

24
48



Overdruk uit het Landbouwkundig Tijdschrift
71ste jaargang no. 2, januari 1959

Sub. L. 63
651-101

Iso-productiecurven voor het bepalen van economische optima

J. MOL,
Landbouw-Economisch Instituut

Het centrale thema van dit artikel is het economisch keuze-probleem. De beschouwing beperkt zich tot de problematiek welke zich voordoet zodra de voortbrenging van een bepaalde hoeveelheid van zeker produkt verwezenlijkt kan worden met behulp van vele combinaties van produktiefactoren.

Het vraagstuk, dat op landbouwbedrijven veelal ook een keuze gedaan moet worden uit een veelheid van mogelijke produktierichtingen, wordt niet behandeld. Slechts in het kort wordt onder andere gewezen op de interpedantie tussen de opstelling van een geheel productieplan en de keuze van de optimale produktiewijze voor een bepaald produkt.

1 INLEIDING

In het verleden hebben de zgn. groeiwetten vaak de belangstelling van de landbouwwetenschap gehad. De landbouwkundigen zijn er zich reeds lang van bewust geweest, dat een bepaalde hoeveelheid van zeker gewas met behulp van vele combinaties van groeifactoren kan worden voortgebracht. De bekende groeiwet welke kan worden aangeduid als de „Wet van Baule-Mitscherlich”, toont dit o.a. aan.

Deze wet luidt :

$$y = A(1-10^{c_1x_1})(1-10^{c_2x_2})\dots(1-10^{c_nx_n}),$$

waarbij y de verwachte opbrengst van zeker gewas voorstelt, A de maximaal bereikbare opbrengst, x_1, x_2, \dots, x_n de niveaus der variabele groeifactoren en onderscheidenlijk c_1, c_2, \dots, c_n de reactiecoëfficiënten van deze groeifactoren. Uit de bovenstaande formule kan nl. afgeleid worden dat er, volgens Baule-Mitscherlich, oneindig vele combinaties van groeifactoren zijn welke leiden tot één en dezelfde hoeveelheid produkt. In de onderstaande figuur komt dit tot uiting; de op de tekening voorkomende curve, afgeleid uit de Wet van Baule-Mitscherlich, geeft aan met welke combinaties van twee bemestingsniveaus van K_2O en N en bij gegeven niveaus van de overige groeifactoren één bepaalde hoeveelheid van zeker gewas kan worden verkregen.

Deze curve wordt wel de iso-productiecurve genoemd.

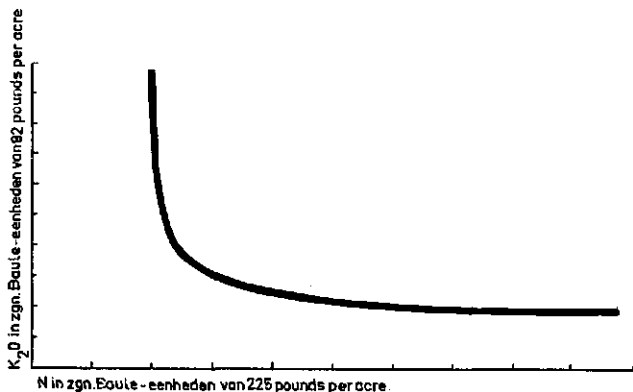


Fig. 1 Iso-productie-curve volgens Baule-Mitscherlich.

Het is duidelijk dat een iso-productiecurve voor een andere hoeveelheid gewas eveneens getrokken kan worden; men kan dus een gehele „familie” van iso-productiecurven construeren (zie fig. 2).

2 ISO-PRODUKTIECURVEN GEBASEERD OP PROEFVELDDATA

Hoewel de genoemde wet in brede trekken overeenstemt met de ervaringen welke in de loop der tijd bij het bemestingsonderzoek werden verkregen, geven grafieken — gebaseerd op proefveldmetingen — toch een enigszins ander beeld dan dat van figuur 2 te zien.

