



Onderwijsleermiddelen op het gebied van cnc-technologie

Inleiding

De ontwikkelingen in de toepassing van nieuwe technologieën gaan dermate snel dat er een kloof dreigt te ontstaan tussen het technisch (beroeps)onderwijs en het bedrijfsleven in het onderzoek praktische problemen in het beroeps(voorbereidend)onderwijs (prabo-project) is nagegaan hoe de aansluiting van mts'ers afdeling werktuigbouwkunde (Wb) op de arbeidsmarkt verloopt. In dit artikel zal verslag worden gedaan van de op de mts gebruikte onderwijsleermiddelen op het gebied van cnc-technologie. Met onderwijsleermiddelen wordt al het geschreven, audiovisueel of ander materiaal dat binnen het curriculum wordt gebruikt bedoeld (Weesie en ten Brummelhuis, 1985). Daarbij wordt met name bedoeld op de door de educatieve uitgeverij op de markt gebrachte boeken, de door docenten ontwikkelde dictaten en de gebruikte softwarepakketten.

Dataverzameling

Aan alle mts'en met een afdeling werktuigbouwkunde is een vragenlijst gestuurd voor de inventarisatie van de gebruikte onderwijsleermiddelen. In totaal 39 van de 62 benaderde mts'en met een afdeling werktuigbouwkunde hebben - na schriftelijk en telefonisch rappelleren - de vragenlijst ingevuld.¹⁾ Gezien het inventariserende karakter van deze vragenlijst is vervolgens medewerking gevraagd voor een interview om dieper op de materie in te gaan. De interviews met 29 docenten hebben plaatsgevonden aan de hand van een half gestructureerde lijst met gespreksonderwerpen.¹⁾ Voor de analyse van de leerboeken en de zelfontwikkelde materialen is gebruik gemaakt van een analysemodel dat bestaat uit de volgende categorieën: algemeen, doelgroep, doelstellingen, beginsituatie, onderwijsleersituatie en vormgeving.²⁾ Onder de categorie algemeen zijn formele kenmerken opgenomen zoals titel, auteur, uitgever, jaar van uitgave, druk en aantal delen. Onder doelgroep is onder andere bepaald of pedagogische achtergronden zijn geformuleerd, of de doelstellingen algemeen of specifiek zijn geformuleerd en welke soorten doelstellingen algemeen of specifiek zijn geformuleerd en welke soorten doelstellingen algemeen of specifiek zijn geformuleerd en welke soorten doelstellingen algemeen of specifiek zijn geformuleerd. De vragen rond „beginsituatie” betroffen de volgende aspecten: voorkennis: is aangegeven welke voorkennis verondersteld wordt?, is deze te toetsen? en is differentiatie mogelijk? De categorie onderwijsleersituatie is weer onderverdeeld in leerstof, werkvormen, leeractiviteiten en evaluatie. Onder de laatste categorie „vormgeving” zijn vragen opgenomen rond illustraties en overzichtelijkheid van de tekst. Voor de inhoudelijke analyse van de onderwijsleermiddelen zijn twee beoordelingslijsten opgesteld. De beoordelingslijst voor leerboeken is samengesteld op basis van de leerplannen van de VMTS voor de afdeling werktuigbouwkunde en studierichting produktietechnieken.³⁾ Voor de beoordelingslijst voor zelfontwikkelde dictaten is allereerst een inventarisatie gemaakt van de in deze dictaten behandelde onderwerpen welke vervolgens zijn geclusterd tot 123 samenhangende onderwerpen. Per dictaat wordt aangegeven welke onderwerpen wel en niet behandeld worden.

