

De bepaling van de economische levensduur

Een didactische analyse

A. T. J. Vernooij

Een vast onderdeel in de introductie in bedrijfseconomische kostencalculaties is het thema van de economische levensduur ofwel de optimale gebruiksduur. Voor de uitwerking is een standaardvorm beschikbaar: een oplossingstabel. Deze tabel is een sterk gecomprimeerd overzicht van alle bewerkingen. Dit artikel beoogt de didactische achtergrond van vraagstukken met dit soort tabellen te analyseren. Bij de uitwerking is gebruik gemaakt van materiaal dat ontwikkeld is voor het Computer Ondersteund Onderwijs programma: "Kostensoorten" van CMN.⁽¹⁾

Een Systematische Probleem Aanpak

De gebruikelijke wijze om de oplossing van een bedrijfseconomisch vraagstuk mondeling te presenteren, is door de uitwerking stap voor stap voor te doen. De docent weet hoe het oplossingspad in elkaar zit en hij begint getallen te combineren op een wijze die zeer aannemelijk klinkt voor de leerlingen. Maar zij ontlokt ook regelmatig de verzuchting: "Als u het uitlegt, snap ik het helemaal, maar als ik het alleen moest doen, zou ik niet weten waar te beginnen."

Leerlingen die een vraagstuk meekrijgen als huiswerk, hebben geen oplossingspad in hun hoofd. Voor hen is de cruciale vraag hoe zij een oplossingspad moeten zoeken. Op die vraag krijgen zij echter zelden of nooit een antwoord. In dit artikel zal getracht worden om deze "missing link" te achterhalen. Daartoe worden voorstellen gedaan voor een systematische probleemaanpak. De grondslagen voor deze benadering zijn ontleend aan de Russische leerpsycholoog Gal'perin ⁽²⁾ en aan het werk van Pilot en Mettes ⁽³⁾.

Aanzetten tot een soortgelijke benadering in de Algemene Economie zijn gedaan door Louis Steeman⁽⁴⁾.

In schema 1 staat een voorbeeld van een vraagstuk over de bepaling van de economische levensduur. De meest compacte oplossing is weergegeven in de vorm van een tabel. Indien deze tabelstructuur op voorhand wordt aangegeven, is het oplossingspad bekend en is de aardigheid van de opgave weg. Immers de belangrijke stappen liggen vast in de vol-

orde van de kolommen. Wat resteert is het uitrekenen en invullen van getallen. De cruciale vraag luidt derhalve: hoe kunnen leerlingen op logische wijze zelfstandig de tabelstructuur ontdekken?

De probleemanalyse

Het zoeken naar een oplossingspad (ofwel een "algoritme") bestaat uit het overbruggen van de afstand tussen enerzijds het gevraagde en anderzijds de gegevens. De kunst is om de vraag waarvan het antwoord onbekend is geleidelijk te vertalen naar concrete vragen die nauwkeuriger aansluiten bij de verstrekte gegevens. Dit is de "heuristische analyse". In een eerder artikel zijn deze begrippen uitvoeriger toegelicht⁽⁵⁾.

Voor het uitvoeren van een heuristische analyse dient een leerling kennis te hebben van de bedrijfseconomische theorie. Daarmee is de heuristische analyse, die hieronder in fasen behandeld zal worden, de schakel tussen de theorie en de opgaven uit het werkboek. Voor de problematiek van de economische levensduur is een analyse in 7 fases mogelijk. Deze analyse leidt tot een schema waarin het handelingenpatroon vastligt (zie schema 2).

Fase 1:

De eerste fase van de heuristische analyse is de bezinning op de gestelde vraag. De berekening van de economische levensduur is in wezen de berekening van het tarief dat op economisch verantwoorde wijze in de kostprijs opgenomen dient te worden.