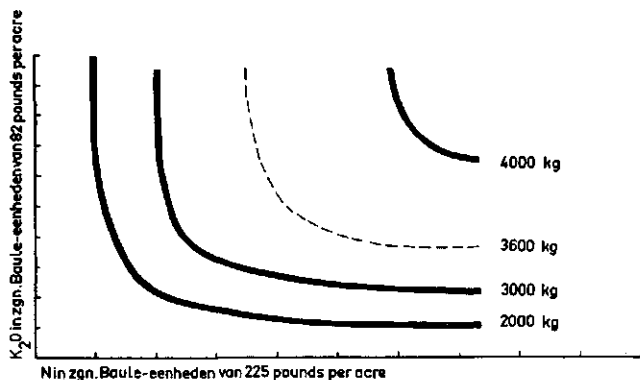


Fig. 2 Gedaante van een „familie” van iso-productiecurven volgens Baule-Mitscherlich.

De iso-productiecurven, getrokken op basis van proefvelddata verstrekt door dr. ir. Ferrari, voor tarwe op slem pige zavelgrond, geven in het algemeen een gedaante als aangegeven in fig. 3.

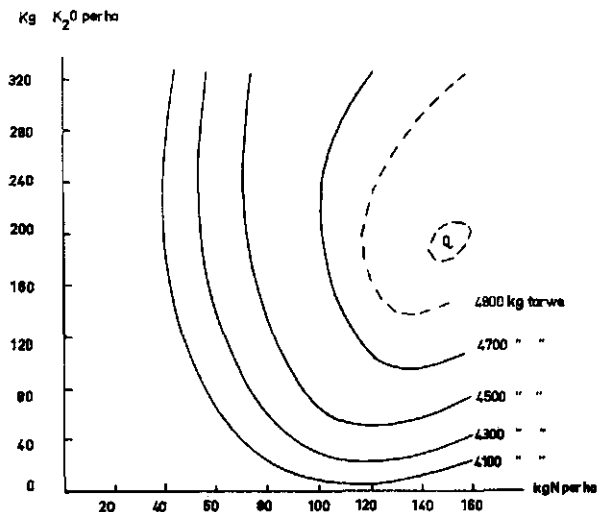


Fig. 3 Enkele iso-productiecurven van tarwe op zavelgrond (*P-citr.* ± 19).

Figuur 3 suggereert dat er in de omgeving van het punt Q, bij gegeven niveaus der niet in de beschouwing betrokken groeifactoren, een punt van optimale fysieke productie, anders uitgedrukt, een „technisch optimum” is. De tekening geeft aan dat *dit* optimum bereikt wordt met slechts één bepaalde combinatie van de groeifactoren kali en stikstof. Het is deze starheid in de combinaties van factoren bij het technisch optimum welke de gedachte heeft doen postvatten dat er zoiets is als een uitgebalanceerd, harmonieus, fysiologisch milieu voor de groei van planten. In dit verband wordt de geruchtmakende uitspraak van Willcox in zijn „ABC of agrobiologie” gereleveerd, dat dit harmonieuze fysiologische milieu voor de meeste planten zou betekenen de aanwezigheid van „beschikbare” N, P₂O₅ en K₂O in gewichtsverhoudingen van resp. 5 : 1 : 2.

Vermoedelijk kan een dergelijke gedachte mede aansprakelijk worden gesteld voor het in de landbouw zo populaire gebruik van vaste bemestingsnormen. Eveneens zal waarschijnlijk de bekende Wet van het Minimum dit gebruik in de hand hebben gewerkt.

Het *technisch* optimale punt dat, naar het zich laat aanzien, inderdaad slechts bereikbaar is bij vrij starre verhoudingen tussen de niveaus der groeifactoren, zal in het algemeen niet met het *economisch* optimale punt samenvallen; het economisch optimale punt wordt voor fig. 3 gedefinieerd als het punt, aangevende die combinatie van kali en stikstof waarbij het verschil tussen de geldopbrengsten van de tarwe en de kosten van de kali- en stikstofbemesting het grootst is. Het economisch optimale punt wordt hier dus gedefinieerd voor twee variabele groeifactoren en voor gegeven niveaus der andere groeifactoren, welke niet in de beschouwing worden betrokken.

3 HET VELD VAN TECHNISCH RATIONALE PRODUCTIE

Bij een „familie” van iso-productiecurven kan ongeacht de prijzen der beschouwde meststoffen en ongeacht de opbrengstprijz van het gewas reeds onmiddellijk worden aangegeven in welk gebied het economisch optimum zich zal bevinden. Voor figuur 4 is dit het gebied liggende tussen de lijnen PU en VZ terwijl buiten deze lijnen het gebied ligt van evident irrationele produktie; dit kans als volgt worden toegelicht.

