Hoofdstuk VI

MAALINRICHTINGEN MET STENEN

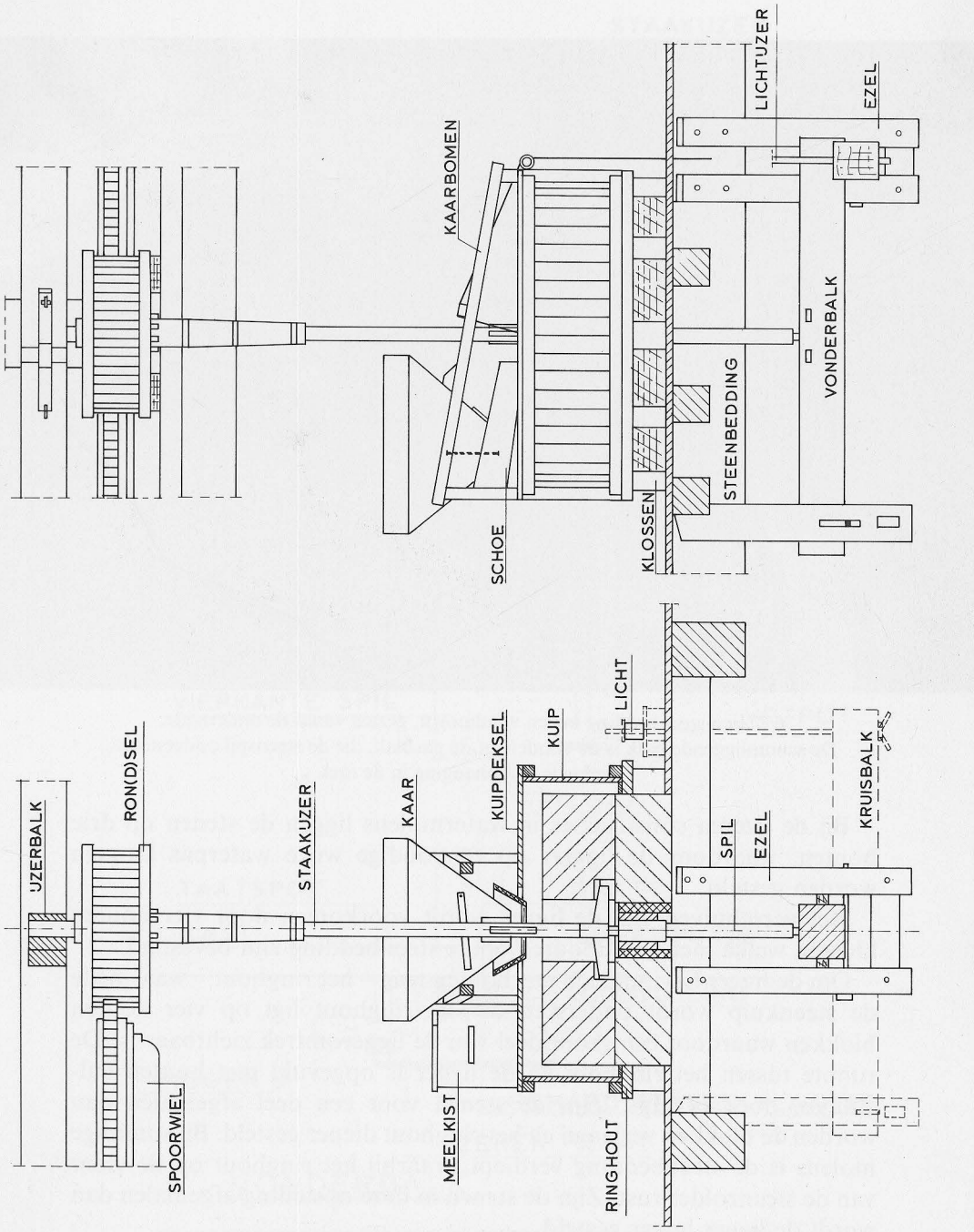
1.0. Algemeen

In een maalinrichting met stenen komen de volgende hoofdonderdelen voor:

1. Een steenbedding of een maalstoel;
2. een of meer koppels molen- of maalstenen;
3. het gangwerk, gaande werk of drijfwerk;
4. de steenspil of de spil;
5. de steenbus;
6. de rijn;
7. de steenlicht of licht;
8. de steenkuip of kuip;
9. het stortkaar of kaar;
10. de schoe.

2.0. De maalinrichting in wind- en watermolens

Vanouds liggen de maalstenen op een steenbedding die uit houten balken bestaat, welke deel uitmaken van het staande werk van de molen. Afb. 6.2. Het zijn bovenlopers, waarbij de bovensteen draait. De ondersteen – de ligger – staat stil en rust op de steenbedding. Later zijn in sommige molens de houten balken geheel of gedeeltelijk vervangen door ijzeren profielbalken. Om de ligger waterpas te stellen, zijn op de steenbedding drie zacht houten blokjes aangebracht, die bij een ijzeren steenbedding het maalgeluid – het zingen van de stenen – enigermate dempen.



6.1. De maalinrichting van een windmolen.
Ook in watermolens komt een hiermede overeenkomende constructie vaak voor.

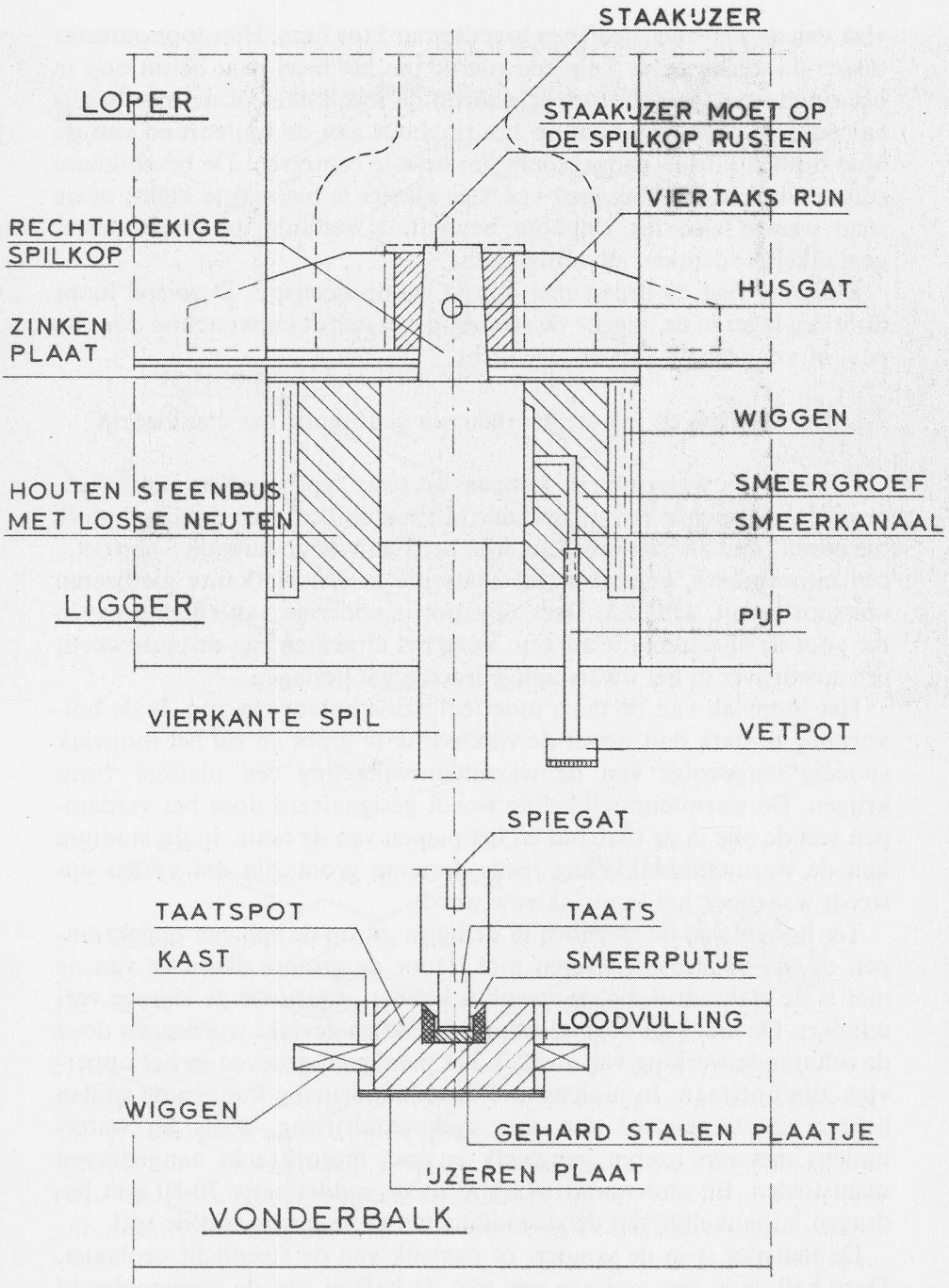
6.2. Een steenbedding in een windmolen, gezien vanaf de onderzijde.
De schuinliggende balk is de vonder- of de pasblak, die de steenspil ondersteunt.
Rechts is de ophanging in de ezel.

Bij de ijzeren constructies in watermolens liggen de stenen op drie bouten, waardoor de liggers op eenvoudige wijze waterpas kunnen worden gesteld.

Het verschuiven van de ligger wordt voorkomen door vier houten klossen welke met draadbouten op de steenbedding zijn bevestigd.

Om de ligger bevindt zich een houten ring – het ringhout – waarmede de steenkuip wordt ondersteund. Het ringhout ligt op vier houten blokken waardoor een groot deel van de liggeromtrek zichtbaar is. De ruimte tussen het ringhout en de ligger is opgevuld met houten vulstukjes, doek of gips. Zijn de stenen voor een deel afgemalen dan worden de blokken verlaagd en het ringhout dieper gesteld. Bij sommige molens is de steenbedding verdiept, waarbij het ringhout op de vloer van de steenzolder rust. Zijn de stenen in deze opstelling afgemalen dan wordt de ligger hoger gesteld.

Om de kuip ten opzichte van de ligger te centreren, is op het ringhout een houten lijst aangebracht. Deze lijst ligt 4 tot 5 cm onder het maal-



6.3. Boven: Vastwerk met een viertaks-rijn in de loper en een steenbus in de ligger.
Onder: De voet van de spil met de taatspot in de vonder- of pasbalk.

vlak van de stenen en heeft een breedte van 5 tot 7 cm. Hierdoor ontstaat tussen de stenen en de kuip een ruimte om het meel naar de uitloop in het ringhout te transporteren, waarop de meelkoker of de meelbak is aangesloten. Vaak worden op het ringhout aan de buitenrand van de kuip houten klosjes aangebracht om deze te centreren. De beschikbare ruimte voor het aanbrengen van vier klosjes is meestal te klein; of de staat waarin zich het ringhout bevindt, is zodanig dat deze klosjes gemakkelijk losraken en verdwijnen.

De loper rust en draait met de rijn op de steenspil. Deze spil loopt door een lager in de ligger – de steenbus – en wordt ondersteund door de pas- of vonderbalk van de steenlicht.

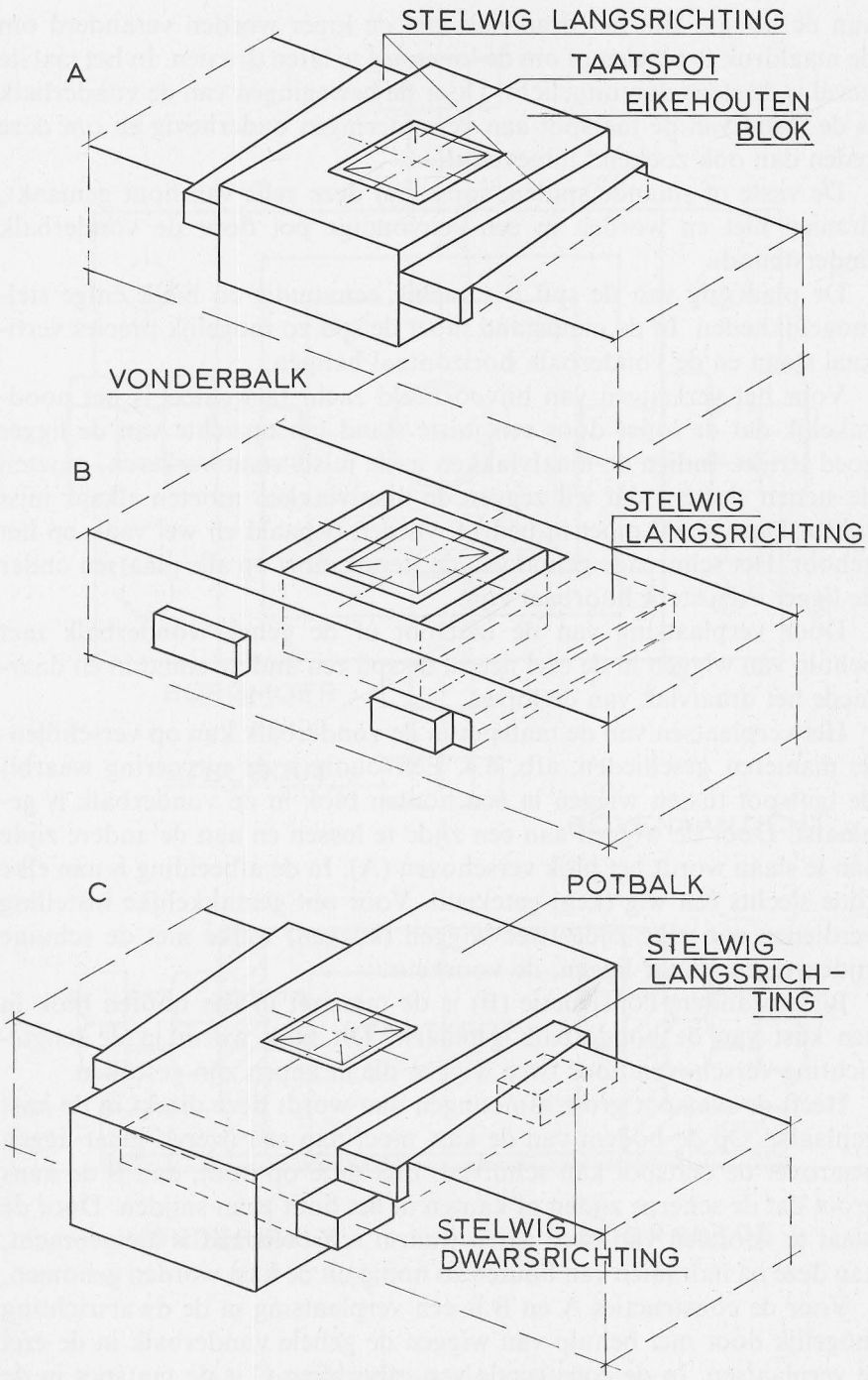
2.1. De steenspil en het stellen daarvan gedurende het maalbedrijf

In wind- en watermolens kunnen we twee typen spillen aantreffen, te weten: draaiende en (stil)staande of vaste spillen. Een draaiende spil, die zowel rond als vierkant kan zijn, heeft aan de onderzijde – de voet – een uitneembare, gehard stalen taats die in een vierkante gietijzeren taatspot draait, afb. 6.3. Deze taatspot is voorzien van enige groeven die voor de oliecirculatie zorgen. Voor het uitnemen van de taats wordt een spiedrijver in het dwars aangebrachte gat geslagen.

Het loopvlak van de taats moet enigszins bolvormig zijn. Is de bolvorming te sterk dan wordt de vlaktedruk te groot en zal het loopvlak spoedig tengevolge van de warmteontwikkeling een plattere vorm krijgen. De warmteontwikkeling wordt gesignaleerd door het verdampen van de olie in de taatspot en het piepen van de taats. In dit stadium kan de warmteontwikkeling reeds dermate groot zijn dat vreten optreedt waardoor het loopvlak ruw wordt.

Ter hoogte van de steenbus in de ligger zit op de spil een opgekrompen of een opgespiede ijzeren mof. Door de grotere diameter van de mof is de vlaktedruk op de steenbus kleiner, waardoor de slijtage vermindert. De mof kan bovendien afgedraaid en gevlakt worden als door de schurende werking van zand in het maalgoed groeven in het oppervlak zijn ontstaan. In molens met bovenaandrijving kunnen de spillen lichter zijn uitgevoerd dan met onderaandrijving, zoals bij watermolens met een ijzeren gangwerk en met motorkracht aangedreven maalstoelen. Bij onderaandrijving moet de spildiameter 70-80 mm bedragen, afhankelijk van de steendiameter en de lengte van de spil.

De taatspot is in de vonder- of pasbalk van de steenlicht geplaatst. Deze balk is in een ezel aan een van de balken van de steenzolder of van de steenbedding scharnierend opgehangen. Door het verstellen



6.4. Voorbeelden van stelmogelijkheden van een taatspot in de vonderbalk.

van de hoogte kan het draaivlak van de loper worden veranderd om de maaldruk te regelen of om de loper vrij te laten draaien. In het laatste geval is de steen dan uitgelicht. Door de bewegingen van de vonderbalk is de stand van de taatspot aan veranderingen onderhevig en om deze reden dan ook zoekend uitgevoerd.

De vaste of staande spillen, soms zijn deze zelfs van hout gemaakt, draaien niet en worden in een eenvoudige pot door de vonderbalk ondersteund.

De plaatsing van de spil is tamelijk eenvoudig en biedt enige stelmogelijkheden. In de maalstand moet de spil zo mogelijk precies vertikaal staan en de vonderbalk horizontaal hangen.

Voor het verkrijgen van bijvoorbeeld zacht tarwemeel is het noodzakelijk dat de loper door een juiste stand ten opzichte van de ligger goed strijkt. Indien de maalvlakken in de juiste staat verkeren, moeten de stenen sluiten; dat wil zeggen de maalvlakken moeten elkaar juist raken. Deze stand moet in bedrijf worden bepaald en wel vaak op het gehoor. Het schurende geluid van de stenen moet op alle plaatsen onder de ligger even sterk hoorbaar zijn.

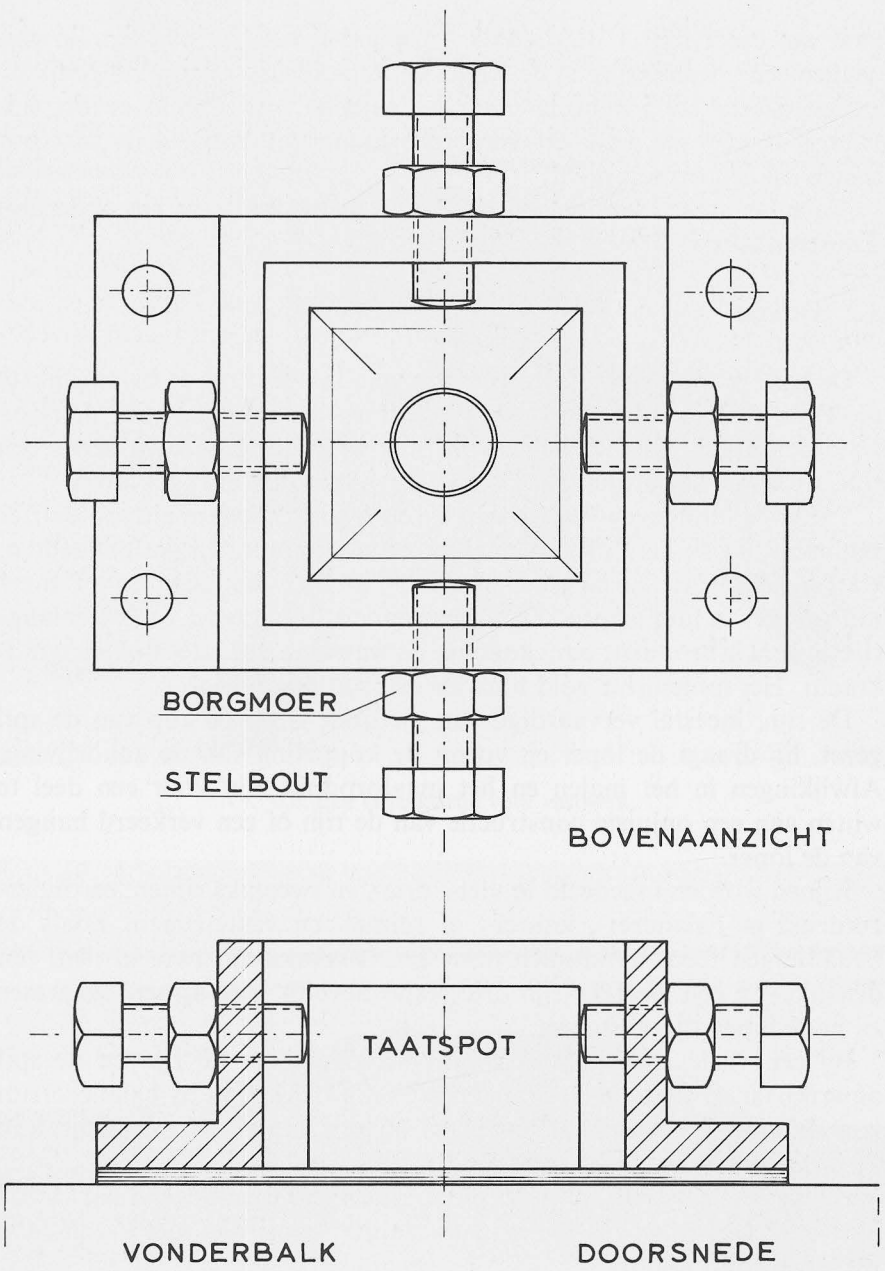
Door verplaatsing van de taatspot of de gehele vonderbalk met behulp van wiggen in de ezel neemt de spil een andere stand in en daarmede het draaivlak van de loper.

Het verplaatsen van de taatspot in de vonderbalk kan op verschillende manieren geschieden, afb. 6.4. Eenvoudig is de uitvoering waarbij de taatspot tussen wiggen in een houten blok in de vonderbalk is geplaatst. Door de wiggen aan een zijde te lossen en aan de andere zijde aan te slaan wordt het blok verschoven (A). In de afbeelding is aan elke zijde slechts één wig (keg) getekend. Voor een gemakkelijke instelling verdienen aan elke zijde twee wiggen (keggen) welke met de schuine zijden tegen elkaar liggen, de voorkeur.

Bij een andere constructie (B) is de taatspot in een houten blok in een kast van de vonderbalk geplaatst. Dit blok wordt in de lengterichting verschoven door twee wiggen die in kepen zijn gestoken.

Heeft de taatspot grote afmetingen dan wordt deze direkt in de kast geplaatst. Op de bodem van de kast moet dan een ijzeren plaat liggen waarover de taatspot kan schuiven. Ligt deze op hout, dan is de kans groot dat de scherpe zijden of kanten in het hout gaan snijden. Door de plaat te voorzien van twee gaten waarin schroefdraad is aangebracht, kan deze na indraaien van bouten zo nodig uit de kast worden genomen.

Voor de constructies A en B is een verplaatsing in de dwarsrichting mogelijk door met behulp van wiggen de gehele vonderbalk in de ezel te verplaatsen. In de constructie van afbeelding C is de taatspot in de



6.5. Een ijzeren stelinrichting voor een taatspot.

kast van een balkje – de potbalk – geplaatst, waarbij met behulp van wiggen een verplaatsing in de lengte en in de dwarsrichting mogelijk is.

Een ijzeren stelinrichting voor de taatspot is afgebeeld in afb. 6.5. Hierbij is gebruik gemaakt van stelbouten. Het blok en de taatspot rusten op een ijzeren plaat.

Voor het stellen van de spil wordt ook verwezen naar het onderdeel 'De steenlicht'.

2.2. De rijn

De rijn, vroeger ook molenijzer geheten, behoort tot de belangrijkste molenonderdelen. De oudst bekende maalinrichtingen met dier- en waterdrijfkracht uit het begin van onze jaartelling bezaten reeds een rijn, waarvan het principe tot op heden gehandhaafd is gebleven.

Vanaf de middeleeuwen tot de Franse revolutie kwam het molenijzer veelvuldig in de heraldiek voor. Een groot aantal adellijke geslachten, voorname burger-geslachten, abten en abdijen hadden een of meer molenijzers in hun wapen. Zij waren immers in het bezit van de belangrijkste krachtbronnen; aanvankelijk de waterkracht, later ook de windkracht. Het molenijzer gold toen als een statussymbool.

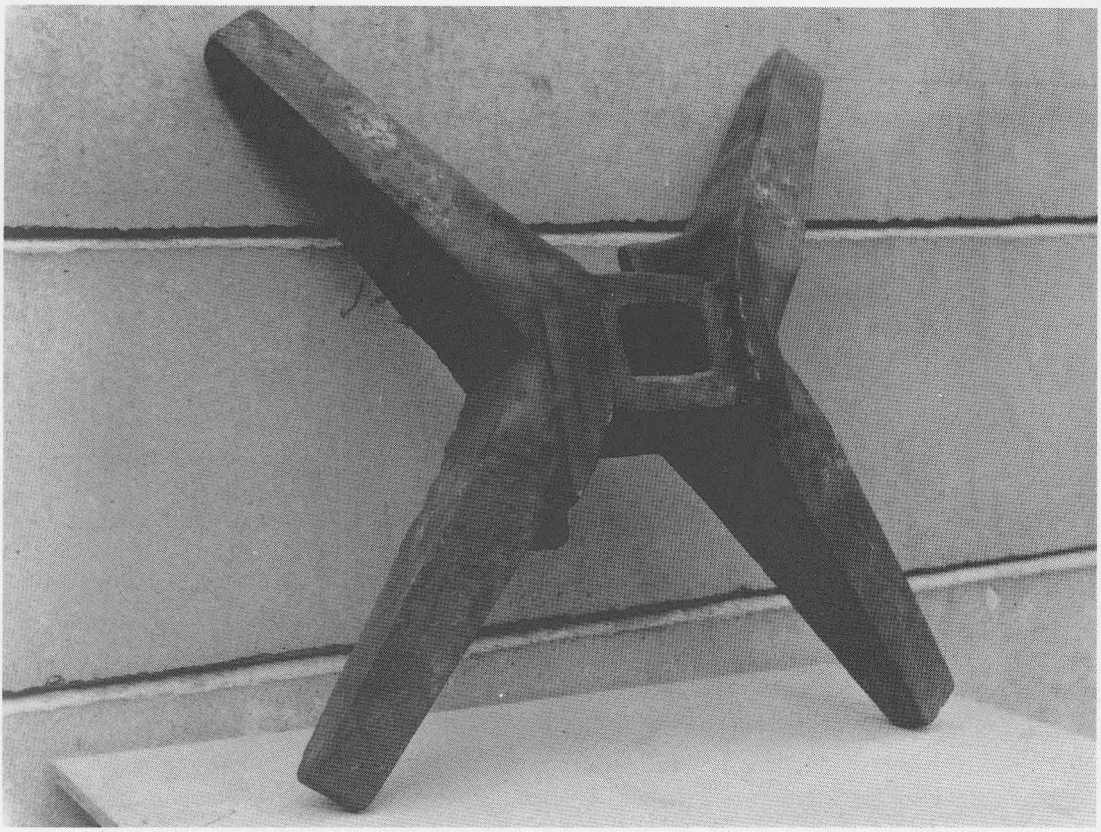
De rijn, meestal vervaardigd van gietijzer, is op de kop van de spil gezet, hij draagt de loper en vormt de koppeling van de aandrijving. Afwijkingen in het malen en het maalprodukt zijn voor een deel te wijten aan een onjuiste constructie van de rijn of een verkeerd hangen van de loper.

Rijnen worden ingedeeld in vier-, drie-, en tweetaks rijnen, en onderverdeeld in balanceer-, kantel-, of tuimel- en vaste-rijnen. Zoals de benamingen reeds aanduiden heeft een tweetaks-rijn twee armen, een drietaks- en een viertaks-rijn drie respectievelijk vier armen, waarmee zij in de loper zijn vastgezet.

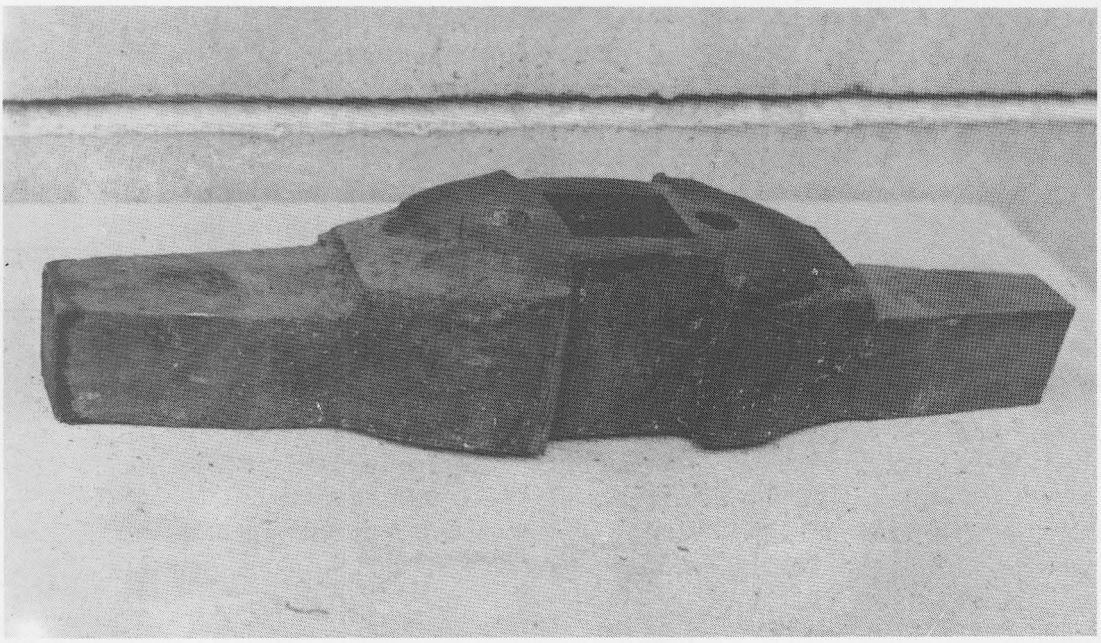
Bij een vaste rijn, ook vastwerk genoemd, zijn de rijn en de spil onwrikbaar met elkaar verbonden (zie afb. 6.3.). Bij een balanceerrijn kan de loper elke stand innemen en bij een kantel- of tuimelrijn kan de loper zich enigermate instellen.

Bij een bovenaandrijving grijpt de klauw of de gaffel van het staakijzer over de rijn waardoor een beweeglijke koppeling met het gaande werk tot stand komt.

Een vaste rijn is voorzien van een rechthoekige, vaak nagenoeg vierkante opening die taps verloopt, waarin de rechthoekige conus van de kop van de spil past. Het was vroeger moeilijk deze conus zuiver symmetrisch te bewerken. Verschillen in de stand van de rijn met de loper



6.6. Een viertaks-rijn voor vastwerk.



6.7. Een tweetaks-rijn voor vastwerk.

ten opzichte van de spil, komen daarbij dan ook regelmatig voor.

Ter illustratie diene het volgende voorbeeld:

Als de stenen na het scherpen worden dichtgelegd, blijkt bijvoorbeeld dat de loper en de ligger over een deel van het oppervlak niet sluiten. Als de loper met de steenkraan weer wordt opgedraaid en vervolgens een halve slag boven de spil wordt gedraaid, blijkt dat de stenen wel sluiten. Het verdient dan ook aanbeveling vóór het openleggen van de stenen één zijde van de conus met de aanliggende zijde van de rijn onuitwisbaar te merken, indien geen merkteken aanwezig is, zodat de rijn weer dezelfde plaats op de spil inneemt.

Een ronde conus is door de bewerking op een draaibank steeds symmetrisch en neemt door de aanwezigheid van een vlakke inlegspie steeds dezelfde plaats in.

Bij slechte steenbeddingen en steenbussen kunnen bij toepassing van vastwerk gemakkelijk afwijkingen optreden, die zuiver strijken en zacht malen niet blijvend mogelijk maken. Wordt met de lichtboom gedompt, dat wil zeggen, grote uitslagen gemaakt waardoor ook de vonderbalk en de loper een 'aanzienlijke' vertikale beweging maken, dan kan een blijvende afwijking ontstaan en moet de loper door het verwiggen van de taatspot weer in de juiste stand worden gebracht.

Vastwerk heeft echter bij solide constructies en bij een goed geplaatste rijn en afgehangen loper zekere voordelen. Door de vaste gang malen de stenen beter en zuiverder hetgeen aan de kwaliteit van het meel, in het bijzonder van tarwemeel, ten goede komt. Voor het breken van graan is een vastwerk doelmatiger dan een balanceerwerk. Bij een balanceerwerk geven de stenen vaak teveel meel en soms ongebroken korrels; in het bijzonder als de draaisnelheid van de loper te klein is.

Het beste heeft het vastwerk voldaan in standaardmolens. Hangt het molenhuis scheef dan ligt de steenbedding niet waterpas. De mate van de scheefstand is vaak afhankelijk van de windkracht en de oriëntatie. Is de loper voorzien van een balanceerwerk dan zal deze zich steeds in een horizontale stand willen instellen, en daardoor een hoek met de ligger maken. De loper strijkt niet, zodat verwiggen van de taatspot noodzakelijk is. Dit verwiggen kan ook na het kruien weer noodzakelijk zijn.

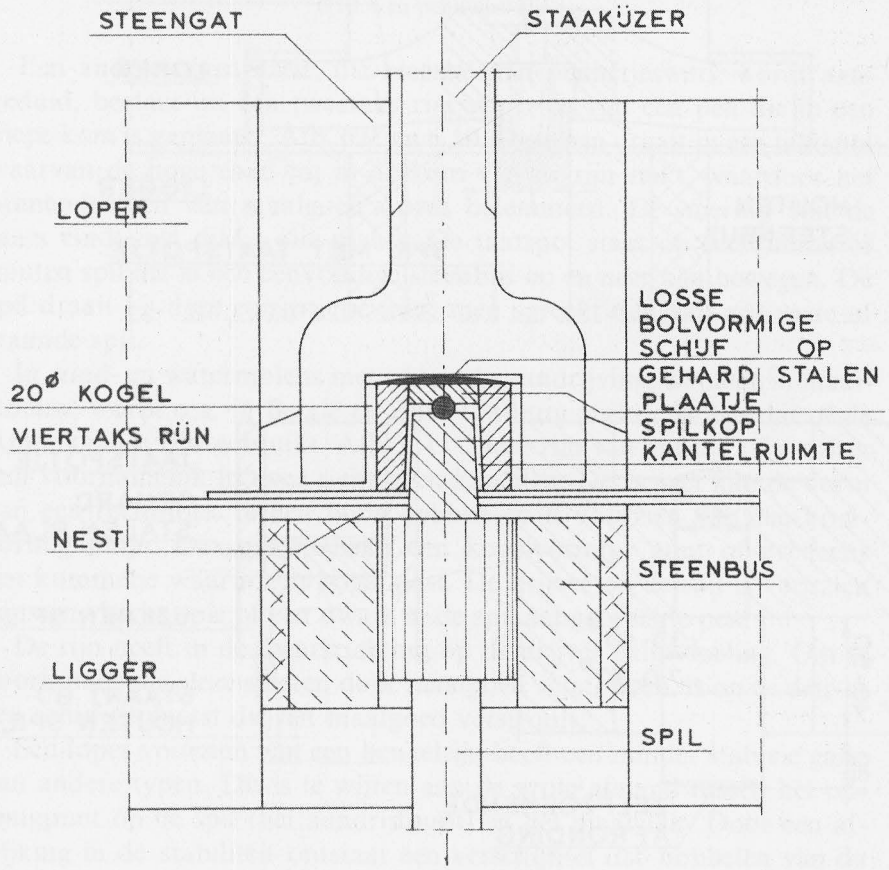
Als laatste voorbeeld van vastwerk noemen we nog de mogelijkheid van zeer langzaam draaien en malen.

Onvolkomenheden in uitvoering en bedrijf hebben geleid tot het gebruik van een balanceerwerk.

De eenvoudigste uitvoering is de kogelrijn waarbij van bestaande

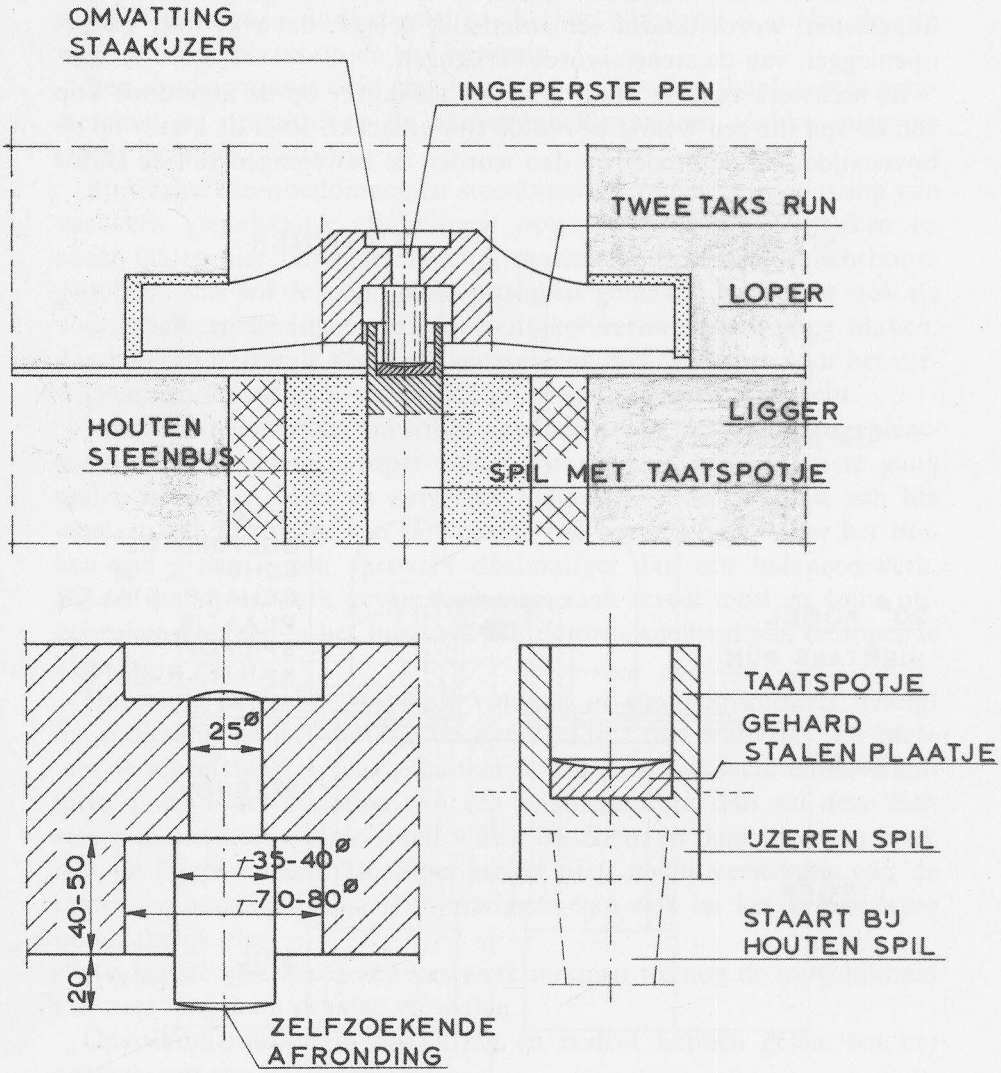
onderdelen van het vaste werk is uitgegaan. Afb. 6.8. Tussen de rijn en de spil ligt een stalen kogel van circa 20 mm, die een beperkte zelfinstelling mogelijk maakt. In het bovenste deel van de rijn is een dikke stalen plaat aangebracht, voorzien van schuine kanten, die nauwkeurig in het tapse rijngat past. In deze plaat bevindt zich aan de onderzijde een komvormig putje. De kop van de spil is ingekort en eveneens voorzien van een komvormig putje. Daarin ligt de zuiver passende kogel, die uitsluitend een dragende funktie heeft. Indien de putjes te diep zijn uitgesleten, wordt daarin een muntstuk gelegd, dat elke keer na het openleggen van de stenen wordt vervangen.

Bij vastwerk rust de klauw van het staakijzer op de afgeronde kop van de spil die een weinig boven de rijn uitsteekt. Rust de klauw op de bovenzijde van de brede rijn dan worden de bewegingen van de klauw

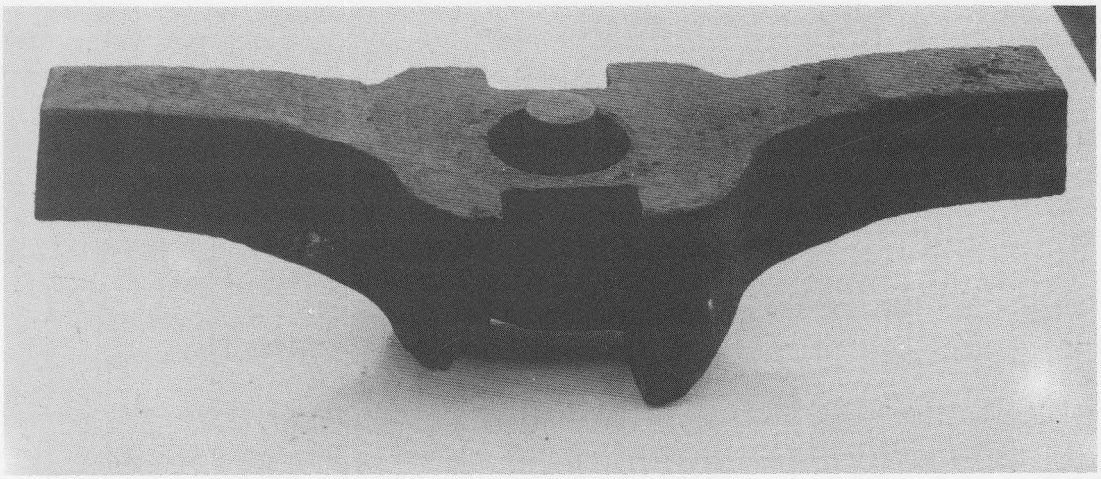


6.8. Een viertaks-kogelrijn.

gehinderd of worden op de loper overgebracht. Bij een kogelrijn dient, om dezelfde reden, de plaat boven de rijn uit te steken. Rust ook in dit geval de klauw op de rijn, dan raakt de loper gemakkelijk uit balans. De plaat vervangen is vaak bezwaarlijk. Eenvoudiger is het, tussen de klauw en de rijn, een bolvormige schijf aan te brengen.



6.9. Pennetjeswerk met een detail van de pen en het taatspotje.



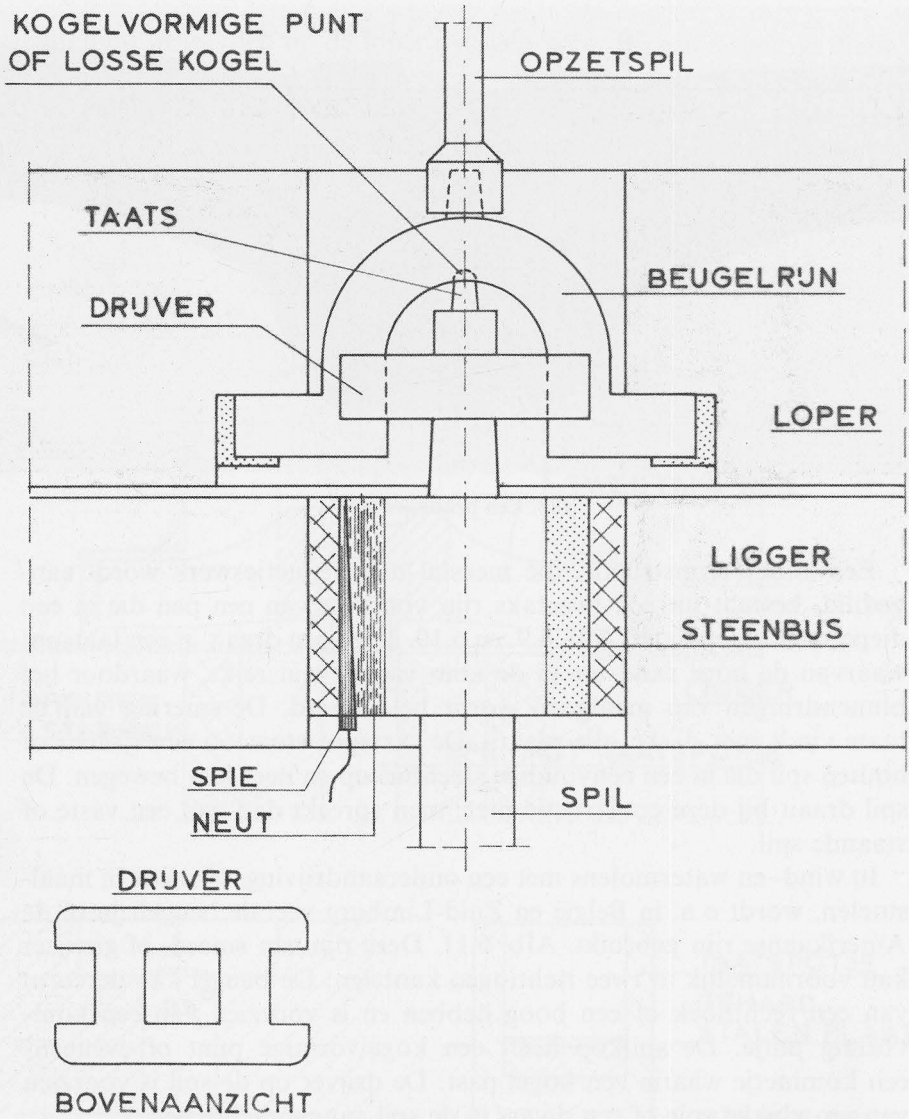
6.10. Een pennetjes-rijn.

Een andere constructie, die meestal met pennetjeswerk wordt aangeduid, bestaat uit een tweetaks rijn voorzien van een pen die in een diepe kom is geplaatst. Afb. 6.9. en 6.10. Deze pen draait in een taatspot waarvan de hoge rand tot in de kom van de rijn reikt, waardoor het binnendringen van maalgoed wordt belemmerd. De smering van de taats vindt met dikke olie plaats. De taatspot staat op een ijzeren of houten spil die in een eenvoudige steenbus op en neer kan bewegen. De spil draait bij deze constructie niet; men spreekt dan van een vaste of staande spil.

In wind- en watermolens met een onderaandrijving, alsmede in maalstoelen, wordt o.a. in België en Zuid-Limburg veel de beugelrijn of de Amerikaanse rijn gebruikt. Afb. 6.11. Deze rijn van smeed- of gietijzer kan voornamelijk in twee richtingen kantelen. De beugel kan de vorm van een rechthoek of een boog hebben en is voorzien van een komvormig putje. De spilkop heeft een kogelvormige punt of eveneens een kommetje waarin een kogel past. De drijver op de spil is voorzien van een vlakke spie of een dwars in de spil aangebrachte pen.

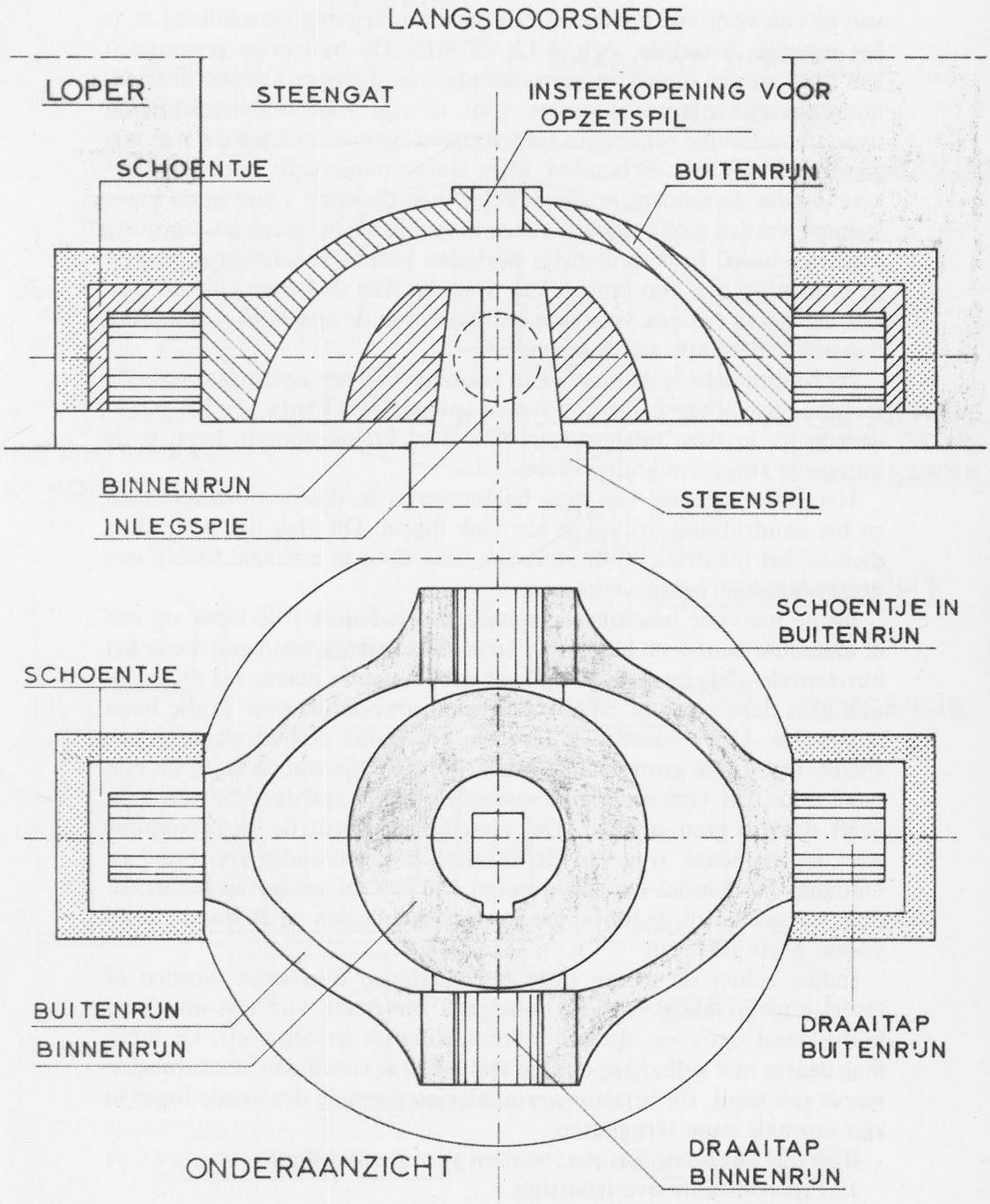
De rijn heeft in de dwarsrichting op de drijver enige speling. Om te voorkomen dat deze spleten door maalgoed verstoppen, is op de drijver een schijf geplaatst die het maalgoed verstrooit.

Een loper voorzien van een beugelrijn heeft een minder stabiele gang dan andere typen. Dit is te wijten aan de grote afstand tussen het ophangpunt op de spil (het aandrijfpunt) en het maalvlak. Door een afwijking in de stabiliteit ontstaat een verschijnsel dat hobbelen van de steen wordt genoemd.



6.11. Een beugelrijn. Deze rijn is alleen geschikt voor een onderaandrijving.

De beste balanceerrijn is de Engelse rijn. Deze balanceert niet op één, doch op vier punten hetgeen de stabiliteit zeer verhoogt. De rijn bestaat uit twee gietijzeren delen die vrij ten opzichte van elkaar kunnen bewegen. Dit systeem is afgeleid van de ring van Cardanus, ook cardanische ophanging genoemd, welke voor het eerst werd toegepast voor het horizontaal houden van een scheepskompas. Hoewel de uitvoering



6.12. Een Engelse balanceerrijn bestemd voor een onderaandrijving.

van de rijn voor een boven- en een onderaandrijving verschillend is, is het principe hetzelfde. Afb. 6.12. en 6.13. De buitenrijn is voorzien van twee tappen die elk in een schoentje van de loper kunnen draaien. Sommige molenbouwers pasten voor de rijn voor onderaandrijving twee afzonderlijke schoentjes toe; anderen twee schoentjes die met een gietijzeren ring zijn verbonden. Deze laatste constructie heeft de voorkeur omdat de schoentjes gemakkelijker in de juiste stand in de loper kunnen worden gezet, doch is alleen mogelijk als het steengat een grote diameter heeft. In de buitenrijn bevinden zich twee schoentjes waarin de binnenrijn met zijn tappen kan draaien. Aan de bovenzijde bevindt zich een gat of een nok voor de aandrijving van de opzetspil of speelman waarmede de schoe wordt bewogen.

Bij windmolens is de binnenrijn voorzien van een opening waarin de rechthoekige of vierkante kop van de spil past. De klauw van het staakijzer grijpt in twee uitsparingen. Om deze klauw door te laten is de buitenrijn ringvormig uitgevoerd.

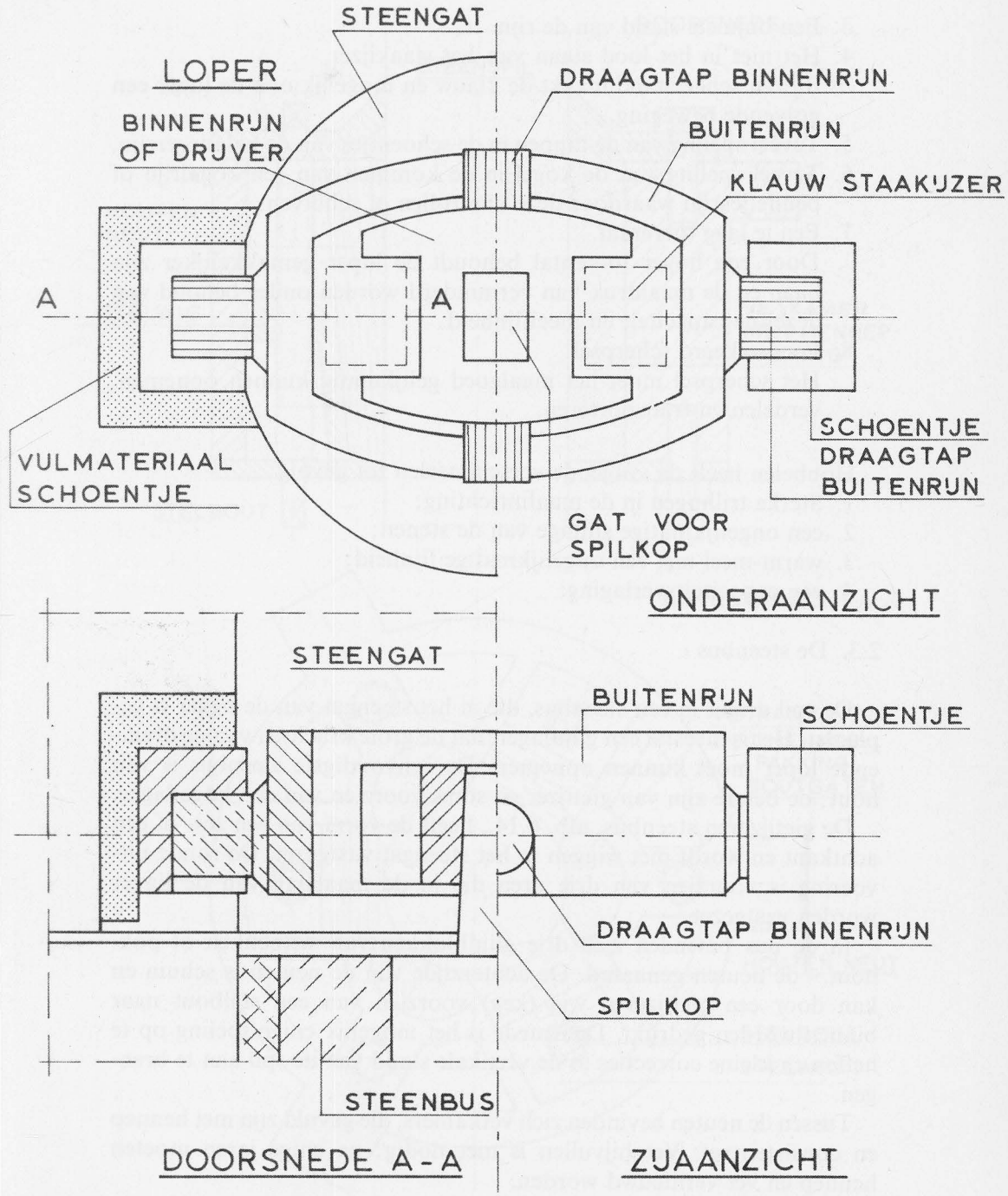
Het grote voordeel van deze balanceerrijn is, dat de ophangpunten en het aandrijfpunt vrijwel in één vlak liggen. Dit vlak ligt bovendien dichtbij het maalvlak en de steenbus, waardoor in normaal bedrijf een grote stabiliteit wordt verkregen.

Bij de hiervoor beschreven constructies balanceert de loper op een of meerdere punten en beschrijft, op snelheid zijnde, een baan die in het horizontale vlak moet liggen. Door de draaiende massa zal de steen, ook al is deze even uit balans gebracht, gewoonlijk weer in die baan terugkeren. Hoe zwaarder de loper en hoe groter de omtrek- of draaisnelheid is, des te groter zal de kracht moeten zijn om de steen uit zijn baan te krijgen. Ook een kleine verstelling van de spil door de steenlicht heeft daarop geen invloed. Dit verschijnsel wordt de gyroscopische werking genoemd, waarvan de draaitol een eenvoudig voorbeeld is. Ondanks het feit dat het zwaartepunt van een tol ver boven het draaipunt ligt, volhardt de tol bij grotere draaisnelheden in de stand die hij vooraf heeft gekregen.

Indien echter de stenen door het maalgoed overbelast worden of teveel ongelijkmatig verdeeld maalgoed opnemen, kan een afwijking in die stand optreden, die een schommeling tot gevolg heeft. De loper mag daarin niet volharden om een stuiteffect te vermijden, dat hobbelen wordt genoemd. Bij belastingvermindering moet de draaiende loper in zijn normale baan terugkeren.

Blijvend hobbelen kan o.a. worden veroorzaakt door:

1. Een constante overbelasting.
2. Speling in de steenbus.



6.13. Een Engelse balanceerrijn bestemd voor een bovenaandrijving.

3. Een onjuiste stand van de rijn.
4. Het niet in het lood staan van het staakijzer.
   Bij een scheefstand maakt de klauw en mogelijk ook de loper een golvende beweging.
5. Teveel speling van de tappen in de schoentjes van de balanceerrijn.
6. Teveel speling van de kogel in de kommen van een kogelrijn of pennetjesrijn waardoor deze kan rollen of schuiven.
7. Een te laag toerental.
   Door een hoger toerental behoudt de loper gemakkelijker zijn baan en de maaldruk kan verminderd worden onder behoud van dezelfde capaciteit en meelfijnheid.
8. Een verkeerd scherpsel.
   Het scherpsel moet het maalgoed gelijkmatig kunnen opnemen, verdelen en transporteren.

Hobbelen heeft de volgende verschijnselen tot gevolg:
1. Sterke trillingen in de maalinrichting;
2. een ongelijkmatige slijtage van de stenen;
3. warm-meel met een ongelijkmatige fijnheid;
4. een capaciteitsverlaging.

2.3. De steenbus

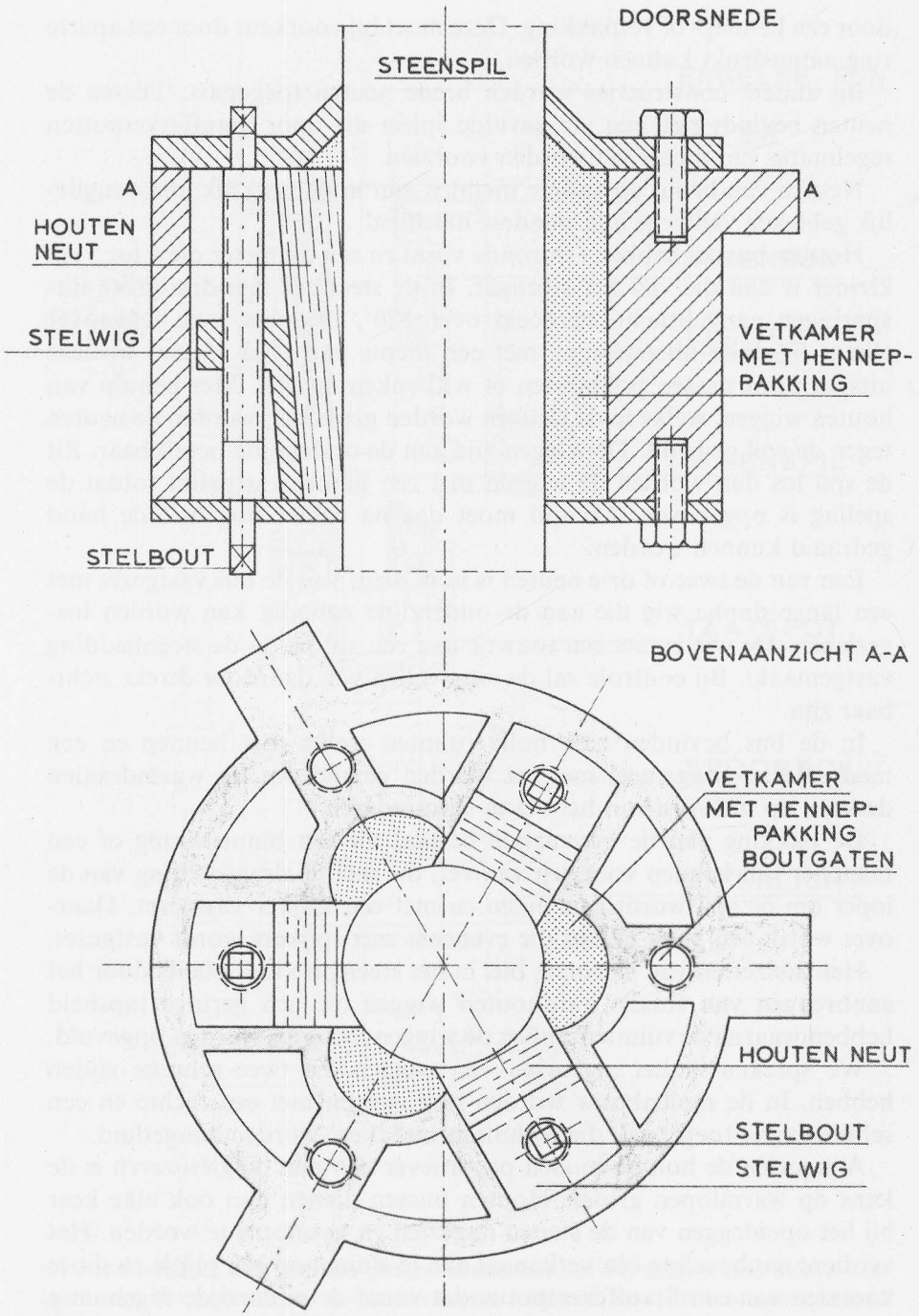
De spil draait in een steenbus, die in het steengat van de ligger is geplaatst. Het is meestal een glijdlager, dat de grote krachten van de draaiende loper moet kunnen opnemen. De eenvoudigste steenbus is van hout; de betere zijn van gietijzer en soms voorzien van een kogellager.

De gietijzeren steenbus, afb. 6.14., heeft de vorm van een zes- of een achtkant en wordt met wiggen in het steengat vastgezet. De ronde uitvoering is voorzien van drie oren die in de maallaag van de ligger worden vastgezet.

In de bus bevinden zich drie glijdblokken van witbeuken of pokhout – de neuten genaamd. De achterzijde van de neuten is schuin en kan door een gietijzeren wig (keg) voorzien van een stelbout naar binnen worden gedrukt. Daarmede is het mogelijk enige speling op te heffen en kleine correcties in de vertikale stand van de spil aan te brengen.

Tussen de neuten bevinden zich vetkamers, die gevuld zijn met hennep en consistentvet. Vet bijvullen is niet nodig; na enige jaren moeten hennep en vet vernieuwd worden.

De bus wordt aan de bovenzijde afgesloten met een deksel. Het binnendringen van zand en stof uit het maalgoed wordt verminderd



6.14. Een gietijzeren steenbus met hardhouten neuten.

door een hennep- of vetpakking. Deze moet bij voorkeur door een aparte ring aangedrukt kunnen worden.

Bij andere constructies worden brede neuten toegepast. Tussen de neuten bevindt zich een vet gevulde spleet die door Stauffervetpotten regelmatig van nieuw vet worden voorzien.

Neuten van brons en andere metalen zijn in de praktijk niet deugdelijk gebleken vanwege hun mindere hardheid.

Houten bussen hebben een ronde vorm en een diameter die 4 tot 5 cm kleiner is dan die van het steengat. In de steenbus zijn drie grote uitsparingen aangebracht, verdeeld over 120°, of soms twee tegenover elkaar liggende uitsparingen met een diepte van 10 à 15 cm. In deze uitsparingen passen pokhouten of witbeuken neuten. Met behulp van houten wiggen, welke in de sleuven worden geplaatst, worden de neuten tegen de spil gedrukt. De wiggen zijn aan de onderzijde bereikbaar. Zit de spil los dan worden de wiggen met een hamer vastgetikt totdat de speling is opgeheven. De spil moet daarna echter nog met de hand gedraaid kunnen worden.

Een van de twee of drie neuten is in de sleuf van de bus vastgezet met een lange dunne wig die aan de onderzijde zonodig kan worden losgeslagen. De wig is met een touwtje aan een spijker in de steenbedding vastgemaakt. Bij controle zal de uitgevallen wig daardoor direkt zichtbaar zijn.

