

AMINOZURENBEHOEFTE VAN LEGHENNEN EN VLEESKUIKENS

Dr. ing. J. B. Schutte

CVB-documentatierapport nr. 18
november 1996

centraal veevoederbureau

Het centraal veevoederbureau is onderdeel van het productschap voor veevoeder, en fungeert als zelfstandig overlegplatform voor de gehele veevoedingssector met als doel het uniformeren en standaardiseren van de waardering van voedermiddelen en de vaststelling van voedernormen voor landbouwhuisdieren.

AMINOZURENBEHOEFTE VAN LEGHENNEN EN VLEESKUIKENS

Dr. ing. J. B. Schutte

centraal veevoederbureau
runderweg 6
8219 pk lelystad
telefoon: 0320 - 29 32 11
telefax: 0320 - 29 35 38

CVB-documentatierapport nr. 18
november 1996

ISSN 0925-546X

© **centraal veevoederbureau 1997**

Niets van deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze ook, tenzij dan na schriftelijke toestemming van het Centraal Veevoederbureau.

Deze uitgave is met zorg samengesteld; het Centraal Veevoederbureau kan echter op geen enkele wijze aansprakelijk worden gesteld voor de gevolgen van het gebruik van de gegevens uit deze publicatie.

VOORWOORD

In de achterliggende jaren is in Nederland, o.a. in het kader van de volgende projecten, veel onderzoek gedaan naar de eiwit- en aminozuurvoorziening van pluimvee:

1. "Onderzoek met leghennen en slachtkuikens betreffende de mogelijkheid tot verlaging van het eiwitgehalte in relatie tot het N-gehalte in de mest", uitgevoerd door ILOB-TNO te Wageningen en het COVP-DLO "Het Spelderholt" te Beekbergen (thans ID-DLO).
2. "Het ontwikkelen van een fysiologische voedingsstrategie tot beheersing van de stikstofuitstoot in de dierlijke productie. Voorbeeldstudie bij slachtkuikens", een samenwerkingsproject van de vakgroep Fysiologie van mens en dier, Landbouwwuniversiteit Wageningen en het COVP-DLO "Het Spelderholt" te Beekbergen.

Beide projecten werden gesubsidieerd via het Financieringsoverleg Mest- en Ammoniakonderzoek (FOMA).

In het kader van het eerste project is door middel van dosis respons proeven van een aantal aminozuren de behoefte van leghennen en vleeskuikens nader bestudeerd. Voor een samenvattend overzicht wordt verwezen naar hoofdstuk 1 en 2 in "Stikstof en fosfor in de voeding van eenmagige landbouwhuisdieren in relatie tot de milieu-problematiek", kwaliteitsreeks nr. 25, Productschap voor veevoeder, 's-Gravenhage.

Van het tweede project is een samenvattend overzicht gepubliceerd in "Fysiologische voedingsstrategie: een uitdaging voor een efficiënte stikstofhuishouding in de intensieve veehouderij", Kwaliteitsreeks nr. 35, Productschap voor Veevoeder, 's-Gravenhage.

Op basis van de resultaten van het onderzoek van het eerstgenoemde project, ander ILOB-TNO onderzoek en een evaluatie van de beschikbare literatuur heeft de heer J. B. Schutte van ILOB-TNO het onderhavige documentatierapport geschreven.

Het rapport is -na voorbespreking in een ad hoc groep- ter kennis gebracht van de CVB-werkgroep Voeding Pluimvee en Konijnen, en na toevoeging van een tweetal bijlagen door deze werkgroep geaccordeerd. De in dit rapport aanbevolen normen hebben betrekking op de behoefte voor het bereiken van een maximaal technisch resultaat. In de bijlagen worden voor de aminozuren lysine en methionine (+ cystine) de -voor een aantal proeven- gemiddelde relaties beschreven tussen de aminozuurvoorziening en de technische resultaten. Tevens is met een voorbeeld aangegeven hoe kan worden berekend tot welk niveau toevoeging van vrije aminozuren economisch rendabel is.

Naast kennisname van dit rapport wordt aanbevolen ook kennis te nemen van de resultaten van het tweede project, zoals beschreven in hoofdstuk 2 van kwaliteitsreeks nr. 35. Door dit onderzoek is een beter inzicht verkregen in het N-metabolisme bij vleeskuikens; de resultaten geven een aantal meer strategische opties langs welke wegen de stikstofbenutting bij vleeskuikens verder kan worden geoptimaliseerd. Daarbij dient te worden opgemerkt dat het streven naar een maximale stikstofefficiëntie niet samengaat met het realiseren van een maximaal technisch resultaat. Op basis van dit onderzoek kan tevens worden geconcludeerd dat de praktische vleeskuikenvoeding minder ver af staat van de theoretische mogelijkheden dan soms wordt verondersteld.

In de praktijk zal het vooral van economische factoren afhangen in hoeverre het nodig is een keuze te maken, dan wel te komen tot een compromis tussen beide doelen. Het onderhavige rapport kan daaraan naar mijn stellige overtuiging een belangrijke bijdrage leveren.

Mede namens de werkgroep Voeding Pluimvee en Konijnen zeg ik de heer Schutte hartelijk dank voor het samenstellen van dit documentatierapport.

Dr. M. C. Blok
Hoofd Centraal Veevoederbureau

SAMENSTELLING VAN DE WERKGROEP "VOEDING PLUIMVEE EN KONIJNEN"

dr. ir. R. P. Kwakkel (voorz.)	Landbouwuniversiteit, Vakgroep Veevoeding, Wageningen
dr. M. C. Blok (secr.)	Centraal Veevoederbureau (CVB), Lelystad
ing. T. Greutink	Informatie en Kennis Centrum Landbouw, Ede
ir. G. Janssen	Centrale Vereniging voor de Coöperatieve Industrie
ing. Sj. Schaper	Centraal Veevoederbureau (CVB), Lelystad
ing. C. W. Scheele	Instituut voor Dierhouderij en Diergezondheid (ID-DLO), Lelystad
dr. ing. J. B. Schutte	ILOB-TNO, Wageningen
dr. ir. P. C. M. Simons	Praktijkonderzoek Pluimveehouderij, Beekbergen
ir. P. Versteeg	Nederlandse Vereniging van Mengvoederfabrikanten - FNM

SAMENSTELLING VAN DE AD HOC GROEP DIE HET RAPPORT HEEFT VOORBESPROKEN

dr. M. C. Blok	Centraal Veevoederbureau (CVB), Lelystad
dr.ir. R.A.H.M. ten Doeschate	Landbouwuniversiteit, Vakgroep Fysiologie van Mens en Dier, Wageningen
ir. H. Enting	CLO-Instituut voor de Veevoeding "De Schothorst", Lelystad
ing. J. P. Holsheimer	Instituut voor Dierhouderij en Diergezondheid (ID-DLO), locatie Beekbergen
dr. ir. R. P. Kwakkel	Landbouwuniversiteit, Vakgroep Veevoeding, Wageningen
dr. ing. C. W. Scheele	Instituut voor Dierhouderij en Diergezondheid (ID-DLO), Lelystad
dr. ing. J. B. Schutte	ILOB-TNO, Wageningen

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	7
1.1	Essentiële en niet-essentiële aminozuren	7
1.2	Verwantschap tussen aminozuren	7
1.3	Interacties tussen aminozuren	7
1.4	Andere aspecten die de aminozuurbehoefte bepalen	8
1.5	Criteria waarop de behoefte wordt gebaseerd	8
1.6	Systeem van eiwitwaardering	8
2.	ALGEMENE BESCHOUWING OVER DE AMINOZUURBEHOEFTE OPGAVEN	11
2.1	Nederlands onderzoek in het kader van FOMA	11
2.2	Verteerbaarheid en correctiefactoren	11
3.	AMINOZUURBEHOEFTE VAN LEGHENNEN	13
3.1	Behoefte volgens de NRC	13
3.2	Beschouwing van de NRC-normen	13
3.3	Lysine behoefte	14
3.4	Methionine + cystine behoefte	14
3.5	Threonine behoefte	15
3.6	Tryptofaan	15
3.7	Valine	16
3.8	Isoleucine	16
3.9	Aanbeveling inzake de aminozuurbehoefte van leghennen	16
4.	AMINOZUURBEHOEFTE VAN VLEESKUIKENS	19
4.1	Behoefte volgens de NRC	19
4.2	ILOB/COVP onderzoek bij vleeskuikens	20
4.3	Verloop van de behoefte tijdens de mestperiode	20
4.4	Belang van een correcte bepaling van de lysine behoefte	23
5.	PRAKTISCHE BETEKENIS VAN DE OPGEGEVEN BEHOEFTEN	25

Bijlage A. Verloop van de groei- en voederconversie bij toenemende gehalten aan methionine + cystine en lysine in het rantsoen bij vleeskuikens

Bijlage B. Verloop van de eiproduktie en voederconversie bij toenemende gehalten aan methionine + cystine en lysine in het rantsoen bij leghennen

LIJST VAN GEBRUIKTE AFKORTINGEN

Afkorting	Eenheid	Verklaring
CVB		Centraal Veevoederbureau
FOMA		Financieringsoverleg Mest- en Ammoniakonderzoek
g		Gram
gld		gulden
kcal		Kilocalorie (= 10^3 calorie = $4,184 * 10^3$ Joules)
kg		Kilogram
M+C		Methionine + Cystine
mg		Milligram
MJ		Megajoule (= 10^6 Joules = $0,239 * 10^6$ calorieën)
NRC		National Research Council (U.S.A.)
N		Stikstof
OE	MJ	Omzetbare (of metaboliseerbare) energie
OE _{pl}	MJ	Omzetbare energie, gebaseerd op onderzoek bij hanen
OE _{slk}	MJ	Omzetbare energie, gebaseerd op onderzoek bij vleeskuikens
VC		Voederconversie (g voer/g groei)

1. INLEIDING

1.1 Essentiële en niet-essentiële aminozuren

Bij een beschouwing van de aminozuurbehoefte bij pluimvee dient onderscheid te worden gemaakt tussen essentiële en niet essentiële aminozuren. De essentiële aminozuren kan het dier zelf niet maken en dienen derhalve in voldoende hoeveelheden in het voeder aanwezig te zijn. De niet-essentiële aminozuren kan het dier zo nodig zelf maken via transformatie van bijvoorbeeld andere aminozuren. Voorwaarde is echter dat het voeder voldoende eiwit/aminozuren bevat om deze transformatie mogelijk te maken. Hieronder wordt aangegeven welke aminozuren als essentieel en welke als niet-essentieel worden beschouwd.

Essentiële aminozuren

Isoleucine
Leucine
Lysine
Threonine
Methionine (+cystine)
Histidine
Fenylalanine (+tyrosine)
Tryptofaan
Valine
Arginine

Niet-essentiële aminozuren

Asparaginezuur
Glutaminezuur
Proline
Alanine
Glycine (+serine)

1.2 Verwantschap tussen aminozuren

Tussen bepaalde aminozuren bestaat er een zekere verwantschap. Zo kan de behoefte aan cystine zowel worden gedekt door methionine als door cystine. In het dier wordt methionine namelijk vlot omgezet in cystine. Het omgekeerde vindt niet plaats. Dit houdt in dat de behoefte aan methionine alleen kan worden gedekt door verstrekking van methionine. Tussen fenylalanine en tyrosine doet zich een vergelijkbare verwantschap voor. De behoefte aan tyrosine kan zowel worden gedekt door tyrosine als door fenylalanine. De behoefte aan fenylalanine kan echter uitsluitend worden gedekt door fenylalanine. Voor wat betreft glycine en serine zijn beide aminozuren uitwisselbaar. Deze twee aminozuren worden ook wel aangeduid als voorwaardelijk essentieel vanwege de beperkte synthese capaciteit van pluimvee. Dit houdt in dat bij een te laag eiwitgehalte in het rantsoen de vorming van deze twee aminozuren in gevaar komt. Met name geldt dit bij vleeskuikens. In de nieuwste uitgave (1994) van de National Research Council (NRC) worden voor vleeskuikens tevens aanbevolen gehalten aan glycine + serine in het rantsoen opgegeven. Glycine kan ook gevormd uit threonine. Bij een tekort aan glycine (+serine) zou de behoefte aan threonine derhalve kunnen toenemen.

1.3 Interacties tussen aminozuren

Verder dient te worden opgemerkt dat er zich tussen bepaalde aminozuren of groepen van aminozuren interacties kunnen voordoen. Deze interacties doen zich met name voor tussen aminozuren met een overeenkomstige chemische structuur. Bekende voorbeelden van interacties zijn die tussen leucine, isoleucine en valine en die tussen lysine en arginine. Binnen elk van deze twee groepen kan een verhoging van één of twee aminozuren in het rantsoen leiden tot een verhoging van de behoefte aan het andere aminozuur. De behoefte aan aminozuren kan verder worden beïnvloed door de gehalten aan vitamines in het rantsoen. Zo kan een deficiëntie aan choline gedeeltelijk worden opgevangen door methionine. Het omgekeerde is eveneens het geval. Beide stoffen kunnen elkaar echter alleen vervangen voorzover het gaat om de levering van de noodzakelijke methylgroepen. Deze methylgroepen vervullen een belangrijke functie in de lichaamssynthese van essentiële componenten zoals

carnitine en creatinine. Er bestaat echter ook een behoefte aan zowel methionine als choline per se. Voor het vervullen van deze behoefte kunnen ze elkaar derhalve niet vervangen. De tryptofaan behoefte is mede afhankelijk van het gehalte aan niacine in het rantsoen. Tryptofaan kan door het dier omgezet worden in niacine. Bij een tekort aan niacine neemt de behoefte aan tryptofaan derhalve toe.

