

IV De veelzijdigheid van de maïsteelt: korrelmaïs, snijmaïs en energiemaïs

Inleiding

Maïs is van oorsprong een subtropisch gewas en voor het Nederlandse klimaat ongeschikt. Vóór en kort na de Tweede Wereldoorlog werd dit gewas slechts op zeer kleine schaal in Nederland verbouwd, meestal als korrelmaïs en soms als snijmaïs. Korrelmaïs werd gebruikt als voer voor kippen en in mengvoeders voor varkens, en snijmaïs als voer voor koeien. Maar in het begin van de jaren zeventig van de vorige eeuw werd het door veredeling wel mogelijk om in Nederland op grote schaal snijmaïs te verbouwen die aangepast was aan ons klimaat. Het gewas kende een ongekend snelle opmars. Werd in 1970 in Nederland nog maar 6.000 hectare maïs verbouwd; tien jaar later was dit gegroeid tot 139.000 hectare en weer tien jaar later tot 202.000 hectare. De enorme toename vond vooral plaats op de zandgronden in het zuiden en oosten van het land.

De teelt van maïs maakte een intensivering van het boerenbedrijf op de zandgronden mogelijk. Veel boeren zetten hun gemengde bedrijf om in een melkveebedrijf en gebruikten het akkerland voor de teelt van maïs. De ingekuilde snijmaïs werd gebruikt als ruwvoer voor de koeien. Anderen legden zich toe op de varkens- of pluimveehouderij en gingen daarnaast maïs verbouwen. De teelt van maïs werd niet alleen als een goede bijverdienste beschouwd. Maïs bleek niet gevoelig te zijn voor mest en dus was de teelt van maïs ook een manier om overtollige varkens- en kippenmest kwijt te raken. Maïs kreeg hierdoor wel een milieuvervuilend imago. Hierin kwam verandering door de mestwetgeving van 1987. Sindsdien is het gebruik van dierlijke mest en kunstmest behoorlijk teruggedrongen. Ook worden er minder gewasbeschermingsmiddelen gebruikt. Maar maïs was en bleef het veevoeder bij uitstek, want ondanks de nieuwe regelgeving groeide de populariteit van dit gewas. In 2008 bereikte de teelt van snijmaïs in Nederland een voorlopig hoogtepunt met 242.000 hectare; één achtste van het totale areaal aan landbouwgrond.

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de rol die de maïs gespeeld heeft in het veevoedkundig onderzoek en de rol die het landbouwkundig onderzoek in Lelystad speelde in de ontwikkeling van de maïsteelt. In de jaren zeventig werd vooral voorlichting gegeven over de teelt van maïs en het gebruik van snijmaïs als ruwvoer voor koeien. Voorts wordt aandacht geschonken aan de bijdrage die het landbouwkundig onderzoek in de jaren tachtig en negentig leverde om de kwaliteit van de teelt en het gebruik van maïs als ruwvoer in al zijn facetten te verbeteren. Hierbij gaat het onder andere om het terugdringen van de bemesting en het verbeteren van de voederwaarde van maïs. Vervolgens wordt ingegaan op de rol die maïs in de nabije toekomst kan spelen in het verminderen van de emissies van broeikasgassen in de veehouderij en de productie van groene energie op het platteland. De nieuwe toepassingen en mogelijkheden van maïs vormen een belangrijk onderdeel van het onderzoek van ACRRES (*Application Centre for Renewable Resources*), een project van Wageningen UR waaraan ook de provincie Flevoland en energieproducent Eneco deelnemen. Maïs zal ook in de 21^e eeuwse agroproductie een belangrijke rol spelen.

Van korrel- naar snijmaïs

Maïs heeft van oorsprong een subtropisch karakter. Met een kiemtemperatuur van minimaal 9 à 10°C moet dit gewas veel

warmte en zon hebben. Het gewas werd tot de jaren zeventig van de vorige eeuw voornamelijk verbouwd in de warmere streken van Amerika en Europa. Maïs heeft het grote voordeel dat het heel efficiënt met water omgaat. Voor een kilo drogestof (de plant min het vocht) is bij aardappelen bijvoorbeeld vijfhonderd liter water nodig en bij maïs slechts 175 liter. Maïs kan ook met hoge temperaturen omgaan. “35°C is geen enkel probleem,” betoogt ing. Jos Groten, de maïsexpert bij PPO-AGV in Lelystad. “Dan is maïs op zijn best.” Maïs werd in de wereld hoofdzakelijk geteeld voor menselijke consumptie, maar het gewas leverde ook uitstekend veevoer. In Amerika ging het niet om de in Nederland bekende snijmaïs, maar om korrelmaïs, die gebruikt werd als voer voor pluimvee en mengvoer voor varkens. Korrelmaïs was ook in Nederland een belangrijk veevoeder. Zo werd in 1913 al één miljoen ton maïs uit de Verenigde Staten en Argentinië in de haven van Rotterdam aangevoerd, waarvan 700.000 ton voor eigen binnenlands gebruik was en de rest werd naar Duitsland doorgevoerd.

De korrelmaïs was overigens in de Eerste Wereldoorlog aanleiding voor de kwestie met de zogenaamde ‘maïs-op-poten’.¹ Vóór de Eerste Wereldoorlog werden varkens in Duitsland onder andere vetgemest met Amerikaans maïs die via Rotterdam werd ingevoerd. Toen de oorlog in 1914 uitbrak kwam de aanvoer van maïs naar Duitsland stil te liggen, maar de totale aanvoer van maïs naar Rotterdam daalde niet. De maïs die voorheen Duitsland als bestemming had, werd nu door Nederland ingevoerd en gebruikt om de export van Nederlands varkensvlees naar Duitsland te bevorderen. De oorspronkelijk voor Duitsland bedoelde maïs had dus in Nederland ‘poten’ gekregen. De maïs werd door de Nederlandse boeren gebruikt om hun varkens vet te mesten, de varkens werden vervolgens geslacht en naar Duitsland uitgevoerd. De Britse marine die de aanvoer van levensmiddelen naar Duitsland zoveel mogelijk trachtte te belemmeren, kon hier weinig tegen ondernemen, want zowel Nederland als de Verenigde Staten waren in het mondiale conflict neutraal. Dit veranderde in 1917 toen de Amerikaanse regering aan Duitsland de oorlog verklaarde en de uitvoer van maïs naar Nederland stillegde. Toen daalde ook de Nederlandse uitvoer van varkensvlees naar Duitsland.

Tot in de jaren zeventig van de vorige eeuw bleef de aanvoer van korrelmaïs uit Amerika belangrijk voor de Nederlandse veestapel. Zo

¹ H. Pruntel, *Bereiken wat mogelijk is. Besluitvorming in de Brits-Nederlandse betrekkingen, 1914-1916*. Proefschrift Faculteit der Bestuurskunde, Universiteit Twente (Enschede 1994) 281-341.

werd in 1960 1,2 miljoen ton maïs ingevoerd.² Korrelmaïs werd intussen ook in Nederland geteeld, vooral op de zandgronden in de oostelijke en zuidelijke provincies, maar dit gebeurde op zeer kleine schaal. Ir. Anton Meijer, oud-medewerker van het Proefstation voor de Rundveehouderij (PR), komt van een boerderij in Twente waar korrelmaïs werd verbouwd. Hij herinnert zich: “De maïskolven werden geplukt en in zogenaamde droogkooien gegoooid. Deze kooien waren een meter breed, met aan alle kanten gaas, en hierin werden de kolven gedroogd. De korrels werden gebruikt voor de kippen.” Eind jaren dertig bedroeg het areaal voor de maïsteelt ongeveer duizend hectare en in 1948 was dit toegenomen tot 4.500 hectare.³ Pogingen om de teelt van korrelmaïs te veredelen en geschikt te maken voor het Nederlandse klimaat, werden vóór de Tweede Wereldoorlog onder andere ondernomen door het veredelingsbedrijf van ir. C. Koopman te Zierikzee, maar werden geen groot succes. In het kader van de Marshallhulp is na de Tweede Wereldoorlog nog geprobeerd om in Nederland de teelt van Amerikaanse korrelmaïs van de grond te krijgen. Dit ging een aantal jaren redelijk goed, maar ook dit werd geen succes. 1952 was een heel koud jaar met weinig zon en toen was het snel gedaan met de maïsteelt in Nederland. Het areaal met korrelmaïs liep terug van 14.113 hectare in 1952 naar 10.172 hectare in 1953. In 1965 bereikte de

² *Verslag over de landbouw in Nederland over 1960*. Verslagen en mededelingen van het ministerie van Landbouw en Visserij. Ministerie van Landbouw en Visserij ('s-Gravenhage 1962) 156.

³ *Oosthoek's Encyclopædie* (4e druk) deel XI (Utrecht 1951) 449.

korrelmaïsteelt met slechts 52 hectare een absoluut dieptepunt.⁴

Maïs kon vanwege het gematigde klimaat in Nederland niet voldoende rijp worden. Niettemin bleef het gewas voor sommige boeren zeer aantrekkelijk Al sinds het einde van de negentiende eeuw wordt in Nederland geëxperimenteerd met ‘groene’ maïs of snijmaïs. In tegenstelling tot korrelmaïs wordt snijmaïs geoogst als de korrel nog niet helemaal rijp is, zo legt Freerk de Boer, oud-directeur van het IVVO uit:

“Snijmaïs is groen. Zij wordt geoogst als de korrel nog een klein beetje vochtig is. De korrel mag namelijk niet de hardheid van korrelmaïs hebben. Als maïs nog een bepaalde graad van soepelheid bezit, dan is het snijmaïs. Als maïs later wordt geoogst, dan bevat de korrel weliswaar meer zetmeel, maar is de hele plant minder geschikt als veevoer. Snijmaïs is een mengsel van enerzijds nog een groen gewas en bevat anderzijds toch al een hoeveelheid kolf die veel energie bevat. Maar als je de maïs tot korrelmaïs laat doorgroeien is de stengel aan het verhouten. Dan heb je heel veel ruwvezel die ongewenst is. Snijmaïs is dus beslist geen korrelmaïs!”

De snijmaïsplant wordt met de kolf gehakseld, ingekuuld en ’s winters aan de koeien gevoerd. Het was eind negentiende eeuw al bekend dat met deze maïs in combinatie met eiwitrijke luzerne hoge melkgiften konden worden geproduceerd en dat dit gewas ook veel stalmest kon verdragen.⁵ Tevens was in Amerika gebleken dat de vroege en middelvroege maïssoorten het meest geschikt waren als veevoer, omdat de korrel van deze soorten niet te hard werd en dus goed in de pens van de koe kon worden verteerd.

Tot welke resultaten snijmaïs kon leiden, was al in 1884 duidelijk geworden op de Internationale Landbouwtentoonstelling in Amsterdam. Hier toonde Willem Gerrit Boele van de ‘Jacobahoeve’ te Wapenveld een driejarige os van negenhonderd kilo, vetgemest met snijmaïs en wat krachtvoer.⁶ Boele was geïnspireerd door de Franse landbouwkundige Auguste Goffart, die in 1877 het procedé van het inkuilen van snijmaïs had beschreven in *Manuel de la culture et de l’ensilage du maïs*. In 1880 werd het boek in het Engels vertaald en vier jaar later volgde ook een Nederlandse vertaling. In de Verenigde Staten werd op grote schaal geëxperimenteerd met het inkuilen van snijmaïs. Ook in Nederland werden proeven uitgevoerd, zoals in het begin van de jaren dertig op Aver Heino, het demonstratiebedrijf van de Overijsselsche Landbouw Maatschappij (OLM) in Heino.⁷ De snijmaïs kreeg echter bij de boeren in de regio geen vervolg, want de maïs werd in het Nederlandse klimaat

⁴ *Verslag over de landbouw in Nederland*. Verslagen en mededelingen van het ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening. Ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening (’s-Gravenhage 1954-1968).

⁵ H.C.F. Schinder, *Handbuch des Getreidebaus auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage* (3^e Auflage, Berlin 1923) 491-495.

⁶ S. Schukking, ‘De geschiedenis van het inkuilen’, *Stikstof*. Landbouwkundig Bureau der Nederlandse Stikstofmeststoffen Industrie (1976) nr. 82, 313-321, aldaar 313-315.

⁷ J. Bieleman, ‘De Overijsselse landbouw in de periode 1850-2000’ in: *Overijsselse Historische Bijdragen*, 118^e stuk (Zwolle 2003), 143-178, aldaar 164.

niet rijp. De maïs bevatte te weinig drogestof – en was te vochtig – waardoor belangrijke voedingsstoffen (perssappen) uit de kuil wegsijpelden. Bovendien gebeurde het hakselen nog veel te grof en kwam er teveel zuurstof bij de kuil, waardoor een deel van de snijmaïs verrotte.

Maar in Overijssel bevond zich een klein dorpje waar de boeren bleven geloven in de snijmaïs. Toen in het begin van de jaren vijftig van de vorige eeuw de introductie van Amerikaanse korrelmaïs geen succes werd, is er, zo herinnert zich oud-medewerker van het PAGV ir. Ben ten Hag,

“toch nog een kern overgebleven, in Beckum, een dorp vlakbij Haaksbergen, waar ik vandaan kom. De boeren waren hier in 1949 begonnen met de teelt van korrelmaïs. Zij bleven ook na 1952 toen de korrelmaïs niet rijp werd, doorgaan met maïs telen, want ze hadden een bedrijfsvoorlichter die heel enthousiast was over dat gewas. Maar ze gingen niet meer voor de korrelmaïs, maar voor de snijmaïs! Zij waren de pioniers van de snijmaïsteelt. Die boeren gingen door met in totaal een paar honderd hectare. De maïs werd met een zelfbinder gemaaid. Dat geeft wel aan dat het niet zo’n zwaar gewas was, want met de huidige maïs zou dat niet meer kunnen. Het werd dan in schoven op wagens aangevoerd en stationair bij de silo gehakseld. Dat gebeurde met een hooiblazer met een soort cirkelzaag in de opening. Daar werd de maïs ingegooid, versnipperd en vervolgens in de silo geblazen. De hele buurt was bij het inkuilen betrokken, dat weet ik nog wel, want daar waren veel mensen bij nodig. De maïs werd dus gelijk ingekuuld. ’s Winters werd de maïs weer met de schep uit de kuil gehaald en aan de koeien gevoerd. Het ging destijds allemaal nog met de hand. Later in de jaren zestig kreeg je de eenrijige maïshakselaars die de maïs op het veld hakselden en in wagens bliezen waarna het vaak in sleufsilos werd ingekuuld.”

Ook op de zandgronden in het zuiden van Nederland werd wat snijmaïs verbouwd. Hoewel er in de loop van de jaren vijftig en zestig meer belangstelling kwam voor snijmaïs, bleef de teelt in Nederland bescheiden. In 1956 werd 475 hectare snijmaïs verbouwd en in 1961 1.052 hectare. In 1966 was het areaal snijmaïs gegroeid tot 4.142 hectare.⁸ De groeiende interesse was voor de Waiboerhoeve, dat toen nog in Millingen aan de Rijn zat, aanleiding om proeven te doen met het inkuilen van snijmaïs, want maïs aangevuld met krachtvoer leende zich goed voor de vleesproductie. Er was intussen ook een nieuwe generatie hakselaars op de markt gekomen, waarmee op het veld één of twee rijen maïs konden worden geoogst. Maar de proeven werden geen succes. Volgens Henk van Dijk, die destijds als voorlichter bij de Waiboerhoeve werkte, was de kwaliteit van het hakselen “matig” en stelden de koeien de smaak van de ingekuilde maïs niet op prijs.

In Nederland werd de maïs niet rijp; het drogestofgehalte was te laag en de maïs was dus te nat om goed in te kuilen. Dit veranderde in 1970 met het nieuwe maïsras *Capella* van het Koninklijke Kweekbedrijf en Zaadhandel D.J. van der Have uit het Zeeuwse Kapelle. Dit ras werd in korte tijd zeer populair. De meeste boeren die in het begin van de jaren zeventig begonnen met het telen van maïs, gebruikten *Capella* en in 1972 nam dit ras al 72 procent van het Nederlandse snijmaïsareaal voor zijn rekening. Maar *Cappella* werd al snel verdrongen door *LG 11* van de Franse plantenveredelaar Limagrain. Dit ras werd in 1972 door Kweekbedrijf Zelder uit het Noord-Limburgse Ottersum op de Nederlandse markt gebracht en in 1976 bestond al 61 procent van maïsareaal in Nederland uit *LG 11*. Door de nieuwe maïsrassen bleven inkuilverliezen voortaan achterwege, omdat ze – ook in slechte jaren – een drogestofgehalte van wel 25 tot 28 procent haalden. De boeren hadden met de nieuwe maïsrassen dus voldoende zekerheid dat ze een goed en goedkoop gewas hadden.

