

ONDERWIJS

DE INVLOED VAN VERSCHILLENDE TOELATINGSPROCEDURES OP HET STUDIERENDEMENT VAN DE SUBFACULTEIT DER TANDHEELKUNDE VAN DE RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT

P. G. M. NELISSEN
G. A. STEFFANIE

*Uit de afdeling Onderwijsontwikkeling van de
Subfaculteit der Tandheelkunde van de
rijksuniversiteit te Utrecht.
Hoofd: Prof. A. A. D. Derksen.*

Trefwoorden: Onderwijs – Studierendement

Inleiding

Omdat het aantal studenten dat zich voor bepaalde studierichtingen aanmeldt groter is dan het maximum dat op grond van de (opname)capaciteit kan worden toegelaten, bestaat er sinds enkele jaren bij diverse studierichtingen een studentenstop. Dit heeft tot gevolg dat de aspirantstudenten zich in deze gevallen aan een toelatingsprocedure moeten onderwerpen. De bekendste zijn:

1. integrale loting;
2. pure selectie;
3. de 7^{1/2}-regeling;
4. gewogen loting.

In deze beschouwing worden de consequenties van deze methoden voor de Subfaculteit der Tandheelkunde te Utrecht nagegaan.

Het is gewenst eerst enkele begrippen aan de orde te stellen die in deze studie steeds weer terugkomen, waarna de algemene principes waarop de vier procedures berusten worden besproken; tenslotte volgt een meer cijfermatige en gedetailleerde behandeling van de genoemde werkingen. In de conclusies worden de belangrijkste bevindingen beknopt weergegeven en kan een voorkeur voor een van de vier werkwijzen worden uitgesproken.

1. Enkele begrippen

Het totale aanbod van studenten bestaat uit abiturienten die

- terecht^{*)} zullen worden toegelaten, t.t.;
- ten onrechte zullen worden toegelaten, t.o.t.;
- terecht zullen worden afgewezen, t.a.;
- ten onrechte zullen worden afgewezen, t.o.a.

Het aantal gegadigden dat wordt toegelaten, vergeleken met het totale aanbod aspirantstudenten, noemt men de *selectieverhouding*.

^{*)} Terecht toegelaten kan op vele manieren worden gedefinieerd. In deze publikatie wordt iemand als terecht toegelaten beschouwd als bij binnen één jaar na aanvang van de studie het CI-examen heeft behaald en ook de practica-resultaten van de betrokkene voldoende zijn.

$$\text{selectieverhouding} = \frac{\text{t.t.} + \text{t.o.t.}}{\text{t.t.} + \text{t.o.t.} + \text{t.a.} + \text{t.o.a.}}$$

Het aantal dat geschikt is voor een bepaalde studie, vergeleken met het totale aanbod, is de *succesverhouding*.

$$\text{succesverhouding} = \frac{\text{t.t.} + \text{t.o.a.}}{\text{t.t.} + \text{t.o.t.} + \text{t.a.} + \text{t.o.a.}}$$

De succesverhouding kan worden berekend uit het studierendement in een periode waarin nog niet werd geselecteerd; het is een empirisch gegeven. Als iedereen wordt toegelaten en achteraf blijkt dat 70% slaagt, is de succesverhouding: 70%; t.t. = 70%, t.o.t. = 30% (er zijn geen afgewezenen). Indien niet iedereen kan worden toegelaten zijn er in principe twee mogelijkheden:

a. De selectie vindt plaats op basis van toeval.

Dit is het geval bij de integrale loting. De toelating is statistisch onafhankelijk van de geschiktheid, dat wil zeggen het aantal geschikten wordt gelijk verdeeld onder hen die worden toegelaten en zij die worden afgewezen; t.t. = 70%, t.o.t. = 30%, t.o.a. = 70%, t.a. = 30%;

b. De selectie geschiedt op basis van een bepaald criterium, dat een bepaalde voorspellende waarde zou hebben ten aanzien van het studiesucces. Het doel van deze werkwijze is het aantal 'juiste beslissingen' (de t.t.'s en de t.a.'s), in vergelijking met het totale aanbod, zo groot mogelijk te maken en daardoor het aantal 'onjuiste beslissingen' (de t.o.t.'s en de t.o.a.'s) te reduceren. Het gaat hier dus om het aantal geslaagden/gezakten en de aantallen die geslaagd/gezakt zouden kunnen zijn als ze waren aangenomen.

Wanneer bij selectie met behulp van een test het aantal t.t.'s toeneemt tot bijvoorbeeld 80% wordt het aantal t.o.t.'s kleiner, namelijk 20%. Het aantal t.o.a.'s zal ook afnemen; het totaal aantal geschikten bestaat immers uit 70% van het aanbod.

Door gebruik te maken van de test als selectiemiddel worden echter meer geschikten toegelaten dan op basis van het

Samenvatting:

In dit artikel wordt nagegaan wat de invloed is van diverse toelatingsprocedures op het studierendement bij de Subfaculteit der Tandheelkunde te Utrecht. Besproken worden integrale loting, pure selectie, de 7^{1/2}-regeling en gewogen loting. Gezien de hoge selectie- en succesverhouding die gelden voor de subfaculteit en de betrekkelijk lage correlatie tussen eindexamencijfers en studieresultaten verdient integrale loting vooralsnog de voorkeur.

toeval mag worden verwacht. Het aantal geschikten dat niet wordt toegelaten (t.o.a.'s) neemt uiteraard af en het aantal terecht afgewezenen wordt groter.

