerde onderrig in sekere sin tot die Oudheid teruggevoer kan word, het hierdie metode in die egte moderne betekenis daarvan, sy ontstaan te danke aan Skinner se leerteoretiese navorsing. Verskillende soorte programme het daarna die lig gesien. Die verskille kom tot uiting in die program self en nie in die masjien of ander aanbiedingsapparaat nie. Sodoende kan vier soorte programme onderskei word, naamlik die lineêre program (Skinner), die intrinsieke vertakkingsprogram (Crowder), die ekstrinsieke vertakkingsprogram (Pask) en die matetiese program (Gilbert).

Die lineêre program word gekenmerk deur klein brokkies inligting wat vraenderwys aan die leerling verstrek word. Die antwoorde van die leerling word in die program bevestig. Hierdie metode berus op die hoofbeginsel van versterking. Dit kom kortliks daarop neer dat die kennis beter ingeprent word as die leerling weet dat sy antwoord reg is. Verder moet, met die oog op die versterking, die leerling aktief op die leerstof reageer, slegs klein leerstofeenhede op 'n slag baasraak, geen foute begaan nie en voldoende wenke kry wat dan later, namate die einddoel van die les in sig kom, verminder word. Hierdie beginsels kom duidelik tot uiting in die programmeringstegnieke van veral Thomas e.a., die N.I.P.N. en Skinner self.

Die intrinsieke vertakkingsprogram word deur langer stukkie inligting gekenmerk, gevolg deur 'n meervoudige keusevraag. Foutiewe keuses word deur 'n remediërende syntak opgevolg.

Die ekstrinsieke vertakkingsprogram werk ook volgens die beginsel van meervoudige keusevrae. Egter, en dit in teenstelling met die twee vorige programsoorte, kan aanpassingsprogramme slegs deur middel van 'n elektroniese masjien aangebied word. Die aanpassingsprogram is naamlik so ingerig dat dit nie net met die leerstof self rekening hou nie, maar ook met die reaksiewyse van die leerling. Die tempo van aanbieding, moeilikheidsgraad van vrae en probleme word volgens die algemene reaksiewyse van die leerling gereël. Die masjien bied leerstof aan, maar "leer" self ook. Dit bou 'n opinie omtrent sy leerlinge op en differensieer sy leerstof dienooreenkomstig.

Die matetiese program is op assosiatiewe leer toegespits, gebruik geen masjien nie en bied die leerstof in 'n agterstevoor volgorde aan. Die grondliggende gedagte is dat elke stukkie inligting met die eindresultaat van die les verbind moet word.

Die een gemeenskaplike kenmerk van alle programme is opgesluit in die moderne opvatting van die woord "program" in verband met elektroniese masjiene. 'n Program is so ingerig dat die masjien meer as een menslike handeling in 'n sekere volgorde moet kan naboots. By geprogrammeerde onderrig word die onderrig-funksie van die onderwyser nageboots.

Die program bied die leerstof aan, maar kontroleer tegelykertyd ook die reaksie van die leerling op die leer-

stof en waarborg dat die leerling die leerstof tot sy geestelike eiendom gemaak het sodra die program afgehandel is.

Van al die soorte programme is die lineêre die populêrste, gevolg deur die intrinsieke vertakkingsprogram, terwyl die aanpassingsprogram en die matetiese program wat populariteit betref, laaste viool speel. Boekprogramme wen steeds meer veld.

Heelwat navorsing is reeds gedoen. Hierdie navorsing is meestal eksperimenteel-empiries van aard. Dit het hoofsaaklik te doen met 'n vergelyking tussen verskillende soorte programonderrig of tussen gewone onderrig en geprogrammeerde onderrig, of ook oor sekere besondere aspekte van die lineêre program.

Ondanks baie kritiek wat op die genoemde eksperimente gelewer is, is dit duidelik dat geprogrammeerde onderrig inderdaad 'n onderrigmetode is. Dit kan wél onderrig: dit dra wél kennis oor.