Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR)

Waiboer-hoeve

Regionale Onderzoek Centra (ROC's)

Kuilafdekking en kuil kwaliteit

J. Corporaal

Publikatie nr. 75

September 1992

Voorwoord

De voor u liggende publikatie is een verkorte versie van het onlangs verschenen PR-rapport nr. 137. Om te komen tot een goed leesbare publikatie is een aantal zaken uit het rapport verkort weergegeven of weggelaten. Dit betreft met name een hoofdstuk over de kwaliteit van het gebruikte plastic en de afzonderlijke analyses per behandeling en per kuil.

Ik wil op deze plaats een woord van dank richten aan WAVIN B.V., die het voor deze proeven benodigde plastic beschikbaar gesteld heeft en tevens het aan elkaar sealen van de zwarte en witte stukken heeft verzorgd. Vooral de heer Ubels van WAVIN wil ik bedanken voor zijn medewerking.

Verder bedank ik mijn collega C.v.d. Wel, de medewerkers van de proefboerderijen en een aantal stagiaires voor hun inzet bij deze proef.

INHOUDSOPGAVE

blz

1. INLEIDING 4

2. MATERIAAL EN METHODEN.. 5
2.1. Proefkuilen.. 5
2.2. Wegen en bemonsteren uitgangsmateriaal 6
2.3. Wegen en bemonsteren kuilvoer.. 7
2.4. Temperatuurmeting 7
2.5 Broeigevoeligheid 8

3. RESULTATEN 9
3.1. Temperatuur.. 9
3.2. Kleur bovenlaag.. 12
3.3. Inkuilresultaten graskuilen 13
3.4. Inkuilresultaten snijmaiskuilen 15
3.5. Dichtheid bovenlaag 17
3.6. Broeigevoeligheid.. 17

4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES 19

1. Inleiding

Bij het inkuilen van gras of snijmais wordt het produkt luchtdicht afgedekt, waarna er een anaerobe fermentatie kan optreden. Hierbij wordt het produkt geconserveerd en blijft het voor lange tijd houdbaar. In Nederland worden de meeste kuilen afgedekt met twee lagen zwart polyetheen (PE) plastic van 0,15 mm dikte. In Duitsland heeft men daarentegen een sterke voorkeur voor witte folies. Naast zwarte- en witte folies worden incidenteel ook andere kleuren zoals groen gebruikt. De laatste jaren wordt bij de produktie van landbouwplastic regelmatig coëxtrusie toegepast.
Dat wil zeggen dat de folie uit twee of meer lagen bestaat. De verschillende lagen kunnen daarbij verschillende kleuren en andere technische eigenschappen krijgen, zoals extra UV-stabiliteit voor de bovenlaag. Op het plastic kunnen verder een gronddek, autobanden of beschermzeilen worden aangebracht.
Naast de technische eigenschappen als gasdoorlatendheid en sterkte, zou ook de kleur van de afdekking invloed kunnen hebben op de kwaliteit van het kuilvoer. Het is bekend dat de temperatuur onder zwart plastic duidelijk hoger wordt dan onder wit plastic of plastic met een gronddek. Dit is dan ook de belangrijkste reden dat er in Duitsland praktisch uitsluitend wit plastic wordt gebruikt. Uit Duits onderzoek blijkt dat de maximumtemperatuur onder zwart plastic ca 15 °C hoger wordt dan onder wit plastic. Op 10 cm diepte in de kuil werd echter geen temperatuurverschil meer gemeten.
Zwart plastic wordt ingekleurd met roet (koolstof) en hoeft niet te worden voorzien van een UV-stabilisator. Wit plastic wordt ingekleurd met de kleurstoffen titaandioxide of zinkwit. Daarnaast moet aan wit plastic een UV-stabilisator worden toegevoegd om te voorkomen dat het te snel door het zonlicht veroudert. Titaandioxide en zinkwit zijn in het plastic onschadelijk voor het milieu. De produktie van vooral titaandioxide is wel milieubelastend. Wanneer het plastic niet wordt hergebruikt komen deze kleurstoffen in het milieu terecht. Recycling van wit plastic tot nieuw wit plastic gaat veel moeilijker dan bij zwart plastic. Daarom is zwart plastic in produktie, in recycling en als afval minder milieubelastend dan wit plastic.

In 1989 is door ROC Aver Heino, in samenwerking met WAVIN, een onderzoek uitgevoerd waarbij gecoëxtrudeerde folies (zwart-zwart, wit-wit, wit-zwart en wit-grijs) werden gebruikt. Deze verschillende afdekkingen resulteerden wel in een kleurverschil van het kuilvoer direct onder het plastic, maar er werden geen verschillen in kuilkwaliteit vastgesteld. Bij dit onderzoek werden de verliezen niet bepaald. Over verschil in kuilkwaliteit en verliezen bij zwart of wit plastic, met of zonder gronddek of beschermzeil was verder weinig bekend. Daarom is in het seizoen 1990/1991 bij zes graskuilen en drie snijmaiskuilen een vergelijkende proef uitgevoerd met verschillende vormen van afdekken. Voor de kleur van het plastic is gekozen voor de uitersten (zwart en wit).

2. Materiaal en methoden

2.1. Proefkuilen

De proef is aangelegd op zes graskuilen en drie snijmaiskuilen. Dit waren praktijkkuilen van de Waiboerhoeve en van drie regionale onderzoekcentra (ROC's). Bij de keuze van de kuilen werd op de volgende zaken gelet:

1. De kuil moest groot genoeg zijn om de gewenste zes behandelingen te kunnen aanleggen.
2. De bovenlaag moest uit één homogene partij bestaan.
3. De kuil moest zo min mogelijk in de schaduw van bomen of gebouwen liggen.

Vanwege de gewenste afmetingen van de kuilen was het bij de graskuilen niet mogelijk deze aan te leggen van één uniforme partij. Twee graskuilen zijn aangelegd van de eerste snede van meerdere percelen. Voor de overige vier graskuilen werd gras van meerdere sneden gebruikt. Bij alle kuilen ontstond een uniforme bovenlaag door de laatste twee of drie vrachten gelijkmatig over de gehele bovenlaag te verdelen. Door deze opzet was het niet mogelijk de bovenlaag en het onderliggende kuilvoer met elkaar te vergelijken. Bij de snijmaiskuilen was de uniformiteit geen probleem. Om mogelijke variatie te voorkomen werden ook hierbij de laatste vrachten over de gehele lengte van de kuil verdeeld.