1.4 Andere aspecten die de aminozuurbehoefte bepalen

Naast voornoemde aspecten zijn er nog een groot aantal andere factoren die van invloed zijn op de behoefte aan aminozuren. De belangrijkste factoren in dit verband zijn ras/kruising, lichaamsgewicht, productieniveau, leeftijd, voeropname, voersamenstelling, huisvesting en temperatuur in de stal. Het is derhalve niet zo verbazingwekkend dat de opgegeven behoeften aan aminozuren sterk kunnen variëren. Dit laatste wordt nog versterkt door de grote verscheidenheid in uitgangspunten, die worden gehanteerd bij het afleiden van de behoefte aan aminozuren uit de proefuitkomsten. In de loop der jaren zijn hiervoor verschillende modellen ontwikkeld. Voor het schatten van de behoefte aan aminozuren uit groei- en legproeven worden in algemeen twee verschillen modellen gebruikt: het lineaire ("broken line") model en het non-lineaire ("exponentiële") model. Er is nog steeds discussie over de vraag met welke van deze modellen de beste behoefte schatting wordt verkregen. Fisher e.a., (1973) kwamen op basis van hun bevindingen tot de conclusie dat toepassing van het lineaire ("broken line") model leidt tot een onderschatting van de behoefte. Daarentegen kan bij toepassing van het exponentiële model een overschatting van de behoefte plaatsvinden. Robbins e.a. (1979) concludeerden op basis van hun bevindingen dat het non-lineaire model de voorkeur verdient. Er zijn echter maar weinig studies bekend waarbij de behoefte aan een bepaald aminozuur op basis van het non-lineaire model is vastgesteld. De meeste studies beschreven in de literatuur leenden zich hier echter ook niet voor, aangezien het aantal toetsdoseringen daarvoor te beperkt was.

1.5 Criteria waarop de behoefte wordt gebaseerd

Een ander niet onbelangrijk aspect is dat de behoefte veelal wordt afgeleid uit de groei (vleeskuikens) en eiproductieresultaten (leghennen). De laatste jaren worden echter in toenemende mate ook andere criteria, zoals voederconversie en slachtkwaliteit, bij het behoefte onderzoek betrokken. In de meeste Amerikaanse onderzoekingen wordt echter nog steeds de groei (vleeskuikens) en de eiproductie als basis genomen voor het schatten van de behoefte aan aminozuren. Hierbij wordt voorbij gegaan aan het feit, dat de behoefte aan aminozuren voor het bereiken van de laagste voederconversie op een ander niveau kan liggen dan voor het bereiken van de maximale groei c.q. eiproductie. Dit laatste te meer omdat in voldoende mate is aangetoond dat het gehalte aan aminozuren in het rantsoen de voeropname beïnvloedt (Gous en Kleyn, 1988). Op basis van een literatuuronderzoek concludeerden deze onderzoekers, dat bij sub-optimale gehalten aan aminozuren de voeropname wordt verhoogd. Dit effect wordt in verband gebracht met een poging van de dieren om een tekort aan aminozuren te compenseren door het opnemen van meer voer. Bij een sterk tekort aan aminozuren daarentegen daalt de voeropname (Gous en Kleyn, 1988). Gous e.a. (1987) concludeerden uit de uitkomsten van een door hen uitgevoerd onderzoek, dat bij leghennen het gehalte aan lysine, methionine en isoleucine meer effect had op de voeropname dan het energiegehalte. Chee en Polin (1979) suggereren dat met name methionine een regulerende werking op de voeropname heeft.

1.6 Systeem van eiwitwaardering

Een verder punt van discussie betreft de vraag welk systeem moet worden gehanteerd bij het opgeven van de behoeften aan aminozuren. Het NRC (1994) volstaat nog steeds met het geven van de behoefte als "totaal" aminozuur.

In Nederland wordt sinds de zeventiger jaren gewerkt met een systeem waarbij de grondstoffen worden gewaardeerd op basis van schijnbaar faecale verteerbare aminozuren gemeten bij volwassen hanen. In een aantal West-Europese landen wordt in toenemende mate de behoefte aan aminozuren vermeld op basis van wat genoemd wordt ware faecale verteerbare

aminozuren. Hierbij wordt gecorrigeerd voor de endogene (faecale) verliezen aan aminozuren. Veelal worden de endogene verliezen vastgesteld op basis van resultaten die worden verkregen op een eiwitvrij rantsoen. Bij deze correctie krijgt men echter niet de ware verteerbaarheid, maar een "gestandaardiseerde schijnbare verteerbaarheid". Voor het omrekenen van schijnbaar faecaal verteerbare aminozuren naar een gestandaardiseerde schijnbare verteerbaarheid kan gebruik worden gemaakt van de correctiefactoren genoemd in de CVB-voedertabel (1994).

2. ALGEMENE BESCHOUWING OVER DE AMINOZUURBEHOEFTE OPGAVEN

2.1 Nederlands onderzoek in het kader van FOMA

Begin 1986 werd in een samenwerkingsverband tussen het ILOB-TNO en het COVP (thans ID-DLO, lokatie Beekbergen) een onderzoeksproject gestart betreffende de veevoedkundige mogelijkheden de N-uitscheiding bij vleeskuikens en leghennen te verlagen. Dit project, dat met financiële steun van het Financieringsoverleg Mest- en Ammoniakonderzoek (FOMA) werd uitgevoerd, was met name gericht op het verkrijgen van meer informatie over de behoefte aan aminozuren die na methionine en lysine het eerst limiterend worden in rantsoenen voor deze diercategorieën. Het betreft hier de aminozuren threonine, tryptofaan, valine en isoleucine en bij vleeskuikens daarnaast arginine. De behoefte aan methionine, methionine + cystine en lysine voor vleeskuikens en leghennen werd als voldoende bekend beschouwd. Op het ILOB zijn in het kader van een ander project met name een groot aantal proeven uitgevoerd naar de behoefte van methionine + cystine bij deze diercategorieën. Naast de gegevens uit eigen Nederlandse onderzoeken zullen, voorzover beschikbaar, gegevens uit de buitenlandse literatuur worden betrokken bij een beschouwing van de behoeften aan aminozuren bij vleeskuikens en leghennen. Voor wat betreft dit laatste, zal dit in hoofdzaak beperkt worden tot Europese onderzoeken, aangezien de Amerikaanse onderzoeken voor het merendeel reeds verwerkt zijn in de meest recente NRC opgave (1994). De buitenlandse opgaven hebben veelal betrekking op de behoefte aan "totaal" aminozuur. Vanwege het feit dat de behoefte aan "totaal aminozuur" sterk wordt beïnvloed door de verteerbaarheid zijn de ILOB/COVP waarden tevens omgerekend naar schijnbaar faecale (mest) verteerbaarheid. Voor deze omrekeningen werden de basisgegevens, voor wat betreft de verteringscoëfficiënten van de aminozuren in de afzonderlijke grondstoffen, ontleend aan de CVB tabellen. Zoals bekend zijn deze verteringscoëfficiënten bepaald bij volwassen hanen.

In de meeste buitenlandse onderzoeken werd voor het bepalen van de behoefte aan aminozuren uitgegaan van goed verteerbare rantsoenen. In vrijwel alle gevallen waren de rantsoenen gebaseerd op maïs en soja eventueel aangevuld met vismeel en/of maisglutenmeel. In de ILOB c.q. ILOB/COVP onderzoeken waren maïs en soja eveneens de belangrijkste grondstoffen in het rantsoen. Dit houdt in dat de literatuur opgaven omtrent de behoefte aan totaal aminozuur goed vergelijkbaar zijn met die verkregen uit de Nederlandse onderzoeken. Voorzover in de geciteerde literatuuropgaven rantsoenen van een geheel andere samenstelling zijn toegepast wordt dit aangegeven.

2.2 Verteerbaarheid en correctiefactoren

Voorzover hieronder wordt gesproken over verteerbare aminozuren wordt hiermee bedoeld de schijnbare faecale verteerbaarheid, tenzij anders aangegeven. In Nederland werden tot voor kort de geanalyseerde gehalten aan threonine, valine en isoleucine gecorrigeerd voor destructie verliezen tijdens de hydrolyse (threonine) dan wel voor een onvolledige hydrolyse (valine en isoleucine). De toegepaste correctiefactoren voor threonine, valine en isoleucine waren respectievelijk 1,05, 1,08 en 1,07. In de nieuwste uitgave (1994) van de Veevoedertabel zijn deze correctiefactoren komen te vervallen. Dienovereenkomstig zijn ook de oorspronkelijke opgaven in de ILOB/COVP rapporten t.a.v. de behoefte aan de betreffende aminozuren in deze notitie aangepast; d.w.z. deze zijn evenredig verlaagd. Dit betekent derhalve dat, voorzover in deze notitie behoeftecijfers van het ILOB/COVP worden aangehaald voor threonine, valine en isoleucine deze waarden zijn aangepast (= excl. correctiefactoren).

Voor wat betreft de literatuur over aminozuurbehoeften van pluimvee moet nog worden opgemerkt dat in dit overzicht alleen studies worden vermeld waarvan met zekerheid kan worden gesteld dat alleen het aminozuur waarvan het gehalte werd gevarieerd beperkend is geweest.

3. AMINOZUURBEHOEFTE VAN LEGHENNEN

3.1 Behoeftte volgens de NRC

De behoeftenormen opgesteld door de National Research Council (NRC) worden veelal als leidraad genomen. Het betreft hier een Amerikaanse instelling. Deze normen worden regelmatig bijgesteld. De voorlaatste uitgave dateert van 1984 en de laatste uitgave van 1994. In Tabel 3.1 wordt een samenvatting gegeven betreffende de NRC normen t.a.v. de dagelijkse behoefte aan aminozuren van leghennen.

Tabel 3.A NRC opgave betreffende de behoefte aan aminozuren voor leghennen op basis van totaal aminozuur (mg/dier/dag)

Aminozuur	NRC (1984)	NRC (1994)
Methionine	350	300
Methionine + cystine	600	580
Lysine	700	690
Threonine	500	470
Tryptofaan	150	160
Valine	600	700
Arginine	750	700
Histidine	180	170
Isoleucine	550	650
Leucine	800	820
Fenylalanine	820	470
Fenylalanine + tyrosine	880	830

Opmerkingen:

- De normen hebben betrekking op witte hennen. Voor bruine hennen wordt door de NRC (1994) de norm 10% hoger gesteld.
- De opgaven voor threonine, valine, arginine, histidine, isoleucine, fenylalanine en fenylalanine + tyrosine zijn geschatte waarden vanwege het ontbreken van betrouwbare literatuurgegevens.

3.2 Beschouwing van de NRC-normen

Bij een beschouwing van de NRC opgaven blijkt, dat er enkele opmerkelijke bijstellingen hebben plaatsgevonden. Voor de meeste aminozuren werd de behoeftenorm recentelijk (NRC, 1994) op een lager niveau gesteld. Een duidelijke uitzondering vormen valine en isoleucine. Voor valine werd de behoeftenorm verhoogd van 600 tot 700 mg/dag en voor isoleucine van 550 tot 650 mg/dag. Dat de normen voor deze twee aminozuren veel te laag waren, werd bevestigd in de ILOB/COVP onderzoeken (Schutte e.a. 1993^a). Bij een beschouwing van de door NRC geciteerde literatuur komt naar voren, dat deze in hoofdzaak betrekking heeft op Amerikaanse onderzoeken, en dat de eiproduktie (= aantal eieren/hen/dag) de basis vormde voor het afleiden van de behoeften.

Onderzoeken waarbij tevens de voederconversie werd meegenomen bij het vaststellen van de behoefte, zijn kennelijk buiten beschouwing gelaten. Het is echter in voldoende mate bekend dat de behoefte aan bepaalde aminozuren, met name die van methionine + cystine, duidelijk hoger ligt voor het bereiken van de meest optimale voederconversie dan voor het bereiken van de maximale eiproduktie (Schutte en Van Weerden, 1978; Schutte e.a., 1983, 1984, 1994; Calderon en Jensen, 1990; Cao e.a., 1993). In de VS wordt aan dit aspect nauwelijks aandacht besteed omdat hier gewerkt wordt met het voerverbruik-criterium "g opgenomen voer/dozijn eieren". De lagere methionine + cystine norm, zoals die wordt gehanteerd in de VS, kan tevens consequenties hebben voor de normen die voor andere aminozuren worden gegeven. Uitgaande van een dagelijkse voeropname van 110 g/hen zou op basis van de NRC (1994)

norm volstaan kunnen worden met een gehalte van 5,3 g methionine + cystine/kg rantsoen. In Nederland wordt een gehalte van rond 6,5 g totaal methionine + cystine/kg gehanteerd. Het zal duidelijk zijn dat bij een gehalte van 5,3 g methionine + cystine/kg lagere behoeften voor de andere aminozuren zullen worden gevonden dan bij een niveau van 6,5 g methionine + cystine/kg voer. Hieronder wordt nader ingegaan op de opgaven betreffende de behoefte aan de meest belangrijke aminozuren bij de leghen.

3.3 Lysine behoefte

De NRC (1994) norm voor lysine bedraagt 690 mg per hen/dag. Zoals reeds vermeld is deze waarde in hoofdzaak gebaseerd op Amerikaanse onderzoeken. De meest recente waarden van Europese onderzoeken liggen duidelijk hoger en variëren tussen 790 en 860 mg totaal lysine per hen/dag. Dit laatste mede vanwege het feit dat de voederconversie eveneens in beschouwing werd genomen. Uzu en Larbier (1985) rapporteerden dat de behoefte aan lysine voor middelzware hennen rond 800 mg per hen/dag ligt. Al Bustany en Elwinger (1987) stelden voor lichte leghennen de behoefte aan lysine op minimaal 820 mg per hen/dag, terwijl Van Weerden en Schutte (1980) tot een behoefte kwamen van 860 mg per hen/dag. Volgens een berekening komt laatstgenoemde waarde overeen met ongeveer 720 mg verteerbaar lysine. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de dieren (Shaver 288) betrokken bij het onderzoek van Van Weerden en Schutte (1980), aanmerkelijk zwaarder waren dan de huidige legkruisingen. Verder werd de behoefte vastgesteld bij een voeropname van rond 125 g per hen/dag. Bougon (1994) kwam voor bruine leghennen tot een behoefte van rond 760 mg verteerbaar lysine per hen/dag. Vermoedelijk wordt hier bedoeld de behoefte aan ware faecale verteerbare lysine.

Op grond van de beschikbare gegevens wordt de behoefte aan schijnbaar faecaal verteerbaar lysine voor leghennen gesteld op 700 mg/dier/dag. Deze waarde komt zeer goed overeen met de behoefte van 705 mg schijnbare verteerbaar lysine/dier/dag, afgeleid uit de resultaten van een recentelijk uitgevoerd ILOB onderzoek (nog niet gepubliceerd) met witte leghennen.

