

Opgepast met dalende, holle krommen!

Drs. G. F. MAKKINK

Instituut voor Biologisch en Scheikundig Onderzoek van Landbouwgewassen, Wageningen

Inleiding

Men ontmoet herhaaldelijk grafieken die zo zijn samengesteld, dat ze de erin vervatte samenhang eerder verhullen dan verduidelijken. Het signaleren van dit euvel is dus ongetwijfeld op zijn plaats.

De hier besproken gevallen hebben betrekking op concave (holle) krommen met een dalend verloop.

Voorbeelden

1. Door de puntenzwerm van fig. 1a (6)* kan men een dalende, holle kromme tekenen. Deze geeft het verband weer tussen de hoeveelheid melk per volwaardige arbeidskracht en de kostprijs van de melk. Tegen elkaar zijn uitgezet *hoeveelheid melk/aantal arbeidskrachten* en *kosten/hoeveelheid melk*. Men ziet dat de hoeveelheid melk bij de ene breuk in de teller voorkomt, bij de andere in de noemer. Zet men een reeks waarden tegen hun omgekeerden (reciproken) uit, dan ontstaat een dalende, holle kromme.

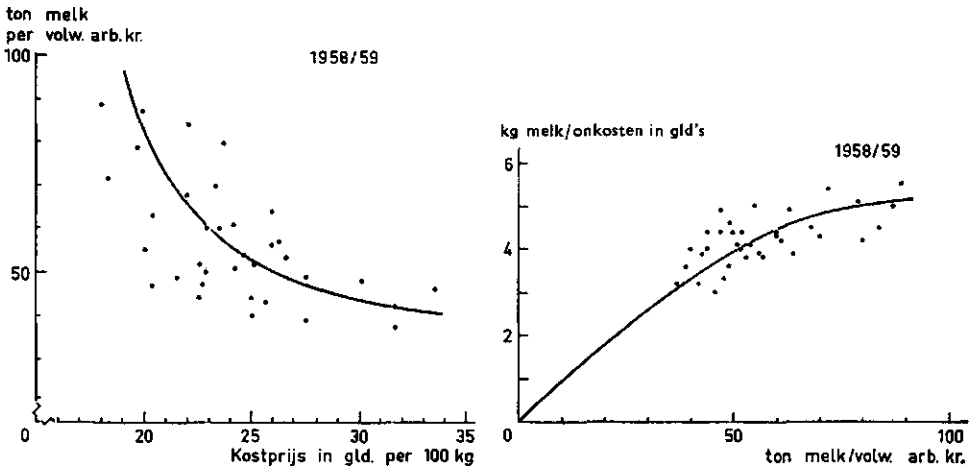


FIG. 1. *Samenhang tussen de kostprijs van de melk en de produktie per volwaardige arbeidskracht. Links op onjuiste manier weergegeven, rechts op juiste manier.*

* De cijfers tussen haakjes corresponderen met de „Verwijzingen” aan het einde van dit artikel.

Ook hier is het verloop van de lijn geheel of ten dele ontstaan als gevolg van dit feit. Door omkering van een der breuken raakt men deze niet-landbouwkundige kromming in de lijn kwijt. Wij keren de breuk *kosten/hoeveelheid melk* om, omdat dan de lijn die ontstaat door de oorsprong zal lopen (fig. 1b); immers voor een hoeveelheid 0 zijn beide breuken 0, tenzij één der noemers tegelijk 0 is. Bovendien moet men de assen verwisselen om het gebruik te respecteren, dat de afhankelijk veranderlijke grootte op de Y-as wordt uitgezet. Wat uit figuur 1a niet bleek, blijkt nu wel, nl. dat naarmate meer melk per man gewonnen wordt, niet evenredig meer melk per gulden onkosten wordt verkregen. Het beginsel van de verminderende meeropbrengst komt in deze kromme duidelijk tot uitdrukking.

Het blijkt dus dat de oorspronkelijke kromme informatief tekortschiet. Hierin ligt het gevaar van het klakkeloos tegen elkaar uitzetten van zg. kengetallen.