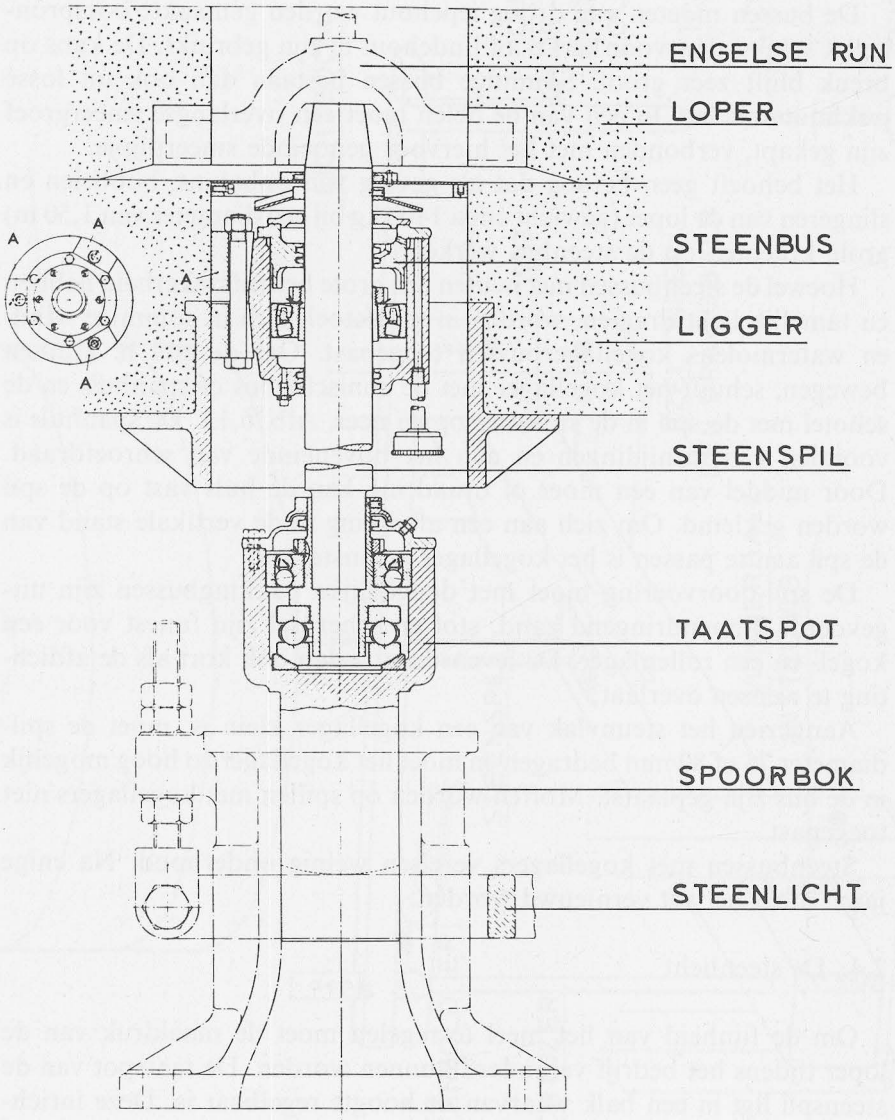
In de bus bevinden zich holle ruimten welke met hennep en een mengsel van roggemeel met vet worden gevuld om bij warmdraaien de kans op uitlopen van het vet te verminderen.

De pakking aan de bovenzijde bestaat uit een binnenkraag of een manchet van hennep voorzien van vet, die met de draairichting van de loper om de spil wordt gewonden en met een spijker vastgezet. Daarover wordt een plaat gelegd die eveneens met spijkers wordt vastgezet.

Het vastzetten van de ronde bus in het steengat vindt plaats door het aanbrengen van smalle hardhouten wiggen die een geringe tapsheid hebben waarna de ruimten tussen de wiggen met gips worden opgevuld.

We spreken in het algemeen van wiggen die twee schuine zijden hebben. In de molenbouw worden ook wiggen met een rechte en een schuine zijde toegepast, die technisch met 'keg' worden aangeduid.

Aangezien de houten bussen primitiever zijn dan de gietijzeren is de kans op warmlopen groter. Houten bussen dienen dan ook elke keer bij het openleggen van de stenen nagezien en gesmeerd te worden. Het verdient aanbeveling één vetkanaal aan te sluiten op een pijpje en dit te voorzien van een Stauffervetpot zodat vanaf de onderzijde regelmatig vet kan worden toegevoerd.



6.15. Het bovenste deel geeft een gietijzeren steenbus met een zelfinstellend SKF-rollenlager weer. Het onderste deel van de tekening geeft de taats weer, die in een zelfinstellend SKF-kogellager en een SKF-kogeldruklager draait van de spoorbok in een maalstoel. (Tek. SKF)

De bussen moeten van droog iepehout worden gemaakt; oorspronkelijk schijnt daarvoor berke- of lindehout te zijn gebruikt. De kans op breuk blijft zeer groot. Sommige bussen bestaan dan ook uit losse pokhouten delen. In een van de delen moet een overlangse smeergroef zijn gekapt, verbonden met het hiervoor genoemde smeerpijpje.

Het behoeft geen betoog dat als gevolg van onbalans, hobbelen en slingeren van de loper (gewicht circa 1400 kg bij een diameter van 1,50 m) grote krachten op de steenbus werken.

Hoewel de steenbussen met neuten een grote bedrijfszekerheid hebben en tamelijk licht draaien, worden in maalstoelen en in sommige wind- en watermolens kogellagerbussen toegepast. Om de spil te kunnen bewegen, schuift het kogellager met de conische bus of spanhuls en de schotel met de spil in de steenbus op en neer. Afb. 6.15. De spanhuls is voorzien van insnijdingen en aan het boveneinde van schroefdraad. Door middel van een moer of draadring kan de huls vast op de spil worden geklemd. Om zich aan een afwijking in de vertikale stand van de spil aan te passen is het kogellager zelfinstellend.

De spil-doorvoering moet met deugdelijke pakkingbussen zijn uitgevoerd. Binnendringend zand, stof en scherpsel zijn funest voor een kogel- en een rollenlager. De levensduur is dan ook kort als de afdichting te wensen overlaat.

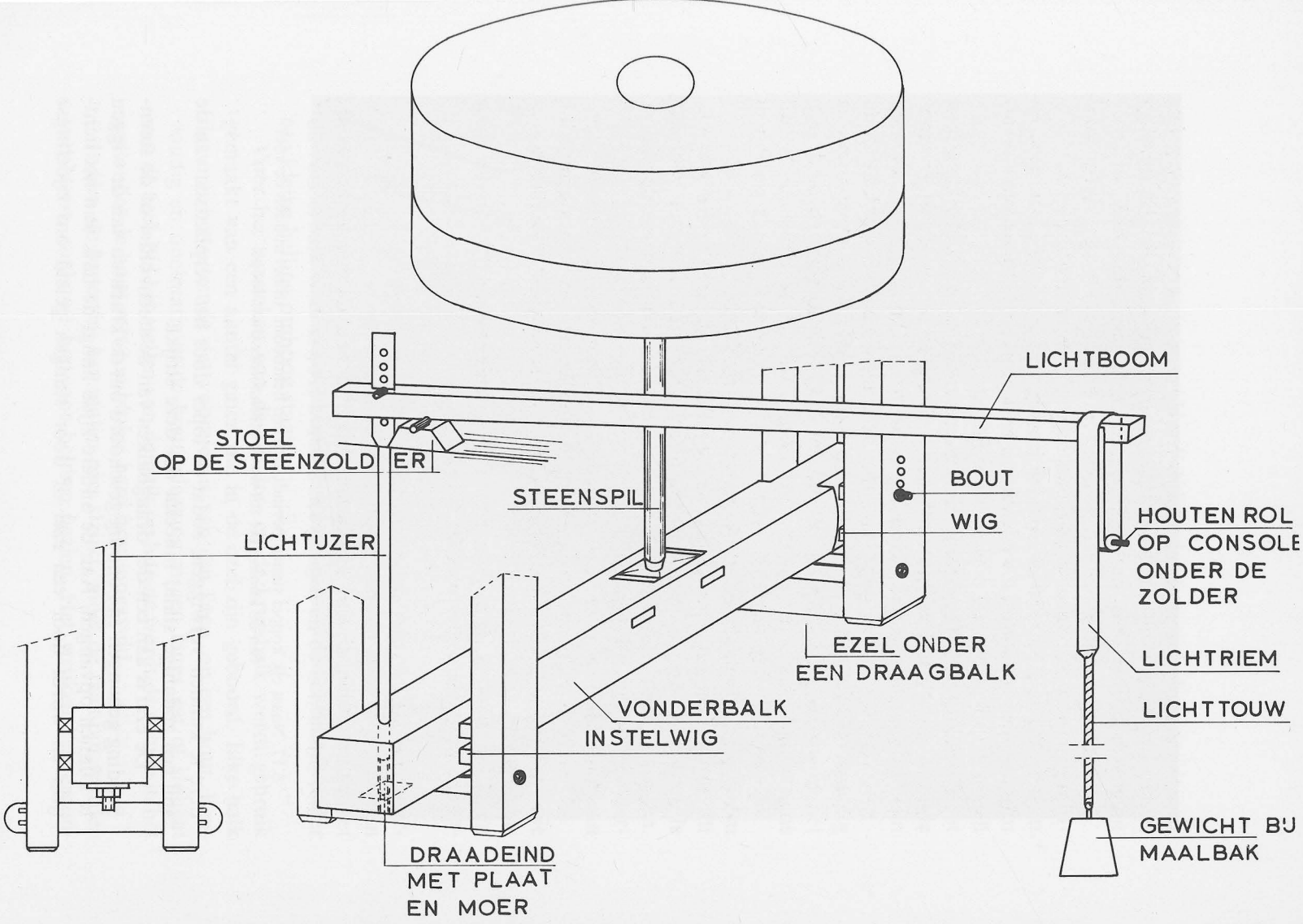
Aangezien het steunvlak van een kogellager klein is, moet de spildiameter 75 of 80 mm bedragen en moet het kogellager zo hoog mogelijk in de bus zijn geplaatst. Moffen worden op spillen met kogellagers niet toegepast.

Steenbussen met kogellagers vereisen weinig onderhoud. Na enige jaren moet het vet vernieuwd worden.

2.4. De steenlicht

Om de fijnheid van het meel te regelen moet de maaldruk van de loper tijdens het bedrijf veranderd kunnen worden. De taatspot van de steenspil ligt in een balk waarvan de hoogte regelbaar is. Deze inrichting wordt de steenlicht of de licht genoemd. Door de maaldruk te verhogen wordt de molen tevens afgeremd en bij vermindering van de maaldruk kan de snelheid toenemen.

In de eenvoudigste uitvoering bestaat deze uit een vonder- of pasbalk, die de taatspot en de spil draagt, en een handbediende lichtboom waarmee de balk op en neer kan worden bewogen. Afb. 6.16. De vonderbalk rust aan een zijde op een ijzeren bout die in een ezel is gestoken. Tussen de ezel en de vonderbalk moet enige ruimte zijn om



6.16. Een eenvoudige steenlicht bestaande uit een vonderbalk en een lichtboom. Het linker vrije uiteinde op de tekening dient in een houten ezel of door stangen zodanig te worden geleid, dat de vonderbalk op deze plaats geen zijwaartse bewegingen kan maken.

6.17. Naast elk koppel stenen bevindt zich een lichtboom. In het midden de voet van de koning die tot op de steenzolder door loopt.

deze te kunnen verwiggen, zodat de loper door het verplaatsen van de spil een zodanige stand inneemt dat deze strijkt.

De ezel is aan een der draagbalken van de steenzolder of de steenbedding gehangen en zonodig geschoord om de krachten van de wiggen te kunnen opvangen. Aan de andere zijde hangt de balk aan het lichtijzer en wordt door een ezel of door stangen geleid om zijdelingse

bewegingen te voorkomen. Het lichtijzer heeft aan de bovenzijde een plat gesmeed einde voorzien van gaten om de lichtboom te kunnen versteken, en aan de onderzijde schroefdraad voor een fijninstelling van de hoogte.

In windmolens bevindt de lichtboom zich boven of onder de steenzolder en ligt met een bout op een stoeltje. Afb. 6.17. De oplegging en de ophanging kunnen veranderd worden door kepen die in de lichtboom zijn aangebracht. Aan de andere zijde van de lichtboom bevindt zich een riem. Deze riem is aan één zijde tegen de lichtboom gespijkerd, loopt vervolgens over een lager geplaatste houten rol weer terug over de lichtboom. Het einde van de riem is voorzien van een (licht)touw en een gewicht, dat bij de meelbak hangt.

De grootte van het gewicht en de wrijving van de riem moeten zodanig zijn, dat de lichtboom in de gegeven stand blijft staan en er voor het verplaatsen enige kracht nodig is. Deze lichtboomrem wordt wel eens 'de haal' genoemd.

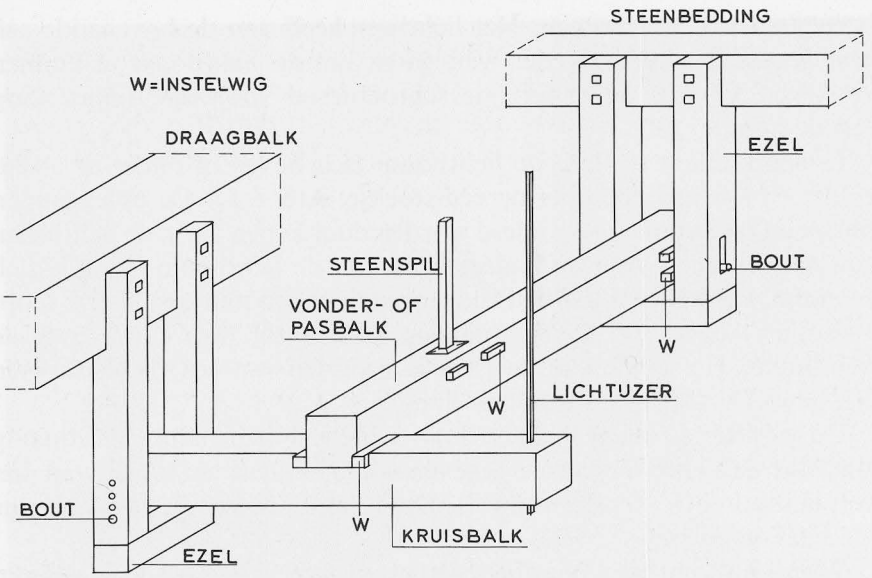
Wordt het lichttouw naar beneden getrokken, dan trekt de lichtboom de vonderbalk naar boven, de loper wordt gelicht en de maaldruk wordt kleiner. Loopt de steen vrij, dan spreekt men van het uitlichten van de steen. In bedrijfstoestand moet de vonderbalk vrijwel horizontaal liggen. Beweegt men het lichttouw naar boven, dan zal de lichtboom de vonderbalk laten zakken en wordt de maaldruk groter. Men spreekt dan van 'het bijhouden' van de steen.

Het gewicht dat aan het lichttouw hangt, is bij deze constructie tamelijk groot, bijvoorbeeld 25 kg. Bovendien is de slag die de lichtboom maakt klein, om de loper iets te lichten of bij te houden. Een en ander is afhankelijk van de afmetingen en de overbrengingsverhoudingen van de lichtboom en de vonderbalk.

Betere mogelijkheden biedt een kruisvonder. Afb. 6.18. De vonderbalk is daarbij op een kruisbalk gelegd, die aan één zijde in een ezel en aan de andere zijde aan de lichtboom hangt. In bedrijfstoestand moet de vonderbalk weer vrijwel horizontaal hangen en de lichtboom onder een kleine helling omhoog staan.

Voor het versteken van de vonder- en de kruisbalk wordt gebruik gemaakt van een aantal gaten die in de ezel zijn geboord. Elke balk ligt met het uiteinde dat voorzien is van een keep, op een bout. Eenvoudig en doelmatig is de boutoplegging in een langs gat of slobgat van de ezel. Na het stellen van de balk op hoogte wordt de ruimte in het gat onder de bout met een blokje hard hout opgevuld...

Indien de loper bij het malen niet strijkt, moet de taatspot worden verplaatst, zoals we hiervoor hebben gezien. Het strijken kan gecon-



6.18. De kruisvonder.

troleerd worden door de loper zover te lichten dat deze de ligger juist raakt. Bij windmolens moet daarvoor een tijdstip worden gekozen, waarbij de molen langzaam en regelmatig draait. De toevoer van het maalgoed, bijvoorbeeld gerst of tarwe, moet daarbij gering zijn. Door zo dicht mogelijk onder de ligger te gaan staan, kan op het gehoor bepaald worden of de loper langs het gehele maalvlak de ligger raakt. Het geluid moet op alle plaatsen even sterk zijn. Is het geluid op één plaats sterker, dan strijkt de loper niet en is de fijnheid van het meel onregelmatig. In dit geval moet de spil meestal in de richting van het geluid verplaatst worden. Dit kan geschieden door de taatspot of de vonderbalk te verwiggen. Vooral bij vastwerk is de invloed daarvan aanzienlijk.

Is de druk van de loper bijvoorbeeld te groot op een lijn haaks op de vonderbalk gelegen, dan kan deze druk verminderd worden door de vonderbalk op de kruisbalk te verwiggen. Vertoont de afwijking zich over een lijn die boven de vonderbalk loopt, dan moet de taatspot in de langsrichting van de vonderbalk verwigd worden.

Strijkt de loper goed, doch kan niet of onvoldoende uitgelicht worden, dan moet bij een grote afwijking het lichtijzer op de lichtboom worden verstoken. Bij een kleine afwijking kan de kruisbalk op het draadeinde worden versteld.

Na deze ingrepen moet weer gecontroleerd worden of de spil in bedrijf vertikaal staat, de vonderbalk horizontaal ligt en de loper strijkt. De slag die de lichtboom kan maken is bij een kruisvonder meestal groter dan bij een enkelvoudige steenlicht, zodat de bediening eenvoudiger en de regelmogelijkheid beter is. Het gewicht aan de lichtboom is kleiner en bedraagt circa 5 tot 10 kg.

2.5. De steenkuip

De molenstenen zijn omgeven door een steenkuip welke op het ringhout is geplaatst. De kuipdiameter is 10 tot 15 cm groter dan de diameter van de stenen. Door de steenkerven wordt het meel naar de buitenomtrek gedreven en door de snelheid meegevoerd naar de uitloop in het ringhout. Toch verzamelt zich een aanzienlijke hoeveelheid meel in deze ruimte, het ringmeel genaamd; in het bijzonder bij langzaam draaiende molens. Om zoveel mogelijk meel mee te nemen werd de onderste ijzeren band van de loper voorzien van een uitsteeksel.

Aangezien dit ringmeel langdurig blijft liggen en aan bederf onderhevig is, verdient het aanbeveling een strijker of jager op de loper aan te brengen. Deze bestaat uit een ijzeren strip die aan een hard houten pen in een van de onderste boutgaten van de loper is gestoken. De strijker doorloopt de ring en drijft het meel naar de uitloop.

De ronde kuip is opgebouwd uit houten delen welke op een boven- en een onderring zijn gespijkerd... Bij zeer oude maalinrichtingen komen nog achtkante kuipen voor. Hierbij blijft echter in de hoeken tamelijk veel meel achter. Bij onderaandrijving kunnen de kuipen uit één geheel bestaan; bij een bovenaandrijving meestal uit drie of vier delen die met doorlopende ijzeren pennen of zware haken met elkaar zijn verbonden. Bij een bovenaandrijving is een gedeelde kuip noodzakelijk; in de andere gevallen is een gedeelde kuip gemakkelijker bij het openleggen van de stenen.

De bovenzijde van de kuipen wordt afgesloten met een gedeeld deksel, ook maanstuk genoemd. Kuipen van plaatijzer of met een plaatijzeren bekleding hebben het bezwaar dat de waterdamp uit het meel en de lucht tegen het koude oppervlak condenseert. Bij het malen is het meel aanvankelijk koel, doch na enige tijd zal de temperatuur toenemen. De meeltemperatuur hangt af van de maaldruk en de belasting van de stenen door het maalgoed. Door de temperatuurverhoging verdampt een hoeveelheid graanvocht. De lucht in de steenkuip wordt warmer en kan daardoor meer waterdamp opnemen. Deze lucht die langs de kuip strijkt, koelt in die omgeving af. De waterdamp in de lucht condenseert en waterdruppeltjes zetten zich af op de wanden. Het meel vormt met

de waterdruppeltjes een brei die op de duur gaat schimmelen en rotten.

Bij motoraandrijving kan de kans op condenseren worden verminderd, door de kuip en het maalgoed intensief te ventileren of een mechanische meel afzuiging toe te passen. In de vaktaal wordt dit ventileren-aspireren genoemd. Het condenseren op een ijzeren kuipvlak kan worden tegengegaan door de binnenzijde te bekleden met een isolatiemateriaal, bijvoorbeeld een glas- of een steenwoldeken, en deze af te werken met een dunne houten beplating van watervast multiplex.

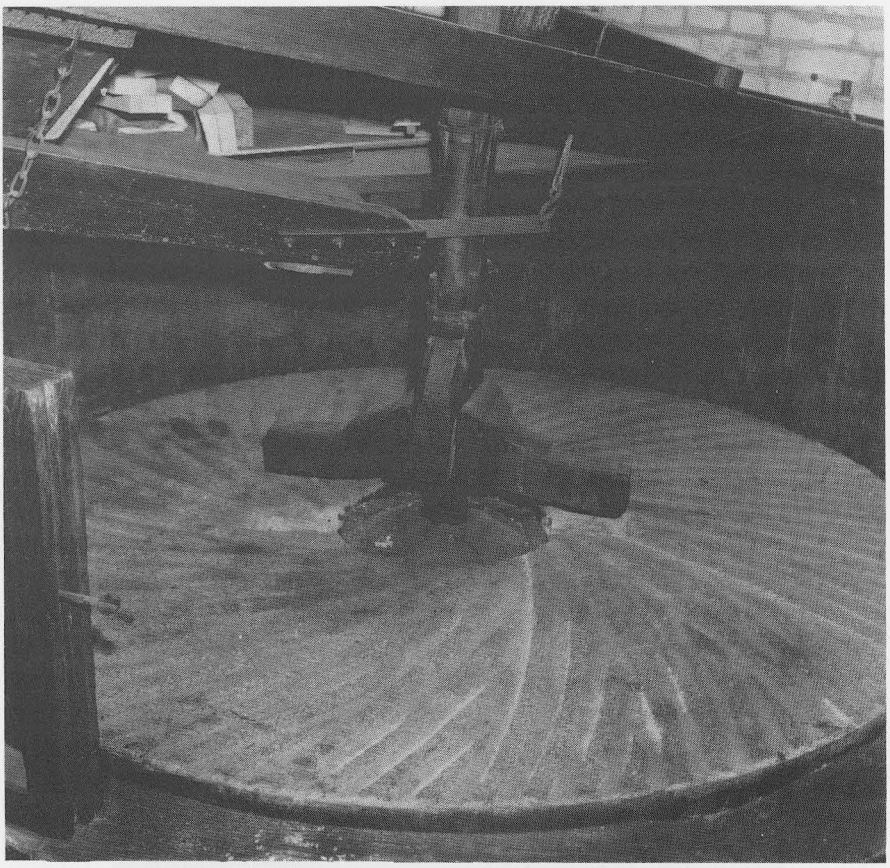
Vanaf de uitloop in het ringhout voert een meelpijp of meelkoker naar de meelbak op de maalzolder of de maalvloer. De meelbak met een bodem of vloer van hardhout is gedeeltelijk open en aan de bovenzijde afgedekt met een juten slab om het uittreden van meelstof te verkleinen. Bij de uitloop is onder de meelbak vaak een slab van zeildoek bevestigd, die in de meelzak hangt om morsen te voorkomen. Bij wind- en watermolens met een steenzolder hangt de meelbak aan houten schoren, welke aan de steenzolder zijn bevestigd.

Bij het malen van tarwe kan door de grote valhoogte in de koker ontmenging van het meel optreden. Zwaardere deeltjes hebben een grotere valsnelheid dan lichte en grotere deeltjes, zoals zemelen. Deze hebben een grotere luchtweerstand en daardoor een geringere valsnelheid. Door in de koker een of twee knikken aan te brengen, kan ontmenging worden tegengewerkt. Om dezelfde reden wordt ook een schuifplank, soms voorzien van een aantal tanden in de meelkoker aangebracht.

Onder de meelbak wordt wel eens een stoel geplaatst waarvan de zitting in een aantal gaten kan worden verstoken. Hierdoor is het mogelijk zakken van verschillende grootte aan de haken van de meelbak te hangen zonder dat deze uitscheuren.

De voorzijde van de zak wordt opengehouden door een haak verbonden met een touw, voorzien van een contragewicht, dat over een schijfje onder de steenzolder loopt. Bij het vervangen van de zak wordt de haak in een kram op de meelbak gehaakt. Om het meel op te houden wordt een soms fraai geprofileerde of besneden hard houten meelplank achter twee leggers in de meelbak geplaatst. Een goede afsluiting wordt verkregen als de onderzijde van de leggers circa 2 cm van de bodem reikt. Deze meelplank is bij windmolens bevestigd aan een stok die tot op de maalzolder reikt en vanaf deze plaats kan worden bediend.

De vloer van een nieuwe meelbak moet van oud droog iepe- of eikehout worden gemaakt om kromtrekken en daardoor vervorming en openspringen van de meelbak te voorkomen. Bovendien sluit de meelplank bij een kromme vloer niet af, zodat veel meel wordt gemorst.

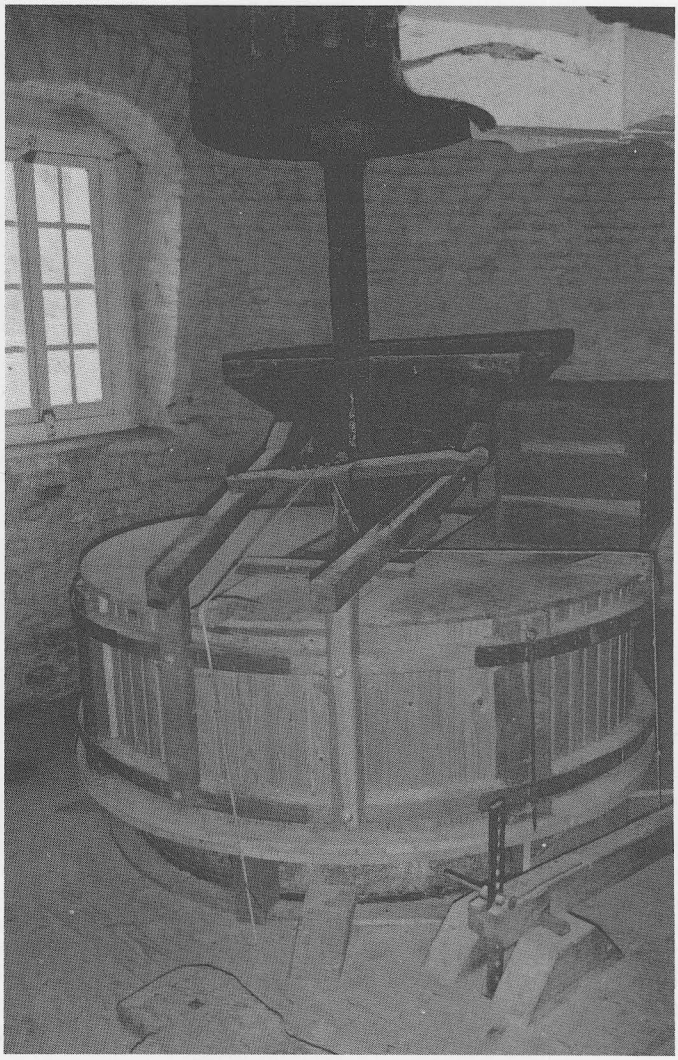


6.19. Een gedeeltelijk open gelegde maalinrichting. In de ligger bevindt zich een houten steenbus en op de spil een tweetaks-pennetjesrijn. Tegen het staakijzer ligt de ijzeren aanslag van de schoe met de ophangpees over de regelboom. Op de voorgrond het ringhout onder de open kuip.

2.6. Het kaar, de schoe en de regeling van de toevoer van het maalgoed

Het maalgoed wordt in een houten kaar gestort, dat op twee schuin liggende kaarbomen of op een stoel rust. Het kaar heeft de vorm van een omgekeerde pyramide en is van vure- of grenehout vervaardigd. Voor het gemak van de molenaar moet het kaar laag zijn, een groot instortoppervlak hebben en niet te zwaar zijn. Om onduidelijke redenen worden karen tegenwoordig soms van eikehout gemaakt. Deze zijn duur en bovendien niet te hanteren, als het kaar moet worden verplaatst om de schoe en de krop schoon te maken.

De kaarbomen zijn door middel van een pen- en gatverbinding op



6.20. Vooraanzicht van een maalinrichting. Vóór het staakijzer ligt op de kaarbomen de regelboom welke is voorzien van houten pennen. Op de ene kaarboom bevindt zich het draaipunt, op de andere kan de regelboom over een houten of ijzeren vertanding worden verplaatst. Tussen de pennen hangt de pees of een soepel staalkabeltje van de schoe, dat in een touw overgaat en naar de meelbak voert. Met het touw rechts op het kuipdeksel kan de grootte van de slag van de schoe geregeld worden. Op de voorgrond het draaipunt van de licht met de versteekinrichting.

vier stijlen van de steenkuip gelegd. Om kantelen bij het plaatsen van de zak op de rand te voorkomen, moeten de bomen zo ver mogelijk zijn uitgebouwd en zijn voorzien van steunlatjes tegen de zijkanten van het kaar ter hoogte van de kaarbomen. Naar voren schuiven wordt voorkomen door klosjes die vóór de steunlatten op de kaarbomen zijn aangebracht. Naast het kaar staat op het verbreede kuipdeksel een kist of een bank op vier poten waarop de zakken voor het omschudden worden geplaatst.

De uitloop van het kaar is voorzien van een schuif om de toevoer van het maalgoed naar de schoe te regelen, die onder het kaar hangt.

De schoe is een houten bakje dat aan de zijkanten met kettinkjes voorzien van dunne en grote schakels met behulp van haken aan de kaarbomen is opgehangen. De betere oude schoeconstructies bezaten aan de voorzijde een strip van magneetijzer voor het vasthouden van ijzeren verontreinigingen. Ook werd een dubbele bodem toegepast voor het opvangen van fijn korrelige verontreinigingen, zoals zand en gruis... De bovenplaat is daarbij geperforeerd en de bodem hellend naar achter gelegd.

De vloer van de schoe loopt aan de achterzijde door en is voorzien van een gat, waarin een ijzeren pen is gestoken die op de kruipring is vastgezet. Om de pen kan de schoe heen en weer bewegen. Ontbreekt deze pen dan maakt de schoe een ongecontroleerde schommelende beweging. Aan de voorzijde van de schoe is tegen een van de zijkanten een ijzeren of een met ijzer beklede houten aanslag aangebracht waaraan de schoe boven het steengat is opgehangen (zie afb. 6.23.). De aanslag wordt door het staakijzer of een opzetspil heen en weer bewogen. Ter hoogte van de aanslag is het staakijzer bekleed met twee of vier hard houten latjes - de klapspanen. Door de dikte en het aantal klapspanen, te weten: twee of vier, worden de grootte en de regelmaat van de uitslag bepaald. Vier klapspanen geven een regelmatiger en kortere beweging bij een omwenteling van het staakijzer dan twee klapspanen.

Bij een onderaandrijving van de stenen, zoals in veel watermolens en bij maalstoelen met motoraandrijving, wordt de opzetspil gebruikt. Deze spil is voorzien van een vaste of een in hoogte verstelbare ijzeren ster met drie of vier nokken. De opzetspil is aan de onderzijde vierkant uitgevoerd of voorzien van een dop die op een nok van de rijn past. De bovenzijde draait in een houten lager welke tussen de kaarbomen of op de kaarstoel is aangebracht.

Het tikkende geluid van de klapspanen of de ster tegen de aanslag, is voor molens karakteristiek en voor de molenaar een aanduiding voor het toerental van de loper.

De aanslag is verbonden met een touw, dat via enige leirollen, welke op het kuipdeksel zijn aangebracht naar de meelbak loopt en daar op een wervel wordt vastgezet. Daarmede kan de schoe van het staakijzer worden weggetrokken of kan de grootte van de aanslag enigermate worden geregeld.

Bij een regelmatige schudbeweging zal een constante hoeveelheid maalgoed in het steengat vallen. Bij een brede uitloop van de schoe en een kleine diameter van het steengat moet de uitslag beperkt zijn om te vermijden dat de korrels kunnen wegspringen en zich over de draaiende loper naar de omtrek bewegen en in het meel terechtkomen. Bij het malen van tarwe is dit hinderlijk. Door in het steengat een ijzeren bus te plaatsen, waarvan de bovenrand zo dicht mogelijk onder de schoe ligt, kan het euvel worden verholpen.

De aanslag is opgehangen aan een pees of aan een soepel staalkabeltje, dat op een regelboom ligt en verder verbonden is met een touw. Bij eenvoudige constructies eindigt het touw op een houten windklos die met een pen in een van de kaarbomen is gestoken of om een wervel is geslagen.

De regelboom ligt over de kaarbomen. Aan de ene zijde is deze om een bout draaibaar; de andere zijde ligt met een mes op een ijzeren of houten lijst, voorzien van een vertanding.

Op de regelboom zijn pennen of kepen aangebracht waardoor de pees op een andere plaats kan worden gehangen. Daarmede heeft men twee regelmogelijkheden. Door de regelboom naar een lager punt te verplaatsen wordt de helling van de schoe groter. Door de pees dichter naar het midden van het steengat te plaatsen, wordt de aanslag vaster tegen het staakijzer getrokken en worden voornamelijk de slagen krachtiger.

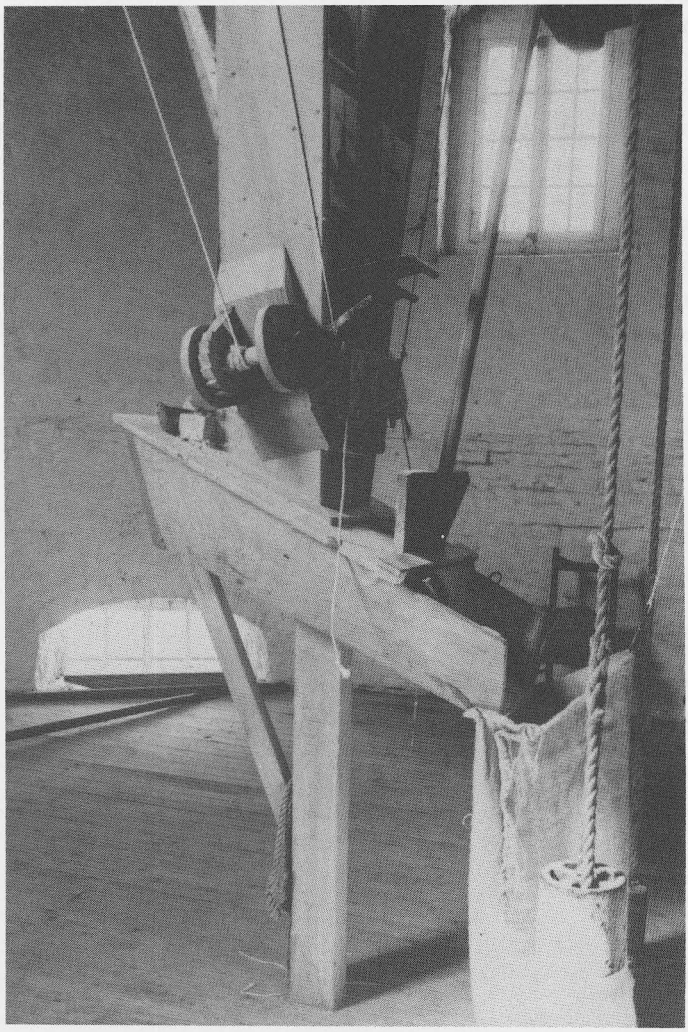
Voor een doelmatig bedrijf en voor het gemak van de molenaar moet het bijstellen van de regeling vanaf de meelbak kunnen plaatsvinden. Is zo'n afstandsbediening niet aanwezig dan is de molenaar genoodzaakt regelmatig naar de steenzolder te lopen om de toevoer van het maalgoed te regelen. Vooral bij tarwemalen bewijst zo'n inrichting nuttige diensten.

Daarvoor bestaan de volgende constructies:

1. Het verbindingstouw met de pees is om een houten asje in een stoeltje op de meelkoker geslagen voorzien van een palwiel met pal. Door het palwiel naar voren te bewegen, windt het touw zich op en wordt de schoe opgetrokken. Afb. 6.21.

2. Een verstelboom, volgens het principe van de lichtboom van de steenlicht. De rem of de haal welke op de meelkoker is aangebracht,

bestaat uit een soepel riempje dat aan de langste zijde over de boom is geslagen. Aan het andere uiteinde kan de boom om een bout op en neer bewegen. Tussen de haal en de bout is het bedieningstouw bevestigd, dat via geleiderollen naar de pees van de schoe loopt. Door het gewicht aan de haal naar beneden te trekken, wordt de schoe opgetrokken en valt minder maalgoed in het steengat; door de haal naar boven



6.21. De meelbak met twee meelkokers op de maalzolder. Met het linkertouw op het houten asje met palwiel wordt de helling van de schoe geregeld. Met het touw op de wervel wordt de slag van de schoe geregeld of kan de schoe worden weggetrokken. Op de voorgrond de touwen met de gewichten van de steenlichten.

te bewegen, zakt de schoe waardoor meer maalgoed invalt. De voeding kan buiten werking worden gezet, door de haal geheel naar beneden te trekken.

3. Het regelen van de aanslag.

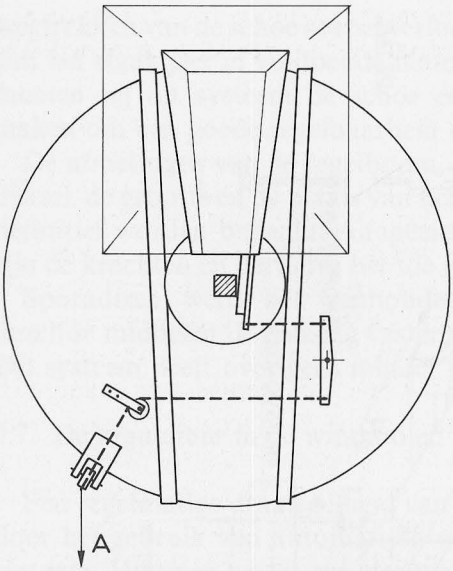
Op de onder punt 3 genoemde regeling gaan we wat dieper in. Voor een goede regeling van de toevoer van het maalgoed, het keuren zegt men in het zuiden, moet de helling van de schoe zo klein mogelijk zijn. Immers het maalgoed mag niet uit zichzelf doch uitsluitend door de schudbeweging in het steengat vallen. De sterkte van de aanslag wordt bijvoorbeeld geregeld door de plaats van de pees op de regelboom.

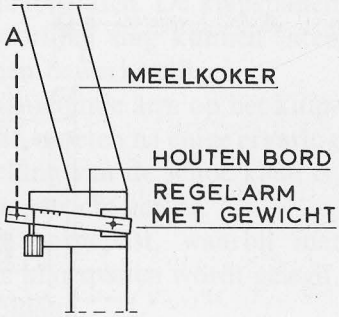
Als de molen sneller gaat draaien, vragen de stenen meer maalgoed. Door de grotere snelheid zal het staakijzer of de opzetspil de schoe vaker aanslaan, zodat meer maalgoed in het steengat valt. De toegevoerde hoeveelheid maalgoed is echter niet evenredig met het aantal aanslagen. Wordt het toerental tweemaal zo groot dan moet bij een hellende schoe meer dan de dubbele hoeveelheid maalgoed in het steengat vallen. De juiste helling moet bij elk maalgoed, ook bij verschillende tarwesoorten, opnieuw worden bepaald.

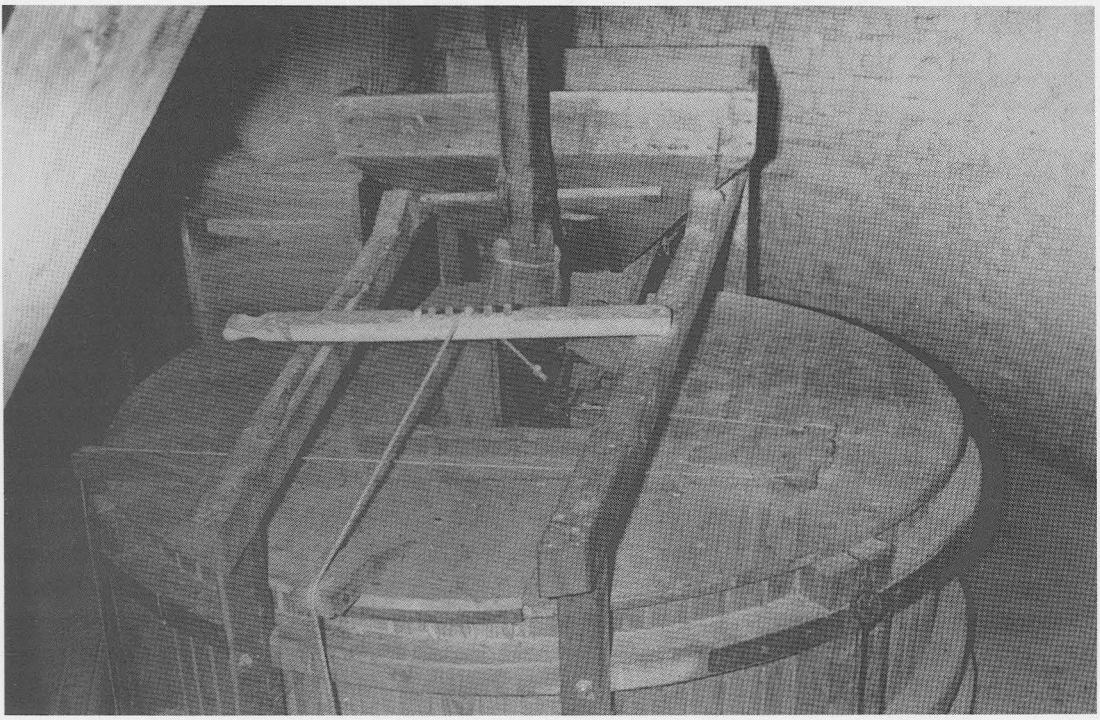
Bij het malen van de meeste graansoorten voldoet een eenvoudige regeling, zoals hiervoor beschreven, uitstekend; doch bij het malen van tarwe dient bovendien een fijnere regeling van de grootte van de uitslag aanwezig te zijn. Deze regeling heeft enige bekendheid als de afhouder-regeling. Afb. 6.22. en 6.23.

Op een houten deel, bijvoorbeeld op de meelkoker boven de meelbak, bevindt zich daarbij een regelboom. Aan het ene uiteinde kan deze om een bout scharnieren. Aan het andere uiteinde is een soepel touw bevestigd, dat via geleiderollen en een scharnierende arm op het kuipdeksel aan de zijkant op de aanslag van de schoe is bevestigd. Op de boom bevinden zich inkepingen waarin een oog met een gewicht hangt. De regelboom is dus blijvend aangetrokken, volgt de bewegingen van de schoe en gaat met deze op en neer. Wordt het gewicht nu verder van het draaipunt verplaatst, dan wordt de aanslag gedeeltelijk van het staakijzer weggetrokken en wordt de slag kleiner. De schoe levert nu minder maalgoed. Wordt het gewicht in de richting van het draaipunt geschoven, dan verplaatst de aanslag zich in de richting van het staakijzer. De slag wordt iets groter en er valt meer maalgoed in het steengat. Deze situatie kan optreden als de snelheid van de molen is toegenomen en de automatische toevoer deze snelheid niet kan volgen. In deze situatie vragen de stenen meer maalgoed en moet de molenaar bijregelen.

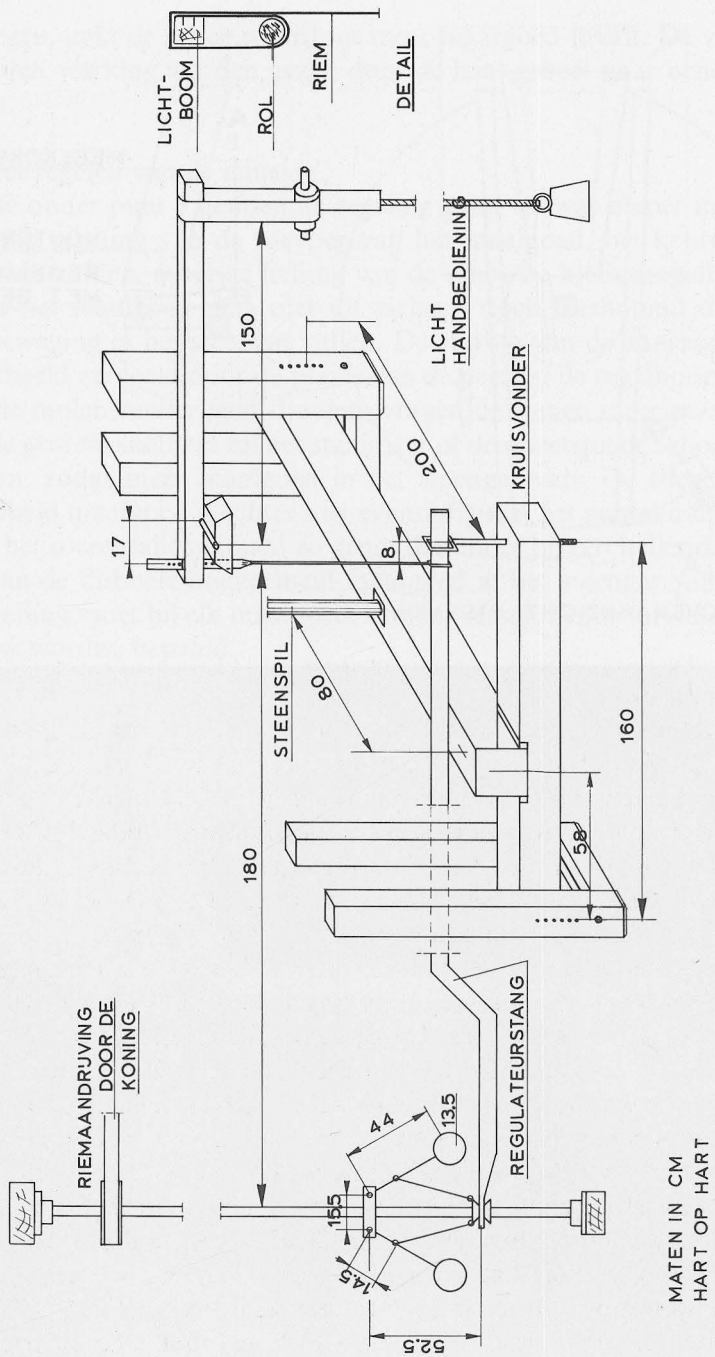
De plaats van de pees op de regelboom moet zodanig zijn, dat het







6.22. De afhouder-regeling.



6.23. De bediening van de vonder met een trekregulateur en lichtboom.

wegtrekken van de schoe soepel verloopt en het terugvallen in de richting van het staakijzer in voldoende mate kan plaatsvinden. De klapspanen moeten bij dit systeem de schoe een behoorlijke slag kunnen laten maken om een goede regelbaarheid te kunnen bewerkstelligen.

De afmetingen van de regelboom, de scharnierende arm op het kuipdeksel, de grootte en de plaats van het gewicht, moeten na enige ervaring definitief worden bepaald. Aangezien de helling van de schoe klein is, zijn de krachten en derhalve het toe te passen gewicht gering.

Sporadisch werd het aanhoudersysteem toegepast, waarbij met dezelfde middelen de aanslag vaster tegen de klapspanen wordt gelegd. Dit systeem heeft overigens minder goed voldaan.

2.7. De regulateur in de windmolen

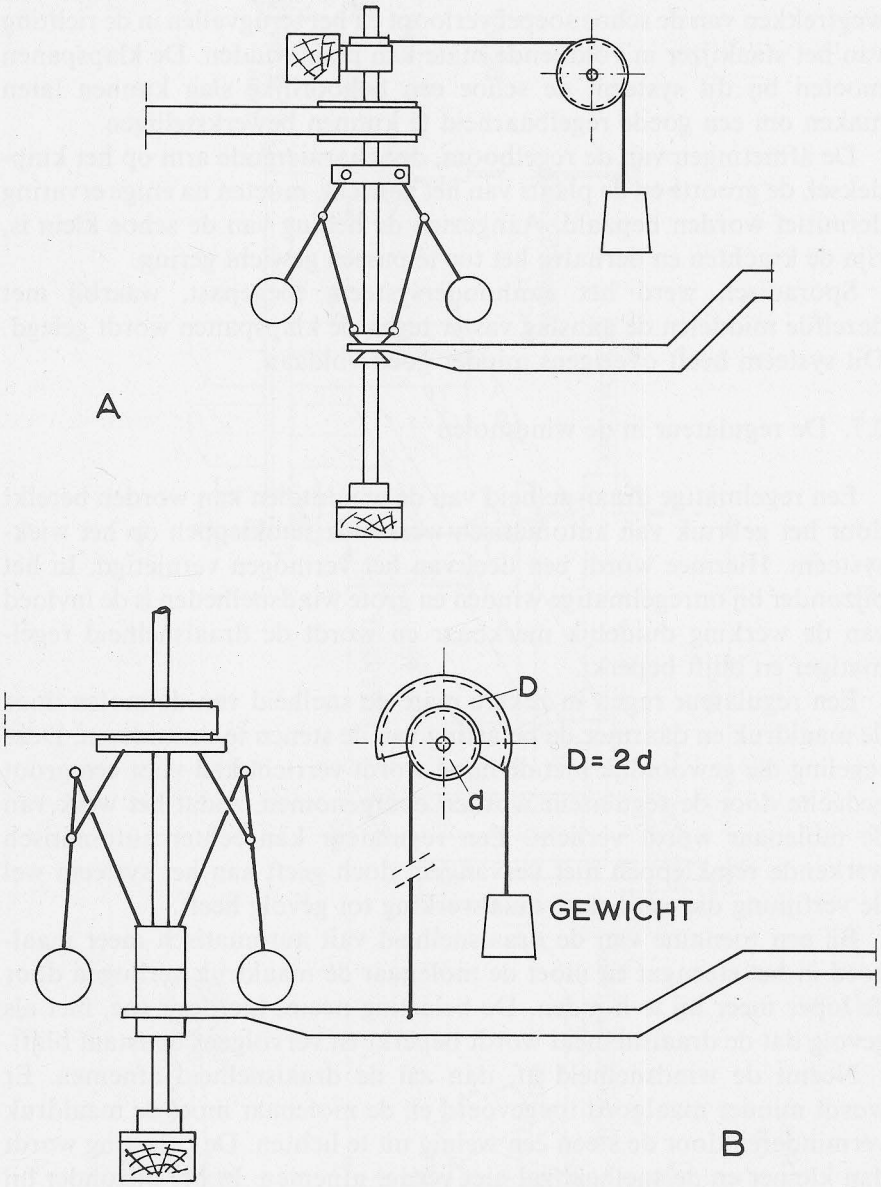
Een regelmatige draaisnelheid van de windmolen kan worden bereikt door het gebruik van automatisch werkende remkleppen op het wiek-systeem. Hiermee wordt een deel van het vermogen vernietigd. In het bijzonder bij onregelmatige winden en grote windsnelheden is de invloed van de werking duidelijk merkbaar en wordt de draaisnelheid regelmatiger en blijft beperkt.

Een regulateur regelt in zekere mate de snelheid van de molen door de maaldruk en daarmee de belasting van de stenen te veranderen. Deze regeling die gewoonlijk met de hand wordt verricht kan voor een groot gedeelte door de regulateur worden overgenomen, zodat het werk van de molenaar wordt verlicht. Een regulateur kan echter automatisch werkende remkleppen niet vervangen, doch geeft aan het systeem wel de verfijning die een betere maalwerking tot gevolg heeft.

Bij een toename van de draaisnelheid valt automatisch meer maalgoed in het steengat en moet de molenaar de maaldruk verhogen door de loper meer bij te houden. De belasting neemt hierdoor toe, met als gevolg dat de draaisnelheid wordt beperkt en vervolgens constant blijft.

Neemt de windsnelheid af, dan zal de draaisnelheid afnemen. Er wordt minder maalgoed toegevoerd en de molenaar moet de maaldruk verminderen door de steen een weinig uit te lichten. De belasting wordt dan kleiner en de snelheid zal niet verder afnemen. In het bijzonder bij het malen van tarwe moet de draaisnelheid zo constant mogelijk blijven om een maalprodukt van gelijke fijnheid te krijgen. Bij onregelmatige winden moet door de molenaar veel geregeld worden. Afb. 6.23.

Een regulateur bestaat uit een spil met een riemschijf en een scharnierend stangenstelsel voorzien van twee ijzeren ballen die bij draaiing onder invloed van de centrifugale kracht gaan uitwijken. Het stangen-



6.24. A. Een riemspaninrichting voor een regulateuraandrijving.
B. Een inrichting voor het uitbalanceren van een drukregulateur.

stelsel bedient een ijzeren lichtboom – de regulateurstang – die direkt of via de handlichtboom de vonderbalk van een of meer koppels stenen op en neer doet bewegen. De regulateur wordt met een riem aangedreven door de steenspil van het te bedienen koppel stenen of door de koning. De laatste wijze van aandrijven is noodzakelijk bij stenen met een stilstaande spil doch wordt eveneens bij een draaiende spil toegepast. Het is daarbij ook mogelijk, meerdere koppels stenen met één regulateur te bedienen. Dit had vaak tot gevolg dat de regulateur bij één koppel stenen goed funktionneerde, doch bij het tweede koppel niet aan de verwachtingen voldeed. Voor het verkrijgen van een maalprodukt met een regelmatige fijnheid is een precieze afstelling van de regulateur voor alle koppels stenen noodzakelijk. Dit is o.a. alleen mogelijk als de verschillen in de hefboomsverhoudingen tussen de bedieningsarmen van de stenen onderling gering zijn. Bij een aandrijving door de koning moet in verband met overkruien de aandrijving zijn voorzien van een riemspaninrichting. Deze bestaat als regel uit een houten rol die tegen een riempart loopt. Deze rol is op een arm of tuimelaar bevestigd, die onder invloed van een gewicht in de richting van het riempart wordt bewogen. Voor de aandrijving moet bij voorkeur een gelijmde riemverbinding worden toegepast. Bij andere inrichtingen is een staalkabel of een touw aan de bovenzijde van het spillager bevestigd, dat aan het einde is voorzien van een gewicht. De kabel kan door middel van geleiderollen naar elke plaats worden geleid. Afb. 6.24.

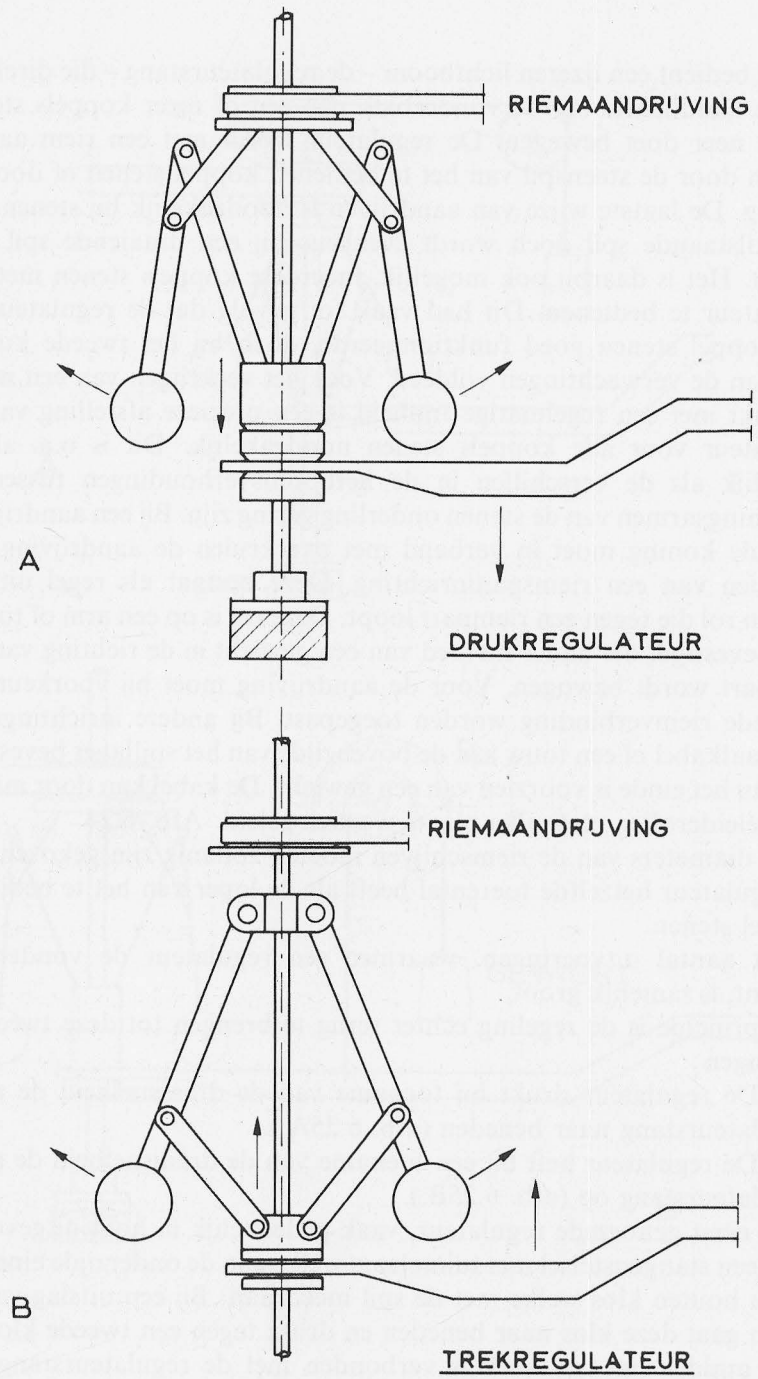
De diameters van de riemschijven moeten zodanig zijn gekozen, dat de regulateur hetzelfde toerental heeft als de loper van het te bedienen koppel stenen.

Het aantal uitvoeringen, waarmee een regulateur de vonderbalk bedient, is tamelijk groot.

In principe is de regeling echter terug te brengen tot deze twee uitvoeringen:

1. De regulateur drukt bij toename van de draaisnelheid de regulateurstang naar beneden (afb. 6.25A.).
2. De regulateur heft bij een toename van de draaisnelheid de regulateurstang op (afb. 6.25B.).

De eerst genoemde regulateur, vaak gedeeltelijk in hout uitgevoerd, heeft een stangenstelsel met tuimelaars welke aan de onderzijde eindigen in een houten klos welke met de spil meedraait. Bij een uitslag van de ballen gaat deze klos naar beneden en drukt tegen een tweede klos die door middel van een vork is verbonden met de regulateurstang. De vonderbalk ligt met een pen op de regulateurstang of is beweegbaar daarmede verbonden. Gaat de regulateurstang naar beneden, dan gaat



6.25. A. Een drukregulateur.
B. Een trekregulateur.

de vonderbalk eveneens naar beneden, zodat de loper meer wordt bijgehouden en de maaldruk wordt verhoogd. Het zakken van de vonderbalk vindt plaats onder invloed van het gewicht van de loper, de spil en de vonder.

Bij de heffende regulateur trekken de onderste stangen de draaiende klos naar boven. Op deze klos bevindt zich de vork van de regulateurstang. Het korte einde van deze stang is zodanig met de vonderbalk verbonden, dat bij heffen dit einde naar beneden gaat. De vonderbalk zakt, waardoor de steen wordt bijgehouden. Daalt de draaisnelheid dan wordt de uitslag van de ballen kleiner, de regulateurstang gaat naar beneden en de vonderbalk gaat naar boven waardoor de loper wordt gelicht.

De kracht die een regulateur op de loper kan overbrengen hangt van de volgende faktoren af:

1. Zijn eigen constructie, namelijk het gewicht van de ballen, de afmetingen en de overbrengingsverhouding van het stangenstelsel. Deze verhouding wordt bepaald door de afstanden tussen de ophangpunten en de scharnierpunten.
2. De hefboomsverhouding van de regulateurstang.
3. De invloed van de handlichtboom op de werking van de regulateurstang.
4. De plaats van de steenspil op de vonderbalk.
   Staat de spil in het midden van de balk dan is de kracht die uitgeoefend moet worden groter dan wanneer de spil dichter bij het oplegpunt in de ezel is geplaatst.

Voor een goede werking werd voor de overbrengingsverhouding gemiddeld 1:35 (1:30 à 1:40) aangehouden.

De hef- of drukkrachten die de regulateur moet kunnen uitoefenen zijn theoretisch te berekenen, waardoor een inzicht wordt verkregen in de regulateurafmetingen of in de uitvoering van de overbrenging. De ligging van de steun- en de draaipunten moeten echter voldoende stelmogelijkheden bieden.

Ter illustratie zijn in afb. 6.23 enige afmetingen aangegeven. Om een doelmatige werking van de regulateur te bevorderen zijn een aantal voorzieningen nodig om het stelsel uit te balanceren.

Bij een toenemende draaisnelheid zijn de centrifugale krachten die de ballen kunnen uitoefenen groot genoeg om het stelsel te bedienen en de loper bij te houden. Bij afnemende snelheid zijn deze krachten te klein om de vonderbalk en de loper te lichten.

Zo is het bij een drukregulateur meestal noodzakelijk een inrichting met hefbomen aan te brengen die de regulateurstang naar boven be-

weegt, waardoor deze de klos bij windafname blijft volgen en de loper kan lichten. Afb. 6.24.

Bij een trekregulateur vindt de uitbalancering op overeenkomstige wijze plaats. Zonodig moet een inrichting aanwezig zijn om de regulateurstang naar beneden te trekken.

Het benodigde gewicht en de hefboomsverhoudingen moeten in de praktijk worden bepaald. Als een kleine kracht nodig is, kan soms worden volstaan met een gewicht aan de regulateurstang te hangen.

Deze inrichtingen zijn sterk plaatsgebonden en indien meerdere regulateurs aanwezig zijn, is de opstelling onder de steenzolder vaak onoverzichtelijk.

Eenvoudiger is de opstelling met een spantrommel voorzien van een staalkabel. De trommel is niet plaatsgebonden, aangezien de kabels door geleiderollen in elke richting kunnen worden geleid.

Moet een regulateur een te grote kracht uitoefenen, dan wordt een snelle uitslag tegengewerkt. Is de kracht te klein, dan slaat de regulateur te gemakkelijk uit en bereikt bijvoorbeeld reeds bij een normale snelheid de maximale uitslag, waardoor de loper niet verder kan worden bijgehouden. De molenaar moet dan regelmatig met de handlichtboom ingrijpen, hetgeen niet de bedoeling is. Dit ingrijpen moet beperkt blijven tot het toenemen van de draaisnelheid bij een snel opkomen van de wind, waarbij de loper meer moet worden bijgehouden; alsmede bij snel afvallen van de wind waarbij de loper meer gelicht moet worden.

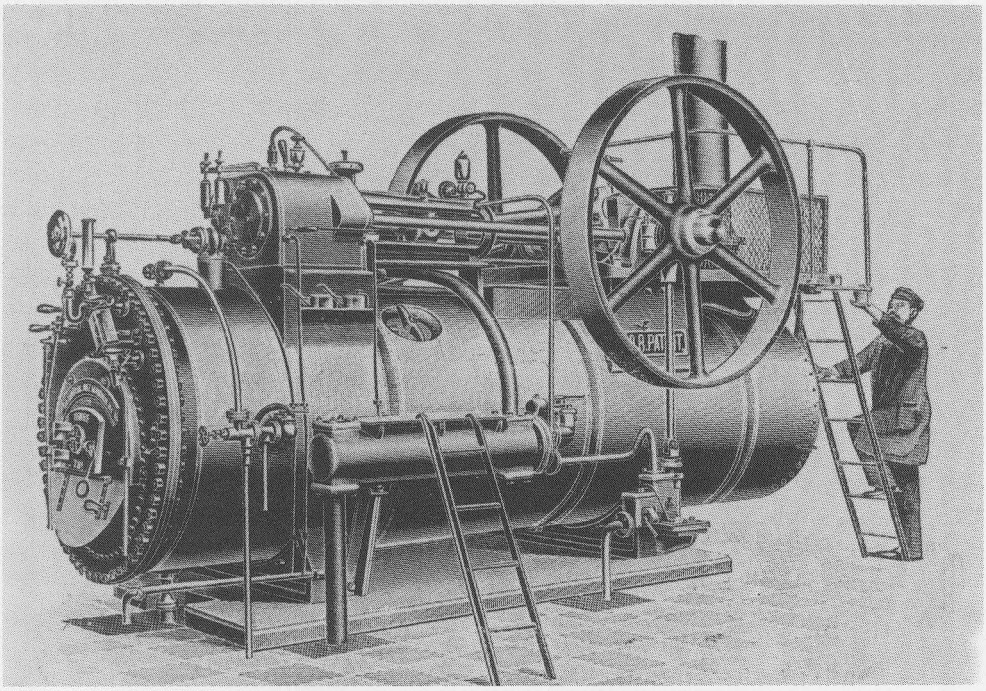
Gewoonlijk moeten de bewegingen van de regulateur en de schoe samen de veranderingen van het toerental goed blijven volgen. Neemt bijvoorbeeld de draaisnelheid toe en daarmede de toevoer van het maalgoed, doch blijft de regulateur achter, dan wordt het maalgoed grover gemalen.

Tenslotte zij nog opgemerkt, dat regulateurs aangesloten op een kruisvonder als regel het beste voldoen.