3.4 Methionine + cystine behoefte

De NRC (1994) norm voor methionine + cystine bedraagt 600 mg per hen/dag. Zoals reeds aangegeven is deze norm in hoofdzaak gebaseerd op de eiproduktie criteria. Verschillende onderzoeken hebben uitgewezen dat deze norm voor het bereiken van de laagste voederconversie waarde te laag is. Schutte e.a., (1984) stelden een methionine + cystine behoefte vast van 750 mg per hen/dag met het voorbehoud dat hiervan tenminste 50% in de vorm van methionine diende te zijn. Deze behoefte was vooral gebaseerd op de voederconversie waarden. Voor het bereiken van de maximale eiproduktie werd een duidelijk lagere behoefte (\pm 670 mg per hen/dag) vastgesteld. In een recent uitgevoerd onderzoek (Schutte e.a., 1994) werd ongeveer eenzelfde behoefte waarde (740 mg per hen/dag) vastgesteld als in de voorafgaande onderzoeken (Schutte e.a. 1984). Volgens een berekening correspondeert deze waarde met 640 mg verteerbaar methionine + cystine. Calderon en Jensen (1990) stelden eveneens vast dat voor het bereiken van de laagste voederconversie-waarde de methionine + cystine behoefte hoger is dan voor het bereiken van de maximale eiproduktie. Verder vonden deze onderzoekers dat de behoefte aan methionine + cystine afhankelijk was van het eiwitgehalte. Bij een eiwitniveau van 160 g/kg werd, gebaseerd op de voederconversie-waarden, een behoefte vastgesteld van 730 mg methionine + cystine per hen/dag. Bij een eiwitniveau van 190 g/kg vonden zij een behoefte waarde van 795 mg per hen/dag. Cao e.a. (1992) onderzochten eveneens de methionine + cystine behoefte in relatie tot het eiwitgehalte (130-230 g/kg) in het rantsoen. Deze onderzoekers vonden dat de methionine behoefte niet significant werd beïnvloed door het eiwitniveau. Op grond van hun uitkomsten - met eiproduktie en voerconversie als criteria - kwamen zij tot een methionine en methionine + cystine behoefte van respectievelijk 424 en 785 mg per hen/dag bij een eimassa productie van 54,3 g per hen/dag. Bij een eimassa productie van 50,8 g per hen/dag werd door hen een behoefte aan methionine en methionine + cystine vastgesteld van respectievelijk 364 en 670 mg per hen/dag.

De behoefte aan schijnbaar faecaal verteerbaar methionine van leghennen wordt op grond van de beschikbare gegevens gesteld op 350 mg/dier/dag en die voor methionine + cystine op 650 mg/dier/dag.

3.5 Threonine behoefte

Uit de resultaten van ons onderzoek werd een behoefte aan threonine afgeleid van 4,9 g/kg¹ in het rantsoen (Schutte e.a., 1989^b). Gebaseerd op de voederconsumptie in deze proeven (108 g per hen/dag) komt dit overeen met een dagelijkse behoefte van 530 mg per hen/dag. Omgerekend op basis van verteerbaar threonine correspondeert dit met een waarde van 440 mg. De literatuuropgaven over de behoefte aan threonine variëren sterk. De NRC (1994) opgave bedraagt 470 mg per hen/dag, terwijl Huygebaert en Butler (1991) op basis van het "Reading model" tot een behoefte komen van 710 mg threonine per hen/dag. Voor wat betreft de opgave van Huygebaert en Butler (1991) dient te worden opgemerkt dat dit een berekende behoefte is op basis van de eisamenstelling en de dagelijkse onderhoudsbehoefte. De door hen berekende behoefte aan totaal threonine zou gelden voor een hen met een lichaamsgewicht van 1,7 kg en een eiproductie niveau van 52,6 g/dag. Op basis van de productieresultaten werd door Huygebaert en Butler (1991) echter een veel lagere behoefte aan totaal threonine (rond 600 mg/dag) vastgesteld. Deze behoefte aan totaal threonine van 600 mg/dag correspondeerde met ongeveer 475 mg faecaal verteerbaar threonine. Oudere opgaven over de behoefte aan totaal threonine lopen uiteen van 350-510 mg per hen/dag (Moran e.a., 1967; Hurwitz en Bornstein, 1973; Smith, 1978). Recentelijk (Schutte en de Jong, 1994) werd op het ILOB een threonine behoefte proef uitgevoerd, waarbij tevens de verteringscoëfficiënten van de aminozuren in het toegepaste basisrantsoen werden bepaald. De proef omvatte het leeftijdstrajekt van 24-36 weken. Uit de uitkomsten van deze proef werd een dagelijkse behoefte aan faecaal verteerbaar threonine afgeleid van 470 mg/hen. Op basis van de literatuurgegevens en eigen onderzoekingen wordt de behoefte van leghennen aan schijnbaar faecaal verteerbaar threonine gesteld op 460 mg/dier/dag.

3.6 Tryptofaan

De opgaven betreffende de tryptofaan behoefte lopen vrij sterk uiteen. Het is mogelijk dat dit ten dele is terug te voeren tot de analytische problemen met dit aminozuur. Uit de resultaten van het ILOB/COVP onderzoek werd een tryptofaan behoefte afgeleid van 160 mg per hen/dag, overeenkomend met ongeveer 130 mg verteerbaar tryptofaan (Schutte e.a., 1989^a). De NRC (1994) komt met een vergelijkbare opgave van 160 mg tryptofaan per hen/dag. Deze waarde ligt echter aanzienlijk lager dan die berekend door Gous en Klein (1988) op basis van de resultaten van McDonald en Morris (1985). Bij eimassa producties van 54, 55 en 56 g/dag kwamen deze onderzoekers tot een geschatte behoefte aan tryptofaan van respectievelijk 183, 192 en 207 mg per hen/dag. Morris en Wethli (1978) kwamen in hun onderzoek tot een dagelijkse behoefte van 187 mg per hen/dag. Een berekening leerde dat de geanalyseerde gehalten aan tryptofaan in de door hun toegepaste rantsoenen overeenkomen met de door ons berekende gehalten op basis van de cijfers in de CVB Veevoedertabel. Othani e.a. (1989) onderzochten het effect van twee L-tryptofaan toevoegingen (250 en 500 mg/kg) aan een basisrantsoen dat 1,5 g tryptofaan/kg bevatte. De beste resultaten t.a.v. de eimassa productie en voederconversie werden bereikt op het rantsoen gesupplementeerd met 500 mg L-tryptofaan/kg. Dit laatste kwam overeen met een dagelijkse opname van 239 mg tryptofaan per hen/dag. Berekening van het tryptofaan gehalte in het rantsoen toegepast door Othani e.a. (1989) op basis van de cijfers in de CVB veevoedertabel, leverde een waarde op van 1,1 g tryptofaan/kg. Uitgaande van dit gehalte ligt de dagelijkse opname aan tryptofaan op het rantsoen met 500 mg toegevoegd tryptofaan/kg rond 190 mg per hen/dag. Door Jensen e.a. (1990) werd de tryptofaan behoefte op rantsoenen met

¹

Dit gehalte is exclusief de tot voor kort gehanteerde correctiefactor van 1,05 voor dit aminozuur (zie ook Hoofdstuk 2, punt 2.2).

160 en 180 g eiwit/kg geschat op 150-162 mg per hen/dag. Het geanalyseerde gehalte aan tryptofaan in de betreffende rantsoenen bleek goed overeen te komen met de waarde die door ons werd berekend op basis van de cijfers in de CVB veevoedertabel.

Op grond van de beschikbare gegevens is de behoefte voor leghennen gesteld op 160 à 180 mg totaal tryptofaan per dier/dag. Deze gehalten komen overeen met ongeveer 130 mg schijnbaar faecaal verteerbaar mg tryptofaan/dier/dag.

3.7 Valine

De behoefte aan valine werd door het ILOB/COVP globaal vastgesteld op 650 mg per hen/dag, overeenkomend met ongeveer 560 mg verteerbaar valine (Janssen e.a., 1990). Deze waarde dient echter met de nodige reserve te worden gezien omdat de opzet van de proef niet geheel voorzorg in het afleiden van een goede schatting van de valinebehoefte. Literatuuropgaven over de valine behoefte zijn schaars. Jensen en Colnago (1991) komen tot een voorzichtige schatting van 675 mg per hen/dag aan totaal valine. De NRC (1994) norm van 700 mg/dag ligt hier iets boven. Deze norm werd afgeleid uit de resultaten van een onderzoek van Hurwitz en Bornstein (1978). Op basis van het voorafgaande wordt de behoefte aan schijnbaar faecaal verteerbaar valine gesteld op 600 mg/dier/dag.

3.8 Isoleucine

Evenals dit voor valine het geval is, zijn literatuurgegevens over de isoleucine behoefte bij de leghen schaars. Gous e.a. (1987) kwamen op basis van de eimassa productie tot een isoleucine behoefte van 650 mg per hen/dag. Deze waarde komt overeen met de NRC (1994) opgave. Jensen en Colnago (1991) komen tot een iets lagere schatting van de dagelijkse behoefte aan isoleucine, als zijnde 610 mg/hen. Omgerekend op schijnbaar faecaal verteerbaar isoleucine komen de waarden van Gous e.a. (1987) en Jensen en Colnago (1991) overeen met respectievelijk 555 en 530 mg/hen/dag. Gebaseerd op het bovenstaande wordt de behoefte aan schijnbaar faecaal verteerbaar isoleucine voor leghennen door ons voorlopig gesteld op 550 mg/dier/dag.

3.9 Aanbeveling inzake de aminozuurbehoefte van leghennen

In Tabel 3.2 is op basis van literatuurgegevens en de ILOB/COVP resultaten een schatting gegeven van de behoefte aan de meest belangrijke aminozuren voor leghennen voor het bereiken van maximale productieresultaten (eiproduktie en voederconversie). Deze waarden gelden voor het leeftijdstrajekt van 20-76 weken. Uit resultaten van het ILOB/COVP onderzoek kwam namelijk naar voren dat de eiwit/aminozuurbehoefte zich tijdens het leeftijdstrajekt van 24-76 weken nauwelijks wijzigt (Schutte e.a., 1993^b). Deze bevindingen waren gebaseerd op een vrijwel constante dagelijkse voeropname van rond 110 g per hen tijdens voornoemde periode. Voorlopig gaan wij ervan uit dat tijdens het leeftijdstrajekt van 20-24 weken de eiwit/aminozuurbehoefte niet in belangrijke mate zal afwijken van die voor de periode van 24-76 weken leeftijd. De eiproduktie tijdens het leeftijdstrajekt van 20 - 24 weken ligt weliswaar op een laag niveau, doch daar tegenover staat dat de dieren tijdens deze periode nog vrij sterk in gewicht toenemen.

Tabel 3.B Geschatte behoefte aan schijnbaar faecale verteerbare aminozuren voor (witte) leghennen voor het bereiken van maximale productieresultaten t.a.v. eiproductie en voederconversie.

Aminozuur	mg/dier/dag	Gehalte in rantsoen (g/kg) ¹⁾	Corresponderend eiwitniveau (g/kg) ²⁾
Methionine	350	3,2	-
Methionine + cystine	650	5,9	-
Lysine	700	6,3	-
Threonine	460	4,2	135-140
Tryptofaan	130	1,2	135-140
Valine	600	5,5	135-140
Isoleucine	550	5,0	130-135

¹⁾ Gebaseerd op een dagelijkse voeropname van 110 g/dier

²⁾ Gebaseerd op een maïs-soja rantsoen.

4. AMINOZUURBEHOEFTE VAN VLEESKUIKENS

4.1 Behoeftte volgens de NRC

De NRC heeft, evenals voor leghennen, ook de behoeftenormen van aminozuren van vleeskuikens recentelijk bijgesteld. In Tabel 4.1 zijn de NRC opgaven van 1984 en 1994 samengevat. Bij een beschouwing van deze opgaven blijkt dat ook hier enkele opmerkelijke bijstellingen hebben plaatsgevonden. De norm voor lysine werd verlaagd van 12 tot 11 g/kg in het rantsoen tijdens de eerste drie weken. Verder werd de norm voor tryptofaan en arginine verlaagd en die voor valine verhoogd. De resultaten van de ILOB/COVP onderzoeken (Holsheimer e.a., 1993) toonden eveneens aan dat de NRC (1984) norm voor valine te laag en die voor tryptofaan te hoog was.

Tabel 4.A NRC opgave betreffende de behoefte aan aminozuren op basis van "totaal" aminozuur voor vleeskuikens (g/kg voer op basis van een droge stof gehalte van 900 g/kg).

	0-3 weken		3-6 weken	
	NRC (1984)	NRC (1994)	NRC (1984)	NRC (1994)
Methionine	5,0	5,0	3,8	3,8
Methionine+cystine	9,3	9,0	7,2	7,2
Lysine	12,0	11,0	10,0	10,0
Threonine	8,0	8,0	7,4	7,4
Tryptofaan	2,3	2,0	1,8	1,8
Valine	8,2	9,0	7,2	8,2
Arginine	14,4	12,5	12,0	11,0
Histidine	3,5	3,5	3,0	3,2
Isoleucine	8,0	8,0	7,0	7,3
Leucine	13,5	12,0	11,8	10,9
Fenylalanine	7,2	7,2	6,3	6,5
Fenylalanine+tyrosine	13,4	13,4	11,7	12,2
Glycine+serine	15,0	12,5	10,0	11,4

Opmerkingen:

- De normen hebben betrekking op voeders met een OE gehalte van 13,4 MJ/kg (OE volwassen dieren; in de Veevoedertabel (1994) afgekort als OE_p).
- De opgaven voor de meeste aminozuren tijdens het leeftijdstrajekt van 3-6 weken zijn geschatte waarden vanwege het ontbreken van betrouwbare literatuurgegevens.