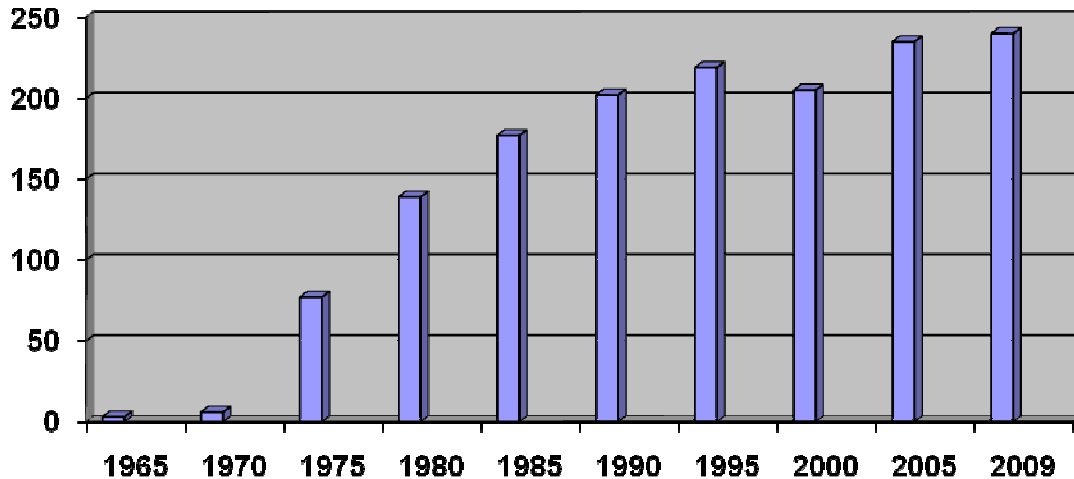
De maïs verspreidde zich zeer snel in Nederland (zie Grafiek 3). Maïs bleek een heel gemakkelijk gewas te zijn. Er waren geen grote investeringen nodig om met de teelt te kunnen beginnen en de opbrengst was vrijwel altijd goed. “Maïs was een gewas waar je niets aan hoefde te doen,” zo vertelt Ten Hag. “Je hoefde geen investeringen te plegen, en het vroeg weinig arbeid! Het was een loonwerkerteelt.” Toen hij in 1971 werd aangenomen als teeltonderzoeker bij het Proefstation voor de Akkerbouw (PA), was het de bedoeling dat hij zich met granen en maïs zou bezighouden. Maïs werd destijds primair als een graangewas (korrelmaïs)

⁸ *Verslag over de landbouw in Nederland*. Verslagen en mededelingen van het ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening. Ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening ('s-Gravenhage 1959-1968).

beschouwd, maar toch raakte hij ook verzeild in de snijmaïs en zou zich daar vervolgens tien jaar mee bezighouden. Op de zandgronden verdrong snijmaïs in korte tijd de meer traditionele gewassen, zoals rogge, haver en aardappelen. Ten Hag:

“Ik denk dat we een dergelijk snelle ontwikkeling in de laatste honderd jaar niet met een ander gewas hebben meegemaakt. Binnen tien jaar tijd ging het praktisch van niets naar 150.000 hectare! In gewassen heb je altijd wel een golfbeweging, maar Nederland veranderde totaal! De granen op de zandgronden verdwenen helemaal. In ons Twentse volkslied zingen we nog over het golvende goudgele graan op de essen. Nou, er was helemaal niets meer over! Alles was snijmaïs geworden!”

Grafiek 3 De ontwikkeling van de teelt van snijmaïs, 1965-2009 (in duizenden hectares)



Bron: Centraal Bureau voor de Statistiek (2010).

Onderzoek en voorlichting en de opkomst van de maïsteelt

De teelt van maïs sloeg vooral aan bij de boeren op de zandgronden in het oosten en zuiden van Nederland. Zandgrond leent zich beter voor de maïsteelt dan kleigrond, omdat maïs, zoals gezegd, relatief weinig water nodig heeft. Ook kan maïs in de – doorgaans natte – herfst gemakkelijker mechanisch worden geoogst op zand dan op kleigrond. De machines zakken minder diep weg. Maar ook in economisch opzicht bood maïs de boeren op de zandgronden enorme voordelen. Door de maïs konden zij hun boerenbedrijf intensiveren. Veel boeren zetten hun gemengde bedrijf om in een melkveebedrijf en gebruikten het akkerland voor de teelt van maïs. De maïs werd ingekuuld en 's winters als ruwvoer aan de koeien gevoerd. Anderen legden zich toe op de varkens- of pluimveehouderij en gingen op hun land maïs verbouwen. De maïs werd dan verkocht aan veehouders in de omgeving. Dit was voor de varkensboeren niet alleen een leuke bijverdienste, maar het maïsland bood hen ook de mogelijkheid de mest kwijt te raken.

In het begin van de jaren zeventig ging in Lelystad het onderzoek naar de maïsteelt van start. Dit gebeurde op initiatief van het PA, zo vertelt Ten Hag:

“Als proefstation deed je onderzoek naar aanleiding van de vragen die in de praktijk leefden. Bedrijfsvoorlichters, voorlichtingsdiensten, het bedrijfsleven, iedereen kon voorstellen voor proeven indienen en die werden door ons elk jaar geïnventariseerd. De voorstellen werden besproken in een programmeringcommissie, waarin een aantal mensen uit de voorlichting, het bedrijfsleven, de overheid en het proefstation zaten. In deze commissie werd in grote lijnen bepaald welke problemen belangrijk waren en of er onderzoek naar gedaan moest worden. Wij als onderzoekers zorgden voor de opzet van het onderzoek. Toen ik in 1971 werd aangesteld werden er vanuit de praktijk nog weinig onderzoeksvragen ingediend. Maar toen de teelt snel uitgebreide veranderde dat wel. De eerste jaren hebben we vooral zelf voorstellen voor onderzoek ingediend.”

Er moest in de maïsteelt veel aan voorlichting worden gedaan. De boeren die maïs gingen telen waren – in de woorden van Ten Hag – “niet zo plantenteelt *minded*”. Reden voor de geringe teeltkundige kennis was dat de meeste maïstelers meer veehouder dan akkerbouwer waren. De meeste boeren lieten de teelt van maïs over aan een loonwerker, maar deze bezat evenmin veel teeltkundige kennis. Het onderzoek kwam er dus “altijd op neer om door middel van onderzoek te proberen de teelt van maïs te optimaliseren, omdat dit in de praktijk niet door plantentelers werd gedaan.” Gegevens over hoe de teelt in Nederland kon worden geoptimaliseerd, waren nauwelijks voorhanden. Ten Hag:

“In de landen om ons heen werd overal wel wat maïsonderzoek gedaan, maar je kon dat niet allemaal overnemen, want daar waren andere rassen en vaak andere

groeï- en teeltomstandigheden. Belangrijk was dat onderzoek naar concrete vragen over de teelt onder onze omstandigheden werden uitgevoerd. Ook was onderzoek gewoon nodig vanuit het oogpunt van de voorlichting. Bij praktijkonderzoek was het niet onbelangrijk, dat als je voorlichting aan de boeren wilde geven, je ze niet kon vertellen hoe ze dat in Frankrijk doen. Dat zegt hun niets. Om ze te kunnen overtuigen hadden ze de gegevens het liefst uit hun eigen achtertuin en moest je ter bevestiging en ter demonstratie gegevens in handen krijgen om ze in voorlichting te kunnen gebruiken.”

Met de resultaten van het onderzoek in de hand trok Ten Hag in de wintermaanden soms wel twee avonden per week vanuit Lelystad door het land om de bijeenkomsten van de talloze verenigingen van bedrijfsvoorlichting (“elk dorp had er eentje”) te bezoeken en om de boeren ervan te overtuigen dat de maïsteelt aanzienlijk kon worden verbeterd. De voorlichting betrof alle teeltmaatregelen, zoals het tijdstip waarop geoogst en gezaaid moest worden:

“De eerste proeven die we hier in Lelystad gedaan hebben, betroffen de optimale oogsttijd. Maïs werd door de boeren veel te vroeg geoogst. Dat kwam mede omdat de loonwerkers gebaat waren bij een lange oogstperiode om hun machines rendabel te maken. De boer wist vaak onvoldoende over het effect van de oogsttijd! Dat ging dus niet goed. De opbrengst was er nog lang niet en de voederwaarde was nog te gering. En door het lage drogestofgehalte waren de conserveringsverliezen te groot. Een slechte praktijk dus. Aan de hand van de resultaten van ons onderzoek kon ik de boeren laten zien hoe nadelig vroeg oogsten was en wat het optimale oogststadium was. Dat onderzoek deden we op een paar plaatsen in Nederland, onder andere in Lelystad. Maïsonderzoek werd natuurlijk vooral in de maïsgebieden gedaan en dat waren vooral de zandgronden: Heino, Cranendonck, Vredepeel, Wijnandsrade bij Maastricht, Kooijenburg. Ja, en in de kleigebieden deden we dat vooral in Lelystad en op De Vlierd bij Zaltbommel en de Rusthoeve bij Goes. Maar ook in het noorden, bij minder gunstige groeiomstandigheden voor maïs, deden we onderzoek.”

Maïs moest een drogestofgehalte hebben van minstens 25% en daarom was de tweede helft van september gemiddeld de beste tijd om te oogsten. Het werd toen ook al duidelijk dat maïs zich niet zo goed leende voor de teelt op kleigrond. Dit bleek uit proeven op de regionale proefboerderij De Vlierd, die gelegen was op de komkleigronden bij Zaltbommel. Hier was, zo vertelt Anton Meijer, “de maïs in de herfst niet te oogsten. Je kon niet meer op het land komen, omdat het zo nat was. Ze moesten in de winter met het hakmes maïs halen!”

Te laat of te vroeg oogsten maakte ook veel uit bij het hakselen van de snijmaïs, omdat de korrel niet (te) rijp mocht worden. Was dit echter wel het geval, dan kon de koe de voedingsstoffen niet opnemen. Door het IVVO werd onderzocht hoe dit kon worden voorkomen. Ynze van der Honing, die in 1975 naar Lelystad kwam, vertelt:

“In de korrels zat van dat melkachtige spul. Bij het verhakselen van de maïs was de kans groot dat het melkachtige spul wegliep. Hardere korrels hebben ook een betere voedingswaarde. Melkrijpe maïs heeft minder energie dan die rijpere en hardere maïs. We hebben een paar proeven met maïs gedaan. We hebben melkrijpe en teeltrijpe – dat is een variatie in rijpheid – in een paar rantsoenen gebruikt. We hebben ook bekeken hoe fijn of grof de maïs gehakseld moest worden. Eén van de dingen die we tegenkwamen was dat als de hakselaar de korrels niet goed kapot maakte – en dat gebeurt vooral als je rijpe maïs met harde korrels hebt – dan komen die harde korrels ook heel door de koe heen. Dan heeft de koe er ook niets aan. Op de een of andere manier moeten die korrels in de hakselaar een oplawaai krijgen.”

Maïs wordt fijn gehakseld tot stukjes die niet langer zijn dan zes tot acht millimeter. Wordt de maïs te grof gehakseld, dan wordt bij het inkuilen van de maïs niet alle zuurstof uit de kuil geperst en kan er broei optreden. Bovendien zouden bij te grof hakselen ook meer korrels door de pens van de koe gaan en in de mest belanden. Om dit te voorkomen werd in de jaren zeventig op het PR

de zogenaamde korrelkneuzer beproefd. Deze werd op de hakselaar geplaatst, vertelt Meijer. “Er waren een paar walsen waar de maïs als het ware door heen liep en die pletten of drukten de maïskorrels stuk.” De korrelkneuzers verdwenen al weer snel, doordat de hakselaars in de loop van de jaren aanzienlijk werden verbeterd.

Behalve dat de boeren in het begin te vroeg oogstten, werd de maïs in de eerste jaren ook te laat ingezaaid. Bij snijmaïs maakt het tijdstip van zaaien veel uit. Maïs is een warmteminnend gewas en begint te kiemen als de grond tien graden warm is. In Nederland is dat gemiddeld in de laatste tien dagen van april. Maar het was voor een boer te duur om een zaaimachine aan te schaffen en dus was hij ook voor het inzaaien afhankelijk van een loonwerker. Evenals bij het oogsten kon een loonwerker niet bij alle boeren in de omgeving alle maïs binnen drie of vier dagen inzaaien en had hij veel meer tijd nodig. En dit had weer gevolgen voor de kwaliteit van de snijmaïs, aldus Ten Hag:

“Als ik bij die boeren in de dorpen praatjes hield, dan wees ik hen er telkens op hoe nadelig laat zaaien was. Er is geen gewas waarin dat zo sterk tot uiting kwam. Eind april/begin mei is gemiddeld in ons klimaat het beste tijdstip om te zaaien. Ik geloof dat de opbrengst 1% per dag minder wordt elke dag dat er later dan 1 mei wordt gezaaid. Maar er werd zelfs nog wel op 20 mei gezaaid! Het kostte me in het begin enige moeite om de boeren ervan te overtuigen dat laat zaaien niet goed was. Ze kwamen dan met opmerkingen als: ‘Ja, mijn maïs was nog veel beter dan die van de buurman!’ Ja, als je maïs later zaait dan wordt die langer! Op het oog krijg je een veel beter gewas, maar de maïs wordt minder rijp. De snijmaïs krijgt daardoor een lager drogestofgehalte en een geringer kolfaandeel en uiteindelijk dus ook een veel lagere voederwaarde.”

Ten einde alle aandacht te richten op de teeltwijze en opbrengstmogelijkheden van snijmaïs werd in 1977 in Beckum een zogenaamde Maïsolympiade georganiseerd. Uiteraard verleende het PAGV hieraan zijn medewerking. “De Maïsolympiade zal ik ook nooit vergeten,” vertelt Ben ter Hag.

“Dat was een *happening*! De Olympische Spelen van 1976 waren net geweest.

Op een voorlichtingsavond vertelde ik de boeren dat het met de maïsteelt echt anders moest. Dat was voor het Consulentschap voor de Rundveehouderij in Hengelo reden om in Beckum een wedstrijd te organiseren. Het ging erom wie van de boeren de beste snijmaïs teelde. Wij deden al het werk: we maakten de formulieren, beoordeelden de percelen van de deelnemers en stelden de opbrengst vast. Er deden honderd boeren aan mee. De winnaar kreeg een gouden maïskolf! Er was ook een zilveren en een bronzen maïskolf. Ja, dat was een hele toestand. Dat werd toen gesponsord door UKF (Unie van Kunstmestfabrieken). Ik denk dat de UKF dat deed om gewoon naamsbekendheid te krijgen. Dat lukte want in de pers werd heel veel aandacht besteed aan de Maïsolympiade. Dat was in 1977. In 1981 is dat nog een keer overgedaan en toen deden er ongeveer driehonderd boeren aan mee.”

De groei van de maïsteelt werd uiteraard ook mogelijk gemaakt door de snelle mechanisatie in de landbouw. Met de hakselaars die in de jaren zestig op de markt waren gekomen, konden één of twee rijen worden geoogst. De eerste hakselaars werden voorop de tractor gemonteerd en bliezen de gehakselde maïs in de wagen achter de tractor. Niet veel later werden de hakselaars door de tractor getrokken. Begin jaren zeventig verschenen in Nederland de eerste zelfrijdende (tweerijige) hakselaars, waarvan de Claas Jaguar 60 SF de bekendste was. “Dat was toen de doorbraak!” vertelt Ten Hag. “Het ging toen snel, want ook de ontwikkeling van het areaal ging snel.” De capaciteit van de hakselaar is sindsdien alleen maar toegenomen. Zo werden op de zogenaamde Demodag die op 22 september 2009 op de Waiboerhoeve plaatsvond en geheel in het teken van gras en maïs stond, een achtrijige Claas Jaguar 960, een tienrijige New Holland F9080 en een nieuwe twaalfrijige John Deere gedemonstreerd.

Snijmaïs levert energie en structuur in het rundveerantsoen

De spijsvertering van een koe is een ingewikkeld proces. Het IVVO heeft op dit terrein baanbrekend werk verricht, onder andere

door middel van fistels en canules, waarmee de vertering en absorptie van voedsel door dieren van buitenaf gemeten kon worden. Met een fistel kunnen monsters in de pens van een koe worden genomen en met canules kan de spijsvertering in de darmen van een varken worden bestudeerd. Van der Honing, die als voedingsfysioloog bij het IVVO heeft gewerkt, legt in het kort het spijsverteringsproces van een koe uit:

“De koe eet het voer op, verkleint dat met kauwen en herkauwen en in de pens breken miljarden micro-organismen het grootste deel van het voer verder af. Daarbij komen organische zuren vrij die meteen vanuit de pens in het bloed van de koe kunnen worden opgenomen. Het dier gebruikt de voedingsstoffen voor de productie van melk en vlees. De micro-organismen zelf vormen ook een bron van eiwitten. Op die manier gaat dat in zijn werk.”

Wat is de rol van maïs in de spijsvertering van een koe? Eigenlijk gaat het om twee dingen. Ten eerste levert maïs de energie waarmee bacteriën in de pens van de koe eiwitten uit het voer kunnen omzetten in voor de koe bruikbare microbiële eiwitten. Voorts is maïs belangrijk voor de spijsvertering van de koe, want een koe kan het zetmeel in maïs moeiteloos als suiker in het bloed opnemen zonder dat de pens te sterk verzuurt.

Belangrijk voor de melkproductie van koeien is de omzetting door bacteriën van eiwit uit het voer in microbieel eiwit in de pens van de koe. Dit microbieel eiwit gaat vervolgens naar de darmen en wordt daar in het bloed opgenomen. Uiteindelijk wordt het in de uier van de koe omgezet in melkeiwit. Een koe moet ongeveer veertien à vijftien procent eiwit in het rantsoen hebben. Eiwit wordt vooral geleverd door gras en als dit niet (in voldoende mate) voorhanden is door eiwitrijk krachtvoer. Maïs is als leverancier van eiwit niet echt interessant, want het bevat maar negen procent eiwit. Maar maïs is wel belangrijk als leverancier van energie. Voor het omzetten van de eiwitten in microbieel eiwit hebben de bacteriën in de pens energie nodig. Deze wordt geleverd uit de suikers en zetmeel die bij de maïs in de plant en de korrel zitten. De kunst van het samenstellen van het voederrantsoen is om de behoefte aan eiwitten (nutriënten) en energie op elkaar af te stemmen, zo vertelt dr. Ad van Vuuren, die in 1975 in dienst trad bij het IVVO,

“zodat net voldoende eiwit voor een bepaalde hoeveelheid groei en voor die bepaalde hoeveelheid groei net voldoende energie in de pens wordt vrijgemaakt. Als er meer eiwit vrijkomt, dan gaat er eiwit verloren en dat komt uiteindelijk in de urine terecht. Dat wordt een probleem voor onze ammoniak- en nitraatmissies. Als er een tekort is aan eiwit en een teveel aan energie, dan is dat zonde van de energie. Die energie wordt wel verbruikt, maar gaat verloren in de vorm van warmte of maakt de koe te vet. Je zoekt daarom naar een evenwicht tussen enerzijds de hoeveelheid energie die vrijkomt in de pens en anderzijds de hoeveelheid eiwit die vrijkomt in de pens.”

