

PRIJSVERGELIJKING VAN KRACHTVOEDER- MIDDELEN MET BEHULP VAN EEN NOMOGRAM

DOOR

A. M. FRENS en E. BROUWER

(Ingezonden 4 April 1939)

Inleiding

Bij het beoordeelen van de voederwaarde der verschillende voedermiddelen en van de voederbehoefte der landbouwhuisdieren spelen de zetmeelwaarde en het eiwitgehalte steeds een belangrijke rol. Weliswaar heeft men geleerd, dat mineralen, vitaminen en andere bestanddeelen waaraan sommige producten een specifieke werking ontleenen, hierbij niet buiten beschouwing mogen blijven en ook is bekend, dat de voederwaarde van een bepaald voedermiddel niet steeds voor alle diersoorten gelijk is. Maar dat neemt niet weg, dat toch zetmeelwaarde (z.m.w.) en eiwit (verteerbaar werkelijk eiwit = v. w. e. of verteerbare eiwitachtige stoffen = v. e. a. s.) de voornaamste fundamenteën voor een rationeele praktische veevoeding vormen ¹⁾.

Bij het opstellen van een doelmatig en practisch rantsoen dient men zich af te vragen, welke voedermiddelen in verband met hun gehalte aan z.m.w. en eiwit het goedkoopst zijn. Afgezien van eventueele minder gewenschte eigenschappen van deze producten, kunnen hiermede natuurlijk de goedkoopste rantsoenen worden samengesteld. Teneinde deze goedkoopste voedermiddelen te kunnen aangeven stelt men veelal een z.g. prijzenbalans op, waarbij men dikwijls uitgaat van den prijs, dien men uit een aantal meer of minder eiwitrijke voedermiddelen voor de eiwitvrije z.m.w. en voor het v. w. e. of de v. e. a. s. kan berekenen.

Omdat de marktprijzen voortdurend schommelen moeten bovenbedoelde berekeningen herhaaldelijk opnieuw worden uitgevoerd, wanneer men bij voortduring van de prijssituatie op de hoogte wil blijven. Reeds vroeger is getracht deze tijdroovende becijferingen met behulp van tabellen of diagrammen te vereenvoudigen en hiertoe heeft NEUBAUER ²⁾ belangrijke bijdragen geleverd. Hoewel tegen de door hem aangegeven werkwijzen geen

¹⁾ Het voor en tegen van andere voederwaarde-eenheden, waarin eveneens de voederwerking kan worden uitgedrukt, laten wij hier buiten beschouwing.

²⁾ NEUBAUER, *Die Futterpreistafel*, 2. Aufl., Berlin 1927; zie ook: *Die lw. Versuchstationen* 80 (1913) 465.

overwegende bezwaren lijken te bestaan, hebben zij hier te lande, voor zoover ons bekend is, weinig ingang gevonden. Dit komt wellicht omdat bij de door hem aangegeven graphische methode twee afzonderlijke diagrammen gebruikt moeten worden, die elk op zich zelf heel eenvoudig zijn, maar toch het werken volgens deze methode nog vrij omslachtig maken.

Wij zijn er echter in geslaagd een werkwijze te vinden, die als een vereenvoudiging van de graphische methode van NEUBAUER kan worden beschouwd, en hebben daarbij alles kunnen samenbrengen in één enkel nomogram, *waarmede het mogelijk is zonder eenige becijfering een bruikbare prijzenbalans op te stellen voor een willekeurig aantal voedermiddelen.*

Dit nomogram kan gebaseerd worden op de gehaltecijfers der voedermiddelen aan z.m.w. en aan v. w. e. of ook op de gehaltecijfers aan z.m.w. en v. e. a. s. . Bij deze publicatie worden daarom twee geheel gelijkwaardige prijzenomogrammen afgedrukt, n.l.:

Prijzenomogram I voor z.m.w. en v.w.e. en

Prijzenomogram II voor z.m.w. en v.e.a.s. .

Naar verkiezing kan men hiervan óf het eene óf het andere gebruiken. Gemakshalve spreken wij in deze verhandeling verder steeds over nomogram I; voor nomogram II gelden echter geheel dezelfde redeneeringen als men overal waar v.w.e. staat v.e.a.s. leest.

Een voorloopige publicatie van onze methode verscheen in „Tierernährung” 7 (1935) 506; nadien zijn ook in Amerika ¹⁾ en Denemarken ²⁾ prijsvergelijkingsnomogrammen gepubliceerd, welke op overeenkomstige wijze zijn ingericht. Met de definitieve uitgave der nomogrammen hebben wij gewacht tot de lijst van z.m.w.- en eiwitcijfers gebruikt kon worden, welke op grond van cijfermateriaal van het Rijkslandbouwproefstation voor Veevoederonderzoek te Wageningen aldaar door Ir. Tj. J. HUISMAN werd opgesteld en die in verkorten vorm door het Centraal Veevoederbureau in Nederland is uitgegeven. Onze hierbij afgedrukte nomogrammen zijn gebaseerd op de tweede uitgave van deze laatste lijst: „Voedernormen, samenstelling en voederwaarde der voedermiddelen” (1938).

Algemeene beschrijving van de werkwijze

Bij prijsvergelijkingen van voedermiddelen neemt men als regel aan, dat voor de z.m.w. en het gehalte aan v.w.e. in elk voedermiddel bepaalde, vaste cijfers mogen worden gebruikt, in tegenstelling met den prijs, die fluctueert. Daar niettemin ook de eerste twee grootheden van voedermiddel tot voedermiddel in grootte en onderlinge verhouding wisselen, hebben wij met niet

¹⁾ SALISBURY, MILLER, HODSON, *Journ. of Dairy Science* 20 (1937) 567.

²⁾ KNUD ROTTENSTEN, *Ugeskrift for Landmaend* 83 (1938) 627.

minder dan drie veranderlijke grootheden te maken, wanneer wij de prijzen van een aantal producten met hun gehaltecijfers aan z.m.w. en v.w.e. in verband trachten te brengen. Hierin schuilen voor een groot deel de moeilijkheden, die bij deze prijsvergelijking naar voren komen. Deze moeilijkheden trachten men voor de practijk veelal te omzeilen door van bepaalde, niet geheel van willekeur vrij te pleiten onderstellingen uit te gaan en vooral in de Deutsche landbouwtijdschriften treft men af en toe min of meer polemisch getinte artikelen aan over de voor- en nadeelen van verschillende werkwijzen.

Een theoretisch juiste oplossing van de bovenaangeduide moeilijkheid geeft de rekenmethode der kleinste quadraten, die echter voor geregeld gebruik in de practijk wel te omslachtig is. Bovendien levert zij *gemiddelde* prijzen voor z.m.w. en v.w.e. op, die, zooals wij nog zien zullen, voor de meeste praktische doeleinden minder belangrijk zijn dan de *minimum*-prijzen van deze grootheden. Bij de prijsvergelijking van voedermiddelen werd deze werkwijze het eerst toegepast door een commissie uit de Deutsche landbouwproefstations¹⁾. Deze commissie baseerde zich echter niet op z.m.w. en v.w.e., maar op drie andere bestanddeelen: eiwitachtige stof, vetachtige stof en zetmeelachtige stof. Eerst KELLNER²⁾ heeft, eveneens werkende volgens de methode der kleinste quadraten, de gehaltecijfers voor z.m.w. en v.w.e. met den prijs der voedermiddelen in verband gebracht. In de latere uitgaven van zijn boek is deze werkwijze echter weer door hem verlaten.