Opmerkelijk is verder de sterke daling van de normen voor methionine en methionine + cystine tijdens het leeftijdstrajekt van 3-6 weken t.o.v. die van 0-3 weken. De NRC (1994) norm voor methionine + cystine loopt terug van 9 g/kg (0-3 weken) tot 7,2 g/kg (3-6 weken). Relatief is dit een verlaging van 20%. Bij de meest belangrijke aminozuren ligt dit percentage rond 10%. Onderzoekingen uitgevoerd op het ILOB (Schutte en Pack, 1995^{a,b}), hebben aangetoond dat, gebaseerd op de voederconversie waarden, het optimale gehalte aan methionine + cystine in het rantsoen voor het leeftijdstrajekt van 3-6 weken op ongeveer 90% kan worden gesteld van de norm voor het leeftijdstrajekt van 0-3 weken. Voor het bereiken van de maximale groei ligt de behoefte aan methionine + cystine op een lager niveau (Schutte en Pack, 1995^{a,b}). De bevinding dat voor het bereiken van de laagste voederconversie de behoefte aan methionine + cystine hoger ligt dan voor het bereiken van de maximale groei, wordt ondersteund door de resultaten van andere onderzoekers (Adams e.a., 1962; Bornstein en Lipstein, 1964, 1966; Van Weerden e.a., 1976 en Hickling e.a., 1990).

4.2 ILOB/COVP onderzoek bij vleeskuikens

Zoals reeds opgemerkt, werd binnen het kader van het eerder genoemde FOMA project door het ILOB/COVP aandacht besteed aan het bepalen van de behoefte aan valine, arginine, isoleucine, threonine en tryptofaan. Voor het vaststellen van de behoefte aan deze aminozuren werd uitgegaan van het gewichtstrajekt van 1-4 weken. Dit houdt in dat op grond van de ILOB/COVP onderzoeken geen uitspraken kunnen worden gedaan over de behoeften aan deze aminozuren tijdens de begin- en eindfase van de mestperiode. Dit laatste kan als een gemis worden aangemerkt. De uitkomsten van het ILOB/COVP onderzoek (Holsheimer e.a., 1993; 1994) zijn samengevat in Tabel 4.2.

Tabel 4.B ILOB/COVP resultaten t.a.v. de behoefte aan schijnbaar feacaal verteerbare aminozuren van vleeskuikens voor het leeftijdstrajekt van 7-28 dagen voor het realiseren van optimale productieresultaten gebaseerd op groei en voederconversie (in g/kg voeder).

Aminozuur	Totaal	Verteerbaar ¹⁾	Corresponderend eiwitniveau (g/kg) ²⁾
Valine	9,5	8,3	± 210
Arginine	12,7	11,9	± 205
Threonine	6,9	5,9	± 190
Isoleucine	7,5	6,5	± 180
Tryptofaan	1,8	1,6	± 170

¹⁾ Schijnbaar faecaal verteerbare aminozuren. Deze waarden werden berekend op basis van de gegevens in de CVB veevoedertabel. Dit houdt in dat uitgegaan werd van de verteerbaarheid van de aminozuren in de grondstoffen zoals die bepaald is bij volwassen hanen.

²⁾ Gebaseerd op een maïs-soja rantsoen. Het gehalte aan verteerbaar lysine en verteerbaar methionine + cystine in de rantsoenen bedroeg respectievelijk 10,8 en 8,2 g/kg. Het gehalte van OE_{sik} in de rantsoenen lag op een niveau 12,55 MJ/kg.

4.3 Verloop van de behoefte tijdens de mestperiode

In de praktijk wordt gewerkt met een meerfasen voedingssysteem. Dit houdt in dat de praktijk vooral behoefte heeft aan gegevens betreffende de behoefte normen aan aminozuren tijdens de verschillende stadia van de mestperiode. In het kader hiervan is het belangrijk te onderkennen in hoeverre de onderlinge verhouding in de behoeften tussen de aminozuren zich tijdens het verloop van de mestperiode wijzigt. Door verschillende onderzoekers is aan dit aspect aandacht besteed. Baker en Chung (1992) en Baker e.a. (1993) voerden verschillende experimenten uit met semi-synthetische rantsoenen voor het bepalen van het ideale aminozuur patroon voor vleeskuikens tijdens het leeftijdstrajekt van 0-21 dagen en van 21-42 dagen. Op basis van hun bevindingen komen zij tot de in Tabel 4.3 genoemde aanbevelingen. Hierbij worden door hen de volgende opmerkingen gemaakt.

- De ideale verhoudingen van methionine + cystine, threonine en tryptofaan (tot lysine) nemen bij het ouder worden van de dieren toe als gevolg van een wijziging in de onderhoudsbehoefte van deze aminozuren. Bij het ouder worden van de dieren zou relatief gezien de behoefte voor onderhoud aan deze aminozuren toenemen.
- Het uitdrukken van de behoefte aan aminozuren in % van lysine heeft alleen zin als de behoefte aan verteerbaar lysine voldoende nauwkeurig bekend is. De behoefte aan lysine bepaald door Baker e.a. (1993) werd afgeleid uit de verkregen voederconversie waarden.

Tabel 4.C Ideale aminozurenpatroon in rantsoenen voor vleeskuikens volgens Baker e.a. (1993).

Aminozuur	0-21 dagen			21-42 dagen		
	Gehalte in het rantsoen (g/kg) ¹⁾			Gehalte in het rantsoen (g/kg) ¹⁾		
	hanen	hennen	verhouding	hanen	hennen	verhouding
Lysine	11,2	10,2	100	9,4	8,5	100
Methionine	4,1	3,7	36	3,5	3,2	37
Methionine + cystine	8,1	7,4	72	7,1	6,4	75
Arginine	11,8	10,7	105	9,9	8,9	105
Valine	8,6	7,9	77	7,2	6,6	77
Threonine	7,5	6,8	67	6,8	6,2	73
Tryptofaan	1,8	1,6	16	1,6	1,45	17
Isoleucine	7,5	6,8	67	6,3	5,7	67
Leucine	12,4	11,3	111	10,4	9,4	111
Histidine	3,5	3,2	31	2,9	2,6	31
Fenylalanine+ tyrosine	11,8	10,7	105	9,9	8,9	105

¹⁾ Op verteerbare basis (= ware faecale verteerbaarheid) en in een rantsoen met 13,4 MJ OE/kg (= OE waarde volwassen dieren).

Recentelijk werd door deze onderzoekers (Baker, 1996) het aminozuurconcept op onderdelen aangepast. Deze aanpassing heeft vooral betrekking op het leeftijdstrajekt van 21-42 dagen. Voor dit leeftijdstrajekt worden de behoeften aan threonine, arginine, isoleucine en valine door Baker (1996) thans gesteld op respectievelijk 70, 108, 69 en 80% van het lysine niveau. Hierbij wordt de behoefte aan lysine voor hanen gesteld op 8,9 en voor hennen op 8,4 g/kg.

Tabel 4.D Aanbevolen gehalten aan aminozuren (op totaal basis) in rantsoenen voor vleeskuikens van 0-21 dagen door Austic (1994).

Aminozuren	Gehalte in rantsoen(g/kg) ¹⁾	Aminozuur/lysine verhouding
Lysine	13,0	100
Methionine	5,0	38
Methionine+cystine	9,3	72
Arginine	12,5	96
Valine	9,0	69
Threonine	8,0	62
Tryptofaan	2,4	18
Isoleucine	8,4	65
Leucine	12,0	92
Histidine	3,2	24

¹⁾ Rantsoen met een OE waarde van 13,39 MJ/kg (= OE waarde volwassen dieren).

Austic (1994) voerde een literatuurstudie uit betreffende de aminozuur-behoefte van vleeskuikens. Op grond van deze studie kwam hij tot de in Tabel 4.4 vermelde gehalten aan aminozuren (op totaal basis) in het rantsoen. Fisher (1993) berekende op basis van literatuurgegevens de optimale aminozurenverhouding (op totaal basis) voor het bereiken van de maximale productieresultaten (groei en voederconversie). Hij betrok hierin de gegevens van NRC (1984), Thomas e.a. (1986), SCA (1983), Larbier en Leclercq (1992), Leeson en Summers (1991) en Boorman en Burgess (1986). De opgaven van de aangehaalde literatuur liepen vrij sterk uiteen. Daarnaast berekende Fisher (1993) de optimale aminozuren verhouding op basis

van een factoriële benadering. In deze benadering werd de samenstelling van het lichaamseiwit en dat voor onderhoud, uitgedrukt in g/kg, op een gelijk niveau gesteld. De basisgegevens die door Fisher (1993) werden gebruikt voor het afleiden van de behoefte op basis van een factoriële benadering zijn samengevat in Tabel 4.5. Op basis van deze berekening en de aangehaalde literatuur met betrekking tot de opgave aan aminozuurbehoefte werd vervolgens door Fisher (1993) de ideale aminozurenbalans (op totale basis) afgeleid. Hierbij kunnen de nodige kanttekeningen worden geplaatst mede gezien in het licht van de soms vrij sterk uiteenlopende waarden tussen de twee berekeningen. In Tabel 4.6 zijn de waarden van Fisher (1993) samengevat. Ter vergelijking zijn in deze tabel tevens de waarden van Austic (1994) en Baker e.a. (1993, 1996) opgenomen.

Tabel 4.E Samenstelling lichaamseiwit en veren-eiwit van vleeskuikens volgens een opgave van Fisher (1993).

	Lichaamseiwit (g/16g N)	Veren-eiwit (g/16g N)
Lysine	7,5	1,8
Methionine	2,5	0,6
Methionine + cystine	3,6	7,6
Threonine	4,2	4,4
Tryptofaan	1,0	0,7
Arginine	6,8	6,5
Valine	4,4	6,0
Isoleucine	4,0	4,0
Leucine	7,1	7,0

Tabel 4.F Ideale verhouding aminozuren in rantsoenen voor vleeskuikens.

Aminozuur	Aminozuur/lysine verhouding ¹⁾				
	Fisher (1993) 0-40 dg	Austic (1994) 0-21 dg	Baker e.a. (1993)		Baker (1996)
			0-21 dg	21-42 dg	21-42 dg
Lysine	100	100	100	100	100
Methionine	38	38	36	37	36
Methionine+cystine	75	72	72	75	75
Arginine	103	96	105	105	108
Valine	71	69	77	77	80
Threonine	65	62	67	73	70
Tryptofaan	15	18	16	17	17
Isoleucine	67	65	67	67	69
Leucine	110	92	111	111	109
Histidine	35	24	31	31	32
Fenylalanine+tyrosine	115		105	105	105

¹⁾ In hoofdzaak zijn de gegevens gebaseerd op de groeieresultaten.

4.4 Belang van een correcte bepaling van de lysine behoefte

Bij het bepalen van de gehalten aan aminozuren in het rantsoen op basis van het ideale aminozuren profiel is het van essentieel belang dat de behoefte aan lysine voldoende nauwkeurig bekend is. Bij een beschouwing van de literatuurgegevens blijkt de NRC (1994) norm voor lysine te laag te liggen. Met name is dit het geval voor het leeftijdstraject van 0-21 dagen. Binnen het kader van het FOMA onderzoek werd door het ILOB/COVP geen aandacht besteed aan de lysine behoefte van vleeskuikens. De gehanteerde gehalten aan verteerbaar lysine in de rantsoenen toegepast in het voornoemd onderzoek waren zodanig gekozen dat hiermee de behoefte ruimschoots was gedekt. De gehalten aan verteerbaar lysine in de rantsoenen tijdens het leeftijdstraject van 0-2, 2-4 en 4-6 weken waren respectievelijk 11,0, 10,7 en 10,4 g/kg in een rantsoen met een OE_{sik} waarde van 3000 kcal/kg (12,55 MJ/kg). Deze waarden corresponderen met respectievelijk 13,0, 12,5 en 12,0 g totaal lysine/kg rantsoen. In de Nederlandse praktijk worden echter vaak lagere gehalten voor lysine gehanteerd; gemiddeld liggen deze 0,5 g/kg lager (omgerekend respectievelijk 10,5, 10,2 en 9,9 g/kg op verteerbare basis). Hierbij moet echter worden aangetekend dat het lysine gehalte voor het leeftijdstraject van 0-2 weken betrekking heeft op een OE_{sik} waarde van rond 2850 kcal/kg (11,92 MJ/kg). Op het ILOB wordt momenteel nader onderzoek uitgevoerd naar de lysine behoefte van vleeskuikens tijdens de drie verschillende leeftijdsfasen. De uitkomsten van fase 1 (0-2 weken leeftijd) en fase 2 (2-4 weken leeftijd) zijn inmiddels bekend. Op basis van de gegevens uit deze proef werd een behoefte aan schijnbaar verteerbaar lysine afgeleid van minimaal 10,5 g/kg voer voor het leeftijdstraject van 0-2 weken en van minimaal 10,0 g/kg voer voor het leeftijdstraject van 2-4 weken. Dit gold zowel voor hanen als voor hennen voor het bereiken van optimale productieresultaten t.a.v. de groei en voederconversie.

In Tabel 4.7 is op grond van literatuurgegevens en de ILOB/COVP onderzoeken een schatting gegeven van de behoefte aan de meest belangrijke aminozuren. De glycine + serine norm voor de periode van 0-2 weken is gebaseerd op een recentelijk uitgevoerd onderzoek door het ILOB en het CLO Instituut voor de Veevoeding "De Schothorst".

De in Tabel 4.7 opgegeven normen dienen als minimaal te worden beschouwd. Voor het bereiken van de laagste voederconversie en het maximale percentage aan borstvlies dient b.v. het gehalte aan methionine + cystine tijdens het gewichtstraject van 2-6 weken iets hoger te worden gesteld (Hickling e.a., 1990; Jeroch en Pack, 1993; Schutte en Pack, 1995^{a,b}; Pack en Schutte, 1995). Voor lysine zou t.a.v. het percentage borstvlies hetzelfde gelden (Moran, 1988; Moran en Bilgili, 1990; Holsheimer en Veerkamp, 1992; Holsheimer en Ruesink, 1993). De mate van het doorvoeren van een extra verhoging aan methionine en lysine is een economische zaak. Momenteel wordt een hoger percentage borstvlies financieel niet gehonoreerd.

Tabel 4.G Geschatte behoefte aan schijnbaar faecaal verteerbare aminozuren van vleeskuikens (in g/kg voer).

Aminozuur	0-2 weken	2-4 weken	4-6 weken	Verhouding
Lysine	10,5	10,2	9,9	100
Methionine	4,0	3,9	3,8	38
Methionine + cystine	7,7	7,4	7,2	73
Valine	8,4	8,2	7,9	80
Arginine	11,0	10,7	10,4	105
Isoleucine	6,9	6,7	6,5	66
Threonine	6,8	6,6	6,4	65
Tryptofaan	1,7	1,6	1,6	16
Glycine + serine	15,0			
OEslk (MJ/kg)	11,92	12,55	12,55	

¹⁾ Voor het bereiken van de minimale voerconversie en het maximale percentage borstvlies dienen de vermelde gehalten iets hoger te worden gesteld.