Behalve als energiebron is maïs ook belangrijk voor de werking van de pens. Maïs geeft structuur aan de pensinhoud van een koe

waardoor het dier belangrijke voedingsstoffen kan opnemen. Hoe de pens van een koe werkt, verklaart Van der Honing:

“De pensbacteriën kunnen de vezels van planten afbreken en zo ontstaan bouwstenen voor nieuwe moleculen. Uiteindelijk wordt van die afgebroken vezels weer melk gemaakt. Maar de bacteriën moeten bij die vezeltjes kunnen komen. Ze moeten door de vloeistof die in de maag zit langs de vezeltjes worden gespoeld en daaraan blijven kleven. Hoe gebeurt dit? In de pens zit een dikke vezellaag van het voer. Vloeistof zakt in de vezellaag naar onderen en gas (voornamelijk koolzuur en methaan) stijgt naar boven. De penswand van de koe trekt regelmatig samen – een paar keer in de minuut – en knijpt de vloeistof door die vezellaag heen. Er spoelt van alles en nog wat mee. Belangrijk is dat de bacteriën aan de vezels blijven kleven en deze verteren. Als de pens samenknijpt, dan gaat de vloeistof bewegen en worden de bacteriën naar de vezels vervoerd.”

De structuur van de vezellaag in de pens wordt vooral bepaald door de aard van het ruwvoer, met name de mate waarin de celwanden van de planten zijn verhout. Deze celwanden bestaan uit ruwvezel, een combinatie van cellulose en houtstof (lignine). Naarmate planten ouder worden, neemt het aandeel van de ruwvezel in het plantenmateriaal toe en treedt er verhouting (lignificatie) op. Door deze celwanden gaat de koe herkauwen. Van der Honing:

“De koe maakt een soort bal in zijn netmaag, brengt deze via de slokdarm terug in de mond en begint te herkauwen. De koe gaat in feite alleen die grote vezels verkleinen en slikt ze weer door. Veel planten hebben een harde wand om materiaal dat veel zachter is en als die wand niet kapot breekt dan kunnen die bacteriën daar niet bij. Met kauwen en herkauwen worden die wandjes in stukjes gebroken en doordat het gespoeld wordt kunnen die bacteriën ook aan het binnenste komen. Het spul dat gemakkelijk oplosbaar is, lost op in die vloeistof. Een deel kan door die wand van de pens naar het bloed toe, maar het gros gaat dus door vanuit de voormaag en de echte maag naar het darmkanaal en wordt daar opgenomen.”⁹

Het herkauwen is niet alleen van belang voor de vertering van grove vezelstukjes, maar voorkomt ook verzuring in de pens. In de pens zetten bacteriën zetmeel en celwanden om in organische zuren, namelijk azijnzuur, propionzuur en boterzuur. Deze zuren kunnen dienen als energiebron, maar ook als bouwsteen om melk te maken. Van propionzuur wordt weer glucose gemaakt en glucose wordt weer omgezet in lactose. Lactose is bepalend voor de hoeveelheid melk die een koe geeft. De zuren worden via de penswand opgenomen in het bloed van de koe. Een goede structuur of consistentie van het voer zorgt er voor dat de pens van de koe niet verzuurt. “Goede structuur zorgt er ook voor dat de koe begint te herkauwen,” zo vertelt Van Vuuren. “Bij dat herkauwen ontstaat speeksel. Dat speeksel is basisch en neutraliseert een deel van het zuur dat in de pens is gevormd. Daarom moet een koe een bepaalde hoeveelheid structuur in het voer hebben.”

In het rantsoen van een koe moet daarom altijd een bepaalde hoeveelheid ruwvezel aanwezig zijn. In 1979 bleek hoe belangrijk dat is. Het jaar kende een lange droge zomer waardoor er te weinig gras groeide en de boeren voor het winterrantsoen niet voldoende ruwvoer konden produceren. Zij probeerden het tekort aan hooi en ingekuuld gras op te lossen door de koeien veel krachtvoer te voeren. Maar in dit krachtvoer zit weinig structuur waardoor heel veel koeien ziek werden. Van der Honing, die destijds hoofd van de afdeling Fysiologie en Biochemie van het IVVO was, werd voorzitter van een commissie die tot taak had de boeren te adviseren over de structuur van het voer. Het vaststellen van de structuurwaardes van de verschillende soorten voer was echter een probleem:

“De boeren moesten destijds weten hoe ze verder moesten. Wij hebben toen onderzocht hoeveel structuur het voer moest hebben, hoe lang die vezels moesten zijn en hoe vezelig dat voer moest zijn. Dat was heel lastig onderzoek. Toen we die panieksomer kregen, zijn we om tafel gaan zitten. We konden de structuurwaardes van ruwvoer niet echt nuanceren of wetenschappelijk onderbouwen. We

⁹ Bij herkauwers bestaat de maag uit vier delen: pens, netmaag en boekmaag (de zogenaamde voormagen) en de lebmaag. Het voedsel komt eerst in de pens en vervolgens in de netmaag. Als voedsel voldoende gekauwd of herkauwd is, komt het in de boekmaag terecht. Hier wordt het voedsel nog eens goed doorgemengd en fijn gewreven. Vervolgens komt het terecht in de eigenlijke maag, de lebmaag. Daar begint de vertering, zoals we die ook kennen bij de mens.

hebben toen iets moeten doen wat een onderzoeker nooit doet, namelijk iets uit zijn duim zuigen! Ik heb met een paar wetenschappers ruzie gehad, want die vonden dat je dat niet kon maken. Ik vroeg of iemand meer wist dan wat wij hier op tafel konden brengen. Dat was niet het geval. Maar er moest wel iets voor de boeren ondernomen worden! Ik heb in mijn hele carrière nooit meer zoiets gedaan: iets uit mijn duim zuigen! We hebben daar een beste gok gewaagd. Later is dat ook genuanceerd met onderzoeksresultaten. Als het gras meer stroachtig was, kreeg het 1,1 of 1,2. En als het vroeg gemaaid was 0,6 of 0,8.”

Toch maakte de commissie een goede inschatting, want het bepalen van de structuurwaardes was eerder een *educated guess* dan een gok. Hooi kreeg een structuurwaarde van 1 en stro kreeg vanwege zijn grotere stugheid een iets hogere waarde. Krachtvoer heeft helemaal geen structuur en kreeg daarom 0. Maïs zit tussen hooi en krachtvoer in. De stengels en het blad werden beschouwd als ruwvoer en kregen een structuurwaarde van 1 en de korrels als krachtvoer kregen een structuurwaarde van 0, zodat de hele maïsplant (blad, stengels en korrel) de structuurwaarde 0,5 kreeg. Later zou deze waarde worden bijgesteld (0,7). Voor het bepalen van een rantsoen worden de structuurwaardes van de verschillende componenten in het veevoeder bij elkaar opgeteld. Als de waarde van ruwvoer op 100 wordt gesteld, dan vormt 30 à 35 procent de minimumgrens voor de structuur van het totale voer. Op grond hiervan concludeert Van der Honing:

“Maïs is een plant die half ruwvoer, half krachtvoer is. Er is niets mis met het deel krachtvoer, want in plaats van een kilo tarwemeel te geven, geef je een kilo van die maïskorrels. De andere helft van je plant heeft veel betere structureigenschappen dan jong gras. Als je gras en maïs combineert, dan zit je met de structuurwaarde aan de goede kant en kun je een stuk krachtvoer weglaten. Want in de maïs zit ook krachtvoer (de korrel) en je krijgt hetzelfde rantsoen zonder dat er teveel eiwit inzit. Dat is een ideale manier om bij je ideale rantsoen uit te komen.”

Maïs geeft, zoals gezegd, voldoende structuur aan de pensinhoud van een koe, hoewel de maïs gehakseld wordt. Wel is het zo, dat wanneer een gewas veel structuur heeft, er ook meer krachtvoer moet worden gevoerd. “Het heeft dus twee kanten,” zo zegt ir. Ronald Zom, die bij Wageningen UR Livestock Research gespecialiseerd is in de voeding bij herkauwers. “Het is gewoon een kwestie van balanceren, wat voor rantsoen je ook voert. Maar over het algemeen kun je heel goed koeien uitsluitend op maïs houden met krachtvoer als eiwitaanvulling.”

Snijmaïs en de herwaardering van jong gras

De komst van maïs heeft vanwege zijn structureigenschappen geleid tot een ander gebruik van het grasland door boeren. Grasland was voorheen de belangrijkste bron voor de winning van ruwvoer in de vorm van hooi of ingekuild gras. Het IVVO gaf in de jaren zestig van de vorige eeuw aan boeren het advies om vooral geen jong gras aan de koeien te voeren. Jong gras had een te laag ruw celstofgehalte en gaf de pensinhoud van een koe onvoldoende structuur. Het was beter ouder gras te voeren – in de vorm van ingekuild gras of hooi – omdat dit meer ruwvezel bevat. Bovendien zat er in jong gras meer eiwit en kalium dan een koe nodig zou hebben. In de pens van een koe wordt overtollig eiwit namelijk afgebroken tot ammoniak en veel kalium remt de opname van magnesium wat bij koeien leidt tot de gevreesde kopziekte. Jong gras kon wel tot 25 procent eiwit bevatten en hooi bevat slechts 15 procent. Daarom werd er tot in de jaren zeventig van de vorige eeuw relatief laat door de boeren gemaaid en op grote schaal gehooïd.

De voederwaarde van gras of hooi is relatief gering in verhouding tot krachtvoer. Na de Tweede Wereldoorlog gingen de boeren hun koeien steeds meer eiwitrijk kracht- of mengvoer geven om hogere melkgiften te krijgen. Dit voer, meestal in de vorm van brokjes, werd verkregen uit een waaier van allerlei goedkope nevenproducten, zoals zemelen, schroten en bierborstel. Het IVVO deed uitgebreid onderzoek naar de verschillende afvalproducten die meestal uit de tropen of subtropen afkomstig waren. “Soja,

bijvoorbeeld,” zo legt oud-directeur van het IVVO Freerk de Boer uit, “werd primair geteeld voor de winning van olie waarvan onder andere margarine wordt gemaakt. Wat over blijft is sojaschroot en dit bevat een belangrijk eiwit. Met deze producten werden voederproeven gedaan. Onderzocht werd welke van de eiwitrijke voedermiddelen, zoals sojaschroot of raapschroot, met betrekking tot de productie van bijvoorbeeld vlees bij varkens of koeien het beste resultaat opleverde.” In dit verband haalde dr. ir. Seerp Tamminga, voormalig onderzoeker bij het IVVO, in 2005 in zijn rede ter gelegenheid van zijn afscheid als hoogleraar Diervoeding van Wageningen Universiteit een oude uitspraak van Freerk de Boer aan: “Van wat de mens niet lust of smaakt, wordt door het vee iets goed gemaakt!” De resultaten van het onderzoek werden en worden nog steeds verwerkt in de *Veevoedertabel* die elk jaar werd uitgegeven door het Centraal Veevoederbureau (CVB). Door de grote waarde van soja als wereldwijde eiwitbron voor landbouwhuisdieren wordt soja nu niet meer primair geteeld voor de oliewinning.

Na de Tweede Wereldoorlog werden in Nederland, dankzij onze wereldhaven Rotterdam, grote hoeveelheden nevenproducten uit tropische en subtropische streken

aangevoerd en tot kracht- of mengvoer verwerkt. Om een indruk te krijgen van de omvang van de invoer van krachtvoer heeft Meijer eens berekend “hoeveel oppervlakte we er in Nederland bij zouden moeten hebben om al dat ingevoerde krachtvoer in Nederland te verbouwen. Nederland zou dan ongeveer twee keer zo groot moeten zijn.” De melkproductie liep na de oorlog dan ook “nagenoeg parallel” aan de groei van krachtvoer, zo vertelt Van der Honing:

“In de oorlog was de melkproductie ongeveer vierduizend liter per jaar en tegenwoordig is dat ongeveer negenduizend liter op de betere bedrijven. Dat is dus vijfduizend liter per jaar meer. De kwaliteit van het ruwvoer is ten opzichte van het krachtvoer gigantisch verbeterd, maar de hoeveelheid krachtvoer is ook van 1500 tot tweeduizend kilo toegenomen. Tweeduizend kilo krachtvoer is goed voor ongeveer vijfduizend liter melk. Dat klopt precies! Dat betekent in feite dat met het krachtvoer de melkproductie is verhoogd. Daar zit het effect aan vast, dat als een koe van nature veel hooi kan opnemen en ze krijgt veel krachtvoer aangeboden, zij minder hooi eet. Er is dus sprake van een soort verdringing, maar het is niet één op één. Als je een beetje geeft, dan valt het wel mee, maar als je meer geeft, dan wordt hoe langer hoe meer verdrongen. Dat is een verdringingseffect: als de maag vol is met wat anders, dan kan er niet nog meer bij. Bij een kilo krachtvoer extra, gaat er soms tot 0,8 kilo hooi of kuilvoer af van de totale voeropname.”

Voor de boeren was maïs een uitkomst. Maïs leverde voortaan de energie en de structuur die normaliter door ingekuuld gras en hooi werd geleverd. Veel boeren gingen over tot het inkuilen van meer maïs en minder gras, ook al omdat maïs als gewas vrijwel nooit mislukt, een zeer goede kwaliteit kuilvoer geeft en een hogere energiewaarde heeft dan gras. Zom zegt hierover:

“Met gras ben je veel meer afhankelijk van de weersomstandigheden tijdens de groei en het maaien. De eerste snede is meestal wel de beste, maar bij latere snedes zie je wel verschil in kwaliteit. Als gras wegens slecht weer te lang blijft liggen op het land, gaat de voederwaarde achteruit. Daarom was de teelt van maïs voor veel veehouders een uitkomst, want daardoor was je bij de oogst van het product een stuk minder afhankelijk van het weer. Je had altijd een goede kwalitatieve opbrengst en een hoge opbrengst per hectare. Dat was één van de factoren waarom maïs zo populair was.”

Maïs en gras passen perfect bij elkaar als ruwvoer voor de koeien. Omdat maïs voldoende structuur aan de pensinhoud van een koe geeft, adviseerde het IVVO de boeren om de koeien niet langer ‘oud’, maar voortaan jong gras voor te schotelen. Jong gras bevat veel eiwit en eiwit is belangrijk voor de productie van melkeiwit en de vorming van vlees. Jong gras is daarom een prima aanvulling op maïs, omdat maïs de energie levert waarmee bacteriën in de pens van de koe de eiwitten kunnen omzetten in microbieel eiwit. Krijgen koeien alleen jong gras als rantsoen, dan ontstaan er problemen, omdat jong gras te weinig ruwvezel bevat en dus een zeer lage structuurwaarde heeft. Dit bleek al toen het IVVO in het begin van de

jaren zeventig grasblokjes of pellets ontwikkelde als ruwvoer voor koeien.

De pellets werden gezien als een goed alternatief voor ingekuild gras en hooi, omdat deze vormen van voederverzorging zeer weersafhankelijk waren. Pellets bestonden uit gras dat werd gedroogd en gemaald alvorens er brokjes van gemaakt werden. De brokjes hadden één groot nadeel, zo vertelt Van der Honing, die in 1975 op de energiewaarde van pellets promoveerde¹⁰:

“Bij het maken van pellets werd de structuur van het lange gras verpest en dit gaf fysiologische stoornissen in het maag- en darmkanaal. De beesten kregen de maag overstuurd. Mijn onderzoek was daarom vooral gericht op de vraag hoe het gedroogde gras eruit moest zien opdat de koeien optimaal gingen produceren. De uitkomst was dat wanneer je grasbrokjes ging gebruiken, minstens een derde van het totaal van wat een koe aan droog materiaal binnenkrijgt, uit lang hooi moest bestaan. Je mocht dus niet overdrijven. Eén van de technische oplossingen zou zijn het gras te drogen en vervolgens in elkaar te persen in plaats van te malen. Maar als het spul gedroogd is, dan is het heel bros. Als dat wordt geperst, dan breekt het in kleine stukjes. Hoe konden dan brokjes worden gemaakt met voldoende structuur? Deze vraag stond centraal in mijn onderzoek. Het ging dus om de randvoorwaarden.”

Vanwege de energiecrisis in het begin van de jaren zeventig bleek het drogen van gras met fossiele brandstof in grasdrogerijen ook veel te duur te zijn. Niet lang daarna werd een andere – en meer eenvoudige – oplossing gevonden om de risico's van het inkuilen te verminderen, namelijk het voordroogkuilen. Gras wordt eerst op het land in de zon (voor)gedroogd, vervolgens op een hoop gereden en dan met landbouwplastic luchtdicht afgesloten. “In feite was het voordrogen één van de grote successen in de ontwikkeling van de voederconservering,” zo zegt Van der Honing.

Door de komst van maïs is jong gras met weinig structuur een uitstekend ruwvoer geworden en wordt er door de boeren niet te lang meer gewacht met het maaien van gras. Van der Honing:

“Sinds een jaar of dertig wordt er gemaaid voordat het gras gaat bloeien. De koeien eten veel meer van het geconserveerde gras als het vroeg gemaaid is. Dat is eigenlijk een dubbel effect. Ze eten meer van het vroeg gemaaid gras dat tevens een hogere voederwaarde heeft. Dat betekent dus dat er minder krachtvoer nodig is. Eén van de effecten is dat de productie al omhoog ging doordat boeren op grote schaal jong gras gingen maaien voor het wintervoer. Dat scheelt een stuk, soms wel tien of vijftientig procent meer voederwaarde. Dit is uitvoerig bij het IVVO onderzocht. De verteerbaarheid van jong gegroeid gras is tachtig procent. Bij uitgebloeid gras is dat nog niet eens vijftig procent. Jong gras zorgt voor een hogere verteerbaarheid, en als de koeien meer eten, dan is de kwaliteit per kilo ook hoger. Het heeft dus een dubbel effect.”

Het gebruik van jong gras leidde echter wel tot een overbesteding van het grasland. Om de koeien van veel gras met voldoende voederwaarde te kunnen voorzien, wilden de boeren het liefst zo vaak mogelijk jong gras maaien. Om dit proces te bevorderen voorzagen ze hun grasland rijkelijk van stikstof, een belangrijk element bij de vorming van eiwit, maar dit had een averechts effect. In het bepalen van een rantsoen is het een kwestie van balanceren tussen eiwitten, energie en structuur. “Op een gegeven moment,” zo vertelt Van Vuuren:

“bleek dat er sprake was van een laag melkvetgehalte wanneer de koeien de wei ingingen. We hebben dat tijdens een beweiding bestudeerd en hebben toen per ongeluk een lijstje verkeerd ingevuld voor de analyses in het laboratorium en lieten we per ongeluk ook het ammoniakgehalte in de pens bepalen. We namen monsters uit de pens door middel van pensfistels. Het ammoniakgehalte bleek heel erg hoog te zijn. En zo kwamen we er achter dat koeien in de weideperiode eigenlijk veel te veel stikstof kregen en dat er een probleem was in de excretie (uitscheiding) van stikstof en ammoniak. Daar ben ik toen in verder gegaan en uiteindelijk ben ik daar ook op gepromoveerd in 1993¹¹.”