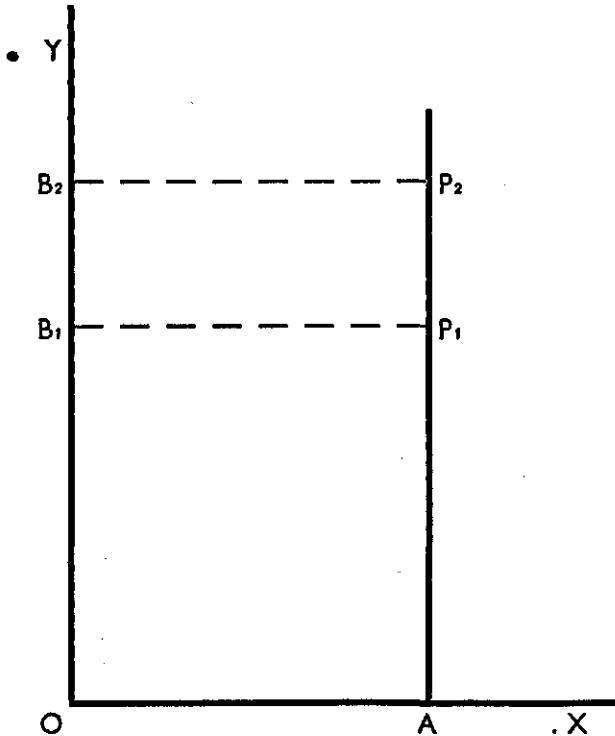
De moeilijkheden, waarop wij hierboven reeds even de aandacht vestigden, worden voor een groot deel opgelost, wanneer men de gegevens, die men als uitgangspunt kiest, zóó omrekent, dat van de drie veranderlijke grootheden slechts twee overblijven, terwijl de derde een constante wordt. Dit kan men doen door van elk voedermiddel den prijs en de hoeveelheid v.w.e. per 100 kg z.m.w. te berekenen. Bij deze constante z.m.w. van 100 kg behooren dan natuurlijk voor elk voedermiddel verschillende prijs- en v.w.e.-cijfers.

De door NEUBAUER ingevoerde werkwijze berust nu daarop, dat hij den prijs van 100 kg z.m.w. in elk voeder langs graphischen weg vaststelt en bij het *waardeeren* van dien prijs tevens rekening houdt met de verschillende hoeveelheden v.w.e., die bij 100 kg z.m.w. van de producten behooren. In een rechthoekig assenstelsel wordt daartoe van elk voedermiddel de prijs per 100 kg z.m.w. langs de verticale as afgemeten, terwijl op de horizontale as het aantal kg v.w.e. per 100 kg z.m.w. is uitgezet.

Een bepaald voedermiddel A bevat b.v. per 100 kg z.m.w. een hoeveelheid v.w.e., welke in eerstvolgende figuur door OA wordt voorgesteld. Bij een

¹⁾ DIETRICH, KÖNIG, *Zus. u. Verdaulichkeit d. Futtermittel*, Bd. 2, S. 1044, Berlin 1891.

²⁾ KELLNER, *Die Ernährung der lw. Nutztierc*, 5e Auflage, S. 590, Berlin 1909.



Figuur 1

marktprijs p_1 kan de prijs van de hoeveelheid voeder, welke 100 kg z.m.w. bevat, dus de prijs per 100 kg z.m.w., worden berekend en worden voorgesteld door $OB_1 = AP_1$. Bij dezen marktprijs kan het verband tussen prijs en gehalte aan v.w.e. per 100 kg z.m.w. van dit voedermiddel dus worden vastgesteld uit de ligging van het punt P_1 , dat de afstanden OA en OB_1 tot coördinaten heeft. Verandert nu de marktprijs en wordt hij b.v. p_2 , dan kan het nieuwe verband uit de ligging van een ander punt (P_2) worden afgeleid. De abscis van dit laatste punt blijft OA , maar de ordinaat, welke den nieuwen prijs per 100 kg z.m.w. voorstelt, is een andere, n.l. $OB_2 = OP_2$.

Uit het bovenstaande volgt, dat het punt, waardoor de prijs van 100 kg z.m.w. in het voedermiddel A wordt aangegeven, zich in het geschetste assenstelsel bij alle voorkomende marktprijzen op de verticale lijn door A blijft bevinden. De ligging van deze verticale lijn zelf wordt voor elk voedermiddel door het gehalte aan z.m.w. en v.w.e. eens voor al bepaald en is dus onafhankelijk van prijscommelingen. De ligging van het *prijspunt* op deze verticale *prijslijn* varieert echter van week tot week.

Op de door NEUBAUER samengestelde „Futterpreistafel” zijn nu deze onveranderlijke prijslijnen voor ongeveer 40 voedermiddelen in een passend assenstelsel afgedrukt. Bij de eiwitarme voedermiddelen is de afstand OA natuurlijk het geringst, bij de hoogere eiwitgehalten is hij grooter ¹⁾. Op elk dezer prijslijnen kan nu de prijs per 100 kg z.m.w. van de betreffende voedermiddelen worden uitgezet en wanneer men deze prijspunten op de lijnen teekent of door middel van spelden aangeeft, krijgt men een overzicht hoe de prijzen per 100 kg z.m.w. in de verschillende voedermiddelen ten opzichte van elkaar gelegen zijn en in hoeverre het eiwitgehalte invloed op deze ligging uitoefent.

Zijn de prijspunten eenmaal aangegeven voor alle voedermiddelen, die men op een zeker moment in de prijsvergelijking wil betrekken, dan kan, zooals wij straks nader zullen toelichten, uit hun ligging direct worden afgeleid:

1°. In welk voedermiddel de z.m.w. het goedkoopst is.

2°. Welk eiwitrijker en eiwitarmere product te zamen de goedkoopste combinatie met een bepaalde tusschenliggende eiwitverhouding kunnen leveren.

3°. Hoeveel de zuivere prijs van 100 kg z.m.w. in deze goedkoopste twee voedermiddelen bedraagt, wanneer wij hieronder een prijs verstaan, die zoodanig is, dat daarbij de waarde der speciale voederwerking van het v.w.e. niet is inbegrepen, en voorts: hoeveel men hierop als *toeslag* moet bijbetalen voor de speciale voederwerking van elke kg v.w.e., die in de combinatie voorkomt. Evenzoo wat de gemiddelde geldswaarde is van deze twee grootheden, berekend uit de prijzen van *alle* voedermiddelen, welke men maar in de prijsvergelijking wil betrekken.

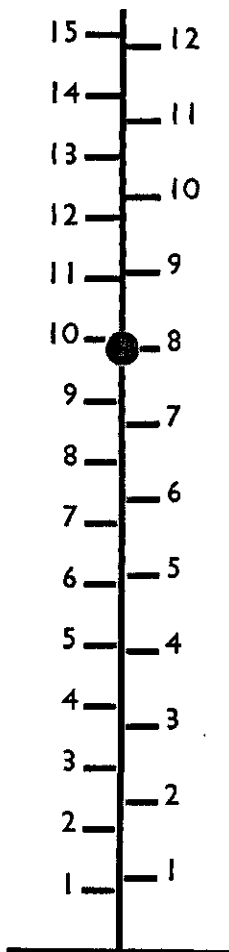
Dit zijn wel de voornaamste vragen, die bij de prijsvergelijking van voedermiddelen naar voren komen.