3. Maalstoelen. Drijfwerken met houten tanden.

3.0. Algemeen

Op het einde van de vorige eeuw deden de stoommachines hun intrede in het kleine maalbedrijf en daarmede ook de vrij opgestelde maalstoelen. De grote maalderijen en bloemfabrieken beschikten toen reeds over stoomkracht. De maalinrichting in deze fabrieken bestond uit meerdere koppels stenen, die in rijen of rondom het gangwerk waren



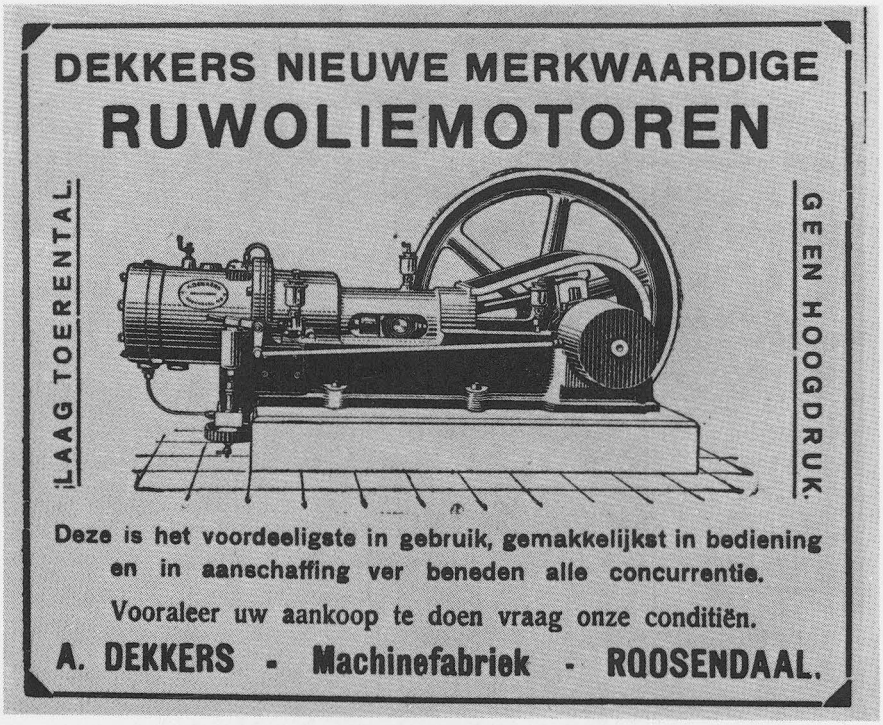
6.26. Lanz-locomobiel. De stoommachine ligt op de ketel, het geheel neemt daardoor weinig plaatsruimte in. (Arch.)

gegroepeerd. In die tijd ontstond de benaming 'stoommolen', een aanduiding die men bleef gebruiken ook toen de stoommachines reeds lang waren vervangen door motoren. Afb. 6.26, 6.27, en 6.28.

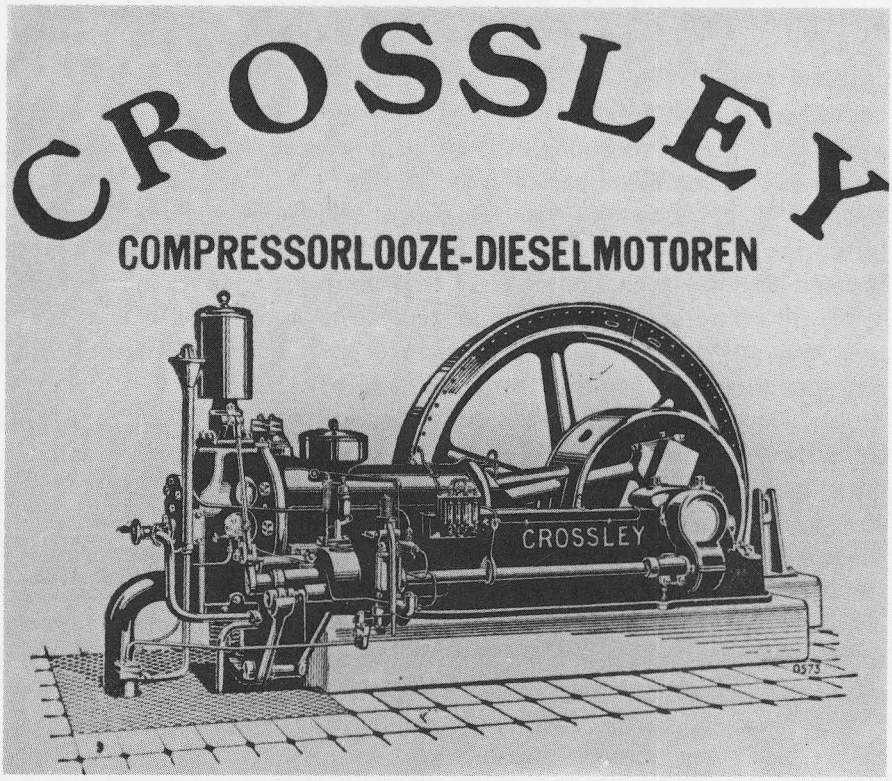
Kort na de eeuwwisseling ontstonden de hulpgemalen. De maalinrichting stond onder in de windmolen of in een bijgebouwtje en werd meestal door een benzine- of een petroleummotor aangedreven.

Na de eerste wereldoorlog nam het aantal motormaalderijen sterk toe. Aanvankelijk werden deze aangedreven door een zuiggasmotor of een gloeikop-ruwoliemotor (tweetakt-motor), later door een dieselmotor. Deze langzaam lopende, robuste motoren hebben dienst gedaan tot in de tweede wereldoorlog totdat brandstofgebrek een einde aan een lange gebruiksperiode maakte. Hun plaats werd ingenomen door elektromotoren.

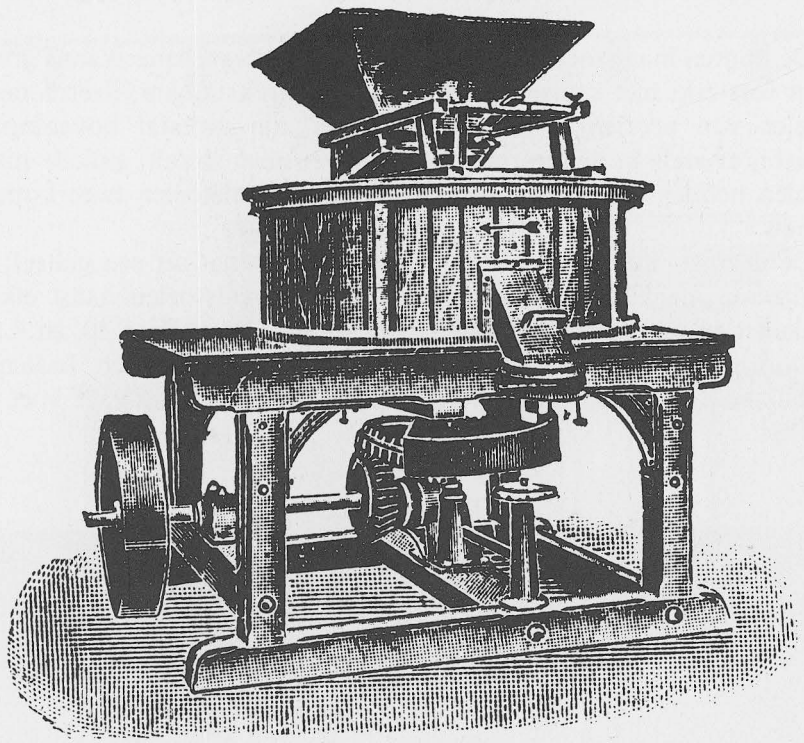
De inrichting van de motormaalderijen was aanvankelijk eenvoudig van opzet en bestond uit een houten of een ijzeren maalstoel (afb. 6.29), een koekenbreker, een haverpletter, een mengketel, een of meer elevatoren en een luiwerk. In tarwemaalderijen werd bovendien een graanreiniger, soms een dubbele trieur, en een buil gebruikt.



6.27. Dekkersmotor. In de jaren twintig en dertig een betrouwbare, liggende gloeilopmotor. (Arch.)



6.28. Een Crossley-dieselmotor. In de vooroorlogse jaren een bekende motor in de maalderij met een vermogen van 30 tot 35PK. Andere bekende liggende dieselmotoren waren o.a.: Thomassen, Deutz, Ruston, National. (Arch.)



Maalstoelen

- Lage prijzen -
Moderne uitvoering

FIRMA R. KUITERT

- GRONINGEN -
TURFTORENSTRAAT 25
- TELEFOON No. 348 -

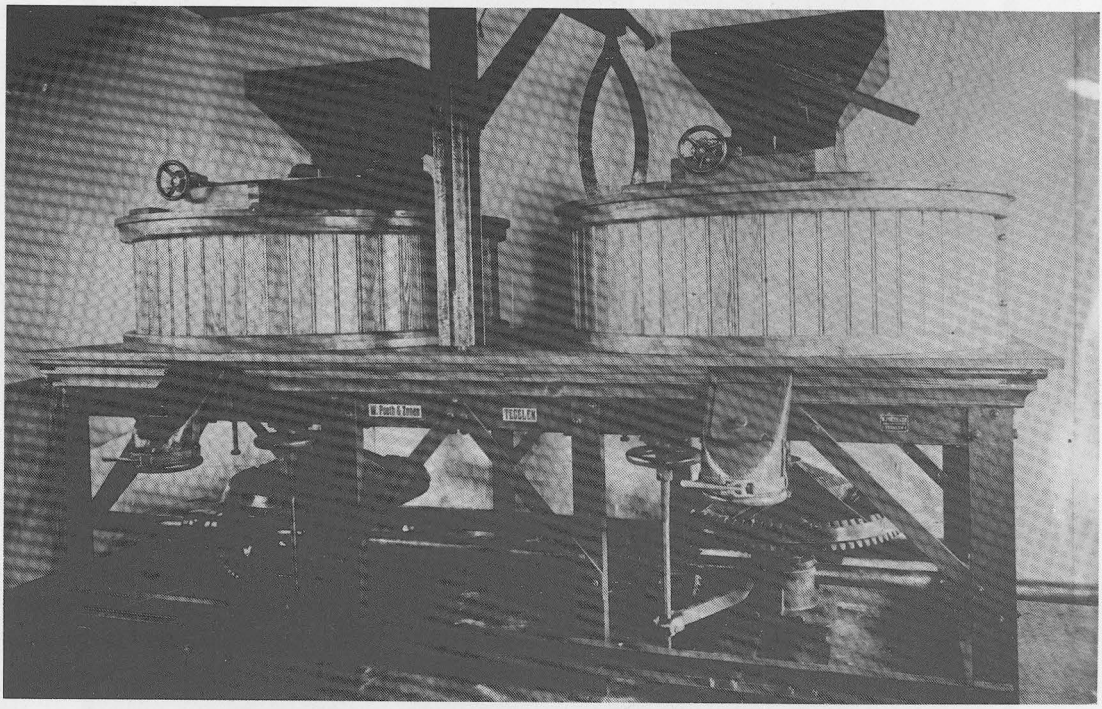
6.29. Enkele houten maalstoel uit de jaren twintig. (Arch.)

3.1. Enkele en dubbele maalstoelen

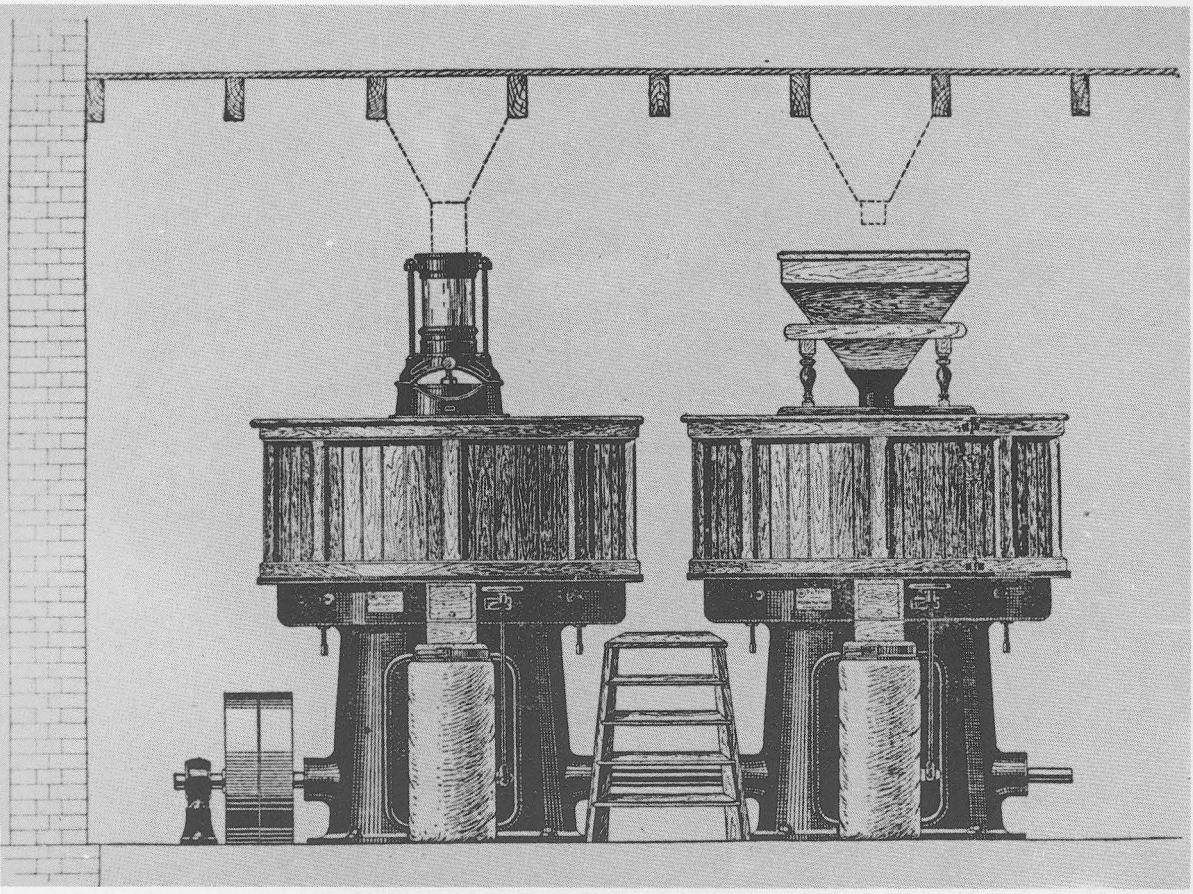
De houten maalstoelen zijn gebouwd van eike- of Amerikaans grenehout versterkt met kruisen, hoekstukken en trekstangen; ijzeren maalstoelen van profielijzer of gietijzer. Het zijn meestal bovenlopers, waarbij evenals in andere molens de bovensteen draait. Enkele maalstoelen hebben één koppel stenen, dubbele maalstoelen twee koppels stenen.

De dubbele maalstoelen van profielijzer bestaan uit één geheel; bij gietijzeren maalstoelen werden twee enkele maalstoelen naast elkaar geplaatst en werd alleen de aandrijving gekoppeld. Afb. 6.30. en 6.31.

Doorgaans is de hoogte van de maalstoel 1,10 tot 1,20 m. Indien de molenaar dit te laag vond, werd de stoel op een gemetselde voet geplaatst.



6.30. Dubbele maalstoel van profielijzer uit de jaren dertig, fabr. W. Poeth, Tegelen. Met het handwieltje voorzien van een palwiel onder het kaar wordt de helling van de schoe geregeld. De aanslag van de schoe is opgehangen aan een riempje op een asje. Naast de meelkoker het handwiel van de steenlicht. (Arch.)



6.31. Twee gekoppelde gietijzeren maalstoelen met een open drijfwerk en houten steenkuipen, fabr. Koppen en Frings, Maastricht. Op de steenkuip van de linker maalstoel bevindt zich een voedingsapparaat. In de gietijzeren kuip van de stoel bevinden zich horizontaal aangebrachte bouten voor het centreren van de ligger en vertikale bouten om de ligger op hoogte en waterpas te stellen. (Arch.)

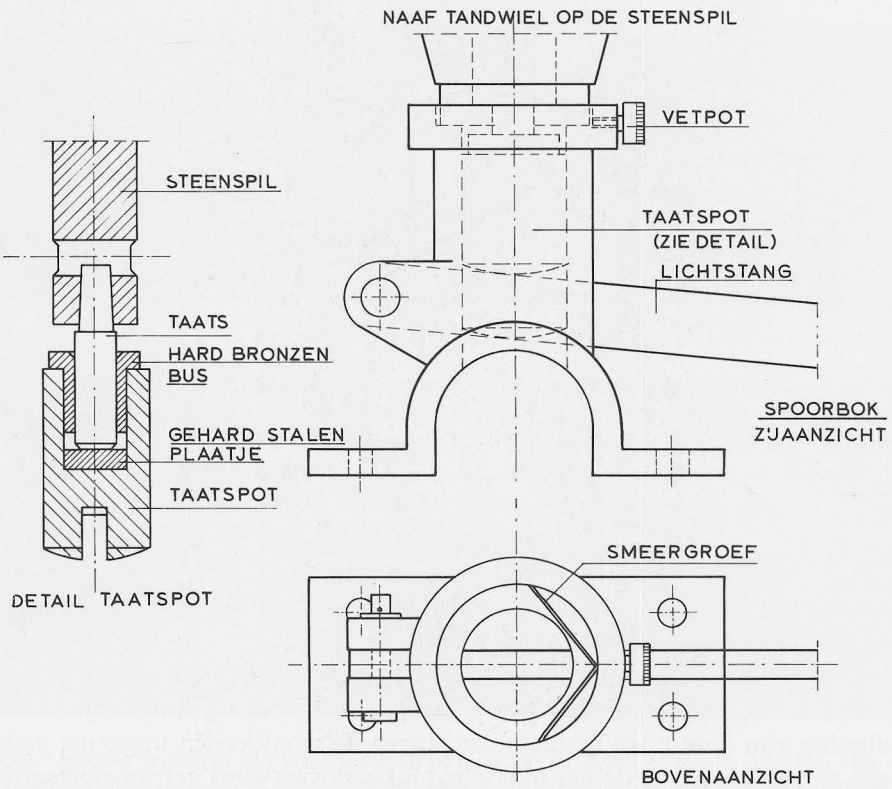
De bouwhoogte is afhankelijk van het soort drijfwerk en de overbrengingsverhouding. Stoelen met een grote overbrengingsverhouding, soms voorzien van een aandrijving in oliebad, konden lager worden gebouwd dan stoelen met een open drijfwerk of met een aandrijving met een kleine overbrengingsverhouding. Voor een gemakkelijke bediening van deze hoge maalstoelen waren de maalderijen uitgerust met een elevator waarmede het maalgoed naar boven werd getransporteerd en gestort in een kaar dat op de maalstoel was opgesteld of in de zolder was opgehangen. In het laatste geval voerde een koker voorzien van een

schuif naar een kaar op de maalstoel of rechtstreeks naar een doseerinrichting boven het steengat.

De ligger rust op drie bouten in de stoel en kan met drie of vier bouten aan de omtrek gecentreerd worden.

De eenvoudige maalstoelen bezitten een ijzeren steenbus voorzien van neuten. De spil wordt ondersteund door een spoorbok waarin een beweegbare cilindrische taatspot is geplaatst, die op de ijzeren lichtboom rust. Afb. 6.32. Deze taatspot is voorzien van een bronzen bus en bezit onderin een gehard stalen plaatje.

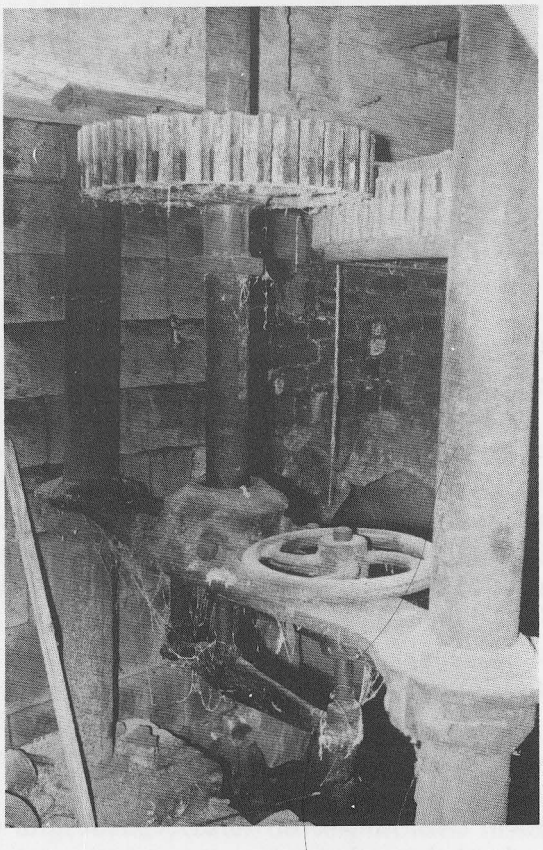
De licht wordt bediend door een handwiel waarmede de draadstang en de lichtboom op en neer worden bewogen. Ook in watermolens met een ijzeren gangwerk wordt een daarmee overeenkomende constructie toegepast. Deze steenlicht werkt nauwkeuriger dan de eerder beschreven



6.32. Een spoorbok voor de ondersteuning van de steenspil in een maalstoel.

lichtboom met riemrem. Een nadeel is echter dat een snelle regeling of een snel uitlichten van de loper niet mogelijk is. Soms is dit gewenst, bijvoorbeeld bij het malen van door ijzeren voorwerpen verontreinigd graan waardoor de stenen worden beschadigd. Voor veel windmolens is deze constructie onbruikbaar omdat een snelle aanpassing van de maaldruk aan de draaisnelheid van de molen niet mogelijk is. In buitenlandse molens, vooral in Engeland, waarbij het gevlucht is uitgerust met een automatisch werkend wieksysteem en de maaldruk van elk koppel stenen wordt geregeld met een regulateur komen deze constructies wel voor.

Bij de duurdere maalstoelen zijn de steenbus en de taats voorzien van kogellagers. De steenbus en de spoorbok zijn soms vast in de stoel gebouwd, zodat het moeilijke stellen van de spil overbodig is.



6.33. IJzeren maalstoel in een watermolen. Onder de steenspil met het rondsel de brug, daaronder de lichtboom voorzien van een handwiel.

Latere modellen bijvoorbeeld uit de jaren dertig waren uitgerust met een voedingsapparaat of een doseerinrichting, die de toevoer van het maalgoed naar de stenen bediende. Deze inrichting werd met een opzetspil door de rijn aangedreven. Is de maalstoel met een schoe uitgerust, dan hangt de aanslag aan een staalkabeltje of een pees dat enige malen om een asje is geslagen, dat voorzien is van een pal en een handwieltje, en naar behoefte kan worden opgewonden of afgerold om de schoe hoger of lager te stellen.

De meelbakken zijn in verband met de stofontwikkeling meestal gesloten uitgevoerd. Zij zijn voorzien van een controleklep, een schuif en een klemband om de zak vast te zetten. Soms werden twee meelbakken aangebracht, zodat langere tijd zonder toezicht kon worden gemalen.

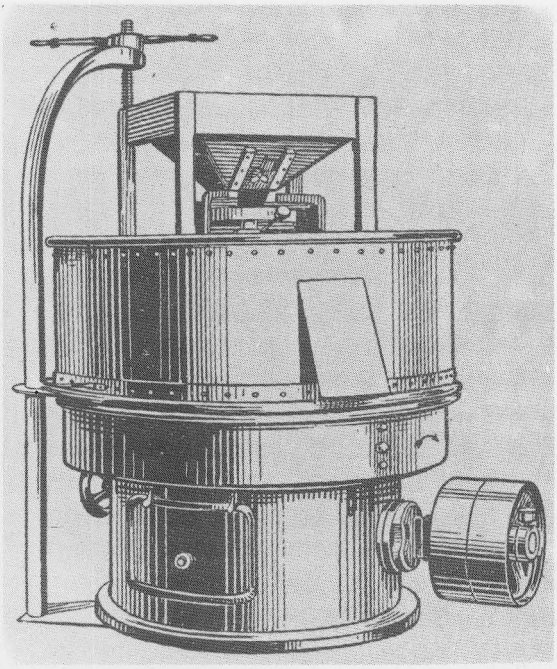
De aandrijfas, meestal voorzien van ringsmeerlagers, bezat aanvankelijk twee riemschijven. Zoals gezegd werd voor de aandrijving een verbrandingsmotor gebruikt die onbelast moest starten en aanlopen. De eerste motoren werden met de hand gestart waarvoor meerdere personen nodig waren, vooral bij koud weer; later werd samengeperste lucht gebruikt. De motor liep dan op een vrijdraaiende, de losse-riemschijf. Voor het in bedrijf stellen van de maalstoel werd de riem met een riemschuiver op de vaste riemschijf gebracht. Vóór het stilzetten van de motor moest de riem weer op de losse riemschijf worden geschoven.

3.2. Het drijfwerk

De meeste maalstoelen hadden een open drijfwerk. Een klein aantal fabrikanten, zoals Lucien Koppen uit Veldwezelt (B.), Michel Simonis uit Jupille-Luik (B.) bouwden in de jaren dertig en veertig het drijfwerk in een gesloten kast voorzien van een oliebad. De tandwielen van de haakse overbrenging waren geheel van ijzer en vergden geen onderhoud; bovendien was het geluid minder dan bij tandwielen in een open drijfwerk. Afb. 6.34.

Bij de laatst genoemde drijfwerken heeft het tandwiel op de steenspil, dit is het grootste tandwiel, azijnhouten of wit-beuken tanden; het tandwiel op de aandrijfas heeft gietijzeren tanden. De tanden zijn machinaal gestoken of gefreesd. Deze bewerkingen hebben het voordeel dat een juiste tandvorm wordt verkregen van twee met elkaar samenwerkende tanden. Deze tandvorm wordt bepaald door de moduul, de steek en de steekcirkel van de tanden.

Het smeren van houten tanden moet geschieden met zuivere bijenwas.

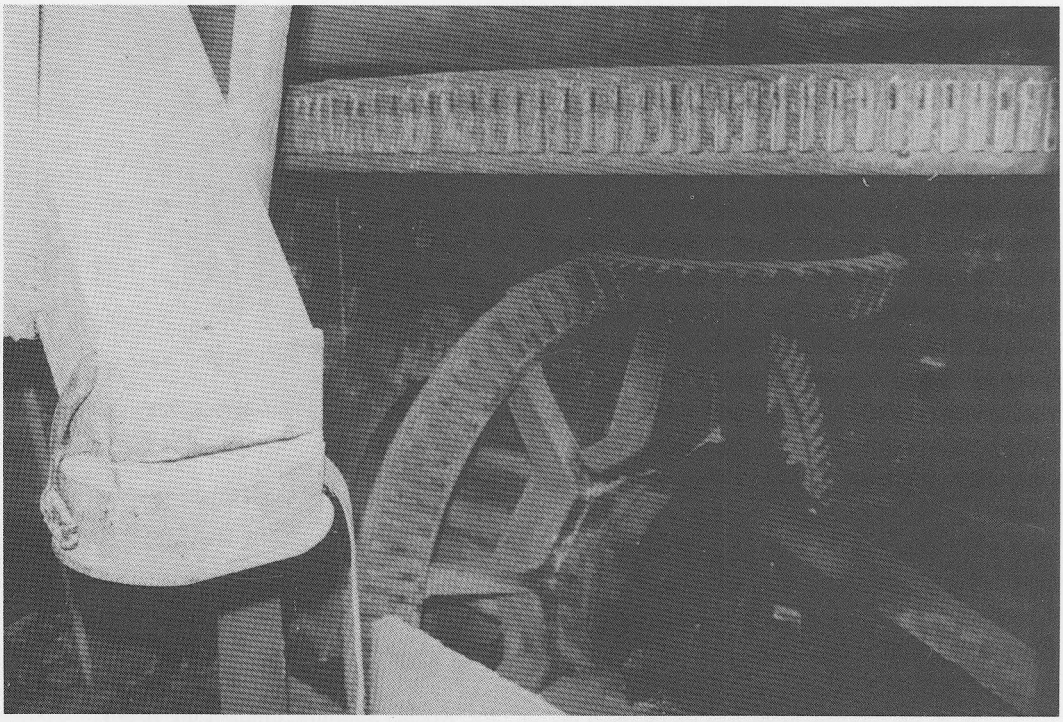


6.34. De mooiste maalstoel uit de jaren dertig, fabr. Michel Simonis, Jupille-Luik Belg.). Een gietijzeren stoel voorzien van een gesloten drijfwerk in oliebad. Links de steenkraan. Een nadeel was de plaatijzeren kuip. (Arch.)

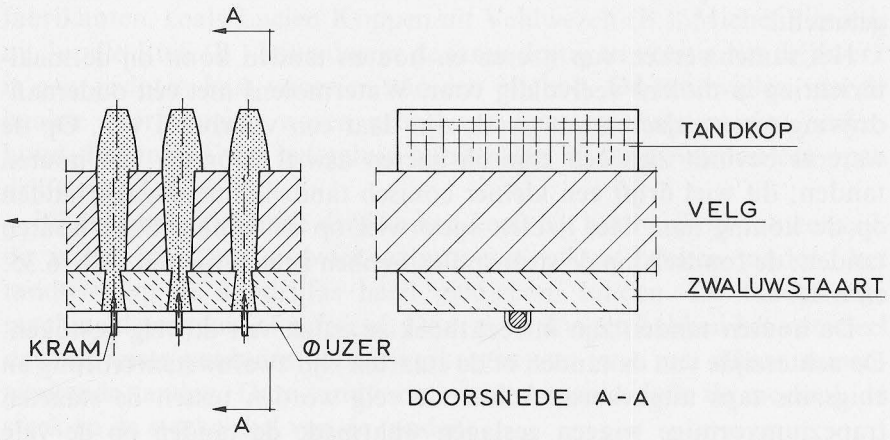
De bijenwas moet met een zwak vlammetje worden gesmolten en met een kwastje op de werkende kant of flank van de tand worden aangebracht.

Het samenwerken van ijzeren en houten tanden komt bij de maalinrichting in molens veelvuldig voor. Watermolens met een onderaandrijving en een ijzeren gangwerk zijn daar een voorbeeld van. Op de wateras bevindt zich een conisch ijzeren aswiel voorzien van houten tanden; dit wiel drijft een kleiner conisch tandwiel met ijzeren tanden op de koning aan. Het ijzeren spoorwiel op de koning heeft houten tanden; de rondsels op de steenspillen hebben ijzeren tanden. Afb. 6.35. en 6.36.

De houten tanden zijn in rechthoekige gaten van de velg gestoken. De achterzijde van de tanden of de staarten zijn zwaluwstaartvormig en enigszins taps uitgevoerd. Achter de velg worden tussen de staarten trapeziumvormige wiggen geslagen waarmede de tanden op de velg worden getrokken en vastgezet. Het azijn- of witbeukenhout moet



6.35. Het ijzeren gangwerk in een watermolen. Links de meelkoker.
(de 'Bulkumsmolen' te Simpelveld L.).



6.36. Het vastzetten van houten tanden in een gietijzeren gangwerk.

goed droog zijn om de kans op loszitten na drogen van het hout te verkleinen. Om het onverhoopt uitvallen van de wiggen te voorkomen, wordt aan de achterzijde over de tanden en de wiggen een smalle ijzeren band gespijkerd of een stuk rond ijzer met krammetjes vastgezet.

Enige speling in de tanden kan zonodig met zeildoek worden gevuld, waarbij het zeildoek alleen aan de werkzijde van de tanden mag worden aangebracht.

De steekcirkels van beide tandwielen moeten elkaar raken. Grijpen de tanden te diep, de steekcirkels snijden elkaar, dan ontstaan trillingen en stoten in de aandrijving. Is de ingrijping kleiner, dan raken de steekcirkels elkaar niet. De werking is dan vaak schokkend en de slijtage van de tandkop overmatig.

Bij rechte tandwielen, zoals in de hiervoor beschreven watermolens, zal bij het op en neer bewegen van de steenspil geen verandering in de ingrijping of het raakpunt van de steekcirkels optreden. Het horizontale conische tandwiel in een maalstoel mag de bewegingen van de steenspil echter niet volgen. Immers in dat geval zou de ingrijping bij het lichten van de spil kleiner worden waardoor tandbreuk kan optreden. Dit tandwiel rust dan ook met de naaf op de spoorbok, waarvan de kraag is voorzien van een vetsmeergroef. Tussen het tandwiel en de spil bevindt zich een vlakke of een inlegspie.

Om het koppel stenen buiten bedrijf te kunnen stellen is op de spil een uitklink- of een schroefconstructie aangebracht, voorzien van een draadbus en een handwiel, waarmede het tandwiel wordt uitgelicht. Bij een ijzeren gangwerk in watermolens wordt het rondsel vaak met een dommekracht naar boven geschoven en vervolgens ondersteund.

De draairichting van het drijfwerk wordt bepaald door het scherpsel van de molenstenen, te weten een links of een rechts scherpsel, en door de soort aandrijving.

Veel voorkomende tandwiel-overbrengingsverhoudingen bij maalstoelen zijn: 2 : 3; 1 : 2; 1 : 3.

In het begin van de jaren veertig bouwde de fa Poeth uit Tegelen een enkele ijzeren maalstoel waarbij de spil direkt met een riem door een elektromotor werd aangedreven. De motor was vertikaal tegen de stoel geplaatst. Een brede soepele leren riem liep via een spanrol over een grote riemschijf op de spil. Deze constructie had het voordeel, dat de stoel met de aandrijving weinig plaatsruimte innam.

3.3. De onderloper

Een bijzondere maalstoelconstructie is de onderloper. Afb. 6.37. De maalstoel is geheel van gietijzer en de kuip is met bouten op de voet gemonteerd. De bovensteen zit vast in de kuip; de draaiende ondersteen is met een bus op de spil gezet. De stenen zijn dunner dan bij bovenlopers aangezien het gewicht geen invloed heeft op de maaldruk.

Door de bijzondere constructie is het mogelijk de stenen zodanig in te stellen dat het maalgoed tot verschillende granulaties kan worden gebroken zonder dat veel meel ontstaat.

Een onderloper is bijvoorbeeld bijzonder geschikt voor het pellen van boekweit. De zwarte doppen van de hoekige boekweitkorrels zijn zeer teer en moeten gemakkelijk openslijten om gave grutjes te krijgen. Daartoe werd vroeger de boekweit eerst verwarmd op een eest, zodat er een spanning in de doppen ontstaat. De grutjes werden na het zeven afgezakt en verhandeld of vermalen tot boekweitmeel. De doppen die geen waarde als voedergoed hebben, werden als verpakkingsmateriaal en voor de legnesten gebruikt.

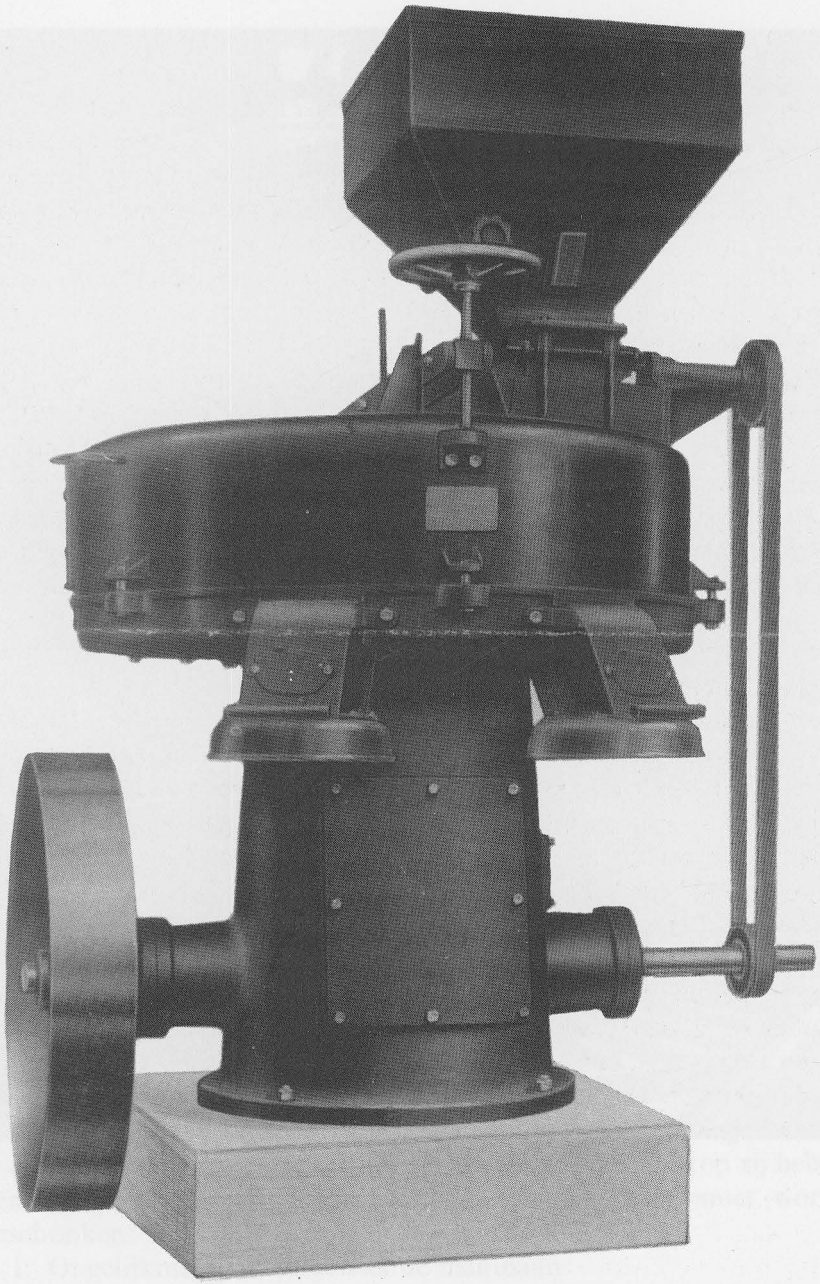
Voor het grutten werden bijvoorbeeld stenen met een amarillaag zonder scherpsel gebruikt.

Het malen van produkten waarbij de doppen, zemelen en dergelijke zoveel mogelijk ongesneden moeten blijven en de meelkern bloemig moet worden gemalen, verloopt bij een onderloper vaak beter dan bij een bovenloper met een balanceerwerk en met een geringere maaldruk...

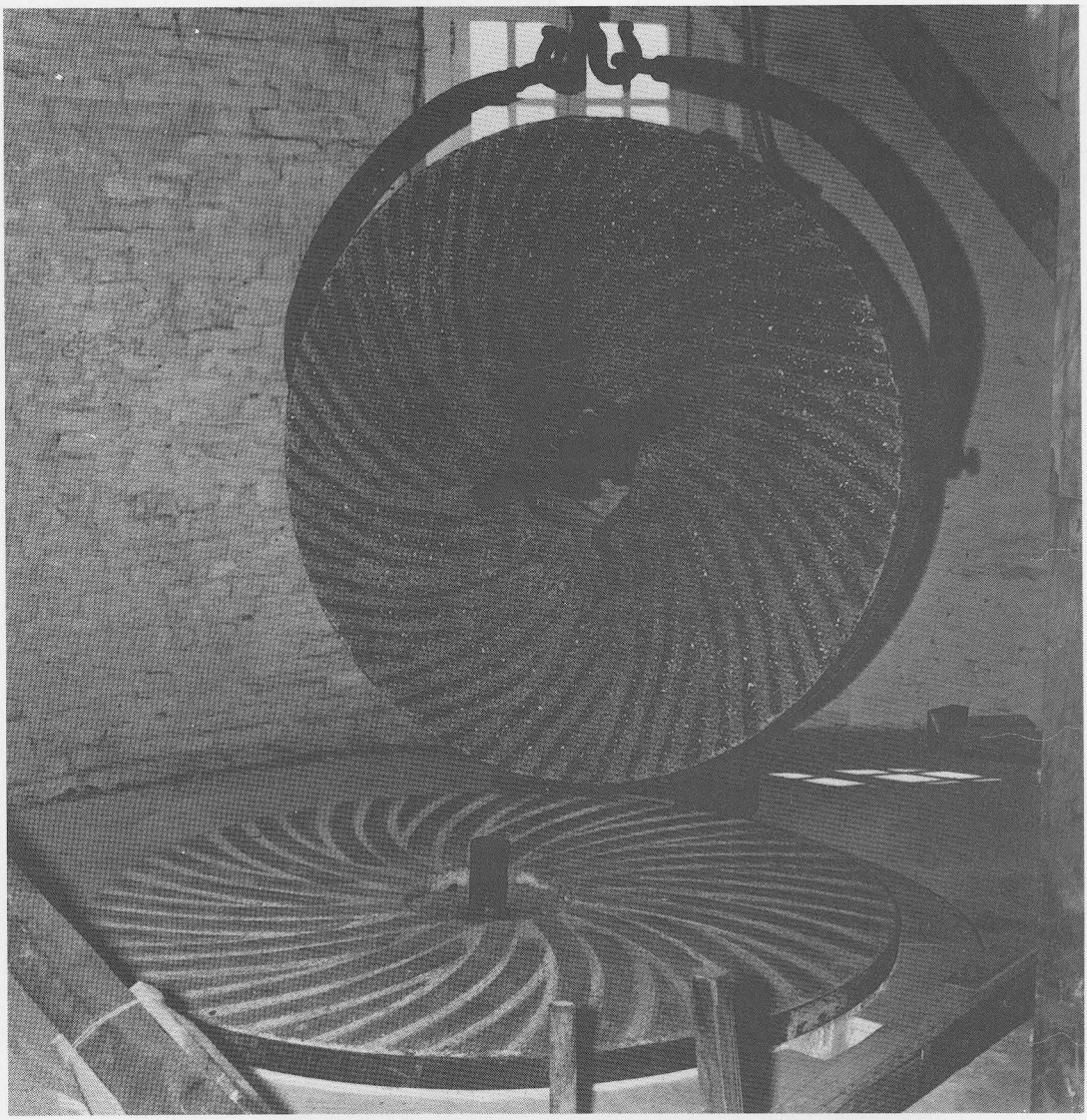
In de jaren vóór en kort na de tweede wereldoorlog was vooral de 'Koppenmaalstoel' bekend. In Nederland uitgebracht door de fa. Koppen & Frings te Maastricht; in België door de fa. Lucien Koppen te Veldwezelt. De eerste Koppenmaalstoelen bezaten een gietijzeren kuip; de latere modellen een gelaste plaatijzeren kuip en een drijfwerk in oliebad. In de ondersteen bevindt zich een ijzeren plaat welke aan de onderzijde is voorzien van een conische bus en een inlegspie die precies op de spil past. De bovensteen hangt enigszins beweegbaar in de kuip. Het meedraaien van deze steen wordt voorkomen door een pen die aan de omtrek is aangebracht. Over de kuip ligt de lichtboom waarmee, met behulp van een handwiel en draadstang, de bovensteen hoger en lager kan worden gesteld.

Bij breken, grofmalen en dergelijke had een onderloper soms een draaisnelheid die 1½ tot 2 maal groter was dan bij een bovenloper.

4.0. Het openleggen, monteren en stellen van maalinrichtingen



6.37. Een geheel ijzeren maalstoel uitgevoerd als onderloper uit de jaren veertig, fabr. Lucien Koppen, Veldwezelt (Belg.). Onderin het zijdelings opgestelde kaar bevindt zich een voedingsapparaat, voorzien van magneten dat door een riem wordt aangedreven. Over de kuip ligt een stang voorzien van een handwiel voor het regelen van de maaldruk. (Arch.)



6.38. Een open gelegd koppel stenen. De stenen hebben een zwaaischerpsel in pandsels, echter met een verschillende vorm. In de ligger een houten steenbus en een stilstaande spil voorzien van een potje voor pennetjes werk.

4.1. Het openleggen van de stenen

Voor het scherpen van de stenen wordt de molen opengebroken. Afb. 6.38. Daarbij worden alle onderdelen welke zich boven de stenen bevinden verwijderd. Moet in een windmolen daarvoor een ijzerbalk worden weggenomen dan dient zijn oorspronkelijke plaats duidelijk gemerkt te zijn, zodat achteraf stellen overbodig is.

De houten steenkraan moet worden nagezien op overmatige scheuren, die de kraandelen verzwakken, alsmede op de deugdelijkheid van de steun- en de draaipunten. De spieën moeten vastgeslagen en de schroefspil, moer en plaat gereinigd en gesmeerd worden. Aanbeveling verdient het, na gebruik de schroefspil met een broek of zak te beschermen tegen overmatige stofafzetting.

Na het verwijderen van het ringmeel en de steenkuip met toebehoren wordt het staakijzer met twee takelblokken gelicht en verplaatst. In sommige oude wind- en watermolens bevindt zich voor dat doel boven de maalinrichting een windas, of een kaapstander. Een windas heeft twee trommels met een verschillende diameter. Om de kleine trommel wordt de hijslijn geslagen; om de grote trommel de treklijn. Deze treklijn heeft twee vrije einden of parten. Bij het hijsen wordt aan één part getrokken, terwijl het andere wordt tegengehouden. De treklijn rolt zich daarbij van de trommel af. Liggen er te weinig slagen om de trommel dan slipt de treklijn. Soms wordt één windas voor twee koppels stenen gebruikt. Voor de geleiding van de hijslijn is boven elk koppel stenen een leischijf in het gebint of onder de zolderbalk aangebracht.

Bij het aanbrengen van de steenbeugels en de bouten in de loper wordt tussen het oog van de steenbeugel en het gat in de steen een ijzeren ring aangebracht, om de steen te kunnen kantelen. Het opdraaien van de schroef verloopt aanvankelijk zwaar. Is de rijn vrij van de spil dan kan het opdraaien geschieden door de steen te draaien. Is de loper op hoogte dan wordt deze omgedraaid, op zijn kant naast de ligger gezet en met een paar blokken geblokkeerd. Voor het scherpen van de loper wordt deze met de rug op een paar houten balken op de ligger gelegd.

De stenen worden eerst gecontroleerd op de wijze waarop zij hebben gemalen, waarbij aan de volgende punten aandacht moet worden geschonken:

1. Ongelijkmatige slijtage van de maalbaan.
2. Sterker slijtage van de stenen op de maalbaan dan op de binnenwaarts gelegen banen.
3. Het uitgeroofd zijn van de stenen; dat wil zeggen dat de zachte delen diep in het scherpsel zijn uitgeschuurd.

De onderdelen 1 en 2 worden gecontroleerd met een rij. Dit is een droge rechte plank of een balkje bestaande uit twee tegen elkaar gelijmde delen met een tegengestelde draadrichting om de trekinvloeden weg te nemen. Afb. 6.39. De twee smalle kanten van de rij moeten vlak zijn en evenwijdig aan elkaar lopen.

Vóór het scherpen moeten de stenen onder de rij worden gebracht. De maalfijnheid is daarvan in hoge mate afhankelijk. Een steen onder de rij brengen wil zeggen, dat de kerven in één plat vlak moeten worden gebracht en alle ongelijkmatige slijtage moet worden weggenomen.

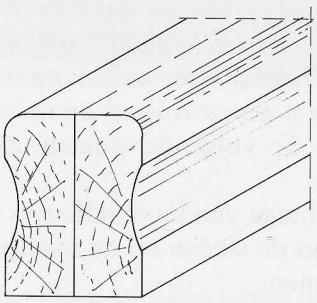
De rij wordt aan de onderzijde bestreken met een rood waterverfpoeder, bijvoorbeeld dodekop, en in alle richtingen over het middelpunt naar de omtrek geschoven. De hogere plaatsen worden dan rood gekleurd en moeten eerst worden weggebild. Zoals we hierna zullen zien, kunnen we bij een molensteen van binnen naar buiten drie banen onderscheiden die het maalgoed bewerken: een breek-, een schroot- en een maalbaan.

Een loper heeft vaak in de breekbaan een verdiept gedeelte om het maalgoed sneller te kunnen opnemen, dit deel wordt de krop genoemd. Het onder de rij brengen van de loper beperkt zich dan tot de schroot- en de maalbaan, en het overblijvende deel van de breekbaan.

Zijn de stenen vaak gescherpt, dan moet ook eens gecontroleerd worden of het maalvlak nog haaks op de spil staat, en of de ligger waterpas ligt.

Zijn de stenen sterk uitgeroofd, dan kan dat duiden op een te zachte maallaag voor het betreffende maalgoed.

Vóórdat de stenen worden dicht gelegd, moet het vastzitten van de rijn en de steenbus gecontroleerd worden. De steenbus van een draaiende spil moet gesmeerd worden en bij pennetjeswerk moet de taatspot worden schoongemaakt en van nieuwe olie worden voorzien.



6.39. Het profiel van een rij voor de controle van het maalsteenoppervlak.

4.2. Het plaatsen van een rijn in de loper

Voor het plaatsen van een rijn, men zegt ook: het inzetten van een rijn, wordt de loper op de rug gelegd. De zijkanten en de bodem van de rijngaten worden zonodig uitgehakt tot zij vlak zijn. De diepte moet zodanig zijn, dat de rijn 3 tot 4 cm onder het maalvlak ligt. De rijntakken worden met wiggen of keggen van droog hout vastgezet en als de plaats definitief is met gips vastgegoten. Voor het hoger stellen wordt onder elke rijntak een dunne ijzeren spie geslagen.

Voor het stellen van de rijn wordt van de steenspil gebruik gemaakt. De spil moet immers haaks op het maalvlak staan. Deze stand kan worden bepaald met een grote winkelhaak of door het maalvlak van de loper waterpas en de spil te lood te stellen. De rijn moet verder zodanig in het steengat liggen dat de afstanden van de spil tot de omtrek van de steen even groot zijn.

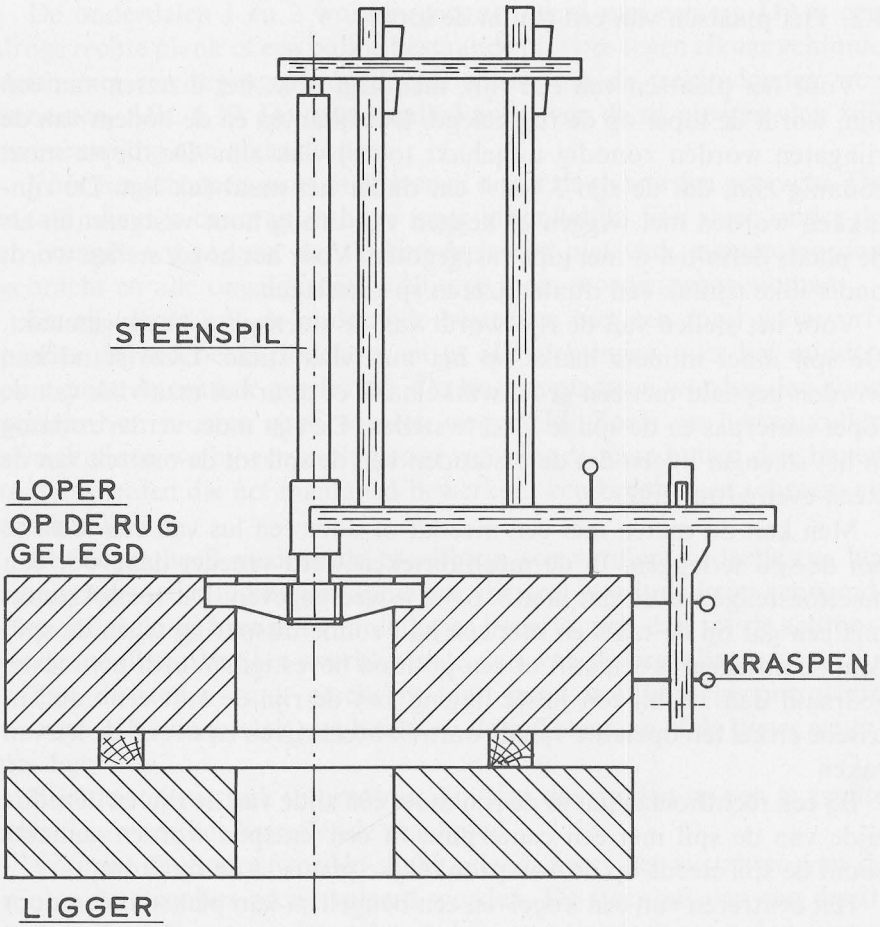
Men kan dit meten met een meetlat of door een lus van een touwtje om de spil te leggen. In de meelfabrieken werd vroeger daarvoor een meettoestel gebruikt, dat in afb. 6.40. is weergegeven. Dit toestel steunt met een gat op de taats en met een half ronde uitsparing tegen de spil. Aan de uitlegger is een stift of een potlood bevestigd. Wordt het toestel gedraaid dan zal bij een juiste ligging van de rijn de stift een concentrische cirkel ten opzichte van de omtrek beschrijven en overal de kerven raken.

Bij een rechthoekig gat in de rijn moet één zijde van de rijn en dezelfde zijde van de spil met een centerpunt of een kraspen worden gemerkt zodat de spil steeds op de oorspronkelijke plaats in de rijn komt.

Het centreren van een kogel- en een beugelrijn kan plaatsvinden door een schietlood boven het steengat te hangen. De stralen of de afstanden van het touwtje tot de steenomtrek moeten even groot zijn. Het meten van de afstanden tot de omtrek van het steengat is veelal niet juist, omdat de plaats van het steengat ten opzichte van het midden van de steen kan afwijken. Het midden van het holletje in de rijn moet precies onder de punt van het schietlood liggen. Met behulp van een waterpas wordt de rijn horizontaal gesteld.

Bij het stellen van een penrijn kan het lonend zijn een houten hulpspil te maken waarin een gat is gedraaid overeenkomstig de afmetingen van de pen. Vervolgens kan men de hiervoor beschreven methoden volgen.

Bij een Engelse rijn wordt in het gat van de drijver een houten klosje geslagen met in het midden een spijker, die zuiver vertikaal staat. De rijn wordt dan in zijn geheel in de loper gezet. De schoentjes moeten 3 tot 4 cm onder het maalvlak blijven. Door de rij over het steengat te



6.40. Meettoestel voor het stellen van de rijn.

leggen wordt gemeten of beide tappen even diep liggen. Is dit niet het geval dan moet een van de schoentjes met behulp van een ijzeren spie, een plaatje of een stukje droog hard hout hoger worden gesteld. De plaats van het midden kan worden gemeten vanaf de spijker tot de omtrek van de steen, zoals hiervoor is beschreven.

De schoentjes kunnen met houten wiggen, gips of met warme vloeibare aluin worden vastgezet. De gaten moeten voor deze materialen goed stofvrij worden gemaakt en bij gebruik van aluin goed droog zijn. Beide materialen hebben de eigenschap bij het drogen uit te zetten, zodat de schoentjes goed vastzitten.

Zijn de rijngaten afgebrokkeld of moeten gaten in de steen worden gevuld, dan kan daarvoor het vanouds bekende vulmiddel worden gebruikt, dat bestaat uit een mengsel van:

100 gewichtsdelen (hierna afgekort met g.d.) aluin en 20 g.d. soda. Deze stoffen smelten in een ijzeren pot die vooraf met vet is ingesmeerd.

50 g.d. fijn gemaakte kunststeen.

20 g.d. zwavel en 10 g.d. kunsthars smelten in een andere pot of pan. Bij het samenvoegen de massa goed roeren tot deze dik is geworden.

Bij gebruik van dit mengsel moeten de gaten eveneens goed uitgeborsteld, gewassen en gedroogd worden. De gaten voor de schoentjes kunnen worden hersteld door een houten model te maken. De gaten worden dan gedeeltelijk gevuld waarna het blokje tot de vereiste diepte in de massa wordt gedrukt. Het blokje wordt daarna weggenomen, zodat de massa kan drogen. Tegenwoordig zijn op de bouwmarkt daarvoor een aantal bijzondere vulmiddelen onder een fabrieksbenaming verkrijgbaar.

4.3. Het stellen van de ligger

De ligger moet waterpas liggen en steunen op drie punten. Deze punten kunnen bestaan uit drie bouten voorzien van schotels of drie hardhouten blokken op een vlakke steenbedding. Het voordeel van bouten is dat de ligger gemakkelijker waterpas kan worden gelegd. Rust de ligger op vier punten dan is het moeilijk om de steen op alle vier punten gelijkmatig te laten dragen; in het bijzonder bij toepassing van blokjes.

Voor het controleren van de ligging wordt een timmermanswaterpas op de rij gelegd, die over de verbindingslijnen tussen de steunpunten wordt verschoven. Bij gebruik van houten blokjes kunnen bij een geringe afwijking dunne ijzeren vulplaatjes worden gebruikt.

Bij een bovenaandrijving moet het middelpunt van de steenbus precies onder het middelpunt van het ronde deel van de opening in de ijzerbalk liggen. In het midden van voornoemde opening in de ijzerbalk, wordt het koord van een schietlood gehangen. De punt van het schietlood moet zich precies boven het middelpunt van de taatspot bevinden waarbij de vonderbalk horizontaal hangt. De ligger moet nu zodanig worden gesteld, dat de steenomtrek gecentreerd ligt ten opzichte van het schietlood. De stralen of de afstanden van de omtrek van de steen tot het schietlood moeten in alle richtingen even groot zijn.

Ligt de steen op zijn plaats dan wordt deze met drie of vier houten klossen op de steenbedding vastgezet.

Bij maalstoelen en steenbeddingen voorzien van een onderaandrijving moet het middelpunt van de ligger precies boven het middelpunt van de spoorbok liggen. De plaats van de spoorbok is bepaald door de steekcirkels van de tandwielen op de aandrijfas en de steenspil die elkaar moeten raken.

De aandrijfas moet in het midden van de maalstoel en zuiver waterpas liggen. De lighoogte van de as kan worden gewijzigd door ijzeren vulplaatjes onder de lagers te leggen.

Boven de steen wordt het touw van het schietlood gehangen, waarvan de punt zich in het middelpunt van de spoorbok of de taatspot moet bevinden. De ligger wordt dan zoals bij een bovenaandrijving ten opzichte van het schietlood gecentreerd, waarna deze in de kom van de stoel met bouten of met behulp van klossen wordt vastgezet.

4.4. Het plaats van de steenbus

Voor het plaatsen of inzetten van de steenbus moet de ligger op de juiste plaats (zie 4.3.) en waterpas liggen. De taatspot moet zich onder het middelpunt van de steen bevinden en de vonderbalk in de horizontale stand hangen.

De spil met de steenbus wordt in het steengat geplaatst en met een aantal droge houten wiggen voorlopig vastgezet. De steenbus moet daarbij 2 tot 3 cm onder het maalvlak zitten om de ligger te kunnen afmalen zonder dat binnen een korte tijd de steenbus dieper geplaatst moet worden.

De spil wordt nu met een waterpas te lood gesteld. Door een touwtje voorzien van een lus, om het einde van de spil te leggen en langs de steenomtrek te bewegen of door de afstanden van de spil tot de steenomtrek te meten kan de plaats van de steenbus gecontroleerd worden, waarna de wiggen worden vastgeslagen. Dikke wiggen moeten afwisselend met de kop en de punt naar beneden wijzen.

Na het stellen wordt de ruimte tussen de wiggen volgegoten met gips of gesmolten aluin, nadat de onderzijde van het steengat is afgedicht met een kleiprop of met een stijf deeg van roggemeel. Bij verharding zetten deze vulmaterialen uit zodat de bus goed vastzit. Moet de steenbus na het afmalen van de ligger dieper worden gezet dan laat aluin zich gemakkelijker verwijderen dan gips, dat taai blijft. Zijn de op te vullen ruimten nogal groot dan kan steenslag als vulmateriaal worden toegevoegd.

De oren van ronde steenbussen worden eveneens met gips of aluin in het kropgat vastgegoten, nadat de bus met wiggen in het steengat is

vastgezet. Vroeger werd daarvoor vaak vloeibaar lood gebruikt. Om gezondheidsredenen mag lood niet meer worden toegepast, aangezien looddeeltjes worden afgemalen.

Houten steenbussen bestaande uit losse delen, doch ook de neuten van deze en andere steenbussen moeten zodanig worden vastgezet dat geen speling met de spil aanwezig is; anderzijds mag de spil niet klemmen en moet nog met de hand gedraaid kunnen worden.

4.5. Het uitbalanceren van de loper

Na het dichtleggen wordt de loper uitgebalanceerd. Ondanks het nauwkeurig meten is de steen veelal niet in balans omdat deze praktisch nooit homogeen is, dat wil zeggen van gelijke structuur en zuiver symmetrisch.

In de structuur van een blauwe steen kunnen zich afwijkingen voordoen als deze uit verschillende soorten basalt bestaat. Bij Franse stenen kunnen verschillen optreden, omdat de stukken waaruit de steen is samengesteld in dikte kunnen verschillen, waardoor gewichtsverschillen ontstaan. Het lichte deel kan verzwaard worden door het opgieten van vloeibaar lood.

De lopers van kunststenen dienen aan de bovenzijde te zijn voorzien van drie of vier gaten of kastjes, waarin een hoeveelheid lood kan worden geborgen, welke met een ijzeren deksel op een ingestorte bout worden afgesloten.

In principe kan een steen met een balanceerwerk statisch en dynamisch worden uitgebalanceerd. Statisch wil zeggen bij stilstand; dynamisch wil zeggen bij draaiing. Bij statisch uitbalanceren wordt de loper uitgelicht en het lichtere deel dat naar boven wijst, wordt verzwaard. Door op dit deel gewichten te plaatsen, krijgt men een inzicht in de grootte van de ballast.

Voor het gieten van de loden ballast kan gebruik worden gemaakt van een stuk ijzeren pijp, waarvan de diameter overeenkomt met de kast. In het hart van de pijp wordt een stuk rond ijzer gelast voor het gat van de bout, aangezien het boren van grote gaten in een blok lood moeilijk is omdat het boor snel vastloopt.

Vervolgens vindt bij een kleine draaisnelheid (40 à 50 omw./min.) het dynamisch uitbalanceren plaats. De plaats waar de loper de ligger raakt, wordt aangestreept. Het lichte deel dat daar tegenover ligt, moet verzwaard worden totdat de loper zo vlak mogelijk draait. Zijn de afwijkingen te groot dan moet de rijn opnieuw worden gesteld.

Wat zijn nu de konsekwenties van onvolledig uitbalanceren? Bij een

hoog toerental heft het zwaardere deel zich op, als het ophangpunt hoger ligt dan het zwaartepunt van dit deel, waardoor de steen zich in bedrijf voordoet alsof hij goed hangt. Het zwaartepunt van de gehele steen zal in de meeste gevallen niet op de middellijn van de steenspil liggen. Daardoor willen de steen en de spil slingeren, hetgeen verhinderd wordt door de steenbus. Deze wordt daardoor zwaar belast, waardoor de levensduur wordt verkort.

Is de loper in bedrijf – de steen staat dan in het gemaal – dan zal een kleine afwijking geen invloed op de maalwerking hebben. Bij een rustige gang zal de grote massa van de loper en de draaisnelheid ervoor zorgen, dat de steen moeilijk uit een eenmaal ingenomen stand is te brengen.

Een eventuele scheefstand of een schommeling is bijvoorbeeld ook te constateren door een verlichtingsarmatuur voorzien van een T.L.-buislamp achter de draaiende en uitgelichte loper te plaatsen en over het maalvlak te kijken.

De stabiliteit van een draaiende steen wordt o.a. bepaald door de ligging van het zwaartepunt ten opzichte van het ophangpunt van de rijn. Het zwaartepunt moet in het midden van de loper, dit is op de halve dikte, liggen. Uit een oogpunt van stabiliteit zou het ophangpunt boven het zwaartepunt moeten liggen. Een kogel-, beugel-, en een penrijn zouden dan diep ingelegd moeten worden. De plaats waar de arbeid moet worden verricht, te weten het maalvlak, ligt dan 10 tot 15 cm lager dan het ophangpunt. Bij een toename van de toevoer van het maalgoed geraakt de loper daardoor echter spoediger uit balans. Hierdoor ontstaat een onrustige gang en bij zware belasting gaat de loper hobbelen omdat hij plaatselijk door het maalgoed wordt opgedrukt.

Een rustige werking wordt bevorderd door de punten van de aandrijving en de ophanging, evenals de plaats waar de arbeid wordt verricht zo dicht mogelijk bij elkaar in één vlak te brengen.

Bij proefmalen moeten de stenen blijven sluiten en de loper blijven strijken, ook nadat met de lichtboom wordt gedompt. Raakt de loper de ligger bij een enigszins gelichte stand, of strijkt de loper niet, dan moet de taatspot verplaatst worden, zoals hiervoor is beschreven. Wordt het euvel hierdoor niet verholpen of kan de taatspot niet verschoven worden, zoals in een spoorbok bij een maalstoel, dan moet de loper op de plaats van het raakpunt iets hoger worden gesteld. Daartoe wordt een ijzeren wig op de bodem van het gat onder de rijntak geslagen. Eenvoudig is dit niet omdat de diameter van de meeste steengaten tamelijk klein is. Deze steengaten zijn maar al te vaak gebaseerd op rijnen met te kleine afmetingen.

5.0. Riemaandrijving

Bij riemschijven wordt de overbrengingsverhouding bepaald door de verhouding van de diameters.

Het verband tussen de riemschijfdiameters (D_1 en D_2) en de toerentallen (n_1 en n_2) bedraagt:

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Voorbeeld.

Een maalstoel heeft een tandwielverhouding van de aandrijfas op de spil van 1 : 2.

De loper moet een toerental hebben van 110 omw./min. (1,50 m Ø)

De elektromotor heeft belast een toerental van 960 omw./min. (n_1). De riemschijf op de aandrijfas van de maalstoel heeft een diameter van 150 cm (D_2).