In het voorgaande werd uitgegaan van constante selectie- en succesverhoudingen. Correlatie^{*)}, selectie- en succesverhouding zijn alle drie van invloed op het rendement van bepaalde toelatingsprocedures. Dit kan op een tweetal manieren worden uitgedrukt, namelijk:

1. Het aantal juiste beslissingen, dat wil zeggen het aantal studenten dat slaagt voor een bepaald examen gerelateerd aan het aantal studenten, dat wordt aangenomen.

Het rendement is:

$$\frac{\text{t.t.}}{\text{t.t.} + \text{t.o.t.}}$$

2. Het totale aantal juiste beslissingen wordt vergeleken met het totale aanbod van studenten. In dit geval worden dus ook degenen die niet zijn aangenomen betrokken bij de berekening van het rendement.

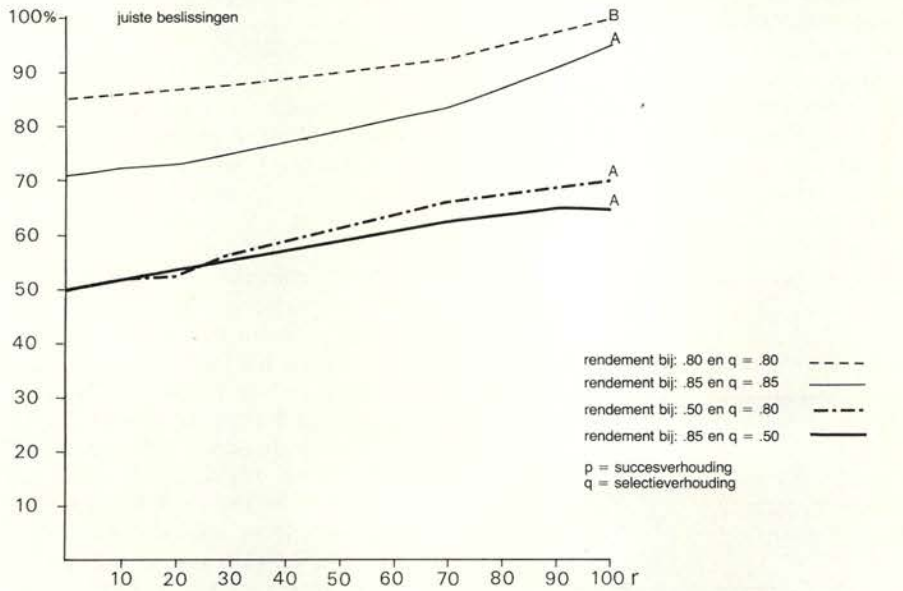
Het rendement is:

$$\frac{\text{t.t.} + \text{t.a.}}{\text{t.t.} + \text{t.o.t.} + \text{t.a.} + \text{t.o.a.}}$$

Spreekt men over het rendement van een toelatingsprocedure, dan is het in de eerste plaats van belang hoeveel extra juiste beslissingen de selectieprocedure oplevert in vergelijking met de situatie waarin toelating statistisch onafhankelijk is van de geschiktheid. Het rendement neemt toe naarmate de correlatie, de voorspellingswaarde van het criterium waarop wordt geselecteerd, hoger is. Het rendement neemt af naarmate de succesverhouding hoger is. Hoe meer succesvoller er zijn – hoe meer studenten slagen – des te minder zinvol is het om op een bepaald criterium te selecteren. Bij het stijgen van de selectieverhouding neemt het rendement af. (De invloed van de hoogte van de

^{*)} Correlatie tussen het eindexamen – cijfergemiddelde en het zakken respectievelijk slagen voor het eerste jaar tandheelkunde.

Grafiek I. De invloed van de hoogte van de correlatie, de selectie- en de succesverhouding op het rendement.



correlatie, de selectie- en de succesverhouding op het rendement wordt in grafiek I weergegeven.)

2. De invloed van de diverse toelatingsprocedures op het studierendement bij de Subfaculteit der Tandheelkunde R.U. Utrecht

Van de verschillende toelatingsprocedures worden eerst de principes in het kort besproken. Daarna volgt een meer cijfermatige en gedetailleerde benadering.

Intergrale loting

Bij deze werkwijze is de toelating statistisch onafhankelijk van de geschiktheid; het toeval beslist wie wel en wie niet wordt toegelaten tot de studie, waarop een studentenstop bestaat. Derhalve zal de verhouding tussen geschikten en ongeschikten zowel voor het totale aanbod als voor de groep toegelatenen en de groep afgewezenen hetzelfde zijn.

Pure selectie

Bij pure selectie probeert men 'de besten' uit een groep te selecteren. De selectie is gebaseerd op een bepaald criterium, bijvoorbeeld een testuitslag of middelbare schoolcijfers. Degenen met de hoogste score op de test worden toegelaten. Hoe hoger de voorspellingswaarde van de test, hoe meer juiste beslissingen er kunnen worden genomen. Hetzelfde geldt uiteraard ook voor de middelbare schoolcijfers; hoe hoger de correlatie tussen de middelbare schoolcijfers en het studieresultaat is, des te zinvoller is het op de cijfers van het middelbaar onderwijs te selecteren.