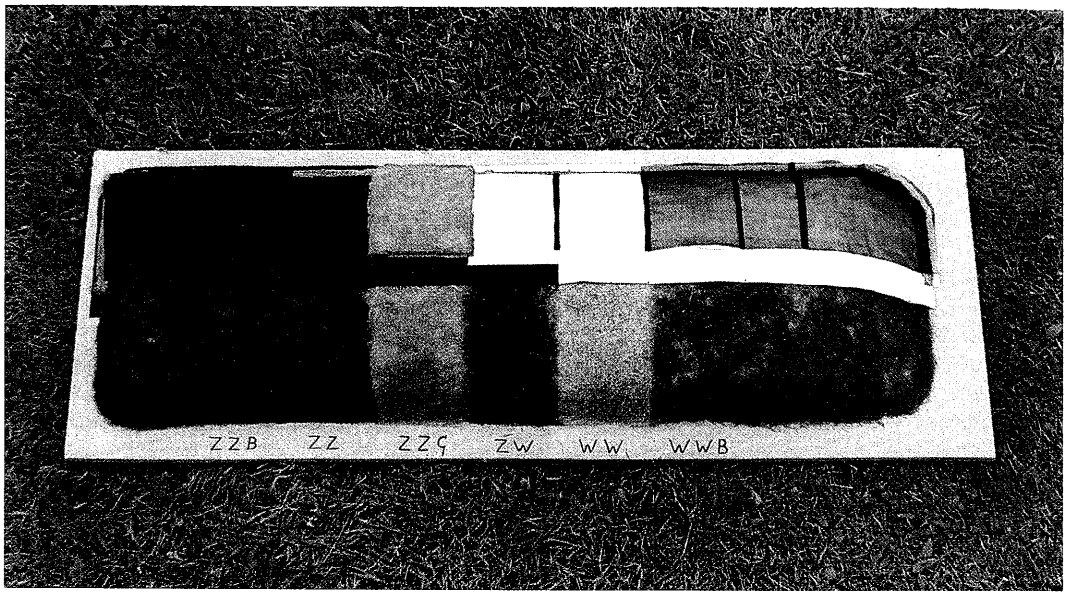
Na het vastrijden van de kuilen werden op het vlakke deel, dus niet op het achtereind of op de oprit, dwars over de kuil zes (bij twee van de graskuilen vijf) stroken van drie meter breed uitgezet. Deze stroken werden als volgt afgedekt:

Behandeling	Afdekking
ZZB	2 lagen zwart plastic + beschermzeil
ZZ	2 lagen zwart plastic
ZZG	2 lagen zwart plastic + gronddek
ZW	1 laag zwart- en 1 laag wit plastic
WW	2 lagen wit plastic
WWB	2 lagen wit plastic + beschermzeil

Tabel 1 Overzicht van de proefkuilen en aangelegde behandelingen

Code	Proefboerderij	Type kuil [1]	Datum inkuilen	openen	Aangelegde behandelingen					
Graskuilen										
W1	Wai boerhoeve 1	SH	29-05	02-10	Z Z B #	ZZ	ZZG	ZW	WW	WWB#
w3	Wai boerhoeve 3	RH	22-05	22-11	ZZB*	ZZ	ZZG	ZW	WW	WWB*
BZ	Bosma Zathe	RO	16-05	16-10	ZZB*	ZZ	ZZG	ZW	WW	WWB#
AH	Aver Heino	RH [2]	11-05	01-02	ZZB*	ZZ	ZZG	ZW	WW	WWB#
DV 1	De Vlierd	RH	31-05	05-11	ZZB*	ZZ	ZZG	ZW	WW	
DV2	De Vlierd	RH	12-07	04-12	ZZA	ZZ	ZZG		WW	WWA
Snijmaiskuilen										
DV	De Vlierd	SH	27-09	26-02	Z Z B #	ZZ	ZZG	ZW	WW	WWB#
W1	Wai boerhoeve 3	SH	08-10	14-08	ZZBt	ZZ	ZZG	ZW	WW	WWBt
w2	Wai boerhoeve 6	SH	16-10	12-07	ZZB*	ZZ	ZZG	ZW	WW	WWB*

[1]) S = sleufsilo, R = rijkuil, H = gehakseld, 0 = met opraapwagen ingekuild
[2]) Vanwege laag droge-stofgehalte met melasse ingekuild
= draadweefsel, * = bandjesweefsel, t = vliesdoek



Maquette proefkuil met de verschillende afdekkingen.

Het plastic dat voor de proef werd gebruikt was 0,15 mm dik. Voor de proef waren stukken zwart en wit plastic van 20 m lengte aan elkaar gesealed. De gebruikte beschermzeilen waren zowel van draadweefsel (Nicosil) als van bandjesweefsel (Genatex) als van vliesdoek (Toptex). Per kuil werd in principe hetzelfde type beschermzeil gebruikt voor de behandelingen ZZB en WWB. Bij één kuil werd het beschermzeil van de objecten ZZB en WWB vervangen door een afdekking met autobanden (resp. ZZA en WWA). In tabel 1 staat een overzicht van de aangelegde behandelingen op de 3 verschillende kuilen.

Na het afdekken werd er tussen de objecten een scheiding aangebracht door op het plastic een rij zandslurven of een treveraband met aan de uiteinden een zandslurf of een autoband aan te brengen. Deze scheiding diende om te voorkomen dat zich onder het plastic waterdamp zou kunnen verplaatsen van het ene naar het andere object. Tijdens de bewaring werd het plastic regelmatig gecontroleerd op beschadigingen en enkele keren strak getrokken. Er werd echter niet meer aandacht aan de afdekking besteed dan in de praktijk gebruikelijk is.

Om bij de behandelingen met alleen plastic beschadiging door kraaien ed. te voorkomen werd werd bij zes van de negen kuilen over deze stroken een zg. stoomnet gehangen. Deze stoomnetten hebben een maaswijdte van 10 cm en geven daardoor een te verwaarlozen hoeveelheid schaduw. De netten werden met jerrycans op 30 - 50 cm boven het plastic gehouden.

2.2. **Wegen en bemonsteren uitgangsmateriaal**

Voor het bepalen van de verliezen in de bovenlaag werden in het midden van elke strook drie netzakken gevuld met 5 - 15 kg gras of snijmais. Bij dit vullen ontstond een kuiltje waar de zak later in kon worden gelegd. Tijdens het vullen van de zakken werd een monster genomen voor droge-stofbepaling en verdere analyse. Na het wegen werden de zakken teruggelegd op de kuil en vastgereden of vastgestampt, zodat de kuil weer vlak was. Van de monsters is op de proefboerderij het droge-stofgehalte bepaald. Hierna zijn de 6 x 3 monsters per kuil samengevoegd tot één verzamelmonster. Dit verzamelmonster is naar het Bedrijfslaboratorium in Leeuwarden gestuurd voor het bepalen van restvocht, ruw eiwit, ruwe celstof, ruw as, suiker na inversie en verteringscoëfficiënt organische stof (VC-os in-vitro). De VEM-, DVE- en OEB-waarden werden later op basis van de analyseresultaten berekend. In tabel 2 staat een overzicht van de samenstelling van het gras en de snijmais bij inkuilen.