2. Fig. 2a (1) geeft de samenhang weer tussen de gemiddelde graasduur bij koeien per kg afgegraste hoeveelheid droge stof en de hoeveelheid droge stof die een koe per dag afgraast. De punten en lijnen hebben op twee grasbestanden betrekking. Op de Y-as is uitgezet: *totale graasduur (in minuten)/hoeveelheid droge stof*, op de X-as: *hoeveelheid droge stof/aantal koeien × aantal dagen*. Het vóórkomen van de hoeveelheid droge stof in noemer en teller is verantwoordelijk voor het hol zijn en dalen van de kromme. Na omkering van de breuk op de Y-as ontstaat fig. 2b. Beide rechten gaan in het algemeen door de oorsprong (bij geen gras, geen afgrazen), ze betekenen dat de gulzigheid bij het grazen (hoeveelheid afgegeten gras per minuut) evenredig toeneemt met de hoeveelheid gegeten gras per koedag. De laatste hoeveelheid varieert als gevolg van de hoeveelheid beschikbaar gesteld gras. De constante van elke lijn is *hoeveelheid/graasduur: hoeveelheid/koedagen = koedag per graasduur*, liever *graasduur per koedag*. Deze grootte is dus voor beide grasbestanden een specifieke con-

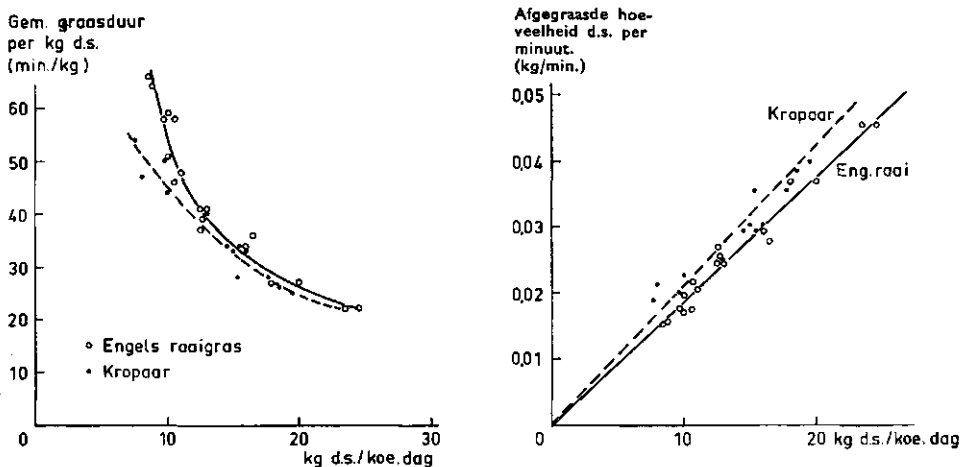
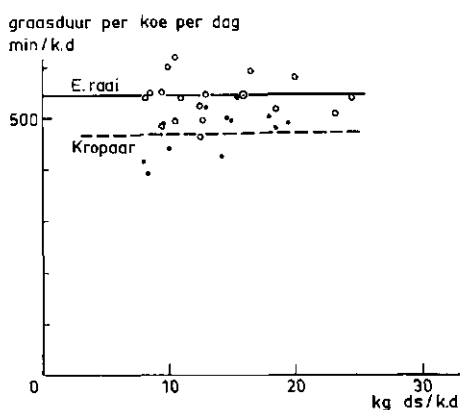


FIG. 2. *Samenhang tussen de graasduur en de afgegraste dagportie bij koeien op twee grasbestanden. Links op onjuiste manier weergegeven, rechts op juiste manier.*

OPGEPAST MET DALENDE, HOLLE KROMMEN!



stante. In plaats van fig. 2b is het ook mogelijk de graasduur uit te zetten tegen de hoeveelheid gras die per dag door een koe wordt afgegraasd (fig. 3). Dan blijkt ook dat bij beide grasbestanden de graasduur niet of nauwelijks afhangt van de hoeveelheid opgegeten gras.

FIG. 3. De graasduur is onafhankelijk van de dagportie afgegraasde droge stof.

3. Fig. 4a (3) toont een stippenzwerm waardoor een dalende en waarschijnlijk holle kromme kan worden getrokken. Het betreft een samenhang tussen de bewerkingskosten per kg melk en het aantal melkkoeien per arbeidskracht. Op de Y-as staat in de noemer de hoeveelheid melk, op de X-as staat in de teller het aantal melkkoeien. Omdat de correlatie tussen de hoeveelheid melk en het aantal melkkoeien zeer sterk is, ontstaat in de figuur het storende effect van de reciprociteit. Omkering van de breuk op de Y-as heft het bezwaar op, terwijl dan de lijn door de oorsprong moet gaan (fig. 4b). De lijn is niet met zekerheid krom en het blijkt dus dat de hoeveelheid melk die men per gulden bewerkingskosten wint, recht evenredig is met het aantal koeien dat door een arbeidskracht wordt gemolken. Dus zijn ook de bewerkingskosten die op de melk drukken evenredig aan het aantal arbeidskrachten per koe.