De 7 $\frac{1}{2}$ -regeling

Deze regeling was tot voor enkele jaren van kracht. Ieder die op het eindexamen een gemiddelde had van 7 $\frac{1}{2}$ of hoger werd direct toegelaten. Tussen degenen met een lager gemiddelde werd geloot. Derhalve kan de 7 $\frac{1}{2}$ -regeling worden opgevat als een combinatie van integraal loten en pure selectie. Pure selectie geldt voor de groep die een gemiddelde heeft dat groter of gelijk is aan 7 $\frac{1}{2}$ en loten voor de groep die een gemiddeld eindexamencijfer heeft dat lager is dan 7 $\frac{1}{2}$.

Gewogen loting

Gewogen loting gaat uit van het principe dat iemand met een hoger eindexamengemiddelde ook een grotere inlotingskans moet krijgen. Deze procedure wordt momenteel in Nederland gebruikt en dient ter vervanging van de oude 7 $\frac{1}{2}$ -regeling. Een van de punten van kritiek op de 7 $\frac{1}{2}$ -regeling was namelijk het rigoureuze karakter ervan; degenen met een gemiddelde van 7 $\frac{1}{2}$ of hoger waren voor 100% zeker dat ze zouden worden toegelaten, alle anderen hadden een kans die aanzienlijk lager lag. Gewogen loting wil die overgang geleidelijker doen verlopen. Er worden meer klassen ingevoerd, bijvoorbeeld een groep met een gemiddelde hoger of gelijk aan 8 $\frac{1}{2}$, een groep met een gemiddelde lager dan 8 $\frac{1}{2}$ maar groter of gelijk aan 8, enzovoort. In totaal bestaan bij de gewogen loting zes klassen, die door middel van wegingsfactoren een verschillende inlotingskans opleveren.

Berekening van het rendement van de diverse procedures

Vooraf

De invloed van de verschillende toelatingsprocedures op het rendement is afhankelijk van de gegevens met betrekking tot:

- de selectieverhouding, het totale aanbod studenten voor de tandheelkundige studie en de grootte van de groepen met een bepaald eindexamen-cijfergemiddelde;
- de succesverhouding;
- de correlatie tussen de eindexamencijfers en resultaten, behaald op de Subfaculteit der Tandheelkunde te Utrecht.

Ad a.

In deze beschouwing wordt steeds uitgegaan van een selectieverhouding van .80, met andere woorden, 80% van de studenten die zich aanmelden voor de tandheelkundige studie kan worden geplaatst. Het aantal studenten dat zich aanmeldt wordt gesteld op 410. Deze gegevens zijn ontleend aan de Memorie van Antwoord van minister Van Kemenade e.a., dd. 06-02-1975. De grootte van de groepen met een bepaald eindexamen-cijfergemiddelde, welke bij de gewogen loting ter sprake komt, is hier eveneens aan ontleend.

Ad b.

De succesverhouding wordt bij onderstaande berekeningen gesteld op .85. Uit een onderzoek van Steffanie (1975) is gebleken, dat het studierendement voor het C₁-examen Tandheelkunde bij de Subfaculteit Utrecht .85 bedraagt. Dit betekent dat 85% van de studenten één jaar na aanvang van de studie het C₁-examen heeft behaald en tevens de practica voldoende heeft gemaakt.

Ad c.

De toelatingsprocedures die hier worden besproken maken, met uitzondering van de integrale loting, gebruik van het gemiddeld eindexamencijfer als voorspellend criterium. Om te kunnen nagaan in hoeverre hierdoor het aantal 'zakkers' respectievelijk 'slagers' afneemt respectievelijk toeneemt, moet men weten wat het verband is tussen het eindexamencijfergemiddelde en het zakken respectievelijk slagen voor het C₁-examen. Hiertoe berekent men in de regel de zogenaamde tetrachorische correlatie-coëfficiënt. Bij deze maat bezit één van de twee variabelen die aan elkaar worden gecorreleerd slechts twee klassen, terwijl de andere min of meer continu is. In het onderhavige geval bezit de variabele studieresultaat slechts twee klassen, namelijk zakken of slagen voor het C₁-examen. De variabele eindexamencijfergemiddelde is in principe continu. Uit een onderzoek van de Afdeling Onderzoek en Ontwikkeling van Onderwijs van de Rijksuniversiteit Utrecht (1974) bleek, dat de tetrachorische

correlatie-coëfficiënt tussen gemiddeld eindexamencijfer en het zakken respectievelijk slagen voor het C₁-examen .23 bedroeg. Een student valt in dit onderzoek in de categorie 'geslaagden' wanneer hij met gunstig gevolg het propedeutisch in casu het C₁-examen heeft afgelegd op een tijdstip waarop 50% van de studenten van zijn generatie is geslaagd. In deze beschouwing wordt iemand 'geslaagd' genoemd wanneer hij voor de aanvang van het tweede studiejaar zowel voor theorie als voor praktijk voldoende werd bevonden. Een groot aantal studenten behaalt na het tijdstip door de Afdeling Onderzoek en Ontwikkeling van Onderwijs gesteld, maar vóór de aanvang van het nieuwe studiejaar het C₁-examen en de practica. Wanneer ook deze studenten als 'geslaagd' worden beschouwd wordt de correlatie van .23 lager. Hier wordt verder uitgegaan van een geschatte correlatie van .20. Deze schatting is waarschijnlijk nog aan de hoge kant. Dit is opzettelijk gedaan om het rendement van de diverse toelatingsprocedures dat, zoals in het hiernavolgende zal blijken, toch al aan de lage kant is in geen geval benadelen.