Resultaten

Praktisch alle meewerkende scholen (38) besteden aandacht aan cnc-technologie in theorie terwijl 31 scholen ook aandacht besteden aan praktijk cnc-technologie. Vrijwel alle docenten maken gebruik van verschillende onderwijsleermiddelen naast elkaar. In totaal 17 scholen gebruiken leerboeken bij de lessen cnc-technologie, namelijk:

- J.M. van Loenen: Numerieke besturing(8x);
- J.J. van Daal: Numerieke besturing verspanende technieken(3x);
- Basiskennis cnc(3x);
- J.M. van Grinsven: Numerieke besturingen (c)nc-mechanisch verspanen(1x);
- CNC theorie en praktijk(1x);
- J.N. Muizer en WP van Winsum: Fabricagetechnieken en gereedschapsleer 3(1x).

Naast leerboeken vormen dictaten en softwarepakketten veelvuldig gebruikte onderwijsleermiddelen. Vrijwel alle geïnterviewde docenten (26) maken gebruik van dictaten, die veelal zijn afgestemd op de op een bepaalde school aanwezige cnc-apparatuur. De dictaten kunnen bestaan uit opdrachten, theorie en een combinatie van beide. Dictaten die zowel uit theorie als opdrachten bestaan, worden het meest veelvuldig gebruikt. Ook worden door 21 docenten softwarepakketten gebruikt. Deze softwarepakketten - Pathed/Pathrace, Keller, Tecnac, RWT, Ranuk en Oramax - worden over het algemeen positief beoordeeld.

Naast lay-out en taalkundige aspecten worden structurele aspecten voor onderwijsleermiddelen in het mto door de docenten ook van belang geacht¹⁾. Op 17 scholen worden door de leerlingen in verband met de beperkte kennis van vreemde talen uitsluitend Nederlandstalige onderwijsleermiddelen gebruikt. Op 12 scholen worden naast Nederlandstalige ook Duitstalige en/of Engelstalige onderwijsleermiddelen gebruikt, waarbij de Duitstalige materialen het meest voorkomen (op 9 scholen). De leerboeken bieden volgens zes docenten voldoende dekking voor de leerstofonderdelen op het gebied van cnc-technologie zoals opgenomen in het raamleerplan produktietechnieken (Studierichting, 1986). Door 15 docenten wordt dit betwijfeld en worden lacunes op het gebied van de niet-verspanende

technieken zoals snijden, slijpen, plaatbewerken en robotica geconstateerd.

Laatsgenoemde docenten zijn overgegaan tot het zelf ontwikkelen van dictaten en wel om de volgende redenen: afstemming op bijzondere apparatuur (n=9) en specifieke schoolsituatie (n=8), aanvulling op bestaand materiaal (n=7), ontbreken van geschikt Nederlandstalig materiaal (n=6), overbodige uitleg in bestaande leerboeken. De zelfontwikkelde dictaten worden samengesteld door verschillende materialen - zoals leerboeken, handleidingen en folders van machines en vakbladen - te bundelen. Met name handleidingen worden vaak als uitgangspunt voor een dictaat genomen en indien ze in een vreemde taal gesteld zijn worden ze veelal omgewerkt tot een Nederlands dictaat. Geanalyseerd is of de leerstofonderdelen op het gebied van de cnc-technologie zoals opgenomen in de leerplannen van de VMTS aan de orde worden gesteld in de door de docenten meest gebruikte leerboeken.¹⁾ Door drie beoordelaars is bepaald of en op welk niveau een onderwerp behandeld is. De volgende vier niveaus zijn analoog aan Olbrich en Pfeiffer (1981) onderscheiden:

1. weten: op dit niveau wordt elementaire kennis gepresenteerd: feiten, begrippen en klassificaties;
2. begrijpen: op dit niveau is sprake van functionele kennis: een beschrijving en motivering van werkwijzen en regels;
3. toepassen: op dit niveau worden formules en werkwijzen bij het oplossen van problemen gepresenteerd;
4. beoordelen: op dit niveau worden complexe opgaven opgelost, overdachte keuzes aangedragen en alternatieven gepresenteerd.

De verschillende niveaus zijn onderling van elkaar afhankelijk, in die zin dat de hogere niveaus de lagere omvatten. In tabel 1 wordt het aantal behandelde onderwerpen en het niveau van behandeling per leerboek aangegeven.