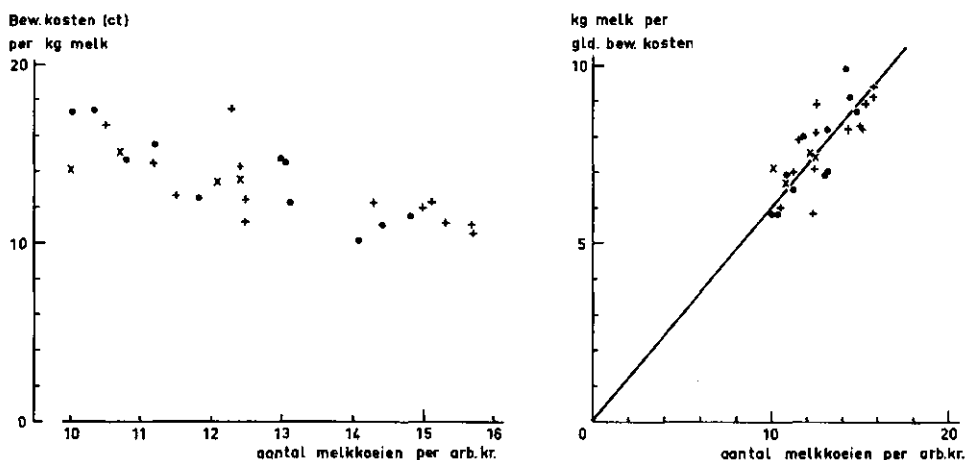


FIG. 4. Samenhang tussen de bewerkingskosten die op de melk drukken en het aantal koeien per arbeidskracht. Links op onjuiste manier weergegeven, rechts op juiste manier.

4. Fig. 5a (4) geeft het verband tussen de stikstofgift en de bewerkingskosten per kg melk. Uitgezet zijn *hoeveelheid N/aantal ha* tegen *bewerkingskosten/melkopbrengst*.

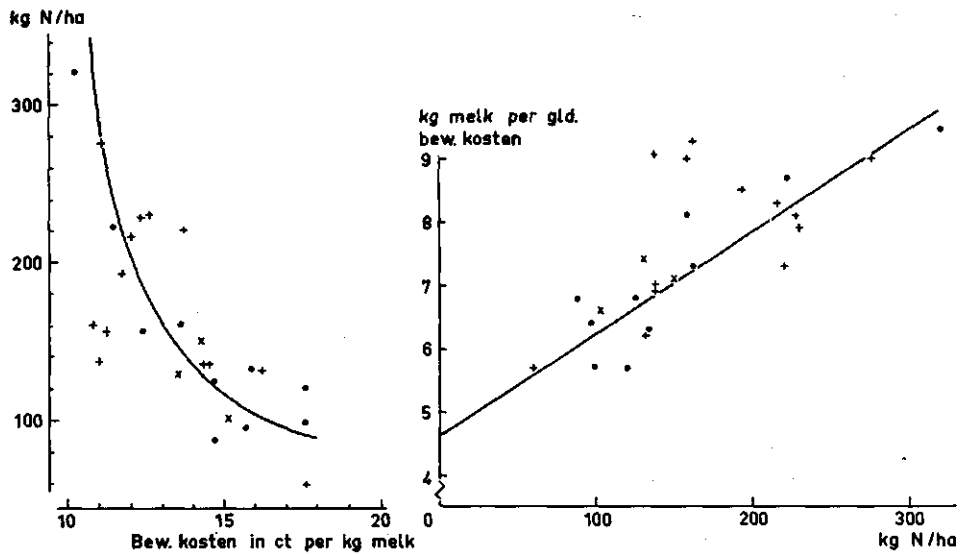


FIG. 5. Samenhang tussen de bewerkingskosten die op de melk drukken en N-bemesting. Links op onjuiste manier weergegeven, rechts op juiste manier.