In 1984 poneerde Van Vuuren op een symposium de stelling dat grasland teveel stikstof

¹⁰ Y. van der Honing, *Intake and utilization of energy of rations with pelleted forages by dairy cows*. Proefschrift Wageningen (Wageningen 1975).

¹¹ A.M. van Vuuren, *Digestion and nitrogen metabolism of grass fed dairy cows*. Proefschrift Wageningen (Wageningen 1993).

bevatte en dat gras daarom eigenlijk geen goed ruwvoer was. Dit was destijds een zeer opmerkelijke uitspraak: “Ik moest toen meteen overal in Nederland komen optreden, want dat gras ‘waardeloos’ was voor koeien was toch wel helemaal nieuw. Ik werd op het matje geroepen door de consulent in algemene dienst voor de Veevoeding. Hij vond dat er al zoveel onrust bij de boeren was, vanwege het melkquotum dat ingevoerd werd, en meende dat er niet nog eens een onruststoker bij moest komen die zei dat er geen gras meer moest worden gevoerd of dat er een groot stikstofprobleem was bij koeien. We mochten niet vertellen dat koeien een milieuprobleem waren. Er was al voldoende onrust.”

Maar de veehouderij had een behoorlijk milieuprobleem. Doordat de mineralen uit de mest onvoldoende door het gras konden worden opgenomen, spoelden deze weg en kwamen in het oppervlakte- en grondwater terecht. Dit was niet alleen bij grasland het geval, maar ook bij de maïs.

Maïs en de bemesting voor de Meststoffenwet van 1987

In de maïsteelt was het gebruik van dierlijke mest een belangrijk aspect, waaraan ook in de voorlichting de nodige aandacht geschonken werd. De aanwending van dierlijke mest was in de jaren zeventig voor veel varkens- en pluimveeboeren een belangrijke – en misschien wel de belangrijkste – reden om maïs te gaan telen, ook al omdat maïs jaren achter elkaar op een zelfde perceel kon worden geteeld. Ben ten Hag vertelt:

“Er begon toen [in de jaren zeventig] ook veel handel in maïs te komen. Veel boeren stopten met het bedrijf, omdat het te klein was, maar ze behielden de grond. Waarom zou je dat verkopen als er heel gemakkelijk maïs op verbouwd kon worden. De loonwerker kwam ploegen en zaaien, en deed verder de hele teelt. Dus houd die grond maar en zet er maar maïs op! Vaak hadden die boeren ook nog varkens, zodat ze ook nog mooi die mest kwijt konden. Dat was dus een ideale teelt!”

Maïs stimuleerde de intensivering van de varkenshouderij op de zandgronden. Varkensboeren verkochten de maïs aan rundveehouders in de buurt en breidden hun varkensstapel verder uit. Dit werd nog verder in de hand gewerkt door het feit dat maïs weinig of geen last leek te hebben van hoge giften – meestal – varkensmest. “Ik weet niet meer precies waar dat was,” vertelt Ten Hag,

“maar toen we in die eerste jaren onderzoek deden, kwamen we bij een boer die een systeem had waarbij de mest vanuit de stal via een vaste sproeier op een hoek van een perceel werd uitgesproeid. Dat droogde in de zon en zo kwam er aan het eind van het jaar een hele droge koek op de akker te liggen. Die boer ploegde die akker en ook de hoek met die mest. Maar op dat stuk dat nog wel geploegd was en dat misschien voor tachtig procent uit mest bestond, daar groeide toch nog maïs! Dat kan ik me nog wel herinneren. Ik weet niet wat dat is, maar maïs kan daar kennelijk tegen.”

Veel gewassen ondervinden hinder van overbemesting. Teveel stikstof leidt bij suikerbieten tot een lager suikergehalte en meer blad. Ook bij aardappelen resulteert dit in minder knollen en meer loof. Op grasland lopen koeien het risico op kopziekte, omdat er teveel kalium inzit. Bij granen leidt een teveel aan stikstof tot legering. Maïs trekt zich echter weinig aan van teveel mest, integendeel,

het blad wordt groener en lijkt nog mooier. Dit was voor het Proefstation uiteraard aanleiding om een aantal bemestingsproeven te doen, onder andere op de Waiboerhoeve. Het ging daarbij vooral om de vraag hoeveel mest maïs kon verdragen, maar er werd ook nagegaan wat er met de mineralen in de grond gebeurde. Ten Hag:

“We hadden in de jaren 1976-1980 drie proeven in Nederland liggen: Waiboerhoeve, Aver Heino en Cranendonk. Op de Waiboerhoeve lagen objecten met ieder jaar 0, 150 en 300 ton rundveedrijfmest per hectare bij continue maïsteelt en in de beide andere proeven op zandgrond 0, 50, 100, 150, 200, 250 en 300 ton. In Lelystad was gemiddeld over de jaren de maïsofbrengst bij 300 ton mest drie procent hoger dan bij 150 ton. Op de zandgronden lag de hoogste opbrengst bij 250 tot 300 ton mest. Dat onderzoek is na vijf jaar beëindigd mede omdat uit de bodemonsters wel duidelijk werd dat dit vanuit het oogpunt van het milieu niet kon. De maïs kon er wel tegen maar de uitspoeling van mineralen vormde de beperking.”

Maïs neemt niet meer mineralen op dan hij nodig heeft en laat de rest liggen. Doordat maïs veel mest tolereert werd het maïsveld de afvoerput voor de overvloedige mest in Nederland, vooral drijfmest. Telers maakten zich geen zorgen over de gevolgen van de overbemesting. Bij de bemestingsproeven op de proefboerderijen echter “rees al heel snel de vraag van wat er nu in de grond gebeurt,” vertelt Ten Hag. “Er zijn toen allemaal monsters genomen om te kijken hoeveel er uitspoelde. Toen was al vrij snel duidelijk dat dit natuurlijk nooit een benadering kon zijn. Dit moest anders. Toen werd de zaak omgedraaid en zijn de proeven gestopt.” Bij de huidige bemestingsnormen [anno 2010] mag er rond 35 ton drijfmest op een maïsveld worden geïnjecteerd. Overbemesting leidt tot een enorme belasting voor het milieu. De mineralen in de (kunst)mest die niet door de maïs werden opgenomen, bleven liggen en spoelden na verloop van tijd weg en kwamen uiteindelijk in het oppervlakte- of grondwater terecht. Enige tijd rustte er in Nederland een taboe op de overbemesting. Dr. ir. Chris Henkens had als consultant in algemene dienst voor Bemesting al in 1969 gesteld dat er in Nederland sprake was van een mestprobleem. Maar toen hij dit bij een overleg op het ministerie van Landbouw en Visserij aan de orde stelde, werd hem een zwijgplicht opgelegd.

In 1973 werd door het ministerie de commissie ‘Mineralen in krachtvoer in relatie tot bemesting en milieu TNO’ (MIK) ingesteld onder leiding van ing. A. Kemp. Het was een breed opgezette commissie met mensen uit het veevoedings-, bodem- en bemestingsonderzoek.¹² Namens het IVVO zat Age Jongbloed in de commissie. Hij was nog niet afgestudeerd aan de Landbouwhogeschool Wageningen, maar was toch al door Freerk de Boer uitgenodigd om bij het IVVO onderzoek te doen naar varkens en fosfaat. De commissie had tot doel te onderzoeken hoe het in de verschillende regio’s van Nederland stond met de in- en output van mineralen, waarbij het vooral ging om koper, zink en fosfor. In 1974 kwam de commissie met een rapport, waarin naar voren kwam dat er in het veevoer veel meer mineralen zat dan een dier kon opnemen. Hierdoor kwamen veel mineralen in de mest terecht en die belandden uiteindelijk in het milieu. In 1974 bracht de commissie een rapport uit over het mineralengebruik in Nederland. Jongbloed:

“Nou, dat zag er dus niet best uit, zeker voor wat betreft koper. De groei van de dieren werd verbeterd door veel koper in het voer te stoppen. Dat was een ontdekking die in de jaren vijftig in Engeland was gedaan. Daar stopte men 250 milligram koper in één kilo en dat wordt nauwelijks door het dier benut. Meer dan 99% komt weer in de mest terecht. En dan de bemesting! Bij de maïs werden vrachten dierlijke mest, vooral varkensmest, op het land uitgereden, dat was ongelofelijk! Per vleesvarken van 25 tot 110 kilo werd 78 gram koper uitgescheiden, terwijl een gewas per hectare ongeveer vijftig gram nodig heeft. En omdat er veel koper in het voer zat, moest er ook veel zink in, omdat het als het ware toxisch was. Dus kwam er ook 250 milligram zink in het voer. Navent werd er dus ook een 80 gram zink per vleesvarkens uitgescheiden. Nou, dat kon niet langer met dat koper.”

In het rapport werd ook geconcludeerd dat er veel te veel fosfaat in de bodem terecht kwam. Jongbloed kreeg van Freerk de Boer opdracht om te onderzoeken in

¹² Leden van de commissie ‘Mineralen in krachtvoer in relatie tot bemesting en milieu TNO’ (MIK) waren: ing. A. Kemp van het Instituut voor Biologisch en Scheikundig Onderzoek van Landbouwgewassen in Wageningen (voorzitter), dr. ir. P.C.M. Simons van het Instituut voor Pluimveeonderzoek ‘Het Spelderholt’ in Beekbergen (secretaris), ir. Y.Tj. Bakker van het CLO-Instituut voor de Veevoeding ‘De Schothorst’ in Hoogland, ir. A.W. Jongbloed van het Instituut voor Veevoedingsonderzoek ‘Hoorn’, dr. J.J. Koopman van de Gezondheidsdienst voor Dieren in Alkmaar, en ir. L.C.N. de la Lande Cremer van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid in Haren (Groningen).

hoeverre het gebruik van fosfor kon worden teruggedrongen:

“Ik weet nog dat ik nog maar een paar maanden in dienst was, toen ik al een lezing moest houden voor de researchcommissie van de Vereniging van Nederlandse Mengvoederfabrikanten. De Boer zei tegen mij: ‘Jongbloed, jij moet mee. Jij moet maar eens vertellen over wat jij allemaal aan het doen bent!’ Dat heb ik gedaan. Ik had net de resultaten van de eerste proef. Ik heb een synthese gemaakt en heb gezegd: ‘Nou, als ik het zo bekijk, dan kunnen we met vijf gram fosfor in het voer wel toe!’ Nou, dat klopte niet! Dat kon helemaal niet!”

Jongbloed onderzocht eerst hoeveel van de fosfor in het voer eigenlijk door het dier wordt opgenomen. Er bleken tussen de grondstoffen grote verschillen te zijn in verteerbaarheid. Van de fosforverteerbaarheid werd een tabel opgesteld, die internationale erkenning kreeg. Vervolgens onderzocht Jongbloed hoeveel fosfor een dier daadwerkelijk nodig heeft. In de jaren zeventig kenden de varkens veel gebreken aan hun poten en boeren probeerden dit op te lossen door de varkens voer toe te dienen dat rijk was aan fosfor en calcium. Het onderzoek, dat in samenwerking met de Faculteit der Diergeneeskunde in Utrecht nog in Hoorn werd uitgevoerd, wees uit dat de beengebreeken geen gevolg was van de minerale voeding, maar dat het hier om een fokprobleem ging. Er werd door het IVVO, het IVO en de Faculteit der Diergeneeskunde een commissie Beengebreeken ingesteld. Jongbloed werd secretaris van de commissie:

“We [de commissie Beengebreeken] kwamen tot de conclusie dat het aan het type varkens lag dat we hadden, want het Nederlandse landvarken was heel erg gevoelig voor beengebreeken. Een Groot Yorkshire-varken had veel minder last van beengebreeken. Het was gewoon een genetische aanleg. Dat is er nu door gebruikskruising aardig uitgefokt. Maar dan zie je: als een prominent zegt dat de varkens te weinig fosfor krijgen, dan gaat iedereen omhoog met fosfor. Het fosforgehalte was 7,8 gram per kilo en de uitscheiding per vleesvarken was toen 1,6 kilo fosfor per varken van 25 tot 110 kilo [bij 110 kilo wordt het varken geslacht]. Dat was veel. De mensen konden via publicaties kennis nemen van het onderzoek, maar ze deden er niet veel mee. En toen kwam op 1 mei 1987 de Meststoffenwet. Ik promoveerde vlak daarvoor op 29 april!¹³ Het was een hele warme dag, dat herinner ik me nog wel. Het water liep me over de rug! Plotseling werd de Meststoffenwet geïmplementeerd! Dus gingen die gehalten allengs naar beneden, want mengvoederfabrikanten moesten wat, omdat anders de boer een heffing voor teveel fosfor moest betalen, dus die vroeg ook of het wat minder kon. Nu zitten we op een gehalte van 4½ tot 5 gram. Dat houdt in dat die uitscheiding nu 0,6 kilo is, dat is dus een kilo minder! Er is nog maar een derde overgebleven.”

De bemestingsnormen sinds 1987

De Meststoffenwet en de Wet Bodembescherming van 1987 moesten een einde maken aan de overbemesting in Nederland. Het gebruik van fosfaat in dierlijke mest op snijmaïsland, bijvoorbeeld, moest vóór het jaar 2000 met de helft zijn verminderd (zie Tabel 2). Voor het onderzoek naar het terugdringen van het mestoverschot werd in 1985 door het ministerie van Landbouw en Visserij en het ministerie van VROM met de Productschappen Veevoeder, Zuivel, en

¹³ A.W. Jongbloed, *Phosphorus in the feeding of pigs. Effect of diet on the absorption and retention of phosphorus by growing pigs*. Proefschrift (Wageningen 1987).

Vee en Vlees het Fonds Onderzoek Mest- en Ammoniak (FOMA) opgericht. De ministeries en de Productschappen droegen samen tien miljoen gulden bij aan de financiering van het onderzoek. Met één miljoen gulden per jaar werd tot 1996 onderzoek gedaan. FOMA heeft in belangrijke mate bijgedragen aan de vermindering van de uitscheiding van stikstof en fosfaten, waarbij veel en belangrijk werk is verricht door het IVVO en later het ID-DLO in Lelystad.

Tabel 2 Hoeveelheid fosfaat die jaarlijks in de vorm van dierlijke mest mag worden aangewend, aangegeven in P₂O₅ (kg/ha), 1987-2000

Grondgebruik	Eerste fase 1-5-87 tot 1-1-91	Tweede fase 1-1-91 tot 1-1-95	Derde fase 1-1-95 tot 2000
Grasland	250	200	Ca. 175
Snijmaïsland	350	250	Ca. 175
Bouwland	125*	125*	125*

* Gemiddeld over een periode van twee jaar.

Bron: *Handboek voor de rundveehouderij. Melkvee – vleesvee – schapen*. L. Pelser (eindred.). Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR) (5^e druk Lelystad 1988) 71.

Een uitermate belangrijke ontwikkeling was de ontdekking van fytase waardoor het aandeel fosfor in varkens- en pluimveemest behoorlijk kon worden verminderd. Jongbloed legt uit wat fytase is:

“In zaden van planten is fosfor opgeslagen en dat fosfor is eigenlijk nodig om een plant weer te kunnen laten kiemen. Dat fosfor zit in een bepaalde vorm, we noemen dat fytine. Dat is een verbinding en die zit zodanig in elkaar dat varkens en pluimvee er niets mee kunnen. Als ze dat via het voer binnen krijgen, dan gaat het er zo uit! D’rin, d’ruit. Om een voorbeeld te noemen. In zonnebloemzaadschroot zit heel veel plantaardig fosfor, maar dat heeft maar een verteerbaarheid van 10 [bij 100 wordt alles opgenomen door het dier]. Er zit 12 gram fosfor in. Dat is natuurlijk een enorm verlies. Dat wisten wij wel.”

Het tekort aan fosfor werd in het voer aangevuld met anorganisch fosfor. Maar in de jaren was al bekend dat een enzym met de naam fytase in staat was fytine af te breken, zodat het plantaardige fosfor in het bloed van het dier kon worden opgenomen. In 1977 voerde Jongbloed van het IVVO samen met dr. ir. Piet Simons van Het Spelderholt besprekingen met Gist-Brocades uit Delft over de industriële productie van fytase, maar Gist-Brocades vond de kosten destijds veel te hoog. Dit veranderde toen de Meststoffenwet van kracht werd. Hoewel het onderzoek door het FOMA werd gefinancierd werd in 1985 onder grote druk van het ministerie van Landbouw en Visserij “zonder mitsen en maren” een contract gesloten met Gist-Brocades voor de productie van fytase. Jongbloed: “Gist-Brocades hoefde eigenlijk alleen maar het product te leveren en wij deden de proeven. Dat werd betaald door het Productschap Diervoeder en door het ministerie van Landbouw, dus de FOMA! Zo ging dat!” De Nederlandse overheid betaalde weliswaar voor het onderzoek van een particuliere onderneming, maar daar stond tegenover dat het product snel op de markt kon worden gebracht. De introductie van fytase betekende een grote doorbraak in het terugdringen van het mineralengebruik. Jongbloed:

“We kregen een samenwerkingsverband met Gist-Brocades die het enzym leverde waarmee het plantaardig fosfor kon worden afgebroken. Dat hebben we een aantal jaren gedaan onder geheimhouding. Ze waren dus de eerste in de wereld! Dat was bingo! Daarmee kon je de verteerbaarheid van het voer enorm verhogen en tegelijkertijd kon de hoeveelheid voederfosfaat (de anorganische fosfor wat je moest toevoegen om het dier voldoende te kunnen geven) drastisch worden verminderd. Dat heeft geleid tot een enorm omzetverlies van de fosfaatfabrikanten, in het bijzonder voor de veevoeding. Dat is mij niet in dank afgenomen, maar dat was de realiteit. Dus met behulp van het enzym fytase kon worden volstaan met een veel lager gehalte aan fosfor in het voer, omdat voederfosfaat eigenlijk niet meer nodig was. Was de verteerbaarheid van fosfor in het voer eerst 30, nu werd dat door de fytase 50. Hiermee was de opname van fosfor door het dier al zo groot dat er nauwelijks meer voederfosfaat nodig was om in de behoefte van het dier te voorzien.”