Tabel I. Integrale loting geïllustreerd aan een rekenvoorbeeld. De cijfers zijn ontleend aan hetgeen onder ad a, b en c beschreven is.

Gegeven:

totaal aanbod	410
selectieverhouding	.80
succesverhouding	.85

Totaal aangenomen 80% van 410 = 328

t.t. 85% van 328	= 279
t.o.t. 15% van 328	= 49
t.a. 15% van 82	= 12
t.o.a. 85% van 82	= 70

	geschikt	ongeschikt	
toegelaten	279	49	328
afgewezen	70	12	82
	349	61	410

t.t. + t.a. = 291
 % juiste beslissingen is $\frac{291}{410} \times 100\% = 70,98\%$

Pure selectie

Bij het hoger en wetenschappelijk onderwijs wordt geen pure selectie toegepast. Berekening van het rendement van deze selectiemethode is echter noodzakelijk om dat van andere toelatingsprocedures te kunnen beoordelen. De integrale loting en de 7¹/₂-regeling zijn immers tussenvormen van integrale loting en pure selectie. Voor de berekening van het aantal terecht toegelatenen hebben H. C. Taylor en J. T.

Russell (1939) tabellen samengesteld. Deze tabellen geven antwoord op de vraag: indien een bepaald percentage van het totale aanbod als succesvol kan worden beschouwd (hetgeen een empirisch gegeven is) en wanneer een bepaalde proportie van het totale aanbod wordt toegelaten, hoe groot is dan de proportie succesvollen die worden toegelaten op basis van een criterium met een bepaalde voorspellende waarde?

In deze tabellen wordt de voorspellende waarde of predictieve validiteit van een criterium of test uitgedrukt in een tetrachorische correlatie-coëfficiënt.

Tabel II. Pure selectie.

Gegeven:

totaal aanbod	410
selectieverhouding	.80
succesverhouding	.85
r	.20

Totaal wordt aangenomen 80% van 410 = 328 t.t. is dan volgens de tabellen 86,5% van het totaal dat wordt aangenomen.
 t.t. 86,6% van 328 = 284
 t.o.t. 13,5% van 328 = 44
 t.o.a.: het totaal aantal geschikten is 85% van 410 = 349. Van dit totaal aantal geschikten zijn 284 toegelaten. Afgewezen worden 349 - 284 = 65.
 t.a.: het totaal aantal afgewezenen is 410 - 328 = 82; daarvan zijn geschikt 65; ongeschikt zijn 82 - 65 = 17.

	geschikt	ongeschikt	
toegelaten	284	44	328
afgewezen	65	17	82
	349	61	410

t.t. + t.a. = 301
 % juiste beslissingen is $\frac{301}{410} \times 100\% = 73,41\%$

De winst van pure selectie op integraal loten is dus 2,43% (zie tabel I en II), d.w.z. wanneer alleen diegenen met de hoogste eindexamencijfers worden toegelaten is de winst op integrale loting maximaal 2,43%. (Bij een correlatie van .40 zou die winst geweest zijn: $2 \cdot q(p_2 - p_1) = 2 \times .80(.89 - .85) = .064 = 6,4\%$, zie bijlage 2.)

Deze winst heeft betrekking op het totale studentenaanbod, dus: t.t. + t.o.t. + t.a. + t.o.a.. Degenen die niet werden aangenomen zijn dus ook betrokken bij de berekening van dit percentage. Wordt alleen gekeken naar de winst die dit oplevert voor de betreffende onderwijsinstelling dan is deze zelfs nog kleiner.

Rendement integrale loting:

$$\frac{\text{t.t.}}{\text{t.t.} + \text{t.o.t.}} = \frac{279}{328} \times 100\% = 85,06\%$$

Rendement pure selectie:

$$\frac{\text{t.t.}}{\text{t.t.} + \text{t.o.t.}} = \frac{284}{328} \times 100\% = 86,66\%$$

De winst behaald door gebruik te maken van pure selectie in plaats van integrale loting is dan ongeveer 1¹/₂%.

