

De bepaling van gemiddelde voorbereidingstijden voor tentamens en practica

Citation for published version (APA):

Meuwese, W. A. T., & Crombag, H. (1964). *De bepaling van gemiddelde voorbereidingstijden voor tentamens en practica*. (TH Eindhoven. Onderafd. Wijsbegeerte en Maatschappijwetenschappen. Onderwijsresearch : rapport; Vol. 6). Technische Hogeschool Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1964

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

De bepaling van gemiddelde voorbereidingstijden
voor tentamens en practica

W. Meuwese

H. Crombag

De bepaling van gemiddelde voorbereidingstijden
voor tentamens en practica¹⁾

W. Meuwese en H. Crombag

Om tot een optimale organisatie van studie- en tentamenprogramma's te komen, moet rekening worden gehouden met de tijd, die de groep van studenten aan wie onderwijs gegeven wordt nodig heeft om zich de stof eigen te maken. De totale studietijd, die een groep studenten nodig heeft om een programma af te werken, is de som van een aantal voorbereidingstijden, één voor elk onderdeel van het programma. Onder de "voorbereidingstijd" van een vak of onderdeel wordt verstaan de studietijd, die een student in totaal nodig heeft om voor het tentamen in dat vak of onderdeel te slagen. In het algemeen zal deze tijd bestaan uit tijd voor college- en practicumbezoek en zelfstudie.

Meestal worden deze voorbereidingstijden geschat door de docenten. Zij gaan hierbij waarschijnlijk uit van hun ervaringen met studenten, van een beeld van "de gemiddelde student" en eventueel ook van hun opvatting over "wat een student moet kunnen". Deze schattingen zijn uiteraard intuïtief, en kunnen aanzienlijk van de werkelijkheid afwijken.

Reële informatie over voorbereidingstijden die studenten nodig hebben, kunnen alleen van studenten worden verkregen. Het antwoord van een student op de vraag "Hoe lang hebt U zich voor tentamen X voorbereid?" zal echter niet zonder meer te vertrouwen zijn. Het antwoord "y uren", of "z weken" is een antwoord in termen van subjectieve tijden. De student geeft in het gunstigste geval een opgave van de tijd die hij nodig heeft gehad, zoals hij die heeft ervaren.

Het verband tussen de grootte van deze subjectieve tijdsduur en de werkelijke voorbereidingstijd is echter onbekend, en waarschijnlijk niet eenvoudig. Bovendien zullen de oordelen openstaan voor foutenbronnen als overdrijvings- of onderschattingstendenties, bewust of onbewust "opsieren" van de gegevens, e.d.

Een oplossing van dit probleem kan wellicht gevonden worden, door de opdracht aan de student aanzienlijk te vereenvoudigen. Een dergelijke vereenvoudiging wordt gevonden in de methode van de "paarsgewijze" vergelijkingen²⁾. De student worden twee stimuli aangeboden, het oordeel dat de student moet uitspreken is: welk van de twee stimuli is het grootste, meeste, zwaarste (e.d.);

1) Onderzoek, uitgevoerd in opdracht van de Afd. Chemische Technologie (Prof. ir. J. Hoogland) met medewerking van een enquêtecommissie uit de Studievereniging Jan Pieter Minckelers (J.M.H. Daemen, F.J. van de Meerakker, J.J.M. Thijssen).

2) Eerder toegepast door E.E.Ch.I. Roskam op de Afd. Natuurkunde.

op een psychologische dimensie. In het geval van de tijdschattingen wordt dit dus: "Welk van elk paar vakken (practica, onderdelen) heeft U het meeste tijd gekost aan voorbereiding voor het tentamen?"

Gegevens als deze kunnen worden geanalyseerd met behulp van een door o.a. Thurstone (1927) uitgewerkt model (zie Appendix A).

De relatie tussen schaalwaarde en tijdsduur

Een schaalprocedure, gebaseerd op het in Appendix A beschreven model, levert schaalwaarden op, die een subjectieve tijdsschaal vormen. Uit deze subjectieve schaal kan de objectieve tijdsduur worden gereconstrueerd met de transformatie:

$$\log t_i = a s_i + b$$

waarin t_i is de objectieve tijdsduur van stimulus i , s_i de schaalwaarde van i , en a en b onbekende parameters.