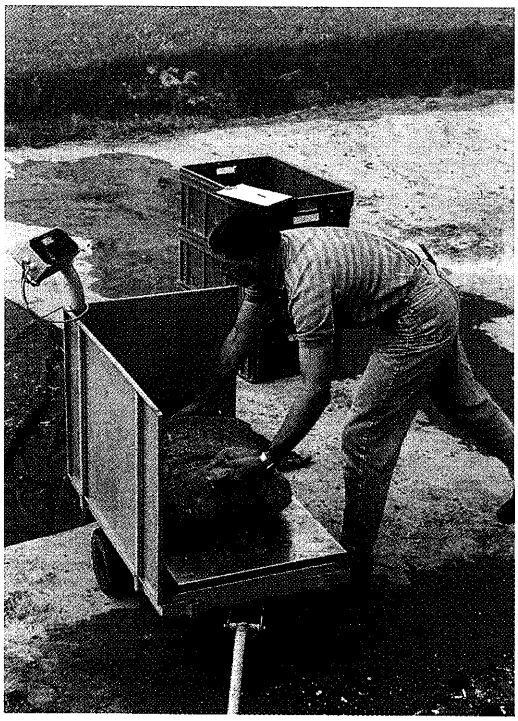
Uit tabel 2 blijkt dat er tussen de kuilen grote verschillen in de gehalten aan droge stof, ruw eiwit, suiker en de verteerbaarheid voorkwamen. Bij de graskuilen W3 en DV1 was het RE-gehalte zo

Tabel 2 Chemische samenstelling van ingekuild gras en snijmais van de bovenlaag

Kuil	Droge-stof	In de droge stof (g/kg)				vc-os			
	(g/kg)	RE	RC	RAS	Suiker	in vitro(%)	VEM*	DVE	OEB
Graskuilen									
W1	464	158	229	99	181	81,2	946	87	10
w3	546	127	251	90	172	79,9	937	79	-14
BZ	282	202	241	106	79	77,0	913	90	52
AH	261	185	229	107	110	80,8	952	89	36
DV1	606	134	221	86	213	81,4	964	85	-13
DV2	546	184	248	96	110	75,4	893	91	31
Snijmaiskuilen									
DV	307	88	176	34		73,1	904	55	-27
WI	383	80	209	43		70,3	850	43	-21
w2	486	87	180	36		73,2	904	42	- 9

* berekend op basis van in-vitro verteerbaarheid

laag dat de berekende OEB-waarde negatief was. Het PAS-gehalte was met uitzonderingen van de beide vochtige kuilen zeer laag. Ondanks dat aan de kuil van Aver Heino (AH) melasse was toegevoegd, was het suikergehalte niet hoog. De kuil van Bosma Zathe (BZ) had in vergelijking met de andere kuilen een laag suikergehalte en een lage verteerbaarheid.



Wegen van de zakken.

De snijmais die voor de beide kuilen op de Waiboerhoeve werd gebruikt was zeer droog. Dit is ontstaan door een combinatie van een vroeg ras (LG 2080) en een vrij laat oogsttijdstip. De partij die voor W1 werd gebruikt had een zeer lage verteringscoëfficiënt en daardoor ook een lage VEM-waarde. Hiervoor is geen oorzaak aan te geven.

2.3. **Wegen en bemonsteren kuilvoer**

Bij het openen van de kuilen werden alle zakken uit de bovenlaag gehaald en gewogen. Van elke zak werd een monster genomen voor droge-stof-bepaling op de proefboerderij. Per 3 zakken van een behandeling werd een monster genomen voor analyse door het Bedrijfslaboratorium in Leeuwarden.

2.4. **Temperatuurmeting**

Om de temperatuurverschillen tussen de behandelingen te kunnen meten werd voor het afdekken midden op elke proefstrook een temperatuurvoeler gelegd. Na het afdekken van de kuil lagen deze voelers dus tussen kuilvoer en plastic. Bij het object ZZ, waar de hoogste temperaturen werden verwacht, werd recht onder de eerste voeler een tweede voeler op ca. 20 cm diepte in het voer gelegd. De voelers waren voorzien van een verlengsnoer van 6 m. De stekkertjes van de verlengsnoeren kwamen na het afdekken buiten de kuil te liggen. Met een digitale thermometer werd de temperatuur afgelezen. De temperaturen werden wekelijks of om de week, op een willekeurige dag, 's morgens rond 8 uur, 's middags rond 13 uur en 's avonds rond 17 uur gemeten.

Om een gedetailleerder beeld te krijgen van het temperatuurverloop over de dag, werd bij de twee kuilen op ROC De Vlierd op een aantal dagen nog 2 of 3 keer extra gemeten.

2.5. **Broeigevoeligheid**

Om te zien of de verschillende afdekkingen ook een verschil in nabroeigevoeligheid zouden opleveren, werd een nabroeiproef uitgevoerd. Hiervoor werd uit elke zak 4 tot 5 kg monster naar het laboratorium van het Instituut voor Veevoedings Onderzoek (IWO) gebracht. Nadat de monsters op kamertemperatuur waren gekomen, werden ze in polystyreen bakken gedaan. De bakken waren voorzien van een deksel met gaten, waardoor de buitenlucht vrij kon toetreden. In de monsters werd een thermokoppel gestoken die was verbonden met een zelfschrijvende thermorecorder. Het tijdstip waarop de temperatuur van een monster boven die van de omgevingstemperatuur uitkwam, is aangemerkt als begin broei.



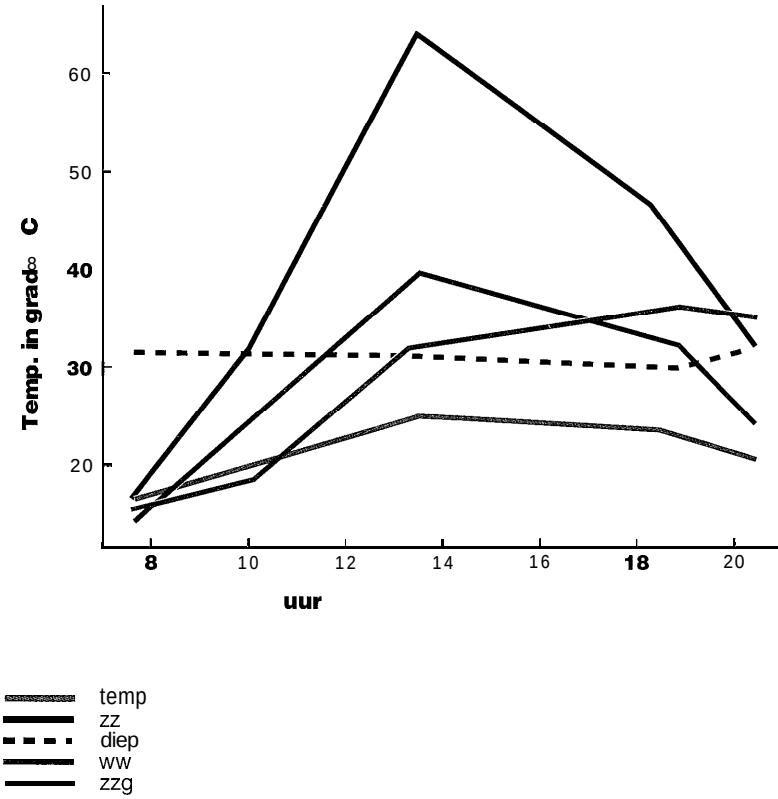
Temperatuutvoeler en zak op de kuil.