De 7¹/₂-regeling

Zoals reeds eerder werd gesteld is de 7¹/₂-regeling een combinatie van integraal loten en pure selectie. De winst die door pure selectie wordt behaald op integraal loten is - zoals hierboven bleek - maximaal 2,43% bij een r van .20. De winst van de 7¹/₂-regeling op integraal loten ligt respectievelijk tussen 0,00% en 2,43% voor wat betreft het rendement voor het totale aanbod en tussen 0,00% en 1,5% voor wat betreft de onderwijsinstelling. De groep die 7¹/₂ of hoger heeft krijgt het voordeel van pure selectie. Integrale loting vindt plaats voor de groep met een lager gemiddelde. Bij een aanbod van 410 studenten is het aantal studenten met een gemiddelde groter of gelijk aan 7¹/₂ ongeveer 43. Verder mag worden verondersteld dat de succesverhouding hierbij iets hoger ligt, bijvoorbeeld .90. Dit zal ook gevolgen hebben voor de groep met een gemiddelde dat lager is dan 7¹/₂. De succesverhouding voor deze groep (die ongeveer 9/10 van het totale aanbod is) kan worden gesteld op 84,5.

De winst van de 7¹/₂-regeling op integraal loten voor het totale aanbod is 71,46% - 70,98% = 0,48%.

Wordt bij de berekening van het percentage alleen naar de onderwijsinstelling gekeken, dan is de winst 0,3%.

$$\frac{\text{t.t.}}{\text{t.t.} + \text{t.o.t.}} = \frac{280}{328} \times 100\% = 85,36\%$$

Vergeleken met integrale loting is dit dus een verbetering van 85,36% - 85,06% = 0,3%.

Gewogen loting

Bij gewogen loting krijgt men een grotere inlotingskans naarmate men een hoger eindexamengemiddelde heeft. Dit gebeurt door middel van het toekennen van wegingsfactoren. Hoe hoger de wegingsfactor hoe groter - in principe - de kans te worden toegelaten.

Het begrip wegingsfactor is geen vaststaand begrip: interpretatie en uitwerking ervan zijn op vele manieren mogelijk. De door het Centraal Bureau Aanmelding en Plaatsing (C.B.A.P.) gebruikte procedure is dus niet de enig denkbare. Een maatstaf voor de 'juistheid' van een bepaalde me-

Tabel III. De 7½-regeling.

Gegeven:	
totaal aanbod	410
selectieverhouding	.80
succesverhouding	.90 voor $x \geq 7\frac{1}{2}$
succesverhouding	.845 voor $x < 7\frac{1}{2}$
r	.20

Totaal wordt aangenomen 80% van 410 = 328

voor $x \geq 7\frac{1}{2}$ geldt

t.t. 90% van 43 = 39

t.o.t. 10% van 43 = 4

Resteert 328 - 43 = 285 plaatsen

410 - 43 = 367 gegadigden

voor $x < 7\frac{1}{2}$ geldt

t.t. 84,5% van 285 = 241

t.o.t. 15,5% van 285 = 44

t.o.a. 84,5% van 82 = 69

(367 - 285 = 82)

t.a. 15,5% van 82 = 13

Totaal t.t. 241 + 39 = 280

t.o.t. 44 + 4 = 48

t.o.a. 69 + 0 = 69

t.a. 13 + 0 = 13

	geschikt	ongeschikt	
toegelaten	280	48	328
afgewezen	69	13	82
	349	61	410

t.t. + t.a. = 280 + 13 = 293

% juiste beslissingen:

$$\frac{293}{410} \times 100\% = 71,46\%$$

thode voor gewogen loting is er niet. Er mag natuurlijk wél van worden verwacht dat de inlotingskansen geleidelijker verlopen; aan deze verwachting ontleent de procedure van gewogen loting immers haar bestaansrecht. (Gewogen loting dient als vervanging van de 7½-regeling, waarvan het karakter te rigoreus bevonden werd.) In de Memorie van Antwoord betreffende 'Verlenging en Wijziging Machtigingswet Inschrijving Studenten', d.d. 6-2-1975, worden enkele op empirische gegevens berustende cijfervoorbeelden gegeven met betrekking tot het aantal aspirant-studenten dat zich aanmeldt, het totaal dat geplaatst kan worden en de grootte van de groepen met een bepaald eindexamencijfergemiddelde. Het hieronder gegeven voorbeeld berust op voornoemde publikatie. De procedure kan als volgt worden weergegeven. Iedere student krijgt een aantal briefjes met zijn naam erop; dit aantal komt overeen met de wegingsfactor van de groep waartoe hij behoort. Om dit te bewerkstelligen worden van de wegingsfactoren (WF1) gehele getallen gemaakt (WF2) (zie hierna). De WF2 wordt vermenigvuldigd met het aantal gegadigden in een bepaalde categorie (AG1), dit product

Tabel IV. Gewogen loting.

X = eindexamencijfers	WF1	WF2 × AG1 = AG2 (= WF1 × 60)	toegel.	inl. kans
$X \geq 8\frac{1}{2}$	2,00	120 × 7 = 840	7	100%
$8 \leq X < 8\frac{1}{2}$	1,50	90 × 9 = 810	9	100%
$7\frac{1}{2} \leq X < 8$	1,25	75 × 27 = 2025	27	100%
$7 \leq X < 7\frac{1}{2}$	1,00	60 × 51 = 3060	51	100%
$6\frac{1}{2} \leq X < 7$	0,80	48 × 116 = 5568	95	81,9%
$X < 6\frac{1}{2}$	0,67	40 × 200 = 8000	137	68,5%

inlotingskans $X \geq 7 = 100\%$

inlotingskans $X < 7 =$

$$\frac{95 + 137}{116 + 200} \times 100\% = 73,4\%$$

WF1 = wegingsfactor zoals bepaald door het ministerie.