Aangezien de kostprijs zo laag mogelijk moet zijn, luidt de vraag dus: bij welk gebruik in jaren resulteert het laagste tarief? Dit leidt tot de vraag: hoe bereken je een tarief?

Fase 2:

Het tarief per prestatie is te berekenen met een formule. De prestaties zijn in uren gegeven en dus zal hier een tarief per uur uit voortvloeien.

$$\text{Tarief} = \frac{\text{totaal te verwachten kosten}}{\text{totaal aantal te verwachten prestaties}}$$

Fase 3:

De totaal te verwachten kosten bestaan uit drie soorten kosten: afschrijvingskosten, rentekosten en bijkomende ofwel complementaire kosten. Het tarief kan gepreciseerd worden in de volgende formule:

$$\text{Uurtarief} = \frac{\begin{array}{l} \text{totale} \\ \text{afschrijvings-} \\ \text{kosten} + \end{array} \begin{array}{l} \text{totale} \\ \text{rentekosten} + \end{array} \begin{array}{l} \text{totale} \\ \text{complementaire} \\ \text{kosten} \end{array}}{\text{totaal aantal te verwachten prestaties}}$$

Fase 4:

Uit deze formule kunnen eerst de totale afschrijvingskosten herleid worden tot de beschikbare gegevens. Bij gebruik gedurende een of meer jaren zijn deze te berekenen door de totale aanschafwaarde te nemen en daar de restwaarde van af te trekken. Aanschafwaarde en restwaarde zijn gegeven.

Fase 5:

De totale rentekosten blijven in deze opgave buiten beschouwing.

Fase 6:

De totale complementaire kosten zijn eveneens te herleiden op de gegevens. Zij zijn te berekenen door de complementaire kosten per jaar te accumuleren. De complementaire kosten per jaar zijn gegeven.

Fase 7:

Tot slot kan men het totaal aantal te verwachten prestaties herleiden. Dit is te berekenen door de prestaties per jaar de accumuleren. De prestaties per jaar zijn gegeven.

Het analyseschema

Nu vanuit het gevraagde is teruggeredeneerd naar de verstreekte gegevens en deze zijn verwerkt in de analyse, kan een analyseschema worden opgesteld (zie schema 2). Alle afzonderlijke bewerkingen

staan daar overzichtelijk geordend. Als zodanig geeft het schema een beeld van het te verrichten handelingspatroon.

De oplossingsanalyse

Na de probleemanalyse volgt de vaststelling van het oplossingspad. Als een leerling zelf de volgorde van de kolommen in de tabel van schema 1 kan vaststellen, dan toont hij aan zicht te hebben op het algoritme. Ten einde na te gaan welk gedachtenproces zich in wezen in het hoofd van de leerling moet afspelen om zelfstandig een dergelijk probleem op te lossen, volgt hier een volledig explicitering van de afwikkeling van de opgave.

Tabellen bevatten vaak gecomprimeerde structuren. Ze bevatten talloze bewerkingen die via een of enkele kolommen weergegeven worden. Bij de bespreking zal blijken dat bepaalde bewerkingen verkort weergegeven kunnen worden. Volgens Van Parreren is het uiteindelijk doel van het onderwijs om leerlingen te leren op zo kort mogelijke wijze problemen op te lossen. Echter om verkortingen te kunnen toepassen is het zinvol eerst zicht te hebben op een volledig patroon van handelingen⁽⁶⁾. Anders bestaat de kans dat een leerling niet beseft wat hij feitelijk aan het doen is.

Om de oplossingsstappen te kunnen zetten, moet de tijdseenheid vastgesteld worden. Dat is in dit geval "de gebruiksduur in jaren". De technische levensduur is in principe vier jaar. Dit leidt tot vier mogelijke varianten in de gebruiksduur: 1 jaar, 2 jaar, 3 jaar en 4 jaar. Voor elk van deze vier varianten dient een uurtarief berekend te worden. Dit inzicht is reeds een drempel aangezien veel leerlingen moeite hebben met het onderscheid tussen "het tweede jaar" en "twee jaar".