Waarom Gist-Brocades? Het betrof hier de ontwikkeling van een GMO (*genetically modified organism*). Jongbloed: “Gist-Brocades heeft dus met een genenverandering in een schimmel het gen fytase aan het werk gezet en die schimmel produceert enorme hoeveelheden per tijdseenheid.” Dat het hier om een GMO ging, heeft in Nederland tot weinig ophef geleid. In 1991 werd fytase geregistreerd en kwam het op genetisch gemodificeerde wijze geproduceerde enzym in het Nederlandse mengvoer terecht. Tegenwoordig bevatten vrijwel alle veevoerders voor varkens- en pluimveehouderij fytase. Het gevolg was dat er in de varkens- en pluimveevoeders aanzienlijk minder fosfor (25 %) hoefde te worden gebruikt.¹⁴

Een ander belangrijk resultaat was het preciezer afmeten van de bemesting op de

¹⁴ A.W. Jongbloed, ‘Diervoeding en milieu’ in *Jaarverslag 1994 ID-DLO*. Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Instituut voor Veehouderij en Diergezondheid (Lelystad 1995) 25-28.

behoeften van het dier. Zo werd duidelijk dat in de rundveevoeding met aanzienlijk minder stikstof kon worden volstaan en dat eventuele tekorten konden worden aangevuld met aminozuren. Hiertoe ontwikkelde Seerp Tamminga, destijds onderzoeker bij het IVVO en sinds 1984 parttime hoogleraar Diervoeding aan de Landbouwniversiteit Wageningen, het Darmverteerbaar Eiwitsysteem (DVE). Aan de hand van dit systeem kan de hoeveelheid eiwit in het voer dat door bacteriën in de pens van de koe wordt verteerd en als microbieel eiwit in de darmen van de koe wordt opgenomen, veel beter op de behoeften van de koe worden afgestemd. Dit systeem droeg niet alleen enorm bij aan de vermindering van de uitstoot van stikstof, maar maakte het ook mogelijk de koeien een beter uitgebalanceerd rantsoen te geven, waarbij gras als eiwitbron fungeert en maïs als energiebron. Deze verhouding, zo legt Ronald Zom uit,

“komt tot uitdrukking in een getal, de OEB (Onbestendig Eiwitbalans). Dat is de maat voor de verhouding van de hoeveelheid energie en de hoeveelheid snel afbreekbaar eiwit in de pens van de koe. Maïs heeft een OEB van -35. Dat betekent dat die maïs heel veel energie bevat en dat die bacteriën in de pens in potentie heel veel eiwit kunnen vormen, maar de OEB geeft aan dat het product onvoldoende gemakkelijk afbreekbaar stikstof bevat om dat eiwit te synthetiseren. Bij gras heb je een OEB van +40 tot +50. Als je dat één op één samenvoegt dan heb je een mooie verhouding, dan krijg je een rantsoen met een OEB van nul. Dat is theoretisch gezien de meest ideale situatie. In dat geval is de hoeveelheid energie die je aan de bacteriën in de pens geeft afgestemd op de hoeveelheid gemakkelijk afbreekbaar eiwit. Je hebt minder verliezen.”

Overbemesting werd verder tegengegaan door preciezer bemestingsmethoden waarbij de hoeveelheden mest beter afgestemd werden op de behoeften van het gewas in verband met opbrengst en kwaliteit. Behalve de hoeveelheid mest, werden ook het tijdstip van bemesting en de beschikbaarheid van de mest op de juiste diepte in de bodem van groot belang. Vanaf 1988 mocht er geen mest meer over grasland worden uitgereden in de periode van half september tot 1 februari, omdat het gras in die maanden heel weinig meststoffen opneemt. In 1992 mocht de drijfmest ook niet langer met behulp van een giertank breedwerpig over het land worden gespreid. Door deze methode kwam veel ammoniak vrij en dit leidde weer tot zure regen. Voortaan moest de mest met behulp van een mestinjecteur direct in de bodem worden aangebracht. De mestinjecteur was ontwikkeld door het PR. “Dat is een geweldige ontwikkeling geweest,” vertelt Kuipers, die destijds directeur van het proefstation was. “Met de mestinjecteur werd de emissie met 85% teruggebracht!”

Het mestoverschot is sterk afgenomen door de inkrimping van de veestapel. Door de verschillende maatregelen is de bemesting – vooral op de zandgronden – ook aanzienlijk minder geworden. Dit is ook mede het gevolg van het feit dat vooral de rundveestapel in Nederland sinds de jaren tachtig kleiner is geworden (zie Tabel 3).

Tabel 3 Omvang van de veestapel × duizend stuks, 1975-2008

	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2008
Rundvee	4.956	5.226	5.248	4.926	4.654	4.070	3.799	3.968
Varkens	7.279	10.138	12.383	13.915	14.397	13.118	11.312	12.187
Schapen	760	858	814	1.702	1.674	1.308	1.363	1.117
Melkgeiten	-	-	-	-	43	98	172	231
Pluimvee	68.053	81.155	89.887	92.765	89.561	104.015	92.914	96.859

Bron: Centraal Bureau voor de Statistiek (1975-2009).

Voorts probeert de overheid met financiële prikkels het gebruik van dierlijke mest in de akkerbouw en de groenteteelt in de volle grond te stimuleren. Hierdoor wordt de overtollige (dierlijke) mest die op de zandgronden wordt geproduceerd, beter over Nederland verdeeld. Door regelgeving probeert de overheid de bemesting verder te beperken. Sinds 2006 stelt het ministerie van LNV gebruiksnormen op. De normen geven de hoeveelheden stikstof (N) en fosfaat (P) aan die elk jaar in de vorm van dierlijke mest per hectare mogen worden gebruikt.

Met betrekking tot het gebruik van stikstof wordt op de kleigrond een verschil gemaakt tussen bedrijven met en zonder derogatie (zie Tabel 4). Met derogatie houdt in dat bedrijven waarvan het areaal minstens uit zeventig procent grasland bestaat, in de periode 2009-2013 mogen afwijken van de norm van maximaal 160 kilo stikstof per hectare en in plaats daarvan maximaal 185 kilo stikstof per hectare via dierlijke mest mogen toedienen.¹⁵ De derogatie kwam tot stand op wens van de Nederlandse regering. Het argument was dat de grasproductie in Nederland per hectare veel hoger ligt dan in de andere lidstaten van Europese Unie (EU) en dat het grasland in Nederland per hectare daarom ook meer stikstof nodig heeft.

Tabel 4 Stikstofgebruiksnormen (kg N/ha) voor snijmaïs, 2009-2013

	Klei 2009/13	Zand 2009/11	Zand 2012/13	Veen 2009/13
Bedrijven zonder derogatie	160	150	140	150
Bedrijven met derogatie	185	150	140	150

Bron: www.handboeksnijmais.nl.

De derogatie geldt niet voor de bedrijven op de veen- en zandgronden, omdat daar het gevaar van uitspoeling groter is. Opvallend is wel dat in de periode 2009-2013 het gebruik van stikstof op de zandgronden tussentijds wordt aangescherpt. De bemesting is dus vooral een probleem van de boeren op de zandgronden in het oosten en zuiden van het land, omdat hier als gevolg van de intensieve bemesting in de afgelopen decennia relatief veel stikstof in de bodem en als gevolg daarvan veel nitraat in het grondwater terecht is gekomen. Om verdere uitspoeling tegen te gaan zijn de boeren hier ook verplicht om het land na de maïsoogst in te zaaien met een zogenaamd vanggewas. Vanggewassen (stoppelgewassen) zijn gras, winterrogge, bladkool, bladrammenas, wintertarwe, wintergerst en triticale (kruising van tarwe en rogge). Een vanggewas heeft tot doel stikstof die in de bodem is achtergebleven te binden om te voorkomen dat deze in de winter uitspoelt en in het grondwater terechtkomt. De overheid ziet er streng op toe dat de vanggewassen ook worden geteeld. Blijft een boer in gebreke dan loopt hij het risico om door de AID (Algemene Inspectiedienst) te

¹⁵ Derogatie werd in 2006 voor de eerste maal toegepast. De normen voor bedrijven zonder en met derogatie bedroegen voor de periode 2006 tot en met 2009 170 en 250 kilo stikstof per hectare.

worden beboet. In de veehouderij laat men vanggewassen in de winter afsterven of ze worden doodgespoten, zodat het land in het voorjaar weer met maïs kan worden ingezaaid. In de akkerbouw kan er voor worden gekozen het vanggewas uit te laten groeien en gewoon te oogsten als graan. De vraag is echter of vanggewassen wel zo efficiënt zijn in het binden van stikstof. Jos Groten:

“We hebben wel eens onderzoek gedaan naar de stikstofonttrekking door maïs. De vroege maïsrassen zijn relatief eerder rijp en hebben minder opbrengst dan de late rassen. De late maïsrassen hebben soms wel dertig tot veertig kilogram stikstof meer onttrokken dan de vroege rassen. Omdat ze later bloeien, gaan ze ook langer door met bladproductie. Als dat ras al veertig kilo extra onttrekt en een vanggewas zou maar dertig kilo pakken, dan kun je misschien beter die maïs laten groeien en de vanggewassen achterwege laten. Ook omdat de vanggewassen die er nu staan zich eigenlijk voor de winter nauwelijks ontwikkelen.”

De gebruiksnormen voor fosfaat variëren (zie Tabel 5) en zijn afhankelijk van de hoeveelheid fosfaat die zich nog in de bodem bevindt (Pw-waarde). Hoe hoger de Pw-waarde, des te minder fosfaat mag er in de komende jaren worden gebruikt. Dit zal vanwege de overbesteding in de afgelopen decennia vooral op de zandgronden het geval zijn. Bij fosfaat is het gebruik van vanggewassen echter minder noodzakelijk, omdat fosfaten minder snel uitspoelen dan nitraten.

Tabel 5 Fosfaatgebruiksnormen (kg P₂O₅/ha) voor bouwland, 2010-2013

P-toestand (Pw)	Categorie	2010	2011	2012	2013
<36	Laag	85	85	85	85
36-55	Neutraal	80	75	70	65
>55	Hoog	75	70	65	55

Bron: www.handboeksnijmais.nl.

Bij PPO-AGV in Lelystad wordt veel onderzoek gedaan naar methoden om de bemesting met stikstof en fosfaat efficiënter te maken. Dit kan op verschillende manieren, maar een belangrijke methode is de rijenbemesting met kunstmest. Rijenbemesting in maïs is veel efficiënter dan wanneer de kunstmest breedwerpig over het land wordt verspreid. Dit geldt vooral voor fosfaat, omdat deze zo weinig mobiel is in de bodem. Als fosfaat in rijen zou worden toegediend, dan betekent dit volgens Peter Dekker een enorme vooruitgang:

“Het fosfaat wordt dan niet breedwerpig over de oppervlakte verstrooid, maar in rijen toegediend of zelfs aan elke plant afzonderlijk toegediend (plantgatbemesting). Vanuit onderzoek – ook een stuk eigen onderzoek – weten we dat vooral fosfaat van belang is voor de beginontwikkeling van gewassen. En het zou wel eens kunnen zijn dat wanneer bij het zaaien of planten van een gewas tien of twintig kilo fosfaat per hectare op een precieze manier wordt gegeven, dit even effectief is als wanneer zestig kilo breedwerpig wordt gestrooid. Dit hebben we gezien we bij de maïs, waarvoor zelfs een methode is ontwikkeld om fosfaat aan het zaaizaad te coaten, zodat een geringe hoeveelheid fosfaat direct voor de plant in opneembare vorm beschikbaar is.”

Volgens Groten is rijenbemesting met stikstof ook zeer interessant, maar minder spectaculair dan bij fosfaat: “Een hoeveelheid fosfaat in de rij heeft bij maïs hetzelfde effect als de dubbele hoeveelheid breedwerpig toegediend. Bij stikstof is de extra werking 25%. Als ik honderd kilo stikstof in de rij zou geven, dan geef ik per hectare eigenlijk 125 kilo. De kunstmest zit dan dicht bij de wortel en is daardoor beter beschikbaar voor de plant dan wanneer ik gewoon breedwerpig kunstmest strooi. In de maïs kun je met rijbemesting aardig wat corrigeren.”

Veehouders voelen niet veel voor rijenbemesting met kunstmest. Alles wat aan kunstmest op het land wordt gebruikt, gaat ten koste van de hoeveelheid bemesting die met dierlijke mest kan worden gegeven. De boeren hebben daarom de neiging minder kunstmest te gebruiken om zoveel mogelijk mest op het eigen bedrijf kwijt te kunnen raken. Anders moet de mest worden afgezet en dat kost geld. Groten meent echter dat rijenbemesting ook mogelijk is met drijfmest: “Die ontwikkeling is nu ook gaande. Je wilt eigenlijk het liefst die drijfmest gebruiken voor de maïs, hoewel je met kunstmest veel beter kunt sturen, maar die drijfmest zou je ook in de rij kunnen geven.” Voorwaarde is wel dat de mest moet worden gescheiden in vloeibare en dikke fracties. Dekker meent dat in de nabije toekomst door verschillende scheidingstechnieken meerdere mestproducten van verschillende samenstellingen en kwaliteiten in de handel zullen worden gebracht: “Hierdoor wordt het mogelijk om afhankelijk van de situatie op het akkerbouwbedrijf een meer gerichte keuze te maken uit de beschikbare meststoffen. Door gericht op fosfaat en stikstof te letten (hoeveel zit er in die meststof en hoeveel heb ik als akkerbouwer of groenteler nodig) kan er een stuk precisiebemesting plaatsvinden.” Door de regelgeving van de overheid en de toepassing van nieuwe bemestingstechnieken is er anno 2010 zeker geen sprake meer van overbemesting. Groten zegt hierover:

“De mestnormen zijn aangepast. Vroeger werden bij proeven wel 200m³ mest per hectare uitgereden en deed die maïs het perfect. Dit gebeurde niet in de praktijk. De laatste jaren zat de praktijk op 50 à 60 kuub mest per hectare en nu op 30 à 40 kuub per hectare. Bij varkensbedrijven is het nog maar 20 à 25m³. Die nieuwe normen zijn op basis van hoeveelheden fosfaten en stikstof zo aangepast dat er nu en ook in de toekomst nog minder mest mag worden uitgereden. De maïs krijgt bijna te weinig mest en nutriënten voor een optimale productie.”

Maïs en de gewasbescherming

Maïs is ook in onderhoud een gemakkelijk gewas. Het kan, zoals vermeld, jaren achter elkaar op het zelfde perceel worden verbouwd. Veel gewassen, zoals aardappelen, krijgen in dat geval meestal last van nematoden (aaltjes). Maïs krijgt vrijwel geen last van aaltjes, wellicht komt dat omdat maïs een relatief jong gewas in het Nederlandse bouwplan is. “Er zijn echter wel aaltjes die zich ook in maïs ontwikkelen,” vertelt Groten,

“maar de maïs ondervindt er weinig schade van. Wij hebben toevallig in 2007 wel schade gezien. Het was toen een heel droog voorjaar. Als er dan veel vrij levende aaltjes (*trichodores*) zitten ontstaan er plekken waarop de maïs zich minder goed ontwikkelt. De aaltjes gaan op de wortels zitten, waardoor de plantjes klein blijven. Normaal is de maïs dusdanig sterk dat een paar aaltjes niets uitmaakt, ten minste, bovengronds is dat niet te zien.”

Onkruid leek wel een probleem te worden in de maïsteelt. Maïs werd aanvankelijk vooral op de zandgronden geteeld en hier vormde onkruid altijd al een groot probleem. Maïs was – evenals bieten – op het gemengde bedrijf een “rot product,” zo herinnert Meijer zich. “Om het onkruid te bestrijden moest je er met de schoffel doorheen, net in de tijd dat je ook moest hooien! Je had dus weinig tijd en alles was toen handwerk.” Maar in het begin van de jaren zeventig nam de maïsteelt een grote vlucht op de zandgronden, mede omdat er juist een zeer effectief bestrijdingsmiddel op de markt was gekomen: Atrazin. Ten Hag:

“En daar kwam ineens Atrazin en alle onkruid was weg! Daarvoor hadden de boeren op de zandgronden het onkruid in maïs net als in granen nog met behulp van een rugspruitje met DNOC¹⁶ bestreden. Je kon de boer goed zien op het land, want hij was van boven tot onder geel. Dat had je met Atrazin niet meer! Atrazin was een wondermiddel en maïs was het enige gewas wat het vermogen had om die stof af te breken. Maar slechts enkele onkruiden, zoals kweek, bleven staan. Op den duur werden sommige onkruiden resistent en toen moest er iets anders komen, maar dat was pas tien jaar later. In de eerste tien jaar was de onkruidbestrijding vrijwel probleemloos.”

Tot in de jaren zeventig van de vorige eeuw was de enige overweging om al dan niet chemische gewasbeschermingsmiddelen te gebruiken van financiële aard en was alles gericht op het vergroten van de productie. “Als op grote schaal onkruid wordt bestreden, dan heb je ook afspoeling en uitspoeling,” zo vertelt Groten. “Tevens ging ook de dosering omhoog, want de loonwerkers werkten op

¹⁶ DNOC staat DiNitro-O-Cresol (2-methyl-4,6-dinitrofenol). “DNOC behoorde tot de zogenaamde ‘ontkoppelaars’, dat wil zeggen dat ze de energie-generering in de cel loskoppelen van de ademhaling. Deze biochemische termen komen er op neer dat er in een cel zuurstof en brandstof (voedsel) binnenkomen, maar dat er geen energie meer uitgehaald kan worden. Dit werkt prima bij een plant: hij gaat meteen dood” (Adrie Nipshagen en Wim van de Pol, ‘Risico’s van Dinoseb in de aardappelteelt’, *Noorderbreedte* (1985) 178).

zekerheid. Soms werd er twee keer gespoten.” Het gevolg was dat veel van deze middelen bij een fikse regenbui uitspoelden en in het oppervlakte- en/of grondwater terecht kwamen. Een ander probleem was dat Atrazin op zo’n grote schaal werd gebruikt, dat veel onkruid na verloop van tijd resistent werd.