Deze relatie tussen objectieve tijdsduur en subjectieve schatting op grond van het model van de paarsgewijze vergelijkingen is herhaaldelijk vastgesteld (o.a. Stevens, 1957).

In de literatuur wordt deze relatie slechts vermeld voor zeer korte tijdsduren. Aan de Technische Hogeschool Eindhoven is een onderzoek uitgevoerd naar de tijdsduur van practicumproeven in een natuurkundepracticum (Kruithof, Roskam en Ubbink, ongepubliceerd). Van een deel van de proeven was de objectieve tijd bekend. In dit onderzoek bleek bovenstaande vergelijking ook redelijk goed op te gaan. Het is dus aannemelijk, dat deze relatie geldt voor een groot gebied van tijdsduren.

In een onderzoek naar de voorbereidingstijden van tentamenvakken met behulp van deze methode kan voor elk vak een schaalwaarde s_i worden berekend. Om ook de parameters a en b te kunnen schatten, moeten in het onderzoek tenminste twee vakken worden opgenomen, waarvoor de objectieve tijd t_i bekend is (de "ijkpunten").

Methode

Vier lijsten werden samengesteld voor alle paren van (a) tentamens voor het P-examen, (b) tentamens voor het K-examen, (c) practica voor het K-examen, en (d) verplichte tentamens en practica voor het I-examen. De volgorde van paren en de plaatsing van elk alternatief in elk paar (links of rechts) werd vastgesteld volgens toeval.

De lijsten van opgenomen vakken zijn te vinden in Appendix B, een voorbeeld

van het antwoordformulier in Appendix C. In elke lijst werden twee of drie ijkpunten opgenomen. Als ijkpunten werden gekozen de tijden, nodig voor het uitsluitend bijwonen van enkele colleges en practica, waarvan gebleken is dat vrijwel alle studenten ze regelmatig volgen.

De instructie luidde, aan te geven welke van de twee vakken in een paar het meeste tijd had gekost aan voorbereiding, d.i. college- of practicumbezoek plus zelfstudie. Als een vak nog niet was voltooid, of als de respondent het langer dan twee jaar geleden had voltooid, werd gevraagd het door te strepen. Bij de ijkpunten was uitdrukkelijk vermeld dat het slechts ging om de tijd besteed aan het bijwonen van het betreffende college of practicum.

De verzameling van gegevens is verzorgd door de Studievereniging Jan Pieter Minckelers. Aan alle studenten in de Chemische Technologie werden formulieren verstuurd volgens het schema:

<u>Groep</u>	<u>Lijst</u>
1. Studenten, die hun P-examen nog niet hebben, of korter dan 1 jaar hebben	De lijst van P-tentamens (de P-lijst).
2. Studenten, die hun P-examen meer dan 1, maar minder dan 2 jaar geleden hebben gehaald.	De P-lijst en de lijsten van K-tentamens en practica (de K-lijsten).
3. Studenten, die hun K-examen minder dan 1 jaar geleden, en/of hun P-examen meer dan 2 jaar geleden hebben gehaald.	De K-lijsten.
4. Studenten, die hun K-examen meer dan 1 jaar maar minder dan 2 jaar geleden hebben gehaald.	De K-lijsten en de lijst van I-tentamens en practica (de I-lijst).
5. Studenten, die hun K-examen meer dan 2 jaar geleden hebben gehaald.	De I-lijst.

Ongeveer een derde van de verzonden formulieren werden ingevuld terugontvangen. Na eliminatie van onverwerkbaar formulieren bleven over voor analyse:

77 P-lijsten
60 K-lijsten
33 I-lijsten

De representativiteit van deze steekproef met betrekking tot het totaal aantal in aanmerking komende studenten is onbekend. De analyseresultaten moeten dus voorzichtig worden geïnterpreteerd.