Tabel 1: Aantal behandelde onderwerpen van de VMTS leerplannen

	niet beh.		niveau 1		niveau 2		niveau 3		niveau 4	
	Wb	Pt	Wb	Pt	Wb	Pt	Wb	Pt	Wb	Pt
cnc theorie en praktijk	29	45	6	9	24	22	6	1	-	-
Basiskennis cnc	37	48	7	9	18	17	3	3	-	-
Van Loenen	14	43	16	11	34	23	1	-	-	-
Van Daal	15	35	13	11	28	28	9	3	-	-
Van Grinsven	19	48	13	14	22	14	11	1	-	-
Muizer en Winsum	39	53	1	10	19	14	6	-	-	-
Gemiddeld	26	45	9	11	24	20	6	1	-	-

Noot

- niveau 1: weten
- niveau 2: begrijpen
- niveau 3: toepassen
- niveau 4: beoordelen

Het aantal in de leerboeken behandelde onderwerpen en het niveau waarop de onderwerpen behandeld worden ligt voor de studierichting produktietechnieken lager dan voor de afdeling werktuigbouwkunde. In de leerplannen voor de afdeling werktuigbouwkunde is aangegeven op welk niveau de onderwerpen behandeld dienen te worden. Er worden vier niveaus onderscheiden - weten, inzien, toepassen en integreren - die overeenkomen met de door ons gehanteerde indeling. Uit een vergelijking van beide niveaus blijkt dat 30% van de onderwerpen op het door de VMTS aanbevolen niveau wordt behandeld. Vijftig procent van de onderwerpen wordt in de leerboeken op een lager en 20% op een hoger dan het door de VMTS aanbevolen niveau behandeld. Slechts een beperkt aantal onderwerpen wordt in het merendeel van de leerboeken op niveau 3 of 2/3 behandeld. In het merendeel van de boeken worden de volgende onderwerpen van de afdeling werktuigbouwkunde niet behandeld: informatieverwerking conventioneel, hoofd- en neventijden, weg- en schakelinformatie, vaste en programmeerbare geheugens, parallel- en serie-informatie, uitvoeringsvormen cnc-machines, maatcorrectie, baansnelheid bij ijlgang, helicoil en parabolische interpolatie, snijgereedschap nube-machines, robotica, werkstukopspanning, spiegelen, werkzone, bepalen van maximale toerental en aanpassen van parameters. De overige in het leerplan van afdeling werktuigbouwkunde genoemde onderwerpen worden op niveau 2 - begrijpen - behandeld. Van de onderwerpen genoemd in het leerplan van de studierichting produktietechnieken worden de volgende niet behandeld: cnc-machines (vonkverspanen, plaatbewerking, slijpen, lassen), robotica, flexibele produktieautomatisering, conventionele bewerkingsmethoden, spantechieken, bestuurd functies/regelkringen, codering, snijgereedschappen, proces- en kwaliteitsbeheersing, produktiviteitsverbetering, assembleren, constructies en veiligheid cnc-machines. Er worden



slechts twee onderwerpen op niveau 1 behandeld, de overige onderwerpen worden op niveau 2 - begrijpen - behandeld.

Met uitzondering van het boek van Muiser en Van Winsum (1981) zijn de boeken recent - in 1985 of 1986 - verschenen en specifiek gericht op numerieke besturing. In de geanalyseerde leerboeken zijn geen doelstellingen en aanduiding van beginsituatie opgenomen. Hoewel in alle leerboeken de onderwerpen thematisch zijn geordend, is de opbouw verschillend. Eén boek (Muiser en Van Winsum, 1981) is een traditioneel breed opgezet boek, waarin in enkele hoofdstukken aandacht wordt besteed aan numerieke besturing. Met uitzondering van basiskennis cnc wordt niet ingegaan op besturings- en machine-afhankelijke regels voor draaien en frezen. In twee van de zes boeken wordt aandacht besteed aan robotica en flexibele productieautomatisering. In alle boeken staan het opstellen van een programma en programmeermethoden centraal. Voorafgaand hieraan worden hetzij de grondbeginselen van het verspanen hetzij cnc-machines/besturingen aan de orde gesteld. In alle leerboeken is een beperkt aantal structurerende kenmerken opgenomen, zoals een inhoudsopgave en een samenvatting (variërend van 5-8)