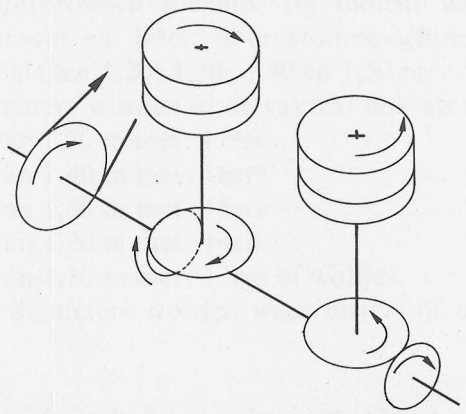
De diameter van de riemschijf op de elektromotor (D_1) wordt als volgt bepaald:

Het toerental van de aandrijfas n_2 moet bedragen:

$$\frac{2}{1} \times 110 = 220 \text{ omw./min.}$$

De diameter van de riemschijf D_1 is dan:

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{n_2}{n_1} \text{ of } \frac{D_1}{150} = \frac{220}{960} \text{ of } D_1 = 34{,}5 \text{ cm, afgerond } 35 \text{ cm.}$$



6.41. De draairichtingen van de stenen op een dubbele maalstoel met riemaandrijving. De plaats van het aandrijvende tandwiel op de aandrijfas is verschillend.

De draairichting van de loper kan bij een maalstoel meestal omgekeerd worden. Bij gebruik van een elektromotor kan dit geschieden door de fasedraden op de aansluitklemmen te verwisselen.

Bij een dieselmotor kan de draairichting zonder ingrijpende veranderingen niet gewijzigd worden. Staat men vóór een liggende motor, het vliegwiel met de riemschijf bevindt zich dan rechts achter de motor, dan draait deze rechtsom.

Drijft deze motor een maalstoel met open tandwielen aan, dan kan de draairichting van de loper worden veranderd door het vertikale tandwiel op de aandrijfas aan de andere zijde van de steenspil te plaatsen.

Bij maalstoelen met tandwielen in oliebad is een verandering van de draairichting mogelijk door de riem te kruisen. Dit gaat echter gepaard met een vermogenverlies en een verkorting van de levensduur van de riem.

Hoofdstuk VII

MOLENSTENEN

1. Algemeen

Toen de woongemeenschappen zich meer ontwikkelden en hulpmiddelen zoals maalstenen, welke elders reeds lang werden toegepast ook hier bekend werden, nam het malen sterk toe.

Het materiaal voor de stenen werd reeds omstreeks het begin van onze jaartelling in de vulkanische Eifel gevonden. Een lavagesteente dat over voortreffelijke maaleigenschappen beschikte. Het is tamelijk zacht en met de toen beschikbare hulpmiddelen goed bewerkbaar.

De snijdende werking wordt verkregen door kerven (1) die op de stenen worden aangebracht en de wrijvende werking door de ruwheid of de poreusheid van het steenmateriaal.

De diameter van de stenen nam toe naarmate het vermogen van de beschikbare krachtbronnen toenam. Bij molens aangedreven door water- en windkracht en, later, door stoommachines, bedroegen de diameters van de stenen 1,20; 1,30; 1,40 en 1,50 m.

Deze steendiameters worden in de vaktaal ook als volgt aangeduid:
een diameter van 1,50 m met: 17ers
een diameter van 1,40 m met: 16ers
een diameter van 1,30 m met: 15ers
een diameter van 1,20 m met: 14ers
een diameter van 1,10 m met: 13ers of wolfjes.

Voor kleinere diameters worden weer meter- of centimeter maten gehanteerd.

(1) In de vaktaal worden onder kerven verstaan: De verhoogde banen welke op het maalvlak liggen, soms worden deze ook maalbalken genoemd. Naast elke kerf bevindt zich een verdiept gedeelte in het maalvlak, dat bodemsel of uitslag wordt genoemd.

Voornoemde aanduidingen worden vanouds gebruikt. In koop- en transportakten uit de 16e eeuw komen ze reeds voor (2).

In wind- en watermolens liggen meestal stenen van 1,40 en 1,50 m Ø; in motormaalderijen stenen van 1,30 en 1,40 m Ø. Stenen van 1,20 m Ø deden meestal dienst als hulpgemaal of waren voor een bepaald maaldoel op bijzondere wijze gescherpt. Stenen met een kleinere diameter werden gebruikt voor het malen van kruiden en cacao. Bij het op ambachtelijke wijze vervaardigen van mosterd worden nog natuursteentjes gebruikt om het mosterdzaad te malen. Boeren, die zelf hun produkten maalden, maakten tot in het begin der jaren vijftig gebruik van kleine door een elektromotor aangedreven maalstoeltjes met stenen van ongeveer 1 m diameter - boerenmolentjes genaamd.

Elke molensteen is in het midden voorzien van een gat - het steengat of steenoog. In het steengat van de ligger zit de steenbus voor de lagering van de steenspil; door het steengat van de loper wordt het maalgoed toegevoerd en bij grotere snelheden de lucht voor de ventilatie en koeling van het maalgoed en de maalvlakken. De diameters van het steengat bedragen ongeveer 30 cm bij steendiameters van 1,20 en 1,30 m en 30 tot 35 cm bij steendiameters van 1,40 en 1,50 m.

In de loper bevinden zich bovendien twee, drie of vier uitsparingen voor het vastzetten van de takken van de rijn of het molenijzer, waarmede de draaiende loper op de steenspil rust.

Van het steengat tot de buitenomtrek worden de volgende delen onderscheiden:

1. De krop en de breekbaan. Afb. 7.1.

De krop bevindt zich rondom het steengat en gaat over in de breekbaan. In de krop wordt het maalgoed opgenomen, dat zich vervolgens spiraalvormig naar de buitenomtrek verplaatst. Om het maalgoed gemakkelijker te kunnen opnemen is de krop van een loper vaak 6 tot 12 mm dieper uitgeslagen dan het maalvlak, hetgeen arm scherpen wordt genoemd. Op de breekbaan wordt het maalgoed grof gebroken.

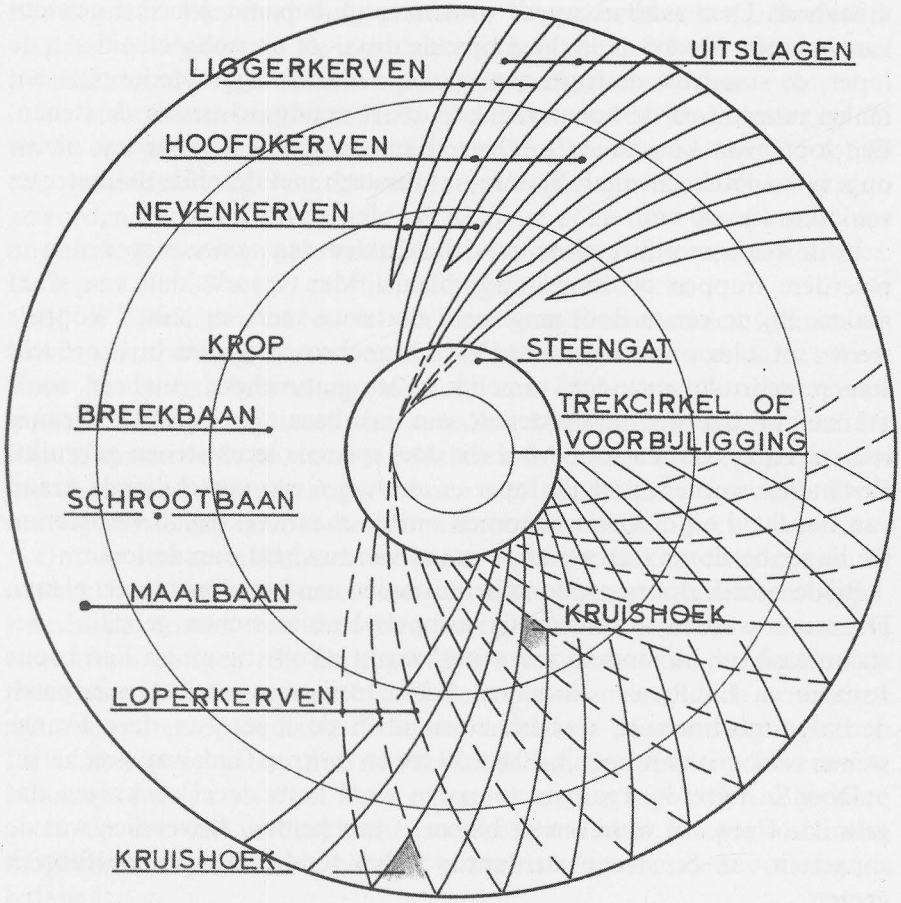
2. De schrootbaan.

Op dit gedeelte wordt het gebroken maalgoed verder verkleind; er vindt een maalwerking plaats. Het meel wordt schrootmeel genoemd.

3. De maalbaan.

Dit is de baan aan de buitenomtrek gelegen waar het uitmalen of fijnmalen van het schrootmeel plaatsvindt. Sommige stenen bezitten

(2) Volgens de molenmaker Ten Brink uit Gouda is deze maat afgeleid van de omtrek van de stenen. Een 17er steen heeft ongeveer een omtrek van 17 Amsterdamse voeten, enz., zoals hij in januari 1935 aan de hoofdredakteur 'Dirksen' van het blad 'De Molenaar' schrijft.



7.1. Enige benamingen van molensteenonderdelen.
De steen heeft een rechts-zwaaischerpsel met voorbijligging.

in de krop nog twee brede diep uitgeslagen gaten - zwelgaten genaamd. Deze gaten werden aangebracht om gebroken lijnkoeken van de oliemolens te kunnen malen en waren nodig om de brokken gemakkelijker tussen de stenen te voeren.

Stenen voor het malen van eikeschors tot run, een stof die vroeger voor de bereiding van leer werd gebruikt, waren om dezelfde reden in de krop zeer arm gescherpt.

Bij het ambachtelijk malen verloopt het gehele maalproces op de banen van een koppel stenen in één doorgang. De toestand van het meel op de schroot- en maalbaan wordt bepaald door de ruwheid van het steenoppervlak, het scherpsel dat daarop is aangebracht en de

maaldruk. De maaldruk wordt voornamelijk bepaald door het gewicht van de loper. Mede van invloed zijn: de draai- of omtreksnelheid van de loper, de stand die de loper ten opzichte van de ligger gedurende het malen inneemt en de hoeveelheid en soort maalgoed tussen de stenen. Een loper van kunststeen met een diameter van 1,50 m weegt nieuw ongeveer 1450 kg, evenals blauwe natuursteen met dezelfde diameter en een dikte van 40 cm.

In de oude meelfabrieken vond het malen van tarwe met stenen in meerdere trappen of doorgangen plaats. Men spreekt dan van vlakmalen. Bij de eerste doorgang werd de tarwe met een aantal koppels stenen tot schrootmeel gemalen. Voor het schroten werden bijvoorbeeld stenen gebruikt met een tamelijk grote natuurlijke ruwheid zoals Duitse- of blauwe natuurstenen van lavabasalt en speciale Franse stenen. Later werden soms voor dit doel speciale kunststenen gebruikt. Bovendien werden voor de loper en de ligger een verschillende graad van hardheid en ruwheid genomen om de maalwerking te verbeteren. De ligger bezat o.a. een mindere graad van ruwheid dan de loper.

Bij de tweede doorgang vond het uitmalen van het schrootmeel plaats. Daarvoor werden voornamelijk koppels Franse stenen gebruikt, bestaande uit een bijzondere zoetwaterkwarts afkomstig uit La Ferté sous Jouarre en La Presle. Voor een betere opname van het maalgoed, derhalve schrootmeel, was het steengat in de loper van deze Franse stenen vaak groter namelijk 40 tot 50 cm en de krop flink arm gescherpt.

Door in twee doorgangen te malen werd beter meel verkregen dat gebuild of gezeefd werd om de bloem af te scheiden. Bovendien was de capaciteit van de stenen en daardoor het rendement van de fabriek groter.

Voor het malen in de fabrieken moesten de stenen hard, poreus en gelijkvormig zijn. De randen van de poriën moeten scherp zijn om een snijdende en schrapende werking te krijgen zodat de meelkern wordt opengelegd en de deeltjes van de meelkern van de huidjes of de zemelen worden geschraapt. De poriën dienen voor het zacht uitmalen.

Ruwe stenen hebben de eigenschap de korrels te kneuzen en te verscheuren waardoor het meel grieziger of grover wordt en de zemelen stukgesneden of verpulverd.

Van de hiervoor genoemde Duitse of blauwe stenen werden de zachte soorten gebruikt voor het malen van rogge en de harde soorten voor het uitmalen van tarwe.

Een veel gebruikte blauwe en kunststeen wordt dunner door het scherpen en afmalen. Bij intensief gebruik werd per jaar afhankelijk van de hardheid ongeveer 2 tot 3 cm afgemalen; bij de zachtere blauwe

stenen meer. Een doelmatig gescherpt koppel stenen kan afhankelijk van het maalgoed en de noodzakelijke fijnheid 30 tot 50 ton meel produceren alvorens opnieuw gescherpt te moeten worden.

De steendikten variëren sterk. De dikte van de loper bedraagt 25 tot 50 cm, gemiddeld ongeveer 35 cm. De dikte van de ligger 15 tot 30 cm, gemiddeld ongeveer 25 cm. Is een loper van natuursteen te dun geworden dan wordt de maaldruk te klein, doch deze steen kan echter nog als ligger worden gebruikt. De Franse stenen zijn gewoonlijk dikker. De lopers zijn 35 tot 50 cm dik; de liggers 25 tot 30 cm.

Bij de fabricage van lopers van kunst- en Franse stenen kunnen afwijkingen optreden waardoor zij bij het draaien in onbalans raken. Voor het uitbalanceren zijn daarom aan de bovenzijde drie of vier bussen of kastjes ingestort waarin ballast kan worden aangebracht. De Franse stenen in de vroegere meelfabrieken bezaten in de zijkant bussen met daarin een draadstang voorzien van een balanceergewicht. Deze radiale verstelling maakt het uitbalanceren eenvoudiger.

Om de stenen te kunnen hijsen en de loper te kantelen, zijn in de omtrek bout- of kraangaten aangebracht voorzien van ijzeren busjes, waarin de bouten van de steenbeugels worden gestoken die aan de steenkraan hangen. Bij de ligger zijn twee gaten voor dit doel op de halve steendikte aangebracht. Bij de loper eveneens, doch bovendien zijn twee gaten op de halve dikte van de ballast- of steunlaag ingestort. De laatste twee gaten zijn noodzakelijk om de loper in de kraan te kunnen kantelen als deze voor een groot deel is afgemalen. Zijn deze gaten op een verkeerde plaats aangebracht dan is het praktisch niet mogelijk de loper met de hand te kantelen aangezien deze volledig uit balans is.

2.0. Molensteenmaterialen

De soort molensteen wordt bepaald door het materiaal waaruit deze is opgebouwd.

We onderscheiden daarbij twee hoofdsoorten, namelijk: natuur- en kunststenen.

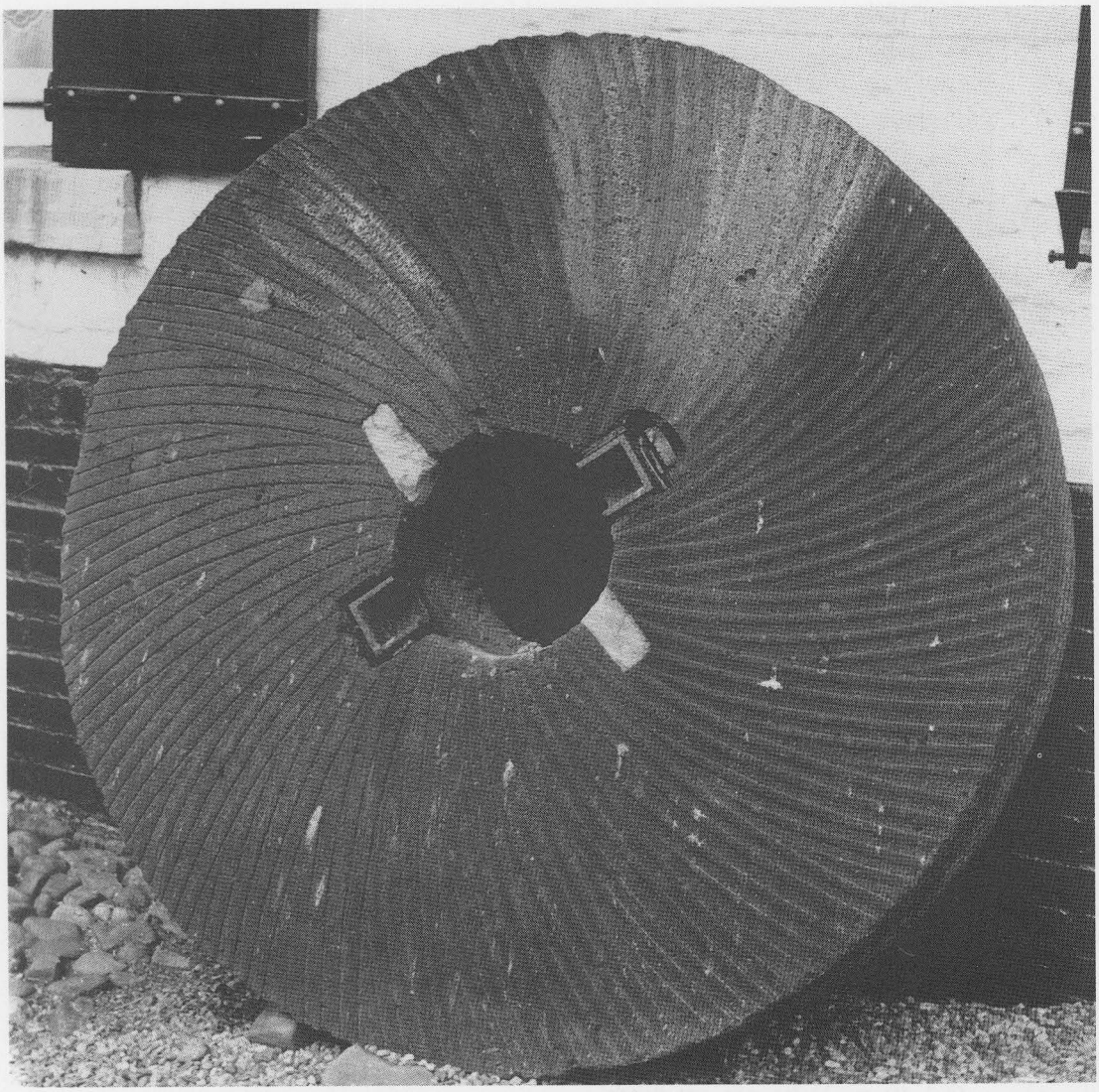
Natuurstenen worden o.a. onderscheiden in blauwe of Duitse stenen, Franse stenen, granietstenen, zandstenen en verder nog enige andere natuurstenen voor bijzondere doeleinden die verder buiten beschouwing blijven.

Kunststenen worden onderscheiden in kwarts-, amaril- en kwarts-amarilstenen.

7.2. Molenstenen van graniet afkomstig uit de Vogezen. Waarschijnlijk zijn deze afkomstig van een schipmolen uit Maastricht, die in het midden van de 17e eeuw van zijn ankers is losgeslagen en bij Boorsem (Belg. Limb.) op de Maas is vergaan. De rijn is van smeedijzer.

2.1. Blauwe of Duitse stenen

Blauwe stenen bestaan uit lavabasalt, meestal kortweg basalt genoemd, en zijn afkomstig uit de Duitse Eifel een gebied dat gevormd wordt door de rivieren de Ahr, de Moezel en de Rijn met als centrum Maria Laach. In dit gebied hebben vulkanische aktiviteiten plaatsgevonden, erupties gepaard gaande met lavabasaltstromen en asregens.



7.3. Een Duitse of blauwe steen voorzien van twee schoentjes voor een Engelse balanceerrijn. De twee andere gaten, oorspronkelijk bestemd voor een viertaks rijn, zijn dichtgemaakt. Het is een links - draaiende steen voorzien van een zwaaischerpsel in pandsels voor het malen van tarwe. (Het wit op de steen is verf).

De gloeiende lavabasalt bevat bij het uitvloeien veel opgeloste gassen, zodat bij afkoeling een poreus gesteente ontstaat al of niet verontreinigd met brokken gesteente uit andere afzettingen.

Het uithouwen van de stenen geschiedde aanvankelijk in dagbouw, waarmede de Romeinen op een voor die tijd grote schaal begonnen. Nadat dagbouw niet meer mogelijk was, werd tot ondergrondse winning overgegaan. Daarbij ontstonden enorme onderaardse grotten en schachten (3).

De molensteen werd in zijn geheel uitgehouwen. Vervolgens werden zij gesorteerd op poreusheid, hardheid, diameter, dikte en zuiverheid. Immers brokjes van ander gesteente mogen daarin niet voorkomen. Hardheid en poreusheid zijn bepalend voor het maaldoel. Bij het afmalen blijft de steen poreus. Er ontstaan daarbij steeds nieuwe gaatjes en scherpe kantjes. Het fijne slijpsel wordt in meel zeer sterk verdund en is onschadelijk. De kleur van de steen is donkergrijs. Op de scherf gelijkt de poreusheid enigszins op puimsteen. Afb. 7.3.

Andernach aan de Rijn was vanouds het centrum van waaruit de molenstenen werden verladen voor transport over de Rijn; over land werden ze verder per as vervoerd. Reeds in de 15e eeuw worden in akten aankopen en transporten van blauwe stenen genoemd voor molens in de lage landen. Afb. 7.4.

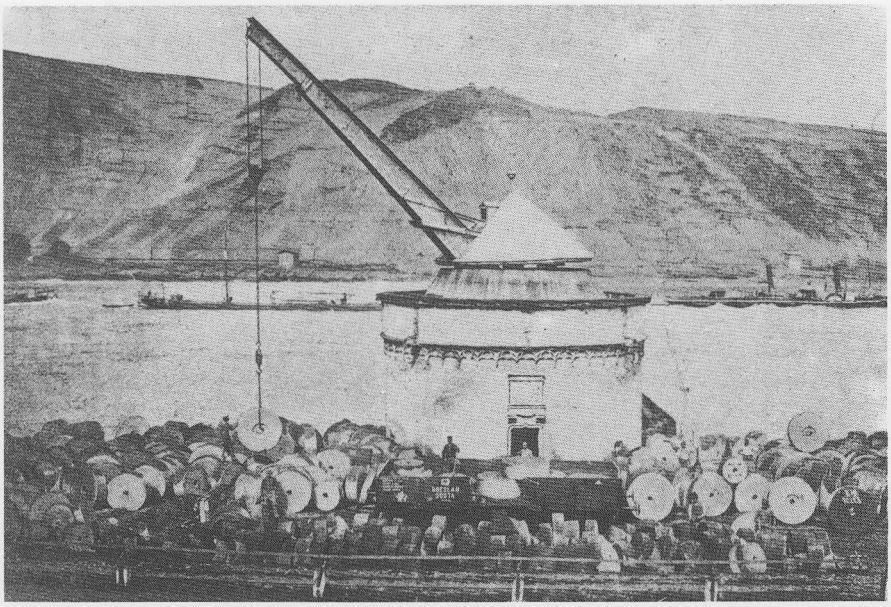
De stenen zijn zachter dan de gebruikelijke kunststeensoorten en daarom goed bewerkbaar. Een daaruit vloeiend nadeel is dat de stenen een korte gebruiksduur hebben, zodat zij vaak gescherpt moeten worden. Eenmaal per week scherpen was dan ook normaal. Tussen de stenen onderling bestaan hardheidsverschillen. De leverancier gaf oorspronkelijk een eenvoudige relatieve hardheidsgraad aan met bijvoorbeeld termen als: hard, minder hard en zacht.

Blauwe stenen werden veel toegepast voor het malen van tarwe en boekweit. Door de samenstelling in combinatie met het scherpsel zijn zij bijzonder geschikt voor het malen van deze graansoorten. In België en Duitsland werden deze stenen overigens in de 19e en 20ste eeuw in verhouding minder toegepast dan in Nederland.

Het gewicht van blauwe stenen bedraagt
Ø 1,50 m, 36 kg per cm dikte
Ø 1,40 m, 31 kg per cm dikte
Ø 1,30 m, 26 kg per cm dikte
Ø 1,20 m, 23 kg per cm dikte
Ø 1,10 m, 20 kg per cm dikte

Blauwe stenen met een diameter van 1,20 m en 1,10 m zijn nu zeldzaam.

(3) Voor een uitvoerige beschrijving van het delven en vervaardigen van blauwe stenen wordt verwezen naar het artikel 'Molenstenen' door W.F. Anderson in het Jaarboek 'Twente 1973'.



7.4. De beroemde en nog steeds bestaande steenkraan te Andernach aan de Rijn in zijn glorietijd bij de overslag van molenstenen. (Arch.)

2.2. Franse stenen

Franse stenen zijn samengesteld uit stukken zoetwaterkwarts. Kwarts in het algemeen is een van de meest verbreide mineralen. Het komt voor als edel- en sierstenen, alsmede in de meest eenvoudige grind- en zandlagen. Ook zandsteen, een zachte steensoort die eveneens voor molenstenen werd gebruikt, bestaat voornamelijk uit kwarts (4).

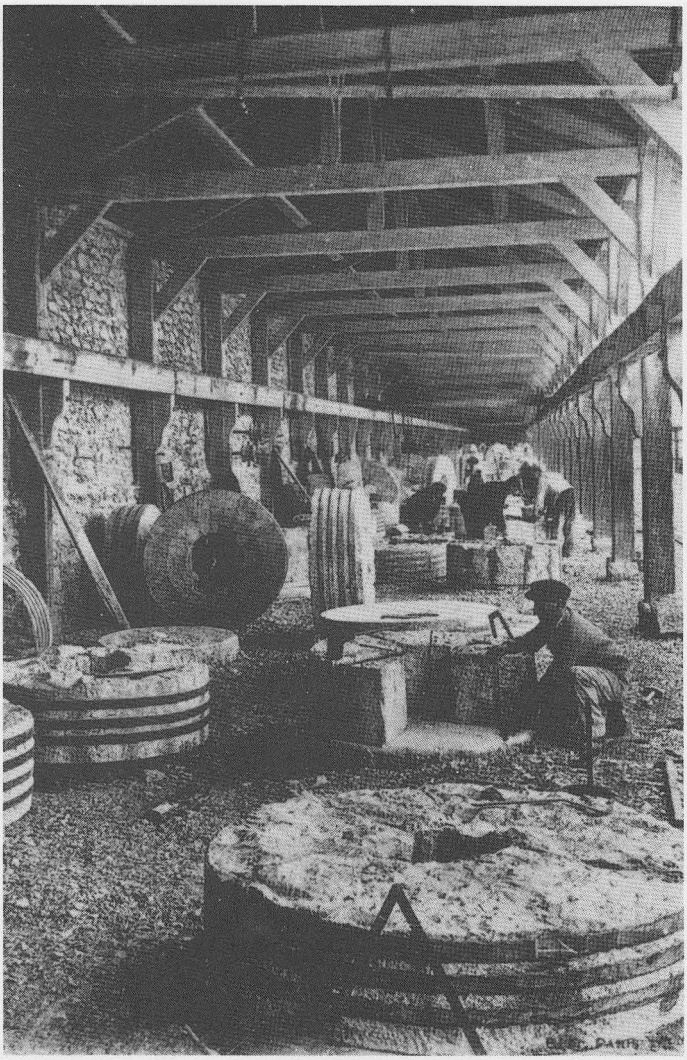
In de grotten van Champagne tussen de Marne en de Aisne, niet ver van Parijs, met als hoofdvindplaats La Ferté sous Jouarre, kwamen de voor maaldoeleinden zo geschikte zoetwaterkwartslagen voor, welke als aders horizontaal in het kalkgesteente liggen. Geen enkele kwarts uit een andere streek of land kon dit materiaal voor maaldoeleinden evenaren. Evenals in de Eifel waar de blauwe steen werd gedolven, vond ook in La Ferté sous Jouarre en omgeving de bevolking werk in de groeven bij het delven van de brokken en bij de fabricage van de molenstenen. Afb. 7.5. en 7.6.

(4) Zandstenen werden in de gerstpellerij toegepast. Daarbij werd voor elke volgende passage een fijnere zandsteen gebruikt.

7.5. Een molensteenfabriek in de open lucht te La Ferté-sous-Jouarre. Het sorteren en vormen van de kwartsstukken. (Arch. I.J. de Kramer)

Grote en kleine kristallen in alle schakeringen van geel, bruin en lichtgrijs geven het gladde maaloppervlak een prachtige aanblik. Naast de natuurlijke pigmenten kwamen door de verontreinigingen ook andere kleuren voor. De gedolven kwartsblokken waren dan ook vaak verschillend. Zij bevatten gedeelten die massief, poreus of geheel open waren afhankelijk van de plaats in de groeve, bijvoorbeeld aan de oppervlakte of in de bodem op zand- of kleilagen. De stenen uit La Ferté sous Jouarre waren (licht)geel en gesloten; de stenen uit de groeven van Epernon (ongeveer 70 km ten Z.W. van La Ferté sous Jouarre gelegen), waren grijs-wit en tamelijk open en werden vooral gebruikt voor kleine stenen met een diameter tot 80 cm. Deze gesloten blauwgrijze stenen met een grote diameter zijn dichter, harder en gladder dan Duitse stenen. Volledigheidshalve zij hier vermeld, dat uit de Franse groeven ook de Engelse stenen kwamen. De onder de naam van Franse stenen bekend staande molenstenen waren 'zachter' en poreuzer dan de Engelse stenen, die als zeer hard bekend staan.

Om de geschiktste soorten bij elkaar te brengen, werden de blokken stukgeslagen en op grootte, hardheid, poreusheid of kristalstructuur



7.6. Een kijkje bij het samenstellen van de molenstenen in een van de fabrieken van de Société Générale Meulière te La Ferté-sous-Jouarre, omstreeks de eeuwwisseling. Ook in andere plaatsen had de Société molensteenfabrieken. (Arch. H.G. Peel)

gesorteerd. De gesorteerde stukken werden opgestapeld waarna een natuurlijke droging plaatsvond die meerdere jaren kan duren. Het afval werd verkleind en gezeefd en diende voor de fabricage van kunststenen.

De beste stenen werden samengesteld uit regelmatige blokken die volkomen droog waren en een samenstelling hadden die voor het be-

treffende maalgoed het meest geschikt was. De maallaag van deze stenen is bovendien dikker en heeft een gelijkmatiger dikte. De betere Franse stenen tot een diameter van 1,00 m hebben een maallaag bestaande uit één stuk.

Goedkopere stenen bestaan uit samengevoegde kleinere stukken. De maallaagdikte varieert van 5 tot 10 cm, doch is door de steunlaag moeilijk te controleren. Gaten in de loper vormen geen uitzondering in veel Franse stenen van mindere kwaliteit. Deze stenen behoorden tot de goedkopere soorten. Men spreekt dan van open stenen. Is het aantal gaten te groot dan neemt het werkend oppervlak af. Worden deze stenen te zwaar belast dan malen ze de tarwe slecht en worden bovendien te warm. In Frankrijk werden open stenen verder voor het boerengemaal gebruikt.

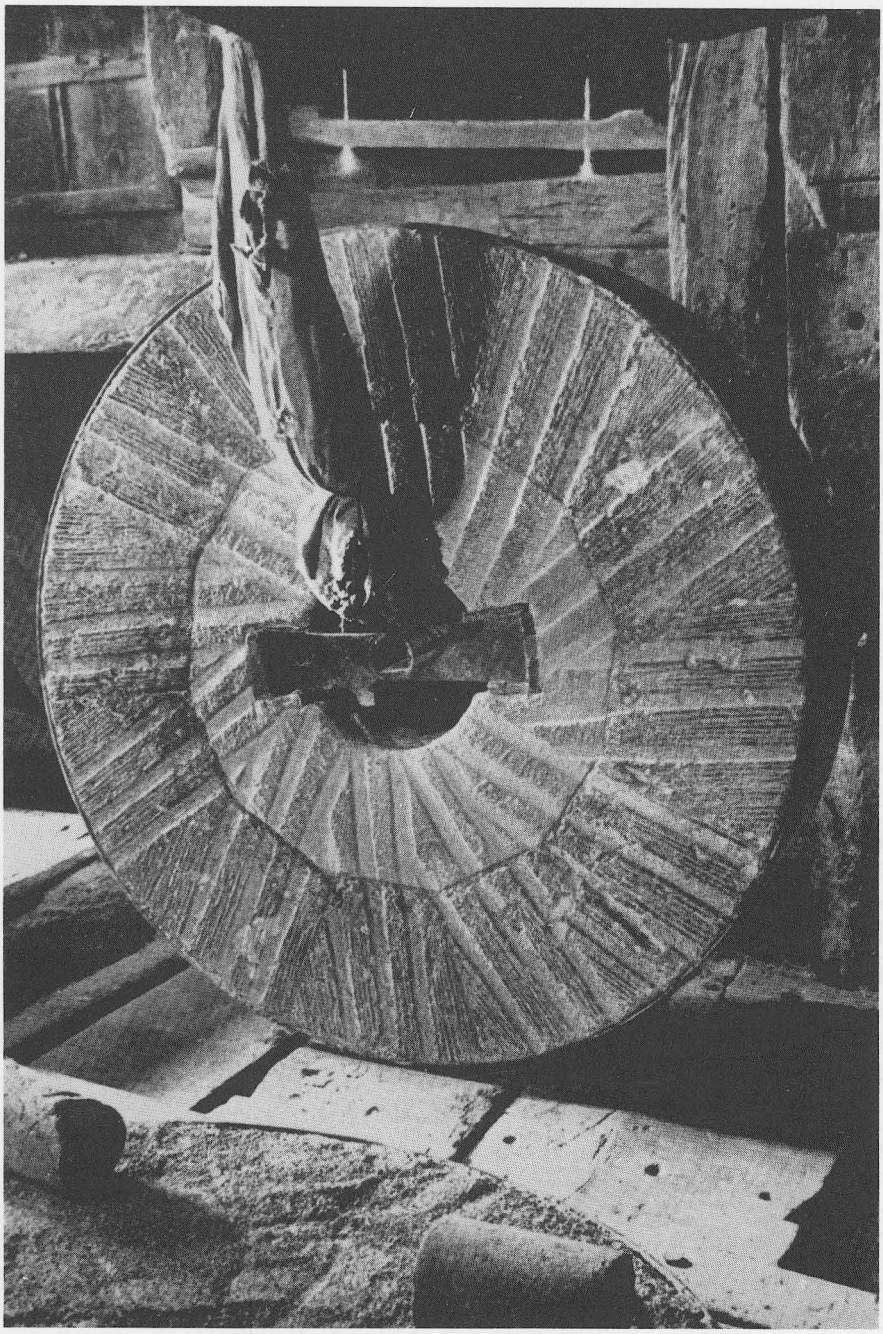
Voor de krop werd een stuk slechte kwarts, zachte kwarts of een zandsteen gebruikt met vrij grote afmetingen. Dit deel heeft immers geen maalfunktie doch dient voor de opname, het breken en het transport van het maalgoed. Door gebruikmaking van zachter materiaal kan de krop gemakkelijker arm worden gescherpt om zonodig de opname van het maalgoed te verbeteren. Afb. 7.7.

Het aantal kerven op de Franse stenen was vaak in verhouding gering; de breedte van de kerf was daarom aanzienlijk en bedroeg aan de omtrek soms 30 cm.

De kwartsblokken werden op een grondplaat of in een kuip gelegd en om de kropsteen gegroepeerd, nadat ze met een bilhamer zodanig waren bewerkt dat ze zo goed mogelijk aan elkaar sloten. De omtrek werd rond afgewerkt. De naden werden met gips of steenkit gevuld. Voor de steunlaag werd een mortel van stenen, kiezel met cement of gips gebruikt. Om springen of uit elkaar vliegen te voorkomen, werden om de stenen drie of vier ijzeren banden of hoepels gelegd. Vervolgens werden de stenen zuiver afgewerkt en voorzien van een scherpsel. Vaak werd voor het onder de rij brengen, het afwerken van het steengat en het arm maken van de krop van een soort draaibank gebruik gemaakt.

Op deze wijze werden stenen met een diameter van 1,60 m tot 2 m vervaardigd. Deze steenmaten vormden geen uitzondering. Immers in Franse wind- en watermolens kwamen steendiameters van 1,60 m tot 1,80 m veelvuldig voor. Het toerental van de lopers is in deze molens volgens onze begrippen laag. Door gebruik te maken van grote steendiameters bereikt de loper op de maalbaan echter nog een aanvaardbare omtreksnelheid.

In de industriële vlakmaalderij werden afhankelijk van het maaldoel meerdere soorten Franse stenen gebruikt. De harde (en duurste) soorten



7.7. Een samengestelde Franse steen, het middenstuk is van zandsteen. Het oppervlak van de kerven is gerabilleerd. (Arch.)

werden voornamelijk gebruikt voor het malen en uitmalen van tarwe; de zachtere soorten voor het malen van rogge. Hardheidsverschillen tussen de stenen onderling kunnen nu voornamelijk door vergelijking worden geconstateerd; in Nederland zijn ervaring en inzicht op dit punt vrijwel geheel verloren gegaan.

Stenen met een gesloten oppervlak en fijne poriën zijn harder dan stenen met grove poriën. Het geluid van de slagen van de bilhamer is verschillend. De meeste Franse stenen zijn zó hard, dat de bilhamer als een hamer op een aambeeld opspringt. Ondanks het feit, dat de steen spiegelglad lijkt, bezit hij toch een fijne poreusheid. De fijne poriën en de snijkanten van de kristallen in de onregelmatige structuur geven de stenen in samenwerking met kunstmatig opgebrachte fijne sneden op de brede kerven of maalbalken een bijzonder maaleffekt. Zij leveren blank tarwemeel met een grote zemel en onderscheiden zich bovendien door de bijzondere uitmaling van de meelkern. De capaciteit is echter niet groot. Voor een koppel goede tarwestenen met een diameter van 1,40 m of 1,50 m moet gerekend worden op 200 tot 250 kg per uur. Bij tarwe malen wordt echter kwaliteit boven kwantiteit gesteld.

De Franse stenen werden vóór de invoering van de walsenstoel algemeen in de grote meelfabrieken toegepast. In de kleine meelfabrieken hebben zij zich kunnen handhaven totdat het malen met stenen niet meer lonend was en de fabrieken werden opgeheven. In de Duitse meelfabrieken, welke vroeger overigens wat hun inrichting betreft ook voor Nederland model stonden, werden blauwe stenen vanwege hun minder gunstige eigenschappen in vergelijking met Franse stenen voor het uitmalen weinig toegepast. In Nederlandse wind- en watermolens hebben de Franse stenen veel minder ingang gevonden dan de blauwe stenen. De prijs van een goede Franse steen is steeds zeer hoog geweest. De prijs en de mindere bekendheid zijn mogelijk de oorzaken geweest dat deze stenen op enige uitzonderingen na nooit de plaats van de blauwe stenen op de kleine molens hebben kunnen innemen. Op Belgische molens kwamen zij echter veelvuldig voor.

2.3. Kunststenen

Een kunststeen is opgebouwd uit een speciaal samengestelde maallaag en een steun- of balastlaag van een mortel, bestaande uit grind en zand met magnesiet en chloormagnesium als bindmiddel. De maallaag kan uit één mengsel bestaan, men spreekt dan van een massieve steen, of uit meerdere mengsels van verschillende hardheid waarmede het scherpsel is opgebouwd. Men spreekt dan bijvoorbeeld van stenen met een zacht bodemsel, die hierna nader worden toegelicht.

Bij de vervaardiging van kunststenen zijn verschillende methoden toegepast.

Bij massieve stenen wordt bijvoorbeeld eerst de maallaag gestort en daarop de steunlaag. De steunlaag werd vroeger gestampt, tegenwoordig getrild zodat de mortel zich beter verdicht. In de steunlaag worden op daarvoor in aanmerking komende plaatsen bussen en blokken aangebracht voor de bouten, de kastjes voor het aanbrengen van lood en de rijntakken. Het storten vindt plaats in een tweedelige kuip die om een mal is geplaatst. Deze mal ligt op een werkvloer en draagt aan de bovenzijde het scherpsel in spiegelbeeld. Vóór het storten wordt deze met vet ingesmeerd om een aanhechting te vermijden. Beide lagen worden direkt na elkaar aangebracht. Aan de mortel wordt als regel 1 tot maximaal 2% harder toegevoegd bijvoorbeeld calcium-chloride om de harding te versnellen. Overigens duurt het ongeveer 28 dagen alvorens de steen is uitgewerkt.

Gedurende de harding treedt een chemische reactie op die een temperatuurverhoging tot gevolg heeft. De stenen worden in die periode goed afgedekt om een sterke afkoeling te vermijden. Het hardingsproces is mede afhankelijk van de omgevingstemperatuur. Op warme dagen verloopt dit zeer snel. Bij lage temperaturen, bijvoorbeeld 5° C of lager, mag niet gestort worden.

De krimp is mede afhankelijk van het watergehalte van de mortel. Hoe natter wordt gestort des te groter zal de krimp zijn. Als regel wordt dan ook de maallaag en de steunlaag zo droog mogelijk gestort.

Afhankelijk van de omgevingstemperatuur kan de steen reeds na enige dagen ontdaan worden van de kuip. Nadien wordt de steen gekanteld en voorzien van hoepels of ijzeren banden, die warm om de steen worden gelegd. Elke steen moet tenminste twee banden hebben, namelijk een onder het maalvlak en een aan de onderzijde. Aanbeveling verdient de aanwezigheid van een derde band, gelegen op het grensvlak tussen de maal- en de steunlaag. Deze banden dienen ter bescherming tegen eventueel losrakende delen van de stenen, bij transport en het leggen. Het scherpsel wordt verder met de hand afgewerkt.

Bij een andere werkwijze wordt eerst de steunlaag gestort. Zodra deze hard is en uitgewerkt, wordt daarop de maallaag aangebracht. De steunlaag moet aan deze zijde grof zijn om een goede hechting van de maallaag te geven. Deze werkwijze werd in het verleden ook toegepast bij het aanbrengen van een kunst-maallaag op een blauwe steen. Met behulp van een mal wordt het scherpsel in de maallaag gedrukt of na harding met behulp van mallen op de steen getekend en met een pneumatische of elektrische scherphamer aangebracht.

Afhankelijk van het maaldoel wordt voor de maallaag kwarts, een mengsel van kwarts en amaril of uitsluitend amaril in verschillende korrelgrootten toegepast - granulaties genoemd. Oorspronkelijk werd gebroken kwarts uit de groeven van La Ferté sous Jouarre gebruikt. Deze groeven die reeds kort na het begin van deze eeuw uitgeput raakten, zijn kort na de Tweede Wereldoorlog gesloten. Een aantal steenfabrikanten zijn toen uitsluitend amarilstenen gaan vervaardigen. Tot de eersten behoorde de firma Jules Theunincx te Dixmuiden (B.) gevolgd door de firma Jos Kuyken te Hasselt (B.).

Sedert het bestaan van de kunststeen is voor de kwarts de hiervoor genoemde La Ferté sous Jouarre-kwarts toegepast. Dit was immers een begrip. Toch heeft de kwarts-kunststeen een geheel andere structuur dan de Franse steen. Deze steen heeft zoals eerder werd opgemerkt een glad oppervlak met een zeer fijne poreusheid en de kristallen in de kristalstructuur hebben fijne snijkanten, geheel eigen aan dit soort zoetwaterkwarts. De zemel van de tarwe wordt enigszins vastgehouden en de meelkern bloemig uitgemalen.

Bij een kwarts-kunststeen is dit echter anders. De maallaag bestaat uit een mengsel van kwartskorrels en een bindmiddel. Dit mengsel moet zodanig zijn dat het maalvlak na het inmalen homogeen is, d.w.z. de afgeslepen kwartskorrels moeten zoveel mogelijk tegen elkaar liggen. Is het bindmiddel te zacht of de ruimten tussen de korrels te groot, dan zal dit middel eerder afslijten dan de korrel. Men zegt dan dat de steen uitrooft, er ontstaan dan veel snijkanten. Het oppervlak wordt dan enigszins ruw. Dit uitroven vindt voornamelijk plaats door het malen van harde produkten, alsmede door grof malen. 'Ruwe' stenen zijn geschikt voor het malen van o.a. rogge, gerst, haver, mais, produkten die in diverse granulaties gemalen kunnen worden, waarbij de taaie zemelen of de doppen eveneens fijn versneden kunnen zijn en waarbij een grote produktie wordt verwacht. Men spreekt dan van kort meel.

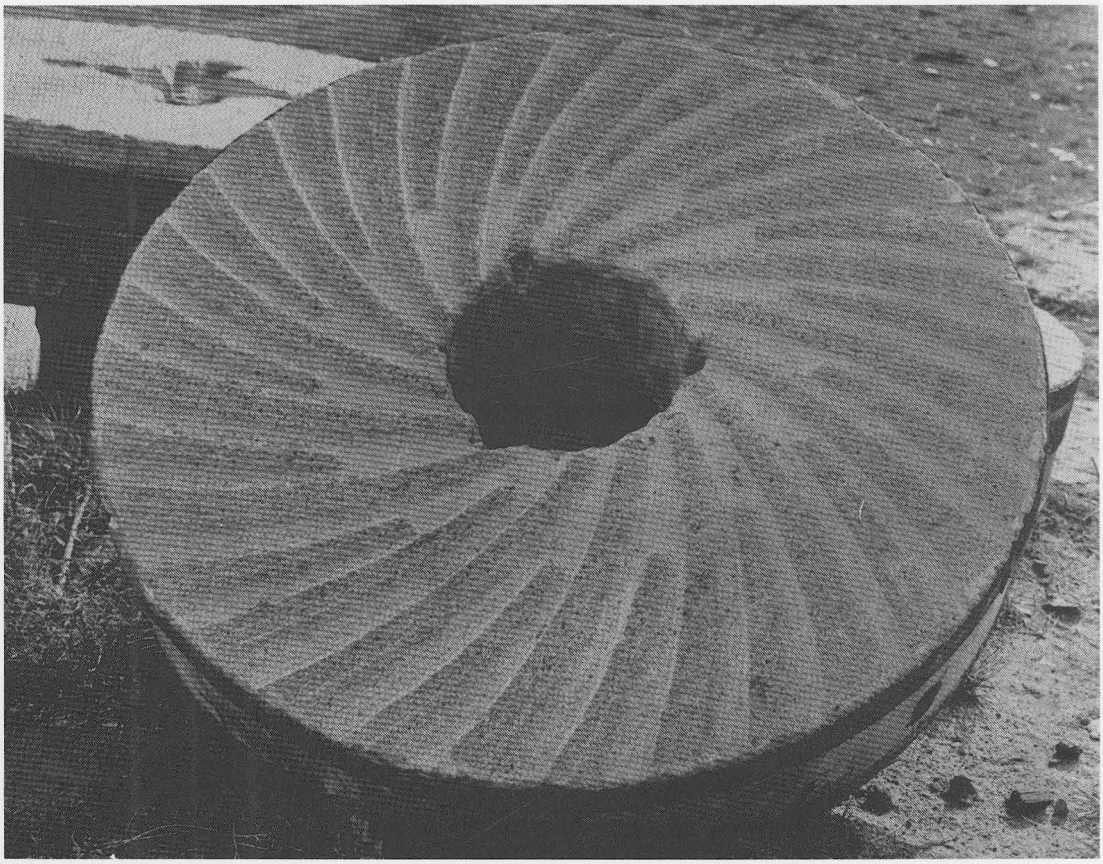
Is het bindmiddel te hard, dan worden de stenen glad. Immers het bindmiddel heeft praktisch geen poriën, derhalve ook geen snijkanten zodat de maalwerking uitsluitend moet plaatsvinden door de poriën en de snijkantjes van de in de oppervlakstructuur vlakgemalen kwartskorrels en door de snijkanten van het scherpsel. Met een aan de structuur aangepast scherpsel kunnen deze stenen zeer geschikt zijn voor het malen van tarwe. In vergelijking met het malen van een ander maalgoed is de produktie echter laag, hetgeen vaak tot misverstanden leidt. Daarvoor hebben deze stenen immers geen snijkracht. Een zwaardere belasting levert warm meel op en veroorzaakt versmeren van de poriën.

Het tarwemeel van veel voorkomende bestaande en nieuwe kunststenen met de algemeen gebruikelijke scherpsels, benadert slechts in zekere mate het tarwemeel van blauwe stenen. Voor de watermolen 't Coll te Eindhoven liet de auteur een koppel 17er stenen naar eigen inzichten maken door de fa. Kees te Leende (N.B.). uitgaande van Eifelbergkwarts als grondstof met een scherpsel voorzien van weinig (36) rechte, brede kerven of maalbalken. Hierbij stond de kwaliteit van het tarwemeel voorop; de produktie behoefde niet hoger te zijn dan ongeveer 300 kg per uur, zoals ook vroeger gebruikelijk was. Een bijkomstig voordeel van dit type steen is het eenvoudige onderhoud. Een koppel stenen van 1,20 m Ø werd bij de fabrikant op een elektrisch aangedreven maalstoel gelegd met een grotere draai- of omtreksnelheid. In beide gevallen waren de bereikte resultaten beduidend beter dan met stenen in de gebruikelijke uitvoeringen.

Een ruw oppervlak ontstaat door een zachter bindmiddel en het toevoegen van amaril aan de kwartskorrels. Het zachtere bindmiddel rooft uit en bij het afslijten van de kwarts blijven de scherpe kantjes van de hardere amarilkorrels gehandhaafd en zorgen mede voor een grotere snijkracht. Deze stenen voor het malen van veevoeders en bakrogge bestaan o.a. uit 75% tamelijk fijne kwarts en 25% fijne amaril. Het snijdend vermogen wordt groter naarmate het percentage amaril toeneemt. De stenen zijn herkenbaar aan de donkerbruin tot zwart getinte amarilkorrels die duidelijk als stippen in het gele of grauwe maalvlak zichtbaar zijn. Afb. 7.8.

Voor het malen van tarwe bestaan de stenen uitsluitend uit grove kwartskorrels of een mengsel van 2/3 grove en 1/3 fijnere kwartskorrels, zodat na het inmalen een zoveel mogelijk gesloten oppervlak van kristallen ontstaat. Afhankelijk van de gebruikte kwarts heeft de steen een gele, roomkleurige of grauwe tint. Als bindmiddel wordt magnesiet of magnesiacement met chloormagnesiumvlokken in een waterige oplossing gebruikt, dat met de kwarts of met kwarts en amaril tot een 'droge' mortel wordt gemengd. Er vindt daarbij een chemische reactie plaats waardoor de maallaag verhardt en de binding met de steunlaag tot stand komt. Ook gaten in natuurstenen kunnen met deze mortel gedicht worden.

Kunststeentjes van uitsluitend amaril werden in het verleden reeds gebruikt voor het malen van maïs en afval van de pellerijen tot veevoeder, alsmede voor het malen van magnesiet. Magnesiet is een delfstof afkomstig uit Oostenrijk en Griekenland. De stof $Mg\ CO_3$ wordt gebrand, waarbij de koolzuur wordt uitgedreven, en vervolgens gemalen. Vanouds wordt magnesiet gebruikt voor het vervaardigen van



7.8. Kunststeen met een zacht bodemsel. De kerven bestaan uit kwarts (ca. 75%) en amaril (25%), en hebben een rechts zwaaischerpsel. De steendiameter bedraagt 1,20 m. (Fabr. Reyer Rutgers Wageningen)

vuurvaste stenen. Amaril is eveneens een delfstof afkomstig van de Griekse eilanden en wordt ook wel Naxosamaril genoemd. De stof wordt gebroken en gesorteerd op korrelgrootte. Als bindmiddel wordt zoals hiervoor vermeld magnesiet gebruikt, aangemaakt met een waterige oplossing van chloor-magnesium. Bij toevoeging van een juiste hoeveelheid van de oplossing versteent het materiaal tot grote hardheid en drukvastheid. Bij gebruik van een onjuiste samenstelling of onzuivere grondstoffen, kunnen scheuren optreden. Het chloor-magnesium is hygroscopisch, d.w.z. het trekt vocht aan; op metalen bijvoorbeeld het ijzer van de banden, heeft het sterke corrosieve eigenschappen.

De eerste proeven met kunststenen vonden in Nederland juist voor de eeuwwisseling plaats. De gebruikelijke blauwe stenen hadden het bezwaar dat ze voor intensief gebruik te zacht waren en gemiddeld eenmaal per week moesten worden gescherpt. Het duurde evenwel tot na de Eerste Wereldoorlog en de jaren twintig dat de hardere kunststenen algemeen ingang vonden. Aanvankelijk voor het malen van bakrogge en veevoeder, later ook voor tarwe hoewel de meeste molenaars daar steeds sceptisch tegenover hebben gestaan. In de meeste molens bleef dan ook tenminste één koppel blauwe stenen voor dit doel in gebruik. De komst van de kunststenen had echter voor algemene maaldoeleinden een grote arbeidsbesparing en een grotere produktie tot gevolg. Reyer Rutgers te Wageningen richtte de eerste Nederlandse fabriek van kunstmolenstenen op. Tussen 1910 en 1930 nam het aantal fabrikanten sterk toe. Tot de belangrijksten behoorden o.a. Gebr. Jaspers te Aarle-Rixtel (N.B.), A. Paauwe & Co. te Rotterdam, J. Kleinbussink & Zn. te Apeldoorn, Fa. v.d. Reyt & Zn. Geertruidenberg.

Waarschijnlijk kwamen de eerste kunstmolenstenen omstreeks de jaren negentig van de vorige eeuw uit Oostenrijk. In Nederland waren het aanvankelijk de molenaars en de beroepsscherpers die rond de eeuwwisseling met meer of minder succes op blauwe stenen een harde kunstmaallaag aanbrachten. Deze stenen treft men overigens nog steeds op molens aan. De Drunense molenaar Lucas Manders was de eerste die zijn stenen van een dergelijke kunstlaag voorzag. De Nederlandse kunstmolensteenfabrikanten volgden enige jaren later.

Niet elke molenaar scherpte overigens zelf zijn stenen. Door tijdgebrek of het ontbreken van de noodzakelijke kennis bij hem en zijn personeel, werd dit werk dan aan gespecialiseerde scherpers overgelaten. Tot aan de jaren veertig kwamen er nog plaatselijke of rondtrekkende loon- of beroepsscherpers voor.

Kwarts- of amarilstenen worden sterk beïnvloed door de produkten die er op worden gemalen. Indien bij het malen een grote fijnheid noodzakelijk is zoals bijvoorbeeld bij tarwe, slijten de scherpe puntjes op de kerven af. De stenen worden daardoor gladder en gaan fijner malen; het snijdend vermogen van het kerfoppervlak vermindert en de poriën vullen zich met meel. Kunststenen passen zich na enige tijd aan het maaldoel aan. Wordt op deze stenen een hard produkt grover gemalen, bijvoorbeeld maïs, dan worden de stenen in zekere mate weer ruw door het openen van de poriën en eventueel het uitroven van het bindmiddel. Wil men vervolgens weer tarwe malen dan zal het meel aanvankelijk griezig of scherp aanvoelen. Na enige produktie zullen de stenen weer fijner en zachter gaan malen.

Het inmalen van grove kwartsstenen duurt langer dan dat van fijne kwartsstenen. De puntjes van de fijne kwarts zijn eerder afgesleten, doch het grote aantal kantjes van de structuur blijft aanwezig. Ingemalen grove kwartsstenen hebben grotere vlakken en een kleiner aantal scherpe kantjes. Deze stenen geven zachter tarwemeel met grote zemelen dan de fijnere kwartsstenen en zijn daardoor beter geschikt voor het malen van tarwe. Stenen voor meer algemene doeleinden die zich snel aanpassen, moeten bij voorkeur uit fijne kwarts bestaan. Deze stenen leveren eveneens zacht, doch kort tarwemeel, waarbij de zemelen kleiner zijn.

Gedurende de jaren in en na de eerste wereldoorlog werden door de Duitse kunstmolensteenfabrieken vervangende kwartssoorten toegepast met als bijzonderheid, dat harde, grovere en fijnere lagen werden afgestemd op de funktie van de krop, de schroot- en de maalbaan. De werking van deze stenen werd daardoor optimaal benut.

3.0. Het toerental der stenen

Het toerental dat de loper moet maken om de grootste produktie te leveren is afhankelijk van de diameter der stenen en een aantal faktoren waarvan de soort maalgoed, de soort stenen, het scherpsel en de meelfijnheid de belangrijkste zijn.

In de oude vlakmaalderij van de meelfabrieken was voldoende gelegenheid om te onderzoeken welk toerental gemiddeld het gunstigste is. Bovendien verkeerden de maalstenen in een optimale konditie en er werd gemalen onder leiding van bekwame molenaars. Men kwam tot een omtrek- of draaisnelheid van 8 tot 9 meter per seconde, gemiddeld derhalve 8,5 m/s. Voor het malen van veevoeders werden omtreksnelheden tot ongeveer 10 m/s toegepast.

Rekenen we de gunstigste omtreksnelheid om naar de diameter van de stenen en het toerental, dan komen we tot de volgende waarden:

steendiameter in cm's	toerental in omw./min	omtreksnelheid in m/s
100	170	8,78
110	150	8,6
120	140	8,66
130	130	8,7
140	120	8,68
150	110	8,5

Uit deze tabel blijkt, dat een steen met een kleine diameter meer omwentelingen moet maken dan een steen met een grote diameter om tot dezelfde produktie te komen. Om dit toerental gemakkelijk te kunnen bereiken is een groot aanloopkoppel nodig, de molen moet dus gemakkelijk kunnen aanlopen. Om het toerental te handhaven is een groot vermogen nodig. De grootte van het aanloopkoppel en het vermogen zijn bepalend voor de belasting van de molen.

De aandrijving van een motormaalstoel kan op een gunstige draaisnelheid worden berekend.

Bij een windmolen zijn voor de keuze de volgende faktoren bepalend: De overbrengingsverhouding van het gaande werk, de roelengte, het wieksysteem en de windvang.

De laatste faktor is o.a. afhankelijk van de hoogte van de molen, de geografische en de plaatselijke ligging.

Windmolens met een lang gevlucht, dit is langer dan 24 m, en een gunstige windvang kunnen bij een matige wind, stenen van 1,50 Ø een gunstige draaisnelheid geven. In molens staande in gebieden met een ongunstiger windvang en met een korter gevlucht liggen vaak vanouds stenen van 1.40 m Ø. De draaisnelheid van de stenen is door de keuze van een lagere overbrengingsverhouding kleiner, tenzij de molen meer enden loopt dan normaal.

Om nu zoveel mogelijk windsnelheden te kunnen benutten moet voor een tweede koppel stenen van de tabel worden afgeweken. Immers het aantal maaldagen of maaluren kan worden opgevoerd als de diameter van de stenen 10 à 20 cm kleiner is en de draaisnelheid lager is dan die van het eerste koppel stenen, zodat de molen lichter draait. Het maalbedrijf wordt daardoor flexibeler.

Bij watermolens zijn voor de steendiameter bepalend: de grootte van het verval, de beschikbare waterhoeveelheid, de constructie van het waterrad of de turbine en de overbrengingverhouding. In verband met de vaak minder gunstige omstandigheden liggen in deze molens soms te grote stenen. Is de hoeveelheid water en het verval aan wisselingen onderhevig of ondervinden de schoepen vaak tegendruk door een te hoge stand van het onderwater, dan is het ontwikkelde vermogen vaak onvoldoende voor het aandrijven van stenen van 1.50 m Ø. In die gevallen zal een koppel stenen met een kleinere diameter, waarvan de loper een lagere draaisnelheid heeft dan 8 m/s, meer meel produceren met overigens dezelfde fijnheid, dan een koppel stenen van 1,50 m Ø met een te lage draaisnelheid. De molen draait dan te zwaar.

Langzaam draaiende, zwaar belaste, stenen vertonen door de verhoogde maaldruk een grotere slijtage en moeten vaker gescherpt

worden. Bovendien is de kans op sneller warm worden van het meel groter, aangezien door het steengat en de krop minder ventilatielucht toetreden. Het warme meel geeft aanleiding tot versmeren van de stenen of tot doodmalen van het meel.

De ongunstiger windvang o.a. door de toenemende en omvangrijker bebouwing nabij windmolens en de vaak sterk gewijzigde waterbeheersing op de beken vormen de redenen om heden meer dan voorheen, op een molen naast een koppel met een grote diameter en een optimale draaisnelheid, een koppel stenen met een kleinere diameter en een lagere draaisnelheid te leggen, zodat een betere aanpassing aan het geleverde vermogen en koppel mogelijk is en het rendement wordt verhoogd.

4.0. Het scherpsel

4.1. Algemeen

De maalwerking van een koppel molenstenen wordt bepaald door de steensoort en het scherpsel.

In principe kan elk koppel maalstenen zonder scherpsel en een bepaalde ruwheid, door de snijkanten van de poriën of de kristalstructuur het graan breken en tot meel vermalen. De fijnheid van het meel is echter onregelmatig, de produktie laag en het meel wordt warm. Bij stenen met een scherpsel krijgt het maalgoed een spiraalvormige beweging van binnen naar buiten. Door de ruwheid van de samenwerkende stenen wordt het maalgoed in zijn beweging afgeremd en daardoor verkleind. Bij verhoging van de maaldruk wordt de verplaatsing van het maalgoed door de grotere wrijving sterker afgeremd. Het blijft dan langer tussen de stenen zodat het meel fijner wordt.

Het scherpsel heeft afhankelijk van de soort stenen de volgende funkties:

1. Het geeft de steen de noodzakelijke gelijkmatige ruwheid;
2. het geeft de stenen een snijdende werking;
3. het voert lucht toe en zorgt voor ventilatie of aspiratie van de maalvlakken en het maalgoed;
4. het zorgt voor een grotere en regelmatige produktie.

Het scherpsel bestaat uit:

1. de kerven of maalbalken; dit zijn de ruggen of het hogere gedeelte van het maalvlak;
2. de uitslagen of het bodemsel; dit is het verdiepte gedeelte van het maalvlak.

Het doel van de kerven is een maalwerking uit te oefenen door snijden en wrijven.

Het doel van de uitslagen is:

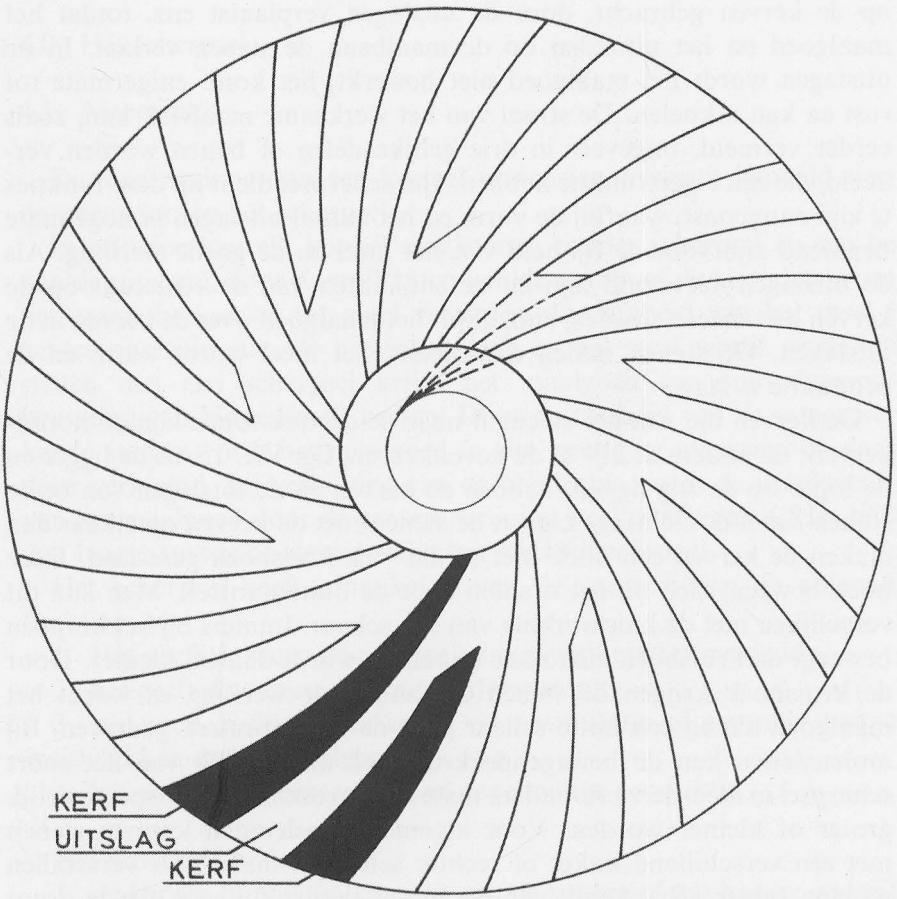
1. het maalgoed tussen de stenen te brengen en te verdelen;
2. het snijden van het maalgoed;
3. het zorgen voor voldoende luchttransport.

Het maalvlak wordt door de uitslagen regelmatig onderbroken. De loperkerven verplaatsen het maalgoed op de liggerkerven, waar een gedeelte van de vermaling plaatsvindt, alsmede in de uitslagen. Het maalgoed dat door opstuwing boven de liggerkerven uitsteekt wordt weer op de kerven gebracht en door de loper verkleind. Het overige deel wordt door de uitslagen naar de buitenomtrek verplaatst, weer op de kerven gebracht, door de uitslagen verplaatst enz. totdat het maalgoed na het uitmalen op de maalbaan de stenen verlaat. In de uitslagen wordt het maalgoed niet bewerkt, het komt enigermate tot rust en kan afkoelen. De straal van het werkzame maalvlak kan, zoals eerder vermeld, ongeveer in drie gelijke delen of banen worden verdeeld, die een eigen funktie hebben. Het scherpsel dient op deze funkties te zijn aangepast, waarbij de vorm en het aantal uitslagen in hoge mate bepalend zijn voor de fijnheid van het meel en de goede werking. Als de uitslagen vervormd zijn en de snijkanten van de structuur op de kerven niet meer aanwezig zijn, glijdt het maalgoed over de kerven in de uitslagen. De stenen malen dan slecht, het meel wordt warm en de produktie is laag.