Analyse

De analyse werd uitgevoerd volgens het rekenschema van Torgerson (1960). De resultaten zijn vermeld in de tabellen 1 t/m 4.

Deze tabellen bevatten: (a) s_i : de schaalwaarden voor de stimuli volgens de analyse, (b) t_i : de schattingen van de objectieve voorbereidingstijden uit de schaalwaarden met behulp van onderstaande transformatieformules, (c) t_g : het aantal uren, dat in het betreffende vak college, resp. practicum, wordt gegeven, en (d) $\frac{t_i - t_g}{t_g}$: het aantal uren dat studenten gemiddeld per gegeven college resp. practicum-uur aan voorbereiding, uitwerking e.d. besteden.

Voor de berekening van t_g is een semester op 13 weken gesteld³⁾, een practicummiddag op $3\frac{1}{2}$ uur.

De ratio $\frac{t_i - t_g}{t_g}$ geeft een schatting van de "relatieve belasting" van een vak.

Tabel 1

Tentamens voor het P-examen

	schaal- waarde	voorb. tijd	tijd vgl. gids	relatieve belasting
Inl. chemische industrie	0,100	28	13	1,15
Inl. algemene chemie I	1,469	70	52	0,35
Inl. algemene chemie II	1,418	68	52	0,31
Mechanische en thermische versch. I	1,861	91	26	2,50
Mechanische en thermische versch. II	2,798	170	26	5,54
Wiskunde I	2,237	117	78	0,50
Wiskunde II	2,888	181	78	1,32

3) Dit is het najaarssemester. Het voorjaarssemester duurt 15 weken.

Correctie van de uitkomsten voor een semesterduur van 15 weken wijzigt het beeld niet noemenswaard.

Tabel 2

Tentamens voor het K-examen

	schaal- waarde	voorb. tijd	tijd vgl. gids	relatieve belasting
Inleiding proceskunde	0,741	30	13	1,31
Economie	0,446	23	26	-0,12
Organisatieleer	-0,052	14	26	-0,46
Sociologie en psychologie	0,343	21	26	-0,19
Atoom- en kernfysica	1,285	51	26	0,96
Instrumentele analyse	0,627	27	26	0,04
Eigenschappen vaste stof	1,526	65	26	1,50
Anorganische chemie	1,707	77	26	1,96
Technische metingen	1,938	96	26	2,69
Stromingsleer I	2,790	220	26	7,46
Algemene natuurkunde	2,140	117	39	2,00
Organische chemie	2,278	134	52	1,58
Fysische chemie Ia + Ib	2,628	188	52	2,62
Fysische chemie II	2,665	195	52	2,75
Wiskunde IIIb	2,436	156	52	2,00
Wiskunde IIIa	2,782	218	52	3,19

Tabel 3

Practica voor het K-examen

	schaal- waarde	voorb. tijd	tijd vgl. gids	relatieve belasting
Meten en regelen	0,890	84	22	2,82
Werktuigkundig tekenen	0,674	68	33	1,06
Natuurkunde	1,350	131	87	0,50
Anorganische chemie	2,038	255	210	0,21
Organische chemie	3,533	1000	210	3,76
Fysische chemie	2,998	644	210	2,07
Fysische analyse	2,202	298	210	0,42

Tabel 4

Kernvakken voor het I-examen

	schaal- waarde	voorb. tijd	tijd vgl. gids	relatieve belasting
Practicum stromingsleer	0,877	41	-15	-1,73
Practicum materiaalkunde	0,000	16	52	-0,69
Chemische industrie	0,238	20	13	0,54
Constructie elementen	0,671	34	26	0,31
Chemische proceskunde	1,550	85	39	1,18
Proceskunde A + B	2,539	247	52	3,75
Practicum chemische proceskunde	2,720	301	210	0,43
Practicum fysische proceskunde	3,598	778	245	2,18

De transformatieformules werden, grafisch bepaald, als volgt:

Voor de P-tentamens: $\log t_i = 0,29 s_i + 1,42$

Voor de K-tentamens: $\log t_i = 0,42 s_i + 1,17$

Voor de K-practica: $\log t_i = 0,42 s_i + 1,55$

Voor de I-vakken: $\log t_i = 0,47 s_i + 1,20$

De gegevens in de tabellen spreken voor zichzelf. Verwerking van de gegevens en besluitvorming op grond van de gegevens is een zaak van de afdeling.