Eind jaren tachtig was het ongebreidelde gebruik van bestrijdingsmiddelen niet langer maatschappelijk aanvaardbaar. In 1989 stelde het ministerie van LNV een meerjarenplan voor de gewasbescherming op dat voorzag in een vermindering van het middelengebruik met vijftig procent in het jaar 2000. Sindsdien wordt er veel onderzoek gedaan naar onkruidbestrijdingssystemen met minder inzet van chemische middelen. Mechanische onkruidbestrijding ligt vanwege de grote rijenafstand in de maïs voor de hand, maar dit wordt in de gangbare maïsteelt nauwelijks toegepast. Mechanische onkruidbestrijding vindt hoofdzakelijk in de biologische landbouw plaats, maar het aandeel biologische maïs in de teelt van maïs is heel gering. In plaats daarvan werd vooral onderzoek gedaan met het zogenaamde Lage Doseringssysteem (LDS). “Dat betekent,” zo legt Groten uit, “dat je voor de bestrijding van onkruid een mix van middelen gebruikt. Omdat al die middelen elkaar versterken of aanvullen kan per middel de dosering naar beneden.” Het pakket aan middelen is sindsdien uitgebreid en ook de dosering per hectare is behoorlijk afgenomen. Groten: “Van sommige middelen wordt zelfs maar honderd gram per hectare gespoten. Bij Atrazin heb je het over één tot twee liter per hectare. Bij de nieuwe toepassingen praat je echter over honderd gram en soms dertig gram. De hoeveelheid per hectare die wordt gebruikt is beduidend lager en daarmee ook de kans op uitspoeling.”

Het ruime gebruik van bestrijdingsmiddelen werd ook ontmoedigd door de Europese Commissie door de toepassing van *cross compliance* op de maïspremie. De maïspremie werd in 1993 in de EG ingevoerd. Boeren kregen een premie van ongeveer 150 euro per hectare geteelde maïs als compensatie voor de verlaging van de graanprijzen door de EG. Dit lijkt vreemd, omdat snijmaïs geen graan is, maar korrelmaïs is dat wel en dat werd weer veel in Frankrijk verbouwd. Om iedereen tevreden te stellen, maakte de Europese Commissie geen verschil tussen snijmaïs en korrelmaïs met als gevolg dat veehouders in Nederland een subsidie opstrekten die eigenlijk slechts bestemd was voor de akkerbouwers. In 2003 paste de Europese Commissie op de maïspremie een zogenaamde *cross compliance* toe om het gebruik van bestrijdingsmiddelen tegen te gaan. Boeren werden niet op de premie gekort indien ze minstens één keer in het voorjaar mechanische onkruidbestrijding uitvoerden en ze per hectare niet meer dan één kilo actieve stof in gewasbeschermingsmiddelen gebruikten. De maatregelen werkten goed, aldus Groten. In een aantal proeven, zoals in Lelystad en op proefbedrijf Vredepeel, maar ook in de praktijk, kon zonder enig probleem aan die ene kilo actieve stof worden voldaan. De *cross compliance* werd echter al weer in 2005 ingetrokken. Groten: “Wat je ziet is dat, nadat die *cross compliance* eraf gegaan is, er toch weer meer gespoten wordt. Die loonwerkers kiezen toch steeds voor zeker. In die zin zijn we het effect van die *cross compliance* wel weer kwijt, hoewel het toepassen van het mixen van middelen is gebleven.”

Een bijzondere manier van gewasbescherming is het telen van genetisch

gemanipuleerde of gemodificeerde maïs, een GMO. Zo heeft het Amerikaanse bedrijf Monsanto Company maïsrassen ontwikkeld die resistent zijn tegen *Roundup*. Dit is een gewasbeschermingsmiddel op basis van de werkzame stof glyfosaat die eveneens door Monsanto is ontwikkeld. *Roundup* maakt alles kapot; het tast niet alleen alle bovengronds plantenmateriaal aan, maar ook de wortels van de planten. Groten: “Bij *Roundup* resistent maïs is een bepaald gen ingekruist zodat de maïs zelf niet gevoelig is voor *Roundup*. Alles gaat kapot, behalve de maïs.” Maar de teelt van genetisch gemodificeerd maïs is binnen de EU verboden. Toch worden de burgers van de EU dagelijks geconfronteerd met genetisch gemodificeerde producten. Genetisch gemanipuleerde soja bevindt zich onder andere in veevoer, maar ook draagt bijna iedereen katoenen kleding die gemaakt is van genetisch gemodificeerd katoen. Tachtig tot negentig procent van alle in de wereld geteelde soja en katoen is genetisch gemodificeerd.

Ondanks het teeltverbod in de EU wordt in Spanje wel genetische gemodificeerde maïs geteeld (ongeveer 70.000 hectare). Dit is in het kader van de bestrijding van twee insecten die een grote bedreiging vormen voor de maïssteelt in Europa, namelijk de maïswortelkever en de maïsstengelboorder. De larven van beide diertjes vreten de maïsplant aan, de ene de wortel en de andere de stengel. Ze kunnen op deze manier grote schade aanbrengen aan een maïsveld. De twee insecten komen oorspronkelijk uit Amerika. Ze zijn in het begin van de jaren negentig met Amerikaans legermateriaal mee naar

Joegoslavië gekomen en verspreiden zich van daaruit over heel Europa. De maïswortelkever is al in Nederland gesignaleerd. De procedure is dat als de PD de insecten ontdekt, de maïs bespoten en vervolgens vernietigd wordt. In het daaropvolgende jaar mag er geen maïs meer op het betreffende perceel worden geteeld. Het antwoord op de maïsstengelboorder is genetisch gemodificeerde maïs. De bedoeling is duidelijk. “Zo gauw het insect aan de maïs begint te vreten,” vertelt Groten, “krijgt die een bepaald gif binnen waardoor zijn eiwitvorming stagneert en het loodje legt.” Op deze manier kan ook de maïswortelkever bestreden worden. Toch waarschuwt Groten dat aan genetische modificatie bepaalde risico’s verbonden zijn en dat daarom elke modificatie apart moet worden bekeken:

“Af en toe kan gewoon een hulpstofje al een probleem veroorzaken. Er was eens een maïs die *Finale*-resistent was. *Finale*, gebaseerd op de werkzame stof glufosinaat-ammonium brandt alles af. De maïs blijft staan en alles wat verder bovengronds groeit, dat is weg. Bij die modificatie hebben ze gebruik gemaakt van een marker T14 die vanuit bacteriën kwam. Nu bestond er bij die T14 kans op het ontstaan van een bepaalde antibioticumresistentie. Theoretisch is er dus een mogelijkheid dat als koeien die maïs vreten – het is niet gezegd dat dat werkelijk gaat gebeuren – ze resistent worden tegen antibiotica. Een theoretisch bezwaar, maar wel lastig te weerleggen”

De teelt van genetisch gemodificeerd maïs is in de EU verboden, maar dit wil niet zeggen dat er in Nederland geen genetisch gemodificeerde maïs wordt geteeld. Voor het doen van proeven met dergelijke maïs kan via Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) en de ministeries van LNV en VROM ontheffing worden verkregen. Ook het PPO-AGV in Lelystad heeft al proeven uitgevoerd met genetisch gemodificeerde maïs die resistent is tegen onkruidbestrijdingsmiddelen. Het gebruik van genetisch GMO’s wordt niet door iedereen gewaardeerd en proeven doen met genetisch gemodificeerde maïs gaat dan ook niet van zelf. Groten vertelt:

“Vorig jaar [in 2008] is Greenpeace op de proefvelden geweest. Die heeft toen met één of ander kanon allerlei papieren vlinders in de lucht geschoten. Greenpeace vraagt aandacht voor haar zaak, maar beschadigt de gewassen niet. Dat is onze ervaring. Maar er zijn de laatste jaren ook proefvelden vernield. Aandacht vragen voor de gevaren van GMO’s is een goed recht, maar het tegenwerken van een gecontroleerde technische ontwikkeling is toch echt strafbaar. De huidige genetisch gemodificeerde toepassingen zijn wellicht nog minder interessant, maar veranderingen waarbij het milieu of de volksgezondheid gebaat zijn kunnen binnenkort ook verwacht worden.”

De gevolgen van het melkquotum op de maïsteelt

De invoering van het melkquotum in 1984 had geen gevolgen voor de maïsteelt. Hoewel de rundveestapel in Nederland kleiner werd, breidde de maïsteelt zich verder uit. De krimp betrof vooral de melk- en kalkkoeien. Maar de boeren gingen op zoek naar alternatieven om hun stallen vol te houden. Sommigen schaften schapen of geiten aan (zie Tabel 3), anderen gingen over tot het houden van vleesvee (zie Tabel 6). Maïs is het veevoeder bij uitstek voor vleesvee. Hieraan is veel onderzoek gedaan door het IVVO, samen met het IVO en het PR. Bij vleesvee gaat het vooral om stieren en die hebben veel minder eiwit nodig dan een melkkoe, omdat ze geen melk produceren. Ze hoeven alleen maar te groeien en hebben daarom vooral energierijk voedsel nodig. “Een stier,” zo vertelt Van Vuuren, “groeit één kilo per dag. De spiergroei waar het omgaat bestaat uit zowel eiwit als water. Drie- of vierhonderd gram eiwit.” De ene kilo gewichtstoename bij een stier bestaat grofweg voor een kwart uit eiwit en de rest is water. Een koe die dertig liter melk geeft, produceert rond één kilo eiwit per dag!

Tabel 6 Ontwikkeling veestapel in Nederland × duizend stuks

Jaar	Rundveestapel	Melk- en kalkkoeien	Vleesvee	Jongvee
1965	3.751	1.723	478	1.550
1970	4.314	1.896	732	1.686
1975	4.956	2.218	801	1.937
1980	5.226	2.356	918	1.952
1985	5.248	2.367	1.026	1.855
1990	4.926	1.878	1.263	1.785
1995	4.654	1.708	1.265	1.681
2000	4.070	1.504	1.231	1.335
2005	3.799	1.433	1.148*	1.218
2009	3.967	1.489	1.193*	1.285

* vlees- en weidevee

Bron: Centraal Bureau voor de Statistiek (1975-2009).

De invoering van het melkquotum in 1984 had wel gevolgen voor het maïsonderzoek. Veehouders mochten voortaan niet meer melk produceren, zodat de winst voortaan vooral gelegen was in het verlagen van de productiekosten per koe. Volgens Groten had de superheffing “een enorm effect” op de maïsteelt, omdat de kwaliteit van ruwvoer – niet alleen van gras, maar ook van maïs

– veel belangrijker werd. In de jaren zeventig was echter niet zozeer gekeken naar de voederwaarde van maïs, maar veel meer naar de opbrengst. Groten:

“Op een gegeven moment werden er vooral late rassen geteeld die heel veel opbrachten, maar relatief weinig kolf hadden en qua voederwaarde heel matig waren. In 1972 hadden we bijvoorbeeld het ras *LG11*. Als de voederwaarde van 1972 op 100 wordt gesteld, dan was deze in 1985 met acht procent gedaald. Dat kwam alleen maar doordat men naar de opbrengst keek. De kolf was misschien wel gelijk gebleven, maar het relatieve aandeel van de kolf was afgenomen, omdat het aandeel van de plant was toegenomen. Het zetmeelgehalte werd lager en daardoor ook de voederwaarde. De celverteerbaarheid werd ook niet veredeld. De plant is minder verteerbaar dan de kolf. De voederwaarde ging omlaag, maar de opbrengst ging omhoog, omdat dit op dat moment heel belangrijk was.”

Vanaf het midden van de jaren tachtig werd geprobeerd de energiewaarde van maïs te verbeteren, waarbij het vooral ging om het

verhogen van het zetmeelgehalte in de kolf. Groten:

“Toen kwamen er rassen, zoals *Aviso* in 1985, die een hele korte plant hadden (net twee meter) met een redelijke kolf. Er werden dus weer kortere rassen geteeld met een relatief groter aandeel van de kolf. Door het zetmeelgehalte in de kolf werd de totale voederwaarde van de maïs aanzienlijk verbeterd. Op een gegeven moment belandt men bij een niveau waarop het niet langer wenselijk is nog kleinere plantjes te telen. Men moet een bepaald productievermogen overhouden voor het produceren van de kolven. Anders heeft men te weinig plant of blad voor het vullen van de kolf.”

In de jaren negentig werd in het veevoedingsonderzoek van het IVVO een ontdekking gedaan die snijmaïs nog waardevoller maakte voor de melkproductie. Bekend was dat het zetmeel in de kolf belangrijk is voor de melkproductie, maar het aandeel bestendig zetmeel bleek nog belangrijker te zijn. Normaliter wordt alle zetmeel heel snel gefermenteerd in de pens van de koe. Bacteriën zetten dit zetmeel om in zuren, waarbij propionzuur de belangrijkste is. Hiervan wordt glucose gemaakt en deze glucose wordt weer omgezet in lactose. Lactose is bepalend voor de hoeveelheid melk die een koe geeft. Hoe meer zetmeel in glucose kan worden omgezet, hoe groter de melkgift. Via de vorming van propionzuur wordt slechts twintig procent van het zetmeel dat in de pens van een koe terecht komt, daadwerkelijk omgezet in glucose. Maar bij het zetmeel van maïs ligt dat anders, zo legt Van Vuuren uit:

“Maïs heeft echter een zetmeel dat gedeeltelijk beschermd is voor afbraak door bacteriën. Maïszetmeel wordt wel afgebroken in de pens, maar veel langzamer, waardoor een veel groter gedeelte van het zetmeel aan die bacteriën ontsnapt. Dit zetmeel gaat gewoon de pens uit en komt in de darm terecht. Daar beschik je dan wel over honderd procent glucose waarvan de koe glucose maakt die de melkgift drijft. Hoe meer lactose een koe kan maken, hoe meer melk die geeft.”

Zetmeel dat niet in de pens, maar in de darm van de koe wordt afgebroken, wordt bestendig zetmeel genoemd. Het gehalte aan bestendig zetmeel is hoger wanneer de snijmaïs meer afgerijpt is en zij een drogestofgehalte heeft van 35 à 36 procent. Zoals later in dit hoofdstuk zal blijken, draagt dit onderzoek naar bestendig zetmeel ook bij tot een vermindering van de uitstoot van broeikasgassen door rundvee.

Voor de verhoging van de voederwaarde van maïs wordt niet alleen onderzoek gedaan naar het zetmeelgehalte (kolfaandeel) in maïs, maar ook naar de celwandverteerbaarheid van de maïsplant. Het gaat daarbij niet alleen om het verlagen van de houtstof lignine in de celwanden, maar ook om de verbindingen die lignine met cellulose en hemicellulose maakt. Die verbindingen bepalen vooral de afbreekbaarheid van celwanden. In het onderzoek gaat het er vooral om, zo zegt Groten, “hoe die verbindingen zijn. Misschien dat we daarmee met genetische modificatie veel verder kunnen komen. Die celwandverteerbaarheid wordt nog continu verbeterd. Vanaf 1990 zijn de veredelaars daarmee bezig.” Er is in de maïsteelt enorme vooruitgang geboekt in het verbeteren van het zetmeelgehalte en celwandverteerbaarheid van maïs. Groten: “Onlangs heb ik berekend wat er de laatste vijftien jaar gepresteerd is. Dat is ook voor een stuk te danken aan ons onderzoek, maar het is natuurlijk ook het werk van de veredelaars, want in principe hebben die het basiswerk geleverd. Maar je ziet dat we de laatste vijftien jaar bij maïs zo’n 35% zijn gestegen in de energieopbrengst per hectare. Dat is enorm.”

Maïs en het landschap

In het midden van de jaren negentig heeft er in de Nederlandse landbouw opnieuw een omslag plaatsgevonden. Het verbeteren van de kwaliteit van agrarische producten is nog altijd belangrijk, maar sinds de jaren negentig wordt er ook meer rekening gehouden met het imago van de agrarische sector. Dit kwam al tot uiting in de meststoffenwetgeving en de regelgeving betreffende het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Langzamerhand dringt ook het besef door dat het platteland van Nederland niet langer gedomineerd wordt door boeren die voedsel produceren, maar ook in gebruik wordt genomen door recreanten uit de stad. Velen van hen verwachten bij een bezoek aan het

platteland een vlak landschap aan te treffen met weidse horizonten. Deze verwachting wordt echter al vanaf de jaren zeventig elke zomer verstoord door de maïs. Het open landschap, dat door de ruilverkavelingen in de jaren vijftig en zestig al een stuk kaler was geworden, wordt elk jaar vervangen door een gesloten landschap dat slechts één kleur kent, namelijk dat van het groen van de maïs. Dit werd door menigeen als storend ervaren, zo ook door medestudenten die Groten ontmoette op de deeltijdopleiding 'Waterbeheer en Natuurontwikkeling':

“Elke keer als ze in Noord-Brabant aan het fietsen waren, keken ze tegen die lange maïs aan. Of dat nu in juli of augustus was; ze zagen alleen maar maïs, links en rechts. Ik vroeg me af of het wat zou zijn om naar kortere maïs te gaan van 1,70 à 1,80 meter. Als ze dan op de fiets zitten, kijken ze over de maïs heen en zien ze toch de horizon. De openheid van het landschap komt wat meer in beeld. Kortere maïs is misschien wel interessant, maar het moet landbouwkundig ook interessant zijn, want anders heeft het geen waarde en komt de teelt hiervan nooit van de grond.”

Kortere maïs zou voor sommige boeren landbouwkundig interessant kunnen zijn, wanneer ze alleen geïnteresseerd zouden zijn in de kolf en niet in de stengel, wanneer men meer geïnteresseerd is in de kwaliteit en minder in de opbrengst. Bij snijmaïs wordt de maïsplant twintig centimeter boven de grond afgemaaid, verhakseld en vervolgens ingekuuld. Er zijn boeren die alleen geïnteresseerd zijn in het inkuilen van de droge korrel met schutbladen (*corn cob mix*, CCM) of van maïskolven (maïskolvensilage, MKS). CCM en MKS worden vooral geteeld bij varkensboeren in het zuiden en oosten van Nederland. Zij dorsen de maïs, vermalen de korrel tot een soort poeder en kuilen deze vervolgens in om het later aan de varkens te kunnen voeren. Sommige veehouders doen dit ook wanneer ze voldoende ruwvoer hebben. Zij willen met de maïs slechts een geconcentreerd energieproduct en omdat ze zelf voldoende gras hebben, zijn ze niet geïnteresseerd in de rest van de plant. Bij MKS blijft de plant dus achter op het land. “Dat lijkt een verspilling, maar het is niet verkeerd, want,” zo legt Groten uit,

“de bodemvruchtbaarheid en bodemkwaliteit komen tegenwoordig steeds meer in beeld. De plant wordt onderdeel van de organische stofvoorziening van de bodem. Doordat er op deze manier meer organische stof in de grond komt, wordt de grond beter vochthoudend en luchtiger. Voor de groei van planten is dit heel gunstig. Het is weer een voedingsstof voor de grond, waarbij het niet alleen gaat om de nutriënten (bemesting), maar ook om de fysieke bodemvruchtbaarheid (de structuur van de bodem). Als er op een perceel voortdurend maïs wordt geteeld, dan klinkt de grond in. De lucht gaat eruit en er blijft wat meer water op het perceel staan. De grond is compacter geworden en voor de groei minder gunstig.”