De vereenvoudigde vaststelling der prijspunten

Om den prijs per 100 kg z.m.w. van elk voedermiddel *zonder* rekenen te kunnen vaststellen, heeft NEUBAUER een hulpmogram aangegeven, dat wel wat gecompliceerd is, maar toch zeer goed bruikbaar. Hierop kan men den prijs van 100 kg z.m.w. in elk voedermiddel bij alle marktprijzen aflezen en vervolgens kan men dezen prijs op de bij elk voedermiddel behorende prijslijn in de „Futterpreistafel” uitzetten.

¹⁾ NEUBAUER koos zijn assen zóó, dat de prijslijnen niet verticaal, maar horizontaal loopen; dit verschil met onze wijze van voorstellen is natuurlijk niet van principieele beteekenis. Verticale prijslijnen spreken o.i. duidelijker, daar hierop bij *hooge* prijzen het prijspunt eveneens *hoog* ligt.

Nu is een dergelijke omrekening even goed uitvoerbaar door middel van een z.g. *dubbelschaal*. Hieronder verstaat men een rechte lijn, waarop twee



Figuur 2

schaalverdeelingen zijn aangebracht, aan weerskanten één (zie nevenstaande figuur 2). Deze schaalverdeelingen zijn zoodanig ingericht, dat wanneer men op de eene schaal den prijs van 100 kg voeder-middel door een punt aangeeft, men bij datzelfde punt op de andere schaal den prijs per 100 kg z.m.w. kan aflezen. De constructie van een dergelijke dubbelschaal berust op het volgende. Wanneer b.v. 100 kg mais (z.m.w. = 81.0) f 8.00 kost, dan bedraagt de prijs van de hoeveelheid, die 100 kg z.m.w. inhoudt: $\frac{100}{81.0} \times f 8.00 = 1.235 \times f 8.00$. De factor 1.235

hangt alleen van de z.m.w. af en blijft dus voor mais bij alle prijzen dezelfde. Teekenen wij nu aan één zijde van een lijn een schaalverdeeling, waarin 1 gulden b.v. door 3 cm wordt voorgesteld en aan de andere zijde een dergelijke gulden-schaal maar met eenheden, welke 1.235 maal zoo groot zijn, dan zal het uitzetten van 8 gulden-afstanden op laatstgenoemde schaal een punt opleveren, dat uitgedrukt in de kleinere eenheden der eerste schaal 1.235×8 gulden-eenheden aangeeft, of den prijs van 100 kg z.m.w. in mais bij den betreffenden marktprijs. Men behoeft dus niets anders te doen dan den marktprijs per 100 kg op de groote schaal uit te zetten om den maisprijs per 100 kg z.m.w. op de kleinere schaal te kunnen aflezen.

Wij hebben nu een groote vereenvoudiging in het vaststellen der prijspunten kunnen verkrijgen door van elk product op de „Futterpreistafel” de prijslijn zelf als dubbelschaal in te richten. De schaaldeelen, die den prijs per 100 kg z.m.w. aangeven, werden daarbij voor alle prijslijnen gelijk genomen. Zij behoefden zodoende niet op elke afzonderlijke prijslijn geteekend te worden, maar konden als een voor de geheele figuur geldende algemeene schaalverdeeling door horizontale lijnen worden aangegeven. De afstanden tusschen deze horizontale lijnen vormen dus overal in de figuur de vaste grondeenheden voor de prijsvergelijking. De schaaldeelen voor den prijs per 100 kg voeder zijn dan natuurlijk voor ieder product verschillend en

werden dan ook voor ieder voedermiddel afzonderlijk op de betreffende prijslijn aangebracht.

Om de prijspunten vast te stellen behoeft men in ons aldus geconstrueerd *prijzennomogram* niets anders te doen dan de marktprijzen per 100 kg voedermiddel op de betreffende prijslijnen uit te zetten en wel in de schaalverdeeling, die op elke prijslijn is aangegeven. Hiervoor is dus geen becijfering of hulpnomogram meer noodig.

Het prijzennomogram

Uitgaande van bovenstaande beschouwingen hebben wij de hierbij afgedrukte prijzennomogrammen geteekend. De namen der voedermiddelen zijn beneden in de figuren aangegeven en door dunne lijntjes met de voetpunten der bijbehorende prijslijnen verbonden. In verband met de nagenoeg gelijke eiwitverhouding van eenige voedermiddelen, was het in enkele gevallen noodig dezelfde prijslijn voor *twee* voedermiddelen in te richten, door er twee schaalverdelingen in marktprijs-eenheden op aan te brengen.

De ligging van elk prijspunt tusschen de dichtstbijzijnde guldenstreepjes kan natuurlijk precies worden uitgemeten, maar in den regel zal men er mede volstaan deze op het oog te schatten. Hiertegen is weinig bezwaar, daar men toch nooit conclusies uit geringe verschillen zal mogen trekken, in verband met de voorkomende afwijkingen van de gemiddelde cijfers voor z.m.w. en v.w.e. .

Wanneer men het nomogram als wandkaart gebruikt en de prijspunten aangeeft door middel van spelden, voorzien van papiertjes met een aanduiding van het betreffende voedermiddel, dan krijgt men een zeer instructief overzicht over de geheele prijs situatie, terwijl het bij iedere nieuwe prijsnotering zeer weinig tijd kost de spelden te verzetten. Zoo kan men met ons prijzennomogram het verloop der marktsituatie op den voet volgen.

Aan de Physiologische Afdeeling van dit Proefstation is een dergelijk nomogram reeds ettelijke jaren op deze wijze in gebruik en de ervaring, welke wij hiermede verkregen, heeft geleerd, dat het uitnemende diensten kan bewijzen. Daarom achten wij een verdere verspreiding alleszins gemotiveerd.

Gebruiksmogelijkheden van het nomogram

Wij hebben reeds een drietal vragen genoemd, waarop met behulp van ons nomogram snel een antwoord te vinden is. Ter nadere orientatie van de gebruikers zullen wij deze gebruiksmogelijkheden nog even toelichten.

Welk voedermiddel bevat de goedkoopste zetmeelwaarde?

Wanneer de prijspunten in het nomogram op de juiste plaatsen zijn aangegeven, is zonder meer te zien welk van deze punten het dichtst bij de

Om deze eiwitverhouding te kunnen verkrijgen heeft men minstens twee voedermiddelen noodig, van welke de prijslijnen rechts en links van V liggen. Is A het eene en B het andere voedermiddel, dan kan men den prijs per 100 kg z.m.w. van het mengsel bepalen, door de prijspunten P_A en P_B door een rechte lijn te verbinden. Hiervoor kan een tusschen rechter- en linkerhand gespannen draad gebruikt worden. Het snijpunt P_V van deze rechte lijn met de loodlijn door V is het prijspunt van het mengsel en geeft dus, afgelezen op de algemeene schaal van het nomogram, den prijs per 100 kg z.m.w. aan.

Hoe korter VP_V is, des te goedkooper is de z.m.w. in het mengsel. Men zal dus de goedkoopste combinatie verkrijgen, wanneer men diè twee voedermiddelen vermengt, tusschen wier prijspunten de verbindingslijn getrokken kan worden, die van de loodlijn door V een zoo kort mogelijk stuk VP_V afsnijdt. Zijn alle prijspunten der voedermiddelen, welke voor combinatie in aanmerking komen, aangebracht, dan is direct op het oog te zien, welke twee producten de goedkoopste combinatie opleveren.