Discussie

De tijdschattingen, die op de in dit rapport beschreven manier worden verkregen, moeten met voorbehoud worden gehanteerd. De analyse berust immers op een aantal veronderstellingen, die niet noodzakelijk alle houdbaar zijn.

De veronderstelling, dat de discriminatie-spreidingen⁴⁾ van alle stimuli constant zijn, is in het algemeen slechts bij benadering houdbaar (Stevens, 1957). Als de empirische gegevens niet aan deze veronderstelling voldoen, brengt dit fouten in de schatting van de schaalwaarden, en dus in de tijdschattingen, teweeg. Deze fouten zijn echter pas aanzienlijk bij grote t_i -waarden.

4) Zie Appendix A.

De veronderstelling dat $\log t_i = a s_i + b$ is ook in dit onderzoek bruikbaar gebleken. In die gevallen waarin drie ijkpunten werden gebruikt, bleek het verband redelijk goed op te gaan. De afwijking van het verband bleek het grootst te zijn bij grote t_i -waarden, een verschijnsel, dat ook reeds door Kruihof en Ubbink werd opgemerkt. Als gevolg hiervan kan worden aangenomen, dat grote t_i -waarden (bijvoorbeeld > 200 uur) systematisch zijn overschat. De grootte van deze afwijking is onbekend, maar zou geschat kunnen worden door een of meer ijkpunten aan de hoge kant van de schaal in te voeren.

Samenvattend kan geconcludeerd worden, dat: (a) als de geschatte tijd hoog is, de tijd in werkelijkheid zeker lager is, en (b) dat meer waarde kan worden gehecht aan de onderlinge relaties van de uitkomsten dan aan de absolute grootten.

In het voorgaande is steeds verondersteld, dat de methode van de paarsgewijze vergelijkingen schaalwaarden voor subjectieve tijdsduur zou opleveren. Deze veronderstelling wordt door Stevens (1957, 1960) bestreden. Dat de methode niet een valide psychologische schaal zou opleveren, is echter niet relevant voor de methode. Het is immers de bedoeling de fysische tijdsduren te reconstrueren. De enige veronderstelling die daarbij gebruikt wordt is, dat er een log-relatie is tussen schaalwaarde en fysische tijdsduur. Dit is herhaaldelijk het geval gebleken.

Een bezwaar van de methode is de grote hoeveelheid werk voor de proefpersoon, waardoor extra fouten optreden en de responsie wordt verminderd. Een besparing kan op verschillende wijzen worden verkregen.

Bij een voldoende aantal proefpersonen kan een gedeelte van het formulier aan subgroepen van proefpersonen worden gegeven. Ook kan men vergelijkingen weglaten, waarvan kan worden verondersteld dat alle proefpersonen ze op dezelfde wijze zullen beantwoorden.

Een geheel andere aanpak zou zijn een andere schaalmethode te gebruiken. Door Stevens (1962) wordt de "magnitude scaling"-methode aanbevolen. Deze methode bestaat daaruit, dat de proefpersoon getallen aan stimuli toekent. Aan één stimulus wordt een bepaald vast getal toegekend (bijvoorbeeld 10), de andere stimuli worden getallen toegekend in verhouding tot het vaste getal. De proefpersoon kent bijvoorbeeld een 5 toe aan een stimulus, die hij half zo groot vindt als de standaard, een 100 als hij hem tienmaal zo groot vindt, enzovoort.

Schaalwaarden op deze wijze berekend (s_i') vertonen het volgende verband met de fysische grootte van de stimulus, in ons geval tijdsduur (vgl. Stevens):

$$\log t_i = a \log s_i'$$

Uit s_i^1 kan dus ook op eenvoudige wijze t_i worden gereconstrueerd.