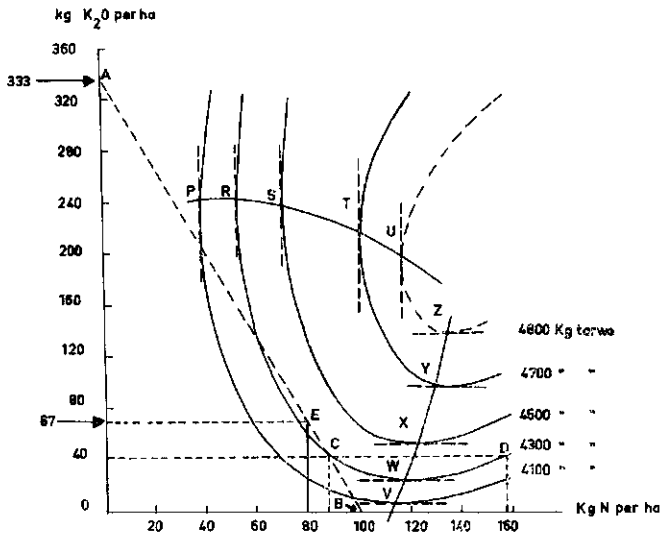


Fig. 4 Kritische iso-clinen van tarwe op zavelgrond (P-citr. ± 19); iso-kostenlijn van f 100,—.

De lijn VZ is getrokken door de punten, V, W, X, Y en Z, welke punten de raakpunten zijn van horizontale raaklijnen aan de iso-productiecurven; lijn PU werd getrokken door soortgelijke punten welke echter werden gevonden met behulp van verticale raaklijnen. Een hoeveelheid tarwe nu van bijv. 4300 kg kan bij het relevant zijn van de situatie in fig. 4 geproduceerd worden met ± 40 kg K_2O en ± 90 kg N (zie punt C); echter kan dezelfde hoeveelheid ook worden voortgebracht met behulp van ± 40 kg K_2O en ± 160 kg N (zie punt D). Het is dus duidelijk dat de combinatie van kali en stikstof aangegeven door de punten op de iso-productiecurve van 4300 kg met rechts van W — wil men geen stikstof verspillen — niet gekozen dienen te worden. Dit geldt natuurlijk tevens voor alle punten rechts van de lijn VZ.

Op dezelfde wijze kan plausibel gemaakt worden dat alle punten boven de lijn PU punten van evident irrationele produktie zijn. De lijnen PU en VZ worden wel kritische *iso-clinen* genoemd; de naam iso-cline geeft aan dat wij hier te doen hebben met lijnen welke punten van gelijke helling op de iso-productiecurven verbinden.

Bij situaties als geschetst in fig. 4 kan worden geconstateerd dat het veld, dat buiten het gebied van evident irrationele produktie ligt, wel het veld van technisch rationele produktie genoemd, meer en meer inkrimpt naarmate men

zich verplaatst naar de hoger liggende iso-produktiecurven; dit is uiteraard in overeenstemming met een starre verhouding van de niveaus der groei-factoren bij het technisch optimale punt.

4 BEPALEN VAN HET ECONOMISCH OPTIMALE PUNT

Binnen de kritische iso-clinen d.w.z. in het veld van technisch rationele produktie bevindt zich, zoals reeds is vermeld, het economisch optimale punt. Dit punt kan als volgt worden bepaald.

Eerst wordt een lijn getrokken, iso-kostenlijst genoemd, waarvan de punten de verschillende hoeveelheden kali en stikstof aangegeven welke in totaal één en dezelfde hoeveelheid waarde vertegenwoordigen. Zo is in figuur 4 lijn AB de iso-kostenlijn van f 100, indien de prijs van 1 kg N wordt gesteld op f 1 en de prijs van 1 kg K₂O op f 0,30; een combinatie van b.v. nul kg K₂O en 100 ag N kost f 100 (punt B) eveneens echter vertegenwoordigt de combinatie van b.v. 67 kg K₂O en 80 kg N (aangegeven door punt E) een waarde van ± f 100 enz.