3. Resultaten

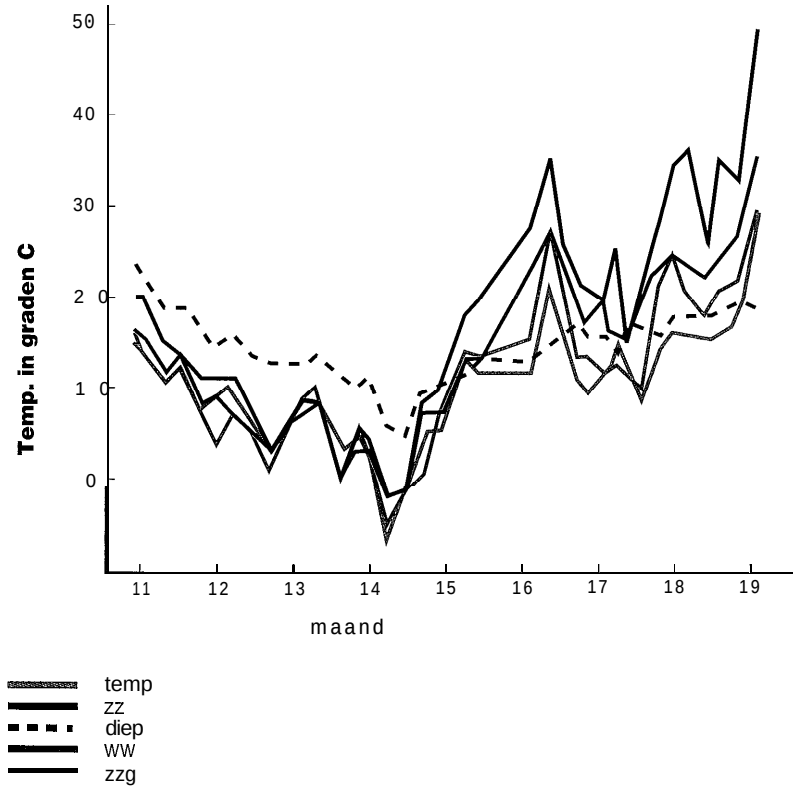
In dit hoofdstuk worden de resultaten per onderwerp besproken. Er is niet gekozen voor een bespreking per kuil omdat dit onoverzichtelijk zou worden en bovendien tot veel herhalingen zou leiden.

3.1. **Temperatuur**

De zomer van 1990 leende zich uitstekend voor deze proef. De maanden juli en augustus waren zonnig tot zeer zonnig, de temperatuur kwam regelmatig boven 30 °C. Figuur 1 geeft een voorbeeld van het verschil in temperatuurverloop tussen de behandelingen ZZ, WW en ZZG.
Daarnaast is het verloop van de buitentemperatuur en die op 20 cm diepte onder ZZ weergegeven. Bij de afdekking met gronddek en ook bij die met een beschermzeil trad een zekere vertraging in opwarming en afkoeling op. De temperatuur op 20 cm diepte onder het zwarte plastic varieerde over de dag met slechts 2 graden. Het verloop was bovendien tegengesteld aan dat van de temperatuur direct onder het plastic. Omdat de verschillen in temperatuur zich hoofdzakelijk voordeden bij de metingen rond 13 uur, wordt verder alleen het verloop van- en de verschillen in de maximumtemperaturen besproken.
Doordat snijmaiskuilen in het najaar worden aangelegd en meestal voor de zomer worden vervoederd, staan ze in het algemeen minder aan zonlicht en hoge temperaturen bloot dan graskuilen. Om bij deze proef toch nog temperatuurverschillen te kunnen meten zijn daarom drie snijmaiskuilen gebruikt die bestemd waren voor vervoedering in de zomer. De eerste van de drie



Figuur 1 *Temperatuutverloop onder verschillende afdekkingen op een zonnige dag. (temp = buiten tempera tuur, diep = temperatuur op een diepte van ca 20 cm onder het plastic, andere codes; zie H 2.1)*



Figuur 2 *Verloop van de maximumtemperaturen onder de verschillende afdekkingen van maiskuil Wl. (temp = buitentemperatuur, diep = temperatuur op een diepte van ca 20 cm onder het plastic, andere codes; zie H 2.1))*

moest echter al in februari worden geopend. In figuur 2 is het verloop van de gemeten maximumtemperaturen van snijmaiskuil W1 weergegeven. In januari werden regelmatig temperaturen beneden het vriespunt gemeten. Het duurde tot juli voordat er buitentemperaturen boven 20 °C werden gemeten.

De hoogste temperaturen die onder de verschillende afdekkingen zijn gemeten staan in tabel 3.

Tabel 3 Gemeten maximumtemperaturen onder verschillende afdekkingen (°C)

Kuil	Buitentemp	ZZ#	WW	ZW	ZZG	ZZB	WWB
Graskuilen							
W 1	32	54	41	41	40	56	48
w 3	32	61	40	40	37	58	62
BZ		65	40	40	28	60	47
AH	29	48	39	33	37	51	48
DV 1	34	67	44	47	38	60	
DV2	34	67	46		42	62*	53"
Snijmaiskuilen							
DV	18	31	25	21	21	30	29
W1	29	51	34	34	37	56	56
w2	30	50	36	37	30	52	44

voor betekenis codes zie H 2.1
* Autobanden i.p.v. beschermzeil

Doordat de snijmaiskuil op ROC De Vlierd al in februari moest worden geopend, zijn hier geen hoge maximumtemperaturen gemeten. Dit verandert echter niets aan de temperatuurverhouding tussen de behandelingen. Bij kuil W2 werden onder de afdekking WWB lagere maximumtemperaturen gemeten dan onder ZZB. Dit kwam doordat er op de behandeling WWB abusievelijk autobanden op het beschermzeil gelegd waren.

Zwart, wit of gronddek

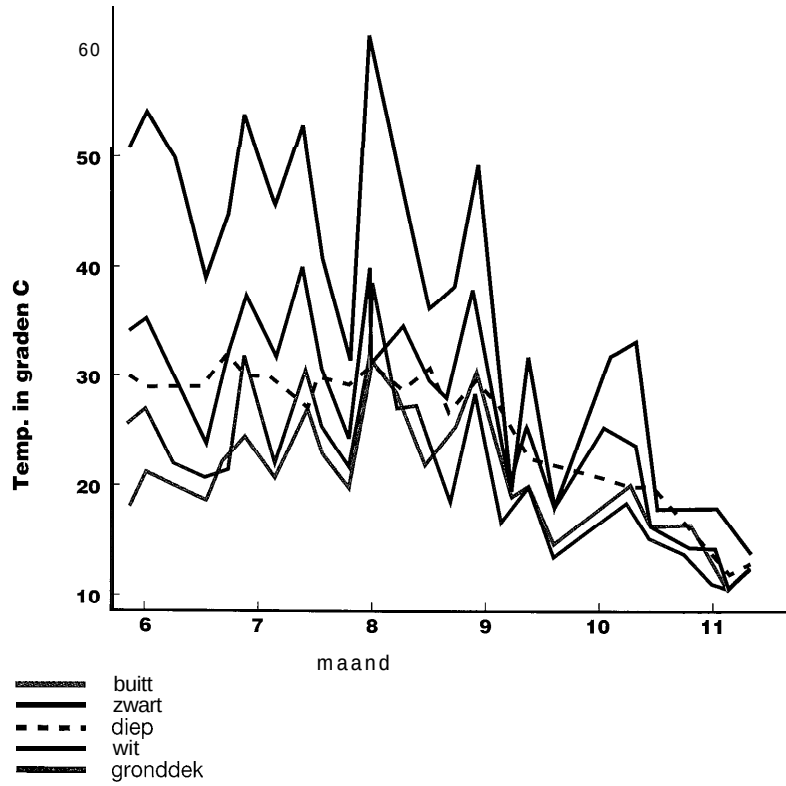
In de figuren 3 en 4 is van twee kuilen het verloop van de maximumtemperaturen gedurende de proefperiode weergegeven voor de behandelingen ZZ, WW, ZZG en die op 20 cm diepte. Ter vergelijking is ook het verloop in buitentemperatuur gegeven. Er was zowel bij de gras- als bij de snijmaiskuilen een redelijk constante verhouding tussen de temperaturen van de verschillende behandelingen. De temperatuur van WW, ZW en ZZG was respectievelijk 75, 75 en 70 % van die onder ZZ. Na een droge periode waren de maximale temperaturen onder het gronddek duidelijk hoger dan de omgevingstemperatuur, na regen meestal lager.