Deze methode heeft als voordeel, dat de stimuli enkelvoudig worden aangeboden. Voor een volledig schema van paarsgewijze vergelijkingen zijn $\frac{1}{2}n(n-1)$ antwoorden van de proefpersonen nodig, voor de "magnitude scaling" slechts kn , waarin n is het aantal stimuli, en k een beperkt aantal replicaties van de stimuli per proefpersoon. Proefnemingen met deze methode verdienen zeker de aandacht.

Samenvatting

Een onderzoek werd uitgevoerd naar de voorbereidingstijden voor tentamens en practica van de Afdeling Chemische Technologie. Proefpersonen beoordeelden voor in paren aangeboden tentamens en practica, welk van elk paar de langste voorbereidingstijd had gevergd. Uit deze gegevens werden schaalwaarden voor de subjectieve tijdsduur berekend, waaruit de geschatte fysische tijdsduur werd gereconstrueerd.

Referenties

Stevens, S.S.,

On the psychophysical law.

Psychol. Rev., 1957, 64, 153-181

Stevens, S.S.,

Ratio scales, partition scales, and confusion scales.

In: H. Gulliksen and S. Messick: Psychological scaling.

New York: Wiley, 1960.

Thurstone, L.L.,

A law of comparative judgment.

Psychol. Rev., 1927, 34, 273-286.

Torgerson, W.S.,

Theory and methods of scaling.

New York, Wiley, 1960.

APPENDIX A

Het Model

De basisveronderstelling in het model is, dat wanneer een stimulus aan een observator wordt aangeboden, dit een discriminerend proces opwekt. Dit proces heeft een zekere schaalwaarde op het psychologisch continuum, dat wordt onderzocht.

Als de stimulus een groot aantal keren aan dezelfde observators wordt aangeboden, zal door waarnemingsfluctuaties dit discriminerend proces niet steeds dezelfde schaalwaarde hebben. De tweede veronderstelling is, dat de schaalwaarden van de discriminerende processen, die worden opgewekt door herhaling van dezelfde stimulus normaal verdeeld zijn op het psychologisch continuum. Het gemiddelde van deze verdeling is de psychologische schaalwaarde van de stimulus, de standaarddeviatie van de verdeling is de discriminatie spreiding.

Als aan een proefpersoon twee stimuli k en j tegelijk worden aangeboden, geeft dit aanleiding tot twee discriminerende processen, d_k en d_j . De standaarddeviatie van het verschil tussen d_k en d_j is:

$$\sigma_{d_k - d_j} = \sqrt{\sigma_j^2 + \sigma_k^2 - 2r_{jk} \sigma_j \sigma_k} \quad (1)$$

waarin r_{jk} de correlatie tussen de discriminerende processen, geassocieerd met stimuli j en k, is.

Het verschil tussen de schaalwaarden van j en k is (Torgerson, 1960):

$$s_k - s_j = x_{jk} \sigma_{d_k - d_j} \quad (2)$$

waarin x_{jk} is de oppervlakte onder de normaalcurve met $\mu = 0$ en $\sigma = 1$ geassocieerd met de proportie p dat k groter dan j wordt beoordeeld.

Uit (1) en (2) volgt:

$$s_k - s_j = x_{jk} \sqrt{(\sigma_j^2 + \sigma_k^2 - 2r_{jk} \sigma_j \sigma_k)} \quad (3)$$

Voor elk paar stimuli kan vergelijking (3) worden opgesteld. De totale serie vergelijkingen voor alle paren stimuli bevat echter meer onbekenden

dan vergelijkingen, en is dus onoplosbaar.

Als vereenvoudigende veronderstellingen worden meestal ingevoerd, dat discriminatie-spreidingen en intercorrelaties tussen alle discriminerende processen constant zijn:

$$\sigma_j = \sigma_k = \sigma \quad \text{en } r_{jk} = r$$

Uitdrukking (3) gaat dan over in:

$$s_k - s_j = x_{jk} \sqrt{\sigma[2(1-r)]} \quad (4)$$

$\sqrt{\sigma[2(1-r)]} = C$ is een constante, dus:

$$s_k - s_j = x_{jk} \quad (5)$$

Indien dus x_{jk} wordt bepaald voor elk verschil $s_k - s_j$, kunnen alle schaalwaarden s_k worden opgelost.