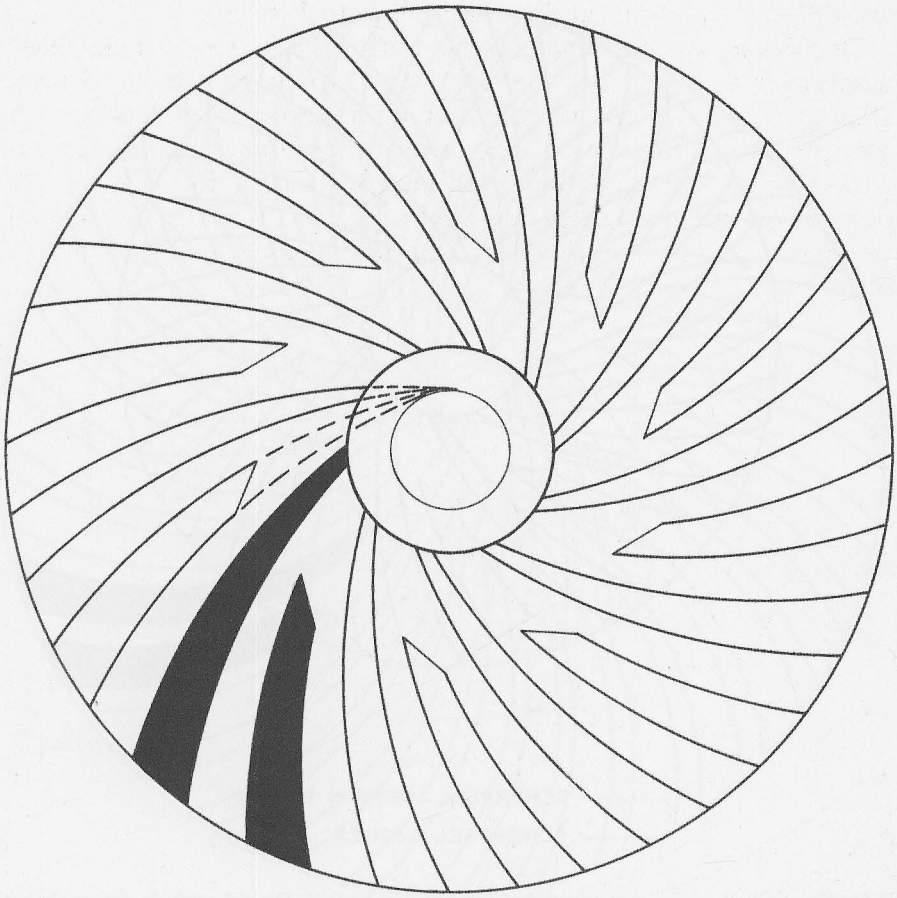
De kerven die van het steengat naar de omtrek lopen zijn de hoofdkerven; de andere de zij- of de nevenkerven, fig. VII. 1. Als de ligger en de loper op de rug liggen, hebben de kerven en de uitslagen van beide stenen dezelfde richting. Liggen de stenen met de kerven op elkaar dan maken de kerven een hoek met elkaar - de kruishoek genaamd. Deze hoek beweegt zich bij het draaien naar de buitenomtrek. Men kan dit vergelijken met de knipwerking van een schaar. Immers bij het knippen beweegt de kruishoek zich naar buiten en wordt daarbij kleiner. Door de kruishoek krijgen de stenen een snijdende werking en wordt het maalgoed als bij een botte schaar naar de buitenomtrek gedreven. Bij molenstenen kan de bewegende kruishoek afhankelijk van het soort scherpsel in meerdere of mindere mate even groot blijven, respectievelijk groter of kleiner worden. Voor algemene doeleinden kunnen stenen met een verschillend linker of rechter scherpsel malen. De verschillen moeten echter afhankelijk van de gewenste meelfijnheid niet te groot zijn. De ligger moet dan bij voorkeur het grootste maaloppervlak hebben, bestaande uit het kleinste aantal en de breedste kerven. De kerven

van de loper moeten de kleinste voorbijligging hebben.

De werking van het scherpsel van een koppel stenen kan zichtbaar worden gemaakt door een steen met het scherpsel op papier te tekenen. Daarop leggen we een vel transparant tekenpapier en trekken het scherpsel van de steen over. Vervolgens draaien we het vel transparant papier om en prikken de middelpunten met een punaise vast. Om de punaise kan het vel transparant papier gedraaid worden, linksom bij een links-scherpsel en rechtsom bij een rechts-scherpsel, en vormt dan de loper.



7.9. Rechts-scherpsel van een ligger en een loper. De loper ligt in de getekende stand op de rug. In bedrijf draait de steen rechtsom.

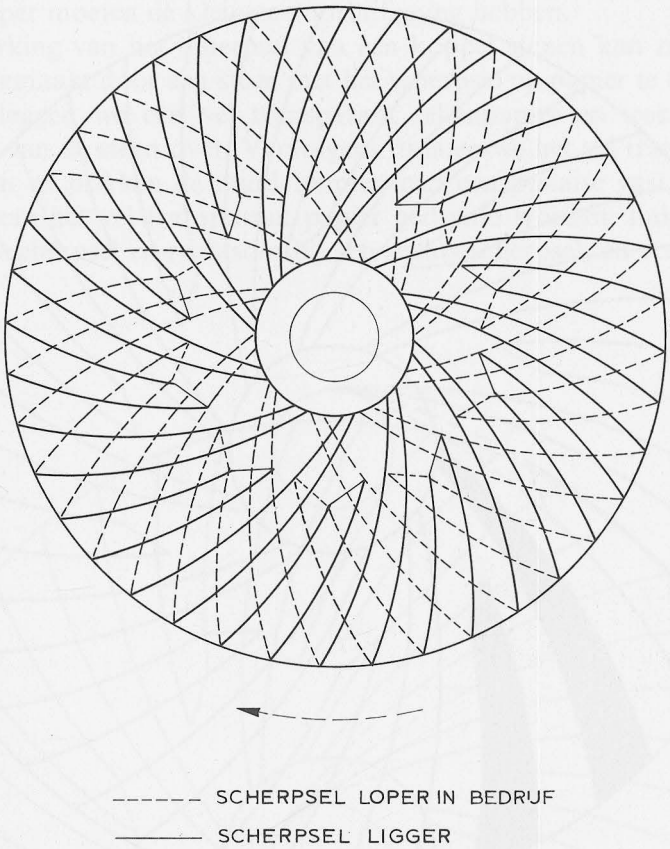


7.10. Links-scherpsel van een ligger en een loper. De loper ligt in de getekende stand op de rug. In bedrijf draait de steen linksom.

4.2. Rechts en links-scherpsel (5)

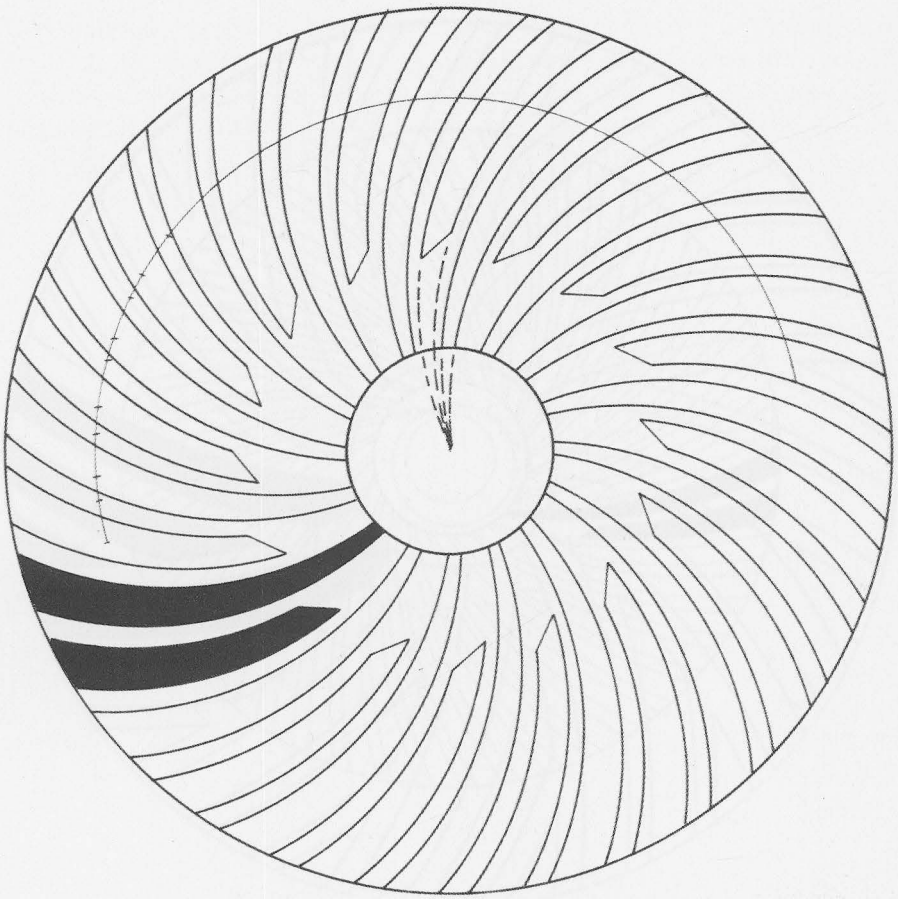
Afhankelijk van de draairichting van de loper spreekt men van een rechts en een links-scherpsel. Draait de steenspil of het staakijzer de loper rechtsom, in de richting van de wijzers van de klok, dan hebben de ligger en de loper (op de rug gelegd) een rechts-scherpsel. Afb. 7.9. De spiraalvormige beweging die het maalgoed tussen de stenen maakt,

(5) In de hierna volgende getekende figuren zijn in enige gevallen vanwege de overzichtelijkheid minder kerven getekend dan bij een gebruikelijke uitvoering. Hulplijnen of hulpcirkels om de stenen te tekenen zijn in enige figuren ter verduidelijking gehandhaafd.



7.11. Een koppel stenen met een rechts-scherpsel in bedrijf. De pijl geeft de draairichting van de loper aan. De snijwerking van de kerven komt duidelijk tot uitdrukking.

eindigt in een richting die eveneens met de wijzers van de klok meeloopt. Een loper met een links-scherpsel op een ligger met een links-scherpsel moet linksom draaien, dit is tegen de draairichting van de wijzers van de klok in. Afb. 7.10. en 7.11. Hebben de stenen voor de betreffende draairichting van de molen een verkeerd scherpsel dan beweegt de kruishoek zich naar binnen. De stenen worden dan gewurgd. Zij kunnen weliswaar malen doch het meel wordt snel warm.

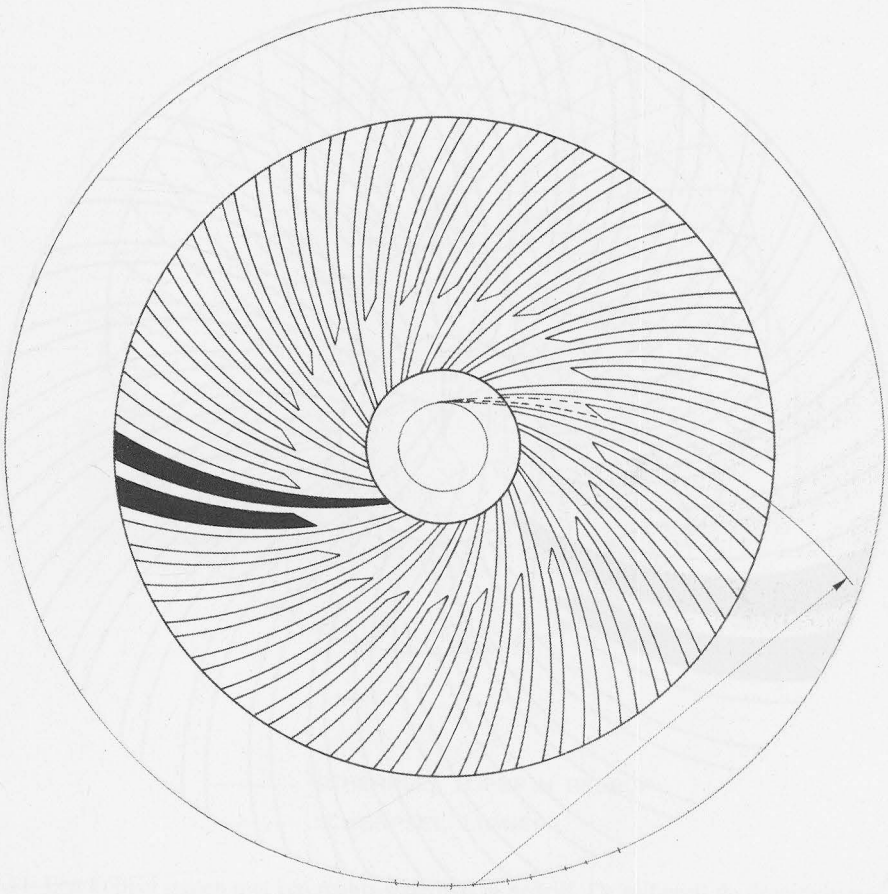


7.12. Een molensteen met een rechts-cirkelzwaaischerpsel.

4.3. Overzicht der scherpsels

1. Het cirkelzwaaischerpsel

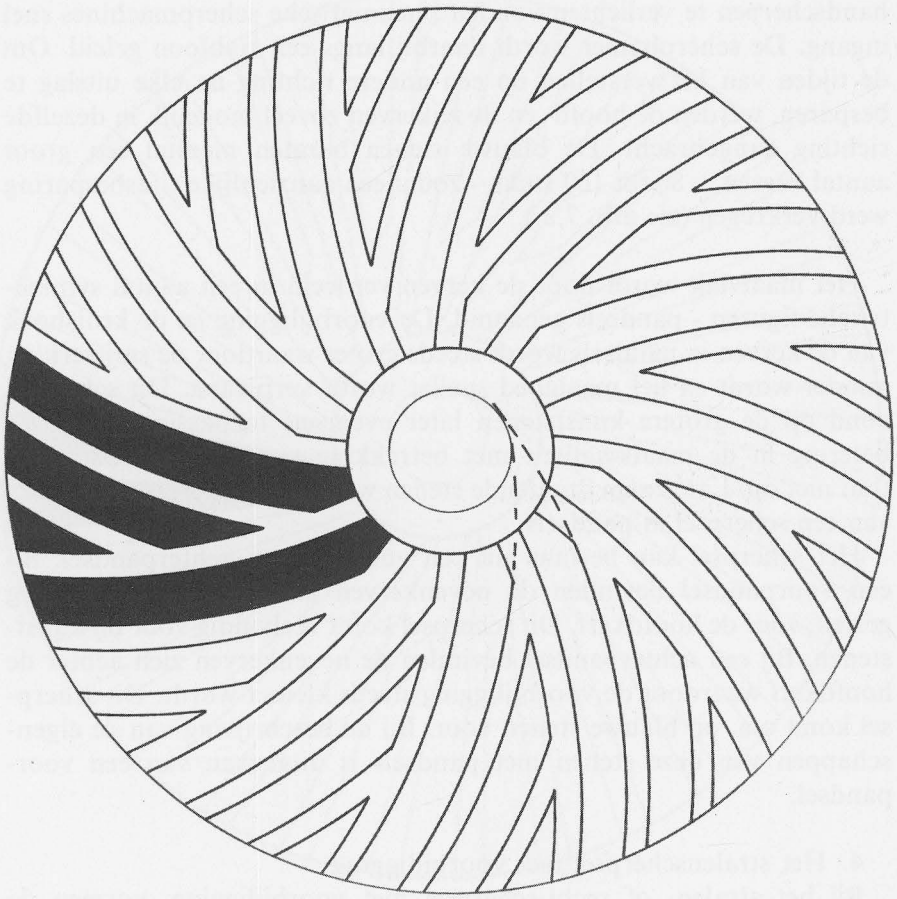
Dit scherpsel werd in het verleden algemeen toegepast. Afb. 7.12. Men treft het nog wel eens aan op blauwe stenen. De kerven zijn cirkelbogen die vanaf het middelpunt van het steengat naar de omtrek lopen, vandaar de naam cirkel-zwaaischerpsel. De kruishoek neemt van binnen naar buiten toe. De verplaatsing van het maalgoed wordt daardoor versneld; de snijwerking van de voorzijde van de kerven wordt echter kleiner. Dit scherpsel heeft het bezwaar dat het maalgoed onvoldoende in de krop kan worden opgenomen. Door het samenkomen van de kerven bij het steengat is in de krop te weinig ruimte voor opname.



7.13. Zwaaischerpsel met voorbijligging (rechts draaiend).

2. Het zwaaischerpsel met voorbijligging

Om de opname van het maalgoed in de krop en het transport tussen de stenen te bevorderen komen de cirkelbogen van de kerven niet in het middelpunt van de steen samen, doch lopen op gelijke afstanden aan het middelpunt voorbij. Deze afstand wordt de voorbijligging genoemd. Afb. 7.13. De cirkelbogen van de kerven raken aan een hulpcirkel die de voorbijliggings- of de trekcirkel wordt genoemd. De kruishoek neemt in de richting van de omtrek toe, de verplaatsing van het maalgoed neemt daardoor eveneens toe, doch de snijwerking neemt als gevolg daarvan af. De opname van het maalgoed is minder gunstig door de kleinere kruishoek; de verplaatsing van het maalgoed naar de



7.14. Zwaaischerpsel in pandsels (rechts draaiend).

omtrek wordt versneld door de toename van de kruishoek. De opname van het maalgoed is door de voorbijligging van de kerven echter veel gunstiger dan bij het cirkelzwaaischerpsel. De toepassing van één zijkerf kan onvoldoende ruimte in de krop geven, zodat vaak meerdere zijkerven worden toegepast waardoor het aantal hoofdkerven afneemt. Dit scherpsel wordt veelvuldig toegepast.

3. Het zwaaischerpsel in pandsels

Dit scherpsel werd op het einde van de vorige eeuw voor het eerst toegepast en dankt zijn ontstaan aan de invoering van de scherp- of de bilmachine. Afb. 7.14. Om het zware en nauwkeurige werk van het

handscherpen te verlichten vonden pneumatische scherpmachines snel ingang. De scherphamer wordt daarbij langs een sjabloon geleid. Om de tijden van het verstellen op een andere richting na elke uitslag te besparen, werden de hoofd- en de zijkerven zoveel mogelijk in dezelfde richting aangebracht. De blauwe stenen bezaten meestal een groot aantal kerven, – 80 tot 160 stuks – zodat een aanzienlijke tijdsbesparing werd verkregen (zie afb. 7.3.).

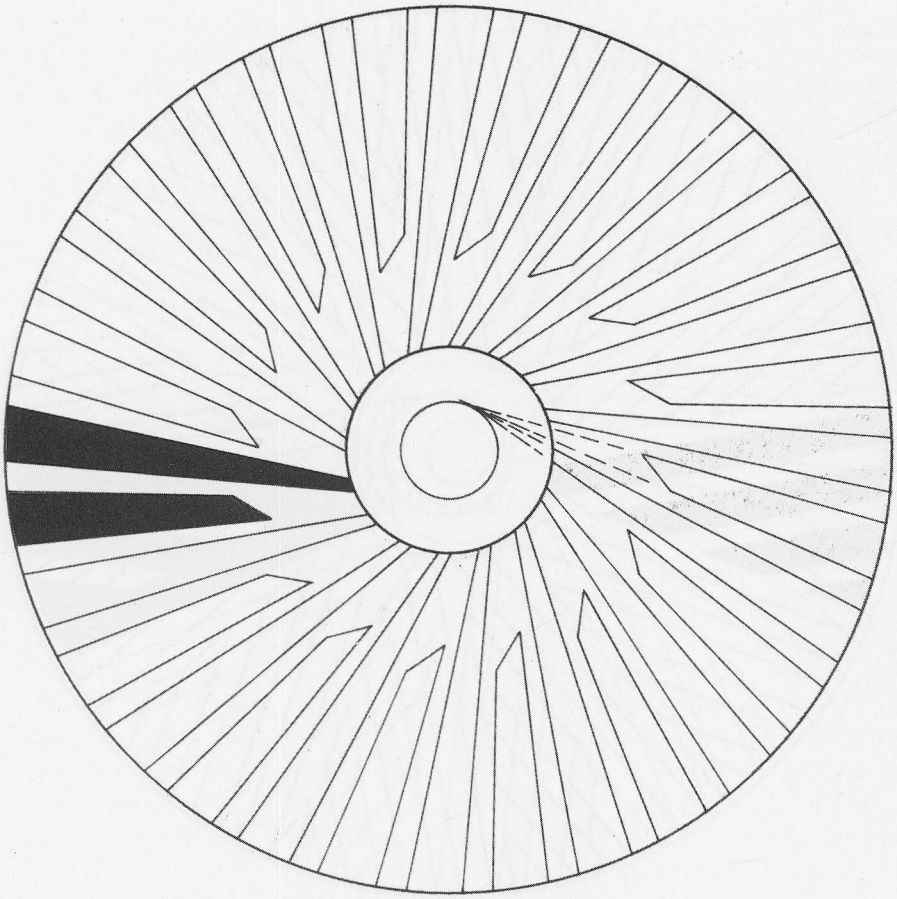
Het maalvlak wordt door de kerven verdeeld in een aantal symmetrische figuren - pandsels genaamd. De voorbijligging en de kruishoek van de kerven in pandsels wordt steeds groter waardoor de snijwerking minder wordt en het maalgoed sneller wordt verplaatst. Dit scherpsel vond op de grotere kunststenen later eveneens toepassing. Een verbetering in de maalkwaliteit met betrekking tot vroegere scherpsels trad niet op. Langzaam draaiende stenen worden bij voorkeur voorzien van een scherpsel in pandsels.

Het scherpsel kan bestaan uit een voor- en een achterpandsel. Bij een voorpandsel bevinden de nevenkerven zich in de draairichting gezien, vóór de hoofdkerf. Dit scherpsel komt veelvuldig voor bij kunststenen. Bij een achterpandsel bevinden de nevenkerven zich achter de hoofdkerf waardoor de voorbijligging steeds kleiner wordt. Dit scherpsel komt o.a. op blauwe stenen voor. Bij de beschrijving van de eigenschappen van deze stenen met pandsels is uitgegaan van een voorpandsel.

4. Het stralenscherpsel met voorbijligging

Bij het stralen- of recht-scherpsel met voorbijligging, vormen de kerven rechte lijnen die aan een trekcirkel raken. Afb. 7.15. De hoofd- en de zijkerven hebben derhalve dezelfde voorbijligging. De kruishoek blijft gelijk, dus ook de snijwerking. De beweging van het maalgoed tussen de stenen blijft constant. De opname van het maalgoed en de lucht vindt onder een gunstiger hoek plaats dan bij zwaaikerven en de opname van maalgoed is gunstiger dan bij een scherpsel in pandsels.

In de vlakmaalderij van de meelfabrieken werd dit scherpsel veel gebruikt op Franse stenen en dergelijke zoals bijvoorbeeld voor het malen van rogge. Dit scherpsel is ons inziens het meest geschikt voor het malen van tarwe, als de draaisnelheid het gunstigste is. Onder voorwaarde dat alle kerven dezelfde voorbijligging hebben, zodat ook de kruishoek en de snijwerking hetzelfde blijven, zou dit scherpsel tot de beste in zijn soort gerekend moeten worden. Dit rechte scherpsel heeft echter in Nederland voor zover bekend weinig of geen ingang gevonden.

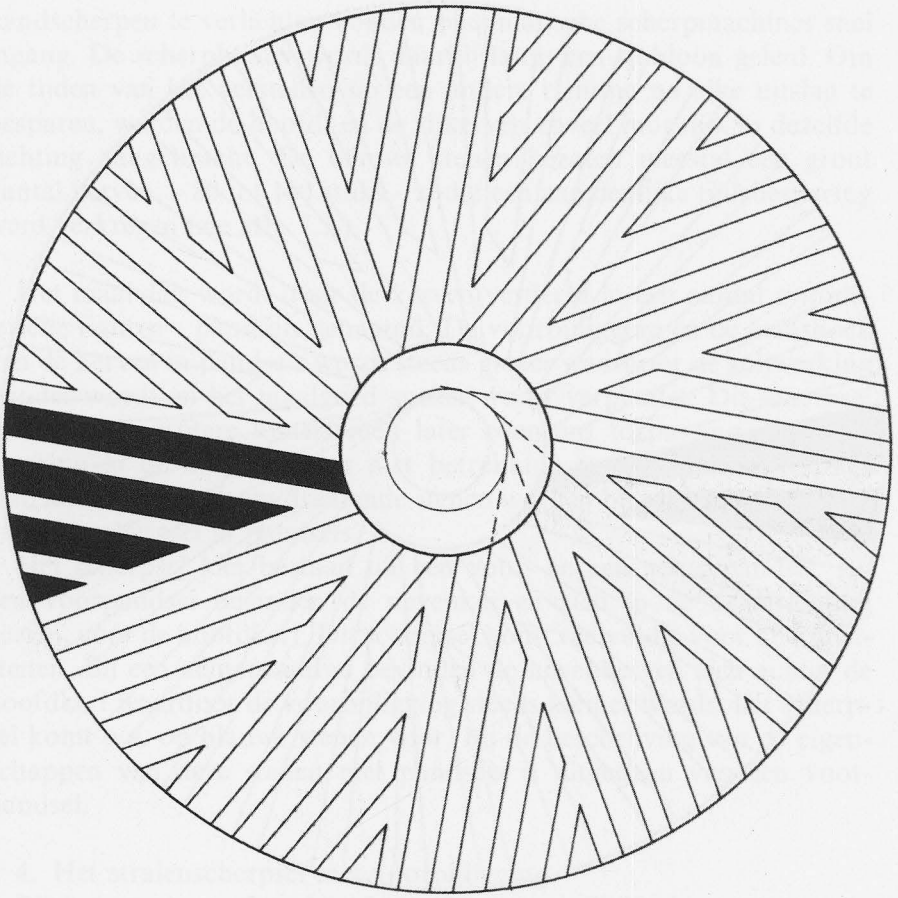


7.15. Stralenscherpsel met voorbijligging (rechts draaiend).

5. Het recht-scherpsel in pandsels

Bij dit scherpsel lopen de zijkerven evenwijdig aan de hoofdkerven. Afb. 7.16. De kruishoek van de hoofdkerven neemt van binnen naar buiten af, doch van de zijkerven neemt deze toe aangezien de voorbijligging van deze kerven toeneemt. Het maalgoed wordt daardoor sneller verplaatst, de snijwerking verminderd. Is het bodemsel op de maalbaan te diep uitgeslagen, dan bestaat de kans dat bij een te grote snelheid van de loper en een te grote voorbijligging het meel slecht gemalen wordt en door het bodemsel naar buiten treedt.

De kruishoek mag niet groter worden dan 84°. Deze waarde wordt bij een 17er steen bereikt bij een voorbijligging van 90 mm. Bij een

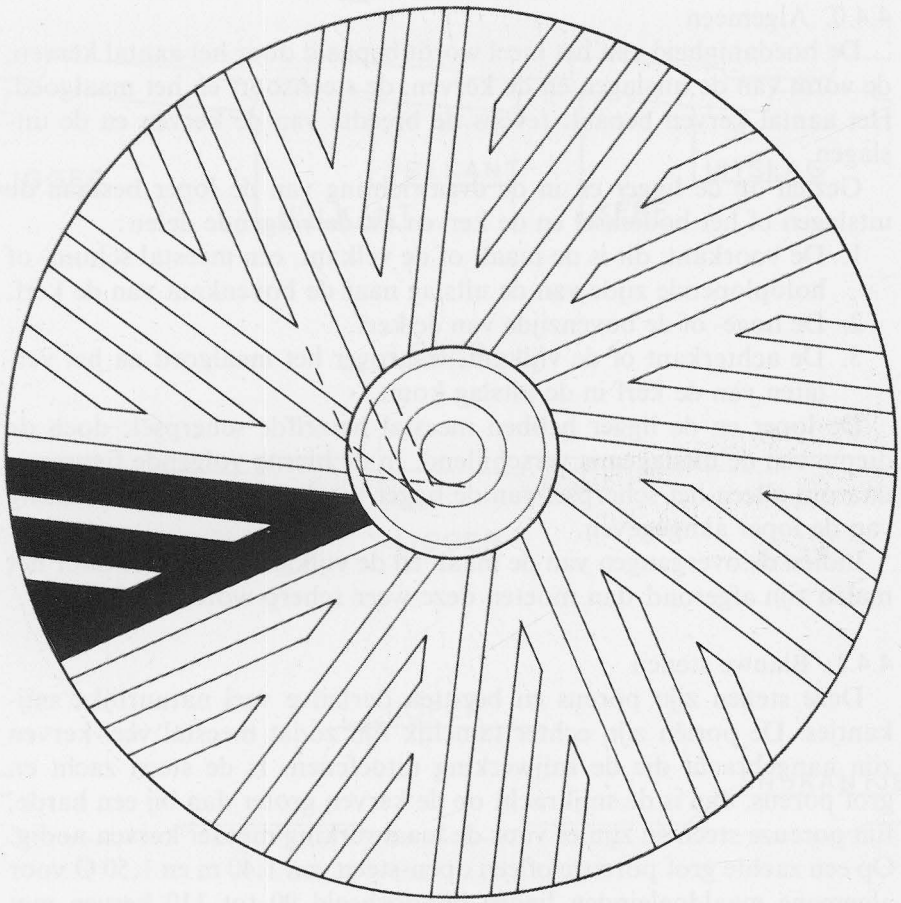


7.16. Rechtscherpsel in pandsels (rechts draaiend).

kleinere voorbijligging, brede kerven en ondiepe uitslagen op de maalkant treedt dit bezwaar niet op.

Ook dit scherpsel is zeer geschikt voor het scherpen met pneumatische of elektrische hamers. De rechte uitslagen kunnen direkt uit de hand gescherpt worden. Voor een kunststeen heeft het rechte scherpsel in pandsels het voordeel dat op de maalbaan een groot maalvlak aanwezig is en in de krop voldoende ruimte voor de opname, gevolgd door een goede verdeling van het maalgoed.

Vroeger werd dit scherpsel veel toegepast voor het schroten van tarwe en rogge vóór dat het op de walsenstoelen werd gevoerd. Tevens werd het veel gebruikt voor het uitmalen van de zemelen. Afb. 7.17. toont



7.17. Variant op het rechtscherpsel in pandsels (rechts draaiend).

een variant op dit scherpsel, waarvan op blz. 291 sprake is. Dit scherpsel heeft minder snijkanten en een groter oppervlak op de maalbaan namelijk 15-20 cm van de steenomtrek waar het uitmalen plaatsvindt. Hoe groter de maalbalken en maalvlakken zijn des te minder worden de zemelen van de tarwekorrels bij een gladde steen versneden en des te fijner en des te meer meel wordt verkregen. De produktie neemt echter af en het krachtverbruik neemt toe. De uitslagen zijn korter en ten dele afgesloten.

4.4. Het aantal kerven, de vorm van de uitslagen en de kerven, en de invloed daarvan op het meel

4.4.0. Algemeen

De hoedanigheid van het meel wordt bepaald door het aantal kerven, de vorm van de uitslagen en de kerven, de steensoort en het maalgoed. Het aantal kerven bepaalt tevens de breedte van de kerven en de uitslagen.

Gezien op de ligger en in de draairichting van de loper bestaan de uitslagen of het bodemsel en de kerven uit de volgende delen:

1. De voorkant, dit is de maal- of de velkant, een meestal schuin- of holoplopende zijde van de uitslag naar de bovenkant van de kerf.
2. De hoge- of de bovenzijde van de kerf.
3. De achterkant of de vijlkant, waarover het maalgoed na het verlaten van de kerf in de uitslag komt.

De loper en de ligger hebben meestal hetzelfde scherpsel; doch de diepte van de uitslagen is verschillend. In de hierna volgende figuren is daarom alleen het scherpsel van de ligger getekend en de draairichting van de loper aangegeven.

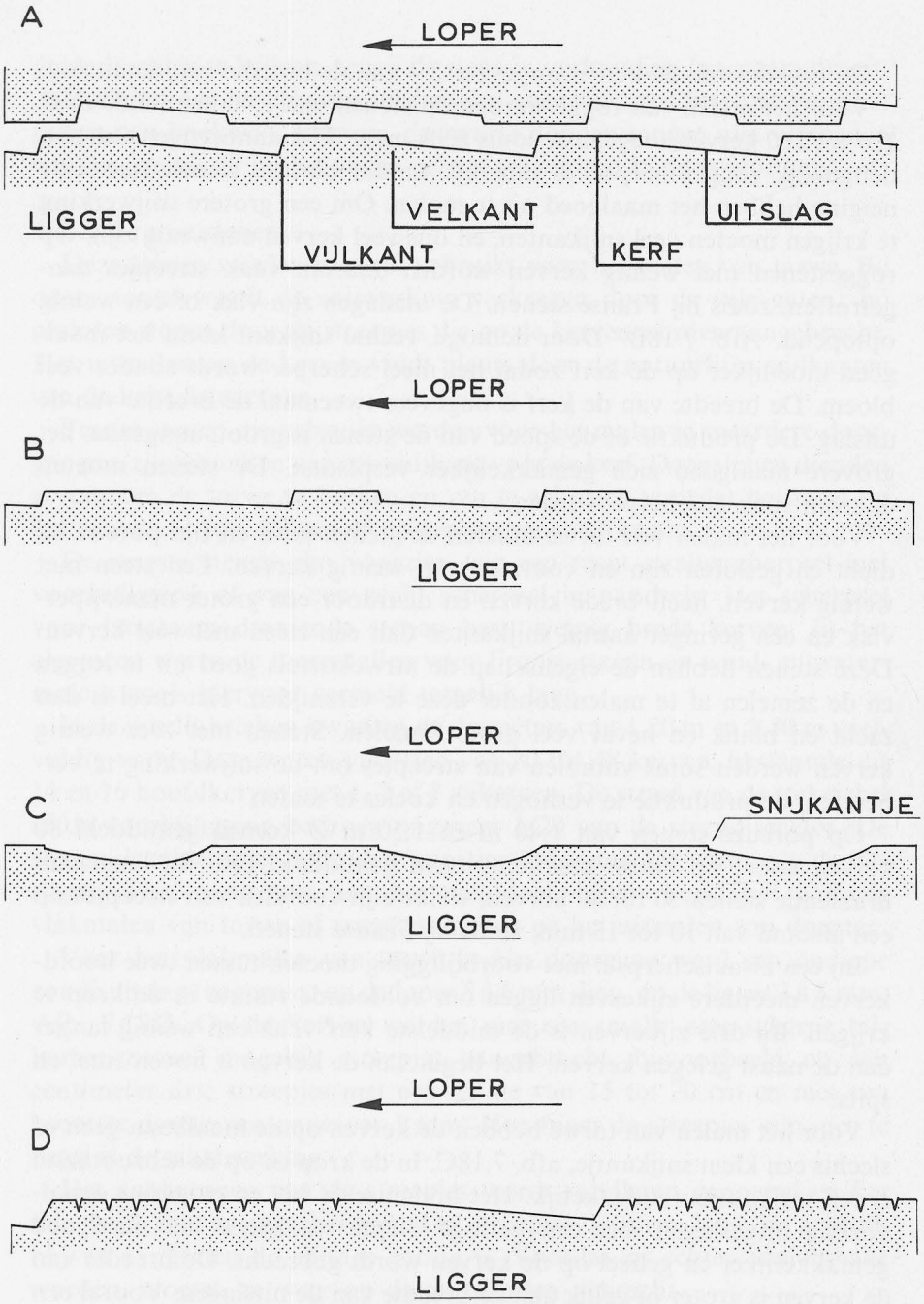
Indien de overgangen van de maal- en de vijlkant op de kerf door het malen zijn afgerond dan moeten deze weer scherp worden gebild.

4.4.1. Blauwe stenen

Deze stenen zijn poreus en bezitten derhalve veel natuurlijke snijkantjes. De poriën zijn echter tamelijk fijn zodat meestal veel kerven zijn aangebracht die de snijwerking uitoefenen. Is de steen zacht en grof poreus, dan is de snijkracht op de kerven groter dan bij een harde, fijn poreuze steen en zijn er voor de maalwerking minder kerven nodig. Op een zachte grof poreuze of een open-steen van 1,40 m en 1,50 Ø voor algemene maaldoeleinden liggen bijvoorbeeld 90 tot 110 kerven met een voorbijligging van 80 mm; op een harde, fijn poreuze of een dichte en gesloten-steen, 120 tot 140 kerven.

De stenen malen op de kerven alleen de fijnste delen uit. Het snijdende werk vindt aan de voorzijde van de kerven plaats. Voor algemene maaldoeleinden zijn de schuin-oplopende zijden van de uitslagen aan de voorzijde van de kerven voorzien van een scherp opstaand kantje. Dit scherp snijkantje of snede is noodzakelijk om de stenen de benodigde snijwerking te geven waarna het maalgoed door de snijkantjes van de poriën op de kerven wordt uitgemalen. Afb. 7.18A. Is het snijkantje te hoog dan wordt het meel scherper.

De vijlkant loopt iets schuin omdat vanuit de stand van de scherper een steile achterkant moeilijk met een bilhamer is te slaan. Het diepere gedeelte van de uitslag vult zich met grover maalgoed en fijn meel en neemt niet deel aan het maalproces.



7.18. Scherpsels:
A. Scherpsel van blauwe stenen voor algemene maaldoeleinden.
B. Scherpsel van blauwe stenen voor het malen rogge.
C. Scherpsel van blauwe stenen voor het malen van tarwe.
D. Scherpsel van Franse stenen voor het malen van tarwe.

De breedte van de kerf is ongeveer 2/3 van de breedte van de uitslag.

Voor het malen van rogge werden op stenen van 1,40 m en 1,50 m Ø 120 tot 160 kerven toegepast, soms zelfs meer. Het aanbrengen van een deugdelijk roggescherpsel is moeilijk omdat blauwe stenen steeds de neiging hebben het maalgoed uit te malen. Om een grotere snijwerking te krijgen moeten veel snijkanten, en dus veel kerven aanwezig zijn. Op roggestenen met weinig kerven worden daarom vaak streepjes aangetroffen, zoals bij Franse stenen. De uitslagen zijn vlak of een weinig oplopend. Afb. 7.18B. Door de hoge, rechte snijkant komt het maalgoed moeilijker op de kerf zodat het meel scherper wordt zonder veel bloem. De breedte van de kerf is ongeveer tweemaal de breedte van de uitslag. De produktie of de spoed van de stenen is groot, aangezien het grovere maalgoed zich gemakkelijker verplaatst. De stenen moeten daarom vaak gescherpt worden.

Voor het malen van tarwe moeten de stenen hard en fijn poreus, of dicht en gesloten zijn en voorzien van weinig kerven. Een steen met weinig kerven, heeft brede kerven en daardoor een groter maaloppervlak en een geringer aantal snijkanten dan een steen met veel kerven. Deze stenen hebben de eigenschap de tarwekorrels goed uit te leggen en de zemelen af te malen zonder deze te versnijden. Het meel is dan zacht en blank en bevat veel grote zemelen. Stenen met zeer weinig kerven werden soms voorzien van streepjes om de snijwerking te verbeteren, de produktie te verhogen en koeler te malen.

Op poreuze stenen van 1,40 m en 1,50 m Ø komen gemiddeld 80 kerven voor; op harde gesloten stenen gemiddeld 100. Bij langzaam draaiende stenen 30 tot 48 kerven, welke zijn voorzien van streepjes op een afstand van 10 tot 15 mm, zoals bij Franse stenen.

Bij een zwaaischerpsel met voorbijligging moeten tussen twee hoofdkerven meerdere zijkerven liggen om voldoende ruimte in de krop te krijgen. Bij drie zijkerven is de middelste kerf vaak een weinig langer dan de naast gelegen kerven. Het begin van de kerven is boven smal en spits.

Voor het malen van tarwe hebben de kerven op de maalbaan geen of slechts een klein snijkantje, afb. 7.18C. In de krop en op de schrootbaan is een snijkantje noodzakelijk. Het bodemsel is hol en enigszins ovaalvormig uitgeslagen met een geringe diepte waardoor het maalgoed gemakkelijker en geheel op de kerven wordt gebracht. De breedte van de kerven is groter of gelijk aan de breedte van de uitslagen. Vooral een fijn poreuze steen zal de zemelen op de kerven dan niet versnijden doch alleen afschrapen.

Met stenen van 1,20 m Ø is het niet eenvoudig blank tarwemeel met

grote zemelen te krijgen, tenzij de steen in verhouding langzaam draait.

Het hiervoor beschreven scherpsel is eveneens zeer geschikt voor het malen van boekweit. Immers, de zwarte doppen mogen niet versneden worden, zodat zij bij het zeven geheel verwijderd kunnen worden.

4.4.2. Franse stenen

Deze stenen werden meestal gebruikt voor het malen van tarwe. Bij open stenen wordt de snijwerking verkregen door de vele gaten; bij gesloten stenen door de streepjes die op de kerven werden aangebracht. Het uitmalen op de kerven vindt plaats door de natuurlijke snijkanten van de kristalstructuur.

Franse stenen die gebruikt werden voor het malen in meerdere doorgangen, zijn voorzien van een snijkant vóór de kerf. Deze stenen dienden ervoor om de tarwe te breken en om te schroten voordat het meel op het tweede koppel stenen of op een walsenstoel kwam.

De meeste stenen zijn voorzien van een recht stralenscherpsel met voorbijligging of van een recht scherpsel in pandsels. Het scherpsel voor langzaam draaiende stenen bezit weinig brede kerven. In het algemeen waren de toerentallen voor Franse stenen op wind- en watermolens zoals hiervoor vermeld tamelijk laag.

In de meelfabrieken kwamen de diameters van 1,20 m en 1,30 m veelvuldig voor. Deze waren voorzien van 30 tot 48 kerven, bestaande uit 14 en 16 hoofdkerven met 1, 2 of 3 zijkerven. De straal van de trekcirkel of de voorbijligging bedroeg ongeveer 1/20 van de steendiameter. De stenen draaiden met het meest gunstige toerental. De vorm van de uitslagen werd aangepast aan het maaldoel, bijvoorbeeld het volledig vlakmalen van tarwe of rogge, schroten en het uitmalen van donsten.

Voor het vlakmalen van tarwe in één doorgang werd een ondiepe ronde uitslag toegepast, op de loper 5 à 6 mm diep, op de ligger 3 à 5 mm. Afb. 7.18D. Op de kerven werden met een smalle zeer scherpe bilhamer zoveel mogelijk streepjes aangebracht, bijvoorbeeld op één centimeter drie streepjes met een lengte van 15 tot 20 cm en met een grootste diepte van ongeveer 1 mm. Hoe fijner de streepjes zijn, des te beter is de maalwerking.

Het aanbrengen van de streepjes wordt rabilleren genoemd en het scherpsel een springscherpsel. De streepjes kunnen lang in gebruik blijven aangezien de slijtage gering is. Voordat zij echter onzichtbaar worden, moeten ze weer op diepte worden gebracht.

Voor het malen van rogge werden middelharde, zeer open stenen toegepast met veel natuurlijke snijkanten.

4.4.3. Kunststenen

De gebruikelijke kunststenen, bestaande uit kwarts en amaril hebben op de kerven vele scherpe kanten en punten en daardoor de neiging het maalgoed kort te malen. Ze versnijden niet alleen de meelkern doch ook de zemelen, de doppen en de vliezen. Afhankelijk van de vorm van het scherpsel voelt het meel in mindere of meerdere mate scherp aan. Als 'voederstenen' zijn zij uitermate geschikt voor het malen van taaie produkten zoals haver en gerst. Het meel van deze stenen kan beter versneden zijn dan het meel van de hamermolens, die hierna bij de veevoederfabricage worden beschreven.

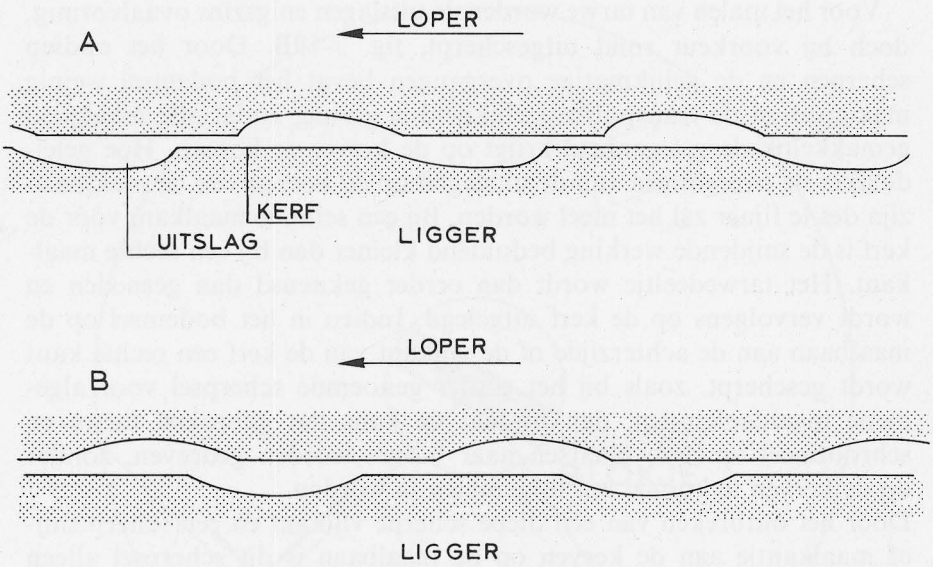
Voor algemene maaldoeleinden bezitten kunststenen van 1,20 m en 1,30 m Ø 32 tot 48 kerven; stenen van 1,40 en 1,50 m Ø 48 tot 64 kerven.

Het pandselscherpsel bestaat bijvoorbeeld uit 12 of 13 pandsels met 4 zwaai- of rechte kerven of 16 pandsels met 3 rechte kerven. Bij toename van het aantal kerven boven de 54, wordt het meel scherper en werken de stenen minder goed. Zij verplaatsen het maalgoed snel als de voorbijligging meer dan 10 cm bedraagt.

Kunststenen welke geheel bestaan uit kwarts of amaril worden op de duur gladder waardoor het meel zachter wordt. Brede kerven en smalle uitslagen kunnen fijn en zacht meel geven, doch de capaciteit neemt af. Voor stenen van 1,40 m en 1,50 m Ø bedraagt het aantal kerven dan 48 tot 50 stuks en de voorbijligging 8 tot 9 cm. Bij kleinere diameters moet de voorbijligging kleiner zijn om te vermijden dat de excentrische ligging van de kerven te groot wordt, waardoor deze te veel spoed krijgen. Bij langzaam draaiende stenen met een lage capaciteit mag de voorbijligging 9 tot 10 cm bedragen.

Kunststenen met een hard bindmiddel worden op den duur glad. De stenen roven niet uit, de snijkracht neemt af en het meel wordt warm. Bij stenen met een normale ruwheid, zoals bij kwarts met amaril, en bestemd voor algemene maaldoeleinden, wordt vóór de kerf geen snijkant toegepast. Afb. 7.19A. Immers voor dit doel bezit het oppervlak van de kerven reeds zoveel snijkanten, dat geen extra hulpmiddelen nodig zijn. Door de uitslagen enigszins hol te scherpen, behouden deze bij het afmalen langer hun oorspronkelijke breedte. Indien stenen vanwege hun hardheid de eigenschap hebben glad op de kerven te worden, is een snijkantje evenwel noodzakelijk of men kan een streepje op de kerven slaan.

Bedraagt het aantal kerven meer dan 54 en zijn de uitslagen even breed of breder dan de kerven, dan verplaatsen deze stenen het maalgoed sneller dan voor fijn malen vaak gewenst is. Om fijner te malen zou de maaldruk verhoogd en de toevoer van het maalgoed verminderd



7.19. Scherpsels van kunststenen:
A. Scherpsel voor algemene maaldoeleinden.
B. Scherpsel voor het malen van tarwe.

moeten worden. Dit heeft tot gevolg dat de stenen minder gevuld zijn, zodat zij elkaar raken en gaan ruiken. Vermeerdering van de toevoer heeft weer scherper meel tot gevolg.

Voor algemene maaldoeleinden, bijvoorbeeld voor het malen van voedergraan, bakrogge en voor schrootdoeleinden bedraagt de breedte van de maalbaan aan de omtrek 15 tot 20 cm. De breedte van de uitslagen bedraagt bij stenen van 1,20 m en 1,30 m Ø: 25 tot 30 mm en van 1,40 en 1,50 Ø: 35 tot 40 mm. De gemiddelde diepte van de uitslagen op de loper bedraagt voor fijn meel 5-8 mm en voor grof meel 8-10 mm. Van de maalbaan tot het steengat mogen de uitslagen op de loper afhankelijk van de gewenste fijnheid en de spoed van de stenen 3 tot 10 mm dieper worden gescherpt, waarbij de diepte echter naar de krop toe geleidelijk moet toenemen. Op de ligger bedraagt de diepte voor fijn meel 3-6 mm en voor grof meel 5-8 mm. Wordt het bodemsel van de ligger te diep uitgeslagen, in het bijzonder op de maalbaan, dan bestaat de kans dat door de grotere transportmogelijkheid de grovere deeltjes door het diepere gedeelte naar de omtrek bewegen, waardoor onregelmatig meel ontstaat. Een scherpsel met ondiepe uitslagen en kerven die breder zijn dan de uitslagen leveren zachter meel dan een scherpsel met diepe uitslagen en smalle kerven bij dezelfde steenruwheid.

Voor het malen van tarwe worden de uitslagen enigszins ovaalvormig, doch bij voorkeur rond uitgescherpt, fig. 7-19B. Door het ondiep scherpen en de gelijkmatige overgangen bevat het bodemsel weinig maalgoed en de transportmogelijkheid is gering, zodat alle maalgoed gemakkelijk de gelegenheid krijgt op de kerven te komen. Hoe geleidelijker de overgangen van de uitslagen op de kerven van de maalbaan zijn des te fijner zal het meel worden. Bij een schuine maalkant vóór de kerf is de snijdende werking beduidend kleiner dan bij een rechte maalkant. Het tarwedeeltje wordt dan eerder gekneusd dan gesneden en wordt vervolgens op de kerf uitgelegd. Indien in het bodemsel op de maalbaan aan de achterzijde of de vijlkant van de kerf een rechte kant wordt gescherpt, zoals bij het eerder genoemde scherpsel voor algemene maaldoeleinden, dan bestaat de kans dat gebroken tarwe en schrootmeel op deze plaatsen naar buiten worden gedreven, zonder op de kerven te komen om uitgemalen te worden.
Door het ontbreken van een diepe scherpe vijlkant en een scherp snij- of maalkantje aan de kerven op de maalbaan is dit scherpsel alleen geschikt voor het zacht malen van tarwe. Breken of grof malen van andere graansoorten moet met dit scherpsel worden ontraden. Bij het malen van gerst, haver en dergelijk maalgoed, zullen de taaie doppen vrijwel onversneden de stenen verlaten, hetgeen voor dit maalgoed uiteraard niet de bedoeling is.

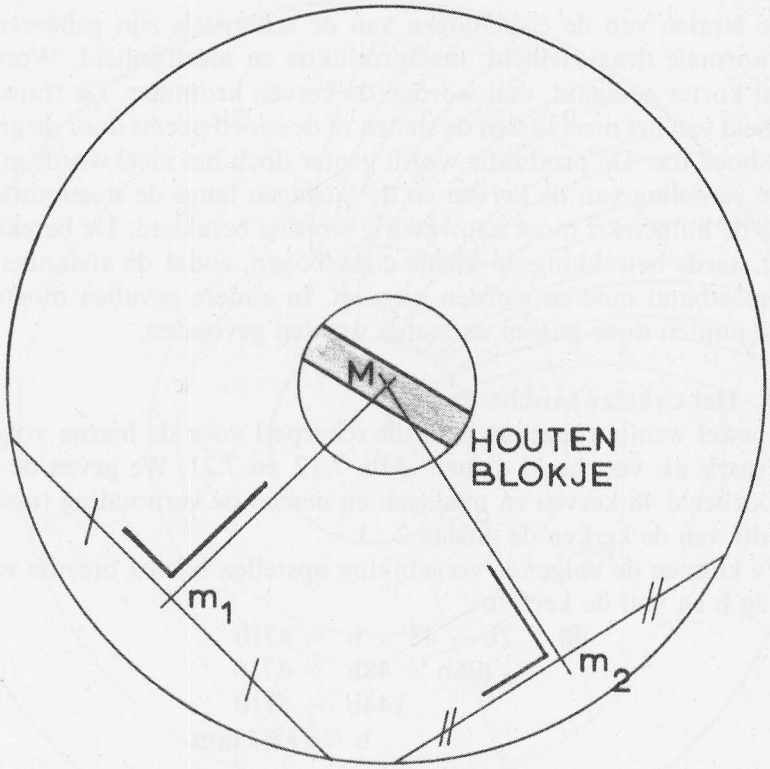
Dit scherpsel is eveneens geschikt voor het malen van boekweit.

Voor het malen van tarwe moeten de kunststenen uitsluitend bestaan uit grove kwarts, die goed gestampt of getrild moet zijn zodat een gesloten maallaag is verkregen. De diepte van de uitslagen op de maalbaan moet voor de loper 5-6 mm en voor de ligger 3-5 mm bedragen.

4.5. De constructie van de scherpsels

4.5.0. Algemeen

Sommige scherpsels kunnen op een vlakke steen worden getekend, waarvan het oppervlak met kalk glad en wit is gemaakt. Andere scherpsels moeten op een vlakke vloer of op een houten plaat worden getekend. Daarvan kan een mal worden gemaakt die om het middelpunt van de steen kan draaien en waarmee het scherpsel op het steenoppervlak wordt afgetekend. In verband met de overzichtelijkheid van de hierna te bespreken tekeningen is het aantal getekende kerven beperkt gehouden. Afhankelijk van het doel van het scherpsel en de steensoort kan dit aantal het twee- tot vijfvoudige daarvan bedragen.



7.20. Het bepalen van het middelpunt van een molensteen door middel van middenloodlijnen.

De diameter D van de stenen is gehouden op 1500 mm; de straal R dus op 750 mm en de steenomtrek $\pi \times D = 3{,}14 \times 1500 = 4710$ mm. De diameter van het steengat is 350 mm. Bij een bestaande steen moeten de afmetingen worden opgemeten. Het middelpunt van het steengat kan afwijken van het middelpunt van de gehele steen. Het is daarom noodzakelijk dat het middelpunt vanuit de steenomtrek, wordt bepaald. Afb. 7.20. Dit kan geschieden door twee punten aan de steenomtrek, welke bijvoorbeeld een meter van elkaar zijn gelegen, met een lijn te verbinden. In het midden van deze lijn trekken we een lijn zuiver haaks daarop – de middelloodlijn – geheten. Dit herhalen we bij twee andere punten op de steenomtrek die evenver van elkaar zijn gelegen. Het snijpunt van de twee middelloodlijnen is het middelpunt van de steen. Om het middelpunt in een steen aan te geven, wordt in het steengat een houten brugje geslagen en daarin een spijker. Met behulp van een touwtje kan de juiste ligging van het middelpunt gecontroleerd worden.

De stralen van de cirkelbogen van de scherpsels zijn gebaseerd op een normale draaisnelheid, meelproduktie en meelfijnheid. Wordt de straal korter gemaakt, dan worden de kerven krommer. De transportsnelheid van het meel tussen de stenen of de spoed neemt door de grotere kruishoek toe. De produktie wordt groter doch het meel wordt grover.

De verdeling van de kerven en de uitslagen langs de steenomtrek of langs de hulpcirkel moet nauwkeurig worden berekend. De berekening heeft steeds betrekking op kleine cirkelbogen, zodat de afstanden met een meetband moeten worden uitgezet. In andere gevallen moeten de juiste punten door passen en meten worden gevonden.

4.5.1. Het cirkelzwaaischerpsel

Hoewel weinig toegepast kan dit scherpsel voor de hierna volgende scherpsels als voorbeeld dienen. Afb. 7.12. en 7.21. We geven de steen bijvoorbeeld 48 kerven en uitslagen en nemen de verhouding tussen de breedte van de kerf en de uitslag 2 : 1.

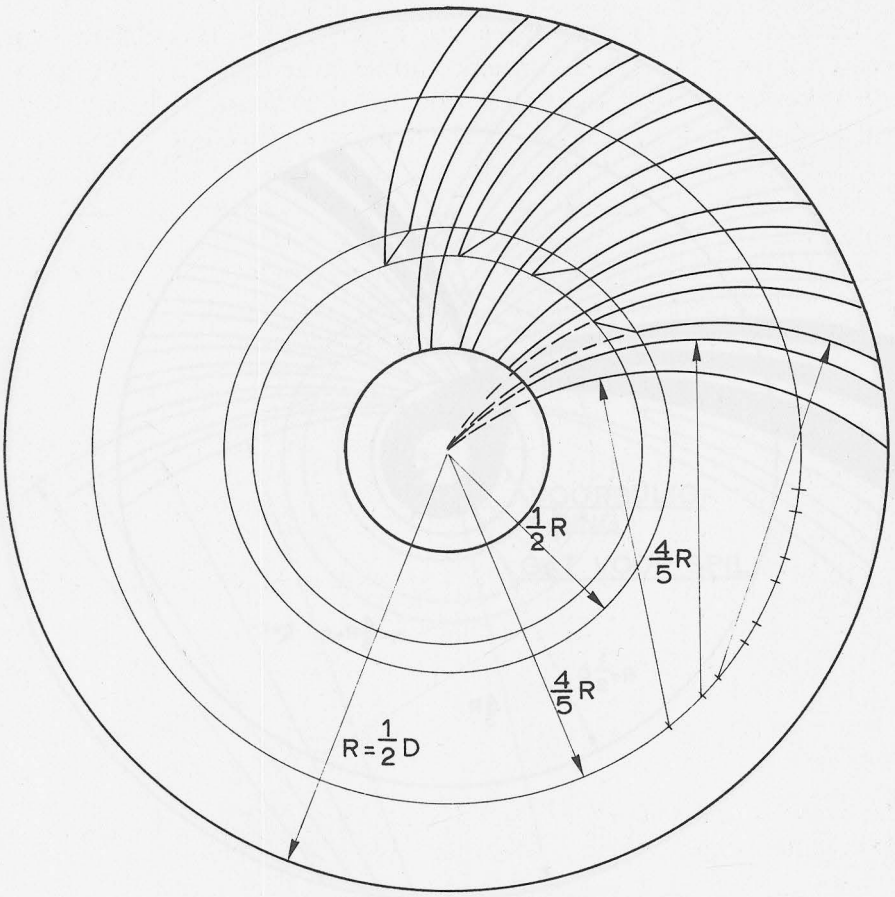
We kunnen de volgende vergelijking opstellen bij een breedte van de uitslag b en van de kerf 2b:

$$\begin{aligned} 48 \times 2b + 48 \times b &= 4710 \\ 96b + 48b &= 4710 \\ 144b &= 4710 \\ b &= 32{,}7 \text{ mm} \end{aligned}$$

de breedte van de uitslag is	32,7 mm; afgerond	33 mm
de breedte van de kerf is	65,4 mm; afgerond	65 mm
	98,1 mm	98 mm

Deze punten zetten we op de steenomtrek af.

De kerven komen allen in het middelpunt van de steen samen. De beginpunten van de stralen van de bogen zijn gelegen op een hulpcirkel met een straal: $\frac{4}{5}$ R = $\frac{4}{5} \times 750 = 600$ mm. Deze hulpcirkel wordt op de steen getrokken. De straal van de cirkelbogen van de kerven is eveneens $\frac{4}{5}$ R = 600 mm. Deze straal wordt vanaf de verdeling op de steenomtrek op de hulpcirkel omcirkeld. De nu ontstane punten zijn de beginpunten van de straal van de cirkelbogen van de kerven. Met de hiervoor gegeven berekening is het eveneens mogelijk de verdeling van deze punten op de hulpcirkel te berekenen, indien dit als eenvoudiger wordt ervaren. De nevenkerven kunnen om de steen in de krop meer ruimte te geven, eindigen op een cirkel met straal $\frac{1}{2}$ R = 375 mm.



7.21. De constructie van het cirkel-zwaaischerpsel. (Rechts draaiend)

4.5.2. Het zwaaischerpsel met voorbijligging.

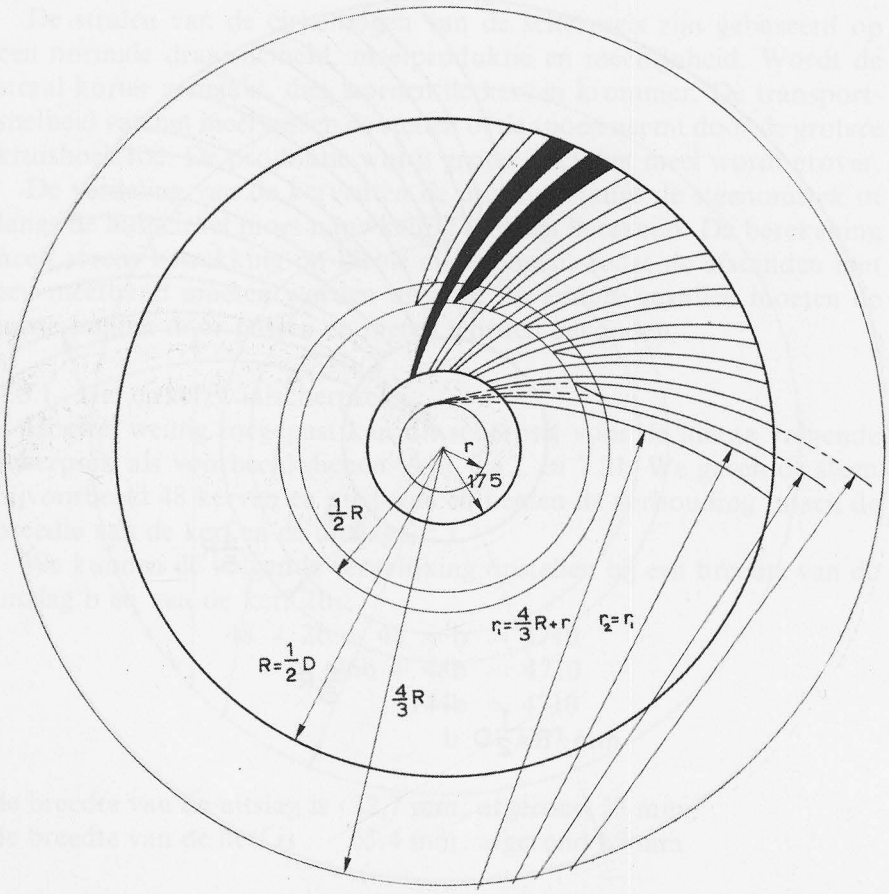
De voorbijligging, dit is de straal r van de trekcirkel waaraan de bogen van de kerven raken, is 100 mm. De hulpcirkel van de beginpunten van de straal van de bogen heeft een straal van $\frac{4}{3}$ R = $\frac{4}{3}$ × 750 = 1000 mm. Afb. 7.13. en 7.22.

De straal van de bogen van de kerven bedraagt:

$$\frac{4}{3} R + r = \frac{4}{3} \times 750 + 100 = 1100 \text{ mm.}$$

De breedten van de uitslagen en de kerven verhouden zich als 2 : 3.

Bij het onderhavige scherpsel kan de verdeling op de grotere hulpcirkel worden gemaakt.



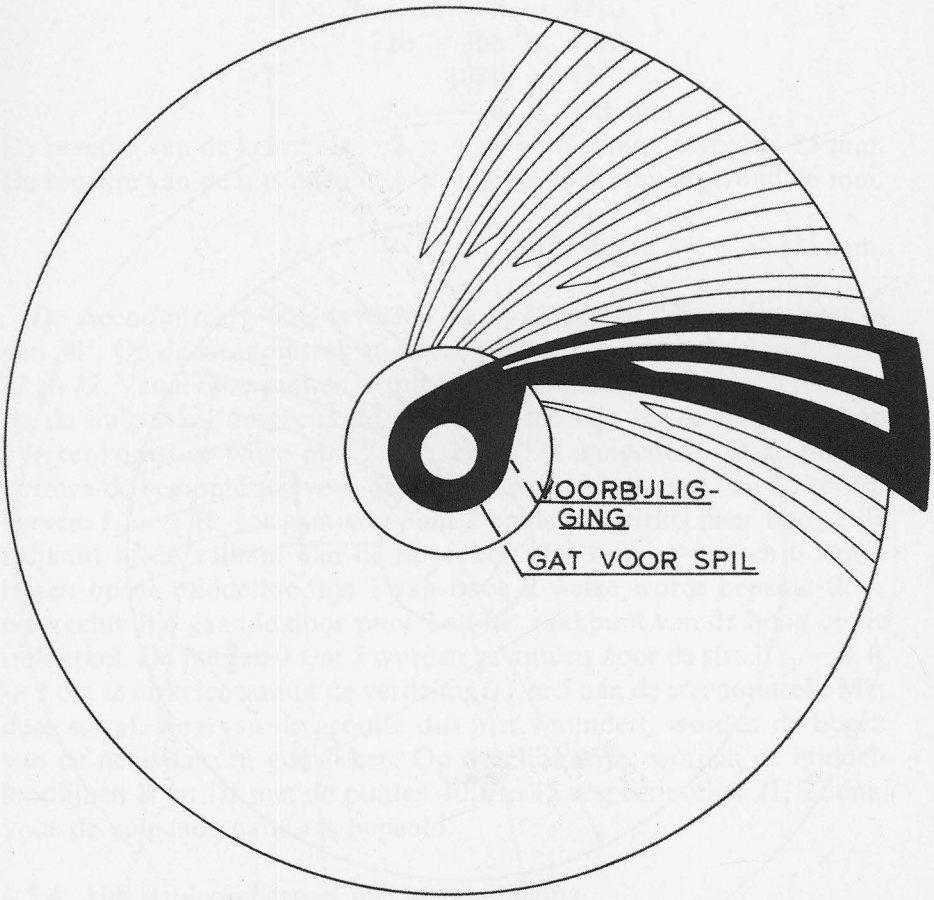
7.22. De constructie van het zwaaischerpsel met voorbijligging. (Rechts draaiend).