In de geanalyseerde leerboeken wordt van een beperkt aantal werkvormen uitgegaan. De leerlingen kunnen de teksten bestuderen, kennisvragen beantwoorden en programmeeropdrachten maken. De vragen (vooral programmeeropdrachten en kennisvragen) zijn met name aan het eind van het hoofdstuk, paragraaf of boek opgenomen. Toetsen, voorbeeldtoetsen, zelfchecktoetsen en vooringsregistratiesystemen zijn niet opgenomen. In geen van de boeken wordt verwezen naar de concrete ervaringen van leerlingen. De overzichtelijkheid van de leerboeken loopt uiteen van nauwelijks (2x), redelijk (2x) tot zeer overzichtelijk (2x). Vierentwintig scholen hebben in totaal 40 zelfontwikkelde dictaten opgestuurd. Het verkorte analysemodel is hierop toegepast en heeft de volgende resultaten opgeleverd. Formele kenmerken - zoals auteur, mts en jaar van uitgave - zijn vrijwel nooit vermeld, terwijl de titel van het dictaat wel vermeld wordt. Het merendeel van de dictaten is van beperkte omvang, dat wil zeggen 40 bladzijden of minder.

In 12 dictaten wordt theorie over numerieke besturing - waarvan 6 keer in combinatie met opgaven - behandeld, terwijl 4 dictaten uitsluitend opdrachten bestaan. De overige 24 dictaten hebben het karakter van een handleiding voor cnc-machines in combinatie met theorie en/of theorievragen en/of programmeeropdrachten. Het betreft met name dictaten voor het eerste en tweede leerjaar voor de studierichting werktuigbouwkunde. In 14 dictaten wordt het vak waarvoor de dictaten ontwikkeld zijn expliciet vermeld: (practicum) technologie (6x), practicum of praktijk verspanende technieken (6x) en practicum cnc-technieken (2x). Er zijn in de dictaten geen doelstellingen, voorkennistoetsen en aanduidingen van beginkennis (uitgezonderd 1 dictaat) opgenomen. Richtlijnen voor de tijdsduur, het belang van het onderwerp en de praktische bruikbaarheid worden in enkele dictaten (respectievelijk 5x, 6x en 1x vermeld). Alle dictaten zijn gericht op feitenkennis en inzicht in de leerstof, terwijl in 31 dictaten sprake is van toepassing. Het merendeel van de dictaten is thematisch ingedeeld. Er zijn - met uitzondering van schema's en uitleg van begrippen - weinig structurerende aspecten opgenomen.

De dictaten zijn gericht op 14 verschillende cnc-machines, waarvan Emco Compact 5 CNC en de Bridgeport Slosyn de meest frequent behandelde machines zijn. Er worden vijf verschillende simulatieprogramma's behandeld; het programma voor de Olivetti M24 en een niet met name genoemd programma voor draaien komen het meest frequent voor. De combinatie van tekst bestuderen, het schrijven én uitvoeren van programma's aan de machine is de in de dictaten meest frequent veronderstelde leeractiviteit. Bij 13 dictaten is sprake van alleen informatieoverdracht, terwijl in de overige dictaten gelegenheid tot verwerking wordt geboden door de beschreven handeling te laten uitvoeren of door vragen en/of opdrachten op te nemen. Deze opgaven zijn - met uitzondering van 1 dictaat - programmeeropdrachten, welke in vier dictaten gecombineerd worden met kennisvragen. Bij twee dictaten zijn antwoorden en uitwerkingen opgenomen. In één dictaat is een eindopdracht opgenomen, terwijl bij 3 dictaten voorbeeldtoetsen zijn opgenomen. De uitgaven zijn over het algemeen overzichtelijk en bevatten zwart-wit tekeningen. De uitvoering varieert van multomap (7x), stencils met ring erdoor (4x), stencils in snelhechter (4x) of met strip (8x), stencils aan elkaar geniet (10x) tot losse stencils (7x). Het merendeel van de dictaten biedt dan ook de mogelijkheid tot het invoegen van nieuwe bladzijden. Er bestaat enige samenhang tussen de omvang van de dictaten en de uitvoeringsvorm.