WF2 = wegingsfactor waarvan hele getallen zijn gemaakt.

AG1 = aantal gegadigden dat in iedere groep zit met een bepaald eindexamengemiddelde.

AG 2 = WF2 × AG1.

Totaal kunnen worden toegelaten 326 studenten.

Van de groep $X \geq 8\frac{1}{2}$ kunnen worden toegelaten:

$$\frac{AG2 \times \text{het totale aantal dat kan worden toegelaten}}{\text{totaal AG2}} = \frac{840 \times 326}{20303} = 13,48;$$

van deze groep worden allen toegelaten. De 6 plaatsen die teveel aan deze groep zijn toegewezen, komen ten goede aan de overige groepen.

$$8 \leq X < 8\frac{1}{2}: \frac{AG2 \times (\text{totaal toegelaten} - \text{toegelaten } X \geq 8\frac{1}{2})}{\text{totaal AG2} - AG2 \text{ van groep } X \geq 8\frac{1}{2}} = \frac{810 \times (326 - 7)}{20303 - 840} = 13,27 \text{ (toegelaten 9)}$$

$$7\frac{1}{2} \leq X < 8: \frac{2025 \times (319 - 9)}{19463 - 810} = 33,65 \text{ (toegelaten 27)}$$

$$7 \leq X < 7\frac{1}{2}: \frac{3060 \times (310 - 27)}{18653 - 2025} = 52,07 \text{ (toegelaten 51)}$$

$$6\frac{1}{2} \leq X < 7: \frac{5568 \times (283 - 51)}{16628 - 3060} = 95 \text{ (toegelaten 95)}$$

$$X < 6\frac{1}{2}: \frac{8000 \times (232 - 95)}{13568 - 5568} = 137 \text{ (toegelaten 137)}$$

wordt hier AG2 genoemd. AG2 geeft dus het totaal aantal briefjes binnen een bepaalde categorie weer. De groep bijv. met een eindexamengemiddelde $7 \leq X < 7\frac{1}{2}$ bestaat uit 51 aspirant-studenten, die elk vertegenwoordigd worden door 60 briefjes; AG2 is derhalve 3060. Wordt nu een briefje getrokken van iemand uit de groep $7 \leq X < 7\frac{1}{2}$ dan ligt het voor de hand dat de andere 59 briefjes met identieke namen ook worden verwijderd: niemand heeft er immers baat bij meer dan één keer te worden gekozen. Dit gebeurt echter niet bij de procedure die het C.B.A.P. volgt. In feite wordt zelfs dat ene briefje ook weer teruggelegd: m.a.w. er is sprake van steekproeftrekking met teruglegging. Er kan niet geconcludeerd worden dat deze werkwijze fout is; statistisch gezien is er niets op aan te merken. Gebruikelijk is zij in een dergelijk geval niet. De steekproeftrekking met teruglegging gebeurt via een theoretische kansberekening.

Voorbeeld:

De groep met een gemiddeld eindexamen-

cijfer $X \geq 8\frac{1}{2}$ heeft een WF1 van 2; deze groep bestaat uit 7 aspirant-studenten (AG1). Iedere student wordt vertegenwoordigd met 120 briefjes met zijn naam erop (WF2). AG2 bedraagt dus 840. Er zijn 326 plaatsen, ten behoeve van de groep met $X \geq 8\frac{1}{2}$ zullen theoretisch gezien

$$\frac{840}{20303} \times 326 = 13,48 \text{ briefjes worden}$$

getrokken.

De gehele groep bestaat echter maar uit 7 aspirant-studenten. Een gevolg van deze berekeningswijze is dat er feitelijk kansen ontstaan die groter zijn dan 1. Deze kansen worden dan beschouwd als gelijk aan 1, m.a.w. iedere persoon uit de betreffende groep wordt toegelaten, de overige 6 plaatsen worden toegekend aan de andere groepen. De gehele procedure kan het best worden toegelicht aan de hand van een voorbeeld (zie tabel IV).

De winst van gewogen loting op integrale loting bedraagt respectievelijk maximaal 2,43% voor het totale aanbod en maximaal 1½% voor de onderwijsinstelling. Exacte berekening van deze winst is onmogelijk op basis van de beschikbare gegevens. Er zouden dan correlaties tussen middelbare schoolcijfers en de cijfers behaald op de subfaculteit te Utrecht berekend moeten worden voor de afzonderlijke groepen. De meeste groepen zijn echter zo klein dat er geen betrouwbare gegevens uit te verkrijgen zijn. De winst van gewogen loting op integrale loting zal, gezien de hoge selectie- en succesverhouding en de lage correlatie, voor het totale aanbod niet hoger zijn dan 1%.