De omtrek van de hulpcirkel is: $2\pi R = 2 \times 3{,}14 \times 1000 = 6280$ mm.
De breedte van de uitslag is 2 b; van de kerf 3 b.
De vergelijking van de verdeling wordt dan:

$$48 \times 2b + 48 \times 3b = 6280$$
$$96b + 144b = 6280$$
$$240b = 6280$$
$$b = 26{,}16$$

De breedte van de uitslagen op de hulpcirkel is dan:

	$2 \times 26{,}16 =$	52,32 mm; afgerond	51 mm
van de kerven:	$3 \times 26{,}16 =$	78,48 mm; afgerond	80 mm
		130,80 mm	131 mm



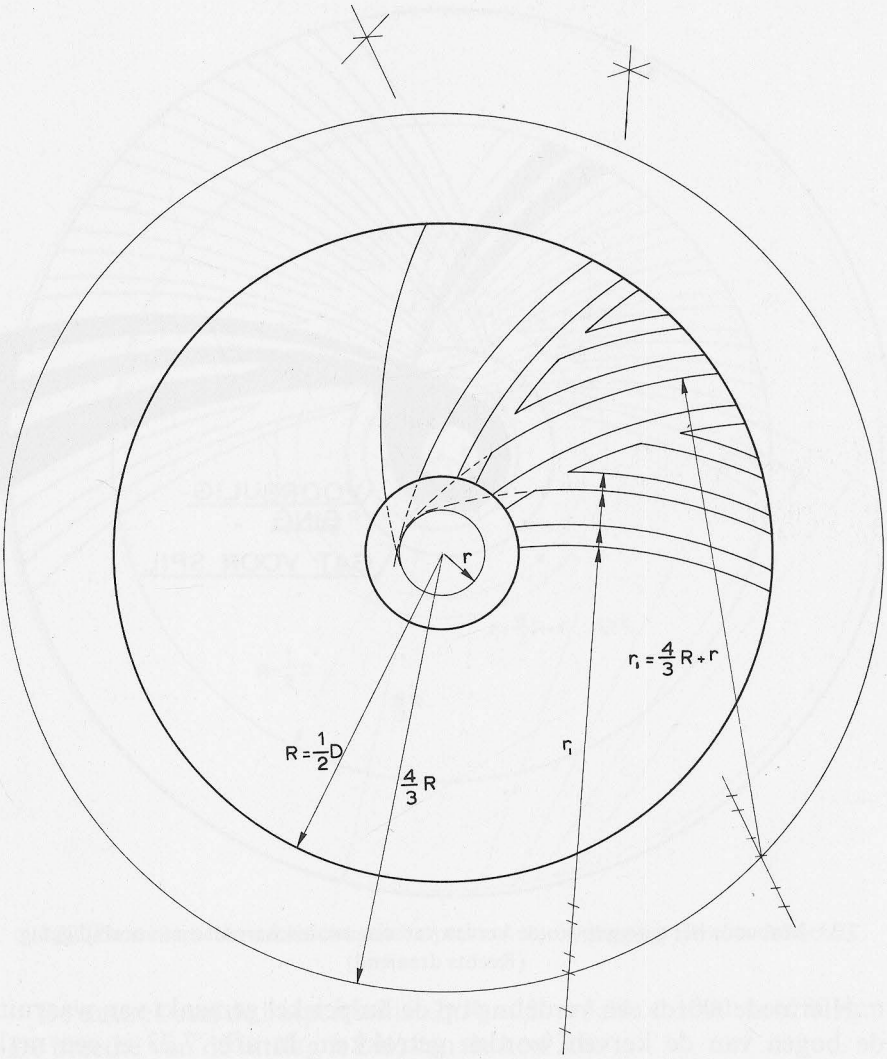
7.23. Mal voor het tekenen van de kerven van een zwaaischerpsel met voorbijligging. (Rechts draaiend)

Hiermede wordt een verdeling op de hulpcirkel gemaakt van waaruit de bogen van de kerven worden getrokken. In afb. 7.23 is een mal afgebeeld waarmede het scherpsel op de steen wordt getekend.

Voor stenen met een grote snijkracht bestemd voor het malen van specifiek voedergraan werd de straal voor de hulpcirkel en de cirkelbogen korter genomen R tot $\frac{4}{3}$ R respectievelijk R tot $\frac{4}{3}$ R + r, waardoor de kerven krommer worden en het transport of de spoed groter wordt.

4.5.3. Het zwaaischerpsel in pandsels

Gekozen zijn slechts 12 pandsels met elk 3 kerven om de tekening overzichtelijk te maken, afb. 7.14. en 7.24. De breedte van de kerven verhoudt zich tot de breedte van de uitslagen als 2 : 1; of als 2b tot b.



7.24. De constructie van het zwaaischerpsel in pandsels (Rechts draaiend)

De nevenkerven liggen evenwijdig aan de hoofdkerven van het pandsel. De hoofdkerven hebben dezelfde ligging als een zwaaischerpsel met voorbijligging. Van de vorige constructie wordt de trek- en de hulpcirkel overgenomen.

De vergelijking van de verdeling op de steenomtrek wordt:

$$36 \times 2b + 36 \times b = 4710$$
$$72b + 36b = 4710$$
$$108b = 4710$$
$$b = 43{,}6 \text{ mm.}$$

De breedte van de kerven is $2 \times 43{,}6 = 87{,}2$ mm, afgerond 85 mm.
De breedte van de uitslagen is $1 \times 43{,}6 = 43{,}6$ mm, afgerond 46 mm.

130,8 mm 131 mm.

De steenomtrek (360°) verdelen we in 12 gelijke delen, elke hoek is dan 30°. Op de steenomtrek zijn deze punten o.a. aangeduid met 2, 12, 22 en 32. Vanaf deze punten wordt een straal groot $\frac{4}{3}$ R + r = 1100 mm op de hulpcirkel omgecirkeld. Deze punten zijn op de hulpcirkel op overeenkomstige wijze met 2, 12, 22 en 32 aangeduid. Deze punten vormen de beginpunten voor de straal van de cirkelbogen van de hoofdkerven. $r_1 = \frac{4}{3}$ R + r gaat van punt 2 op de hulpcirkel naar boog 2 de snijkant of de velkant van de hoofdkerf. De overige punten 0 t/m 5 liggen op de middelloodlijn I van boog 2 welke wordt bepaald door een rechte lijn gaande door punt 2 en het raakpunt van de boog op de trekcirkel. De punten 0 t/m 5 worden gevonden door de straal $r_1 = \frac{4}{3}$ R + r om te cirkelen vanuit de verdeling 0 t/m 5 aan de steenomtrek. Met deze straal, waarvan de grootte dus niet verandert, worden de bogen van de nevenkerven getrokken. Op dezelfde wijze worden de middelloodlijnen II en III met de punten 10 t/m 15 respectievelijk 21, 22 enz. voor de volgende pandsels bepaald.

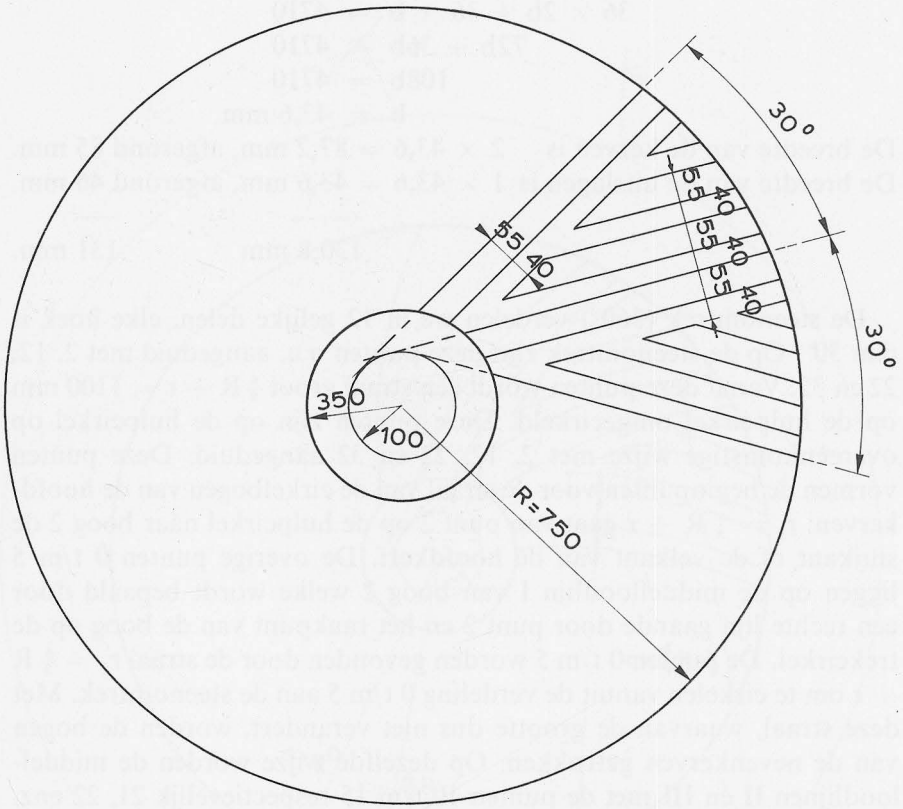
4.5.4. Het stralenscherpsel met voorbijligging.

Dit scherpsel kan worden vergeleken met het eerder genoemde zwaaischerpsel, doch de kerven vormen rechte lijnen. Vaak werd een voorbijligging van $\frac{1}{10} \times$ D genomen om de steen meer spoed te geven. In dit geval dus 150 mm. Mede bepalend was de gunstige mogelijkheid tot opname van het maalgoed in de krop door de kortere nevenkerven. Op de maalbaan waren de uitslagen ondiep en halfrond uitgescherpt.

4.5.5. Het recht scherpsel in pandsels

Het recht scherpsel in pandsels is eenvoudig te tekenen. De straal van de trekcirkel of de voorbijligging werd vaak $\frac{1}{10} \times$ D = $\frac{1}{10} \times 1500 =$ 150 mm genomen, doch mocht ook kleiner worden als de krop werd uitgeslagen.

Ter oriëntatie dienen de volgende gegevens:



7.25. De constructie van het rechtscherpsel in pandsels. (Rechts draaiend)

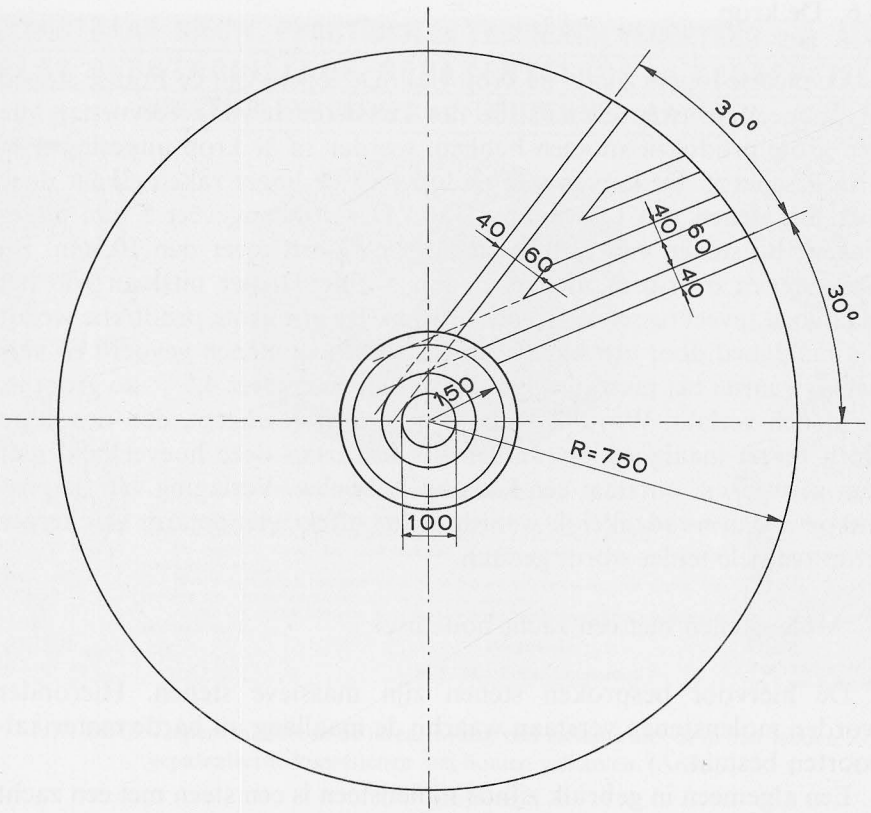
steendiameter	voorbijligging	aantal pandsels voor fijn malen	grover malen
1,20 m	70 - 120 mm	10	12
1,30 m	80 - 130 mm	12	14
1,40 m	85 - 140 mm	14	16
1,50 m	90 - 150 mm	16	18

In het onderhavige geval zijn echter 12 pandsels gekozen met elk een hoofdkerf en twee nevenkerven. Afb. 7.16. en 7.25.

De steenomtrek wordt verdeeld in 12 pandsels elk met een hoek van $\frac{360}{12} = 30°$ of een booglengte aan de steenomtrek van $\frac{4710}{12} = 392{,}5$ mm.

De breedte van de kerven is 55 mm, van de uitslagen 40 mm.

De snij- of velkant van de hoofdkerven 1, 2 en 3 enz. moet raken aan de trekcirkel. Haaks of loodrecht op deze snijkanten passen we 55 en



7.26. De constructie van de variant van het rechtscherpsel in pandsels. (Rechts draaiend)

40 mm af en trekken vervolgens de vijlkant en de uitslag evenwijdig daaraan. Op dezelfde wijze worden de nevenkerven en de uitslagen van het betreffende pandsel getekend. Het tekenen van pandsel 2 en volgende, verloopt op dezelfde wijze. De afb. 7.17. en 7.26. geven variant op het recht scherpsel weer; 12 pandsels en in elk pandsel 2 hoofdkerven en een nevenkerf. De snijkant van de kortste nevenkerf op de maalbaan is vervallen, mede daardoor wordt het maaloppervlak groter. Voor de constructie wordt verwezen naar het eerder beschreven recht scherpsel met pandsels.

4.6. De krop

De meeste lopers zijn in de krop vlak. De lopers van de Franse stenen in de meelfabrieken evenals die der kunststenen voor veevoeders die een grote produktie moeten hebben, worden in de krop uitgeslagen of arm gescherpt. De kerven van de loper en de ligger raken elkaar daar niet. Bij stenen van 1,20 m en 1,30 m Ø wordt ongeveer 5 mm uitgeslagen; bij stenen van 1,40 m en 1,50 m Ø niet meer dan 10 mm. Bij tarwestenen overigens niet meer dan 5 mm. Dieper uitslaan zou het maalgoed teveel tussen de stenen stuwen. Bij een grote produktie wordt het maalgoed door een kleine omtrek tussen de stenen gevoerd en verdeeld, waarna het meel over een omtrek die ongeveer 4,5 × zo groot is, de stenen verlaat. Wordt dus de krop te arm gescherpt, dan neemt de steen teveel maalgoed op. Indien de maalbaan deze hoeveelheid niet kan verwerken, ontstaat een kans op hobbelen. Verlaging van de produktie is dan noodzakelijk waardoor het effekt van de arm gescherpte krop ten dele teniet wordt gedaan.

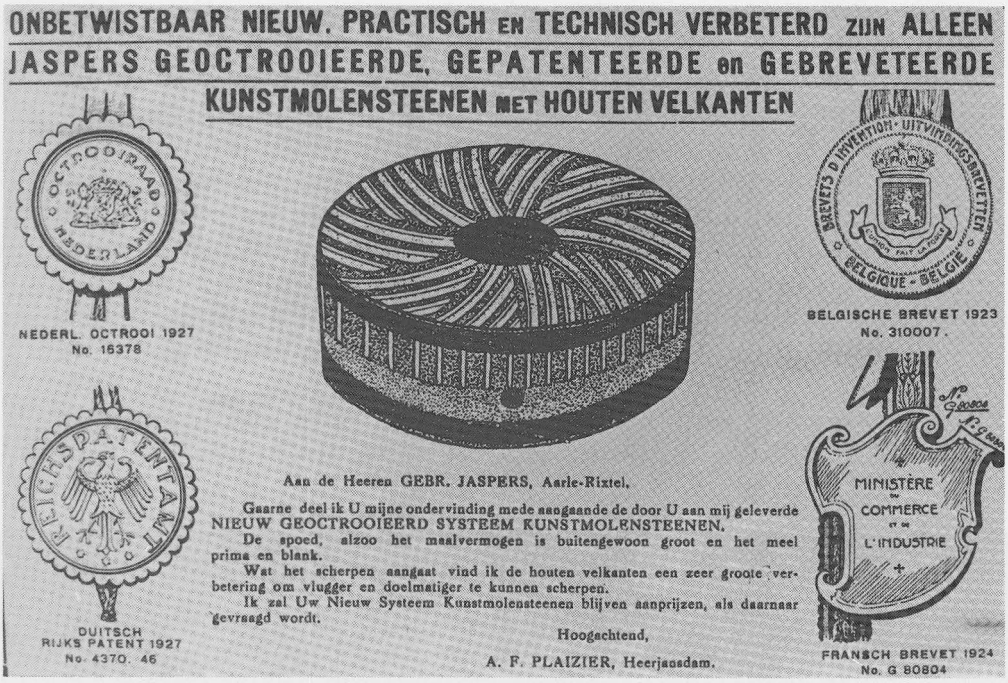
5. Molenstenen met een zacht bodemsel

De hiervoor besproken stenen zijn massieve stenen. Hieronder worden molenstenen verstaan waarbij de maallaag uit harde materiaalsoorten bestaat.

Een algemeen in gebruik zijnde molensteen is een steen met een zacht bodemsel. De maallaag bestaat uit twee materiaalsoorten met verschillende hardheid: de kerven uit harde kwarts, amaril of uit kwarts en amaril en het bodemsel of de uitslagen uit een zachter materiaal. Deze stenen werden ontwikkeld om het scherpen te vergemakkelijken. Aanvankelijk was het doel een molensteen te construeren die min of meer zelfscherpend was, doch dit werd niet verwezenlijkt. De uitslagen moeten daarbij vóór de kerven uitroven, zodat de vorm van de uitslagen zoveel mogelijk behouden blijft. Aangezien de uitslagen uit zachter materiaal bestaan, is het scherpen eenvoudiger en de slijtage van de scherphamers veel kleiner dan bij massieve stenen.

Een nadeel, dat echter voor veel molenaars minder zwaar telde, is dat het zachte bodemsel niet toelaat van scherpsel te veranderen - verkerven genaamd. Voor voedergranen is dit niet belangrijk, doch voor het malen van tarwe kan een ander scherpsel soms wenselijk zijn, zodat men niet tot de aanschaf van een ander koppel stenen behoeft over te gaan.

Een voordeel van een zacht bodemsel is, dat het scherpsel niet kan



7.27. De fa. Jaspers maakte in de jaren twintig veel reclame met de in vier landen gepatenteerde kunststenen met houten velkanten. (Arch.)

verlopen. Bij massieve stenen kunnen immers de kerven bij het afmalen en wederom scherpen op de duur enigszins van plaats veranderen.

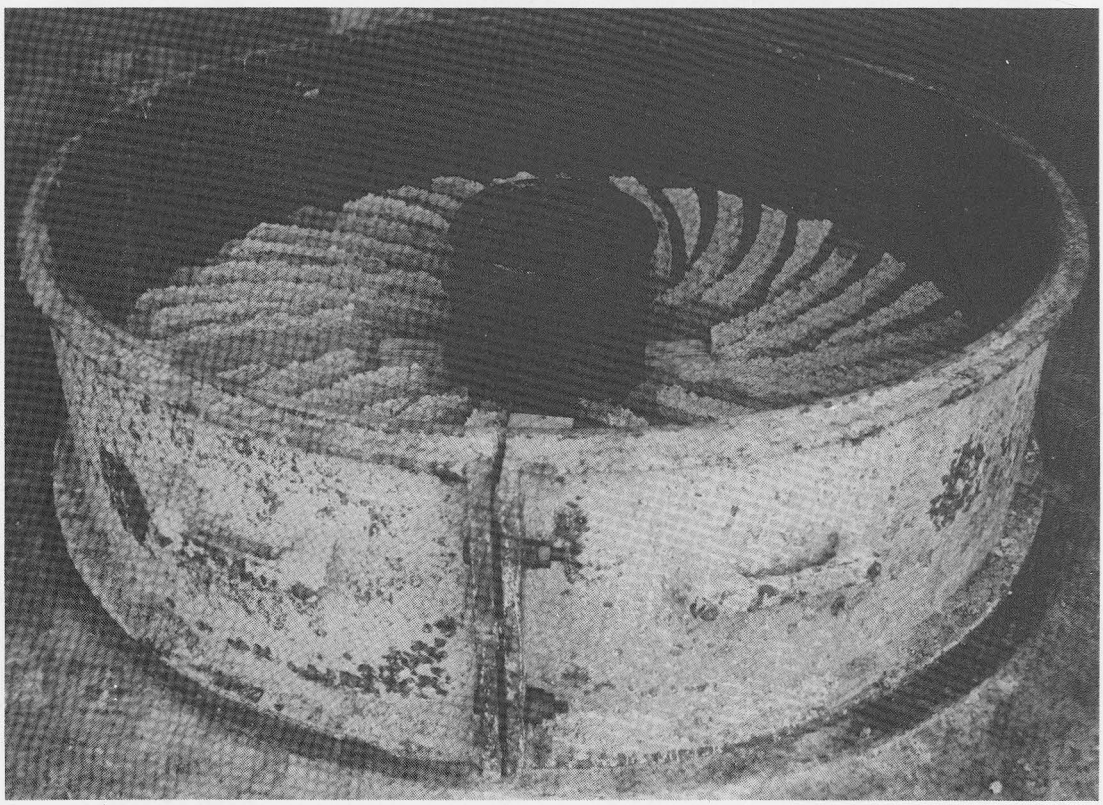
Stenen met een zacht bodemsel werden in de jaren twintig ontwikkeld en door een aantal fabrikanten in binnen- en buitenland gepatenteerd. Bijzondere constructies leverden de firma's Gebr. Jaspers uit Aarle-Rixtel (N.B.), Klein Bussink uit Borculo en Reijer Rutgers uit Wageningen. Deze firma's leverden stenen waarvan het bodemsel uit twee of drie delen met een verschillende hardheidsgraad bestond. Het gedeelte vóór de kerven de velkant was het zachtst. Jaspers paste daar aanvankelijk zelfs een houten plaat toe of een mortel waarvan hout een van de bestanddelen was. Het middendeel had een hardheid die tussen de hardheid van de andere delen in lag.

Een zacht deel vóór de maalkant van de kerf heeft niet voldaan, zodat uiteindelijk een bodemsel werd toegepast bestaande uit twee materialen met verschillende hardheid. Bij de Rutgersstenen werd de overgang van het bodemsel op de kerf in zaagtanden uitgevoerd met materialen van verschillende hardheid. Door het inspringen van de vertanding zou een

geleidelijker overgang en slijtage worden bereikt. De zachtere delen roofden echter zodanig uit dat ongewenste kanten ontstonden.

Het fabriceren van molenstenen met twee lagen bodemsel en een zwaaischerpsel was tamelijk gecompliceerd. Immers de lagen met verschillende hardheid moeten voor elke afwijkende vorm van het bodemsel in aparte mallen worden gemaakt. Op de geprefabriceerde kerven liggend in een mal werd een zachtere laag gestampt. Na harding werden deze kerven in een steenvorm opgesteld, waarna de open ruimten tussen de kerven met een ander materiaal werden volgestort.

Voor het fabriceren van molenstenen met één zacht bodemsel wordt o.a. de volgende fabricagemethode toegepast. De kerven worden in ijzeren kerfmallen gefabriceerd. Deze mallen worden op een vlakke plaat gesteld en gevuld met het kunststeenmateriaal kwarts, amaril of



7.28. De kerven, bestaande uit losse delen, opgesteld in een steenmal.
(fa. A. Kees, Leende N.B.)

een mengsel van kwarts en amaril met het bindmiddel. Zodra dit materiaal vast is geworden worden de mallen losgemaakt. De bovenzijde is ruw zodat later een goede hechting met de steunlaag wordt verkregen. De kerven worden vervolgens in een tweedelige ijzeren steenmal op een vlakke plaat gezet en daarbij gelijkmatig verdeeld met de juiste voorbijligging om een ijzeren kern voor het steengat. Afb. 7.28. De ruimten tussen de kerven worden gevuld met het zachtere kunststeenmateriaal. Na harding van deze maallaag wordt de steunlaag in de kuip gestort, waarbij tegelijkertijd de hulzen voor de steenbouten en de loodkastjes worden geplaatst. Afhankelijk van de toegepaste rijn worden in de kuip kernblokjes voor de benodigde uitsparingen aangebracht.

De vorm van de uitslagen en de kerven komt verder overeen met het scherpsel van massieve stenen. De stenen zijn duidelijk herkenbaar aan de verschillen in de materiaalstructuur van het bodemsel en de kerven. Afb. 7.29.

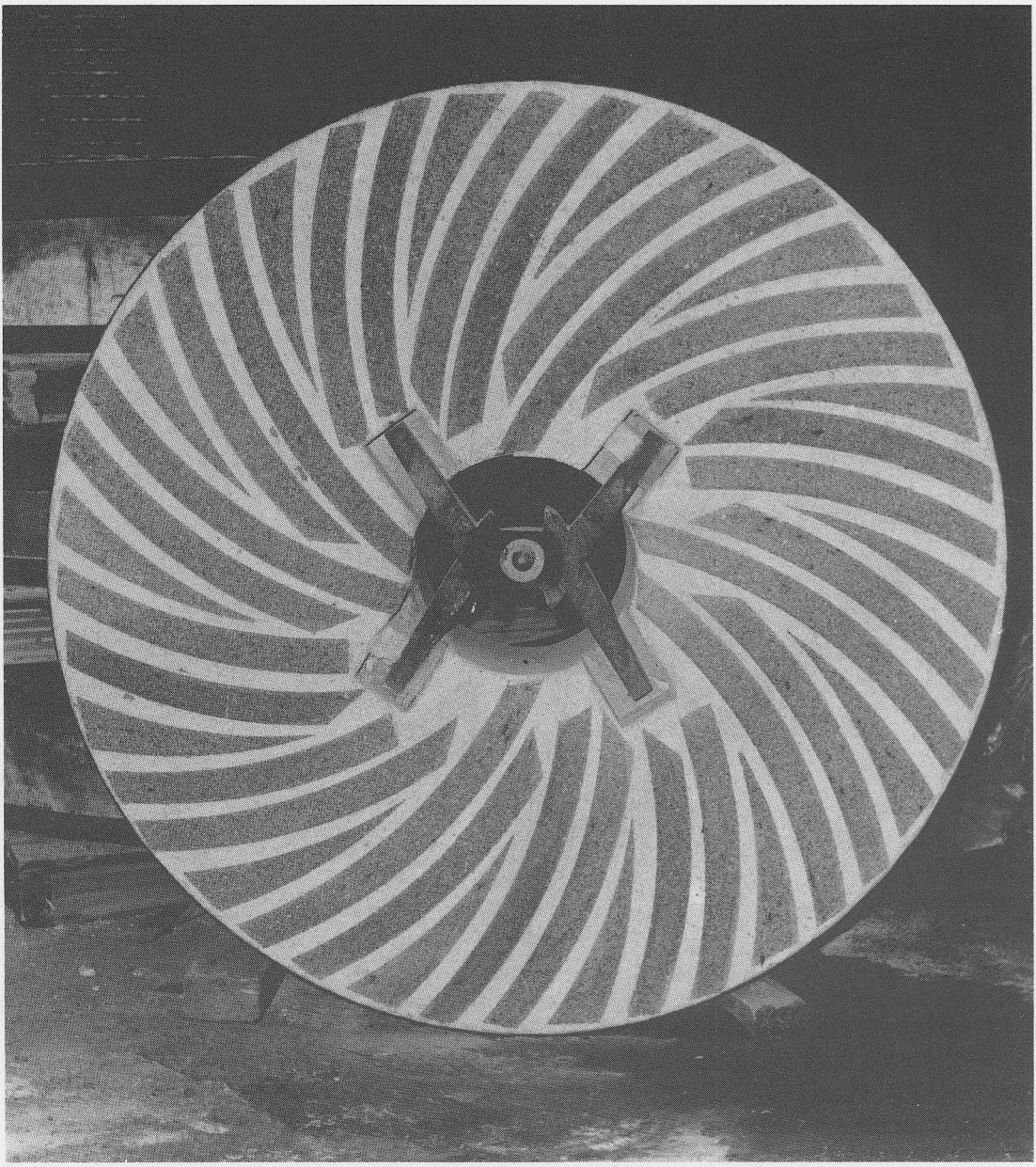
6. Zelfscherpende stenen

Na de ontwikkelingen in de jaren twintig en begin dertig duurde het tot het begin der jaren vijftig voordat nieuwe typen molenstenen werden vervaardigd die evenmin geheel zelfscherpend zijn, doch waarvan het onderhoud eenvoudig is.

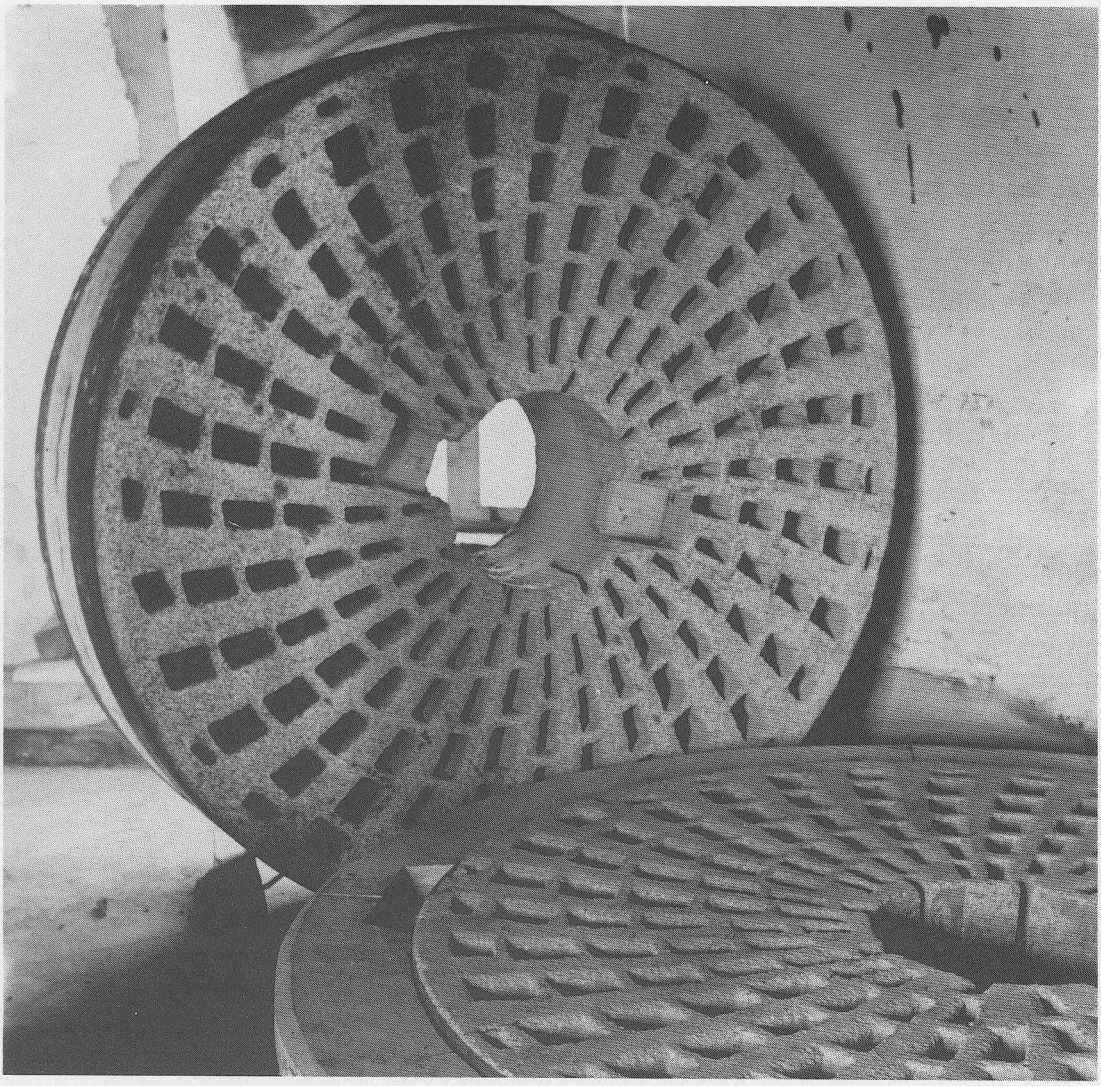
Een van de beste constructies is de 'Permanent' maalsteen, een gatensteen van de toenmalige kunstmolensteenfabriek J. Kuyken te Hasselt (B.), die nu door de fa. A. Kees te Leende (N.B.) wordt gefabriceerd. Afb. 7.30. Het eerste koppel stenen werd vervaardigd op aanwijzingen van Leo Scholten, die destijds molenaar bij Hubert van Bussel op de standaardmolen te Leut (B.) was; werd ook op deze molen beproefd.

De maallaag oorspronkelijk bestaande uit amaril, nu uit kwarts, bezit overwegend rechthoekige gaten die in stralen of in een zwaai met voorbijligging zijn gegroepeerd. Bij de eerste koppels stenen kwamen de gaten in een onregelmatig patroon voor. De gaten hebben aan de maal- of velkant een schuine kant zodat het maalgoed gemakkelijker op de maalbalken komt.

Belangrijk is dat de ligger en de loper goed sluiten of onder de rij liggen. In de krop is de loper flink arm geslagen, zodat het maalgoed gemakkelijk tussen de stenen komt en zich kan verplaatsen. Sluiten de stenen goed dan is de meelkwaliteit, ook van tarwemeel, voor een kunststeen goed tot zeer goed te noemen. Warm meel kan veroorzaakt worden door opstoppingen waardoor het maalgoed te lang tussen de



7.29. Stenen met een zacht bodemsel (de lichte delen) en amaril als grondstof voor de kerven (de donkere delen). In het steengat een viertaks-rijn met pennetjeswerk. Fabrikaat A. Kees, Leende (N.B.).



7.30. Gatenstenen (rechts draaiend). Fabr. A. Kees, Leende (N.B.).

stenen blijft. Op de loper worden de dammetjes tussen de gaten onderling en met het steengat aan de smalle zijden iets verlaagd om de luchtdoorlaat te verbeteren zodat bij een hogere produktie koeler wordt gemalen.

De geheel vlakke maalbaan is voor grof malen betrekkelijk smal, 10 tot 15 cm is voldoende; voor zacht malen moet de breedte 15-20 cm bedragen.

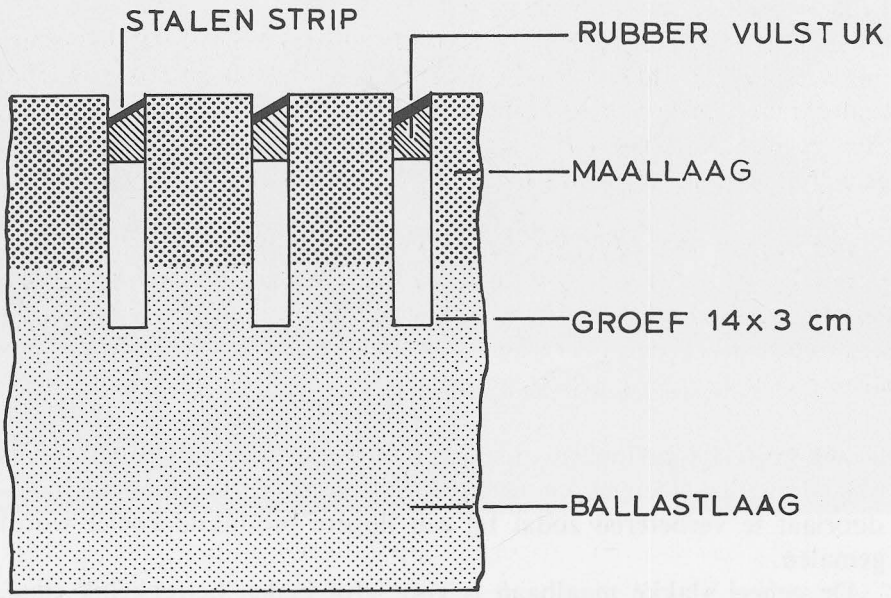
Door het langzame afslijten van het grote maalvlak hebben nieuwe en geheel vlakke stenen geruime tijd nodig om in te malen.

Het zuiver ophangen en uitbalanceren van de loper, evenals het waterpasleggen van de ligger moeten nauwkeurig geschieden.

De gaten in de ligger vullen zich gedurende het malen met maalgoed, dat bij het openleggen van de stenen moet worden verwijderd. Langdurig achterblijvend meel en ander maalgoed kan bederf tot gevolg hebben. Aangezien onder de huidige omstandigheden een zeer lange tijd kan verstrijken voordat de stenen worden opengelegd, kunnen de gaten in de ligger gedeeltelijk gevuld worden met fijne korrels van een harde neutrale kunststof, zodat de hoeveelheid meel gering blijft.

Het onderhoud van de stenen blijft beperkt tot het goed onder de rij brengen, het arm scherpen van de krop van de loper, het aanbrengen van een schuine zijde aan de maalkant van de gaten en het een weinig uitslaan van de dammetjes tussen de gaten tot aan de maalbaan, indien daarvoor vanwege de produktie en de temperatuur van het meel aanleiding bestaat.

Een geheel ander type maalsteen werd in dezelfde tijd vervaardigd door de kunstmolensteenfabriek François Janssen te Visé (B.). De stenen van kwarts, amaril of kwarts met amaril hebben een recht scherp-



7.31. Detaildoorsnede van een zelfscherpende molensteen.
Fabr. François Janssen, Visé (Belg.).

sel in pandsels, waarbij de lengte van de nevenkerven regelmatig korter worden. Afb. 7.31. Het 10 tot 14 cm diepe bodemsel bestaat uit rechthoekige groeven met een lengte gelijk aan de kerven en een breedte van ongeveer 3 cm. In elke groef is een 4 cm dikke strook van hard rubber aangebracht waarop een harde stalen strip is bevestigd. De bovenzijde daarvan loopt schuin naar de maalkant toe. Aan het einde van de schuinte ontstaat een scherp kantje van 1 tot 2 mm.

Zijn de kerven afgemalen dan moeten de stenen weer onder de rij worden gebracht en de rubberstroken dieper in de groeven worden gedreven tot weer een scherp kantje van maximaal 2 mm ontstaat.

Een van de bezwaren was, dat indien de stroken te diep werden geslagen het op hoogte brengen van de maalkant niet mogelijk was. Voor de invloed van een maalkant op het meel wordt verwezen naar 4.4.

De uitslagen lopen niet van het steengat tot aan de buitenomtrek. Hier bevindt zich een dammetje, waardoor de opname van het maalgoed en de ventilatielucht wordt beperkt.

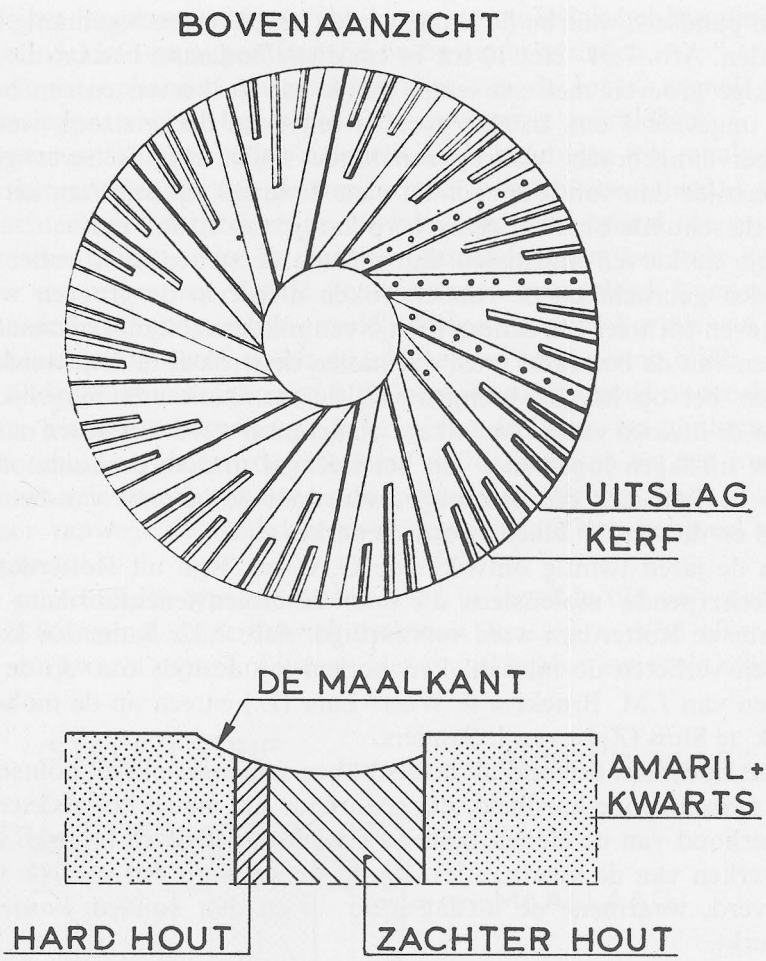
In de jaren twintig ontwikkelde G.A. van Rijn uit Rotterdam een 'zelfscherpende' molensteen die door de molenstenenfabrikant Gebr. Gunter te Rotterdam werd vervaardigd. Afb. 7.32. Ruim 300 koppels stenen verlieten de fabriek. Een koppel lag destijds o.a. op de bergmolen van J.M. Bruekers te Weert-Laar (L.) en een op de molen 'De Brak' te Sluis (Zld.) van I. Sanders.

Het bodemsel bestond uit inzetstukken samengesteld uit houtsoorten met verschillende hardheid, die gedurende het malen hol afsleten. Het onderhoud van de stenen bestond uit het onder de rij brengen en het bijwerken van de maalkantjes. Bij de stenen werd een speciale schaaf geleverd, waarmede de uitslagen zo nu en dan konden worden bijgewerkt.

Van Rijn vroeg voor zijn vinding octrooi aan (no. 54598). In 1934 geraakte hij echter over de patentrechten in conflict met de Gebr. Jaspers uit Aarle-Rixtel, die in een eerder stadium op een soortgelijke steen octrooi hadden gekregen, zodat de produktie van de Van Rijn steen moest worden gestaakt.

7. Scherpwerktuigen

Voor het uitslaan van het bodemsel en het aanbrengen van een vijl- en velkant en een snij- of maalkantje worden stalen scherphamers gebruikt. De scherphamers zijn aan de binnenkant vlak of hol en aan de buitenkant uitgesmeed tot een bek eindigend in een geslepen snede. Hamers waarbij de snede aan de binnenkant recht en aan de buitenkant



7.32. De 'Van Rijn'-kunstmolensteen.
De onderste afbeelding laat de uitslag aan de buitenomtrek zien.

schuin is geslepen, worden gebruikt voor het scherpen van blauwe stenen. Alleen met deze bekken is het mogelijk vóór een kerf een goede snij- of maalkant te zetten. Dit hamermodel kan ook voor het scherpen van kunststenen worden gebruikt. De binnenkant van de scherphamer moet iets hol zijn, anders trekt de hamer niet. Vooral de langere hamers die niet hol staan, hebben de slechte eigenschap bij het neerkomen door te veren.

De breedte van de hamers is over de hele lengte gemeten vrijwel gelijk en bedraagt 32 tot 45 mm. Voor Franse stenen werden smallere

hamers gebruikt. Het gewicht is afhankelijk van de lengte en de breedte en bedraagt 1, $1\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$ en 2 kg. De lichtere hamers zijn beter hanteerbaar en geven sneller een 'vaste' hand van scherpen.

Voor het scherpen van blauwe stenen en kunststenen met een zacht bodemsel, wordt een bredere hamer genomen dan voor massieve kunststenen. Met een brede bek kan op het zachtere steenmateriaal gladder en mooier worden gescherpt dan met een smalle scherphamer. Bij massieve kunststenen dringt een smallere bek beter in het harde steenmateriaal.

Afhankelijk van het steenmateriaal, de staalsoort en de hardheid wordt een scherphamer na een korte of langere gebruiksperiode stomp. Door de flink uitgesmede bekken is het mogelijk een scherphamer vaak te slijpen, voordat deze opnieuw moet worden uitgesmeed. De gebruikelijke, massief stalen hamers worden geslepen op een langzaam draaiende zandsteen waarvan de onderzijde in een bak met water draait om het slijpvlak te koelen. De grote zandstenen werden meestal met de hand gedraaid. Andere slijpwerktuigen geven snel aanleiding tot aanzienlijke temperatuursverhogingen, hetgeen zichtbaar is in het blauw kleuren van de snede waardoor de hardheid van de hamer sterk afneemt. Om te voorkomen dat te veel materiaal moet worden weggeslepen, dient het slijpen te geschieden voordat de bekken te stomp worden.

Zijn de bekken te dik geworden dan dient de hamer tot oorspronkelijke dikte uitgesmeed of uitgehaald te worden. De bekken zijn dan gemakkelijker te slijpen en de hamer gaat langer mee. Een te dun uitgehaalde hamer trekt vooral op een massieve kunststeen slecht.

Na het uitsmeden moet de hamer weer gehard worden. De hardheid moet zodanig zijn dat de bek pas na verloop van een lange tijd stomp wordt. Springen er stukjes van de bek af, dan is de hardheid te groot. Is de bek snel stomp, dan is de hamer te zacht. Het uitsmeden moet door een vakbekwame smid geschieden. Het verdient aanbeveling eerst een proef met een oude hamer te nemen.

Bij het verhitten voor het uitsmeden is de kleur licht rood. Het ontstaan van sterretjes is een teken dat het staal verbrandt. Voor het harden moeten de bekken tot een kersrode kleur verhit worden en in water worden gedompeld, deze handeling wordt afschrikken genaamd.

Eenvoudig in onderhoud zijn scherphamers met bekken voorzien van een wideaplaatje. Zij hebben ook een lange levensduur. Het slijpen kan geschieden op een carborundum- of amarilsteen, die in elke werkplaats voorkomt. Zijn de wideaplaatjes versleten dan kunnen nieuwe op de hamers worden aangebracht door middel van hardsoldeer.

De stelen zijn kort en zijn gemaakt van essehout. De meeste molenaars

beschikten over meerdere scherphamers die tezamen zonder steel in een beugel werden opgeborgen. Voor een snelle verwisseling van de hamers lopen de stelen een weinig taps naar de handgreep toe.

Voor het uitslaan en voorscherpen van het bodemsel van massieve kunststenen en Franse stenen werden punthamers gebruikt, voorzien van een zeer smalle bek van zilverstaal. Deze hamers dringen dieper door in het steenmateriaal. Het scherpen met een gewone hamer gaat daarna gemakkelijker en de levensduur van de scherphamer is langer.

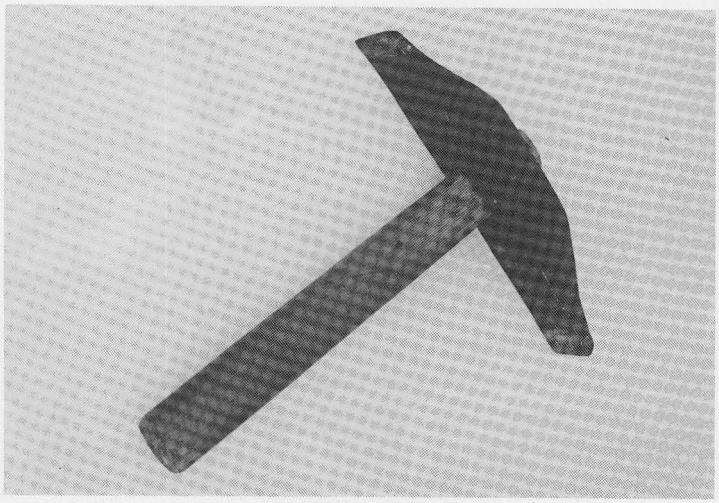
Voor het vlakken of onder de rij brengen van het scherpsel worden kneus- of kroonhamers gebruikt. Afb. 7.34. Deze bestaan uit een hamerkop voorzien van een los inzetstuk dat met een bout wordt vastgezet. Dit inzetstuk is voorzien van scherpe prismavormige punten - kronen genaamd. Het scherpen van de kronen is vrijwel niet mogelijk. Zijn de punten stomp geworden, dan wordt het inzetstuk vervangen. De afmetingen van de inzetstukken bedragen 35 × 35 mm en 45 × 45 mm; het aantal kronen 5 × 5, 6 × 6, 7 × 7, 8 × 8 en 9 × 9 stuks. Hamers met weinig kronen worden gebruikt voor kunststenen, die met een groot aantal kronen, voor blauwe stenen. In het laatste geval wordt het oppervlak van de kerven minder ruw. Meestal worden kneushamers met een gewicht van ruim één kilogram gebruikt.

In de jaren twintig en dertig kwamen sporadisch pneumatische en elektrische scherphamers voor. Deze waren bijzonder geschikt voor het uitslaan van het bodemsel bij rechte kerven. Bij de molensteenfabrikanten was het gebruik van deze scherpwerktuigen algemeen bij het voorbewerken van het bodemsel.

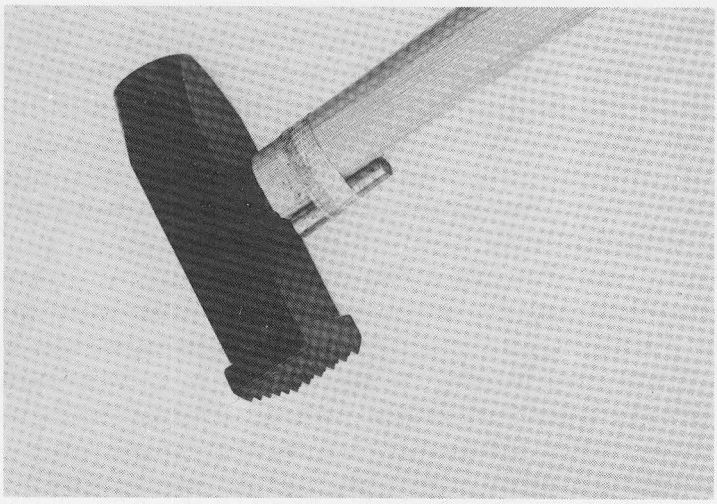
Rond de eeuwwisseling ontstonden handbediende scherpmachines waarmee het mogelijk was een regelmatige scherpte te krijgen bij een zwaaischerpsel met cirkelbogen van vrijwel gelijke lengte. Het gebruik van deze machines vereiste enige vaardigheid. Zij werden dan ook gebruikt bij stenen met een groot aantal kerven zoals op blauwe stenen. De ijzeren val- of slaghamer was aan de kop voorzien van een uitneembare beitel. Het andere einde was draai- en schuifbaar om een as die in een ijzeren gestel was gevat. Het gestel werd tussen het steengat en de steenomtrek geplaatst en verschoven. Met behulp van een handwiel kon de as worden verplaatst zodat de bek van de beitel op de juiste plaats de juiste boog kon beschrijven.

8. Het scherpen

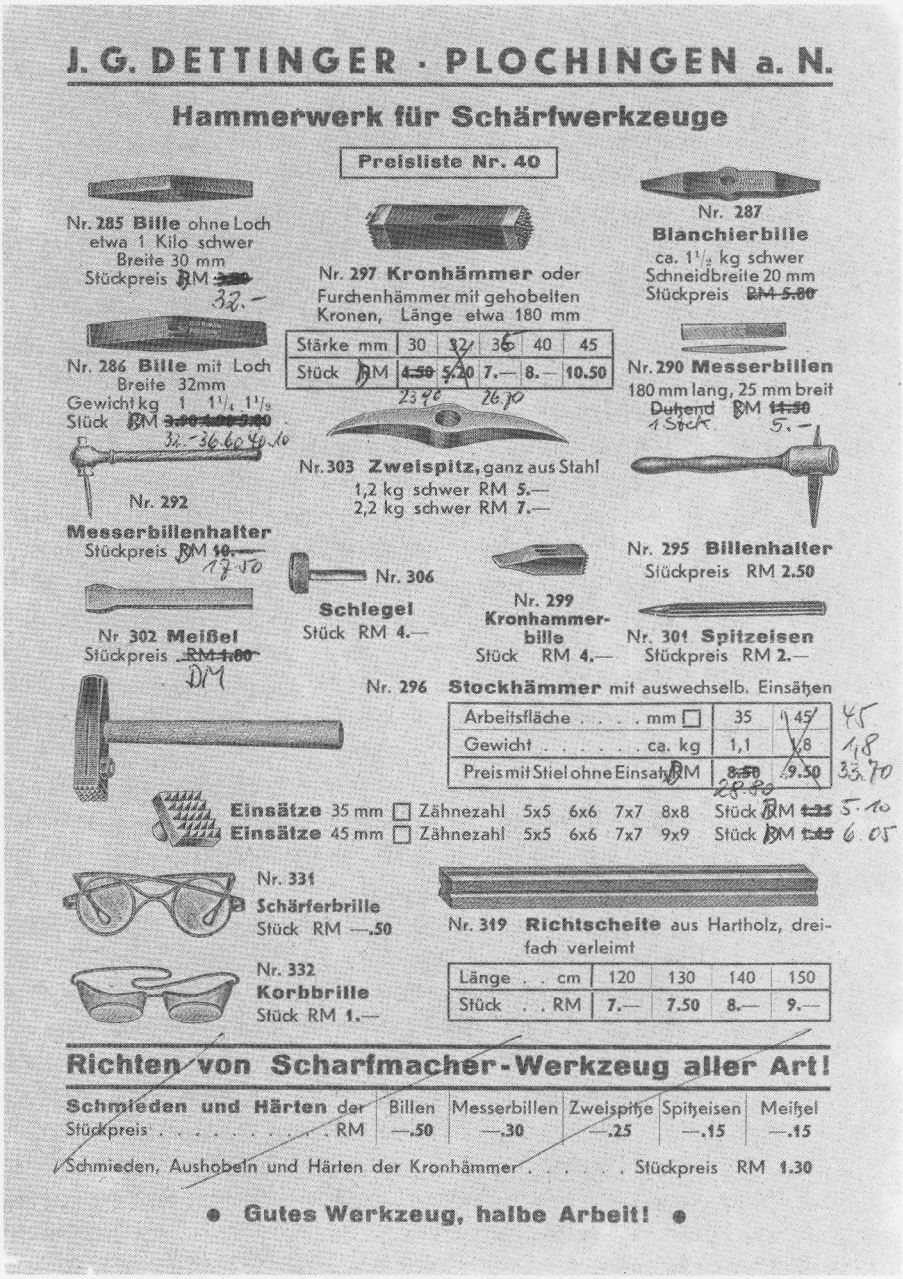
Onder scherpen of billen wordt verstaan het in de juiste vorm brengen van de uitslagen en de kerven. Vóór het scherpen moeten de kerven



7.33. Scherphamer met wideabekken.



7.34. Kneushamer.



J. G. DETTINGER · PLOCHINGEN a. N.

Hammerwerk für Schärfwerkzeuge

Preisliste Nr. 40

Nr. 285 **Bille** ohne Loch
etwa 1 Kilo schwer
Breite 30 mm
Stückpreis RM ~~3.80~~ 32.–

Nr. 286 **Bille** mit Loch
Breite 32mm
Gewicht kg 1 1¼ 1½
Stück RM ~~3.90 4.80 5.80~~ 32.– 36.60 40.10

Nr. 292
Messerbillenhalter
Stückpreis RM ~~10.—~~ 17.50

Nr. 302 **Meißel**
Stückpreis ~~RM 1.80~~ DM

Nr. 297 **Kronhämmer** oder
Furchenhämmer mit gehobelten
Kronen, Länge etwa 180 mm

Stärke mm	30	32	36	40	45
Stück RM	~~4.50~~ 23.90	~~5.20~~	7.— 26.70	8.—	10.50

Nr. 303 **Zweispitz,** ganz aus Stahl
1,2 kg schwer RM 5.—
2,2 kg schwer RM 7.—

Nr. 306
Schlegel
Stück RM 4.—

Nr. 299
Kronhammer-bille
Stück RM 4.—

Nr. 287
Blanchierbille
ca. 1½ kg schwer
Schneidbreite 20 mm
Stückpreis ~~RM 5.80~~

Nr. 290 **Messerbillen**
180 mm lang, 25 mm breit
~~Dutzend~~ 1 Stck. RM ~~11.50~~ 5.–

Nr. 295 **Billenhalter**
Stückpreis RM 2.50

Nr. 301 **Spitzeisen**
Stückpreis RM 2.—

Nr. 296 **Stockhämmer** mit auswechselb. Einsätzen

Arbeitsfläche . . . . mm □	35	45	45
Gewicht . . . . . ca. kg	1,1	1,8	1,8
Preis mit Stiel ohne Einsatz RM	~~8.50~~ 28.80	9.50	33.70

Einsätze 35 mm □ Zähnezahl 5x5 6x6 7x7 8x8 Stück RM ~~1.25~~ 5.10
Einsätze 45 mm □ Zähnezahl 5x5 6x6 7x7 9x9 Stück RM ~~1.45~~ 6.05

Nr. 331
Schärferbrille
Stück RM —.50

Nr. 332
Korbbrille
Stück RM 1.—

Nr. 319 **Richtscheite** aus Hartholz, dreifach verleimt

Länge . . cm	120	130	140	150
Stück . . RM	7.—	7.50	8.—	9.—

Richten von Scharfmacher-Werkzeug aller Art!

Schmieden und Härten der Stückpreis . . . . . RM	Billen	Messerbillen	Zweispitze	Spitzeisen	Meißel
	—.50	—.30	—.25	—.15	—.15

Schmieden, Aushobeln und Härten der Kronhämmer . . . . . Stückpreis RM 1.30

● **Gutes Werkzeug, halbe Arbeit!** ●

7.35. Catalogus van scherp-gereedschappen.

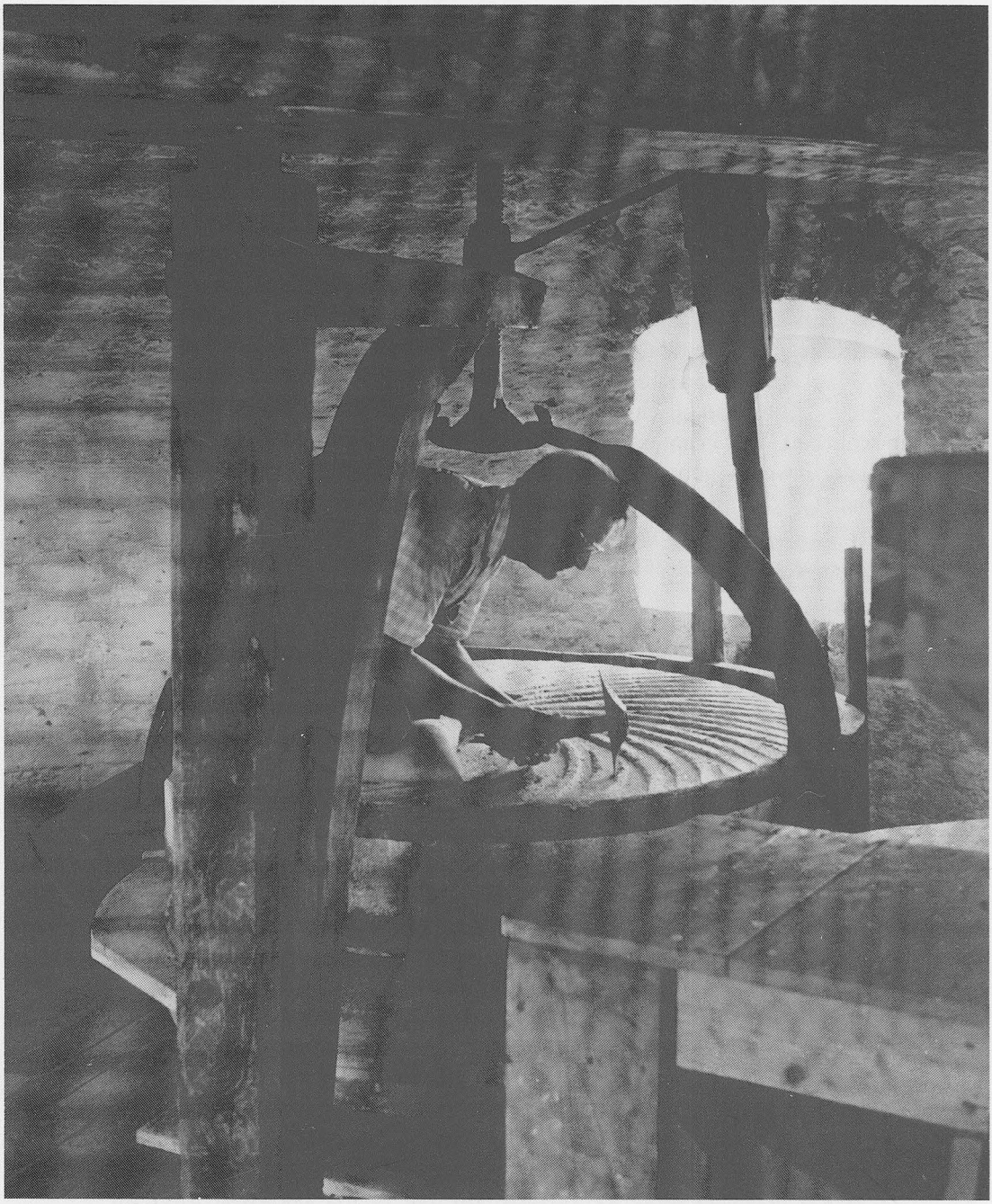
gevlakt worden of onder de rij worden gebracht, zoals dit in de vaktaal wordt genoemd. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een houten rij, ingesmeerd met dodekop. De ligger moet van het steengat tot de omtrek geheel vlak zijn. Elke oneffenheid die de dodekop onder het rijen aangeeft, moet worden weggebild. De loper kan afhankelijk van het maaldoel en het transport van het maalgoed tussen de stenen in de krop, hol of arm zijn uitgeslagen. De overblijvende breekbaan, de schrootbaan en de maalbaan moeten zuiver onder de rij liggen. Bij tarwestenen ligt de maalbaan over een afstand van ongeveer 20 cm van de omtrek. Bij stenen voor het malen van rogge, gerst, boekweit en ander graan onder soortgelijke omstandigheden op ongeveer 15 cm van de omtrek. Op deze maalbanen moeten de uitslagen de vereiste diepte hebben, zie onderdeel 4.4. Naar het steengat toe mag de diepte een weinig toenemen.

Het is niet noodzakelijk de ligger en de loper bij dezelfde gelegenheid te scherpen. Wel is het noodzakelijk beide stenen onder de rij te brengen. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een scherphamer of een kneushamer. Op de maalbaan moet het kerfoppervlak zo glad mogelijk zijn. Voor de eindafwerking moet de kneushamer daarom veel kroontjes bevatten en moet zodanig neerdalen dat het gehele kroonvlak wordt benut.

De randen van de kerven moeten scherpe lijnen vormen. Ook een maalkantje aan de velkant moet scherp zijn. Daarvoor is een scherpe snede van de bek van de scherphamer nodig. Elke slag moet op de steen een streepje geven, met een lengte, gelijk aan de bekbreedte. Voor het aanbrengen van het verloop in het bodemsel bij kunststenen mag de bek een weinig stomp zijn. De oneffenheden in het bodemsel moeten zo klein mogelijk zijn om het transport van het maalgoed en de lucht niet te belemmeren.

Bij het scherpen van blauwe- en Franse-stenen moet de hamer steeds goed scherp zijn om het uitspringen van grotere stukjes steenmateriaal te vermijden. Het scherpen moet daarom met korte tikken geschieden waarbij de scherphamer door zijn eigen gewicht loodrecht moet neerkomen.

Bij het scherpen gaat de molenaar op zijn hielen (knieën) zitten en laat de ellebogen op de bovenbenen rusten. De scherphamer wordt met beide handen naast elkaar vastgehouden en scharniert in de polsen; alleen de handen mogen daarbij bewegen en de hamer sturen. Bij een zwaaischerpsel gaat de molenaar aan de binnenkant van de boog zitten, zodat de verplaatsing van het lichaam zo klein mogelijk is. Hij scherpt daarbij vanaf het steengat naar de omtrek. Bij een rechts scherpsel kijkt hij een weinig links neigend naar de rechter punt van de neergaande bek;



7.36. Het scherpen van de loper (molenaar Pijnenburg † Schijndel)

bij een links scherpsel in omgekeerde richting. De hand moet zo vast zijn, dat de hamer loodrecht neerdaalt. Wordt de hamer aan één zijde stomper, dan duidt dit op een verkeerd sturen van de hamer. Bij rechte kerven moet de molenaar vaak gaan verzitten om de kerf rechtlijnig te houden. Immers, de scherphamer moet steeds recht voor het lichaam bewegen om geen afwijkingen te krijgen. Bij het scherpen van massieve stenen moet ervoor gewaakt worden, dat niet meer steenmateriaal wordt weggenomen dan strikt noodzakelijk is, om te vermijden dat de kerven op de duur gaan verlopen.