Uit schema 2 zijn vijf stappen af te leiden die nodig zijn om het uurtarief te bepalen:

1. berekenen van de totale afschrijvingskosten
2. berekenen van de cumulatief complementaire kosten
3. berekenen van de cumulatieve totale kosten
4. berekenen van het cumulatief aantal uren
5. berekenen van de kosten per uur, c.q. het uurtarief.

Daarna kan men de economische levensduur bepalen door te kiezen voor het gebruik waarbij het laagste uurtarief ontstaat.

De meest fundamentele oplossingsweg is om eerst het uurtarief bij gebruik gedurende een jaar te berekenen, dan bij gebruik gedurende twee jaar etc. Dit rekenproces is echter te versnellen door verkortingen in de afhandeling toe te passen. Men kan bijvoorbeeld voor elk van de vier varianten eerst de totale afschrijvingskosten bepalen bij gebruik gedurende 1, 2, 3 of 4 jaar, daarna de cumulatief

complementaire kosten bij gebruik gedurende 1, 2, 3 of 4 jaar, etc. Dit leidt in principe tot 5 tabellen.

Stap 1. berekenen van de totale afschrijvingskosten

In deze opgave zijn de afschrijvingskosten voor elk van de vier varianten hetzelfde. Een tabel is hier niet nodig omdat vier maal een identieke bewerking nodig is. Indien de restwaarde jaarlijks afneemt, zal vier maal een ander bedrag aan totale afschrijvingskosten berekend moeten worden. Daarom volgt hier toch voor de volledigheid de structuur van een mogelijke tabel.

Gebruiksduur	Aanschafwaarde	Restwaarde	Totale afschr. kosten
elke variant	f 50.000	f 10.000	f 40.000

Stap 2. berekenen van de cumulatief complementaire kosten

Voor de berekening van de cumulatief complementaire kosten is een afzonderlijke tabel te construeren. De eerste twee kolommen bevatten gegevens die gebruikt worden voor de derde en vierde kolom. Kolom drie is een accumulatie van kolom een. Kolom vier is een accumulatie van kolom twee. De derde kolom geeft betekenis aan kolom vier.

Jaar	Compl. kosten in dat jaar	Gebruiksduur	Cumulatief Compl. kosten
1	f 10.000	1 jaar	f 10.000
2	f 11.000	2 jaar	f 21.000
3	f 14.000	3 jaar	f 35.000
4	f 19.000	4 jaar	f 54.000

Zou kolom drie achterwege blijven dan kan een leerling tot een klassieke fout overgaan. Hij kan dan de cumulatief complementaire kosten voor drie jaar gaan interpreteren als de kosten in jaar 3, omdat de regel op de tabel dit dan suggereert.

Stap 3. berekening van de cumulatieve totale kosten

Ook bij de berekening van de cumulatieve totale kosten moeten bewerkingen herhaald worden. Voor elk van de vier varianten moeten de afschrijvingskosten en de complementaire kosten gesommeerd worden. De laatste kolom uit stap 1 en de laatste kolom uit stap 2 doen dienst als gegevenskolommen voor deze derde deeltabel.

Gebruiksduur	Totale afschr. kosten	Cumulatief compl. kosten	Cumulatieve totale kosten
1 jaar	f 40.000	f 10.000	f 50.000
2 jaar	f 40.000	f 21.000	f 61.000
3 jaar	f 40.000	f 35.000	f 75.000
4 jaar	f 40.000	f 54.000	f 94.000

De klassieke fout hier is dat leerlingen de totale afschrijvingskosten gaan delen door het aantal jaren

en zo de kosten per jaar gaan berekenen. Oorzaak is onduidelijk inzicht in het verschil tussen "gebruiksduur in jaren" en "jaar van gebruik".