De werkwijze van het C.B.A.P. ten aanzien van gewogen loting heeft een aantal 'zwakke punten' namelijk:

1. De vier groepen met de hoogste eindexamengemiddelden hebben feitelijk een inlotingskans die groter is dan 1.
2. Het C.B.A.P. behandelt deze kansen als gelijk aan 1.
3. Bij de 7½-regeling wordt iedereen die gemiddeld 7½ of hoger heeft direct toegelaten. De gewogen loting laat, voor de tandheelkundige studie, aspirant-studenten met een gemiddelde groter of gelijk aan 7 direct toe. Dit betekent dat de kritiek die er op de 7½-regeling werd geleverd in sterkere mate voor de procedure van de gewogen loting geldt.
4. Opvallend is ook het verschil tussen de wegingsfactoren en de inlotingskansen. De verhouding tussen de eerstgenoemden komt absoluut niet overeen met die tussen de inlotingskansen.
5. De hier gebruikte procedure, waarin begonnen wordt met de berekening van de inlotingskans van de groep met het hoogste eindexamencijfergemiddelde en waarna men vervolgens de inlotingskans van de groepen met een lager eindexamengemiddelde berekent, werkt in het voordeel van de groepen met de hogere gemiddelden. Begint men namelijk met de berekening van de inlotingskans van de groep met het laagste gemiddelde, dan worden hieraan meer plaatsen toegekend. Met andere woorden de kans die iemand heeft om in te loten is mede afhankelijk van de volgorde waarin de kansen voor de diverse groepen worden berekend (tabel IV en V).

Het heeft er alle schijn van, wanneer men kijkt naar deze 'zwakke punten', dat de beslissing om de gewogen loting in te voeren een politieke schijnoplossing is geweest om de kritiek die op de 7½-regeling werd uitgeoefend te ondervangen. De procedure werd namelijk ingevoerd om de inlotingskansen geleidelijker te doen verlopen; niets is echter minder waar.

Bovengenoemde 'zwakke punten' kunnen gedeeltelijk ondervangen worden door ge-

Tabel V. De verschillen in inlotingskans ten gevolge van de volgorde waarin deze worden berekend (vergelijk tabel IV).

X = eindexamencijfers		WF1	WF2 × AG1 = AG2 (= WF1 × 60)	toegel.	inl. kans
	X < 6½	0,67	40 × 200 = 8000	144*)	72 %
6½ ≤	X < 7	0,80	48 × 116 = 5568	90	77,6%
7 ≤	X < 7½	1,00	60 × 51 = 3060	49	96,1%
7½ ≤	X < 8	1,25	75 × 27 = 2025	27	100 %
8 ≤	X < 8½	1,50	90 × 9 = 810	9	100 %
	X ≥ 8½	2,00	120 × 7 = 840	7	100 %

inlotingskans X ≥ 7½ = 100 %
inlotingskans X < 7½ = 77,1%

*) In eerste instantie worden er in de categorie met een eindexamencijfer lager dan 6½ 128 studenten ingeloot. Wanneer de procedure eenmaal doorlopen is blijven er echter 16 plaatsen over. Deze komen ten goede aan de groep met het laagste eindexamencijfergemiddelde omdat daar opnieuw begonnen wordt met de procedure. Dit brengt het totaal aantal toegelaten studenten in deze groep op 144.

bruik te maken van steekproeftrekking zonder teruglegging. Dit houdt in dat wanneer een kaartje van een bepaalde aspirant-student is getrokken tevens de overige kaartjes van de betreffende worden verwijderd. Deze werkwijze dient door een computer vele malen gesimuleerd te worden waarna een gemiddelde van de simulaties kan worden genomen. Door Wilbrink (1975) is deze simulatieprocedure beschreven. Bij een selectieverhouding van 0,8333 en 5 maal 999 gesimuleerde lotingen ontstaan de volgende gemiddelde inlotingskansen.

wegingsfactor	inlotingskans
2,00	0,987
1,50	0,964
1,25	0,931
1,00	0,886
0,80	0,821
0,67	0,760

Men ziet hier dat het verschil in de verhoudingen tussen de wegingsfactoren en de inlotingskansen enigszins is gereduceerd.

3. Slotbeschouwing

Uitgaande van een totaal aanbod van 410 aspirant-studenten, een selectieverhouding van 0,80, een succesverhouding van 0,85 en een tetrachorische correlatie van .20, levert pure selectie een voordeel op van 2,43% voor het totale aanbod studenten en van 1½% voor de onderwijsinstelling i.c. de Subfaculteit der Tandheelkunde van de rijksuniversiteit Utrecht, dit vergeleken met de integrale loting.

De winst van de 7½-regeling op integraal loten is 0,48%, voor de gewogen loting bedraagt hij hooguit 1%. Beide percentages gelden voor het totale aanbod van aspirant-studenten, voor de Subfaculteit is de rendementsverhoging die bereikt wordt door gebruik te maken van een van deze

procedures nog lager. Deze percentages zijn overigens alle gemakshalve in honderdsten berekend, hetgeen een nauwkeurigheid suggereert die er in feite niet is.

De door het C.B.A.P. gebruikte procedure van gewogen loting is beslist niet de enig denkbare. Er is - zoals bleek - kritiek op te leveren. Een werkwijze die de verhouding tussen wegingsfactoren en inlotingskansen iets beter tot hun recht doet komen is die, welke is voorgesteld door Wilbrink.