In Tabel 4.7 zijn de geschatte behoefte cijfers aan aminozuren tevens gerelateerd aan de behoefte aan lysine. Hierbij zijn wij er voorlopig van uitgegaan dat de behoefte aan aminozuren, uitgedrukt in % van de behoefte aan lysine, zich tijdens het verloop van de mestperiode niet zal wijzigen. Op basis van de resultaten van een onderzoek uitgevoerd door Ten Doeschate (1995) zou de behoefte aan bepaalde aminozuren relatief ten opzichte van lysine, zich wijzigen bij het ouder worden van de dieren. Deze resultaten waren gebaseerd op karkasanalyses. Nader onderzoek dient uit te wijzen in hoeverre het aminozurenprofiel zich tijdens het verloop van de mestperiode wijzigt.

Bij vleesvarkens wordt inmiddels reeds enkele jaren gewerkt met het zogenaamde ideale aminozurenprofiel. Economische motieven liggen hieraan mede ten grondslag. Indien bijv. vanwege economische redenen uitgegaan wordt van lagere gehalten aan lysine in vleeskuikenvoeders dan vermeld in Tabel 4.7, dan zou absoluut gezien de gehalten aan de overige aminozuren eveneens met eenzelfde percentage verlaagd kunnen worden. Het gehalte aan het eerst limiterende aminozuur bepaalt nl. het niveau van de productieresultaten.

5. PRAKTISCHE BETEKENIS VAN DE OPGEGEVEN BEHOEFTE

De opgegeven geschatte behoefte cijfers voor aminozuren dienen als leidraad te worden beschouwd. In de praktijk zijn er situaties denkbaar die leiden tot een andere normstelling. Zo wordt momenteel in toenemende mate gewerkt met een gecontroleerd voerschema bij vleeskuikens. Dit zou kunnen leiden tot een andere normstelling t.a.v. de gehalten aan aminozuren in het rantsoen. Nader onderzoek dient hier uitsluitsel over te geven. Bij het algemeen doorvoeren van dit systeem verdient het aanbeveling te komen tot behoefte cijfers in g/dier/dag. Verder kunnen economische motieven een rol spelen bij het bepalen van de gehalten aan aminozuren in de rantsoenen. Met name geldt dit t.a.v. de aminozuren waarvan een deel in vrije vorm aan de rantsoenen wordt toegevoegd. In de pluimveevoeding zijn dit methionine en lysine. In het kader hiervan is het van belang het verloop van de groei, eiproduktie en voederconversie bij oplopende gehalten aan deze aminozuren te onderkennen. Op basis van het verloop van deze curven kan dan vervolgens de economisch optimale situatie worden afgeleid. Het probleem is echter dat maar weinig literatuurgegevens zich lenen voor het afleiden van betrouwbare dosis respons curven. In de bijgevoegde bijlagen zijn op basis van relevante literatuurgegevens dosis respons curven voor enkele aminozuren opgesteld.

6. LITERATUUR

- Adams, R. L., F. N. Andrews, J. C. Rogler, and C. W. Carrick (1962).
The sulfur amino acid requirement of the chick from 4 to 8 weeks of age as affected by temperature. *Poultry Sci.* 41:1801-1806.
- Al Bustany, Z. and K. Elwinger (1987).
Response of laying hens to different dietary lysine intakes. *Acta Agr. Scandinavica* 37:27-40.
- Austic, R.E. (1994).
Update on amino acid requirements and ratios for broilers. *Proc. Maryland Nutrition Conf.* 114-130.
- Baker, D.H. and T.K. Chung (1992).
Ideal protein for swine and poultry. In: Brokoyowa Publishing Co., St. Louis, MO 1-17.
- Baker, D.H., C.M. Parsons, S. Fernandez, S. Aoyagi and Y. Han (1993).
Digestible amino acid requirements of broiler chicks based upon ideal protein considerations. In: *Proc. Ark. Nutr. Conf. Fayetteville. AR* 22-32.
- Baker, D.H. (1996).
Advances in amino acid nutrition and metabolism of swine and poultry. Pages 41-53. In: *Nutrient Management of Food Animals to enhance and protect the environment* (ed. E.T. Kornegay). Lewis Publishers, New York.
- Bornstein, S. and B. Lipstein (1964).
Methionine supplementation of practical broiler rations. 1. The value of added methionine in diets of varying fish meal levels. *Br. Poult. Sci.* 5:175-186.
- Bornstein, S. and B. Lipstein (1966).
Methionine supplementation of practical broiler rations. 111. The value of added methionine in broiler finisher rations. *Br. Poult. Sci.* 7:273-284.
- Boorman, K.N. and A.D. Burgers (1986).
Responses to amino acids. Pages 99-123. In: *Nutrient Requirements of Poultry and Nutritional Research* Butterworths, London.
- Bougon, M. (1994).
Requirement of digestible lysine of the Isabrown. ISA, Quintin, France.
- Calderon, V. M. and L. S. Jensen (1990).
The requirement for sulfur amino acid by laying hens as influenced by the protein concentration. *Poultry Sci.* 69: 934-944.
- Cao, Z., C. J. Jevne and C. N. Coon (1992).
The methionine requirement of laying hens as affected by dietary protein levels. *Poultry Sci.* 71 (Suppl.1): 39. (Abstr.)
- Chee, K. M. and D. Polin (1978).
Effect of methionine and methods of feeding on feed intake. *Poultry Sci.* 57:1126. (Abstr.).
- CVB (1994).
Veevoedertabel, Centraal Veevoederbureau, Lelystad, Nederland.
- Fisher, C., T. R. Morris and R. C. Jennings (1973).
A model for the description and prediction of the response of laying hens to amino acid intake. *Br. Poultry Sci.* 14:469-484.
- Fisher, C. (1993).
The N-economy of poultry; prospects for reducing waste by nutritional means. In: *Proc. 2nd Belgian days on Pig and Poultry*. Brugge, België.

- Gous, R.M. and T.R. Morris (1985).
Evaluation of a diet dilution technique for measuring the response of broiler chickens to increasing concentrations of lysine. *Br. Poultry Sci.* 26: 147-161.
- Gous, R.M., M.J. Griessel and T.R. Morris (1987).
Effect of dietary energy, concentration on the response of laying hens to amino acids. *Br. Poultry Sci.* 28:427-436.
- Gous, R.M. and F.J. Kleyn (1988).
Response of laying hens to energy and amino acids. In: *Recent advances in Animal Nutrition.* 111-124.
- Han, Y. and D.H. Baker (1991).
Lysine requirement of fast and slow growing broiler chicks. *Poultry Sci.* 70: 2108-2114.
- Han, Y. and D.H. Baker (1993).
Effect of sex, heat, stress, body weight and genetic strain on the lysine requirement of broiler chicks. *Poultry Sci.* 72: 701-708.
- Han, Y. and D.H. Baker (1994).
Digestible lysine requirement of male and female broiler chicks during the period of three to six weeks posthatching. *Poultry Sci.* 73: 1739-1745.
- Hickling, D., W. Guenter and M. E. Jackson (1990).
The effect of dietary methionine and lysine on broiler chicken performance and breast meat yield. *Can. J. Anim. Sci.* 70:673-678.
- Holsheimer, J.P. and C.H. Veerkamp (1992).
Effect of dietary energy, protein, and lysine content on performance and carcass yield of two strains of male broiler chicks. *Poultry Sci.* 71:872-879.
- Holsheimer, J.P. and E.W. Ruesink (1993).
Effect on performance, carcass composition yield, and financial return of dietary energy and lysine levels in starter and finisher diets fed to broilers. *Poultry Sc.*, 72:806-815.
- Holsheimer, J.P., J.B. Schutte, E.W. Ruesink and J. de Jong (1993).
Eiwitverlaging van vleeskuikenvoeders in relatie tot de N-excretie. *Kwaliteitsreeks Produktschap voor Veevoeder* nr. 25.
- Holsheimer, J.P., P.F.G. Vereijken and J.B. Schutte (1994).
Response of broiler chicks to threonine-supplemented diets to 4 weeks of age. *Br. Poultry Sci.* 35: 551-562.
- Hurwitz, S. and S. Bornstein (1973).
The protein and amino acid requirements of laying hens: Suggested models for calculation. *Poultry Sci.* 52:1124-1134.
- Hurwitz, S. and S. Bornstein (1978).
The protein and amino acid requirements of laying hens. Experimental evaluation of models of calculation II. Valine requirement and layer starter diets. *Poultry Sci.* 57:711-718.
- Huyghebaert, G. and E.A. Butler (1991).
Optimum threonine requirement of laying hens. *British Poultry Sci.* (1991) 32:575-582.
- Huyghebaert, G. and M. Pack (1994).
Effects of dietary protein content and addition of nonessential amino acids on the response of broiler chicks to dietary sulfur amino acids. Pages 465-466. In: *Proceedings 9th European Poultry Conference, Glasgow UK.*
- Huyghebaert, G.M. Pack and G. de Grootte (1994).
Influence of protein concentration on the response of broilers to supplemental DL-methionine. *Archiv für Geflügelkunde*, 58: 23-29.

- Janssen, W. M. M. A., B. F. J. Reuvekamp, J. P. Holsheimer, P. J. W. Van Schagen en J. B. Schutte (1990).
De behoefte van leghennen aan threonine, tryptofaan, isoleucine, arginine, leucine en valine. COVP Rapport 527.
- Jensen, L. S., V. M. Calderon and C. X. Mendonca, Jr. (1990).
Response to tryptophan of laying hens fed practical diets varying in protein concentration. *Poultry Sci.* 69:1956-1965.
- Jensen, L.S. and G.L. Colnago (1991).
Amino acids and protein for broilers and laying hens. *Proc. Maryland Nutr. conference* 29-36.
- Jeroch, H. and M. Pack (1992).
Influence of protein content in feed on sulphur amino acid requirements of broiler chicks. Pages 601-605. In: *Proceedings of the 19th World's Poultry Congress*. Ponsen and Looyen, Wageningen, The Netherlands.
- Labier, M. and B. Leclercq (1992).
Nutrition et Alimentation des Volailles. INRA, Paris.
- Leesons, S. and J.D. Summers (1991).
Commercial Poultry Nutrition. Ont. University Books, Guelph.
- McDonalds, M.W. and T.R. Morris (1985).
Quantitative review of optimum amino acid intakes for young laying pullets. *Br. Poultry Sci.* 26:253-264.
- Moran, E.T., J.D. Summers and W. F. Pepper (1967).
Effect of non-protein nitrogen supplementation of low protein rations on the laying hen performance with a note on the essential amino acid requirements. *Poultry Sci.* 46: 1134-1144.
- Moran, E.T. (1988).
Dietary lysine and broiler meat yield. Pages 46-52. In: *Proceedings of the California Animal Nutrition Conference*, Fresno, CA.
- Moran, E. T., and S. F. Bilgili (1990).
Processing losses, carcass yield quality, and meat yields of broiler chickens receiving diets marginally deficient to adequate in lysine prior to marketing. *Poultry Sci.* 69:702-710.
- Morris, T.R. and E. Wethli (1978).
The tryptophan requirement of young laying pullets. *British Poultry Sci.* 19:455-466.
- National Research Council (1984). *Nutrient Requirements of Poultry*. 8th ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- National Research Council (1994).
Nutrient Requirements of Poultry. 9th ed. Natl. acad. Sci., Washington, D.C.
- Othani, H., H. Saitoh, H. Ohkawara, Y. Akiba, K. Takahashi, M. Horiguchi and K. Goto (1989).
Research note: Production performance of laying hens fed L-tryptophan. *Poultry Sci.* 68: 323-326.
- Pack, M. and J.B. Schutte (1995).
Sulphur amino acid requirement of broiler chicks from 14 to 38 days of age. 2. Economical evaluation. *Poultry Sci.* 74: 488-493.
- Robbins, K. R., H. W. Norton and D. H. Baker (1979).
Estimation of nutrient Requirements from growth data. *J. Nutr.* 109:1710-1714.
- Rostagno, H.S. and M. Pack (1995).
Growth and breast meat response of different broiler strains to dietary lysine. Pages 260-262. In: *Proc. of the 10th European Symp. Poultry Nutr.* Antalya, Turkey.
- Schutte, J.B., E.J. van Weerden and H.L. Bertram (1983).
Sulphur amino acid requirement of laying hens and the effects of excess dietary methionine on laying performance. *Br. Poultry Sci.* 24: 319-326.
- Schutte, J.B., E. J. van Weerden and H. L. Bertram (1984).

- Protein and sulphur amino acid nutrition of the hen during the early stage of laying. Arch. Geflügelkd. 48 (5): 165-170.
- Schutte, J.B., J. de Jong, W.M.M.A. Janssen en J.P. Holsheimer (1989^a).
 Limiterende aminozuren in leghennen rantsoenen: Tryptofaan behoefte leghennen. ILOB Rapport I 89-3644.
- Schutte, J. B., J. de Jong en W. M. M. A. Janssen (1989^b).
 Threonine behoefte leghennen. ILOB Rapport I 89-3663.
- Schutte, J.B., J.P. Holsheimer, J. de Jong en E.W. Ruesink (1993^a).
 Eiwitvoorziening van leghennen in relatie tot de N-uitscheiding. Kwaliteitsreeks Produktschap voor Veevoeder nr. 25.
- Schutte, J.B., J. de Jong, J.P. Holsheimer en E. W. Ruesink (1993^b).
 Eiwit/aminozuur behoefte van leghennen tijdens het leeftijdstrajekt van 24-76 weken. COVP/ILOB Rapport I 93-3844.
- Schutte, J.B. and J. de Jong (1994).
 Threonine requirement of laying hens. ILOB report (in press).
- Schutte, J.B., J. de Jong and H. L. Bertram (1994).
 Requirement of the laying hen for sulfur amino acids. Poultry Sci. 73:274-280.
- Schutte, J.B. and M. Pack (1995^a).
 Sulphur amino acid requirement of broiler chicks from 14 to 38 days of age. 1. Performance and carcass yield. Poultry Sci. 74: 480-487.
- Schutte, J.B. and M. Pack (1995^b).
 Effects of dietary sulphur amino acids on performance and breast meat deposition of broiler chicks. Br. Poultry Sci. 36: 747-762.
- Smith, W. K. (1978).
 The amino acid requirements of laying hens: models for calculation. 1. Physiological background. World's Poultry Sci. Journal, 34:81-96.
- Standing Committee on Agriculture (SCA) (1983).
 Feeding Standards for Australian Live-stock (Poultry). Technical Report No 12. Canberra, CSIRO.
- Ten Doeschate, R.A.H.M. (1995).
 Towards a physiological feeding strategy for protein in broilers. Ph D Thesis, Agricultural University Wageningen.
- Thomas, O.P., A. Zuckerman, M.T., Farran and C.B. Tamplin (1986).
 Updated amino acid requirements of broilers. Pages 79-85. In: Proc. Maryland Nutr. Conf. Feed Manufacturers.
- Uzu, G. and M. Larbier (1985).
 Arch. Lysine requirement in laying hens. Geflügelkd. 49: 148-150.
- Van Weerden, E. J., J. B. Schutte and J. E. Sprietsma (1976).
 Relation between methionine and inorganic sulphate in broiler rations. Poultry Sci. 55:1476-1481.
- Van Weerden, E. J. and J. B. Schutte (1980).
 Lysine requirement of the laying hen. Arch. Geflügelkd. 44: 36-40.