Het is ook mogelijk met behulp van ons nomogram de benoodigde mengverhouding der bovenbedoelde twee producten te bepalen, alsmede de hoeveelheid van het mengsel, welke 100 kg z.m.w. bevat. Hiervoor maken wij er opmerkzaam op, dat de algemeene schaalverdeeling niet alleen correspondeert met een reeks cijfers links in het nomogram, maar ook met een cijferschaal rechts. Bovendien vestigen wij de aandacht op de zoogenaamde *voedermiddelpunten*, welke op iedere prijslijn door een cirkeltje zijn aangeduid (op dezelfde plaats als het tiende guldenstreepje). Deze voedermiddelpunten nu, afgelezen op de algemeene schaalverdeeling en uitgedrukt in de rechts aangebrachte cijfers, geven aan hoeveel van elk product noodig is om 100 kg z.m.w. te leveren.

Wanneer men nu het voedermiddelpunt Q_A van A (fig. 3) met B verbindt, dan snijdt deze verbindingslijn van de loodlijn door V een stuk VA' af, dat uitgedrukt in de rechter cijfers der algemeene schaal een zekere hoeveelheid van het product A voorstelt. Evenzoo stelt VB' een zekere hoeveelheid van het product B voor. Uit de figuur kan nu worden bewezen, dat deze beide hoeveelheden te zamen juist 100 kg z.m.w. met OV kg v.w.e. bevatten, zoodat hieruit tevens de gevraagde mengverhouding volgt.

Het bewijs luidt als volgt:

Uit de gelijkvormigheid der driehoeken ABQ_B en AVB' volgt

$$VB' = \frac{AV}{AB} \times BQ_B \text{ en uit } \triangle BAQ_A \sim \triangle BVA' \text{ evenzoo } VA' = \frac{BV}{AB} \times AQ_A.$$

BQ_B en AQ_A stellen beiden hoeveelheden met 100 kg z.m.w. voor, dus in z.m.w. uitgedrukt hebben wij:

$$VB' + VA' = \frac{AV}{AB} \times 100 + \frac{BV}{AB} \times 100 = \frac{AV + BV}{AB} \times 100 = \frac{AB}{AB} \times 100 = 100.$$

De beide beschouwde hoeveelheden bevatten te zamen dus 100 kg z.m.w..

Thans het eiwit. Bij BQ_B , dus 100 kg z.m.w. in product B, behoort een hoeveelheid v.w.e. voorgesteld door OB. Bij VB' of $\frac{AV}{AB} \times BQ_B$ van het voeder-middel behoort dus ook $\frac{AV}{AB} \times OB$ v.w.e.. Op dezelfde wijze toont men aan, dat bij VA' behoort $\frac{BV}{AB} \times OA$ v.w.e.. De totale hoeveelheid v.w.e. van het mengsel bedraagt dus: $\frac{AV}{AB} \times OB + \frac{BV}{AB} \times OA = \frac{AV}{AB} \times (OV + BV) + \frac{BV}{AB} \times (OV - AV) = \left(\frac{AV}{AB} + \frac{BV}{AB}\right) \times OV + \frac{AV \times BV}{AB} - \frac{BV \times AV}{AB} = \frac{AB}{AB} \times OV = OV$.

Het mengsel heeft dus het gevraagde eiwitgehalte OV.

Het snijpunt Q_V van de loodlijn door V met de verbindingslijn der voeder-middelpunten $Q_A Q_B$ is tevens het voedermiddelpunt van het mengsel en geeft dus aan, hoeveel kg van het mengsel noodig is om 100 kg z.m.w. te leveren.

VQ_V moet dus gelijk zijn aan VB' + VA' of VB' = A'Q_V. Dit volgt uit de evenwijdigheid van AQ_A , BQ_B en VQ_V en uit de gelijkvormigheid der driehoeken ABQ_B met AVB' en $Q_A BQ_B$ met $Q_A A'Q_V$. Immers daaruit blijkt, dat zoowel VB' als A'Q_V gelijk zijn aan $\frac{AV}{AB} \times BQ_B$.

Uit het bovenstaande volgt wel, dat de loodlijn door V een belangrijke rol speelt. Dergelijke, niet op een bepaald voedermiddel betrekking hebbende loodlijnen komen echter in het nomogram als zoodanig niet voor. Het verdient echter wel aanbeveling bepaalde eiwitverhoudingen, welke meermalen gebezigd worden, als verticale lijnen in het nomogram te teekenen, bij voorkeur met gekleurde inkt om verwarring met de prijslijnen te voorkomen. Een dergelijke lijn zou men b.v. kunnen trekken door 21.6 kg v.w.e. per 100 kg z.m.w. of (op nomogram II) door 25.2 kg v.e.a.s. per 100 kg z.m.w.. Volgens LARS FREDERIKSEN ¹⁾ zijn deze eiwitverhoudingen n.l. optimaal voor melk-productie en wanneer men volgens zijn normen werkt, komt het meermalen voor, dat men mengsels met die eiwitverhoudingen moet samenstellen. Ook voor de eiwitverhoudingen van varkensrantsoenen kunnen dergelijke normenlijnen aangebracht worden, b.v. bij 17.8 en 14.8 kg v.w.e. of bij 19.8 en 16.5 kg v.e.a.s. per 100 kg z.m.w.. Dit zijn de eiwitverhoudingen, die men uit de normen van NILS HANSSON voor jongere en oudere baconvarkens kan afleiden ²⁾.

Natuurlijk behoeft men zich bij het samenstellen van mengsels niet tot twee bestanddeelen te beperken. Door bij een bepaalde eiwitverhouding

¹⁾ LARS FREDERIKSEN, *136e Beretning fr. Forsøgslab., København* (1931).

²⁾ FRENS, *Practische proeven met mestvarkens* (III) — Uitgave C.V.B. — 1938 p. 19 en 20.

meerdere combinaties van twee voedermiddelen te zoeken en deze combinaties in gewenschte verhoudingen bij elkaar te nemen, is het eenvoudig genoeg mengsels met een grooter aantal bestanddeelen te vinden.

Hoeveel bedraagt de zuivere prijs der z.m.w. in de goedkoopste combinatie en hoeveel bedraagt de eiwittoeslag?

Overziet men de op het nomogram voor een bepaalde marktsituatie aangebrachte prijspunten, dan zal men veelal zien, dat de meer naar rechts gelegen prijspunten over het algemeen iets hoger zijn geplaatst dan de meer naar links gelegene. Dit beteekent dus, dat bij de beschouwde marktsituatie de eiwitrijkere voedermiddelen *per* 100 kg z.m.w. over het algemeen duurder zijn dan de eiwitarmere. Men moet dus voor de z.m.w. van voederstoffen met een hoger percentage v.w.e. meer betalen dan voor de z.m.w. van die met een lager percentage v.w.e.; er komt als het ware een *toeslag* op den zuiveren zetmeelwaardeprijs voor elke kg v.w.e. méér in het voedermiddel. Met behulp van ons nomogram kan men nu uit de goedkoopste voedermiddelen-combinatie dezen *eiwittoeslag* op eenvoudige wijze vaststellen en ook den *zuiveren prijs van 100 kg z.m.w. zonder eiwittoeslag*.

Om laatstgenoemden prijs in de goedkoopste combinatie te bepalen behoeft men niets anders te doen, dan de verbindingslijn der prijspunten (in fig. 3: $P_A P_B$) te verlengen tot diè verticale lijn wordt gesneden, welke bij 0 kg v.w.e. behoort. De afstand van dit snijpunt tot de horizontale as geeft den zuiveren prijs van 100 kg z.m.w. zonder eiwittoeslag, indien men dezen afstand uitdrukt in de eenheden der algemeene prijschaal van het nomogram.