Ter bescherming van de knieën wordt een tamelijk vast kussentje of worden een paar opgevouwen zakken gebruikt. Bij het scherpen moet een doelmatige veiligheidsbril worden gedragen die ook aan de zijkanten bescherming biedt en weinig aanleiding tot beslaan geeft. Om de handen te beschermen, worden soepele handschoenen gebruikt. Bij het scherpen met onbeschermde handen springen, bij gebruikmaking van stalen hamers, ijzerdeeltjes in de handen die op de duur blauwe puntjes geven. Deze puntjes kenmerkten vroeger de handen van de molenaars en de loonscherpers.

Met een handveger, voorzien van korte harde haren, moet het losgeslagen steenmateriaal regelmatig in de richting van de buitenomtrek van het steenoppervlak worden verwijderd.

Bij het scherpen is een doelmatige verlichting nodig. Invallend helder daglicht door de ramen is vaak hinderlijk. Sommige stenen molens beschikten over speciale inzetluiken die in de daglichtopeningen op de steenzolder werden geplaatst. Vroeger werden de stenen echter meestal in de avonduren gescherpt bij het licht van een koperen olielamp, de bekende snotneus, of een glazen petroleumlamp. De helderheid van deze lichtbronnen was laag en bij een zijdelingse opstelling niet hinderlijk. Bij gebruik van elektrisch licht moet de lamp zich buiten het gezichtsveld bevinden. Bij strijklicht komen de kerven, het bodemsel en de oneffenheden duidelijker tot uitdrukking.

Hoofdstuk VIII

HET MALEN MET WIND- EN WATERMOLENS

Inleiding

De huidige ontwikkelingen zijn bijzonder gunstig om een, in goede staat verkerende, korenmolen opnieuw een maalfunktie te geven.

De eerste stap daartoe is de molen op gezette tijden te laten draaien en vervolgens, indien noodzakelijk, het maalwerk in een bedrijfsvaardige staat te brengen. De molen wordt daardoor in eerste instantie voor verwaarlozing van het onderhoud en eventueel verval behoed. Het laten draaien van een molen legt echter zekere beperkingen op. Het is soms gebruikelijk de maalinrichting uit het werk te zetten, zodat de molen onbelast draait. Bij grotere windsnelheden en de daarbij vaak optredende onregelmatige winden kunnen zich situaties voordoen die gevaarlijk zijn omdat men de macht over de molen kan verliezen. Immers, te grote snelheidsveranderingen kunnen niet door een grotere toevoer van het maalgoed en het verhogen van de maaldruk op de stenen worden opgeheven.

Tijdens het malen moet de molenaar het weer regelmatig beoordelen, in het bijzonder als het buiïg is. De weersomstandigheden kunnen immers snel veranderen en ongunstiger worden. Het stilzetten van de molen en het oprollen van de zeilen vergen tamelijk veel tijd. Het gevaar dat in die periode dreigt, mag niet onderschat worden.

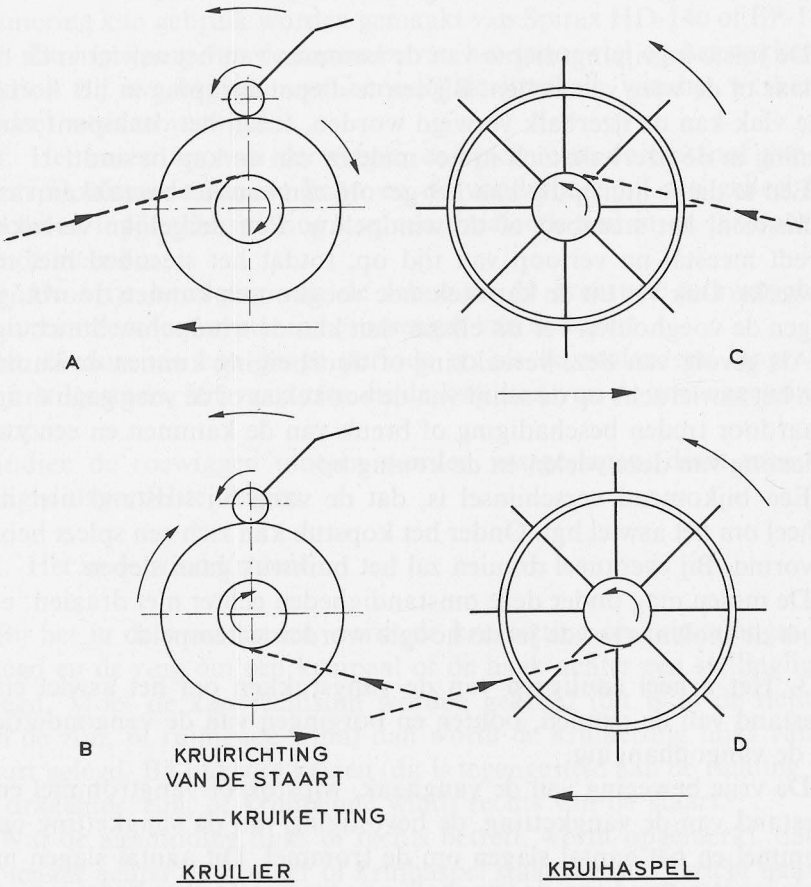
Wordt er met een molen gemalen waarvan het gaande- en het maalwerk niet in goede staat verkeert of niet goed is gesteld, dan kan dit verregaande konsekwenties hebben. De meelstroom, de fijnheid van het meel, en de geluiden van het maalwerk zijn voor een molenaar belangrijke aanwijzingen voor de draaisnelheid van de molen en het verloop van het maalproces.

Belangrijk is ook het kontakt met buiten door de deur of door de lichtopeningen op de maalzolder. Levendig is het op een standaardmolen, waar het gehele molenlichaam mee beweegt. Het slechtst is het op een achtkante stellingmolen, waar de maalzolder beneden stellinghoogte ligt. Hier ontbreekt vrijwel elk kontakt met buiten.

1.0. Het in bedrijfstellen van de windmolen

1.1. De controle van de molen

Elke molen die met zekere tussenpozen in bedrijf wordt gesteld, dient vooraf op een aantal punten gecontroleerd te worden. Ook



8.1. Enige voorkomende manieren voor het uitleggen en opwinden van de kruiketting.

molens die regelmatig in bedrijf zijn, dienen periodiek gecontroleerd te worden zodat plotseling optredende beschadigingen of vernielingen zoveel mogelijk worden uitgesloten.

Het verdient aanbeveling bij de controle een vaste volgorde te kiezen, te weten:

1. Het vastzitten van de wiggen van de baan- en de pensteen en de bevestiging van de springbeugel boven het peneind.
   De smering van de hiervoor genoemde stenen. Indien voor de smering een technische vetsoort wordt gebruikt, kan de molen door het aanbrengen van een weinig dunne smeerolie op de hals en de pen gemakkelijker aanlopen.
2. Het vastzitten van de wiggen van de ijzer- of de middenbalk in de voeghouten en de poort op de tap van de koning. De poortstutten moeten goed vastzitten en gezekerd zijn.

De juiste ingrijpingsdiepte van de kammen van het aswiel in de bonkelaar of de wieg vaststellen. Bij een te diepe ingrijping in het horizontale vlak kan de ijzerbalk verwigd worden, tenzij het draaipunt van de koning in de ijzerbalk zich in het midden van de kap bevindt.

Een te diepe ingrijping kan het gevolg zijn van het verzakken van de baansteen, het steenbed of de windpeluw. Een dergelijke verzakking treedt meestal na verloop van tijd op, totdat het steenbed niet meer nawerkt. Ook ver uit de kap stekende voeghouten kunnen doorbuigen; liggen de voeghouten ver uit elkaar dan kan de windpeluw doorbuigen.

Als gevolg van deze verzakking of doorbuiging kunnen de kammen van het aswiel zelfs op de schijf van de bonkelaar of de wieg gaan dragen. Daardoor treden beschadiging of breuk van de kammen en een zware belasting van deze wielen en de koning op.

Een bijkomend verschijnsel is, dat de vang bij stilstand niet meer geheel om het aswiel ligt. Onder het kopstuk kan zich een spleet hebben gevormd. Bij eventueel draaien zal het buikstuk gaan slepen.

De molen mag onder deze omstandigheden echter niet draaien; eerst moet de molenas tot de juiste hoogte worden getempeld.

3. Het geheel aanliggen van de vangstukken om het aswiel en de toestand van de pennen, bouten en borgingen van de vangonderdelen en de vangophanging.

De vrije beweging van de vanghaak, wipstok of vangtrommel en de toestand van de vangketting, de bevestiging van de vangketting op de trommel en het aantal slagen om de trommel. Dit aantal slagen moet in de laagste stand van de vangbalk nog tenminste twee bedragen.

In gelichte toestand moet het aswiel geheel vrij van de vang draaien.

Sleept de vang aan de bovenzijde, dan kan door een plankje op de rijklamp te leggen de vang hoger worden gesteld. Sleept de vang aan de onderzijde dan moet het aanwezige plankje op de rijklamp worden vervangen door een dunner plankje. Komt de vang in het geheel niet vrij dan kan het sabelijzer, de vanghaak of de bout van de vangbalk in de ezel een gat hoger worden gestoken.

Vóór dat de molen in bedrijf wordt gesteld moet na deze veranderingen eerst worden gecontroleerd of de vang en de vangbalk goed funktioneren. Zonodig moeten ook de vanggeleiders (klampen) of de ophangkettingen worden bijgesteld.

4. Het vastzitten van de wiggen, keggen, kammen en staven van het aswiel, bonkelaar of wieg, spoorwiel en het werkende rondsel.

5. De werking van het luiwerk.

6. De smering van de taatspot van de koning in de draagbalk. Voor de smering kan gebruik worden gemaakt van Spirax HD-140 of EP-140.

7. De ingrijping van de kammen van het spoorwiel op het werkende rondsel. Bij overkruien moet zonodig de ijzerbalk van het werkende rondsel worden verwigd.

8. Het vastzitten van de wiggen en spieën van de taatspot van de steenspil, alsmede van de licht- en de vonderbalk bij een geheel bijgehouden loper. De smering van een draaiende spil in de taatspot en van de steenbus.

9. De vrije beweging van de schoe en de eventuele aanwezigheid van vreemde voorwerpen in het steengat van de loper.

10. Gedurende een droge periode en als de molen een lange tijd heeft stilgestaan, het vastzitten en de kwaliteit van de roewiggen in de askop.

Indien de roewiggen moeten worden vastgeslagen, dient men een veiligheidsgordel te dragen.

1.2. Het in de wind kruien

Bij het in de wind kruien wordt de kruiketting op ruime lengte uitgelegd en de ring om een kruipaal of de haak achter een stellingligger gelegd. Moet de kap rechtsom worden gekruid (dit is in de richting van de zon, of ruimende wind) dan wordt de kruiketting links van de staart gelegd. Bij linksom kruien (dit is tegengesteld aan de richting van de draaiende zon, of krimpende wind) rechts van de staart.

Wat de aanduiding links of rechts betreft, wordt opgemerkt, dat de molenaar achter de kruilier of kruihaspel staat met het gezicht naar de molenromp gekeerd.

De juiste windrichting moet op molenhoogte worden aangeduid door een goed werkend windvaantje op de kap; men kan ook gebruik maken van boombladeren, rook, een vlag en dergelijke om de richting te bepalen. Drijvende wolken geven voor een molen niet altijd de juiste

windrichting aan. Immers de wolken kunnen door verschillende luchtstromingen worden voortbewogen. Bovendien wordt de wind in de nabijheid van het aardoppervlak door obstakels gestoord. Wolken geven echter wel de juiste richting van een bui aan.

Voor het vastzetten van de staart wordt een tweede ketting gebruikt, die de bezetketting wordt genoemd (1). Deze ketting kan zowel links als rechts van de staart worden gebruikt. Ligt de kruiketting links uit, zoals bij ruimende wind, dan komt de bezetketting rechts van de staart te liggen.

Aan beide zijden van de kruibok bevindt zich een ijzeren oog, bij een kruihaspel is er een gat in de staartbalk, voor het vastzetten van de bezetketting.

Is de molen in de wind gekruid dan wordt deze ketting door een oog of door het gat in de staartbalk gehaald, vervolgens achter een kruipaal gelegd, waarna het einde voorzien van een haak in een kettingschalm wordt gestoken. Met de kruilier of de kruihaspel wordt de bezetketting strakgetrokken waarna de lier met een pal op het grote tandwiel of de zwengel (kruk) met een kettinkje wordt vastgezet. Bij een kruihaspel wordt een kettinkje om een spaak van het kruirad gelegd.

Een malende bovenkruier oefent door de staart krachten op de bezetketting uit. De kap wil namelijk rechtsom lopen, in de richting van de draaiende zon. Deze beweging wordt veroorzaakt door de kamdruk van het aswiel op de bonkelaar of de wieg. Tijdens het malen dient de bezetketting dan ook steeds rechts van de staart te liggen.

Aangezien de krachten die op deze ketting worden uitgeoefend groot kunnen zijn, in het bijzonder als de molen een groot vermogen levert, is de dikte van de schalmen groter dan die van de kruiketting. Voor een kruiketting worden bijvoorbeeld 3/8" schalmen genomen en voor de bezetketting 1/2" schalmen.

Bij het linksom kruien, bijvoorbeeld bij een krimpende wind, ligt de kruiketting rechts van de staart en wordt vaak gemakshalve voor het malen niet omgelegd en vervangen door de bezetketting. Na het stilzetten van de molen moet de staart echter met de bezetketting aan de rechterzijde worden vastgezet.

De draaiende massa van het gevlucht heeft een gyroscopische werking – het gyroscopisch moment – dat het omlopen van de kap onder invloed van de kamdruk tegenwerkt. Deze tegenwerking is echter bij een in bedrijf zijnde molen onvoldoende om de kap op zijn plaats te houden.

(1) Deze ketting wordt ook vaak stormketting genoemd. De tweede ketting waarvan vervolgens hier sprake is, wordt dan de tweede stormketting genoemd.

Van deze kamdruk wordt een nuttig gebruik gemaakt om een op hol geslagen molen of een te snel draaiende molen, die met de vang rederlijkerwijze niet meer is stil te zetten, uit de wind te kruien. De vang moet worden gelicht en de kap rechtsom worden gekruid. De zelfkruiing door de kamdruk kan dermate groot zijn, dat de kap uit zichzelf rechtsom loopt en met de bezetketting moet worden tegengehouden om het kruien in de hand te houden. De kruipalen en de ketting moeten dan ook in goede staat zijn.

Het is in deze omstandigheden vrijwel uitgesloten de kap linksom tegen de kamdruk in te kruien. De molenaar moet dan ook steeds een stormketting bij de hand hebben om de bezetketting te kunnen verwijderen of te laten vieren. In die noodgevallen wordt de stormketting aan het oog van de bok of aan de staart bevestigd en vervolgens rechts van de staart naast de bezetketting gelegd en eenmaal om een kruipaal geslagen, zo mogelijk onder de bezetketting. Het kettingeinde moet dan door een hulp worden vastgehouden. Vervolgens moet de bezetketting worden los gemaakt door de lus van de kruipaal of de haak uit de schalm te nemen. Lukt dit niet dan moet de kruiketting naar rechts worden uitgelegd en moet met de lier worden geprobeerd de staart zover naar rechts te bewegen dat de haak of de lus vrijkomt. In deze gevallen is een harp, waarvan de bout kan worden los gedraaid beter dan een haak. De stormketting moet voor het laten omlopen van de kap langzaam worden gevierd. Door afwisselend de bezet- en de stormketting op de hiervoor beschreven wijze te hanteren, kan de kap langzaam omlopen, totdat de draaicirkel van het gevlucht dezelfde richting heeft als de wind. De molen neemt dan in snelheid af en kan door de vang worden stilgezet of gaat vanzelf stilstaan door de verhoogde maaldruk op de stenen.

Het kruien van een draaiende molen is overigens een noodmaatregel.

Onder normale omstandigheden moet de molen vóór het kruien worden stilgezet en de maalsteen worden uitgelicht om het gaande werk bij de kruibeweging niet onnodig te belasten.

Zoals gezegd wordt de kruibeweging bovendien tegengewerkt door het gyroscopisch moment van het gevlucht. In het ongunstigste geval treden scheuren in de askop op en, bij een houten as, een extra belasting op de staarten en de bevestiging van de ijzeren askop.

De gyroscopische werking is ook merkbaar op een standaardmolen. Het 'rijden' van deze molen is bijvoorbeeld een gevolg daarvan. De kamdruk heeft op een standaardmolen geen invloed op de kruiwerking omdat het gaande werk geheel in de draaibare bovenbouw is opgenomen.

De kruiketting wordt linksom (tegen de wijzers van de klok in) op de trommel of de as gewonden. Bij een kruihaspel gaat de molenaar links van het kruirad staan zodat hij een trekkende beweging aan de handgrepen van boven naar beneden maakt, eventueel geholpen door een voet die in de kruising wordt gezet. Afb. 8.1.

1.3. De zeilen voorleggen

Afhankelijk van de windsnelheid en de belasting van de molen worden zeilen voorgelegd. Men spreekt ook van het inspannen van de molen.

Bij korenmolens wordt gestreefd naar een regelmatige gang. Het zeiloppervlak moet dan ook op beide roeden even groot zijn. Bij een regelmatige wind kan daarvan eventueel worden afgeweken; het grootste zeiloppervlak moet dan op de binnenroede liggen.

De meest voorkomende vormen van zeilvoering zijn, indien de zeilen zijn voorzien van drie zwicht- of slaglijnen (afb. 8.2.):

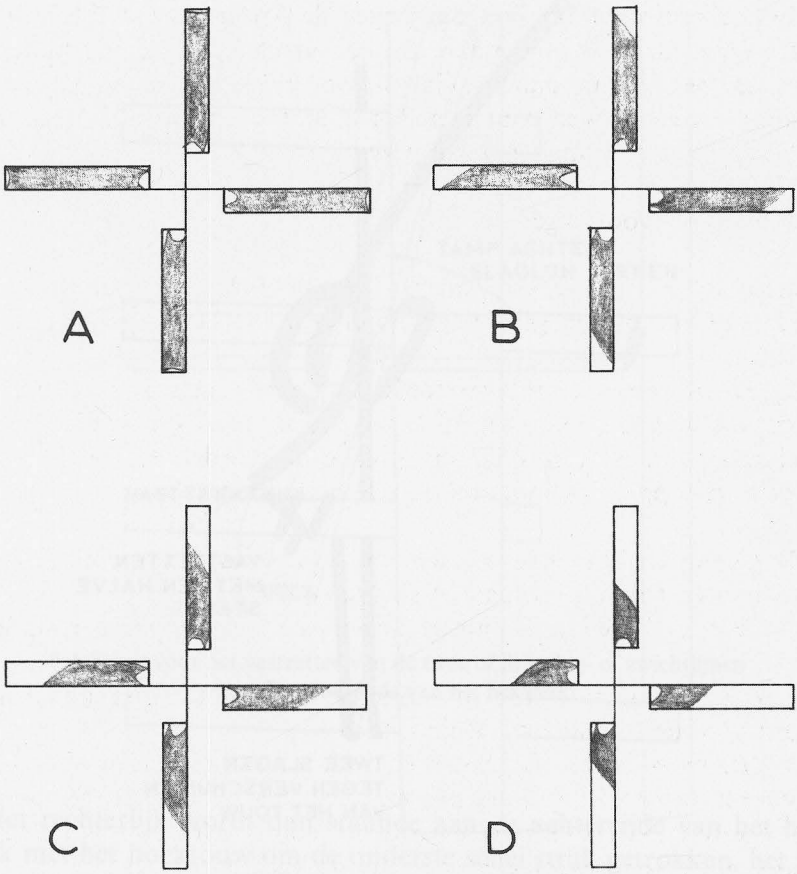
1. Vier volle zeilen. De molen draait dan met vier zeilen rond in de top.
2. Vier driekwart zeilen of duikertjes. De zeilen zijn dan tot de onderste of de kortste zwichtlijn opgerold.
3. Vier halve zeilen. De zeilen zijn dan tot de middelste of de halve zwichtlijn opgerold. Bij lange halven wordt het zeil tot aan de onderste lus opgerold; bij korte halven wordt tot aan een hogere lus opgerold. De lussen blijven daarbij echter achter de kikkers gehaakt.
4. Vier eenkwart zeilen, meestal stormeindjes of kortjes genaamd. De zeilen zijn dan tot de bovenste zwichtlijn of stormlijn opgerold.

Door de zeilen vanaf de tweede of de derde zichtlijn langer of korter op te rollen, ontstaan meer mogelijkheden die hier verder buiten beschouwing blijven.

Bij het voorleggen van de zeilen wordt een volgorde aangehouden, te weten:

1. De hoektouwen en het zeil losmaken en met een zwaai uit de zeilhaken voor het hekwerk brengen. Het zeil van boven naar beneden gedeeltelijk uitrollen totdat het rechterlijk geheel vrij is.
2. Door korte zwaaien met het rechterlijk of met de zeilrol de lussen van boven naar beneden achter de kikkers haken.

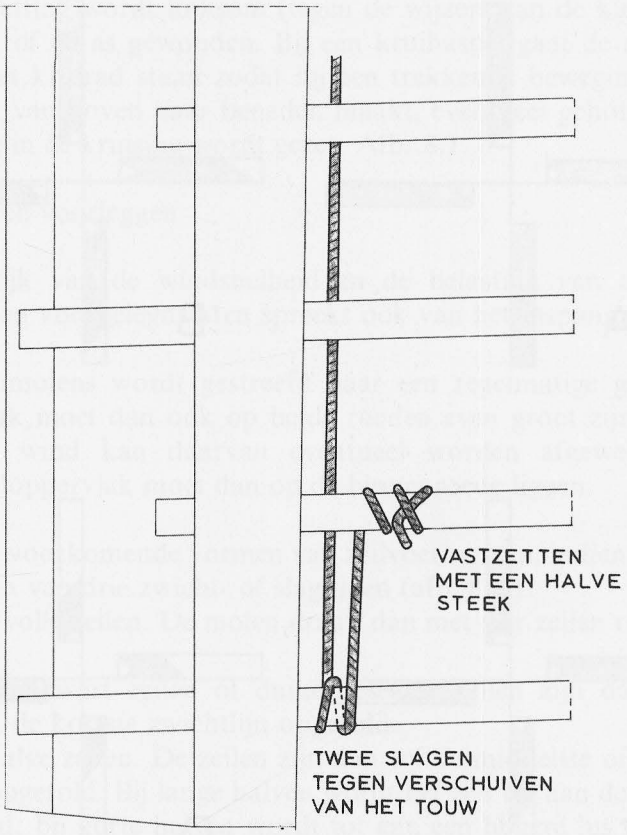
Bij nieuwe of weinig gebruikte zeilen of bij veel wind is dit niet eenvoudig of niet mogelijk door een verkeerde stand van de lussen als



8.2. De meest voorkomende vormen van zeilvoering:
A. Vier volle zeilen.
B. Vier halve zeilen.
C. Vier halve zeilen.
D. Vier stormeinden.

gevolg van het oprollen van de zeilen, de stijfheid van het touw of door de wind die het zeil op het hekwerk drukt.

In dit geval moet de molenaar in het hekwerk klimmen. Dit mag alleen als de vang bij de heersende windsterkte volkomen betrouwbaar is, ook als er enige zeilen op de roeden liggen. De molenaar klimt dan tussen het zeil en de roede naar boven. Vroeger was het in het Zuiden niet gebruikelijk tussen de tweede en de derde heklat naar boven te klimmen, zoals nu vaak geschiedt, waarbij het zeil zich dan rechts van de molenaar bevindt. De staat waarin de hekwerken verkeerden, was



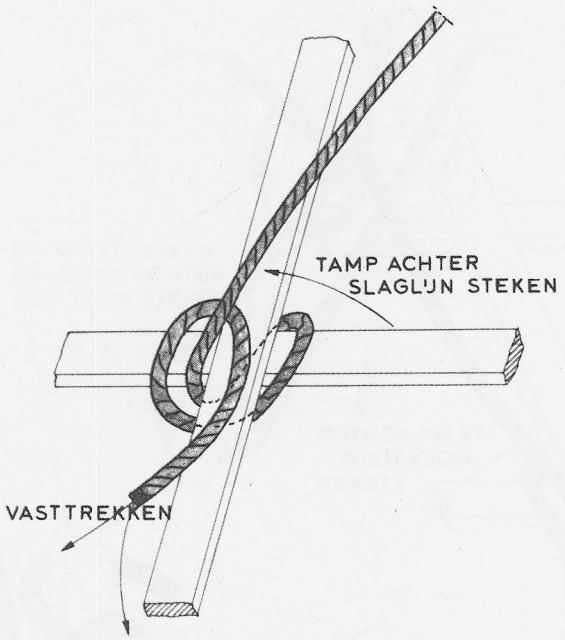
8.3. Het vastzetten van het rechter hoektouw aan de achterzijde van het hekwerk.

vaak van dien aard, dat men zich niet ver van de roede op het hekwerk waagde.

Hoewel bij gebruik van een schuifijzer van minder belang, was men ook bang dat een van rechts komende windvlaag door de schoot van het hekwerk vat op het zeil zou krijgen, waardoor dit zou beginnen te slaan. Veiligheidshalve zette men vaak het rechter hoektouw met een enkele steek op de onderste schei vast.

De lussen moeten zodanig achter de kikkers zijn gehaakt, dat deze zich bij een strak getrokken rechterlijk zoveel mogelijk in het midden van de lussen bevinden. Bij grote afwijkingen wordt de betreffende lus niet gebruikt. In het bijzonder de bovenste lussen moeten direkt goed liggen. Belangrijk is, dat het zeil op de juiste hoogte is opgehangen.

3. Met de zwichtlijnen het zeil uitrollen.



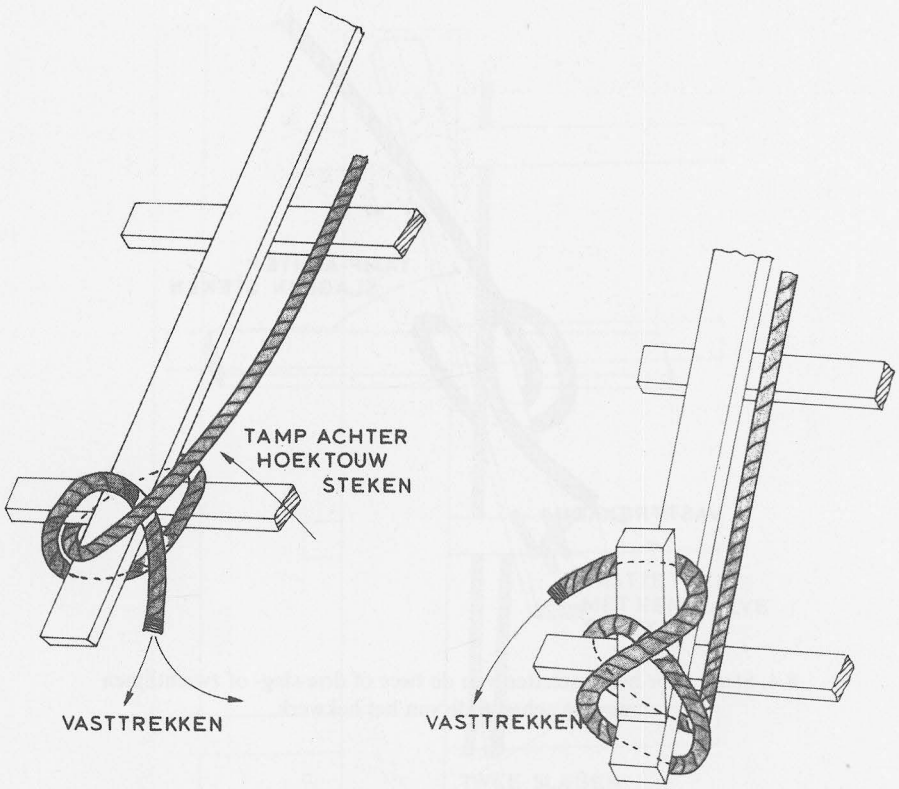
8.4. Steek voor het vastzetten van de twee of drie slag- of zwichtlijnen aan de achterzijde van het hekwerk.

Het rechterlijk wordt dan staande aan de achterzijde van het hekwerk met het hoektouw om de onderste schei strak getrokken, het zeil moet daarbij zoveel mogelijk tegen de roede aansluiten, waarna het hoektouw volgens afb. 8.3. op de schei wordt vastgezet.

4. De zwicht- of slaglijnen aan de achterzijde van het hekwerk vastzetten (zie ook de afb. 5.6.).

Dit gebeurt in deze volgorde: eerst de boven-, dan de midden- en tenslotte de onderslaglijn.

Deze drie lijnen worden gelijktijdig vastgepakt en aan de achterzijde van het hekwerk in de hiervoor genoemde volgorde van links naar rechts achter het kruis van een schei en een heklat gestoken. De molenaar heeft dan zijn handen vrij om elke lijn strak te trekken en, in volgorde, op zijn definitieve plaats vast te zetten, volgens afb. 8.4. De lijnen moeten daarbij zo hoog mogelijk om het hekwerk liggen. De middenlijn wordt om het korte heklatje vastgemaakt. Is dit niet aanwezig dan worden de boven- en de middenlijn op hetzelfde kruis vastgezet, indien de middenlijn voldoende lengte heeft.



8.5. Het vastzetten van het linker hoektouw aan de punt van het hekwerk (het zeil is niet op de afbeelding weergegeven). Als het zeil te lang is wordt het ondereinde om het hekwerk geslagen en het hoektouw op dezelfde manier aan de achterzijde vastgezet.

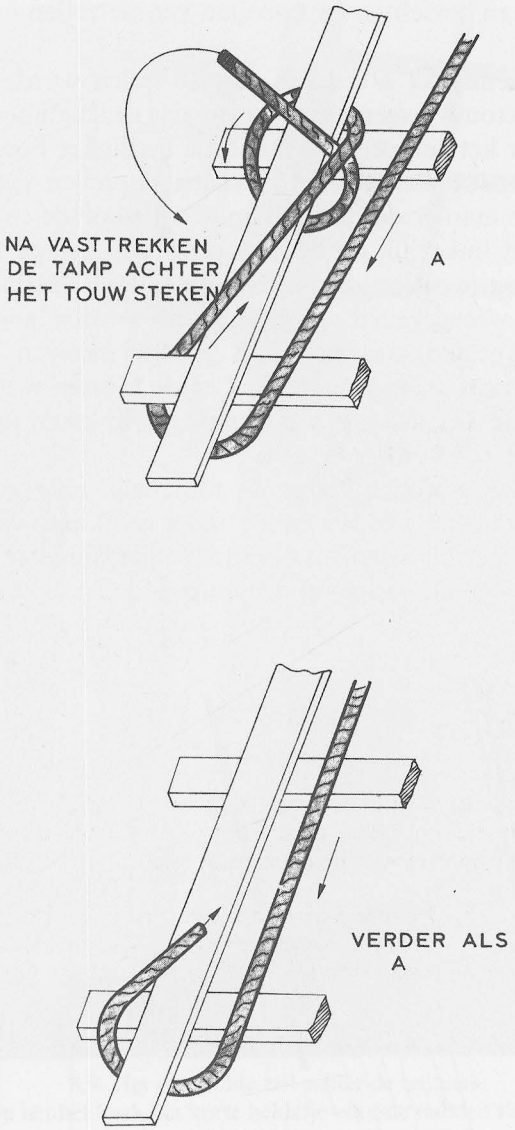
8.7. Het vastzetten van het linker hoektouw op een klamp op het hekwerk. Bevindt zich eveneens een kalmp op de roede dan wordt het rechter hoektouw bijvoorbeeld tweemaal om de schei gelsagen en vervolgens met een of twee nekslagen op de klamp vastgezet.

5. Het linker hoektouw vastzetten volgens een van de methoden in de afb. 8.5., 8.6. en 8.7.

Gemakshalve wordt ook de volgende methode toegepast:

De eerste slag aanbrengen volgens afb. 8.5., en vervolgens het hoektouw enige slagen om het einde van de schei winden en het uiteinde van het touw met twee halve steken vastzetten. De molenmakers passen deze knoop vaak toe. Een bezwaar van deze methode is, dat snel losmaken van het touw bij nat weer moeilijk is.

6. De zeilen moeten strak en in rechte lijnen tegen het hekwerk liggen. Als de slaglijnen niet te strak zijn gespannen, is dit bij een goed gemaakt zeil altijd mogelijk.



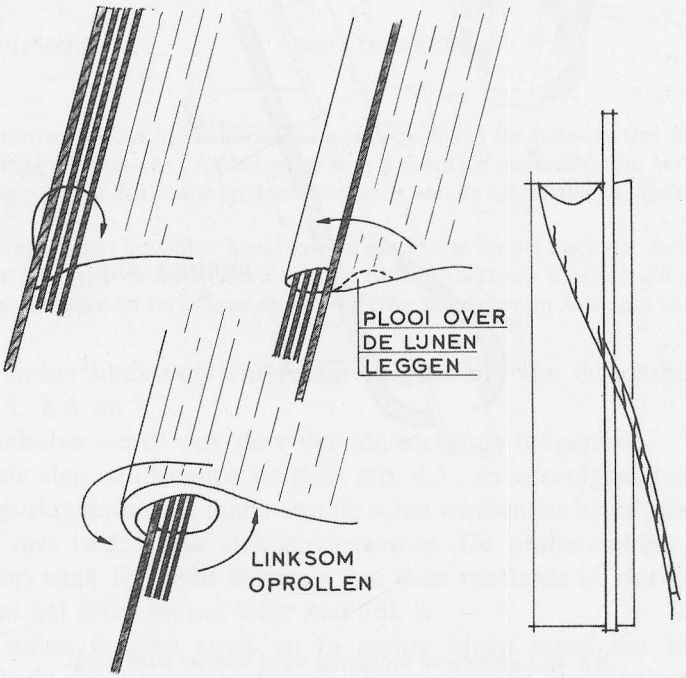
8.6. In Limburg en omgeving werd vroeger deze steek
voor het linker hoektouw toegepast, indien het touw voldoende lengte had.
De onderste tekening geeft het begin van de meest doelmatige steek weer.

1.4. Het afnemen, zwichten en oprollen van de zeilen

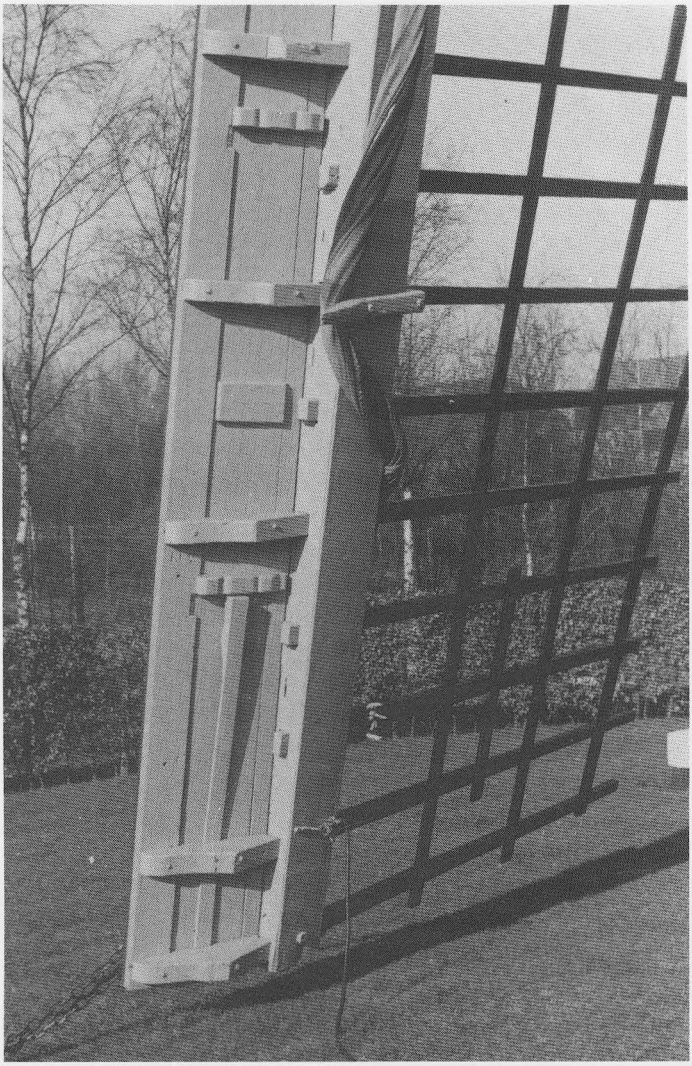
Voor het afnemen of aftrekken van de zeilen wordt als regel eerst het rechter hoektouw losgemaakt, vervolgens de slaglijnen (de molenaar staat dan achter het hekwerk) en tenslotte het linker hoektouw.

Als met malen wordt gestopt, worden de zeilen geheel opgerold. Een eenvoudige manier om het zeil op te rollen is: de twee of drie slaglijnen achter het linkerlijk op het hekwerk te leggen en het zeil met de lijnen linksom op te rollen. Een doelmatige, doch omslachtiger manier is in afb. 8.8. weergegeven. De slaglijnen worden naast het linkerlijk op het zeil gelegd, daarna wordt het lijk met een beweging naar rechts daaroverheen geslagen. Het zeil en de touwen worden met beide handen links van het lichaam vastgepakt en linksom opgerold, zodat de rol onder het zeil komt te liggen.

Gedurende het oprollen loopt de molenaar naar rechts en zorgt ervoor, dat het zeil zich van boven tot onder gelijkmatig en strak oprolt. Tevens worden daarbij enige links omdraaiende slingerende bewegingen gemaakt, om een gelijkmatige rol met lange plooien te krijgen en waarbij



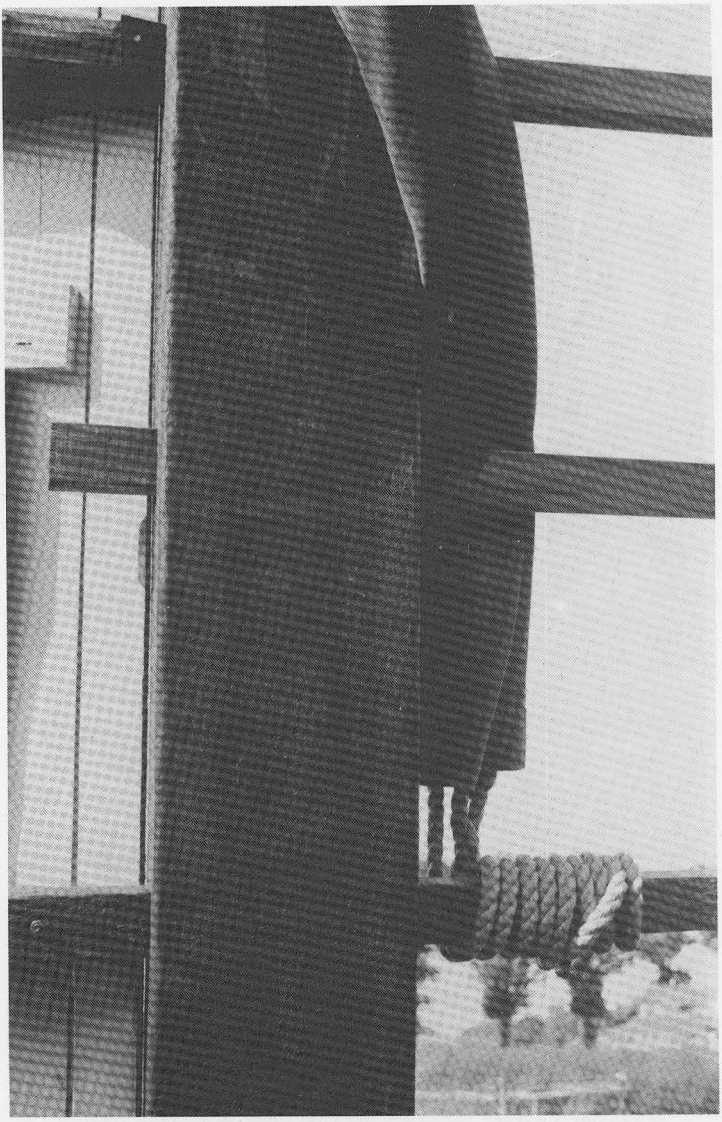
8.8. Het op een doelmatige wijze oprollen van een molenzeil.



8.9. Het opgerolde zeil achter de zeilhaak.
Op het hekwerk het korte heklatje voor de midden slaglijn.

de bovenzijde van het zeil zich over het schuifijzer naar rechts beweegt of, het andere geval, waarbij de driehoek bij de bek zo klein mogelijk wordt. Indien het zeil met kleine plooien strak wordt opgerold, neemt de slijtage van het zeildoek op de plooien sterk toe.

Na het oprollen wordt het zeil achter de bovenste zeilhaak geslingerd. De molenaar staat in de richting van de neus van het windbord en houdt de rol zodanig vast dat bij de slingerende beweging een ruime lus kan



8.10. De steken van de hoektouwen, gezien aan de achterzijde van het hekwerk.

ontstaan. Bij het maken van deze beweging en het ontstaan van de lus in het bovenste deel van de rol loopt de molenaar naar de roede toe, zodat de rol zich achter de bovenste zeilhaak kan leggen.

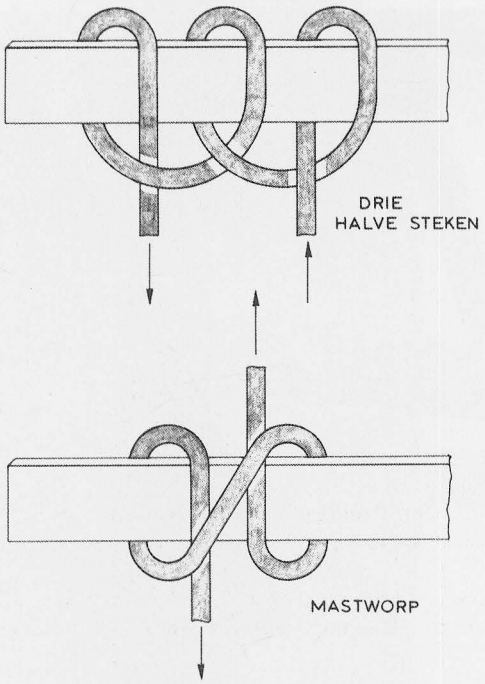
Daarna wordt de rol achter de tweede zeilhaak gelegd.

Staande achter het hekwerk wordt de rol naast de roede achter een schei gelegd, en aan de voorzijde strak getrokken waarbij de molenaar

8.11. De steken van de hoektouwen, gezien aan de voorzijde van het hekwerk.

zich met de voet op een schei afzet. De twee hoektouwen worden, netjes naast elkaar, enige malen om de daaronder liggende schei geslagen en naast deze slagen vervolgens een voor een met twee halve steken vastgezet. Afb. 8.9., 8.10. en 8.11.

Het verdient geen aanbeveling de rol eenmaal om een schei te slaan en vervolgens de touwen vast te zetten. In de slag van de rol kan zich



8.12. De vorm van halve steken en de mastworp.

water verzamelen en de slag bevordert bovendien de slijtage van het zeildoek.

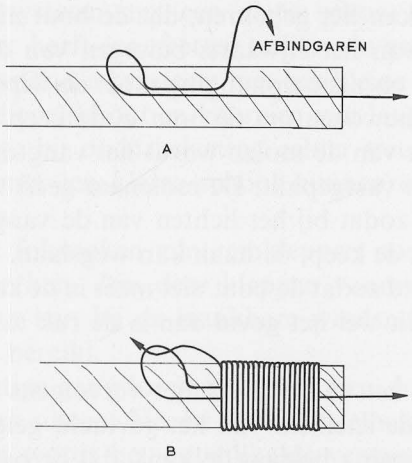
Gewoonlijk wordt tot een snelheid van 70 enden per minuut gemalen. Draait de molen sneller dan moet gezwicht worden.

Bij driekwart zeilen of duikertjes worden deze opgerold tot de onderzwicht-of slaglijn; bij korte en lange halve zeilen tot de midden-zwichtlijn en bij kortjes of stormeindjes tot de boven-zwichtlijn.

Bij deze zeilvoering wordt het zeil van een of beide roeden linksom strak opgerold tot de betreffende zwichtlijn, zodat een vloeiende overgang ontstaat van het zeil naar de rol.

De betreffende zwichtlijn moet eerst strak worden getrokken en opnieuw vastgezet. Alle lussen blijven achter de kikkers gehaakt, zodat het zeil zich niet door de wind kan ontrollen.

Staande vóór het hekwerk wordt de rol bij driekwart en halve zeilen achter een schei gelegd, strak getrokken, en vervolgens daaromheen geslagen, waarna het hoektouw op een daaronder liggende schei met twee halve steken wordt vastgezet.



8.13. Het afbinden van een touweind of tamp met bindtouw om uitrafelen te voorkomen.
A. Het bindtouw in een lus op de tamp leggen en op het uiteinde van de tamp beginnen te wikkelen.
B. Het einde van het bindtouw door de lus steken en beide einden vasttrekken en afknippen. De tamp vervolgens in kunstoflijm dompelen.

Bij kortjes of stormeindjes wordt de rol achter de bovenste zeilhaak geslingerd en op dezelfde wijze vastgezet, zoals een geheel opgerold zeil als met malen wordt gestopt.

1.5. Het lichten van de vang en het stilzetten van de molen

Bij het lichten van de vang wordt het vangtouw met beide handen vastgepakt, waarbij een hand zo hoog mogelijk en de andere een beetje lager het touw omvat.

Bij het voorleggen van de zeilen wordt de vang iets gelicht totdat de gewenste wiek voor de borst komt, waarna het vangtouw langzaam wordt gevierd zodat de molen op het juiste ogenblik stilstaat.

Voor het in bedrijfstellen van de molen wordt het vangtouw zover naar beneden getrokken, dat de ophangbout in de vangbalk de keep in de vanghaak is gepasseerd. De molenaar weet uit ervaring hoever hij het vangtouw daarvoor naar beneden moet trekken. Vervolgens laat hij het touw een weinig vieren zodat de bout in de keep blijft hangen. Gebeurt dit niet, dan trekt hij de vangbalk opnieuw op, maar dan iets hoger.

Door de vorm van de haak en de wijze van ophangen schuift de bout of het oog automatisch in de keep en is de vang los. Bij molens met een

wip- of vangstok kan het gebeuren, dat de bout niet direkt in de keep komt tengevolge van het zijwaarts bewegen van de wipstok door het vangtouw. Bij een onjuiste ophanging moet de wipstok zelfs een weinig zijwaarts worden bewogen om de bout in de keep te laten schuiven.

Bij het stilzetten van de molen wordt het vangtouw weer op de hiervoor gegeven wijze vastgepakt. De molenaar geeft vervolgens een korte ruk aan het touw zodat bij het lichten van de vangbalk de bout, door de schuine zijde in de keep, de haak kan wegslaan. Tegelijkertijd wordt het touw iets gevierd zodat de bout niet meer in de keep van de vanghaak kan schuiven. Is dit wel het geval dan is de ruk te zacht of te kort geweest.

Het vieren van het vangtouw moet vervolgens rustig en langzaam geschieden zodat de snelheid van het gevlucht geleidelijk afneemt. Bij een te snelle afremming bestaat de kans, dat de opgehoopte energie in de draaiende massa niet geleidelijk wordt afgevoerd, zodat door de wringing een te grote belasting in de askop optreedt.

De remmende werking van een vang verschilt tussen de molens onderling. Sommige molens 'vangen' zeer langzaam, waarbij het aswiel tamelijk langdurig in de vang slipt. Bij andere molens is de werking sterker zodat tijdens het vangen de vang soms weer even iets moet worden gelicht om de snelheid geleidelijker te laten afnemen. De molenaar moet daarbij attent zijn en de snelheid van het gevlucht nauwkeurig beoordelen.

Kort voordat de molen stopt, wordt de vang iets gelicht zodat het gevlucht zonder schok blijft stilstaan. In deze laatste fase heeft de vang vaak de eigenschap het aswiel te blokkeren, waardoor een kort doch groot wringend moment optreedt, dat op de duur scheuring van de askop of loswrikken van de ijzeren kop bij een houten as tot gevolg heeft.

2. Het malen met een windmolen

Elke molen en elk soort molenstenen heeft bijzondere eigenschappen die op het malen van invloed zijn, zoals:

de lengte van de roeden,
de stand van de hekwerken,
het wieksysteem,
de soort molenstenen,
het scherpsel,
de diameter van de stenen,
de regelmatigheid van de wind en de windvang.

Een klassiek wieksysteem met een diepe schoot levert een groter aanloopkoppel, d.w.z. heeft een grotere trekkracht en komt vlugger op snelheid dan een klassiek wieksysteem met een kleine schoot.

Molens, met een diepe schoot en voorzien van lange roeden hebben een regelmatige gang; bij onderbelasting echter treedt tamelijk gauw zeislag op. Molens met een kleine schoot kunnen een grotere draaisnelheid ontwikkelen.

Bij stroomlijn- en fokwieken zijn remkleppen noodzakelijk om de draaisnelheid te beperken. Zijn deze kleppen voorzien van een automatische regeling dan kan bij de bruikbare windsnelheden een regelmatige gang worden bereikt.

Bij een onregelmatige gang loopt het vermogen dat een windmolen kan ontwikkelen sterk uiteen. Neemt de windsnelheid met de helft toe b.v. 4 tot 6 m/s dan wordt het ontwikkelde vermogen 2,25 maal zo groot. Bij windafname vindt een overeenkomstige daling van het vermogen plaats. Om het vermogen bij een onregelmatige wind zodanig te benutten dat de snelheid van de molen zo weinig mogelijk verandert en de meelfijnheid constant blijft, moet de molenaar de maaldruk van de stenen en de toevoer van het maalgoed naar de stenen regelen.

Voor de meeste korenmolens met een lang gevlucht is een draaisnelheid van 60 tot 70 enden per minuut een normale snelheid. De maximale snelheid wordt als regel beperkt tot 90 enden per minuut. Het eenvoudige gaande werk en de lagering daarvan is bij de meeste molens minder geschikt om langdurig of veelvuldig met hogere snelheden te malen.

Loopt de molen 60 tot 70 enden dan maakt een 17-er steen bij een overbrengingsverhouding of versnelling van 1 : 6 — 90 tot 100 omw./min., hetgeen voor een normale steen gunstig is. Bij 90 enden loopt het toerental van de loper op tot 135 omw./min. hetgeen nog toelaatbaar is voor het malen van voedergraan of bakrogge. Bij de grootste windsnelheden die nog bruikbaar zijn werd in het verleden een tweede koppel stenen in het werk gezet. Hogere produkties dan 750-850 kg meel per uur, per koppel stenen, worden niet zinvol meer geacht.

Een molen wordt belast door de hoeveelheid maalgoed die aan de stenen wordt toegevoerd, alsmede door de maaldruk. De toevoer moet zodanig zijn, dat de laagdikte van het maalprodukt tussen de stenen precies goed is. Is die laag te dun dan schuren de stenen over elkaar, slijten te veel en kunnen naar verbrand maalgoed gaan ruiken. Is de laag te dik dan schuren de korrels van het maalprodukt over elkaar en er heeft een slechte vermaling plaats. Het meel is dan onregelmatig en voelt grof aan.

De maaldruk wordt geregeld door de lichtboom. Door het lichttouw met het gewicht naar boven te bewegen, zakt de loper en wordt de maaldruk groter. Men zegt dan: de steen bijhouden. Wordt het lichttouw met het gewicht naar beneden getrokken dan gaat de loper naar boven en wordt de maaldruk kleiner. Men zegt dan de steen (uit) lichten.

Bij een regelmatige wind volgt de schoe de aanslagen van het staakijzer. Neemt de wind toe dan worden het toerental en het aantal aanslagen groter zodat er meer maalgoed in het steengat valt. De hoeveelheid is afhankelijk van de helling van de schoe, de vorm en het aantal klepspanen op het staakijzer en de kracht van de aanslagen. De schuifopening in het kaar moet een ruime toevoer naar de stenen mogelijk maken. Bij een plotselinge snelheidstoename blijft de schoe vaak achter zodat er minder maalgoed in het maalgat valt dan voor de betreffende snelheid noodzakelijk is. Uit maaltechnisch oogpunt gezien, ontbreekt er vaak aan de schoe de mogelijkheid van bijregelen zodra zich plotselinge snelheidsveranderingen voordoen.

De toevoerregeling mag bovendien niet recht evenredig met het toerental verlopen. Een loper maakt bijvoorbeeld bij een matige snelheid 50 omw./min. en maalt dan ongeveer 200 kg rogge per uur. Neemt de snelheid plotseling toe, zodat de loper 100 omw./min. maakt dan moet de schoe niet ongeveer 400 kg rogge per uur toevoeren doch 700 à 800 kg. De loper nadert dan zijn gunstigste draaisnelheid en er komt een groot vermogen beschikbaar zodat de stenen zwaarder kunnen worden belast. De maal- en transportcapaciteit van de stenen worden groter zodat deze meer maalgoed vragen. De maaldruk moet verhoogd worden door de loper meer bij te houden om de snelheidstoename te verminderen en de fijnheid van het meel constant te houden.

Omgekeerd moet hetzelfde plaatsvinden. Een te grote snelheidsterugval wordt voorkomen door vermindering van de toevoer van het maalgoed en de maaldruk d.w.z. door de loper een weinig te lichten.

Een grote belasting en fijn malen vragen veel kracht. Bij grotere snelheden werkt een koppel stenen voor rogge of voedergraan gemakkelijker dan bij lagere snelheden. De stenen hebben daarbij een groter snijdend vermogen omdat per tijdseenheid meer snijkantjes het maalgoed kunnen bewerken dan bij een geringere maaldruk. Bakroggemeel moet een gelijkmatige fijnheid hebben, doch mag, afhankelijk van de wensen van de afnemer, scherp aanvoelen. Het beste roggemeel bevat dan geen of zo weinig mogelijk uitgemalen bloemige deeltjes. Voedergraan en dergelijke granen moet fijn en kort gemalen zijn; de zemelen of de doppen moeten geheel versneden of verpulverd zijn.

Behoeft het meel niet fijn te zijn, dan zal ook bij een grote belasting

weinig warmte ontwikkeld worden. De stenen verwerken daarbij veel maalgoed dat snel het maalproces doorloopt, waarbij veel lucht voor aspiratie of ventilatie wordt meegevoerd.

Met de licht, die naast de meelbak hangt, moet zo weinig mogelijk gewerkt worden en dan nog met kleine bewegingen. Immers veelal past de molen zichzelf na korte tijd aan. De licht wordt alleen gebruikt als een verandering in de meelfijnheid of een snelheidsverandering van de molen dit noodzakelijk maken.

Door de steen bij te houden wordt een groter deel van het geleverde vermogen door de stenen opgenomen waardoor bij een regelmatige wind de snelheid van de molen afneemt en bij windtoename de snelheid constant wordt gehouden of althans de toename wordt beperkt. Neemt de wind af dan wordt de loper een weinig gelicht om de afname van de draaisnelheid te beperken.

Bij gemengd malen, waarbij in het maalgoed naast korrels of pellets ook meelvormige componenten voorkomen, loopt het maalgoed stroef in de schoe en in het kaar. De schuif moet daarvoor verder geopend worden en de schoe moet onder een grotere helling worden gehangen om de toevoer naar het steengat te vergemakkelijken. De uitloop moet zo breed mogelijk zijn. Dezelfde moeilijkheden kunnen zich voordoen in het steengat en in de krop waar verstoppingen kunnen optreden. Het steengat heeft voor de opname van dit maalgoed vaak een te kleine diameter; de doorgang wordt bovendien vernauwd door de rijntakken. In de krop kunnen de opname en de verdeling van het maalgoed verbeterd worden door deze flink arm te scherpen.

Plaatselijke opeenhopingen tussen de stenen kunnen, bij een grote belasting, hobbelen van de loper tot gevolg hebben, waardoor zeer onregelmatig meel ontstaat. In ongunstige gevallen trilt en bonkt de steen, afhankelijk van de grootte van de uitslag en de draaisnelheid. De belasting van de molen moet dan verminderd worden.

3. Het malen van tarwe

Een van de interessantste aspecten is het malen van tarwe. Dit maalgoed vereist echter een grotere kundigheid van de molenaar wat het malen en het onderhoud van de molenstenen betreft. Het tarwemalen biedt commerciële mogelijkheden als een volwaardig produkt wordt afgeleverd. Ten onrechte wordt in sommige publicaties, handelend over het zelf bakken van brood het tarwe- of volkorenmeel afkomstig van stenen als tamelijk grof gekwalificeerd. Dit hoeft geenszins het geval te zijn. Tarwe gemalen met stenen kan zeer fijn meel met grote zemelen opleveren.

Tarwemeel wordt onderscheiden in:

1. Tarwemeel voor de buil. Een buil scheidt de zemelen en zemeldeeltjes van het meel door zeven.
2. Ongebuild tarwemeel of volkorenmeel, dat direkt voor de broodbereiding wordt gebruikt.

De kwaliteit van het tarwemeel wordt bepaald door het doel van het meel. Tarwemeel voor de buil moet zo weinig mogelijk kort gemalen zemelen bevatten – stippen – die het meel een donkerder kleur geven. Grote zemelen laten zich beter zeven, zodat het meel een blanker uiterlijk krijgt. Het moet bovendien zo goed mogelijk zijn uitgemalen, zodat het zacht en wollig aanvoelt. De zemelen moeten zijn afgemalen of afgeschraapt d.w.z. er mogen zich daaraan geen deeltjes van de meelkern bevinden aangezien dit verlies betekent. Worden minder hoge eisen gesteld, zoals bijvoorbeeld bij tarwemeel waarin zich zemelen bevinden en waarvan volkorenbrood wordt gebakken, dan mag dit soms wel kort gesneden zemelen bevatten. Dit meel is dan grauwer of donkerder van kleur. Soms wordt het zelfs als niet bezwaarlijk ondervonden als het meel iets scherper of grieziger aanvoelt. De toelaatbare afwijkingen van de vroeger gebruikelijke fijnheden en de grootte van de zemelen zullen echter door de afnemers moeten worden beoordeeld. Grieziger meel heeft langere bewerkings- en rusttijden van het deeg tot gevolg. De griesdeeltjes hebben langere tijd nodig om het vocht op te nemen dan de fijnere bloemdeeltjes. Het kan zelfs voorkomen dat het deeg tot de juiste stijfheid verwerkt na een rusttijd te stijf wordt en nog meer vocht vraagt.

De kwaliteit van het tarwemeel wordt bepaald door de soort tarwe, de soort stenen en het scherpsel. Harde inlandse en buitenlandse tarwerassen met een gunstige bakwaarde kunnen bij voorzichtige en geleidelijke vermaling, als het vochtgehalte op de juiste waarde is gebracht, zacht meel geven met voor de tarwe tamelijk grote zemelen. Het meel is echter doorgaans donkerder van kleur dan van zachtere tarwe, namelijk geler. Geforceerd malen geeft vaak scherp meel met kort gemalen zemelen.

Een vakbekwame bakker zal na enig proefbakken weinig problemen ondervinden met het bakken van tarwebrood van ambachtelijk gemalen tarwe. Zelfs als deze een iets minder gunstige bakwaarde mocht hebben kan door toevoeging van een eiwithoudende grondstof aan het meel een luchtig en smaakvol tarwebrood worden verkregen. De kwaliteit en de soort tarwe moeten echter zo lang mogelijk hetzelfde blijven, zodat de bakker zich niet voor elke partij behoeft in te werken.

Elke tarwesoort, afzonderlijk of in mengsels zoals 70% Amerikaanse

of Franse tarwe en 30% inlandse tarwe – een mengsel met gunstige bakeigenschappen, kan met stenen worden gemalen.

De tarwe moet goed gereinigd zijn en in ieder geval zijn ontdaan van zand en steentjes, en het vochtgehalte moet 14-17% bedragen. Droge, harde tarwe maalt grieziger of scherper dan tarwe met het juiste vochtgehalte. De meelkernen kunnen niet worden uitgemalen om de zemelen zo groot mogelijk te houden. Bij verhoging van de maaldruk of bij een grotere snelheid worden tevens de zemelen, die dun en bros zijn, kort gesneden. Bij tarwe met het hiervoor genoemde vochtgehalte heeft de zemel het meeste vocht opgenomen. Deze wordt taaier en komt iets los van de meelkern te zitten. Daardoor blijven de zemelen bij het malen groter en worden beter afgeschraapt. Bovendien worden de meelkernen gemakkelijker uitgemalen. Dit tarwemeel is dan tevens geschikt voor de buil.

Voor het malen van tarwe moet een koppel stenen gereserveerd worden. De stenen moeten na het scherpen of na het malen van een harder graan, zoals maïs, worden ingemalen met zemelen, gerst of een ander zacht maalgoed. Nieuwe of gescherpte stenen hebben een sterk snijdende werking waarbij het maalgoed tamelijk snel tussen de stenen wordt gevoerd. Zij malen griezig, de meelkernen zijn niet uitgemalen en de zemelen worden kortgesneden. Bij het inmalen neemt de snijdende werking af doordat de uitstekende scherpe kantjes afgevlakt en glad worden. De tarwe wordt daardoor zachter bewerkt en beter uitgemalen. Na verloop van tijd neemt de fijnheid van het meel toe en worden de zemelen groter.

Het inmalen moet onder een hogere maaldruk geschieden dan bij normaal bedrijf. De maaldruk mag evenwel niet te groot zijn om te voorkomen dat de poriën in de stenen door het meel versmeren.

De toevoerregeling van de tarwe naar de stenen moet doelmatig funktioneren.

Een doelmatige inrichting voor het instellen van de helling van de schoe is, zoals we hebben gezien:

1. Het systeem met de draaiboom welke op een ijzeren lijst met een zaagvertanding ligt en waarover de pees van de schoe hangt.
2. Het systeem waarbij de pees met het ophangtouw aan een draaibare rol voorzien van een palwiel bij de meelbak is bevestigd.
3. Het systeem met een regelboom, waarvan het principe overeenkomt met de lichtboom van de stenen.

Een doelmatige inrichting voor het regelen van de aanslag van de schoe is een afhouder, waarbij het touw aan een bewegende arm of tuimelaar met een verplaatsbaar gewicht is bevestigd.

Met uitzondering van het onder '1' genoemde systeem, dat als een voorregeling kan worden beschouwd, zijn deze regelingen vanaf de meelbak bedienbaar. Het regelmatig trappelopen naar de steenzolder voor het bijregelen van de toevoer van het maalgoed is op een doelmatig ingerichte molen niet juist. Hoewel de tarwe in de schoe tamelijk gemakkelijk loopt, kunnen er in de mate van toevoer tussen de tarwesoorten onderling grote verschillen optreden. Tarwe met grote korrels loopt gemakkelijker dan met kleine korrels. Bijstellen van de toevoerregeling is dan noodzakelijk. Het verstellen van de hoogte van de schoe dient gedurende het malen zo weinig mogelijk te geschieden. Bij een regelmatige wind is dit vrijwel niet nodig.

Voor een goede regeling moet de schoe zoveel mogelijk horizontaal hangen. De ophanging aan de achterzijde met kettinkjes en met een pen-gatscharnier moet een regelmatige beweging mogelijk maken.

De toevoer van de tarwe door de schuifopening in het kaar moet zodanig zijn dat ruim de helft van de schoeinhoud met tarwe gevuld blijft.

Voor het verkrijgen van goed tarwemeel is een regelmatige draaisnelheid noodzakelijk. In het verleden werd met een klassiek wiecksysteem dan ook bij voorkeur met een zwakke tot matige en vooral bij een regelmatige wind gemalen. Deze wind is meestal 's avonds beschikbaar en komt overdag vaak uit de richtingen tussen noord-oost en zuid-oost. Het toerental van een 17er steen, zoals in het zuiden gebruikelijk, bleef beperkt van 60 tot 80 omw./min. De uurproduktie bedroeg dan 250 tot 350 kg tarwemeel. De lage toerentallen geven koeler, zachter en wolliger meel met grotere zemelen. Het lagere toerental, de lichte belasting van de stenen, en het beter uitmalen van de tarwe zijn er oorzaak van dat de produktie tamelijk laag is.

Om de gewenste meelfijnheid en grote zemelen te krijgen moet de molenaar een evenwicht zoeken tussen de toevoer van de tarwe naar de stenen en de maaldruk. Draait de molen regelmatig doch voelt het tarwemeel scherp aan, dan is het mogelijk dat wanneer de loper meer wordt bijgehouden het meel scherper wordt. De stenen malen bij deze hoeveelheid derhalve slechter. Zachter meel kan worden verkregen door de toevoer te verminderen. Goed tarwemeel moet, met de duim uitgesmeerd of met de vingers betast, zacht en, op de hand liggend, los en wollig aanvoelen. De grote zemelen zijn duidelijk zichtbaar. De kortheid van gesneden zemelen, de stippen en de verdeling daarvan door het meel, worden zichtbaar door met de ronde kant van de meelschep het meel in de hand uit te rollen.

De molenaar belast de molen bij de heersende windsnelheden zo-

danig, dat de draaisnelheid weinig varieert. Zoals gezegd, wordt de belasting bepaald door de tarwetoevoer naar de stenen en de maaldruk. Bij geleidelijke en kleine variaties in de windsnelheid past de molen zich veelal automatisch aan, aangezien het aantal aanslagen van de schoe mee varieert. Bij verschillen in het toerental van de loper van 10 tot 15 omw./min. behoeft de molenaar nog niet vaak in te grijpen. Molens met een groot gevlucht, 24 m en langer, reageren minder snel op windvariaties dan molens met een kort gevlucht, bijvoorbeeld van 20 tot 23 m. Ook als de overbrengingsverhouding of de versnelling klein is zullen de gevolgen van de windvariaties kleiner zijn.

Bij grotere variaties moet de molenaar de toevoer van het maalgoed en/of de maaldruk aanpassen. Bij toename van de windsnelheid is een groter vermogen beschikbaar en zal het toerental toenemen. Blijft de tarwetoevoer achter dan wordt met de hand bijgeregeld, door versterking van de aanslag bij de afhouder of door vergroting van de helling van de schoe. Door de loper vervolgens naar behoefte bij te houden, zal de molen zwaarder worden belast en afgeremd worden.