Bijlage A. Verloop van de groei- en voederconversie bij toenemende gehalten aan methionine + cystine en lysine in het rantsoen bij vleeskuikens

Bij het opstellen van de respons curven is gebruik gemaakt van recente literatuurgegevens die zich hiervoor leenden. Voor wat betreft dit laatste diende een onderzoek aan de volgende criteria te voldoen.

- In de toegepaste rantsoenen dienden geen andere aminozuren limiterend te zijn dan methionine + cystine of lysine.
- Het aantal toetsdoseringen diende zodanig te zijn dat er een respons curve opgesteld kon worden.
- Het onderzoek diende met een gangbare vleeskuikenkruising te zijn uitgevoerd.
- De volledige samenstelling van de toegepaste basisrantsoenen diende bekend te zijn.
- Het onderzoek diende op een adequate wijze te zijn uitgevoerd (aantal dieren, aantal herhalingen per behandeling, etc.)

Bij een beschouwing van de literatuur bleek, dat er voor wat betreft methionine + cystine, een vrij groot aantal literatuurgegevens beschikbaar was dat aan voornoemde criteria voldeed. Deze gegevens hadden echter in hoofdzaak betrekking op het leeftijdstrajekt van 14 - 38 dagen. Voor het leeftijdstrajekt van 0-7 dagen en van 28-42/48 dagen was het aantal literatuurgegevens te beperkt voor het geven van betrouwbare respons curven.

Voor wat betreft lysine voldeden voor het leeftijdstrajekt van 7-22 en 15-42 dagen een vrij groot aantal proeven aan voornoemde criteria. Voor andere leeftijdstrajecten was dit niet het geval. In vrijwel alle gevallen werden in de proeven groei en voederconversie als parameters gebruikt. In een aantal proeven werd daarnaast aandacht besteed aan het effect van oplopende doseringen aan methionine c.q. lysine op het percentage borstvet en/of buikvet. Het aantal proeven met betrekking tot dit aspect was echter te gering voor het formuleren van betrouwbare respons curven.

De rantsoenen van de proeven betrokken bij het afleiden van respons curven werden op basis van de gegevens vermeld in de CVB tabellen (1994) herberekend op hun gehalte aan OE_{sik} en verteerbaar methionine + cystine c.q. lysine. De OE_{sik} van de toegepaste rantsoenen varieerde tussen de 12,1 - 13,0 MJ/kg.

In de Figuren 1 t/m 6 zijn de respons curven nader uitgezet. Bij een beschouwing van de gegevens in deze figuren blijkt dat de productieresultaten tussen de afzonderlijke proeven betrekkelijk sterk uiteenlopen. Het verloop van de respons curven geeft ondanks dit laatste toch een redelijk overeenkomstig beeld. Uit de respons curven zouden in principe de technisch optimale gehalten aan lysine en methionine + cystine kunnen worden afgeleid.

Zoals reeds aangegeven in hoofdstuk 1 (inleiding) worden voor het afleiden van de behoefte uit respons curven twee verschillende modellen gebruikt: het lineaire ("broken line") model en het non-lineaire (exponentiële) model. De voorkeur gaat echter in toenemende mate uit naar het non-lineaire model (Schutte and Pack, 1995^a) waarbij de behoefte wordt gesteld op 95% van het maximale effect op de groei c.q. voederconversie van het betreffende aminozuur. Door Schutte and Pack (1995^a) wordt op basis van dit model de volgende vergelijking voorgesteld.

$$y = a + b [1 - e^{-c(x-d)}], \text{ waarbij:}$$

y = groei (g/d) c.q. voederconversie (eenheden)

a = intercept, groei (g/d) c.q. voederconversie (eenheden) op het basisrantsoen

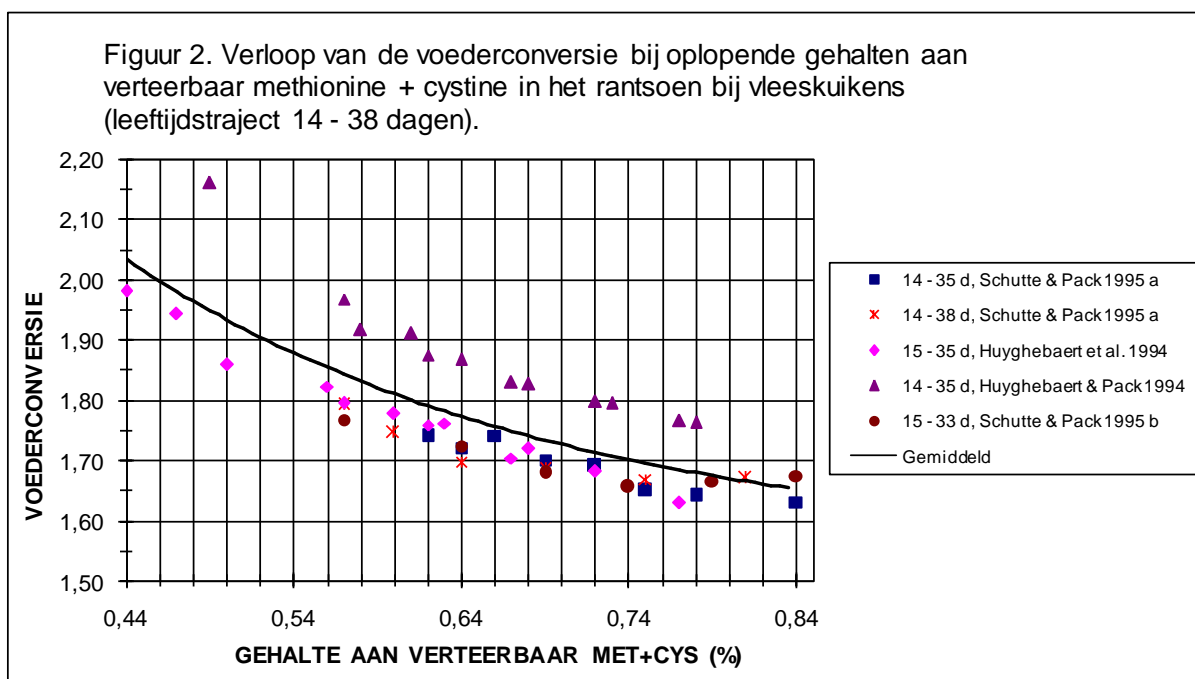
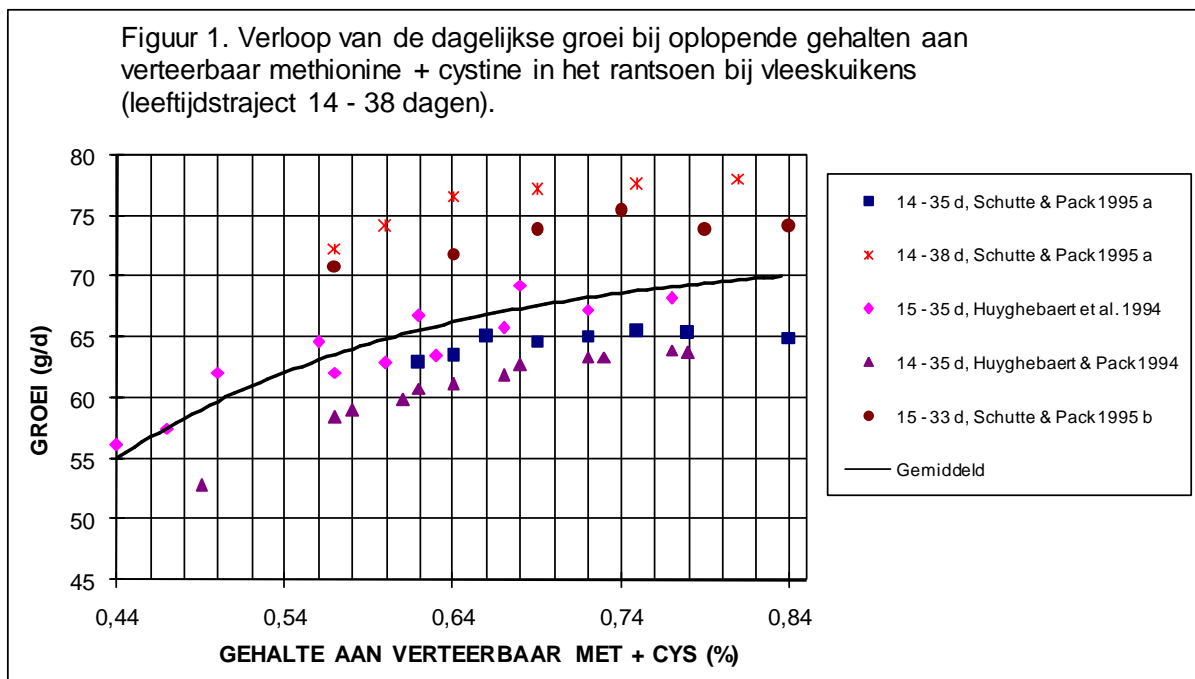
b = maximale respons van een verhoging van het gehalte aan verteerbaar methionine + cystine c.q. verteerbaar lysine

c = verloop van de curve

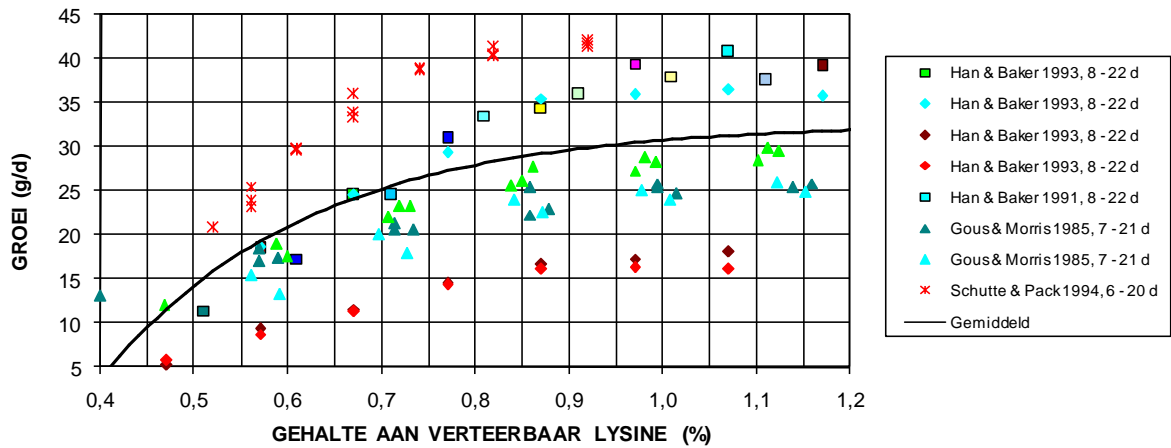
d = gehalte aan verteerbaar methionine + cystine c.q. verteerbaar lysine in % van het basisrantsoen

x = gehalte aan verteerbaar methionine + cystine c.q. verteerbaar lysine in % van het rantsoen

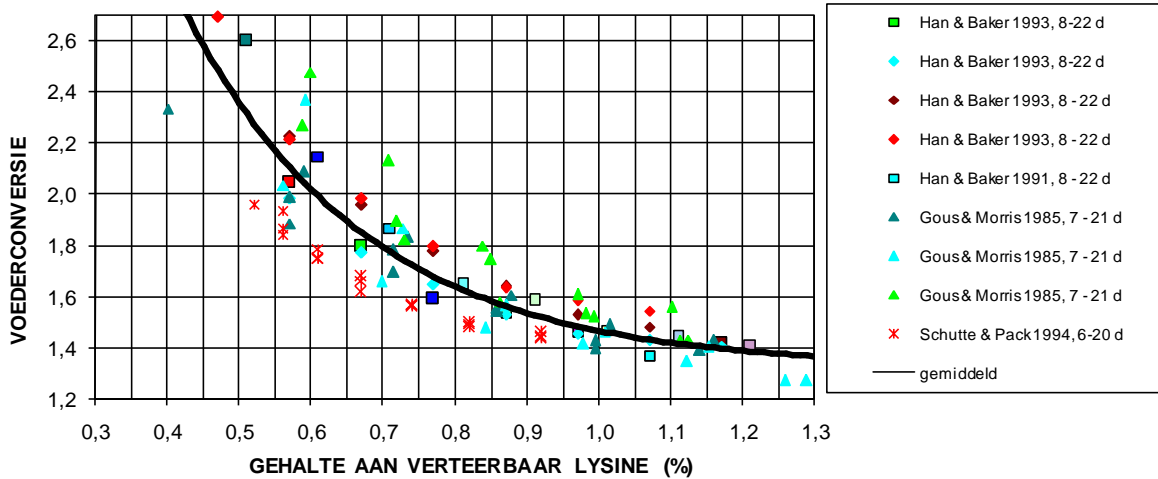
Met behulp van de berekende waarden voor de regressieformules voor de parameters a, b, c en d uit de resultaten in de Figuren 1 t/m 6 (Tabel A.1) zou vervolgens de technisch optimale gehalten aan verteerbaar methionine + cystine (M + C) c.q. verteerbaar lysine kunnen worden berekend.