Beschermzeil

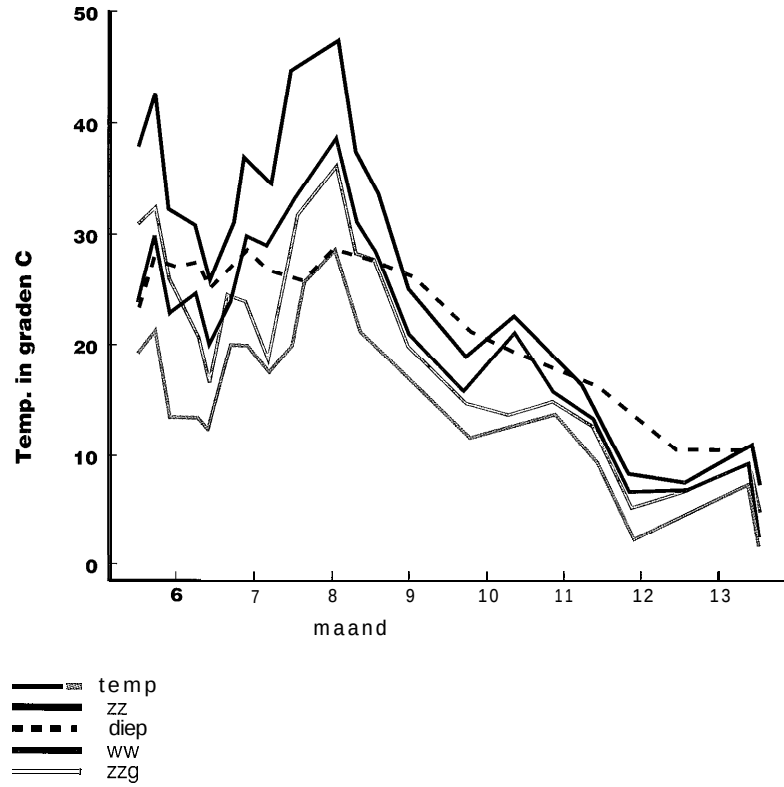
Op de kuil W1 waren beschermzeilen van draadweefsel gebruikt. De temperaturen van ZZB lagen op ca. 85 % van die onder ZZ. Die van WWB lagen tussen die van WW en ZZ in. Bij de kuil W3 was een beschermzeil van bandjesweefsel gebruikt. Hierbij waren de temperatuur onder ZZB iets lager dan onder ZZ. De temperaturen onder WWB waren ongeveer gelijk aan die onder ZZB. Hieruit blijkt duidelijk dat de reflectie van wit plastic door een draadweefsel grotendeels, en door een bandjesweefsel geheel teniet wordt gedaan. De resultaten van de andere kuilen kwamen goed overeen met die van W1 en W3.

Autobanden

Bij de kuil DV2 was het beschermzeil bij de behandelingen ZZB en WWB vervangen door



Figuur 3 *Verloop van de maximumtemperaturen onder de verschillende afdekkingen vaigraskuil W3. (temp = buitentemperatuur, diep = temperatuur op een diepte van ca. 20 cm onder het plastic, andere codes: zie H.2. 1.)*



Figuur 4 *Verloop van de maximumtemperaturen onder de verschillende afdekkingen vangraskuil AH. (temp = buitentemperatuur, diep = temperatuur op een diepte van ca 20 cm onder het plastic, andere codes; zie H 2.1)*

autobanden. Bij zwart plastic waren de gemeten maximumtemperaturen met autobanden even hoog als zonder. Bij wit plastic met autobanden was de temperatuur wel hoger dan bij wit plastic zonder, maar lager dan bij zwart plastic met autobanden. Dit laat zich verklaren doordat het witte plastic tussen de banden nog een hoeveelheid licht kan reflecteren.

Bij zwart plastic met autobanden werd de maximum temperatuur enkele uren later bereikt dan bij zwart plastic zonder. Ook de afkoeling verliep langzamer. Deze vertraging zal veroorzaakt zijn doordat de banden eerst moeten opwarmen cq. afkoelen, voordat het plastic dit doet. Bij wit plastic met autobanden werd deze vertraging niet geconstateerd. Dit kan te maken hebben met de plaats van de temperatuurvoeler. De plaats van de temperatuurvoeler t.o.v. de autoband kon achteraf niet bepaald worden.

Temperatuurverloop op 20 cm diepte

Uit de figuren 2, 3 en 4 blijkt dat de temperatuur op 20 cm diepte in de kuil zeer langzaam reageert op de buitentemperatuur. Terwijl bij de kuil W1 direct onder het zwarte plastic pieken optraden tot 55 °C, veranderde de temperatuur op 20 cm diepte met slechts enkele graden. Pas na augustus, toen de buitentemperaturen daalden, daalde ook de temperatuur op 20 cm diepte.

3.2. **Kleur bovenlaag**

Bij de graskuilen waren er zeer duidelijke verschillen in de kleur van het kuilvoer onder de verschillende afdekkingen (zie foto's). Hierbij moet wel worden opgemerkt dat het slechts om een laagje van enkele milimeters dikte ging. Daaronder was geen kleurverschil waarneembaar. Bij ZZG had de bovenlaag dezelfde kleur als het eronder liggende kuilvoer. De kleurverschillen kunnen redelijk worden verklaard uit de gemeten maximumtemperaturen. Deze waren het hoogst bij ZZB en ZZ en het laagst bij ZZG en WW. Bij een afdekking met WW was de kleur direct onder het plastic nog lichter dan van het eronder liggende kuilvoer. Opvallend was dat WZ

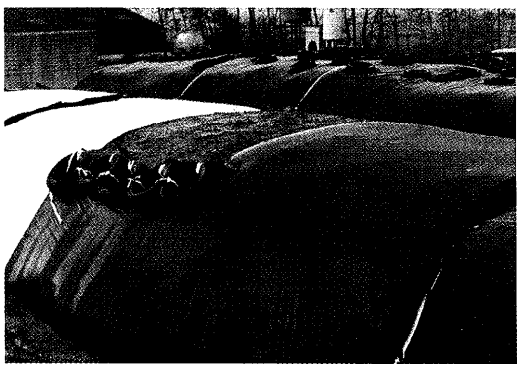


Graskuil W1 met en zonder afdekking.

een duidelijk donkerder bovenlaag gaf dan WW, terwijl er bij beide behandelingen een witte folie bovenop lag en dat het verschil in gemeten temperaturen slechts klein was. Bij WWB kwamen duidelijk kleurverschillen voor tussen beschermzeilen van draadweefsel en van bandjesweefsel. Bij W1, BZ en AH was een draadweefsel gebruikt en was de kleur van WWB duidelijk lichter dan van ZZB. Bij W3 was een bandjesweefsel gebruikt en was de kleur gelijk.