Wordt vervolgens een geheel stel iso-kostenlijnen getrokken dan verkrijgt men het beeld van fig. 5.¹

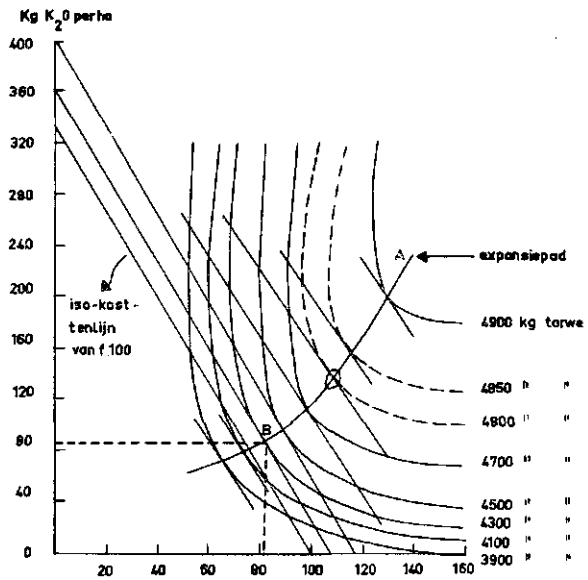


Fig. 5 Iso-produktiecurven, iso-kostenlijnen en „expansiepad” van tarwe op zavelgrond (P-citr. ± 29; prijs van 1 kg N is f 1,— en van 1 kg K₂O f 0,30).

¹ De isoproduktiecurven van fig. 5 corresponderen niet met die van fig. 4; voor de constructie van fig. 5 werden nl. gegevens verwerkt van tarwe-opbrengsten bij een P-citroen cijfer van ± 29, terwijl dit cijfer voor de data van fig. 4. ± 19 bedroeg.

Zou nu een willekeurige hoeveelheid tarwe, b.v. 4300 kg geproduceerd moeten worden op een zo rationeel mogelijke wijze, dan geeft de tekening aan dat dit dient te geschieden bij een bemesting van ± 85 kg K_2O en ± 82 kg N (dit is de combinatie aangegeven door punt B: het raakpunt van één der iso-kostenlijnen met de iso-productiecurve van 4300 kg). Bij elke andere combinatie van bemestingsniveaus, aangegeven door de iso-productiecurve van 4300 kg, zou men geraken op een hoger gelegen iso-kostenlijn, hetgeen wil zeggen dat bij deze laatste combinaties de genoemde hoeveelheid tarwe niet met de minste bemestingskosten zou worden geproduceerd.

Dit gaat op indien geabstraheerd mag worden van de mogelijkheid, dat een eventuele voorraad af- en/of toeneming van de plantenvoedende stoffen in de grond bij deze combinaties anders zou zijn dan bij de combinatie aangegeven door punt B.

De lijn BA lopend door de overige op de tekening voorkomende raakpunten van iso-kostenlijnen met iso-productiecurven, geeft dus het „pad” aan dat „bewandeld” moet worden wil er bij de genoemde prijsverhouding tussen de kali en de stikstof sprake zijn van productie zonder verspilling; de lijn BA wordt wel „expansiepad” genoemd. Het is duidelijk dat dit expansiepad een andere ligging verkrijgt bij een verandering in de prijsverhouding tussen kali en stikstof.

Het vinden van het economisch optimale punt in fig. 5 is nu niet moeilijk meer. Zo kan men ergens op het expansiepad b.v. beginnen bij de iso-productiecurve van 4100 kg, onderzoeken hoe — bij de vigerende prijzen van kali, stikstof en tarwe — het verschil tussen de geldelijke opbrengst van de tarwe en de kosten van de stikstof- en kalibemesting verandert indien men stapje voor stapje op het expansiepad naar boven gaat.

Op de plaats van het expansiepad waar het genoemde verschil het grootst wordt, d.i. de plaats waar de meer-kosten van de kunstmest groter worden dan de meer-opbrengsten van de tarwe, ligt het *economisch optimale punt*; in fig. 5 ligt dit, als de prijs van de tarwe f 26 per 100 kg bedraagt en bij de genoemde prijzen van de meststoffen kali en stikstof, ongeveer bij punt O, met een bemesting van ± 135 K_2O en ± 110 kg N.

Het hier bepaalde economisch optimum geldt voor gegeven niveaus van de overige groeifactoren. Hierdoor ondervindt het praktisch gebruik van de iso-productiecurven voor de bepaling van de economische optima een beperking. Dat de proefdata echter in de vorm van iso-productiecurven worden gepresenteerd geschiedt vnl. om concepties in een zo helder mogelijk licht te stellen.