De vraag rijst of het gerechtvaardigd is op eindexamencijfers te selecteren. Afgezien van de nauwelijks aantoonbare voordelen die deze procedures in het algemeen opleveren, geldt voor de gewogen loting bovendien, dat deze een 'eerlijkere' inlotingskans suggereert, terwijl het tegendeel waar is. Dit bedenkende is het ons inziens vooralsnog beter af te zien van toelatingsprocedures waarbij het eindexamencijfergemiddelde wordt gehanteerd als selectiecriteria. Er zijn in principe nog twee andere mogelijkheden om de toelating te regelen:

1. Toelating op basis van een selectietest. Deze test dient dan duidelijk op de aard van de tandheelkundige studie te zijn gericht. Veel perspectief biedt deze mogelijkheid echter niet, omdat de predictieve validiteit van een dergelijke test extreem hoog moet zijn gezien de hoge selectie- en succesverhoudingen die gelden voor de tandheelkundige studie in Utrecht.

2. Integrale loting. Deze procedure verdient ons inziens vooralsnog de voorkeur voor wat betreft de toelating tot de Subfaculteit Tandheelkunde te Utrecht. De rendementsverhoging die bereikt wordt door gebruik te maken van eindexamencijfergemiddelden als selectiecriteria is zo gering dat het ons inziens niet verantwoord is de toekomstplanning van aspirant-studenten afhankelijk te stellen van

een dergelijk vrijwel zinloos criterium. Tot slot zij hier nog opgemerkt dat de grootst mogelijke voorzichtigheid in acht moet worden genomen bij eventuele generalisatie van onze bevindingen naar andere Subfaculteiten Tandheelkunde, omdat de succesverhouding van 0,85 en de tetrachorische correlatie van .20 specifiek zijn voor de Utrechtse Subfaculteit. Voor andere Subfaculteiten Tandheelkunde kunnen andere gegevens gelden.

Summary:

Title: The influence of several procedures of entry on the study-output of the Utrecht Dental Subfaculty.

In this article we examined the influence of various procedures of entry on the study-output at the dental subfaculty in Utrecht. Integral drawing of lots, pure selection, the '7^{1/2}-arrangement' and weighed drawing of lots are discussed. Considering the high selection and success relation which hold good for the subfaculty and the relatively low correlation between the final examination figures and study-results as yet integral drawing of lots is preferred.

Literatuur:

1. Everwijn, S. E. M. e.a. (1974): Rendement van een toelatingsselectie. Onderzoek en Ontwikkeling van Onderwijs Nr. 22, Utrecht.
2. Kemenade, J. van, e.a. (1975): Memorie van antwoord betreffende Verlenging en wijziging Machtigingswet inschrijving studenten. Den Haag, 06-02-1975.

Bijlage:

Formules gebruikt bij de diverse berekeningen.

Integrale loting:

succesverhouding	= p1	t.t.	= p1.q.n
totaal aanbod	= n	t.o.t.	= (1 - p1)q.n
selectieverhouding	= q	t.o.a.	= (1 - q)p1.n
toegelaten	= q.n	t.a.	= (1 - q)(1 - p1)n
niet toegelaten	= (1-q)n		

Pure selectie:

succesverhouding	= p1	t.t.	= p2.q.n
succesverhouding	= p2*	t.o.t.	= (1 - p2)q.n
totaal aanbod	= n	t.o.a.	= (p1 - p2.q)n
selectieverhouding	= q	t.a.	= (1 + p2.q - p1 - q)n
toegelaten	= q.n		
niet toegelaten	= (1 - q)n		

Rendement van de procedures voor het totale aanbod studenten:

Bij integrale loting: t.t. + t.a. = (2p1.q - p1 - q + 1)n

Bij pure selectie: t.t. + t.a. = (2p2.q - p1 - q + 1)n

Het verschil in rendement tussen pure selectie en integrale loting bedraagt: 2q(p2 - p1)n

*1 De p2 is afhankelijk van de predictieve validiteit van het criterium waarop geselecteerd wordt.

3. Steffanie, G. A. (1975): Overzicht van studieduur en numeriek rendement van drie studentengeneraties tandheelkunde. Ned Tijdschr Tandheelk 293 - 298.
4. Taylor, H. C., Russell (1939): The relationship of validity coefficients to the practical effectiveness of tests in selection: discussion and tables. J Applied Psychol 565 - 578.
5. Vermaat e.a. (1975): Gewijzigd amende-

ment van het lid Vermaat c.s. ter vervanging van dat gedrukt onder nr. 23, Den Haag, 19-03-1975.

6. Wilbrink, B. (1975): Overzicht van de selectieproblematiek bij de numerus fixus regelingen, deel I. Concept voor een rapport, Amsterdam.

Maart 1977.

Sorbonnelaan 16,
Utrecht.

BLADVULLING

UIT DE NEDERLANDSCHE STAATSCOURANT VAN 27 JUNI 1877,
HERSTEL 1977

VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIËNE

College ter beoordeling van verpakte geneesmiddelen

Inschrijving verpakte geneesmiddelen

Het College ter beoordeling van verpakte geneesmiddelen heeft in het Register van verpakte geneesmiddelen ingeschreven:

Naam, vorm, nummer	Samenstelling	Datum van	Registratiehouder inschrijving
KOH-I-NOOR kiespijnwatjes RVG 07415	per watje: eugenolum 17 mg	16-5-1977	Vadebro, Hilversum