De belangstelling bij boeren voor CCM en MKS biedt perspectieven voor de zogenaamde landschapsmaïs, zo meent Groten, want zij zijn geïnteresseerd in een kortere stengel met een mooie kolf erop. Voor sommige boeren kan landschapsmaïs dus economisch aantrekkelijk zijn. Maar hoe komen we aan landschapsmaïs? Groten:

“Ik heb contact met wel ongeveer vijftien kweekbedrijven, ook internationaal. Ik heb hun voorgelegd, dat wanneer ze ideeën hebben voor kortere maïs of deze beschikbaar hebben, ze deze naar mij moeten opsturen. In 2004 en 2005 heb ik in Noord-Brabant met wat financiering van de provincie één proef gehad. Je krijgt dan van alles, ook rassen die superkort zijn, maar die toch nog 2½ meter worden. Ik krijg ook wel types die tegen de twee meter aan zitten, maar uiteindelijk wil ik naar 1,70. Die zijn er wel, maar het probleem is dat deze korte maïsassen voor veredelaars niet interessant zijn, omdat het potentiële areaal op dit moment te beperkt is. De vijftien bedrijven waarmee ik contact heb, zijn over het algemeen grote bedrijven die internationaal opereren. In de toekomst is er wellicht een grote rol weggelegd voor het type landschapsmaïs. Niet alleen omdat het kort is, maar ook omdat de kwaliteit zeer hoog is en deze maïs een heel kort groeiseizoen heeft. Hierdoor biedt het enorme mogelijkheden voor vóór- en nateelten. Dat is het kader van bodemvruchtbaarheid en nutriëntenvoorziening van groot belang voor een rendabele maïssteelt in de toekomst”

Een probleem is dat Nederland met een maïsareaal van 200 à 250.000 hectare voor de grote veredelingsbedrijven een te kleine markt is. Groten legt waarom:

“Duitsland heeft bijna 2½ miljoen hectare maïs en Frankrijk bijna twee miljoen hectare. De bedrijven veredelen het liefst rassen voor Duitsland en Frankrijk en schuiven dan nog wat van deze rassen door naar Nederland. Nederland heeft echter hele specifieke rassen nodig met een heel hoge voederwaarde (zetmeelgehalte en celwandverteerbaarheid), terwijl in Duitsland nauwelijks naar celwandverteerbaarheid wordt gekeken en in Frankrijk veel minder naar het zetmeelgehalte. Vanwege het geringe areaal wil een aantal bedrijven niet eens specifiek voor Nederland veredelen. Als er in Nederland van die 200.000 hectare ook nog eens 10 tot 20.000 hectare landschapsmaïs wordt neergezet, dan is het voor die bedrijven al helemaal niet interessant om daar specifiek voor te gaan veredelen. Het levert hun uiteindelijk te weinig rendement op.”

Tot dusverre is er bij de boeren niet veel belangstelling voor landschapsmaïs. Dit komt ook omdat de vermarkting van maïs een taak is van de veredelaars. “Maar als er meer bekendheid aan zou worden gegeven,” zo denkt Groten,

“verwacht ik wel dat er vraag naar is. Dit is echter een taak van de veredelaars, want die moeten het product verkopen. Wij kunnen via de vakliteratuur ook wel wat doen, maar het is niet aan ons om dat verder te vermarkten. Dat gebeurt bij normaal onderzoek ook niet. Wij doen rassenonderzoek en leveren een rassenlijst aan. Het is verder aan de bedrijven en de handelaren om het in de praktijk aan de man te brengen en die kunnen daarbij onze cijfers gebruiken.”

In Friesland wordt op twee plaatsen onderzoek gedaan aan landschapsmaïs. Het project wordt gefinancierd door de Provincie Friesland. PPO-AGV heeft contact met een kleine veredelaar in Sint Nicolaasga die wel commerciële belangstelling heeft voor landschapsmaïs. “Als dit kweekbedrijf

er niet was,” zo geeft Groten aan, “dan lag het project al lang stil.” PPO-AGV heeft op ‘Nij Bosma Zathe’, een proefbedrijf van de Wageningen UR Livestock Research in Goutum bij Leeuwarden, en in Sint Nicolaasga een proefveld met landschapsmaïs. Friesland is uitermate geschikt voor dit type maïs. Niet alleen is het een open en deels nat weidegebied, maar ook wensen de veehouders hier een maïs met een hoge kwaliteit en met een kort groeiseizoen. Daarnaast staan in Friesland, onder andere op Nij Bosma Zathe, installaties voor de vergisting van maïs en er wordt in deze provincie steeds meer maïs verbouwd. Dit biedt wel mogelijkheden voor landschapsmaïs. Om te voorkomen dat het open karakter van het Friese landschap door de teelt van maïs op grote schaal ernstig wordt aangetast, zou hier de teelt van de landschapsmaïs overwogen kunnen worden.

Bestendig zetmeel in maïs en het broeikaseffect

Maïs speelt ook een rol in de discussie over de opwarming van de aarde. De Nederlandse regering streeft naar dertig procent minder broeikasgassen in 2020 in vergelijking met 1990. Maïs is een zeer milieuvriendelijk gewas, want hij behoort tot de zogenaamde C4-gewassen.¹⁷ Dit zijn gewassen die met een beperkte ademhaling veel meer koolstof kunnen opnemen dan C3-gewassen, zoals graan, aardappelen of suikerbieten. Jaarlijks neemt één hectare maïs 22 à 44 ton CO₂ uit de lucht op en zet dat om in plantenmateriaal. Hierbij komt jaarlijks 16 à 32 ton zuurstof vrij. Dit is aanzienlijk meer dan wat één hectare bos per jaar aan zuurstof levert. Toch is dit gegeven niet interessant voor de discussie over de opwarming van de aarde, want het gaat bij maïs om een kortlopende cyclus. Als plantenmateriaal door dieren wordt opgegeten, komt de koolstof op korte termijn weer vrij in de stofwisseling. “Als het gaat om de broeikasgassen in de veehouderij, zo legt Van Vuuren uit, “dan wordt die korte cyclus niet meegerekend, want aan de ene kant leg je CO₂ vast in plantenmateriaal en aan de andere kant vreet de koe dat even later weer op en is het weer CO₂.”

Interessanter is een project van Wageningen UR Livestock Research om via de teelt van maïs de uitstoot van methaan (CH₄) te verminderen. Van de broeikasgassen komt dertien procent voort uit de landbouw en daarvan is 42 procent afkomstig uit de veehouderij. Het gaat daarbij vooral om de emissie van methaan. Dit is niet onbelangrijk, want een koe kan door boeren

¹⁷ De C4- en C3-planten zijn genoemd naar het aantal koolstofatomen dat de koolhydraten, gevormd door fotosynthese, bevatten.

(oprispingen) per dag meer dan 500 liter methaangas uitstoten. Het project wordt in het kader van het programma Reductie Overige Broeikasgassen (ROB) gesubsidieerd door SenterNovum¹⁸ en het Productschap Zuivel. Het gaat in dit project om de relatie tussen methaanemissie en het zetmeelgehalte in maïs. Zom, die het project heeft ingediend, vertelt hoe dat zit:

“Bij de vertering van de celwanden en van zetmeel produceren de bacteriën in de pens van een koe organische zuren. Dit gebeurt in een zuurstofloze omgeving en daarbij komt ook veel methaan vrij. Dat methaan wordt door de koe uitgeademd. De methaanproductie is hoger naarmate er meer vezels (celwanden) in het voer zitten. Bij de vertering van zetmeel in de pens komt minder methaan vrij. Dus als je gras gaat vervangen door maïs dan zal een koe ook minder methaangas gaan produceren. Naarmate maïs langer op het land staat en verder is afgerijpt, neemt het drogestofgehalte van de maïs toe en neemt ook het zetmeelgehalte van de maïs toe.”

Op het terrein van Wageningen UR Livestock Research in Lelystad werden in 2009 vier kuilen aangelegd met maïs die op verschillende tijdstippen zijn geoogst, namelijk bij 30, 34, 38 en 42 procent drogestof. Maïs met een drogestofgehalte van 30 procent bevat 320 gram zetmeel per kilo droge stof en maïs met 42 met een drogestofgehalte van 42 procent bevat 450 gram. Het voordeel hiervan is nog, zo betoogt Zom,

“dat naarmate maïs verder is afgerijpt, het zetmeel wordt ingebakken in een structuur van eiwit, een eiwitmatrix, en die wordt daardoor ook wat minder snel in de pens afgebroken. Hierdoor komt ook meer ‘bestendig’ zetmeel in de darmen terecht. Die twee zaken bij elkaar (een hoger aandeel zetmeel en een groter deel van het zetmeel dat in de darmen wordt verteerd) zorgt er in theorie voor dat koeien minder methaangas gaan uitstoten.”

In het project wordt nagegaan of het voor veehouders haalbaar is de uitstoot van methaan te verminderen door het (bestendig) zetmeelgehalte in het rantsoen te verhogen. “Het is een methode die niets kost,” zo licht Zom toe, “want veehouders hoeven hun maïs alleen wat langer op het land te laten staan en oogsten daardoor ook nog meer zetmeel.” Hiermee worden twee vliegen in één klap geslagen. Niet alleen kan op deze manier de methaanemissie worden verminderd, een koe geeft met meer bestendig zetmeel en een hoger zetmeelaandeel in het voer wellicht ook meer melk.

Een andere interessante ontwikkeling op het gebied van het beperken van de uitstoot van broeikasgassen is het onderzoek naar maïsteelt met minimale grondbewerking. In dit onderzoek, dat in 2009 in Lelystad van start is gegaan, wordt maïs op ruggen (*ridge till*), op stroken of zelfs op onbewerkte grond (*no till*) geteeld. Voordelen van deze teeltsystemen zijn dat de bodemvruchtbaarheid minder wordt verstoord en er minder lachgas vrijkomt. Lachgas, een verbinding van stikstof en zuurstof (N₂O), is een belangrijk broeikasgas en medeverantwoordelijk voor de opwarming van de aarde. Het komt vrij bij elke grondbewerking. “Onderzoek in de komende jaren moet uitwijzen of er een toekomst is voor deze nieuwe grondbewerkingssystemen,” zo vertelt maïsexpert Groten. “Grootste probleem hierbij is mogelijk de onkruidbestrijding.”

Maïs speelt indirect ook een negatieve rol in de discussie over de opwarming van de aarde. Nederland zal in de toekomst te maken krijgen met hogere waterstanden en meer afvoer van regen via de grote rivieren. Dit probleem wordt nog vergroot door de tektonische bodemdaling waarmee het westelijke deel van Nederland te maken heeft. Voorts vindt er in grote delen van Nederland door de onttrekking van water inklinking van de bodem plaats. Dit proces wordt onder andere in de hand gewerkt door de teelt van maïs. Langdurige teelt van dit gewas op een zelfde perceel leidt na verloop van tijd tot een verdichting van de bodem. De oorzaak hiervan ligt in het feit dat er bij het bemesten, inzaaien en oogsten van maïs steeds grotere en zwaardere machines worden gebruikt. Vooral wanneer genoemde activiteiten onder natte omstandigheden plaatsvinden, treedt er verdichting van de bodem op. Getracht wordt dit te voorkomen door de druk van de machines op de bodem te verminderen door een extra as of nog bredere banden. Al in de jaren zeventig werd in de maïsteelt een verdichting van de bodem geconstateerd. Ten Hag:

¹⁸ SenterNovum heet sinds 2010 Agentschap NL. Agentschap NL is begin 2010 ontstaan uit een bundeling van EVD (Economische Voorlichtingsdienst), Octrooiencentrum Nederland en SenterNovem. Het bureau regelt alle subsidies van de ministeries van Economische Zaken en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) die tot doel hebben energie te besparen en de uitstoot van broeikasgassen te verminderen.

“We ontdekten dat Brabantse maïspcelen aanzienlijk meer verdicht waren dan Twentse maïspcelen. Dat was ons vermoeden ook. In Noord-Brabant had je al vroeg de ontwikkeling naar de grotere mesttanks en oogstwagens van ongeveer dertig kuub, terwijl ze in Twente nog lange tijd rondreden met het Schuitemakerwagentje waar vijftien kuub maïs inging. Een kuub gehakseld maïs weegt globaal ruim 400 kg; het ging dus in Noord-Brabant om grotere gewichten per wagon en per as.”

Maar omdat maïs in de beginjaren vooral op de zandgronden werd verbouwd, kreeg het probleem van de bodemverdichting niet zoveel aandacht. Een diepere grondbewerking, zoals woelen, zou de bodem losser kunnen maken. Bodemverdichting werd een ernstiger probleem toen maïs ook op de lager gelegen zavel- en kleigronden werd geteeld, want dit had directe gevolgen voor de waterhuishouding. Het probleem is namelijk dat zavelgronden en de lichte kleigronden nauwelijks een natuurlijk herstel kennen. Volgens Dekker wordt daar een probleem opgeroepen “dat misschien onomkeerbaar is”. Proeven van PPO duiden er op dat het woelen van de bodem en het telen van verschillende gewassen de verdichting van de ondergrond niet kunnen opheffen. De conclusie van Dekker is daarom ook dat “in de bedrijfsvoering alles er aan gedaan moet worden om verdichting van de ondergrond te voorkomen. Voorkomen is beter dan genezen.”

Mais voor bio-energie

In 2005 bestond slechts 2,4 procent van het energieverbruik in Nederland uit duurzame energie. Volgens het beleidsprogramma ‘Schoon en Zuinig: Nieuwe energie voor het klimaat’ moet Nederland één van de schoonste en zuinigste energielanden in Europa worden. De Nederlandse regering wil dit doen door energiebesparing, de opslag van CO₂ en de productie van duurzame energie. Zo moet het aandeel duurzame of ‘groene’ energie in het totale energiegebruik in Nederland worden verhoogd tot twintig procent in 2020. De regering wil dat voor een deel realiseren door de aanleg van windmolenparken. Een andere bron van groene energie is het gebruik van biomassa. In dit kader ging op 17 juni 2009 op het terrein van het BioScience Center aan de Runderweg bij Lelystad het project ‘EnergieRijk’ van start.

In Energierijk worden drie verschillende manieren om duurzame energie te produceren bij elkaar gebracht. Er is een covergister voor de vergisting van dierlijke mest in combinatie met plantaardig materiaal en een installatie voor de productie van bio-ethanol. In de nabije toekomst zal er ook nog een algenvijver worden aangelegd. De koppeling van deze vormen groene energieproductie moet resulteren in een maximale benutting van biomassa en reststoffen. ‘EnergieRijk’ is een project van ACRRES en het energiebedrijf Eneco (‘ENERgie en COMMunicatie’) Energie. Het wordt medegefinancierd door de EU (Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling, EFRO) en de provincie Flevoland.

ACRRES ging in 2007 van start en is een samenwerkingsverband van PPO en Livestock Research van Wageningen UR, dat door de provincie Flevoland wordt ondersteund. ACRRES onderzoekt de mogelijkheden om op het platteland duurzame energie te produceren als onderdeel van de agrarische productie in de 21^e eeuw. De landbouw heeft namelijk een grote potentie als leverancier van duurzame energie uit biomassa. “Aardolie en aardgas zijn uiteindelijk ook materialen die een plantaardige oorsprong hebben,” zo legt ir. Chris de Visser, projectleider van ACRRES, uit. “Dus ligt bio-energie voor de hand. En waar is veel biomassa aanwezig voor bio-energie? In de landbouw! Dus de landbouw en de energiesector gaan elkaar steeds nadrukkelijker raken.”

Er is in het verleden in Lelystad al eens onderzoek gedaan naar de productie van duurzame energie door de vergisting van mest. Vergisting werd eind jaren zeventig gezien als mogelijke oplossing voor het mestoverschot in Nederland. Voor de productie van methaangas (CH₄) werd in 1980 op de Waiboerhoeve een mestvergistingsinstallatie in gebruik genomen. Maar na drie jaar experimenteren moest worden geconcludeerd dat de energienood wel erg hoog moest zijn om mestvergisting economisch aantrekkelijk te maken. Door de stijgende energieprijzen en de eindigheid van de aardolie- en

gasvoorraden is het opwekken van duurzame energie weer interessant geworden, hoewel een vergister – evenals dertig jaar geleden – nog steeds een enorme investering vergt.

In de productie van energie uit biomassa is mest niet meer de enige grondstof. Aan mest kleven enkele nadelen. “Mest is al door een koe geëaten en is in wezen een restproduct waaruit een koe al heel veel organische stof, energie en koolstof heeft gehaald,” zo meent Groten. “Als mest wordt vergist dan wordt er per kubieke meter te weinig gas uitgehaald om het rendabel te laten worden.” Toen is in de loop van de jaren het idee ontwikkeld om mest aan te vullen met organisch materiaal (covergisting). De mest blijft namelijk onmisbaar als katalysator van het vergistingsproces; hij houdt het proces gaande en stabiliseert het systeem. Als organische stof voor de covergisting van mest is vooral maïs zeer geschikt. “Maïs,” zo benadrukt De Visser, “heeft van alle gewassen in Nederland de hoogste biomassaopbrengst.” Andere gewassen, zoals miscanthus (olifantsgras), soedangras en sorghum, hebben ook heel veel massa, maar hebben in tegenstelling tot maïs geen kolf. “Die koolhydratenbron en het zetmeel geven ontzettend veel gas,” zo licht Groten toe. “Maïs is gewoon een machtig mooi gewas.” Bovendien kan maïs, zoals gezegd, gemakkelijk worden geteeld en ingekuuld. Maïs kent een zekere oogst en heeft een constante kwaliteit. Ook daarom is maïs uitermate geschikt voor de productie van biogas. Groten:

“Het probleem met de vergisters is dat deze continue van een rantsoen moeten worden voorzien. Een vergister is net een koe, eigenlijk is zij nog gevoeliger dan een koe. Een koe kan met zijn verschillende magen en enzymen nog wat corrigeren. Maar als je bij een vergister ook maar iets te gek doet, dan gaan die bacteriën aan de loop of gaan dood en dan valt het hele proces stil. Bij vergisting is het heel belangrijk om continu de beschikking te hebben van een constant product. Ingekuilde maïs is constant en kan ook nog een jaar later worden gebruikt.”