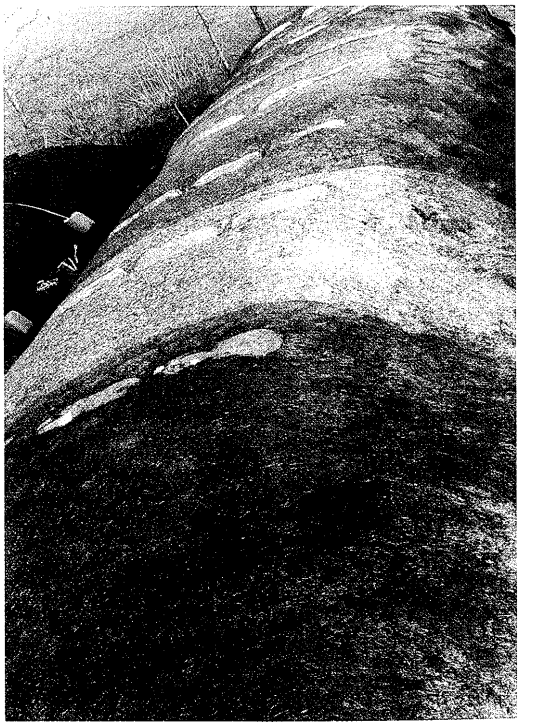
In tegenstelling tot de kleurverschillen bij de graskuilen, was er bij de snijmaiskuilen DV en W2 nauwelijks kleurverschil. Bij kuil W1 was daarentegen wel sprake van kleurverschil. Van de behandelingen met beschermzeil (ZZB en WWB) en zwart plastic (ZZ) was de bovenlaag duidelijk donkerder dan onder gronddek (ZZG) of onder wit plastic (WW). De kleur van ZW lag tussen die van ZZ en WW in. Het verschil tussen de snijmaiskuilen zal zijn ontstaan doordat kuil DV niet en kuil W2 nauwelijks aan hogere temperaturen heeft blootgestaan. Tot juli waren de temperaturen te laag voor de tijd van het jaar. Juli en augustus waren daarentegen zeer zonnig. Waarschijnlijk heeft de extra maand zon voor het kleurverschil gezorgd.

Graskuil W3 met en zonder afdekking.



3.3. **Inkuilresultaten graskuilen**

Bij de graskuilen W1, W3 en BZ is de bewaring probleemloos verlopen. Bij de kuil van Aver Heino (AH) was er bij WWB onder het beschermzeil een gat in het plastic. Dit had een rotplek met een diameter van ruim een meter tot gevolg. Eén van de zakken lag precies midden in deze rotplek en kon daarmee voor de proef worden afge-



Tabel 4 Gemiddelde pH, gewichtstoename, afname ds-gehalte en ds-verlies bij de verschillende behandelingen. (Resultaten variantie-analyse 6 graskuilen)

Behandeling	pH	Gewichts-toename (%)	Afname ds-gehalte (g/kg)	ds-verlies (%)
ZZ	4,91	5,6	**60**	8,4
WW	4,96	2,4	**49**	8,4
ZW	4,85	6,2	**58**	6,7
ZZG	4,84	0,3	**35**	7,2
ZZB	4,87	7,9	67	7,4
WWB	4,90	6,2	64	8,5

schreven. Bij het object WW werden een paar minuscuul kleine gaatjes in het plastic geconstateerd. Deze waren blijkbaar groot genoeg om een kleine hoeveelheid schimmel in twee zakken te veroorzaken.

Bij kuil DV1 waren er abusievelijk monsters gestoken voor het bepalen van de voederwaarde van de kuil. Twee boorgaten waren niet afdoende afgeplakt. Daardoor was er in het object ZZB een schimmelplek met een diameter van ongeveer 1 meter ontstaan. De schimmel strekte zich uit tot aan één van de zakken. In het object WZ was dwars door een van de zakken heengeboord. Daardoor kwam in deze zak een grote schimmelplek voor. Deze zak is verder ook buiten de proef gelaten.

Bij kuil DV2 was er in het object WW een boormonster genomen. Ook dit gat was niet voldoende afgeplakt. Oppervlakkig leken de gevolgen klein. Een schimmelplekje met een diameter van zo'n 20 cm. Toen echter de zak van de kuil gehaald werd, bleek dat er in het kuilvoer tot op ca 1 m van het boorgat nog schimmel zat. Een gedeelte van het kuilvoer uit de betreffende zak was beschimmeld. Ook deze zak is verder buiten beschouwing gelaten.

Verliezen

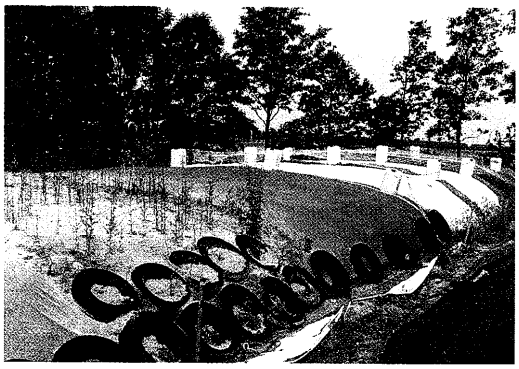
Bij het openen van de kuilen zijn de zakken gewogen en bemonsterd. De verliezen en de pH werden per zak bepaald. In tabel 4 staan de gemiddelde resultaten van de zes graskuilen.
De verschillen in pH waren klein. Bij de afdekking met grond was het gewicht van de zakken bijna gelijk gebleven en was het ds-gehalte het minst gedaald. Bij WW was de gewichtstoename en de daling van het ds-gehalte iets sterker dan bij ZZG. Bij de andere behandelingen was de gewichtstoename en de afname van het ds-gehalte duidelijk groter. Dit is veroorzaakt door condens onder het plastic dat door de sterke temperatuurwisselingen is ontstaan. Het leverde echter geen duidelijke verschillen op in ds-verliezen. Opmerkelijk is dat het ds-verlies bij ZW lager was dan bij WW en ZZ, terwijl deze beide behandelingen gemiddeld hetzelfde verlies te zien gaven. Op basis van gemeten temperaturen en kleur zou worden verwacht dat ZW in alle opzichten tussen ZZ en WW in zou liggen. Dit lagere verlies is daarom, niet erg waarschijnlijk.

Kuilkwaliteit

Van de drie zakken per behandeling werd een mengmonster genomen voor analyse op chemische samenstelling en in-vitro verteerbaarheid.

Tabel 5 Gemiddelde chemische samenstelling, verteerbaarheid en voederwaarde van het kuilvoer van de verschillende behandelingen.

Behan-	In het produkt (g/kg)				In de droge stof (g/kg)						
deling	ds	NH3-fr.	Azijnzuur	Melkzuur	RE	RC	RAS	vc-os	VEM	DVE	OEB
ZZ	401	7,5	8,5	26,0	170	254	103	76,7	889	66	47
WW	419	7,6	8,8	26,4	167	253	104	75,9	876	67	43
ZW	405	7,4	8,8	28,9	167	252	103	77,0	892	67	44
ZZG	423	7,8	8,6	31,7	168	255	102	77,0	894	67	45
ZZB	397	7,1	10,0	27,0	167	252	100	76,6	888	66	43
WWB	410	7,6	8,9	23,4	164	252	108	76,7	880	65	42



Snijmaiskuil W1. Het groene beschermzeil is vliesdoek. Boven de behandelingen met alleen plastic hangt een net tegen de vogels. Met jerrycans wordt het op afstand gehouden.