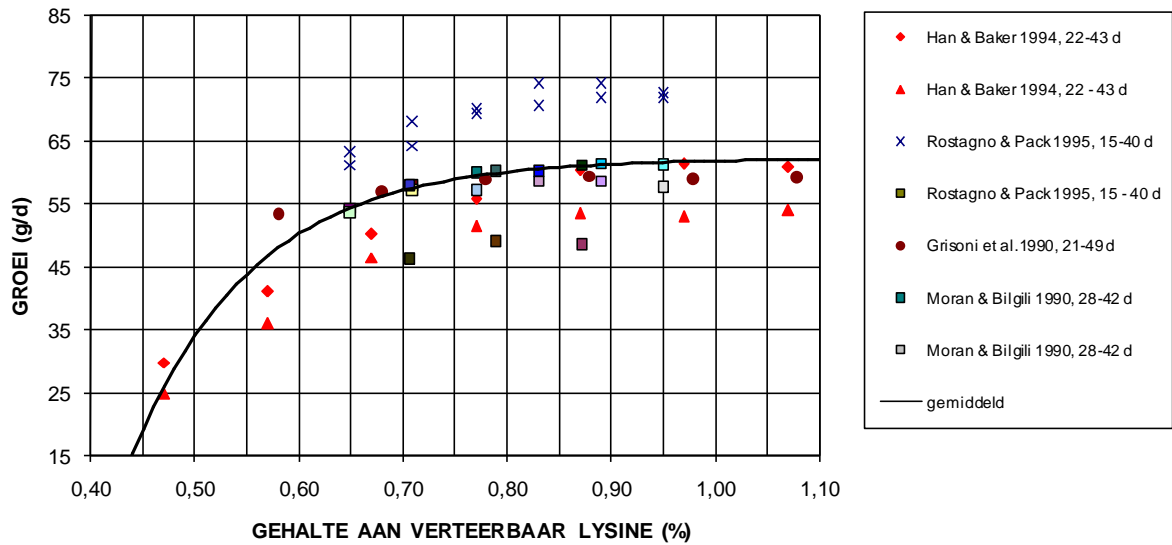
Figuur 3. Verloop van de dagelijkse groei bij oplopende gehalten aan verteerbaar lysine in het rantsoen bij vleeskuikens (leeftijdstraject 7 - 22 dagen).



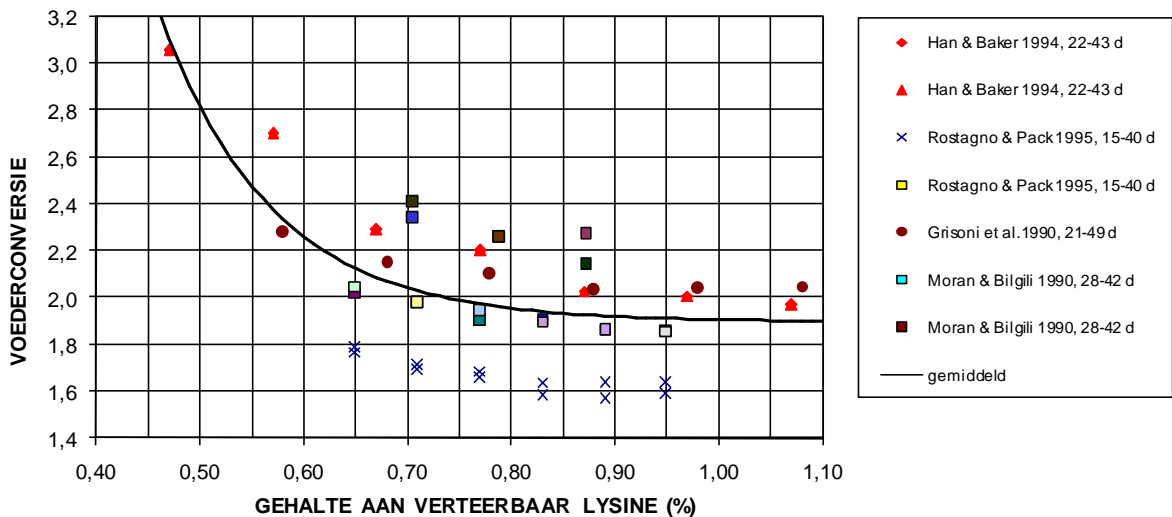
Figuur 4. Verloop van de voederconversie bij oplopende gehalten aan verteerbaar lysine in het rantsoen bij vleeskuikens (leeftijdstraject 7 - 22 dagen).



Figuur 5. Verloop van de dagelijkse groei bij oplopende gehalten aan verteerbaar lysine in het rantsoen bij vleeskuikens (leeftijdstraject 15 - 42 dagen).



Figuur 6. Verloop van de voederconversie bij oplopende gehalten aan verteerbaar lysine in het rantsoen bij vleeskuikens (leeftijdstraject 15 - 42 dagen).



Hierbij dient echter te worden aangetekend dat de gegevens in de figuren betrekking hebben op een vrij beperkt aantal proeven. De behoefte waarden vermeld in Tabel 4.7 hebben betrekking op een groter aantal waarnemingen omdat hierin ook gegevens zijn betrokken die zich niet leenden voor het afleiden van betrouwbare respons curven. Verwacht wordt dat in de toekomst meer gegevens van proeven beschikbaar zullen komen die zodanig zijn opgezet dat hier betrouwbare respons curven uit kunnen worden afgeleid.

Tabel A.1 Waarden van de regressieformules behorend bij de technische resultaten van de figuren 1 t/m 6.

Figuur	Aminozuur	Leeftijds- traject (dg)	Respons parameter	Waarden regressieformules			
				a	b	c	d
1	M + C	14-38	Groei	55.02	17.5	0.5384	4.4
2	M + C	14-38	VC	2.033	- 0.484	0.3873	4.4
3	Lysine	7-22	Groei	3.74	28.92	0.4525	4.0
4	Lysine	7-22	VC	2.850	- 1.530	0.3946	4.0
5	Lysine	15-42	Groei	3.87	65.98	0.8530	4.0
6	Lysine	15-42	VC	4.217	- 2.320	0.9265	4.0

M+C: methionine + cystine
VC: voederconversie

Op basis van de gegevens in de Figuren 1 t/m 6 zou tevens globaal de economisch optimale gehalten aan verteerbaar methionine + cystine c.q. verteerbaar lysine kunnen worden berekend. Met een voorbeeld wordt dit hieronder nader uitgewerkt. In dit voorbeeld wordt uitgegaan van de gegevens in Figuur 2 (respons curve voederconversie bij oplopende gehalten aan M+C in het rantsoen) en bij toepassing van de volgende basisgegevens:

- Gehalte aan grondstofgebonden verteerbaar methionine + cystine in het basisrantsoen 6,0 g/kg.
- Prijs van het basisrantsoen fl. 0,58/kg.
- Prijs DL-methionine fl. 6,00/kg.

Uit de gegevens in Figuur 2 kan worden afgeleid dat bij een gehalte aan verteerbaar methionine + cystine van 6,0 g/kg de voederconversie waarde rond 1,80 ligt. Bij een verhoging van het gehalte aan verteerbaar methionine + cystine middels een toevoeging met vrije methionine tot een niveau van 8,4 g/kg daalt de voederconversie tot een waarde van rond 1,65. Daartegenover staat echter een verhoging van de kostprijs van het voeder vanwege de toevoeging van vrije methionine. Uit het verloop van de curve kan berekend worden bij welke toevoeging aan vrij methionine de verbetering in voederconversie economisch nog rendabel is.

De resultaten van deze berekening worden gegeven in Tabel A.2.

Opgemerkt dient te worden dat deze berekening met enige reserve dient te worden gezien, omdat de gegevens in Figuur 2 betrekking hebben op een beperkt aantal proeven.

Tabel A.2 Resultaten van berekeningen aan de hand van Figuur 2.

Gehalte verteerbaar methionine+ cystine (g/kg)	Voederconversie	Prijs/100 kg voer (gld)	Voerkosten/100 kg kuiken (gld)
6,0	1,810	58,00	104,98
6,4	1,770	58,24	103,08
6,8	1,735	58,48	101,46
7,2	1,700	58,72	99,82
7,6	1,680	58,96	99,05
8,0	1,670	59,20	98,86
8,4	1,660	59,44	98,87

¹⁾ Inclusief de kosten van een toevoeging van vrije methionine.

Bijlage B. Verloop van de eiproductie en voederconversie bij toenemende opname aan methionine + cystine en lysine bij leghennen

Bij het opstellen van de respons curven is, evenals dit het geval was bij vleeskuikens, gebruik gemaakt van recente literatuurgegevens. Onderzoekingen die zich hiervoor niet leenden werden hierbij buiten beschouwing gelaten. Voor wat betreft dit laatste werden hierbij dezelfde criteria gehanteerd als die verwoord in bijlage A, met dien verstande dat het onderzoek in dit geval met een gangbare legkruising diende te zijn uitgevoerd. Bij een beschouwing van de literatuur bleek dat voor wat betreft methionine + cystine alleen Nederlandse gegevens zich hiervoor leenden. Deze gegevens zijn opgesplitst naar het leeftijdstrajekt van 25-37 weken en van 25-77 weken. Voor wat betreft lysine waren er tevens buitenlandse literatuurgegevens voorhanden. De gegevens met betrekking tot de onderzoekingen met lysine hadden echter sterk verschillende looptijden. Uit de analyse van de gegevens werden echter geen duidelijk aanwijzingen verkregen dat de lysine behoefte afhankelijk is van het productiestadium. Bij het opstellen van de respons curve voor lysine zijn daarom alle gegevens meegenomen, ongeacht de tijdsduur van een onderzoek.

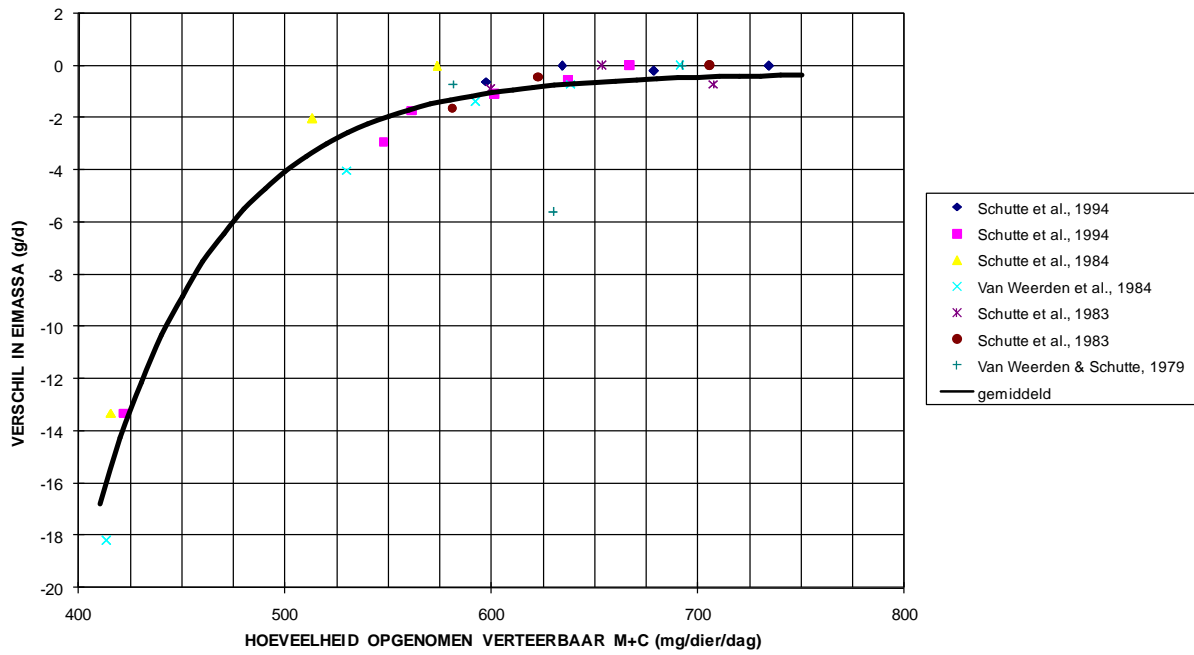
De rantsoenen van de proeven betrokken bij het afleiden van de respons curven werden op basis van de gegevens in de CVB tabellen (1994) herberekend op hun gehalten aan OE pluimvee en verteerbaar methionine + cystine c.q. lysine. De OE van de toegepaste rantsoenen varieerde tussen de 11,5 - 12,4 MJ/kg.

In de Figuren 7 t/m 12 zijn de respons curven nader uitgezet. Uit de respons curven zouden in principe de technisch optimale gehalten aan lysine en methionine + cystine kunnen worden afgeleid. Dit laatste op basis van een non-lineair model zoals beschreven in Bijlage A bij toepassing van de volgende vergelijking:

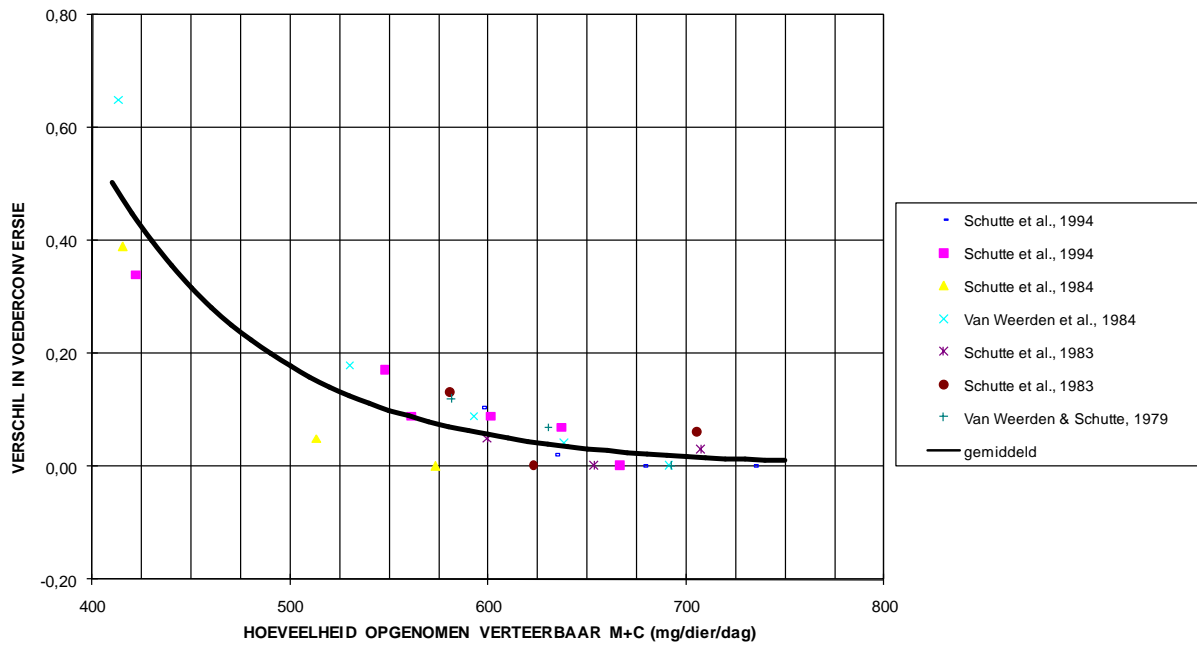
$$y = a + b [1 - e^{-c(x-d)}], \text{ waarbij:}$$

- y = eimassa (g/dier/dag) c.q. voederconversie (eenheden).
- a = intercept, eimassaproductie (g/dier/dag) c.q. voederconversie (eenheden) op het basisrantsoen.
- b = maximale respons bij een toename van de dagelijkse opname aan verteerbaar methionine + cystine c.q. verteerbaar lysine.
- c = verloop van de curve
- d = opname (mg/dier/dag) aan verteerbaar methionine + cystine c.q. verteerbaar lysine op het basisrantsoen.
- x = opname (mg/dier/dag) aan verteerbaar methionine + cystine c.q. verteerbaar lysine in het rantsoen.