Stap 4. berekenen van het cumulatief aantal uren

De berekening van het cumulatief aantal uren lijkt sterk op de berekening van de cumulatieve totale complementaire kosten.

Jaar	Aantal uren	Gebruiksduur	Cumulatief aantal uren
1	6.000	1 jaar	6.000
2	5.000	2 jaar	11.000
3	4.000	3 jaar	15.000
4	1.000	4 jaar	16.000

Stap 5. berekenen van de kosten per uur (uurtarief)

Voor de berekening van het uurtarief kan nu de laatste berekening worden uitgevoerd. Het uurtarief voor de machinekosten is nu te berekenen met de formule die eerder is aangegeven: de totaal te verwachten kosten gedeeld door het totaal aantal prestaties. Voor elk van de vier varianten van gebruiksduur is deze laatste bewerking uit te voeren. De laatste kolommen uit stap 3 en stap 4 (de "resultaatkolommen") zijn hier ingevoerd als gegevenskolom voor stap 5.

Gebruiksduur	Cumulatieve totale kosten	Cumulatief aantal uren	Uurtarief
1 jaar	f 50.000	6.000	f 8,33
2 jaar	f 61.000	11.000	f 5,55
3 jaar	f 75.000	15.000	f 5,00
4 jaar	f 94.000	16.000	f 5,88

Na afronding van deze tabellen voor de vijf stappen van de berekening van het uurtarief kan men de economische levensduur bepalen. De variant waarbij het laagste uurtarief ontstaat, levert de optimale gebruiksduur. In bovenstaand voorbeeld is dat 3 jaar bij een tarief van f 5,—. Langer gebruik van de machine leidt tot een hogere kostencomponent in de standaardkostprijs.

Evaluatie en verkorting van de oplossingsmethode

De tabel die in schema 1 staat weergegeven is een samentrekking van de vijf tabellen die boven zijn behandeld. Het presenteren van een kant en klare tabelstructuur om de economische levensduur te berekenen, is daarom te beschouwen als het aanreken van een sterk verkorte oplossingsprocedure. Het is maar zeer de vraag of de leerlingen daarmee voldoende besef krijgen van de deelbewerkingen die schuil gaan achter de tabel.

Indien leerlingen in de klas gezamenlijk de bovenstaande heuristische analyse hebben uitgevoerd en gezamenlijk de eerste twee tabellen hebben opgesteld, zou het uitwerken van de overige tabellen

als huiswerk meegegeven kunnen worden. Een extra opdracht zou kunnen zijn om de leerlingen zelf te laten bedenken op welke wijze de afzonderlijke tabellen zijn samen te voegen tot een geïntegreerde tabel.

Voor de samentrekking zijn vuistregels beschikbaar. De eerste betreft het weglaten van gegevenskolommen. De kolommen aanschafwaarde, restwaarde, complementaire kosten per jaar, aantal prestaties per jaar en de nummering van de jaren doen niet mee in de gecomprimeerde tabel. De gebruiker van de tabel wordt geacht die gegevens er stilzwijgend bij te betrekken. De tweede vuistregel voor de samentrekking refereert aan het feit dat de meeste kolommen een dubbele functie hebben. Enerzijds vloeien ze zelf voort uit een berekening en zijn ze "resultaatkolom", anderzijds zijn ze invoer voor een volgende bewerking en dus "gevenskolom". Daarmee nemen ze een strategische positie in bij het oplossen van het vraagstuk. Deze strategische positie komt tot uiting in het feit dat ze opgenomen worden in de gecomprimeerde tabel welke in schema 1 staat weergegeven. De derde vuistregel voor de samentrekking van de tabellen is dat de volgorde van de kolommen in de gecomprimeerde tabel overeenkomt met de logische stappen die vooraf gaan aan de berekening van het beoogde resultaat. Dat is natuurlijk niet strikt noodzakelijk. Een andere volgorde van kolommen kan eveneens tot een prima eindresultaat leiden. Maar in de leerboeken komt toch steeds eenzelfde volgorde van de kolommen terug.