Met variantie-analyse is onderzocht of er betrouwbare verschillen tussen de behandelingen voorkwamen. De gemiddelde resultaten staan in tabel 5. In de monsters werd nauwelijks tot geen boterzuur gevonden. Van de behandeling WWB waren slechts drie waarnemingen beschikbaar doordat deze behandeling op de beide kuilen op ROC De Vlierd niet was aangelegd en doordat er op de kuil op ROC Aver Heino juist boven deze behandeling een gaatje in het plastic zat waardoor deze behandeling als verloren moest worden beschouwd. Het verschil in ds-gehalte was het enige dat statistisch betrouwbaar was. De overige verschillen waren gering en statistisch niet betrouwbaar. Het is opmerkelijk dat de grote kleurverschillen tussen de behandelingen niet tot uitdrukking zijn gekomen in de chemische samenstelling.

Bij kuil DV2, waar het beschermzeil was vervangen door autobanden, was er nauwelijks verschil tussen zwart plastic met- of zonder autobanden. Bij het witte plastic met autobanden was alleen de in-vitro verteerbaarheid duidelijk lager dan van de andere behandelingen. Omdat dit resultaten zijn van een proef in enkelvoud, mogen hieraan geen conclusies worden verbonden.

3.4. **Inkuilresultaten snijmaiskuilen**

Bij de maiskuil op De Vlierd was de bewaring probleemloos verlopen. De beide maiskuilen op de Waiboerhoeve werden kort na het inkuilen enkele keren door kraaien bezocht. Ze hadden het vooral voorzien op plaatsen waar het zand was weggespoeld door de regen. Bij kuil W1 was in een weekeinde een van de beschermzeilen losgewaaid. Hier hadden kraaien langs de rand van het beschermzeil van WWB een gat gepikt van ca 150 x 5 cm. De gaten zijn zo snel en zo goed mogelijk weer afgeplakt. Bij de behandelingen ZZ, WW en WZ vormden de netten die erover gespannen waren een afdoende bescherming tegen kraaien. Bij het openen van kuil W1 was er in het vak ZZB een kleine schimmelplek. De snijmais in de zak die het dichtst bij deze plek gelegen had was niet zichtbaar beschimmeld, maar later bleek dat de pH duidelijk hoger was dan van de andere zakken (4,10 t.o.v. 3,95 en 3,85). Bij het openen van kuil W2 bleek onder het



Bij openen waren de kleurverschillen gering, in tegenstelling tot de graskuilen.

beschermzeil dat op het voorstuk van de kuil lag een gat in het plastic te zitten. Dit gaf een rotplek met een diameter van ca. 2 m. Dit heeft de proef overigens niet beïnvloed. Bij deze kuil bleek wel één van de zakken van ZZ beschimmeld te zijn. De mais in deze zak had een pH van 4,37. In het naastliggende vak (ZZB) werd geen schimmel gezien, maar het bleek dat de mais uit één zak ook een duidelijk hogere pH had dan de mais uit de beide andere zakken (4,25 t.o.v. 3,95 en 3,85). Vermoedelijk is bij deze zak ook wat lucht gekomen.

De resultaten van de genoemde drie zakken hebben een grote invloed op de gemiddelde resultaten. Daarom is een variantie-analyse uitgevoerd met- en zonder de resultaten van deze drie zakken.

Verliezen

De resultaten van de afzonderlijke zakken zijn voor pH, gewichtstoename, afname ds-gehalte en ds-verlies geanalyseerd met variantie-analyse. Het bleek dat er tussen de drie snijmaiskuilen duidelijk verschillen voorkwamen. De pH liep op met het ds-gehalte van de kuilen. Bij kuil W1

Tabel 6 Gemiddelde pH, gewichtstoename, afname ds-gehalte en ds-verlies bij verschillende afdekkingen op drie snijmaiskuilen.

Behandeling	pH	Gewichts-toename (%)	Afname ds-gehalte (g/kg)	ds-verlies (%)
ZZ	3,95	2,1	28	4,9
WW	3,92	1,1	13	2,4
ZW	3,92	5,9	34	2,8
ZZG	3,92	1,3	18	3,0
ZZB	3,92 (3,97)	2,1 (1,3)	29 (31)	5,4 (6,5)
WWB	3,91	2,2	19	2,3

( ) = resultaten inclusief drie afwijkende zakken

hadden de zakken, op die van de behandeling ZW na, een gewichtsafname in plaats van een gewichtstoename zoals bij de andere gras- en snijmaiskuilen. Ook het ds-gehalte was bij deze kuil minder veranderd dan bij beide andere snijmaiskuilen. De gemiddelde resultaten staan in tabel 6.

De soort afdekking leverde geen betrouwbaar verschil in pH van het kuilvoer op. Bij de afdekkingen WW en ZZG was de gewichtstoename en de afname van het droge-stofgehalte het kleinst. Dat betekent dat onder deze afdekkingen het minste condens is ontstaan. De berekende ds-verliezen waren (ook zonder de resultaten van de afwijkende zakken) bij de behandelingen ZZB en ZZ betrouwbaar hoger dan bij de andere afdekkingen. Opmerkelijk is dat bij deze kuilen de afdekking WWB lagere verliezen gaf dan ZZB, ondanks dat de kleur van het beschermzeil gelijk was.

Kuilkwaliteit

Van de drie zakken per behandeling werd een mengmonster gemaakt dat op samenstelling en verteerbaarheid werd onderzocht bij het Bedrijfsaboratorium in Leeuwarden. Van de behandeling ZZ van kuil W1 is van de zak waarin schimmel zat geen monster genomen. Bij de behandeling ZZB van de kuilen W1 en W2 bestaat de indruk dat er in één van de drie zakken sprake was van schimmel of een begin van schimmel. Bij deze zakken werd weliswaar geen schimmel geconstateerd maar zowel de pH als het berekende droge-stofverlies waren duidelijk hoger dan van de beide andere zakken van dezelfde behandeling. Omdat er bij de monsternname geen schimmel geconstateerd werd, zijn alle drie zakken bemonsterd voor het bepalen van de samenstelling en de verteerbaarheid. Het gemiddelde resultaat van de behandeling ZZB wordt daardoor negatief beinvloed. De gemiddelde analyseresultaten van de maiskuilen staan in tabel 7. In de monsters werd nauwelijks tot geen boterzuur gevonden.

Uit tabel 7 blijkt dat de behandeling ZZB ten opzichte van de andere behandelingen een hogere NH_3-fractie, een hoger azijnzuurgehalte, een lager melkzuurgehalte, een hoger ruwe-celstofgehalte en een lagere verteerbaarheid had. Dit zal zijn veroorzaakt door de twee afwijkende

Tabel 7 Gemiddelde chemische samenstelling, verteerbaarheid en voederwaarde van de verschillende behandelingen bij 3 snijmaiskuilen).

Behan-	In het produkt (g/kg)				In de droge stof (g/kg)						
deling	ds	NH_3-fr.	Azijnzuur	Melkzuur	RE	RC	RAS	vc-os	VEM	DVE	OEB
ZZB	385	8,0	14,0	13,9	82	199	40	71,2	868	43	-12
ZZ	392	7,1	11,5	17,7	79	194	39	71,6	875	42	-15
ZZG	397	6,3	8,6	18,7	83	192	41	73,0	894	45	-14
ZW	385	6,8	8,8	15,6	80	185	40	72,3	884	44	-16
WW	394	7,6	9,2	18,0	80	192	41	72,0	878	43	-14
WWB	391	7,4	9,1	17,9	83	192	42	72,8	889	45	-13

zakken. Tussen de andere behandelingen waren de verschillen in ds, NH_3-fractie, zuren, RC-gehalte en verteerbaarheid niet significant. De gemiddelde VC-os en daarmee ook de berekende VEM-waarde komt vrij laag uit. Dit komt door de lage verteerbaarheid van de snijmais van kuil W1.