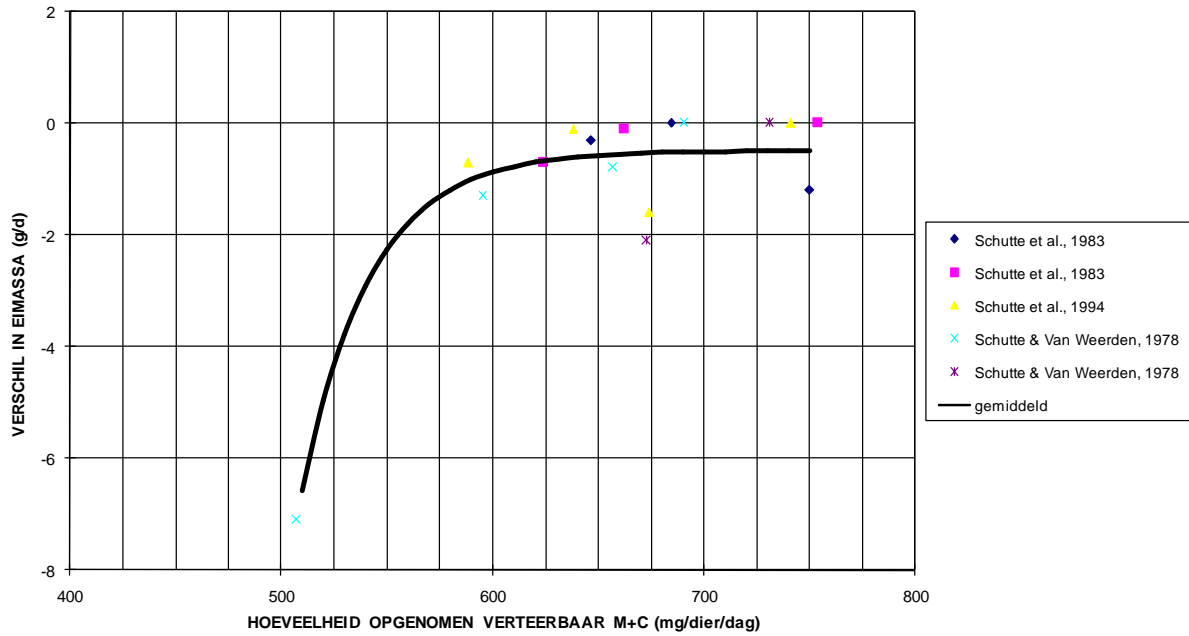
Figuur 7. Verloop van de eimassaproductie bij oplopende opname aan verteerbaar methionine + cystine bij leghennen (leeftijdperiode 25-37 weken)



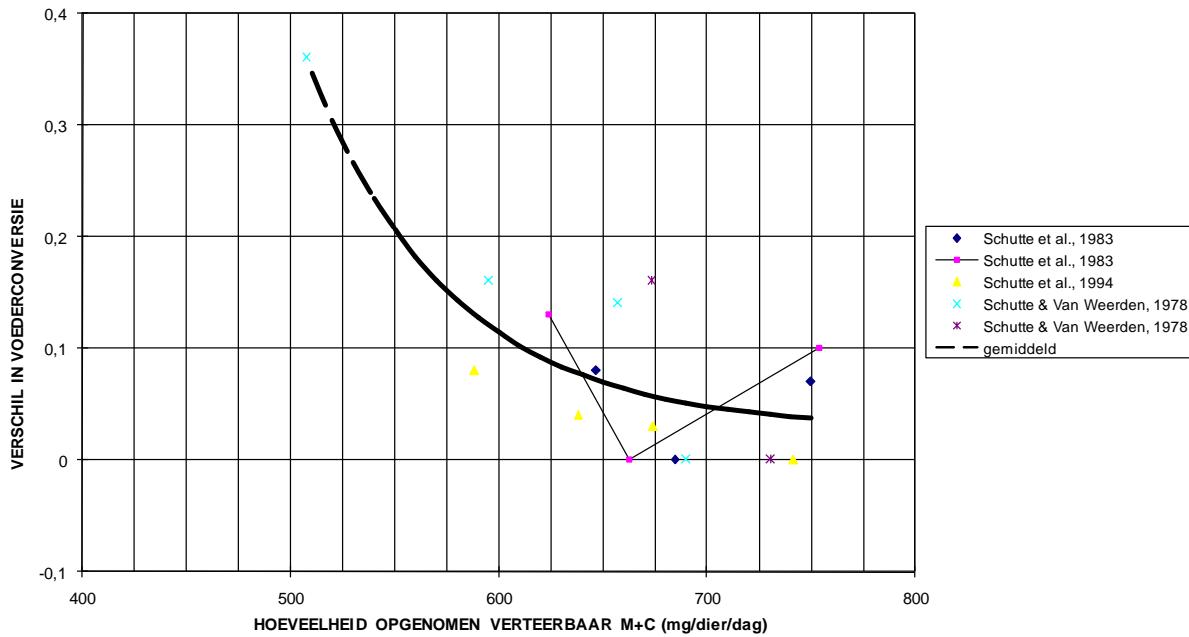
Figuur 8. Verloop van de voederconversie bij oplopende opname aan verteerbaar methionine + cystine bij leghennen (leeftijdperiode 25 - 37 weken)



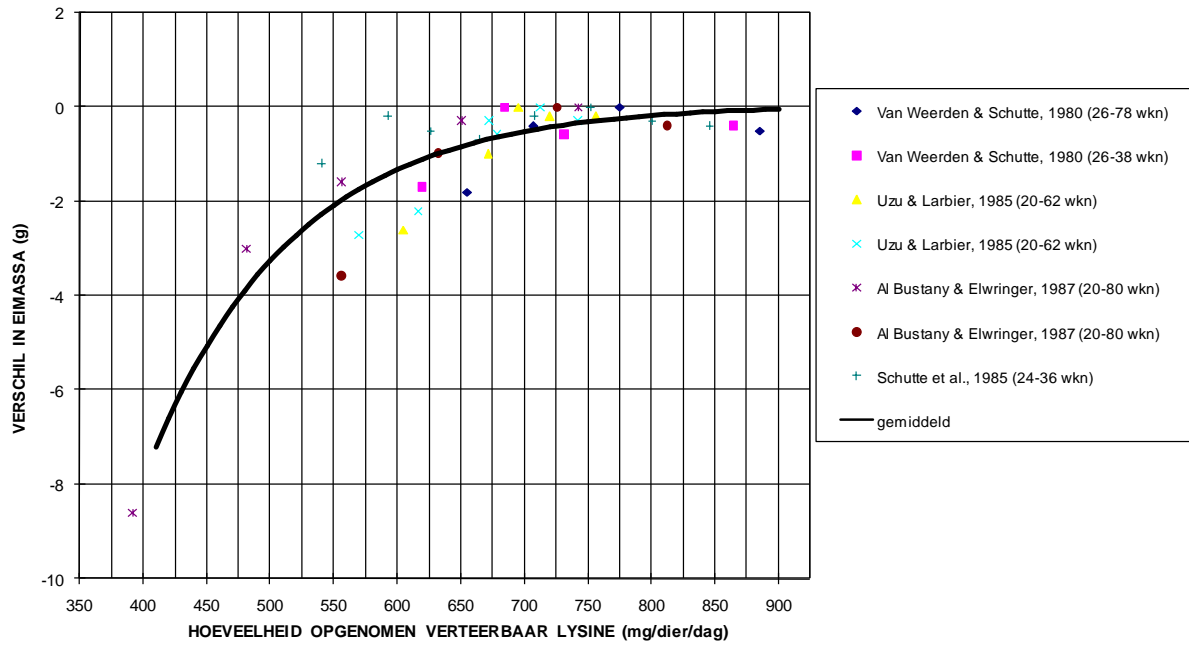
Figuur 9. Verloop van de eimassaproductie bij oplopende opname aan methionine + cystine bij leghennen (leeftijdperiode 25 - 77 weken).



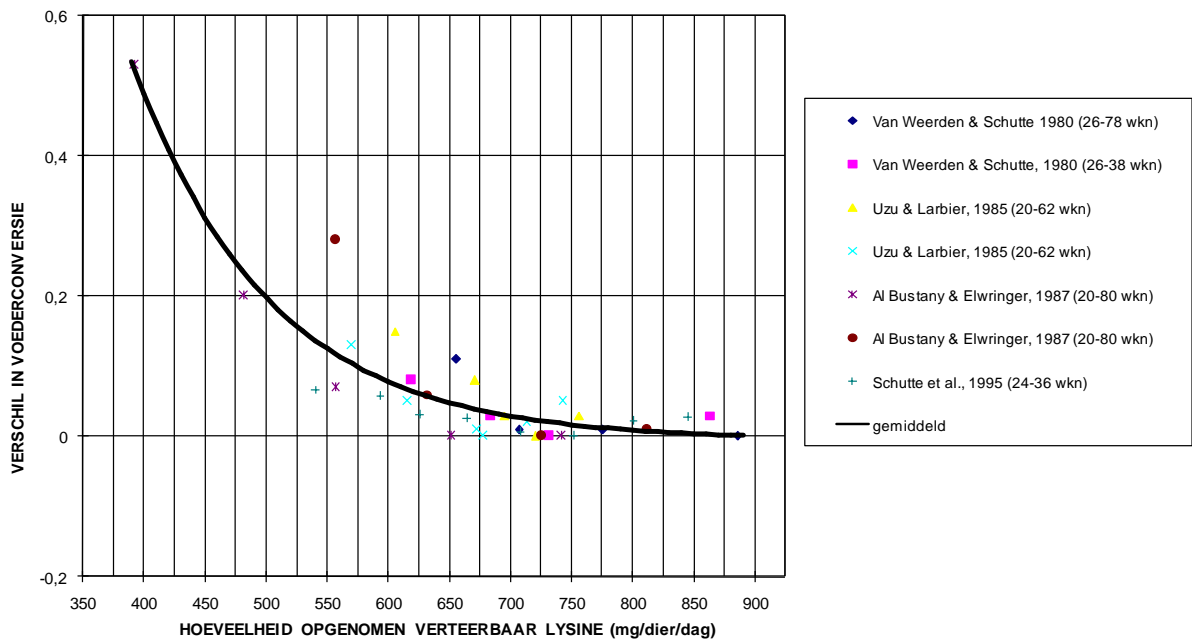
Figuur 10. Verloop van de voederconversie bij oplopende opname aan verteerbaar methionine + cystine bij leghennen (leeftijdperiode 25 - 77 weken).



Figuur 11. Verloop van de eimassaproductie bij oplopende opname aan verteerbaar lysine bij leghennen.



Figuur 12. Verloop van de voederconversie bij oplopende opname aan verteerbaar lysine bij leghennen.



De waarden van de regressieformules behorend bij de technische resultaten van de figuren 7 t/m 12 staan vermeld in tabel B1.

Hierbij dient echter te worden aangetekend dat de gegevens in de figuren betrekking hebben op een vrij beperkt aantal proeven. De behoefte waarden vermeld in Tabel 3.2 hebben betrekking op een groter aantal waarnemingen omdat hierin ook gegevens zijn betrokken die zich niet leenden voor het afleiden van betrouwbare respons curven. Verwacht wordt dat in de toekomst meer gegevens van proeven beschikbaar zullen komen die zodanig zijn opgezet dat hier betrouwbare respons curven uit kunnen worden afgeleid. Op basis van de respons curven gegeven in de Figuren 7 t/m 12 zou globaal de economisch optimale gehalten aan lysine en methionine + cystine kunnen worden afgeleid. Voor het berekenen van de economisch optimaal gehalten in het rantsoen kan vervolgens de procedure worden gevolgd zoals beschreven in Bijlage A.

Tabel B.1 Waarden van de regressieformules behorend bij de technische resultaten van de figuren 1 t/m 6.

Figuur	Amino-zuur	Leeftijds-traject(wk)	Respons parameter	Waarden regressieformules			
				a	b	c	d
1	M + C	25-37	Eimassa	- 15.47	15.17	$16.52 * 10^{-3}$	415
2	M + C	25-37	VC	0.4745	- 0.4705	$11.54 * 10^{-3}$	415
3	M + C	25-77	Eimassa	- 7.18	6.69	$30.92 * 10^{-3}$	507
4	M + C	25-77	VC	0.3612	- 0.3336	$14.47 * 10^{-3}$	507
5	Lysine	20-80	Eimassa	- 8.45	8.51	$8.73 * 10^{-3}$	392
6	Lysine	20-80	VC	0.5258	- 0.5310	$8.90 * 10^{-3}$	392