Omdat een hoge correlatie verwacht mag worden tussen het bedrijfsoppervlak (in noemer) en de bewerkingskosten (in teller), is de kromming ten dele aan de reciprociteit te wijten. In fig. 5b zijn de assen verwisseld en is een breuk omgekeerd. Het is nu duidelijk dat boven ca. 4,5 kg melk per gulden bewerkingskosten de hoeveelheid melk per gulden evenredig toeneemt met de N-bemesting. Van een beperking is bij 300 kg per ha nog niets te merken.

5. Fig. 6a (2) geeft voor dieseltrekkers het verband weer tussen het aantal bedrijfsuren per jaar en de totale kosten per bedrijfsuur. Ook hier komt een grootheid (aantal bedrijfsuren) in teller en noemer voor. Bij omkering van de breuk *kosten/uren* raakt men de ongewenste kromming kwijt, maar men mist een nieuw informatief gegeven op de Y-as. Wil men dit bezwaar opheffen, dan moet men de voorhanden gegevens *als zodanig* tegen elkaar uitzetten, nl. de totale kosten tegen het aantal bedrijfsuren (fig. 6b). Deze grafiek is echter niet veel meer dan een gemeenplaats: ieder weet dat een deel der kosten vast is, en dat een ander deel evenredig toeneemt met het aantal bedrijfsuren. Het maken van een grafiek heeft dan weinig zin. De gemiddelde vaste kosten konden ook rechtstreeks berekend worden.

Uit dit voorbeeld blijkt, dat ook het uitzetten van een grootheid x/y tegen x (dus x op beide assen in de teller) gevaarlijk is. Vindt men nl. een mooie rechte door de oorsprong, dan betekent dit dat tussen y en x geen verband bestaat. Voor de lijn door 0 geldt immers $x/y = a x$, waaruit volgt dat $y = 1/a$. Dit wil zeggen dat y een constante waarde heeft en dus onafhankelijk van x is.

OPGEFAST MET DALENDE, HOLLE KROMMEN!

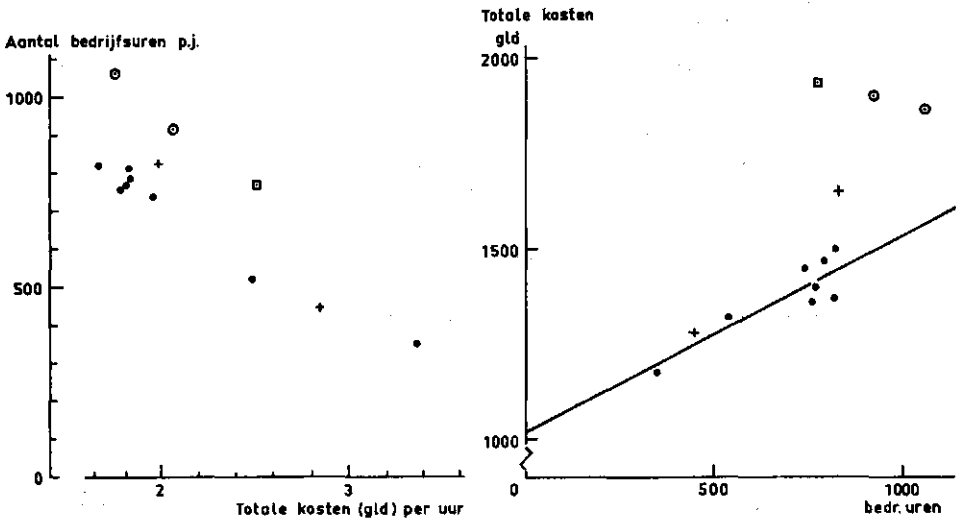


FIG. 6. *Samenhang tussen bedrijfsuren en kosten van dieseltrekkers. Links onjuiste manier van weergeven, rechts juiste manier.*

6. Hoe erg men zichzelf en anderen voor de gek kan houden, toont fig. 7(5). Deze laat het verband zien tussen de hoeveelheid droge stof die bij verschillende landbouwgewassen per kg in het gewas opgenomen stikstof voorhanden is, en het stikstofgehalte van de opbrengst. De verschillende gewassen liggen keurig op een lijn. De kromme is niet dalend, doordat de oorsprong aan de verkeerde kant is gezet. Het verrassende van deze figuur verdwijnt onmiddellijk, wanneer men ziet dat op de Y-as is weergegeven *hoeveelheid droge stof/hoeveelheid N in droge stof* en op de X-as het N-gehalte, dat is *hoeveelheid N in droge stof/hoeveelheid droge stof*. Een grootheid is dus tegen zijn omgekeerde uitgezet! Fig. 7 is dus een curiosum dat niet gepubliceerd had behoeven te worden. De enige informatie die de figuur bevat, nl. de N-gehalten van de verschillende gewassen, had beter in een tabel kunnen worden weergegeven.