Bepaalt men nu verder het snijpunt van de verbindingslijn der prijspunten met diè verticale lijn, welke bij 100 kg v.w.e. behoort, dan geeft dit punt den prijs aan van 100 kg z.m.w. waarbij de toeslag voor 100 kg v.w.e. is inbegrepen. Het verschil hiervan met den zuiveren prijs van 100 kg z.m.w. is dus de *toeslag*, dien men voor 100 kg v.w.e. moet betalen.

Voor sommige doeleinden kan het gemak opleveren ook den prijs van 100 kg v.w.e. als zoodanig te bepalen. Bij den toeslag moet men dan den zuiveren prijs van de hoeveelheid z.m.w. optellen, welke aanwezig is in 100 kg v.w.e.. Meestal wordt de z.m.w. van het v.w.e. op 94 gesteld en men kan dus bij den eiwittoeslag, den zuiveren prijs van 94 kg z.m.w. optellen. Echter heeft men dan aangenomen, dat de z.m.w. van het v.w.e. geen invloed ondergaat van de onvolwaardigheidsfactoren der voedermiddelen waarin het voorkomt. Bij de becijfering van de totale z.m.w. van een voedermiddel uit de analyse, vermenigvuldigt men echter de som van de berekende z.m.w. der afzonderlijke bestanddeelen, dus ook de z.m.w. van het v.w.e., met een

bepaalden onvolwaardigheidsfactor. In dit alles ligt een zekere tegenstrijdigheid, welke men trouwens ook in de literatuur vindt¹⁾.

Kent men bij het werken met nomogram II aan 100 kg v.e.a.s. eveneens een z.m.w. van 94 kg toe, dan is dit nog meer aanvechtbaar, omdat over het vetvormend vermogen der amiden zeer verschillend geoordeeld wordt. Uit het bovenstaande blijkt wel, dat de prijs van 100 kg v.w.e. of v.e.a.s. als zoodanig een grootheid is, welke niet zeer stevig gefundeerd kan worden en die daarom zoo mogelijk moet worden vermeden.

De op bovenstaande wijze bepaalde zuivere prijs van de z.m.w. en de eiwittoeslag berusten slechts op den prijs en samenstelling van de twee voeder-middelen, die op een gegeven oogenblik het goedkoopst zijn. Men dient er zich daarom wel van te vergewissen, of deze lage prijs niet door toevallige, niet algemeen geldige oorzaken ontstaan is, zooals b.v. slechte kwaliteit van bepaalde partijen. Bovendien is het gewenscht, dat de prijspunten der gebruikte voedermiddelencombinatie niet te dicht bij elkaar liggen, daar kleine fouten in de plaats der prijspunten dan grootere in den zuiveren prijs van de z.m.w. en in den eiwittoeslag opleveren. Dit geldt weliswaar eveneens voor de andere gebruiksmogelijkheden van het nomogram, maar de fouten worden daarbij tenminste niet door verlenging der verbindingslijn buiten de prijspunten vergroot. Heeft men den zuiveren prijs van de z.m.w. en den eiwittoeslag voor algemeene beschouwingen noodig, dan is het om bovengenoemde redenen zeer gewenscht zich niet tot één enkele voedermiddelencombinatie te beperken, maar meerdere goedkoope combinaties te onderzoeken om daaruit beter gefundeerde minimumwaarden voor den zuiveren prijs der z.m.w. en voor den eiwittoeslag te kunnen afleiden.

De gemiddelde zuivere prijs van 100 kg z.m.w. en de toeslag voor 100 kg v.w.e.

Behalve de zoo juist beschreven *minimum*waarden kan men ook *gemiddelde* waarden voor den zuiveren prijs van de z.m.w. en voor den eiwittoeslag bepalen, waarbij alle voedermiddelen, van welke een prijsnoteering bekend is, in rekening worden gebracht. Dit heeft het voordeel, dat vele prijspunten het eindresultaat mede bepalen, zoodat toevallig voorkomende hooge of lage prijzen van één of enkele voedermiddelen een veel geringeren invloed uitoefenen.

¹⁾ MØLLGAARD (*Grundzüge d. Ernährungsphysiologie der Haustiere*, 2e Auflago (1931) 248, 249; zie ook *131de Beretning fr. Forsøgslaboratoriet, København* (1929) 123.) gebruikt bij de formuleering der voederwaarde volgens zijn NK_F -systeem de breuk k , waarvan de noemer voorstelt de in totaal in het voeder aanwezige nettocalorieën (NK_F) en de teller alleen de uit v.w.e. afkomstige nettocalorieën. Ook hier wordt voor den noemer de som van de berekende NK_F 's met den factor voor onvolwaardigheid van het voeder vermenigvuldigd, waarbij dus ook het aantal uit het v.w.e. afkomstige KN_F 's verminderd wordt. Deze vermindering blijft echter buiten beschouwing bij de uit v.w.e. afkomstige NK_F 's, welke in den teller van k voorkomen.

Om de hier bedoelde gemiddelde waarden vast te stellen, moet op het nomogram een lijn aangebracht worden, die zoo goed mogelijk tusschen de prijspunten doorloopt. Voor het practisch gebruik zal men dit in den regel vrij nauwkeurig op het oog kunnen doen met behulp van een tusschen rechter- en linkerhand gespannen draad. De snijpunten van de aldus vastgestelde lijn met de bij 0 en 100 kg v.w.e. behoorende verticalen geven dan op de reeds beschreven wijze den zuiveren prijs van de z.m.w. en den eiwittoeslag.

Vindt men deze methode echter niet nauwkeurig genoeg, dan kan de ligging van de gemiddelde lijn ook met behulp van de methode der kleinste quadraten uit de coördinaten der afzonderlijke prijspunten worden becijferd. Dit zal echter slechts zelden zin hebben, omdat de practische toepassingsmogelijkheden van deze *gemiddelde* waarden beperkt zijn. Want weliswaar zijn de marktprijzen van een groot aantal afzonderlijke producten in aanmerking genomen, maar niet de werkelijk verhandelde hoeveelheden. Een onbelangrijk voedermiddel, dat toevallig tegen een ongewoon hoogen of lagen prijs wordt verkocht, kan daardoor een onevenredig grooten invloed op de gemiddelde waarden uitoefenen. Wanneer ook de *verhandelde hoeveelheden* bekend zijn, is het evenwel mogelijk hiermede rekening te houden, zoowel bij de graphische vaststelling der gemiddelde waarden als bij de berekening met behulp van de methode der kleinste quadraten.

In de tweede plaats wordt de toepassing van de gemiddelde waarden beperkt, doordat men bij aankoop van voedermiddelen liefst zoo ver mogelijk *beneden* den gemiddelden prijs wil blijven en dus zoekt naar de reeds besproken minimumwaarden voor den zuiveren prijs van de z.m.w. en voor den eiwittoeslag.

Niettemin kan de bepaling van de gemiddelde waarden haar nut hebben, b.v. om het prijsverloop van de z.m.w. in verband met het gehalte aan v.w.e. van week tot week of in opeenvolgende jaren gade te slaan. Daarbij zal blijken, dat de prijspunten van sommige voedermiddelen vrijwel steeds beneden de gemiddelde lijn liggen en die van andere voedermiddelen er vrijwel steeds boven. Dergelijke producten worden dus voortdurend wat goedkooper of duurder verhandeld dan met hun gehalte aan z.m.w. en v.w.e. overeenkomt. Dit kan een bepaalde oorzaak hebben, b.v. dat het voedermiddel bij uitstek geschikt is voor bepaalde doeleinden (b.v. haver als paardenvoeder) of dat een gunstige of ongunstige specifieke werking van sommige producten met zekerheid vaststaat. Niet altijd zal de oorzaak echter direct zijn aan te wijzen en in die gevallen zullen de met het prijzenomogram verkregen uitkomsten tot verder economisch, voedertecnisch of physiologisch onderzoek aanleiding kunnen geven.