De meest frequent behandelde onderwerpen in de zelfontwikkelde dictaten zijn de volgende: assenstelsel, interpolatie, bediening van besturing, vormen van besturing, G00 (positionering), G01 (verspaning in rechte lijn), G02 (cirkelbogen met de wijzers van de klok mee), G03 (cirkelbogen tegen de wijzers van de klok in), G83 (diepgatboren), gereedschapswisseling, geometrische en technologische informatie, maken van een ponsband, ponsbandlezer, nulpunten, opbouw programmeerregel en programma-ingave. Met name aan het programmeren van de (c)nc machines is veel aandacht besteed in de zelfontwikkelde dictaten.

Conclusie

Aangezien de situatie van mts tot mts qua apparatuur en aantal bestede uren cnc-technologie sterk kan verschillen is het voor educatieve uitge-

vers erg moeilijk om aan alle wensen tegemoet te komen, mede in verband met de relatief kleine afzetmarkt op dit gebied. We willen de volgende aanbevelingen doen:

1. het uitgeven door educatieve uitgevers van een losbladig systeem op het gebied van de cnc-technologie bestaande uit twee gedeelten:
 - een algemeen theoretisch deel over numerieke besturing;
 - een deel met „handleidingen” per machine/besturing.
 Op deze wijze kan tegemoet gekomen worden aan de afstemming op specifieke apparatuur. Een bijkomend voordeel is dat verouderde delen vervangen kunnen worden.
2. uit het grote aanbod aan zelfontwikkelde dictaten op het gebied van cnc-technologie kan worden afgeleid dat veel docenten veel (vrije) tijd en energie gestoken hebben in de ontwikkeling van deze dictaten. Een centrale materialenbank waar zelfontwikkelde dictaten kunnen worden gedeponereerd en ingezien en van waaruit deze kunnen worden verspreid zou veel dubbel werk, tijd en energie kunnen besparen.
3. het subsidiëren van taakuren voor het ontwikkelen van instructiematerialen in aansluiting op taakuren voor leerplanontwikkeling, gezien het gegeven dat de beschikbaarheid van concreet lesmateriaal een belangrijke voorwaarde is voor implementatie van innovaties.

Drs. J.A. Thijsen
Universiteit Twente
Onderzoek Centrum Toegepaste Onderwijskunde
Postbus 217
7500 AE Enschede
Tel 053-893635

Drs. M. Mulder
Universiteit Twente
Vakgroep Curriculumtechnologie en Onderwijsorganisatie
Postbus 217
7500 AE Enschede
Tel 053-893652

RIJMOND M T S

Schiedamseweg 245,
3118 JB Schiedam

Het bestuur van bovenvermelde school nodigt belangstellenden uit te solliciteren naar de per 1 augustus a.s. aanwezige vacatures, t.w.:

- één leraar Engels (m/v)**
voor 4 leseenheden.
- één leraar wiskunde (m/v)**
voor 11 leseenheden.
- één leraar godsdienst (m/v)**
voor 2 leseenheden.
- twee leraren
werktuigbouwkunde**
voor elk 29 leseenheden,
met bevoegdheid voor praktijk- en/of theorievakken.

Sollicitaties binnen 10 dagen na het verschijnen van dit blad te zenden aan het adres van de school. Nadere inlichtingen worden gaarne verstrekt door de directeur van de school,
de heer Th.P. van Pelt,
telefoon 010-4712044 of privé 010-4262909.