APPENDIX B

Stimuli

Tentamens voor het P-examen

- a. Inleiding chemische industrie
- b. Inleiding algemene chemie I
- c. Inleiding algemene chemie II
- d. Mechanische en thermische versch. I
- e. Mechanische en thermische versch. II
- f. Wiskunde I
- g. Wiskunde II
- h. Lopen van college Wiskunde I (78 uur)
- i. Volgen instructie Wiskunde I (65 uur)
- j. Volgen Algemene Chemie Instr. (26 uur)

h, i en j zijn de ijkpunten.

Tentamens voor het K-examen

- a. Inleiding tot de proceskunde
- b. Inleiding economie en informatie- en perceptieleer
- c. Inleiding organisatieleer en sociaal recht
- d. Inleiding tot de sociologie en psychologie
- e. Atoom- en kernfysica
- f. Instrumentele analyse
- g. Eigenschappen van de vaste stof
- h. Anorganische chemie
- i. Technische metingen
- j. Stromingsleer
- k. Algemene natuurkunde
- l. Organische chemie
- m. Fysische chemie Ia en Ib
- n. Fysische chemie II
- o. Wiskunde IIIb
- p. Wiskunde IIIa
- q. Lopen van college Stromingsleer I (30 uur)
- r. Lopen van college inleiding tot de proceskunde (15 uur)

q en r zijn de ijkpunten

Practica voor het K-examen

- a. Practicum meten en regelen
- b. Practicum werktuigkundig tekenen
- c. Practicum natuurkunde
- d. Practicum anorganische chemie
- e. Practicum organische chemie
- f. Practicum fysische chemie
- g. Practicum fysische analysemethoden
- h. Uitvoeren van de practicumproeven meten en regelen (27 uur)
- i. Uitvoeren van het practicum natuurkunde (75 uur)

h en i zijn de ijkpunten

Tentamens en practica voor het I-examen

- a. Het uitvoeren van het practicum stromingsleer (15 uur)
- b. Practicum stromingsleer
- c. Practicum materiaalkunde
- d. Tentamen chemische industrie
- e. Tentamen constructie-elementen van chemische bedrijfsapparatuur
- f. Tentamen chemische proceskunde
- g. Tentamen proceskunde A en B
- h. Lopen van college Proceskunde A en B (60 uur)
- i. Practicum chemische proceskunde
- j. Practicum fysische proceskunde
- k. Het uitvoeren van het practicum chemische proceskunde (180 uur)

a, h en k zijn de ijkpunten

Voorbeeld van een enquêteformulier

(De eerste bladzijde van de P-lijst)

Paren tentamens vóór P-examen

----- inleiding tot de algemene chemie II	-- inleiding tot de chemische industrie	-----
----- inleiding tot de algemene chemie I	-- wiskunde I	-----
----- mechanische en ther- mische verschijnselen I	-- <u>lopen van</u> college wiskunde I	-----
----- <u>volgen van</u> instructie algemene chemie	-- mechanische en thermische verschijnselen I	-----
----- mechanische en thermische verschijnselen II	-- inleiding tot de chemische industrie	-----
----- <u>volgen van</u> instructie algemene chemie	-- wiskunde I	-----
----- inleiding tot de algemene chemie I	-- <u>lopen van</u> college wiskunde I	-----
----- wiskunde II	-- wiskunde I	-----
----- inleiding tot de chemische industrie	-- <u>lopen van</u> college wiskunde I	-----
----- <u>volgen van</u> instructie wiskunde I	-- mechanische en thermische verschijnselen I	-----
----- inleiding tot de algemene chemie II	-- inleiding tot de algemene chemie I	-----
----- <u>volgen van</u> instructie algemene chemie	-- <u>lopen van</u> college wiskunde I	-----
----- mechanische en thermische verschijnselen II	-- inleiding tot de algemene chemie II	-----