Samenvatting

Bij prijsvergelijking der verschillende handelsvoedermiddelen uit een oogpunt van voederwaarde, spelen de zetmeelwaarde en het verteerbaar eiwit nog steeds een belangrijke rol. Er moeten dus drie grootheden op een passende wijze met elkaar in verband worden gebracht: prijs, zetmeelwaarde (z.m.w.) en verteerbaar eiwit (verteerbaar werkelijk eiwit = v.w.e. of verteerbare eiwitachtige stof = v.e.a.s.). Dit kan op doelmatige wijze geschieden met behulp van de door NEUBAUER aangegeven „Futterpreistafel”.

Door deze „Futterpreistafel” als een systeem van dubbelschalen in te richten, konden wij het gebruik er van sterk vereenvoudigen en verkregen wij een *prijzennomogram*. Zonder rekenwerk kan hiermede een bruikbare prijsvergelijking opgesteld worden voor een willekeurig aantal voedermiddelen. Hierbij kunnen dan de volgende vragen worden beantwoord:

- 1°. Welk voedermiddel bevat de goedkoopste z.m.w.?
- 2°. Welk eiwitrijker en eiwitarmer product kunnen te zamen de goedkoopste combinatie met een bepaalde, tusschenliggende, eiwitverhouding leveren?
- 3°. Hoeveel zou de *zuivere prijs van 100 kg z.m.w.* in bovenbedoelde combinatie bedragen, wanneer wij hieronder een prijs verstaan zoodanig, dat daarbij de waarde van de bijzondere voederwerking van het eiwit niet is inbegrepen, en voorts: hoeveel zou men hierop voor deze bijzondere werking als *toeslag* moeten bijbetalen voor elke kg v.w.e. (of v.e.a.s.) in het mengsel?

Wanneer men de prijsnoteeringen geregeld op het nomogram aanbrengt, geeft het verder een zeer instructief overzicht over het verloop van het algemeene verband tusschen den prijs en de voederwaarde der genoteerde producten.

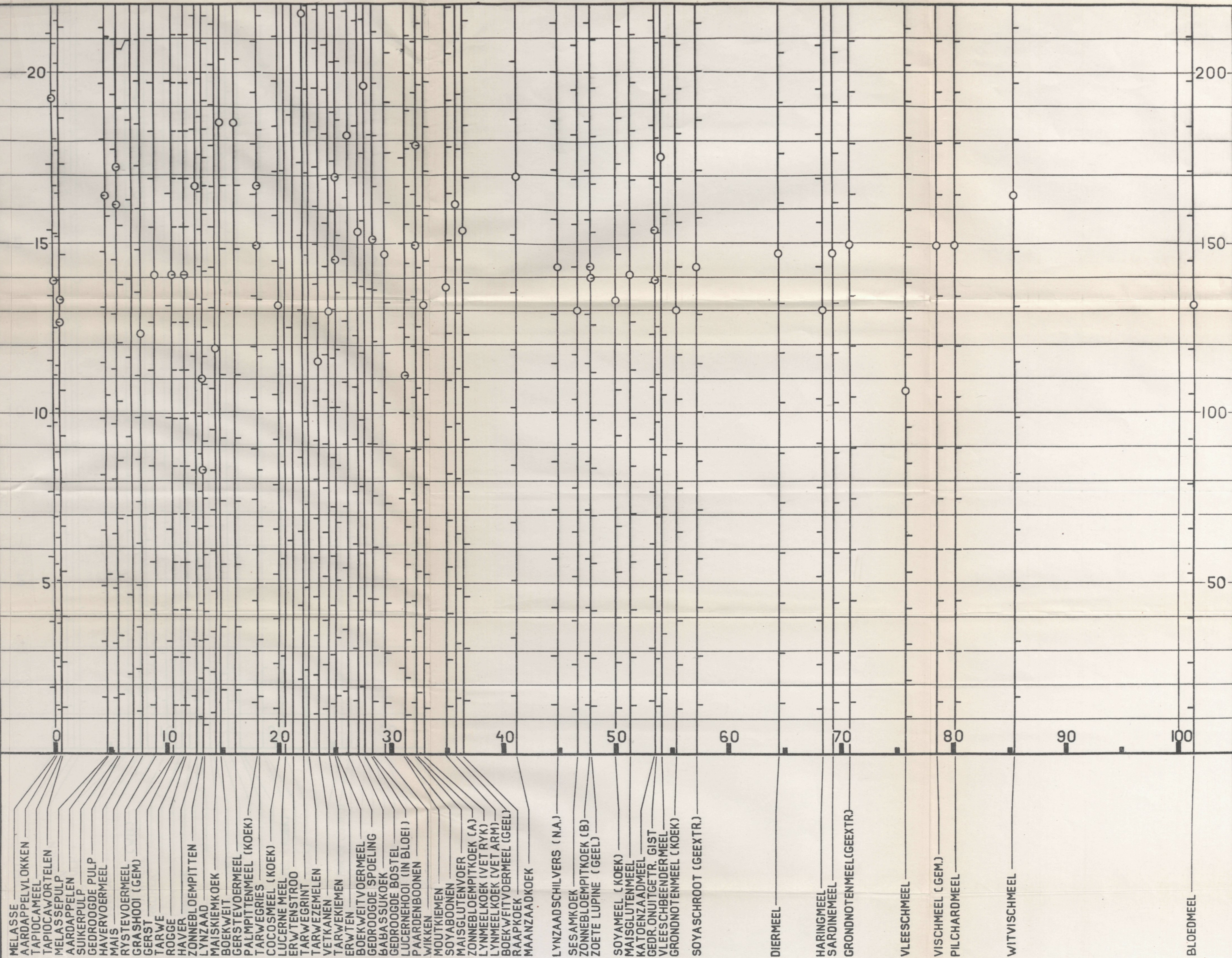
Bij het toelichten der gebruiksmogelijkheden wordt nog uiteengezet, dat het ook mogelijk is met behulp van het nomogram de mengverhouding van twee voedermiddelen te bepalen, die te zamen een mengsel met een bepaalde eiwitverhouding moeten vormen. Verder wordt er op gewezen, dat bij het bepalen van den *prijs van v.w.e. (of v.e.a.s.) als zoodanig*, theoretische moeilijkheden rijzen, welke omzeild kunnen worden door het gebruik van den *zuiveren prijs der z.m.w.* (waarin dus geen eiwitwerking is verrekend) en den daarenboven te betalen *toeslag voor de bijzondere werking van het aanwezige v.w.e. (of v.e.a.s.)*.