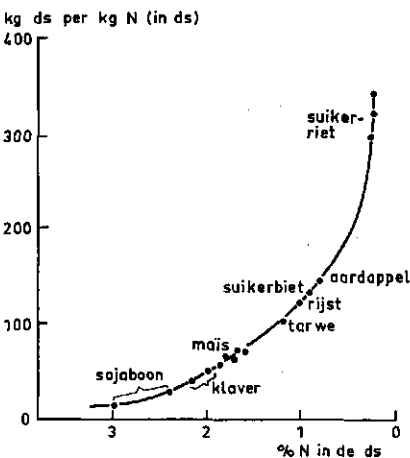


FIG. 7. *Samenhang tussen de N-opname per kg droge stof en het N-gehalte bij verschillende gewassen. Weergave overbodig en onjuist.*

Bespreking en conclusie

Bij de voorbeelden is ervan afgezien commentaar te geven op de toelichting die de verschillende auteurs bij hun grafieken gaven. Gezegd kan worden dat de grafieken aan duidelijkheid en informatie zouden hebben gewonnen als de juiste wijze van voorstellen was toegepast. In het algemeen moet men dalende, holle krommen proberen te vermijden, omdat hun informatieve waarde dikwijls gering is en ze het gevaar opleveren dat ze een niet-landbouwkundige kromming bezitten. Dit blijkt nog eens ten overvloede uit fig. 8a en b, die dezelfde gegevens weergeven. Het al of niet door de oorsprong gaan en het al of niet krom zijn van een lijn springt bij het vermijden van holle, dalende krommen onmiddellijk in het oog (fig. 8b).

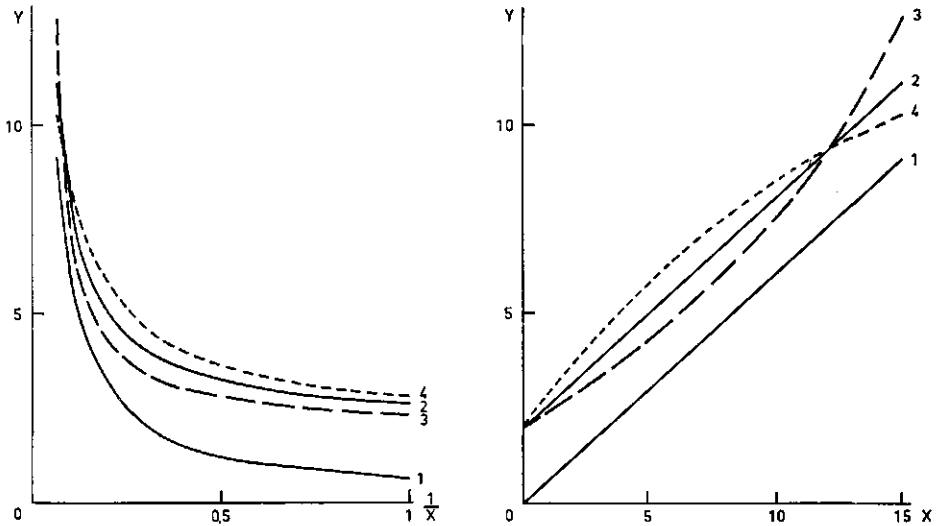


FIG. 8. Samenhang tussen twee grootheden x en y . Links onjuiste manier van weergeven, rechts juiste manier.

Met de krommen van fig. 8a wordt soms zelfs een mooie samenhang opgedist, die eigenlijk niet meer dan een gemeenplaats is.

Verwijzingen

1. KLEIJ, F. K. VAN DER, en H. VAN DER PLOEG, *Landbouwk. Tijdschr.* 67 (1955) 615.
2. POSTMA, G., Gestencild rapport 313 ILR (1961) fig. 42.
3. ———, Gestencild rapport 313 ILR (1961) fig. 45.
4. ———, Gestencild rapport 313 ILR (1961) fig. 57.
5. WILLCOX, O. W., *J. Agr. & Food Chem.* (1959) dec.: 819.
6. WILLEMSSEN, W., *Contactblad voor Bedrijfsvraagstukken 11* (1961) 9 (sept.).

Wageningen, februari 1962