In het kader van het project ‘Energiekompas voor de Veenkoloniën’ is vanaf 2007 tot 2009 uitgebreid onderzoek gedaan naar welk maïsras het meest geschikt is als grondstof voor de productie van biogas als duurzame energie uit biomassa. Het onderzoek, dat plaatsvond op ’t Kompas, het proefbedrijf van PPO in Valthermond, leidde tot de opmerkelijke conclusie dat niet alle maïsrasen die speciaal door de kweekbedrijven voor de productie van biogas zijn gekweekt, geschikt zijn als energiemaïs. Het bleek dat sommige snijmaïsrasen meer energie produceren dan de energiemaïsrasen. Groten legt uit hoe dat kan:

“De focus is nu vooral gericht op productie van massa en hierbij zou het niet uitmaken of je plant of kolf produceert. Hierdoor worden er in Drenthe heel late rassen met planten tot 3½ tot 4 meter hoog geteeld. Maar dat is allemaal water! Ze kunnen daar nog net 28% drogestof halen. Je krijgt weer het idee van vroeger, toen de opbrengst belangrijk was en er vooral massarassen werden geteeld. Bij het project in Drenthe wordt gekeken naar de verschillende rassen en hun kwaliteit voor de gasproductie.”

Op termijn zullen er wel aparte energiemaïsrasen worden ontwikkeld, omdat aan snijmaïs en energiemaïs verschillende eisen worden gesteld. Zo is de aanwezigheid van bestendig zetmeel slechts voor snijmaïs van belang, omdat dit de melkgift van een koe beïnvloedt. Energiemaïs moet vooral voldoende zetmeel (bestendig of onbestendig) hebben. Voorts is bij snijmaïs de celwandverteerbaarheid van belang. De vezels geven de pensinhoud van een koe structuur, waardoor de opname van vetzuren in het bloed wordt bevorderd en de koe wordt geprikkeld om te gaan herkauwen. Energiemaïs moet vooral een hoge celwandverteerbaarheid hebben, zodat het materiaal snel door de bacteriën kan worden afgebroken. En naarmate het plantenmateriaal sneller wordt afgebroken, kan er ook meer biomassa worden vergist en de energieproductie worden verhoogd. “Wat nu het beste maïsras lijkt,” zo zegt De Visser, “is morgen misschien niet het beste ras. Als maïs voor energiedoeleinden wordt gebruikt, dan is het belangrijk dat de maïs zoveel mogelijk biomassa of droge stof heeft en dat die biomassa zo verteerbaar mogelijk is. Dat blijft altijd overeind staan.”

Op basis van de proeven in Valthermond is besloten om in het project ‘Energierijk’ bij Lelystad gewone snijmaïs te gebruiken als grondstof voor de covergister. De snijmaïs

wordt echter niet als gewone snijmaïs geoogst. De korrels, die uit de kolven zijn gedorst, worden apart geoogst en ingekuuld. De stroresten, die bestaan uit de stengels en het blad, worden eveneens apart geoogst, gehakseld en ook apart ingekuuld. De ene kuil bestaat dus uit korrels van de maïs en de andere uit de stroresten (het restmateriaal) van de maïs. De korrels worden gebruikt voor de productie van bio-ethanol en de stroresten voor de productie van biogas.

De (ingekuilde) stroresten gaan samen met de dierlijke mest en het restproduct van de ethanolproductie in de covergister (minimaal 50% dierlijke mest) en daaruit ontstaat biogas en digestaat. Biogas ontstaat uit koolstof en bestaat uit methaan (CH_4) en koolzuur (CO_2). Bij de vergisting blijven de mineralen achter in de vorm van digestaat. Digestaat bevat veel water. Wordt dit water aan de digestaat onttrokken, dan kan de ingedikte fractie weer worden gebruikt als fosfaatmeststof en de dunne fractie als stikstofmeststof. Biogas zou in samengeperste vorm en zonder het koolzuur geschikt zijn als brandstof voor auto's, zoals dat op kleine schaal al in Zweden en Zwitserland gebruikt, maar dit is in Lelystad niet de bedoeling. Hier wordt het biogas verbrand in een WKK (warmtekrachtkoppeling), waarbij een derde van het gas wordt omgezet in elektriciteit en tweederde in warmte. De elektriciteit kan voor eigen gebruik worden benut of aan het elektriciteitsnet worden geleverd. De warmte kan worden aangewend voor de verwarming van een gebouw of woonwijk. Op deze manier voorziet Nij Bosma Zathe sinds 2009 de woonwijk Techum in Leeuwarden van warmte. In Lelystad wordt de warmte echter gebruikt voor het tweede onderdeel van 'EnergieRijk'.

De warmte die bij de verbranding van biogas vrijkomt, wordt in het bio-ethanolproces gebruikt om de maïskorrels om te zetten in bio-ethanol. Bio-ethanol kan op verschillende manieren worden benut. Het kan worden opgewerkt tot ETBE (Ethyl Tertiair Butyl Ether) en in benzine voor de auto worden bijgemengd. Dit gebeurt onder andere in Frankrijk. Maar van bio-ethanol kunnen ook allerlei chemische producten worden gemaakt. Bij de omzetting van maïskorrels in bio-ethanol blijft *stillage* als restproduct achter. Dit zijn fermentatieresten, zoals zaadhuid en de eiwitten van het zaad. De *stillage* gaat weer in de covergister. Omdat *stillage* veel eiwit bevat kan het ook worden aangewend als veevoeder. Hierdoor zou de import van eiwitrijke bijproducten uit de tropen, zoals genetisch gemodificeerde sojaschroot, kunnen worden verminderd. De eiwitten kunnen ook worden gebruikt voor het coaten van levensmiddelen, zoals vlees en brood, om de houdbaarheid te vergroten.

Het derde onderdeel van het project is de algenvijver. Algen zijn eencellige planten. Het voordeel van algen is dat ze geen energie hoeven te stoppen in de stengel of de wortel, maar direct energie kunnen produceren. Naar verwachting is de hoeveelheid biomassa, de droge stof, die in een algenvijver kan worden geproduceerd, hoger dan van welke plant dan ook. Dus de biomassaproductie van algen per hectare is in potentie aanzienlijk hoger dan van een gewone plant. De algen zullen worden gevoed met digestaat dat in het eerste onderdeel van 'EnergieRijk' is ontstaan als restproduct bij

de covergisting van dierlijke mest en maïs. Het voornemen is om in Lelystad twee algenvijvers van 1500 vierkante meter aan te leggen, zodat er met CO₂, temperatuur en digestaat proeven gedaan kunnen worden. De algen leveren bio-energie op, want uit de algen kan olie worden geperst. Deze olie is rijk aan Omega3-vetzuren en kan dus ook voor menselijke consumptie worden gebruikt. Na het persen blijft een eiwitrijke koek over en die kan weer worden gebruikt als veevoer. Maar het gebruik van perskoek als veevoeder is wettelijk alleen toegestaan als dit voer gegarandeerd vrij is van de dierlijke mest.

In de proefopstelling staat een WKK (warmtekrachtkoppeling) van 123 kilowatt en de productie van bio-ethanol zal ongeveer 150.000 liter per jaar bedragen. De installaties die wellicht in de toekomst op het platteland zullen worden gebouwd zijn – hoewel kleinschalig – achtmaal groter, met een WKK van één Megawatt en een jaarlijkse productie van ongeveer één miljoen liter bio-ethanol. Voor het project 'Energierijk' is zestig hectare maïs vereist. In de toekomst zullen er dat per bedrijf 450 à 500 hectare worden. Voor de vergisting van maïs zullen dus uitgestrekte maïsvelden aangelegd moeten worden. Flevoland lijkt daarvoor niet de juiste plek, want daarvoor heeft de poldergrond een te goede kwaliteit en daardoor een te hoge waarde. Een zeer geschikte kandidaat vormen de Veenkoloniën in Groningen en Drenthe. De teelt van aardappelen is daar niet erg rendabel en bovendien vormen de nematoden die aardappelmoetheid veroorzaken, daar een groot probleem. De teelt van zetmeelaardappelen zou vervangen kunnen worden door de teelt van energimaïs, zo meent Groten.

“Ik denk ook dat als de energieproductie ergens in Nederland op grote schaal kan worden uitgevoerd, de Veenkoloniën daarvoor in aanmerking komen. Het voordeel is dat de saldi voor de huidige gewassen daar veel lager liggen. Er wordt in economisch opzicht per hectare minder geproduceerd. Maar er is daar veel meer ruimte en daar kan op grote schaal energimaïs worden geproduceerd. Vroeger kwam de energie ook uit de Veenkoloniën: turf! Laten we de energie maar weer uit de Veenkoloniën halen. Een enorme kans voor dit gebied.”

Over het gebruik van maïs als grondstof voor de productie van bio-energie zullen nog vele vragen moeten worden beantwoord, onder andere de vraag wat energimaïs is. Snijmaïs, korrelmaïs, energimaïs zijn benamingen die ontleend zijn aan het doel waarvoor de maïs wordt gebruikt: voor de productie van veevoer of voor de productie van biogas of bio-ethanol. Groten: “Bij energimaïs moet je echt naar verschillende categorieën gaan en dan praat je ook over biogasmaïs, ethanolmaïs en voor die verschillende toepassingen zijn verschillende maïsrassen optimaal. Maar in de praktijk is het allemaal energimaïs, maar ja, wat is energimaïs?!” Efficiëntie is in deze discussie een relatief begrip. Er zijn rassen met een korte stengel en veel korrel die veel gas per ton product produceren. Andere rassen zijn langer met minder korrel maar hebben per hectare meer biomassa. De prijzen per kuub zijn voor alle rassen vrijwel hetzelfde. Maar hierin zou verandering kunnen komen wanneer als gevolg van de productie van biogas en bio-ethanol de vraag naar 'energimaïs' wereldwijd toeneemt.

In 'EnergieRijk' gaat het om duurzame landbouw. Volgens projectleider De Visser wordt met dit project een ontwikkeling ingezet “die uiteindelijk ergens op het maximale duurzame niveau zal uitkomen”. Het is de bedoeling dat alle grondstoffen die in het proces worden gebruikt “hernieuwbaar” zijn en dat er geen emissies ontstaan die zich in het milieu ophopen. 'EnergieRijk' bestaat eigenlijk uit een aantal kringlopen waarbij uit maïs verschillende producten worden gemaakt, zoals elektriciteit, warmte, ethanol, olie, en eventueel kunstmest en veevoer. Minstens zo belangrijk is dat de restproducten, zoals digestaat en *stillage*, weer volledig in het project worden benut, bijvoorbeeld als kunstmest of als veevoer. Het gaat in Lelystad nog maar om een proefopstelling, maar, zo voegt De Visser eraan toe, “berekeningen hebben uitgewezen dat het bio-ethanol dat wij hier produceren net zo duurzaam is als het bio-ethanol van suikerriet uit Brazilië. We hebben hier dus een heel bijzonder product te pakken. De vraag is of de berekeningen op papier ook in de praktijk zullen kloppen en daarom hebben wij deze proefinstallaties gebouwd.”

De kleinschalige productie van energie op het platteland zal Nederland in de toekomst kunnen voorzien in een deel van de

benodigde energie. De Visser durft echter niet te spreken van een “belangrijke” bijdrage aan het oplossen van het energieprobleem:

“Wij gebruiken in Nederland met elkaar zoveel energie dat we energie zullen moeten blijven importeren. Het gaat erom om zoveel mogelijk van de energie die we nodig hebben zelf te produceren, om zoveel mogelijk onafhankelijkheid te creëren. Dat red je niet alleen met bio-energie. Je moet het bereiken met een combinatie van zonne-energie, windenergie, bio-energie en misschien nog wel *blue energy* (energie uit zout-zoet-overgangen). Je moet naar een totaalpakket aan maatregelen gaan om een zo hoog mogelijke energiehoeveelheid te produceren in je eigen land.”

Tot besluit

Sinds het begin van de jaren zeventig van de vorige eeuw speelt maïs een belangrijke rol in agrarisch Nederland. In korte tijd wist dit gewas het platteland van Nederland een totaal ander aanzicht te geven. Maïs maakt het mogelijk het boerenbedrijf op de zandgronden in het oosten en zuiden van Nederland te intensiveren. Het gemengde bedrijf verdween en de boeren legden zich toe op de rundvee-, de varkens- of de pluimveehouderij. Deze gedaantewisseling ging wel ten koste van het milieu. Ondanks – of dankzij – alle maatregelen die sinds de jaren tachtig zijn genomen om de landbouw minder belastend te maken voor het milieu, is de maïs zijn prominente plaats in het Nederlandse landschap niet kwijtgeraakt. Integendeel, ook in de huidige discussie over de opwarming van de aarde en de zoektocht naar alternatieve energiebronnen neemt de maïs een belangrijke plaats in. Het landbouwkundig onderzoek in Lelystad heeft in belangrijke mate aan het succes van de maïsteelt en het gebruik van maïs bijgedragen en zal hierin ook in de toekomst nog een belangrijke rol kunnen spelen.

De kwaliteit van groene maïs of snijmaïs was al in de negentiende eeuw bekend in Nederland. Vanwege het klimaat werd hier slechts op kleine schaal maïs verbouwd en toen meestal geoogst als korrelmaïs, dat diende als varkens- en pluimveevoer. De komst van een aantal nieuwe rassen bracht hierin in het begin van de jaren zeventig verandering. Omdat deze nieuwe rassen een

hoger drogestofgehalte hadden, kon de hele maïsplant zonder verliezen worden ingekuuld en in de winter aan de koeien worden gevoerd. Snijmaïs was als ruwvoer een prima aanvulling op jong gras. Maïs levert de energie en jong gras de eiwitten. Met deze energie kunnen bacteriën in de pens van de koe de eiwitten omzetten in voor de koe nuttig microbieel eiwit. Bovendien geeft maïs structuur aan de pensinhoud waardoor belangrijke voedingsstoffen gemakkelijk in het bloed van de koe kunnen worden opgenomen en verzuring van de pens wordt voorkomen. Dat maïs in korte tijd zo'n groot succes kon worden was ook vooral mogelijk door de mechanisatie van de oogst en het onkruidbestrijdingsmiddel Atrazin.

Sinds het begin van de jaren zeventig wordt in Lelystad onderzoek gedaan naar maïs. In de jaren zeventig betrof het vooral onderzoek die tot doel had de boeren voor te lichten over de verschillende aspecten van de teelt van snijmaïs, zoals de tijdstippen van zaaien en oogsten. De aandacht in het onderzoek veranderde, toen in de jaren tachtig van overheidswege maatregelen werden genomen tegen de overproductie van melk en de milieuvriendelijke aspecten van de landbouw. "In de jaren zeventig en tachtig lag de nadruk op het behalen van de hoogste fysieke opbrengst per hectare," zo vertelt Dekker. "In de jaren negentig en nu gaat het veel meer om de vraag: hoe kan de teelt worden geoptimaliseerd zonder dat bemesting en gewasbescherming afbreuk doen aan het milieu." In het landbouwkundig onderzoek ging het niet alleen om het optimaliseren van de teelt, maar ook het optimaliseren van maïs als ruwvoer in de rundveehouderij.

Sinds de invoering van het melkquotum richt het veevoedingsonderzoek zich op het verbeteren van de voederwaarde van maïs. Het gaat daarbij vooral om het (bestendig) zetmeelgehalte en de celwandverteerbaarheid. Dit onderzoek levert een positieve bijdrage aan het verhogen van de gemiddelde melkproductie per koe en dus aan het verlagen van de marginale productiekosten in de veehouderij. Zo is de voederwaarde van maïsrassen in de periode 1995-2010 met 35 procent toegenomen. Het veevoedingsonderzoek staat in nauwe relatie met de milieuproblematiek. Doordat het aanbod van energierijk voedsel (maïs) en eiwitrijk voedsel (jong gras en krachtvoer) beter op elkaar werd afgestemd, werd een bijdrage geleverd aan de vermindering van de emissie van ammoniak, die zure regen veroorzaakt.

De teelt van maïs was in de jaren zeventig en tachtig behoorlijk belastend voor het milieu. In tegenstelling tot andere gewassen ondervindt maïs nauwelijks enige last van overbemesting. Dit was vooral voor varkensboeren in het oosten en zuiden van ons land aanleiding om het maïsland te gebruiken als afvoerput voor overtollige mest. Door de uitspoeling van mineralen, vooral van nitraten en fosfaten, raakte het grond- en oppervlaktewater vervuild. Overmatige verspreiding van mest vindt al lang niet meer plaats, vanwege de – steeds strengere – mestwetgeving van de rijksoverheid. De normen die het ministerie van LNV hanteert met betrekking tot het gebruik van stikstof en fosfaat zijn gebaseerd op het onderzoek in Lelystad. Vermindering van de emissies van mineralen is vooral mogelijk gemaakt door de introductie van nieuwe producten, vooral fytase, en nieuwe teelttechnieken, zoals rijenbemesting. Ook wordt in Lelystad veel onderzoek gedaan om het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen terug te dringen.

Sinds het midden van de jaren negentig staat het landbouwkundig onderzoek in Lelystad in het teken van de duurzame landbouw. Maïs speelt hierin een belangrijke rol. Ten eerste wordt in de teelt van maïs gezocht naar mogelijkheden om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. Zo kan een verhoging van het zetmeelgehalte in de maïs mogelijk de uitstoot van methaan bij koeien verminderen en tevens leiden tot een hogere melkproductie. In dit zelfde kader wordt gekeken naar maïs met minimale grondbewerking. Tevens is er aandacht voor landbouwkundig waardevolle landschapsvriendelijke maïs. Voorts kan maïs een vooraanstaande rol spelen in de productie van duurzame energie op het platteland.