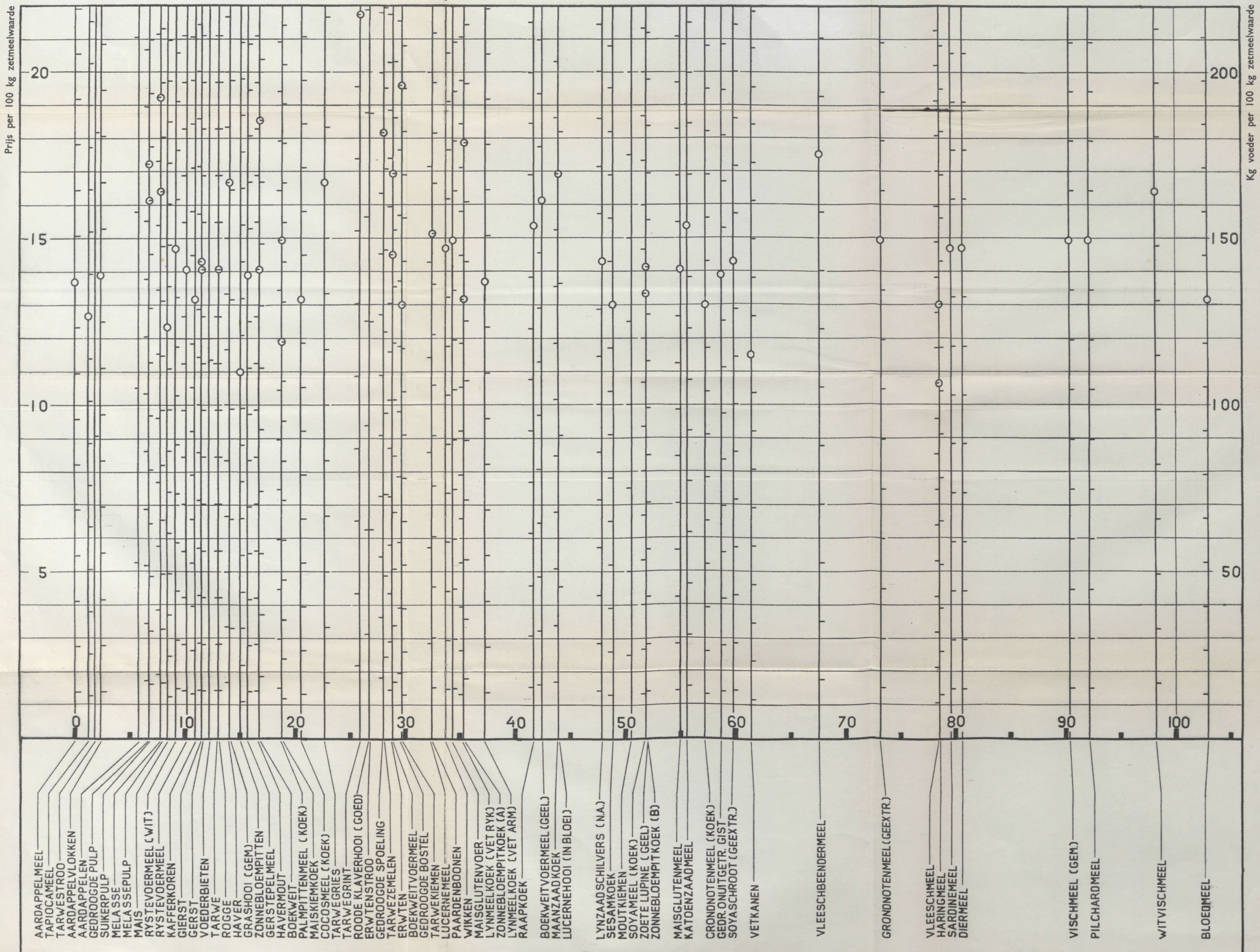
SUMMARY

The relation between price and nutritive value of concentrates is usually estimated in the Netherlands in reference to starch-equivalents and digestible

Prijs per 100 kg zetmeelwaarde

Kg voeder per 100 kg zetmeelwaarde





protein content (digestible true protein = d.t.p. or digestible crude protein = d.c.p.). So there are three variables among which a suitable relation must be established: price, starch-equivalents and digestible true or crude protein. This may be done by means of NEUBAUERS „Futterpreistafel". By inserting a system of double-scales in the above-mentioned diagram, we simplified its use to a high degree and, in this way, we obtained a *price-nomogram*, by means of which it is possible to survey without any calculation the prices of an arbitrary number of feeding-stuffs in relation to their starch-equivalents and digestible protein contents. The use of the nomogram in solving the following problems is discussed.

- 1st. Which feeding-stuff does contain the cheapest starch-equivalents?
- 2d. How to find the two constituents of the cheapest mixture with a given protein-starch-equivalent ratio out of all the protein-poor and protein-rich feeding-stuffs, that are suitable to produce together this demanded ratio?
- 3d. What would be the true price of 100 kg starch-equivalent in the above-mentioned mixture, supposing no special protein-functions were payed in it, and how much the extra allowance would amount to, that had to be payed for the special protein-functions?

The nomogram also is useful in fixing the amounts of two feeding-stuffs, that are needed to form together a mixture with a given protein-starch-equivalent ratio.

It is pointed out, that calculating the absolute price of digestible protein (d.t.p. or d.c.p.) gives rise to theoretical difficulties that may be avoided by using the *true price of starch-equivalents* (excluding the value of special protein-functions in the feeding-stuffs) and moreover an *extra allowance for the special protein-functions* proportionate to the digestible protein contents of the feeding-stuffs.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Preiswürdigkeit der Kraftfuttermittel wird noch immer hauptsächlich auf deren Stärkewert und Eiweißgehalt bezogen. Es sollen daher drei Variablen in passender Weise miteinander in Relation gebracht werden: Preis, Stärkewert und Proteingehalt (verdauliches Reineiweiß = V.R.E. oder verdauliches Rohprotein = V.R.P.). Eine zweckmäßige Lösung dieses Problems gibt die NEUBAUERSche „Futterpreistafel". Indem wir ein System von Doppelskalen für die Umrechnung der Marktpreise auf 100 kg Stärkewert in der „Futterpreistafel" selbst anbrachten, gelang es uns die Handhabung dieses