In dit artikel is getracht om zicht te geven op het verkortingsproces dat plaatsvindt bij het hanteren van tabellen. Een soortgelijke analyse als voor de economische levensduur is ook mogelijk bij andere bedrijfseconomische tabellen, zoals annuïteiten e.d. Ook in de Algemene Economie komen tabellen voor: de belastingtabel voor het schijventarief, de tabel voor de Lorenzcurve en de tabellen uit de micro-economie op het HAVO. Al die tabellen zijn zinvolle verkortingen van uitgebreide bewerkingen. Ze blijven ook zinvol als in het leerproces niet alleen de tabel wordt overgedragen, maar als ook de uitgebreide bewerkingen die erachter schuilgaan worden geëxpliciteerd.

Voetnoten:

(1) Kostenberekening, een serie van zes COO-pakketten, informaties: CMN, Kaap Hoordreef 10, 3563 AS Utrecht, 030-613804.

(2) C. F. van Parreren en J. A. M. Carpay, Sovjetpsychologen over onderwijs en cognitieve ontwikkeling, (Wolters Noordhoff), Groningen, Tweede grondig bewerkte druk, 1980.

M. C. Schouten-Van Parreren en C. F. van Parreren, Onderwijsproceskunde, Leerpsychologie en onderwijs 5, (Wolters Noordhoff), Groningen, 1981, ISBN 90 01 42118 0.

(3) C. T. C. W. Mettes en A. Pilot, Over het leren oplossen van natuurwetenschappelijke problemen. Een methode voor ontwikkeling en evaluatie van onderwijs toegepast op een cursus Thermodynamika, proefschrift ter verkrijging van de graad van doctor in de technische wetenschappen, (Technische Hogeschool Twente), 1980.

(4) Louis Steeman, "Studievaardigheden in het economie-onderwijs (2)", Appels en Peren, Stichting LWE0, augustus 1989.

(5) A. T. J. Vernooij, "De analyse van een bedrijfseconomisch vraagstuk", Tijdschrift voor het Economisch Onderwijs, mei 1989.

(6) C. F. van Parreren, Leren door handelen, (Van Walraven), Apeldoorn, 1983.

Schema 1: opgavetekst: berekening van de economische levensduur

Een machine is aangeschaft voor f 50.000,—. De technische levensduur is 4 jaar. Op elk moment van buitengebruikstelling is de restwaarde naar verwachting f 10.000,—.

Het verwachte prestatievermogen is als volgt:

- 1e jaar: 6.000 uur
- 2e jaar: 5.000 uur
- 3e jaar: 4.000 uur
- 4e jaar: 1.000 uur

Het verwachte verloop van de complementaire kosten is als volgt:

- 1e jaar: f 10.000,—
- 2e jaar: f 11.000,—
- 3e jaar: f 14.000,—
- 4e jaar: f 19.000,—

Met rentekosten hoeft eenvoudigheidshalve geen rekening te worden gehouden.

Bepaal de economische levensduur van deze machine.

De meest compacte oplossing luidt:

Gebruik in aantal jaren	Totale afschr. kosten	Cumulat. compl. kosten	Cumulat. totale kosten	Cumulat. aantal uren	Kosten per uur
1 jaar	f 40.000	f 10.000	f 50.000	6.000	f 8,33
2 jaar	f 40.000	f 21.000	f 61.000	11.000	f 5,55
3 jaar	f 40.000	f 35.000	f 75.000	15.000	f 5,00
4 jaar	f 40.000	f 54.000	f 94.000	16.000	f 5,88

Het laagste uurtarief ligt bij een gebruik gedurende 3 jaar en dat betekent dat gebruik langer of korter dan drie jaar economisch niet verantwoord is.

Schema 2: Analyseschema van de berekening van de economische levensduur