Praktischer zijn veelal de zgn. meer-dimensionale produktiefuncties in algebraïsche vorm, waarin meer dan twee groeifactoren zijn opgenomen; het technisch optimum kan dan direct

"ruimer" gedefinieerd worden nl. voor meer dan twee variabele groeifactoren. Het economisch optimum kan dan gevonden worden door het oplossen van vergelijkingen welke onderscheidenlijk tot uitdrukking brengen dat de grensopbrengsten der variabele groeifactoren gelijk moeten zijn aan de grenskosten dezer factoren.

Voor Nederlandse omstandigheden liggen de economische optima waarschijnlijk vrij hoog, omdat te onzent de prijzen van de kunstmeststoffen t.o.v. de prijzen der gewassen relatief laag zijn, en omdat de fysieke opbrengsten in ons klimaat de neiging hebben hoog te zijn.

Het is van groot belang om bij bemestingsproeven te onzent in het oog te houden dat veel metingen moeten worden verricht bij relatief hoge bemestingen met name voor de „hogere” delen van het gebied van technisch rationele produktie. Op gronden waar de fysieke opbrengsten relatief laag zijn tengevolge van gebrekverschijnselen en/of andere bodemkundige oorzaken, heeft het economisch optimum de neiging laag te liggen, zodat op deze gronden tegen een te ruime toediening van meststoffen gewaarschuwd moet worden.

Terloops willen we hier aanstippen dat het hier beschouwde economisch optimum niet relevant behoeft te zijn voor een individuele ondernemer. Zo is het denkbaar dat een boer door gebrek aan geldmiddelen of door de aanwezigheid van andere „knelpunten” wel eens on-economisch zou kunnen handelen indien hij de grond ten behoeve van zeker gewas zou bemesten tot het economisch optimum. Bij het aanwezig zijn van dergelijke „knelpunten” dient men oog te hebben voor het centrale bedrijfseconomische probleem, dat uit een veelheid van mogelijke produktierichtingen zo gekozen moet worden dat de beperkte middelen een zo hoog mogelijke beloning verkrijgen.

Het is dus zeer wel denkbaar dat de geldmiddelen zo moeten worden verdeeld over de diverse, door een boer te kiezen produktierichtingen, dat een bemesting tot het economisch optimum niet in aanmerking komt.

5 ANDERE TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN

De hier ontwikkelde gedachten kunnen ook worden toegepast op andere agrarische omzettingsprocessen. Aan de hand van iso-produktiecurven voor melk, ontleend aan proeven met variaties in hooi- en krachtvoergiften bij melk-koeien kan, op dezelfde wijze als bij fig. 5, het economisch optimum bij de melkproduktie worden bepaald.²

² Heady, Schnitker, Bloom en Jacobsen. Isoquants, isoclines and economic predictions in dairy production. *Journal of Farm-Economics*, augustus 1956.

Bij verandering in de prijsverhoudingen tussen de voedermiddelen krijgt ook hier uiteraard het expansiepad een andere ligging, terwijl tevens kan worden aangetoond dat een verandering van de prijsverhouding tussen melk en voedermiddelen een verschuiving teweeg brengt van het economisch optimum. Dit houdt een waarschuwing in voor het gebruik van starre voedernormen.

De iso-produktiecurven, met name bij hoge melkproduktie tengevolge van intensieve voeding en bij koeien welke reeds enige tijd zijn afgekalfd, vertonen duidelijk krommingen. Dit houdt in dat de substitutieverhoudingen tussen bepaalde voedermiddelen wisselen naar gelang de plaats op de iso-produktiecurven. In de praktijk wordt dan ook soms ten onrechte bij het berekenen van rantsoenen een vaste substitutieverhouding aangenomen.

Bij dierlijke omzettingsprocessen heeft men dus, zoals uit deze overwegingen blijkt, ook te doen met het economische keuzeprobleem. Het is duidelijk dat dit probleem slechts tot een goede oplossing gebracht kan worden, indien de technische relaties tussen combinaties van voedermiddelen en fysieke opbrengsten over wat bredere trajecten in de omgeving van het economisch optimum bekend zijn. Dit houdt tevens in dat slechts de bepaling van het *punt* van energetisch optimale voeding — een streven dat min of meer te vergelijken is met het zoeken van het fysiologisch harmonieuze milieu bij de plantenproduktie — voor het oplossen van praktijkvraagstukken onvoldoende is.