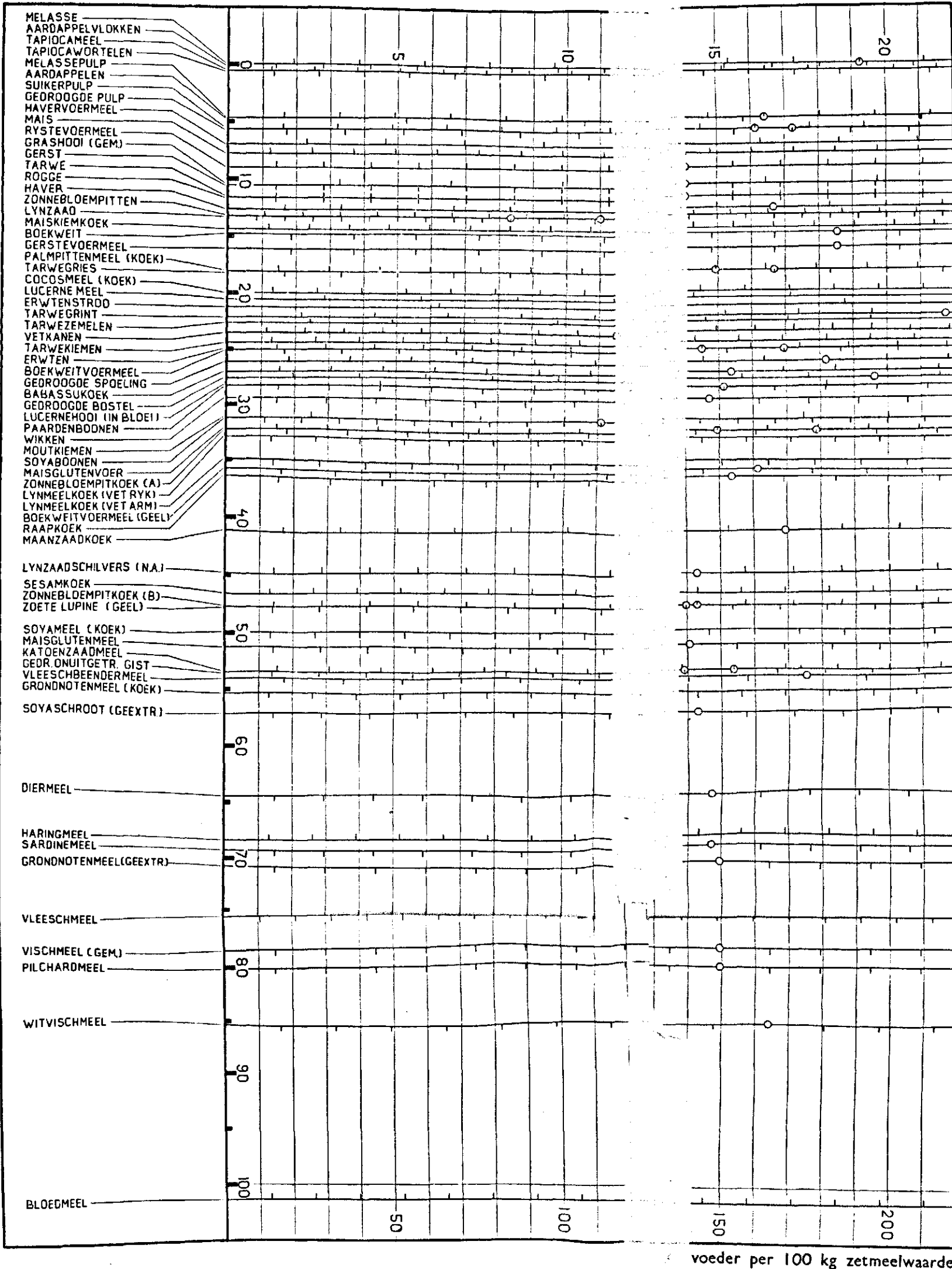
Diagrammes erheblich zu vereinfachen und so erhielten wir ein *Preis-nomogramm*. Es zeigte sich damit möglich ohne jede Rechenarbeit in kürzester Zeit eine Übersicht zu erhalten über die Preise einer willkürlichen Anzahl Futtermittel in Bezug auf deren Stärkewert und Eiweisgehalt.

Der Gebrauch des Nomogrammes zur Lösung der folgenden Fragen wird erörtert.

1. Welches Futtermittel ist pro 100 kg Stärkewert am billigsten?
2. Man will ein Futtergemisch mit bestimmtem Verhältnis zwischen verdaulichem Reineiweisz (oder Rohprotein) und Stärkewert zusammensetzen; welche ist die billigste Kombination?
3. Welcher ist der reine Preis von 100 kg Stärkewert eines Futtermittels, wenn wir darunter den Preis verstehen, worin die Sonderwirkung des Eiweises nicht begriffen ist, und wie hoch ist der *Zuschlag* welchen man überdies für diese Sonderwirkung des Futtereiweises bezahlen muss?

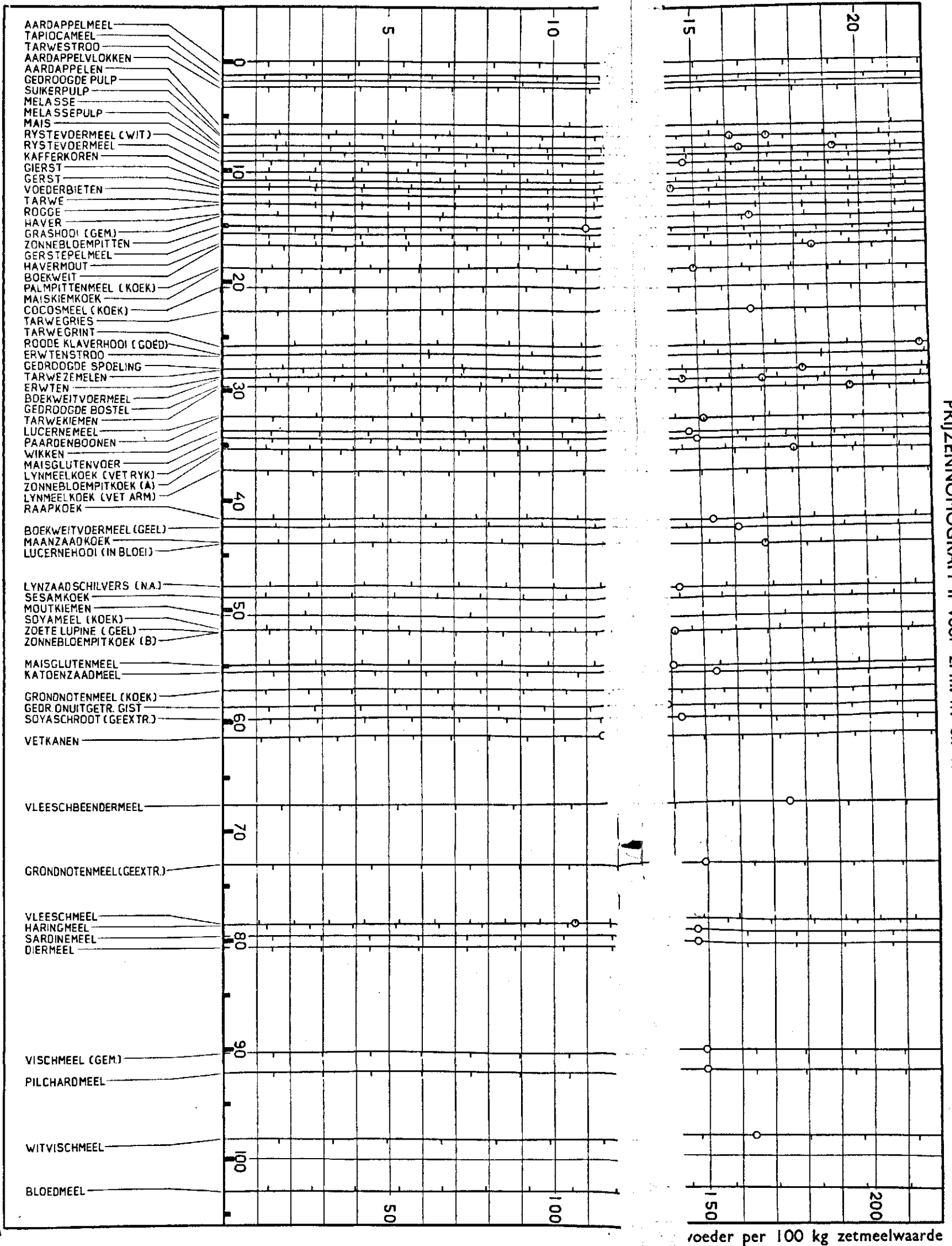
Man kann das Nomogramm ebenfalls benutzen zur Bestimmung des Mischverhältnisses von zwei Futtermitteln zur Erhaltung eines Gemisches mit bestimmtem Verhältnis zwischen verdaulichem Reineiweisz (oder Rohprotein) und Stärkewert.

Es wird schliesslich hervorgehoben, dass die Preisbestimmung von dem V.R.E. (oder V.R.P.) *an sich*, auf theoretische Schwierigkeiten stöszt, welche man umgehen kann, indem man arbeitet mit dem reinen Preis des Stärkewertes und daneben mit dem Zuschlag für die Sonderwirkung des im Futter enthaltenen Eiweises.



Prijs per 100 kg zetmeelwaarde

PRIJZENNOGRAM II voor z. m. w. en v. e. a. s.



voeder per 100 kg zetmeelwaarde