3.5. **Dichtheid bovenlaag**

Om de invloed van de verschillende afdekkingen op de dichtheid van de bovenlaag te kunnen kwantificeren zijn in de proefvakken ZZB, ZZ en ZZG dichtheidsmetingen uitgevoerd in de bovenlaag en in het eronder liggende kuilvoer. De dikte van de bovenlaag varieerde van 6 tot 17 cm. Deze variatie is ontstaan doordat de zakken niet bij elke kuil met de zelfde hoeveelheid voorgedroogd gras of snijmais waren gevuld. Het volume van de bovenlaag van ZZG was duidelijk kleiner dan bij ZZB en ZZ maar het gewicht was nagenoeg gelijk. Bij de behandelingen ZZB en ZZ was de dichtheid van de bovenlaag duidelijk minder dan van het eronder liggende voer.

3.6. **Broeigevoeligheid**

Bij de nabroeigevoeligheidsproef kwam een groot verschil tussen de kuilen naar voren. Bij de graskuilen was er een afnemende tendens bij hogere droge-stofgehaltes. Bij de snijmaiskuilen was het omgekeerde het geval. Van de relatief natte graskuilen van Bosma Zathe en Aver Heino begonnen enkele monsters al na 6 dagen te broeien. In tabel 8 staat de tijd tussen het openen van de kuil en het begin van de broei als gemiddelde van de drie zakken per behandeling. Wanneer de broei eenmaal was begonnen duurde het bij de meeste monsters een à twee dagen totdat een maximumtemperatuur van 45 à 50 °C werd gemeten.

Bij de behandeling WW van de kuil van ROC Aver Heino (HN) kwam duidelijk het effect van een paar kleine gaatjes in het plastic naar voren. Bij het object WWB was het voer in en rond de middelste zak totaal verrot, maar ook bij beide andere zakken is er mogelijk tijdens de bewaring wat lucht toegetreden. Zelfs bij de behandeling WW kan men zich afvragen of er niet sprake is geweest van zuurstofverplaatsing onder het plastic door.

Bij graskuil DV1 was er door de boorgaten in het plastic bij een aantal zakken wat schimmel. Dit kwam echter niet tot uiting in de broeigevoelig-



Behandeling ZW (links) en gronddek (rechts). Met gronddek is de bovenlaag meer in elkaar gedrukt.

Tabel 8 Aantal dagen tussen openen van de kuil en begin broei voor de zes afdekkingen op gras- en snijmaiskuilen

Kuil	Gem ds (g/kg)	Duur nabroei-proef (d)	Behandelingen ZZ	WW	ZW	ZZG	ZZB	WWB
Graskuilen								
W1	438	17	15	>17	17	>17	14	>17
w3	465	18	18	>18	17	15	16	>18
BZ	276	14	10	8	8	10	10	9
HN	236	17	>17	5	10	14	>17	7
DV1	537	21	>21	>21	>21	>21	>21	
DV2	502	17	10	7	-	17	16*	7
Snijmaiskuilen								
DV	307	13	6	10	10	10	6	10
W1	383	9	2	3	3	6	4	5
w2	486	3	2	1	1	2	3	1

* Bij deze kuil was het beschermzeil vervangen door autobanden.

heid. De monsters van deze kuil broeiden zelfs na 21 dagen, toen de proef werd beëindigd, nog niet. Op dat moment rook het kuilvoer nog even fris als toen het uit de kuil werd gehaald. Bij graskuil DV2 had een hoeveelheid schimmel in een van de zakken van WW wel duidelijk broei tot gevolg. Het samengaan van gaatjes in het plastic en het snel optreden van broei geeft eens te meer het belang van een luchtdichte bewaring van het kuilvoer aan.

Uit de variantie-analyse met de gegevens van de graskuilen bleek dat de verschillen tussen de behandelingen statistisch niet betrouwbaar waren.

Bij snijmaiskuil W2 zat schimmel in een van de zakken van behandeling ZZ. Opmerkelijk was dat juist dit monster niet ging broeien. Tussen de drie snijmaiskuilen was er een groot verschil in broeigevoeligheid. De kuil van ROC De Vlierd (307 g/kg ds) was redelijk stabiel. De kuilen van de Waiboerhoeve (383 en 486 g/kg ds) waren duidelijk minder stabiel. Gemiddeld begonnen de monsters van de behandeling ZZ als eerste te broeien en die van ZZG en ZZB als laatste. Omdat er bij de snijmaiskuilen sprake was van beschadiging van het plastic van ZZ mag aan deze verschillen geen grote waarde worden toegekend.

4. Samenvatting en conclusies

Bij zes graskuilen en drie snijmaiskuilen werd het effect van verschillende afdekkingen op temperatuur, verliezen, kuilkwaliteit, voederwaarde en broeigevoeligheid van de bovenlaag onderzocht. De kuilen waren strooksgewijs afgedekt met zwart- of wit plastic, met en zonder gronddek, beschermzeil of autobanden. Ook werd een combinatie van wit en zwart plastic onderzocht. De verschillende manieren van kuilafdekking hadden een duidelijk effect op de maximumhtemperaturen en daarmee de temperatuurschommeling direct onder het plastic. Onder zwart plastic met of zonder beschermzeil of autobanden werden rond de middag temperaturen tot 65 °C gemeten. De maximumtemperaturen onder wit plastic en onder plastic + gronddek lagen op ca 70 % van die onder zwart plastic. De temperatuurschommeling werd in het kuilvoer sterk gedempt. Op ca 20 cm diepte was deze minimaal.

De temperatuurschommelingen resulteerden in condensvorming onder het plastic en een donkere verkleuring van een dunne bovenlaag (< 1 cm). Dit trad het sterkst op onder zwart plastic en plastic met een donker beschermzeil, terwijl onder wit plastic de kleur van de bovenlaag zelfs wat lichter was dan van het onderliggende voer. Bij plastic met een gronddek trad deze verkleuring niet op. De verschillen in condensvocht (=ds-gehalte van de bovenlaag) leidden niet tot betrouwbare verschillen in kuilkwaliteit. Tussen de verschillende behandelingen was geen verschil in nabroeigevoeligheid. Bij plastic + gronddek werd echter wel een grotere dichtheid van de bovenlaag gemeten. Dat zal betekenen dat bij een gronddek het optreden van broei kan worden afgeremd doordat de luchtintreding geringer is. Het gebruik van het duurdere, milieu-onvriendelijker, witte plastic kan daarom (zeker in combinatie met gronddek of beschermzeil) worden afgeraden. Voor het gebruik van een gronddek, beschermzeilen of autobanden bepalen andere factoren als kuilgrootte, kuiltype (rijkuil, sleufsilo) risico van beschadiging, arbeid, beschikbaarheid van grond en kosten de keuze.

Uit de proef kwam duidelijk naar voren dat een zorgvuldige luchtdichte afdekking van de kuil een eerste vereiste is.



Het verschil was minder zwart-wit dan werd verwacht.