Neemt de wind af, dan daalt het toerental. De tarwetoevoer wordt minder en de steen wordt naar behoefte gelicht zodat de snelheidsdaling wordt beperkt.

Het regelen van de tarwetoevoer en de maaldruk moeten over korte afstanden rustig en geleidelijk geschieden zodat de molen de gelegenheid heeft zich aan te passen. De kwaliteit van het meel wordt daardoor het minste beïnvloed.

Wordt bij grotere windsnelheden gemalen en gaat het meel na vergroting van de tarwetoevoer en verhoging van de maaldruk scherp aanvoelen, en worden de zemelen slecht afgemalen of wordt de meelfijnheid onregelmatig dan worden de stenen overbelast. Komt dit gedurende het malen regelmatig voor en voert de molen zeilen, dan moet gezwicht worden.

Ten aanzien van de overbrengingsverhouding of de versnelling van het gaande werk kan het volgende worden opgemerkt.

Indien twee molens met een verschillende overbrengingsverhouding doch met overeenkomstige stenen een gelijke meelproduktie hebben waarbij in één molen de loper 80 omw./min. maakt en in de andere molen 100 omw./min. dan zal onder de gegeven omstandigheden de meelfijnheid verschillend zijn. De langzamer draaiende steen moet meer worden bijgehouden en geeft zachter meel dan de sneller draaiende steen. Immers van de eerstgenoemde stenen is de snijdende werking kleiner en de wrijvende werking groter dan van de tweede.

De eerder genoemde tamelijk lage produktiecijfers waarbij het beste

meel wordt verkregen, kunnen verhoogd worden door in twee doorgangen te malen. De tarwe wordt eerst met een koppel stenen gebroken en opengelegd. Vervolgens wordt dit schrootmeel met een tweede koppel stenen uitgemalen. Dit laatste koppel stenen moet dan brede kerven, een smalle maalbaan van ongeveer 12 tot 15 cm en een flink uitgescherpte krop hebben. Bij voldoende wind kunnen beide koppels stenen tegelijkertijd in bedrijf zijn, aangezien de belasting van de twee koppels stenen niet groot is.

Voor het schroten kan ook een klein walsenstoeltje worden gebruikt, voorzien van een grove walsenriffeling of een op overeenkomstige wijze omgebouwde zware haverpletter.

Ondanks de reiniging is het niet uitgesloten dat zich op de duur graanstof of fijn zand in het steengat verzamelt. Het verdient dan ook aanbeveling het steengat eens te ontdoen van het daar aanwezige graan, bijvoorbeeld met een stofzuiger, als de stenen lange tijd dichtblijven.

Ook verdient het aanbeveling eens een kleine hoeveelheid meel ter keuring in de mond te nemen.

Het tarwemeel wordt opgeslagen in jute of linnen zakken die na gebruik moeten worden uitgeklopt met behulp van een zakkenklopmachine of met de hand, waarbij het binnenste naar buiten moet worden gekeerd.

De zakken met een nettogewicht van 40 of 50 kg worden dicht gebonden met een jutetouw met een lengte van ongeveer 70 cm door middel van een mastworp. Vóór het binden wordt de bovenzijde van de zak in regelmatige plooien tot een krop gelegd. Het bindtouw moet zo hoog mogelijk worden aangebracht, zodat er boven in de zak voldoende ruimte blijft om het meel beweegbaar en luchtig te houden.

De zakken worden rechtstandig weggezet met een kleine ruimte tussen de rijen. Na een dag mogen zij gestapeld worden.

Praktisch en hygiënisch zijn zakken van kraftpapier van 25 of 50 kg.

Is het meel niet koel dan moeten deze zakken enige tijd open blijven staan, zodat enige beluchting kan optreden. De beluchting kan worden verbeterd door met een bezemsteel een aantal putten in het meel te steken.

4. Voorzorgen na het stilzetten

Na het malen wordt het gevlucht in de verwachte windrichting in de ruststand gezet. Deze stand moet bij voorkeur overkruis zijn, in ieder

geval moet een wiek voorbij de romp staan, zodat zich geen regen in de roeden kan verzamelen. Deze wiek moet aan twee zijden met stormkettingen aan kruipalen of stellingliggers worden vastgelegd. De linker ketting moet daarbij strak staan; de rechter ketting iets losser, om te voorkomen dat de roede bij storm teveel aan de kettingen rukt.

De pal moet in de kammen van het aswiel worden gelegd.

Bovendien verdient het aanbeveling, indien harde- of stormachtige wind wordt verwacht, het aswiel met een balk te blokkeren.

Als de wind draait, moet het gevlucht in de wind worden gekruid. Na het wegnemen van de stormkettingen wordt de molen uitsluitend door de vang gehouden. Bij storm moet dan eerst en vaak in het donker het aswiel worden geblokkeerd, voordat de kettingen kunnen worden losgenomen.

Wordt de molen met een roede voor de borst in de ruststand gezet, dan heeft de binnenroede een horizontale stand of is in de zij gezet. Deze roede rust dan met het vlakke deel in het asgat en niet op de wiggen. De keerklossen bevinden zich dan naast de askop aan de onderzijde van de roede. Bij een geklonken roede moet aan deze stand enige waarde worden gehecht, omdat de kans bestaat dat in het andere geval, dit is als de roede op de wiggen rust, de klinknagels ter plaatse zwaar worden belast en op de duur kunnen los gaan. Bij de tegenwoordig gebruikelijke, gelaste roeden is deze overweging niet van toepassing. Daarbij moet meer aandacht worden geschonken aan de aanwezigheid van water tussen het vlak van de askop en de roede in verband met het ontstaan van corrosieverschijnselen. Hierdoor wordt de roede aangetast; er ontstaan putjes in de plaat waardoor de roede wordt verzwakt.

Staat de binnenroede horizontaal dan is de neiging van de roede om bij storm of harde wind te kruien of om te lopen een weinig kleiner dan wanneer de buitenroede in de horizontale stand is gezet. Deze laatste bevindt zich immers verder van het middelpunt van de kap dan de binnenroede zodat de draaiarm groter is. Sommige molenaars zijn echter van oordeel dat, zodra de binnenroede in de zij is gezet, het water dat op deze roede valt gemakkelijker in de kap waait; zij geven daarom de voorkeur aan een horizontale stand van de buitenroede.

Is een roede voorzien van zelfzwichting dan wordt deze in de vertikale stand gezet. Ondanks de geopende kleppen vangt zo'n roede in de horizontale stand meer wind dan een roede met hekwerk.

In de ruststand moet de in het werk staande steen geheel zijn bijgehouden. Het verdient aanbeveling bij het malen met harde wind, doch ook bij stilstand het kaar van deze stenen vol maalgoed te houden. Loopt de molen door de vang dan wordt niet alleen de loper bijgehouden

doch wordt tevens zoveel mogelijk maalgoed toegevoerd zodat de molen snelheid kan verliezen.

Staat de molen langdurig stil dan moet de wiekenstand periodiek gewijzigd worden, om doorzakken van de roeden te voorkomen. In het bijzonder bij monument-, park- en bewoonde molens komt doorzakken veelvuldig voor.

In verband met blikseminslag wordt een molenroede op een doelmatige bliksemafleider aangesloten.

Elke wind- en watermolen dient te zijn voorzien van een deugdelijke bliksemafleider. Voor een uitvoerige beschrijving van deze installaties met voorbeelden van windmolens wordt verwezen naar de Nederlandse norm NEN 1014 'Bliksemafleiderinstallaties' 4e druk, december 1971 een uitgave van het Nederlands Normalisatie-Instituut Rijswijk (Z.H.).

5. Het malen met een watermolen

Het malen met een watermolen komt vrijwel overeen met een windmolen die met een tamelijk regelmatige wind draait. Voor de bediening van de maalinrichting kan naar het malen met een windmolen worden verwezen.

Molens op een stuwvijver voorzien van een turbine, bovenslag- of middenslagrad beschikken als regel over voldoende water om het waterrad in werking te stellen en de hele dag in bedrijf te houden. Molens op een beek moeten over een voldoende hoeveelheid water en over voldoende verval beschikken. Daartoe worden, afhankelijk van de wateraanvoer of de regenval, 's avonds voor de maaldag de schuiven gesloten zodat het water zich voor of boven de molen kan opstuwen. Dit opstuwen mag tot een zodanige hoogte geschieden dat de waterstand het vastgestelde zomer- of winterpeil op de peilschaal niet overschrijdt. Het water achter of onder de molen moet de laagste stand hebben, zodat de schoepen boven het water staan en een maximum aan verval wordt verkregen.

Vóór het malen worden het water bij het hek en de molenschuiven met een mesthaak ontdaan van drijvende, zwevende en gezonken waterverontreinigingen. De ark en het water tussen de schoepen worden gecontroleerd op voorwerpen die het waterrad kunnen blokkeren.

Bij vorst moet het waterpeil sterk in beweging worden gehouden door regelmatig het opgestuwde water te laten weglopen om sterke ijsvorming tegen te gaan. De schuiven moeten regelmatig worden bediend om vastvriezen te voorkomen. In het bijzonder zal lekwater

door de sponningen en eventueel stilstaand water tussen de schoepen bij lage temperaturen vrij snel bevriezen. De molenaar moet bij het ijshakken en het betreden van de bevroren omgeving van het waterrad attent zijn; in het verleden zijn hierbij dodelijke ongelukken voorgekomen. Het as- of het spoorwiel wordt in de gegeven omstandigheden met een stut geblokkeerd en alle stenen worden in het werk gezet en geheel bijgehouden. Moet onder vorst- en dooiomstandigheden met een onder- of middenslagmolen worden gemalen, dan moet het hek voldoende zekerheid bieden dat ijsblokken en schollen worden tegengehouden. Geraken deze in de ark dan wordt het waterrad geblokkeerd en ontstaat grote kans dat de as met het waterrad en het gaande werk worden ontzet en beschadigd.

Een groot draaiend waterrad, de luchtverplaatsing bij een 'hoog' toerental en het stromende water kunnen op belangstellenden grote aantrekkingskracht uitoefenen, het gevaar van een te dichte nadering mag echter niet onderschat worden.

De controle van het gaande werk verloopt zoals hiervoor bij het malen met een windmolen is beschreven. Door het lagere toerental worden de kammen en staven van het aswiel, bonkelaar, spoorwiel en rondsels zwaar belast. Deze moeten dan ook goed vastzitten en regelmatig met bijenwas of een goede kwaliteit boenwas worden ingesmeerd zodat in het werk een glad oppervlak ontstaat.

Het malen met een watermolen gelegen aan een grote beek met voldoende verhang en watertoevoer, voorzien van een turbine of een doelmatig geconstrueerd waterrad met een aanzienlijke breedte en diameter, kan worden vergeleken met het malen met een maalstoel voorzien van een motoraandrijving. Het toerental is constant en de belasting is regelbaar doordat de watertoevoer in zekere mate regelbaar is. Doch, zoals reeds eerder werd opgemerkt, watermolens met een gering vermogen zijn zeer gevoelig voor overbelasting, het toerental neemt dan plotseling sterk af. Bij het malen moet er dan ook evenwicht bestaan tussen de draaisnelheid, de maaldruk, de toevoer van het maalgoed naar de stenen en de meelfijnheid. Door de regelmatige en vaak langzame gang is een watermolen echter bij gebruik van de juiste stenen en 't juiste scherpsel bijzonder geschikt voor het malen van tarwe.

Bij watermolens met een onderslagrad voorzien van smalle rechte en ondiepe schoepen, is het waterverbruik hoog door het lage rendement. De molenschuif dient soms ver geopend te worden, waarbij het water in ruime mate over de schoepen stroomt en rond het rad een watergordijn ontstaat door het opgeschepte en meegevoerde water. Is de toevoer van het beekwater onvoldoende dan daalt het peil van het

bovenwater en neemt het verval af. Om de belasting te kunnen handhaven zal meer water tot de ark moeten worden toegelaten. Door het kleiner worden van het verval neemt echter de snelheid van het water af, hetgeen van grotere invloed is dan de toename van de hoeveelheid water. De belasting moet dan ook verlaagd worden of de molen moet enige tijd worden stilgezet totdat het gewenste peil en verval weer is bereikt.

Als de afvoer onvoldoende is, kan op de duur de hoogte van het peil van het onderwater in de molenkolk en in de ark toenemen. Niet alleen neemt het verval af doch de schoepen ondervinden in het onderwater een tegendruk. Daarvoor zijn rechte schoepen zeer gevoelig, het vermogen neemt dan ook snel af. De molenschuif zal dan verder geopend moeten worden om het water in de ark te verdrijven. Het nut daarvan is echter beperkt, aangezien het wegdrukken van het water veel energie kost. In deze omstandigheden is het een voordeel als de watermolen over twee koppels stenen met een verschillende diameter beschikt bijvoorbeeld 17 ers of 16 ers met 15 ers of 14 ers. In de meeste gevallen kan men nog blijven malen door een koppel stenen met een kleinere diameter in het werk te zetten, waardoor de produktie niet sterk terugloopt.

Gedurende de aanloopperiode zal bij de meeste eenvoudige waterraderen het water over de schoepen stromen. Doch gedurende deze periode neemt de draaisnelheid van het waterrad nog toe waardoor het verschil met de stroomsnelheid van het water geringer wordt. Na verloop van enige tijd moet het water tussen de schoepen dan ook aan minder kolkingen onderhevig zijn en weinig of niet meer over de schoepen slaan.

De molen loopt sneller aan, als vóór het in bedrijfstellen een weinig dunne smeerolie op de lagers van de molenas wordt aangebracht.

Hoofdstuk IX

DE OPSLAG EN DE VOCHTIGHEID VAN GRAAN

1. Algemeen

Graan is levend materiaal met een stofwisseling d.w.z. er vindt ademhaling plaats. Koolhydraten worden afgebroken onder opname van zuurstof en afgifte van koolzuurgas en waterdamp waarbij tevens warmte wordt ontwikkeld. Bij een temperatuur van 18° C en een vochtgehalte van 15% is de ademhaling gering, daarboven neemt deze zeer snel toe. Bij lagere temperaturen is ook bij een hoger vochtgehalte de ademhaling gering. Neemt de temperatuur toe, dan neemt de ademhalingsintensiteit eveneens toe. Daardoor wordt het graan warmer zodat vrij snel bederf kan optreden. Ventileren of beluchten en drogen van graan is dus noodzakelijk. Deze punten werden in de jaren vijftig en zestig actueel door de snelle opgang van de maaidorser.

Vroeger bestond het oogsten uit de volgende handelingen: het met de hand maaien en binden, later met de maaimachine en de zelfbinder, het ophokken, in de tas brengen en vervolgens het dorsen. Bij deze oogstmethoden kan het graan op het veld vaak narijpen en drogen. Wordt het graan na bewaring in het stro uit de tas gedorst dan is dit beter houdbaar. Anderzijds gaat de kwaliteit van de korrels sterk achteruit als het graan als gevolg van slecht weer te lang op het veld staat opgehokt. Er kan daardoor schot in de korrels ontstaan waardoor bij tarwe de bakwaarde afneemt.

Bij het maaidorsen worden op het veld de korrels en het stro direkt gescheiden. De korrels worden in een tank verzameld en het stro in pakken geperst. Het maaidorsen geeft niet alleen een aanmerkelijke tijdsbesparing, doch ook het oogstrisico wordt kleiner vooral bij ongunstige weersomstandigheden.

Maaidorsen heeft ook bepaalde konsekwenties. Het gemaaidorst graan heeft gemiddeld een vochtgehalte van ca. 20%, hetwelk in natte oogstjaren kan oplopen tot ca. 25 à 30%. Een vochtgehalte van 20% wil zeggen, dat een brutogewicht van 100 kg graan uit 20 kg water en 80 kg droge stof bestaat.

De condities waarin te vochtig graan verkeert, maakt het veelal ongeschikt om zonder meer opgeslagen te worden. Bij hogere buitentemperaturen bestaat er sneller gevaar voor bederf door broei, schimmels, groene verontreinigingen en beschadigde korrels. Het is daarom noodzakelijk vóór het opslaan het graan te reinigen en te drogen; in het bijzonder consumptiegranen zoals tarwe en rogge. Inlandse tarwe met een vochtgehalte van 15% is bij een temperatuur van 19° C of lager langere tijd houdbaar; bij een vochtgehalte van 20% is dit graan bij een temperatuur van 12° C of lager voor een even lange tijd houdbaar. Bij hogere temperaturen is de kans op sneller bederf mogelijk. Goed houdbaar is het graan als het vochtgehalte 13 à 14% bedraagt. Buitenlandse tarwe heeft als regel een lager vochtgehalte, zodat deze tarwe in de hoge silo's van de centrale op- en overslagbedrijven lange tijd kan worden opgeslagen. Bij inlandse tarwe is dit vaak niet mogelijk door de grote verschillen van de partijen onderling.

Voor een uitvoerige beschrijving van drogen en opslag van granen met de daarvoor gebruikelijke toestellen en voorzieningen wordt verwezen naar de publicatie: 'Het drogen en bewaren van inlandse granen, zaden en peulvruchten' (1).

2. De opslag bij kleine bedrijven

2.1. De opslag in zakken

Het vochtgehalte van graan in zakken mag niet hoger zijn dan 15 à 16%. Zakken graan moeten zodanig gestapeld worden, dat de lucht tot vrijwel elke zak kan toetreden. Om dit mogelijk te maken moeten er voldoende gangen en holten in de stapel zijn. De ruimten moeten intensief geventileerd kunnen worden. Ventileren moet plaatsvinden zodra de buitenlucht droog en koud is. De zakken mogen niet met luchtafsluitende materialen worden afgedekt. In watermolens en andere gebouwen waarin de vloeren tamelijk vochtig kunnen zijn, dienen de zakken op houten laadborden of pallets gestapeld te worden.

(1) 'Het drogen en bewaren van inlandse granen, zaden en peulvruchten'. Uitg. 'Instituut voor bewaring en verwerking van Landbouwprodukten' te Wageningen.

2.2. Losgestort graan

Voor een langere bewaartijd van losgestort graan is een lage opslagtemperatuur noodzakelijk. Deze kan worden bereikt door het graan intensief met buitenlucht te ventileren of te beluchten. Bij een normaal vochtgehalte en een temperatuur van 15 °C kan tarwe globaal 6 weken op deze wijze bewaard worden. Graan kan door ventilatie met buitenlucht langzaam drogen tot een vochtgehalte van ongeveer 17%. De temperatuur in de opslag moet gelijkmatig zijn. Een temperatuurdaling door ventilatie zal zich laagsgewijze in de opslag verplaatsen. Het verdient daarom aanbeveling het graan na enige tijd om te zetten of te laten omlopen door middel van een elevator.

2.3. De opslag in silo's

Silo's in molens en maalderijen worden als regel niet groter gekozen dan ongeveer 10 ton. Vers graan behoeft men daarbij niet op het oude te storten, tevens heeft men een betere controle op de voorraad. Als bouwmateriaal wordt hout of plaatstaal gebruikt. Bij opslag in silo's moet de graantemperatuur van het begin tot het einde bekend zijn. Zodra de temperatuur begint op te lopen moet de siloinhoud omlopen of geventileerd worden. Sommige silo's bevatten daarvoor een in het hart geplaatste koker van geperforeerde staalplaat, waarop een ventilator is aangesloten. Bij een graantemperatuur van meer dan 10 °C moet de temperatuur van de ventilatielucht tenminste 4 °C lager zijn. Het graan in de silo laten omlopen of ventileren is na een opslag van enige weken noodzakelijk om het fris te houden en verschillen in temperatuur en vochtigheid op te heffen. Het is eveneens mogelijk daarbij een vertikale schroefmenger te gebruiken. Neemt de temperatuur van de buitenlucht toe dan moet de graantemperatuur geleidelijk wat opgevoerd worden om condensatie te vermijden.

3. De vochtigheidsbepaling

De eenvoudigste doch de minst betrouwbare meting gebeurt met behulp van een haarhygrometer. Deze meter bestaat uit een lange insteekbuis met daarin een bundel haar of een kunststofelement zoals bij de gewone kamerhygrometer. Door toename van de vochtigheid van de omgeving zet de haarbundel uit en krimpt bij vermindering van de vochtigheid. Deze beweging wordt op een wijzer overgebracht.

Aangezien deze meters zeer eenvoudig zijn uitgevoerd laat de nauw-

keurigheid wel eens te wensen over. Regelmatig ijken met een elektrische vochtigheidsmeter is daarom noodzakelijk. Dit laatste type meter is in de dure uitvoering betrouwbaar; de afwijking mag maximaal 0,5% bedragen. Het principe berust enerzijds op het meten van het elektrisch geleidingsvermogen, anderzijds op de di-elektrische constante van graan. Beide ele trische verschijnselen hangen nauw samen met de vochtigheid van het graan.

Een van de betrouwbaarste doch meest omslachtige methoden is een vochtigheidsbepaling met behulp van een droogstoof waarin een gemalen en gewogen monster wordt gedroogd en opnieuw gewogen. De monstername en de meting zijn vastgelegd in het Normaalblad NEN 3090 een uitgave van het Nederlands Normalisatie Instituut.

Voor de bepaling van het gewichtsverlies van het drogere graan wordt uitgegaan van het brutogewicht van het graan, d.w.z. van de droge stof plus het vocht.

Voorbeeld
Tarwe brutogewicht 100 kg
Vochtgehalte bij ontvangst 24%
Vochtgehalte na drogen 16%

Gewicht droge stof na ontvangst 100 — 24 = 76 kg
Gewicht droge stof na drogen 100 — 16 = 84 kg
Af te leveren gewicht van de tarwe na het drogen:

$$\frac{76}{84} \times 100 \text{ kg} = 90{,}5 \text{ kg}$$

Zou men bij het afleveren eenvoudigheidshalve met een verlies van 8% of 8 kg per 100 kg tarwe rekenen dan resulteert dit bij 10 ton in een fout van bijna 200 kg.

4. Het bevochtigen van tarwe

Als de tarwe een hoger vochtgehalte heeft dan 16% kan een wind- en watermolenaar zijn maalwijze aanpassen. De stenen dienen dan minder belast te worden en het toerental van een 16er of 17er loper worden verlaagd tot ongeveer 80 omw./min.

Het malen van drogere buitenlandse tarwe met een vochtgehalte van bijvoorbeeld 11 à 12% geeft meer problemen aangezien de zemel te droog is. Wanneer fijn of bloemig tarwemeel wordt verlangd zal de

zemel door een te grote maaldruk verkleind worden waardoor het meel een donkere kleur krijgt. Wil men met een grotere zemel malen dan moet de maaldruk verminderd worden. De fijnheid wordt echter minder en het meel zal grieziger of korreliger aanvoelen.

Bij tarwe met een vochtgehalte van 15 à 16% zullen de zemelen bij een normale maaldruk groter worden omdat ze taaier zijn. De meelkernen kunnen dan gemakkelijker worden uitgemalen. Ook bij het malen van harde inlandse tarwe is een hoger vochtgehalte gunstiger voor het verkrijgen van grotere zemelen. Door het bevochtigen van tarwe, ook conditionneren genoemd, wordt het vochtgehalte van de buitenlagen van de korrel groter. Daarvoor kan gebruik worden gemaakt van een vertikale schroefmenger of een kleine silo met elevator of vertikale schroeftransporteur (zie afb. 11.17). Gewenst is dat het vochtgehalte van de tarwe tevoren bekend is.

Bij het vullen van de menger wordt daarin een zekere hoeveelheid water verstoven. Deze hoeveelheid kan berekend worden volgens het hiervoor gegeven voorbeeld of proefondervindelijk worden vastgesteld. Men laat de menger enige tijd draaien zodat het water over zoveel mogelijk korrels is verdeeld. De inhoud moet ongeveer 48 uren gelegenheid krijgen het vocht zo volledig mogelijk op te nemen. Het bevochtigen kan ook plaatsvinden in een kleine silo door in het kaar van de elevator of in de schroeftransporteur het water toe te voegen en de siloinhoud enige malen te laten omlopen. De rusttijd bedraagt eveneens ongeveer 48 uren.

Hoofdstuk X

BLOEMFABRICAGE

1. Algemeen

De vermaling van tarwe en rogge tot bloem vindt plaats door een maalproces dat hoog- en vlakmalen wordt genoemd. Hoogmalen is een uitgebreid maalproces dat door de grote meelfabrieken wordt toegepast en waarbij vermaling door een tamelijk groot aantal bewerkingen, meestal doorgangen of passages genoemd, plaatsvindt. Vlakmalen daarentegen is een proces waarbij tarwe en rogge door een klein aantal bewerkingen wordt vermalen waarbij minder tussenprodukten ontstaan. Daartussen ligt nog het zogenaamde half-hoogmalen of het verkorte maalproces. Hierbij is het aantal bewerkingen en machines sterk verminderd. De bestaande machines worden zwaarder belast, zodat de capaciteit vrijwel gelijk is gebleven.

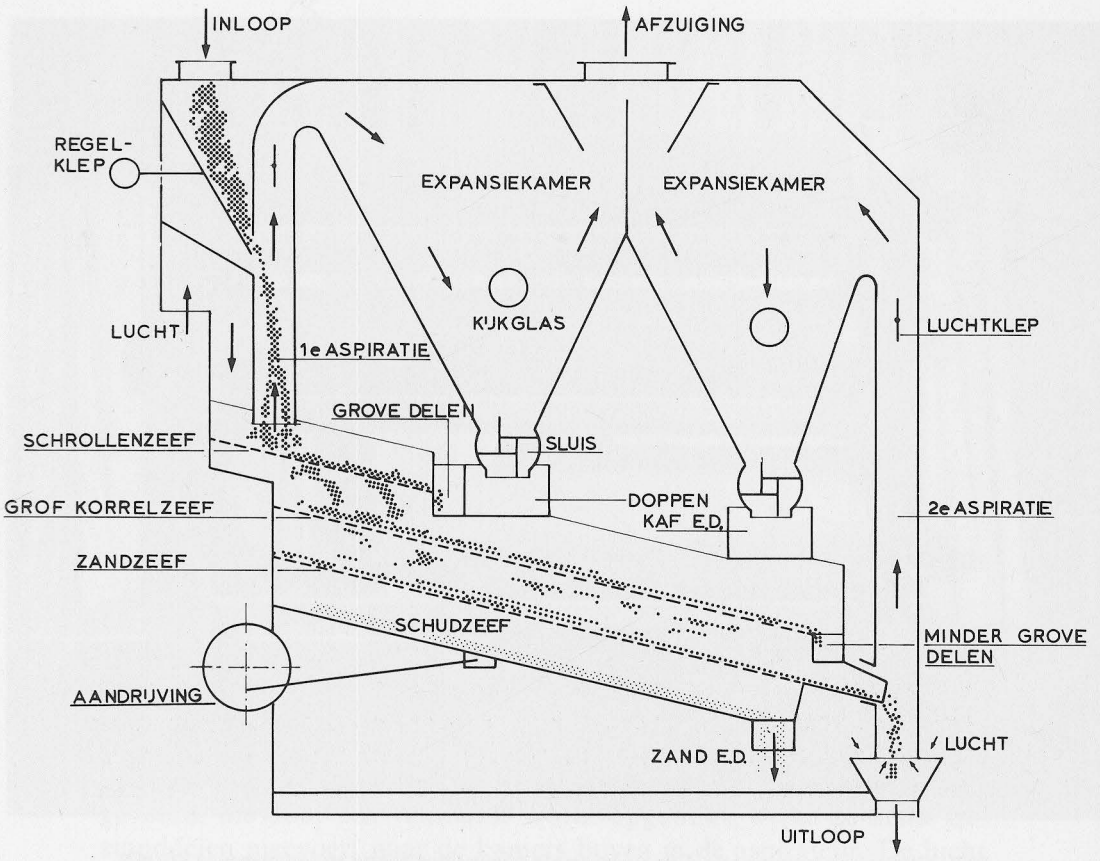
De huidige machines, in het bijzonder de reinigers, sorteer- en poetsmachines hebben kleine afmetingen, een grote capaciteit, en ze werken bijzonder doelmatig door gebruikmaking van het centrale luchttransportsysteem (pneumatisch transport).

De overtollige machines, soms zeer verouderd, alsmede de machines uit de stilgelegde fabrieken, zijn voor een deel in de kleinere bedrijven en maalderijen terecht gekomen en zijn vaak nog dagelijks in bedrijf.

2. Hoogmalen van tarwe

De tarwe ondergaat daarbij de volgende hoofdbewerkingen:

1. De voorbehandeling.
2. Het malen, poetsen en zeven.

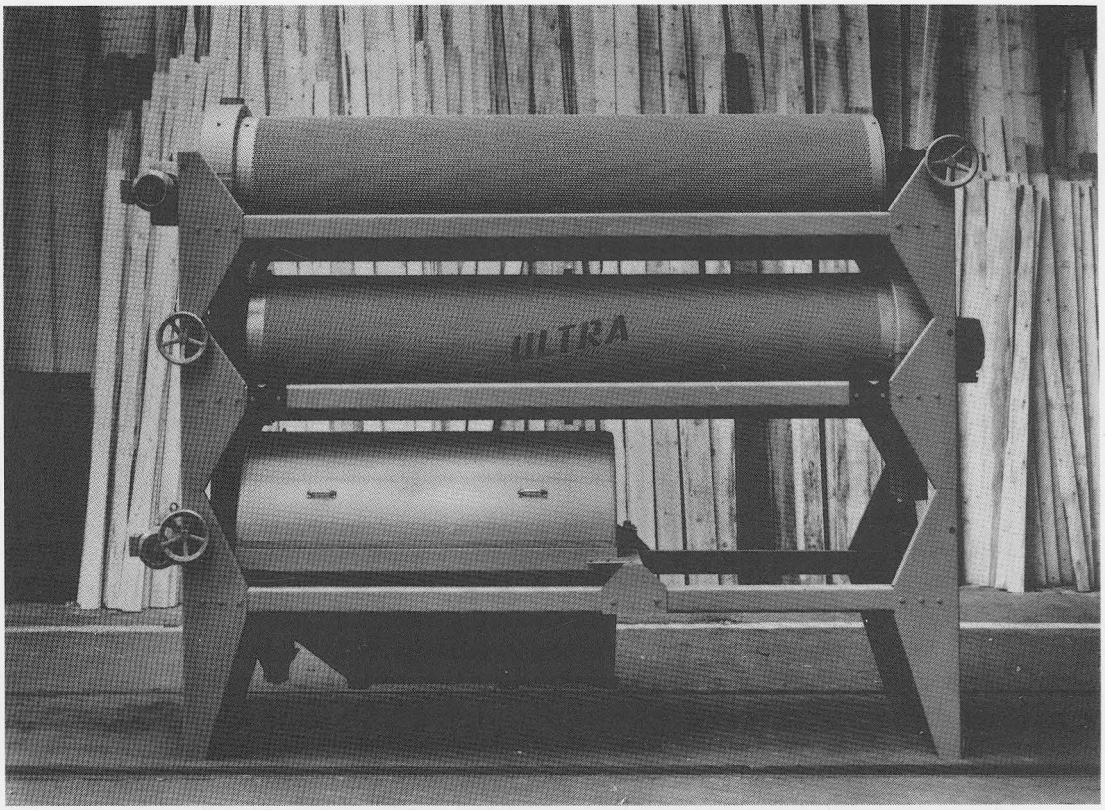


10.1. Schematische doorsnede van een aspirateur.

2.1. De voorbehandeling

Tarwe wordt losgestort per schip of as aangevoerd en opgeslagen in silo's. De hoeveelheden worden bij inname automatisch gewogen en gereinigd. De mate van verontreiniging is veelal afhankelijk van het land van herkomst en de wijze van transport. Bij de reiniging, de zogenaamde voorreiniging, worden zeer fijne en zeer grove bestanddelen verwijderd, zoals steentjes, stro, ijzerdeeltjes, touwtjes, zand, stof, kaf, doppen en dergelijke.

De werking van de moderne voorreiniger berust op het principe van de oude wanmolen. Het zeefgoed doorloopt daarin twee boven elkaar geplaatste schudzeven, te weten een 'schrollen'-zeef met gaten van 4 à 5 mm waar de korrels doorvallen doch grovere delen worden afgescheiden en een zandzeef waar de fijnere delen doorheen vallen en



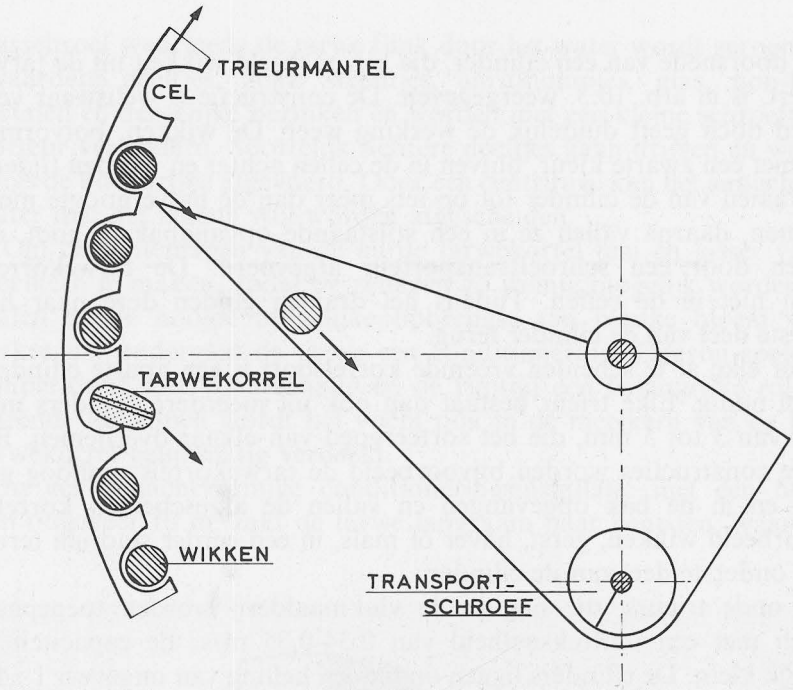
10.2. Ultratrieur-kombinatie. Een voorsorteer-trieur voor ronde en langwerpige korrels. Fabr. Emceka-Gompper Keulen. (Foto C. Hartzenbusch)

waarover de tarwekorrels zich naar de uitloop bewegen. Een luchtstroom die door het zeefgoed wordt gevoerd neemt de lichte delen zoals stof, kaf en doppen mee, die vervolgens door een cycloon en filters worden afgescheiden. De tarwe is dan silo-schoon.

De silo bevat cellen waarin de tarwe gescheiden in soort of ras wordt opgeslagen.

Vóór de vermaling wordt de tarwe 'molenschoon' gereinigd door een aspirateur, een trieur en een sterke magneet.

Een aspirateur bestaat uit twee of drie boven elkaar geplaatste schudzeven, zoals bij de hiervoor beschreven voorreiniger, waarvan de gaten in de bovenste of in de middenzeef nauwkeurig zijn aangepast aan de doorlaat van de tarwekorrels. De bovenste zeef laat deze korrels dan door, de tweede zeef is een sorteerzeef en de onderste is een zandzeef.



10.3. De werking van een trieur.

Bewegende borstels houden de perforaties in de zeven open. Door de zeven en de gespreide laag van invallende tarwe wordt een luchtstroom gevoerd, die door een ventilator wordt opgewekt, welke de lichte bestanddelen meevoert naar de kamers boven in de aspirateur. De lucht verliest hierin haar snelheid waardoor de vaste deeltjes worden afgescheiden. Afb. 10.1.

In een dunne laag stroomt de tarwe vervolgens over een sterke permanente magneet of een elektromagneet die eventuele nog aanwezige ijzerdeeltjes vasthoudt.

Een trieur is een machine die vreemde korrels afscheidt als deze in vorm en grootte afwijken van de tarwekorrels. Deze machines worden ook sorteercilinders genoemd. Afb. 10.2. De cilinders zijn voorzien van geperste cellen of holten, die een bijzondere vorm hebben. De cilinders van de oude langzaam draaiende trieurs bestonden uit een zinken mantel waarin de cellen zijn gefreesd. Toen in het midden van de jaren dertig de snelheid en de produktie werden opgevoerd bleken deze mantels aan grote slijtage onderhevig te zijn, zodat zij werden vervangen door een stalen mantel met geperste cellen. Deze cellen hebben kleine afgeronde kanten. Bij een snellopende trieur bleken zij het goed beter vast te houden, zodat het onkruid gemakkelijker naar binnen rolt.

De doorsnede van een cilinder, die bijvoorbeeld wikken uit de tarwe sorteert, is in afb. 10.3. weergegeven. De constructie is weliswaar verouderd doch geeft duidelijk de werking weer. De wikken, bolvormig zaad met een zwarte kleur, blijven in de cellen achter en worden tijdens het draaien van de cilinder tot op iets meer dan de halve hoogte meegenomen, daarna vallen ze in een stilstaande opvangbak of goot, en worden door een schroeftransporteur afgevoerd. De tarwekorrels passen niet in de cellen. Tijdens het draaien glijden deze naar het onderste deel van de cilinder terug.

Voor elke af te scheiden vreemde korrelsoort is een aparte cilindermantel nodig. Elke trieur bestaat dan ook uit meerdere cilinders met cellen van 3 tot 5 mm, die het sorteergoed van elkaar overnemen. Bij andere constructies worden bijvoorbeeld de tarwekorrels omhoog gevoerd en in de bak opgevangen en vallen de afgescheiden korrels, bijvoorbeeld wikken, gerst, haver of maïs, in een eerder stadium terug in het onderste deel van de cilinder.

De oude trieurs, die nog in de vlakmaalderij worden toegepast, werken met een omtreksnelheid van 0,34-0,35 m/s; de capaciteit is tamelijk klein. De cilinders liggen onder een helling van ongeveer 1 : 10 en transporteren het sorteergoed daardoor naar de uitloop.

Bij latere constructies zijn de cilinders horizontaal opgesteld; de omtreksnelheid en de capaciteit zijn minstens driemaal zo groot geworden. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de centrifugale werking waardoor de af te scheiden korrels de cellen in het bovenste deel de cilinder verlaten en in de bak vallen. Onderin de cilinder bevinden zich platen of lijsten voor geleiding en transport van het sorteergoed.

Het reinigingsproces is tegenwoordig veelal korter. Trieurs ontbreken en het reinigen vindt uitsluitend plaats door een reiniger die voor een groot deel, en een separator die geheel door het pneumatisch systeem funktionneert (het scheiden met behulp van een luchtstroom) en zeer compact is gebouwd. De separator is cilindervormig en voorzien van een kegelvormig lichaam. De tarwe valt op de kegel waardoor een laag van gelijke dikte ontstaat. De lucht doorstroomt de laag van beneden naar boven (tegenstroomprincipe) en neemt daarbij alle lichtere delen mee. De gesorteerde tarwe wordt via de bodem door een zijkanaal voorzien van een luchtsluis afgevoerd. De lucht met de lichtere delen verlaat de separator aan de bovenzijde.

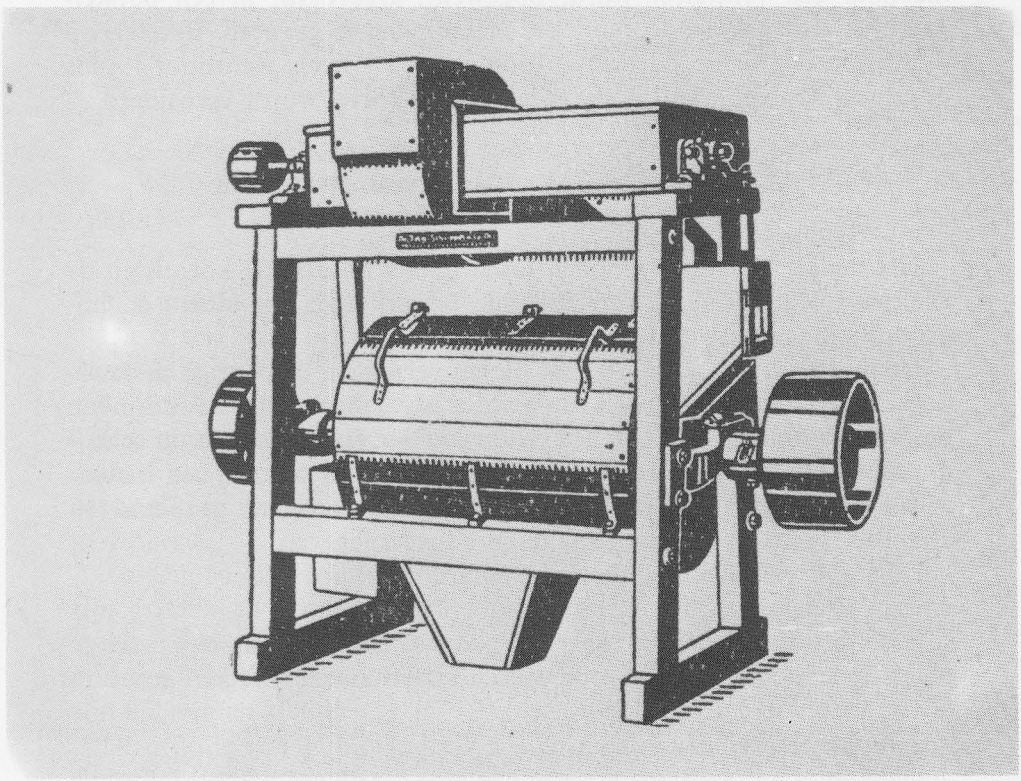
Na het passeren van deze reinigingsmachines wordt de tarwe bevochtigd en gewassen. In een wasinrichting worden de resterende zwaardere en lichtere bestanddelen verwijderd.

De installatie bestaat uit een rechthoekige wasbak voorzien van een

wasschroef waarmede de tarwe flink door het water wordt geroerd. De zwaardere deeltjes, zoals steentjes, aardklompjes, glas, non-ferrometalen en dergelijke bezinken en worden met een kleine schroeftransporteur verwijderd. Soortelijk lichtere deeltjes gaan drijven en worden langs de bovenzijde afgevoerd. Door een centrifuge kan het aangehechte water met het laatste vuil worden afgescheiden.

Om de buitenlagen van de harde tarwekorrel taai en losser van de meelkern te maken, zodat de zemelen zo weinig mogelijk worden vermalen en de hoogst mogelijke opbrengst aan blanke bloem wordt verkregen, ondergaat de tarwe een conditionering. Daarbij spelen de temperatuur, het vochtgehalte en de rijptijd een belangrijke rol. Gedurende het rijpen wordt het vocht ook in de meelkern van de harde tarwekorrel gelijkmatig verdeeld.

In een schachtvormige conditioneringsinstallatie met een hoogte van ongeveer 10 m, zakt de tarwe langzaam naar beneden, waarbij in



10.4. Spits- en schilmachine (oud model). (Arch.)

een aantal hoog gelegen delen stoom of warm-water wordt toegediend. De temperatuur van de tarwe stijgt daardoor langzaam tot ongeveer 40 °C. In het onderste deel zijn de wanden geperforeerd en kan lucht toestromen; de temperatuur neemt geleidelijk af tot ongeveer 20 °C.

De geconditioneerde tarwe wordt vervolgens in een kleine silo of in wachtbunkers 24 tot 48 uur opgeslagen om te kunnen rijpen. In de laatste fase worden de tarwekorrels ontdaan van een deel van de buitenhuid, de baard en de spits. Daarvoor wordt gebruik gemaakt van een kleine ronde vertikale schilmachine voorzien van een sneldraaiend slagwerk en een sterke aspiratie.

Voor deze bewerking werden vroeger een spits- en schilmachine en borstelmachine gebruikt. Afb. 10.4.

In een spits- en schilmachine worden de korrels door een slagwerk tegen een draaiende mantel, voorzien van gaas of een amarilvoering geslagen. Hierdoor wordt de baard, de spits, een gedeelte van de kiem en de buitenste huid verwijderd en met behulp van een luchtstroom, die door een ventilator wordt opgewekt, afgevoerd. In een borstelmachine is de draaiende mantel in metaalplaat uitgevoerd. Borstels op draaiende slaglijsten poetsen en polijsten de korrels waardoor tevens eventueel aanwezig vuil in de groef van de korrel wordt verwijderd.

2.2. Malen, poetsen en zeven

2.2.0. Algemeen

Het malen van tarwe vindt in fasen plaats waarbij de korrels en de deeltjes geleidelijk door verschillende bewerkingen tot bloem en bijprodukten worden verkleind.

De meelkern wordt daarbij tot bloem vermalen, de overige bestanddelen zoals de zemelen en de kiem worden afgescheiden. De bewerkingen bestaan voornamelijk uit malen en zeven. Het malen bestaat uit schroten, oplossen en uitmalen. Elke serie bewerkingen waarbij een tussen- of een eindprodukt ontstaat wordt passage of doorgang genoemd. In afb. 10.5. is het principeschema daarvan weergegeven.

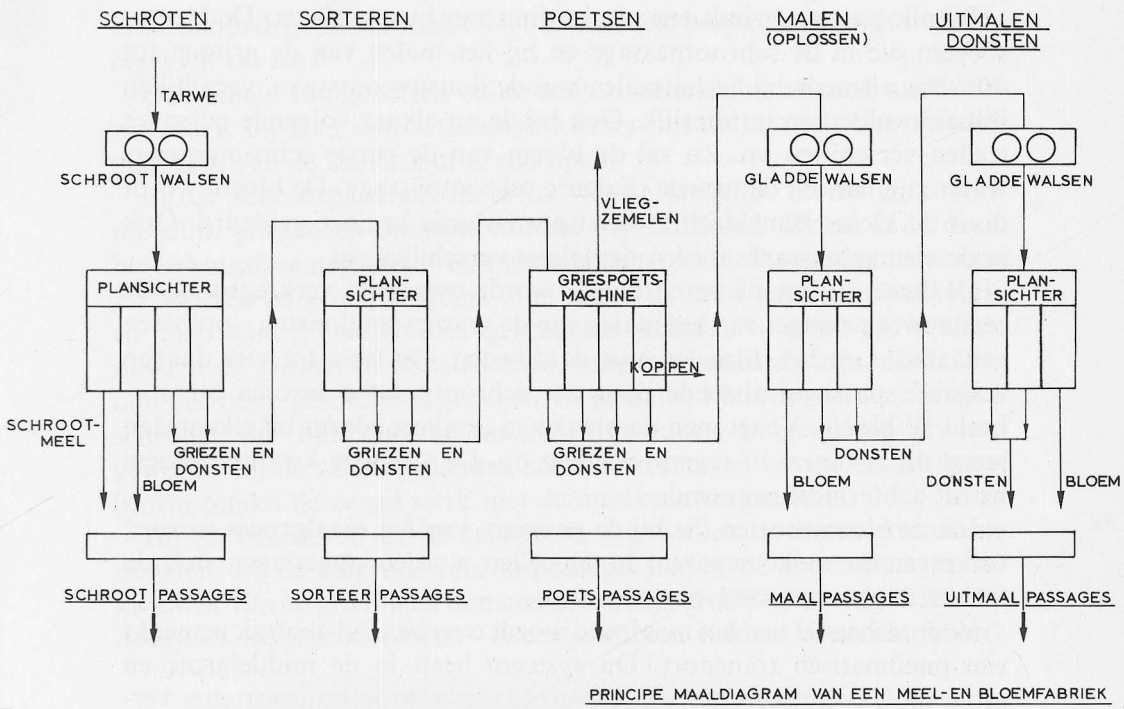
De meest gebruikelijke machines daarvoor zijn:

1. Walsenstoelen.

Een walsenstoel bestaat uit twee paren walsen. Afhankelijk van de plaats in het maalproces zijn de walsen voorzien van riffels of groeven, of zijn uitgevoerd als gladde walsen.

2. Plansichters.

Een plansichter of planzift is een machine die uit een aantal vlakzeven bestaat waarmede het maalgoed wordt gezeefd en de korreldeeltjes op grootte worden gesorteerd.



10.5. Principe-maaldiagram van een meel- en bloemfabriek.

3. Sorteerzeven.

Dit is een zeefmachine waarvan de constructie overeenkomt met de plansichter.

4. Gries- en donstpoetsmachines.

Een gries- en donstpoetsmachine is een machine waarmee door middel van schudzeven en een luchtstroom een zeefwerking wordt uitgevoerd, waarbij de korreldeeltjes op grootte, vorm en gewicht worden gesorteerd.

Tussenprodukten die een verdere bewerking tot bloem ondergaan, zijn griezen en donsten. Grove tot middelgrove griezen zijn stukjes meelkern met een grootte van ongeveer 0,4 tot 1,3 mm, fijne griezen en donsten hebben een grootte van ongeveer 0,2 tot 0,4 mm, bloemdeeltjes zijn 0,2 mm en kleiner.

De grootte van de bloemdeeltjes – granulatie van de bloem genoemd – is afhankelijk van de aard van de tarwe, de maaswijdte van de bespanning van de zeven en de wijze van vermalen.

Bij alle passages vindt een afscheiding van bloem plaats. De bloemsoorten die in de schrootpassage en bij het malen van de griezen tot donsten, alsmede bij het uitmalen van de donsten ontstaan, verschillen in bakkwaliteit en in uiterlijk. Ook bij de op elkaar volgende passages treden verschillen op. Zo zal de bloem van de eerste schrootpassage witter zijn dan bij de tweede of derde schrootpassage. De bloem wordt door de kleine zemeldeeltjes of stippen steeds bruiner gekleurd. Ook in de uitmaalpassages treden dergelijke verschillen op.

De beste bloem of patentbloem wordt overigens verkregen bij de eerste twee passages van het malen van de griezen tot donsten – oplossen genaamd – en het uitmalen van de donsten. De twee tot vier daarop volgende passages alsmede de eerste schrootpassage leveren bijvoorbeeld W-bloem. Voegt men de blanke en donkere bloem bij elkaar dan levert dit A-bloem of regeringsbloem op. De slechtste kwaliteit bloem wordt achtermeel genoemd.

Uit de bloemsoorten die bij de passages van het maalproces worden verkregen en welke separaat in silocellen worden opgeslagen stelt de fabriek bloem- en meelsoorten samen.

Voor transport van het maalgoed wordt overwegend gebruik gemaakt van pneumatisch transport. Dit systeem heeft in de middelgrote en grote molens het gebruik van elevatoren en schroeftransporteurs verdrongen. Door pneumatisch transport vindt tevens aspiratie plaats. Maal- en zeefgoed worden door middel van cycloons en filters van de lucht gescheiden.

Oorspronkelijk waren de machines, met uitzondering van de walsenstoelen, overwegend van hout vervaardigd, van bijvoorbeeld Amerikaans grenen of Duits Kieferholz, in een blanke, geoliede of geverniste uitvoering. Deze houten machines zijn in hun hoedanigheid bijzonder fraaie werkstukken en kenmerkend voor de toenmalige molenbouw.

2.2.1. Het schroten

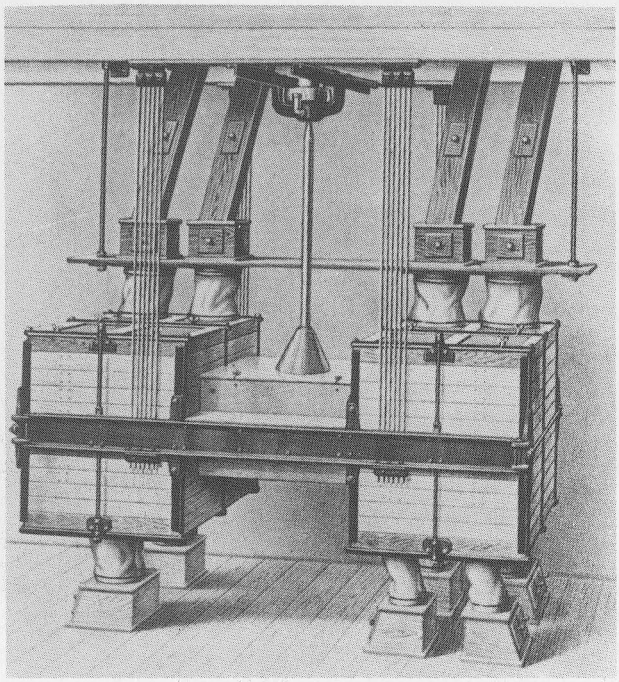
Bij de eerste passage op de schrootwalsen, die van riffels zijn voorzien, worden de korrels opengelegd, waardoor grote en kleine delen van de meelkernen, kiemen en zemelen ontstaan. Dit schrootmeel wordt op schrootplansichters gezeefd. Het afgescheiden grovere schrootmeel gaat naar de volgende schrootwalsen en schrootplansichter waar het dezelfde bewerking ondergaat. Dit schroten wordt nog enige malen herhaald totdat slechts zemelen overblijven. Deze zemelen worden soms naar een zemelborstelmachine geleid om de laatste meelkerndeeltjes af te scheiden. Dit maalafval – schrootzemelen of grint genaamd – wordt in veevoeder verwerkt doch tevens in verpakte vorm in levens-

middelenbedrijven verkocht. Het aantal schrootpassages bedraagt als regel vijf tot zes.

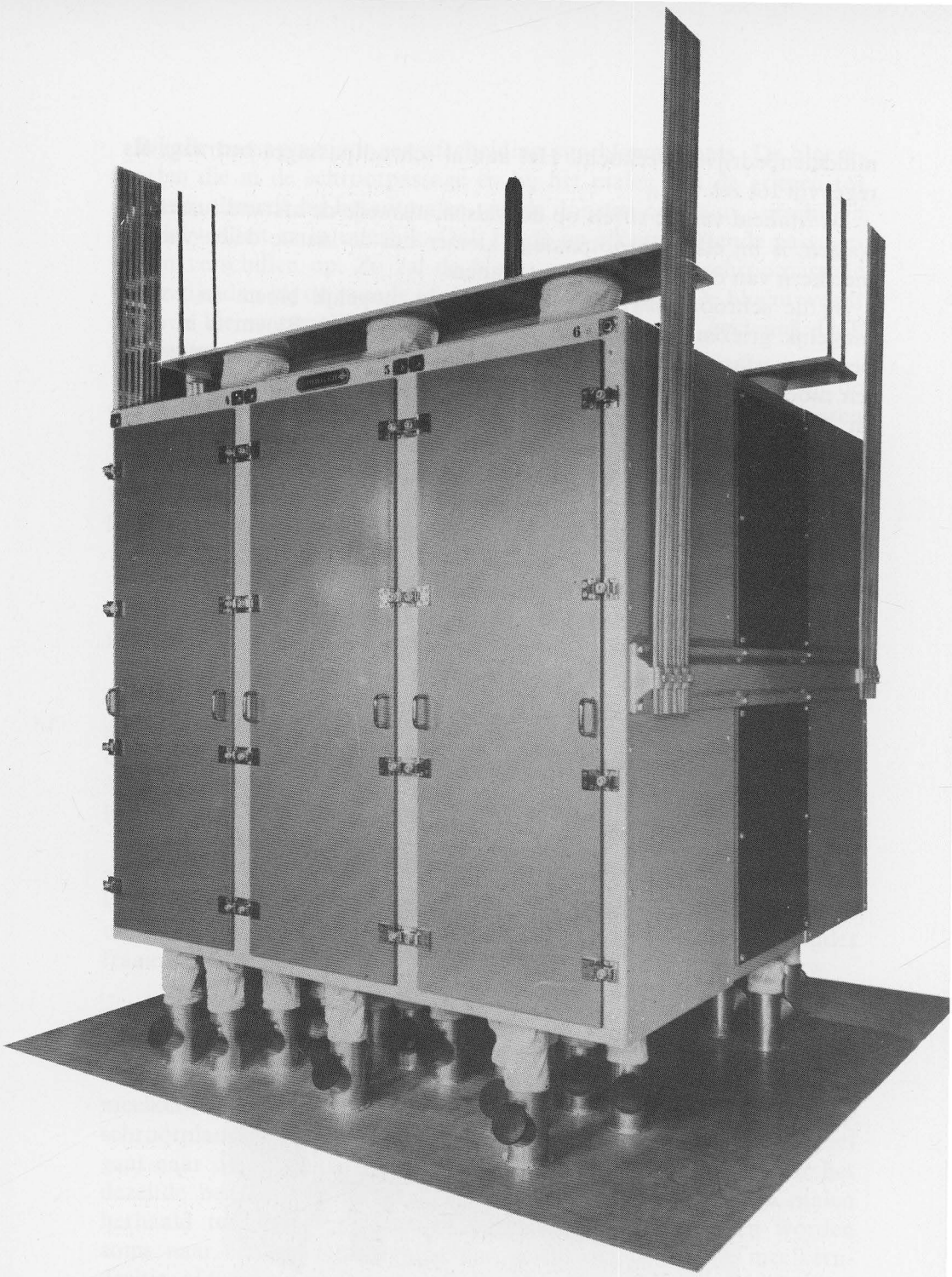
De fijnheid van de riffels op de walsen, alsmede de afstand tussen de walsen, is bij elke schrootpassage kleiner om de laatste delen van de meelkern van de zemelen af te schrapen.

Bij de schrootpassages moet zo weinig mogelijk bloem en zoveel mogelijk griezen en donsten worden geproduceerd. Bloem is in deze bewerkingsfase nog ongewenst en betekent verlies. De griezen en zemelen moeten zo groot mogelijk zijn, zodat zij door zeving gemakkelijk en met minder meelverlies gescheiden kunnen worden. Bovendien moeten de griezen en donsten hard, scherp en zanderig zijn, omdat zij dan het beste gesorteerd, gepoetst en gemalen kunnen worden. Bij het schroten van buitenlandse tarwe wordt zoveel mogelijk op griezen gewerkt. Bij de zachte inlandse tarwe daarentegen zoveel mogelijk op bloem omdat de zemel sterk met de meelkern vergroeid is.

Bij de tweede en derde schrootpassage vallen de beste griezen en donsten; bij de volgende schrootpassages nemen de hoeveelheid en de kwaliteit van de griezen en donsten geleidelijk af. De fijnste afgescheiden deeltjes, – de schrootbloem – ondergaan geen verdere bewerking meer.



10.6. Plansichter of planzift (oud model). Fabr. MIAG. (Arch.)



10.7. Plansichter nieuw model. Achter de luiken bevinden zich de uitneembare zeefladen. Fabr. Bühler Uzwill. (Foto Bühler)

Na elke schrootpassage wordt de bloem donkerder van kleur door de aanwezige zemeldeeltjes. De bakkwaliteit neemt af en het asgehalte neemt toe. De door de schrootplansichters gezeefde griezen en donsten gaan naar de sorteerplansichters waar zij op grootte worden gesorteerd. Het poetsen in de daarna volgende poetsmachines bereikt na sortering het hoogste effekt.

2.2.2. Zeven en sorteren

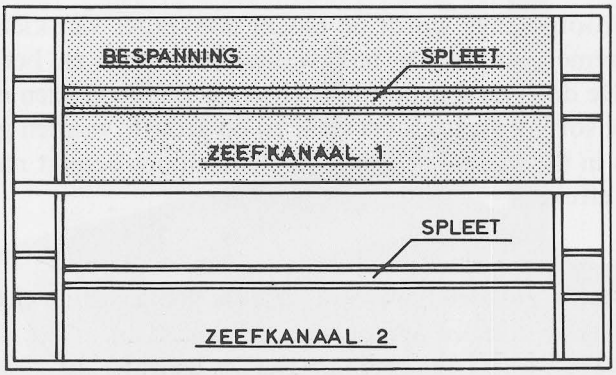
Voor het zeven en sorteren wordt gebruik gemaakt van plansichters. In een plansichter zijn een aantal zeven geplaatst die in het horizontale vlak een cirkelvormige beweging maken. De zeven bestaan uit een raam waarop gaas van metaaldraad of zijde is gespannen. Onder de zeven bevindt zich een zeefbodem waarin de zeef-doorvallen worden verzameld. Zeeframen met de grootste mazen in het gaas bevinden zich bovenin de plansichter en dienen voor het zeven van de grovere delen in het maalgoed. Zeeframen met kleine mazen in het gaas, voor het zeven van de donsten en de bloem, bevinden zich onderin.

De zeeframen zijn in twee kasten gestapeld. Bij een houten plansichter zijn de twee kasten met U-profielen en trekstangen om een middenstuk geklemd waarin zich de aandrijving bevindt. Afb. 10.6. en 10.7. De houten constructies hebben zich ruim een halve eeuw kunnen handhaven, doch worden verdrongen door plaatstalen constructies.

De plansichter is met stokken aan de zolderbalken gehangen. De draaiende beweging wordt verkregen door een excenter op de aandrijfas die in het middenstuk is geplaatst. Het uitbalanceren geschiedt met behulp van een contragewicht. De in- en uitlopen zijn door middel van kousen, oorspronkelijk van flanel, op de plansichter aangesloten.

De constructie en de stapeling van de zeeframen, alsmede de voorzieningen voor het openhouden van de mazen van de zeven zijn gebaseerd op vele proefnemingen en op een langdurige ervaring. Bij de oudere plansichters worden lange rechthoekige zeeframen toegepast, o.a. bestaande uit twee of vier zeefkanalen met daartussen een spleet met een breedte van ongeveer 5 cm. Aan de korte zijden bevinden zich openingen. Afb. 10.8.

Door de stapeling van de zeven en de zich daaronder bevindende zeefbodems vormen de spleten en de openingen kanalen voor de doorval en de overslag van het zeefgoed. Hierdoor is het mogelijk meerdere passages te krijgen. Per kast worden 9 à 13 zeeframen funktioneel gestapeld en voorzien van een aan het zeefdoel aangepaste bespanning voor de doorval en de overslag. In een schrootplansichter zijn een aantal zeven, bijvoorbeeld drie stuks, bovenin voorzien van lamellen of



10.8. Plansichterzeef met zeefbodem (oud model).

schotjes voor transport van het grovere zeefgoed naar de overslag. Deze lamellen bevinden zich steeds links van de transportrichting.

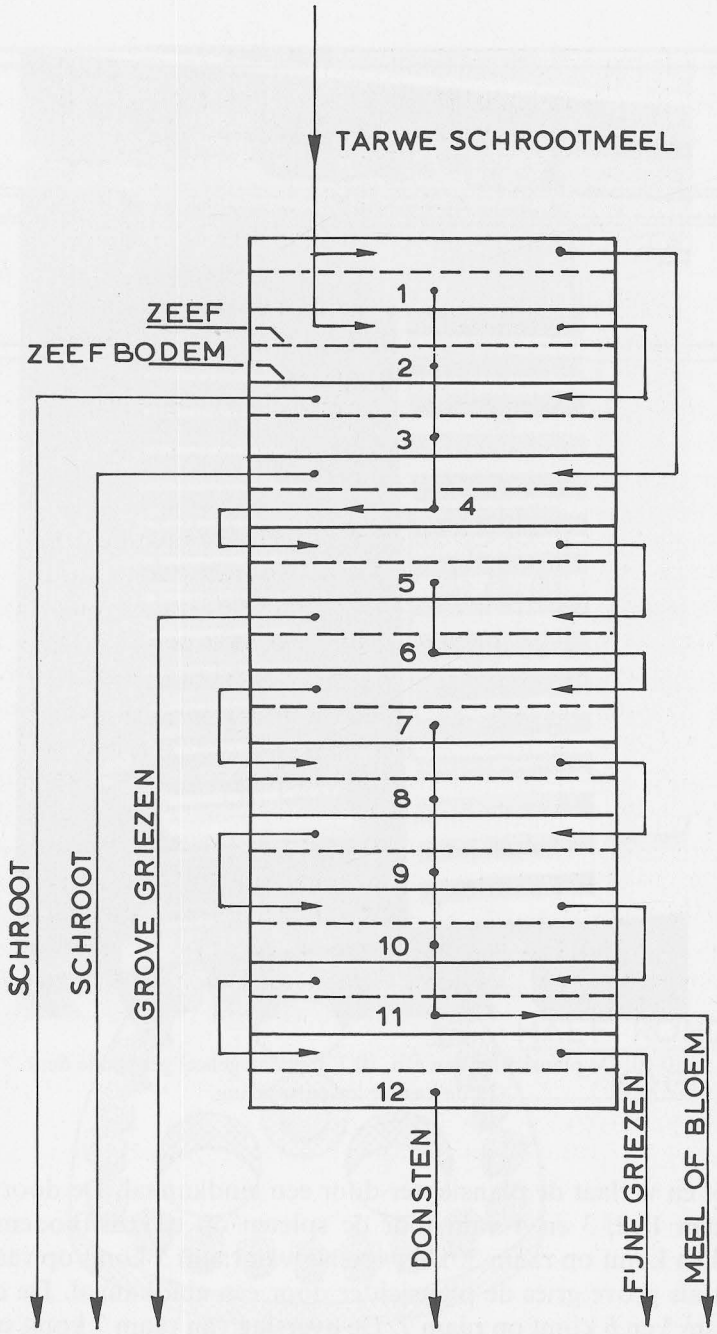
De beweging van de plansichter is afgeleid van de oude handzeef. De lichtere en grovere delen bewegen zich naar de bovenlagen van het zeefgoed en verplaatsen zich daardoor gemakkelijker naar de overslag waarna zij door de gevormde kanalen in de zevenstapeling de plansichter verlaten. De fijnere en zwaardere deeltjes verplaatsen zich naar de onderlagen en kunnen door de zeven vallen. Het doorvallende zeefgoed komt vanaf de zeefbodem in een spleet terecht, welke over de gehele lengte van de zeef is aangebracht. Deze spleten vormen door de stapeling eveneens een kanaal, dat doorloopt tot op een zeefbodem in een der lager gelegen zeven die niet van een spleet is voorzien. Op deze zeefbodem wordt dus het zeefgoed van de hoger gelegen ramen opgevangen en naar een eindkanaal gevoerd. De spleet in de zeefbodem dient bij oudere constructies tevens voor de geleiding van de borstel die de daarboven gelegen zeef openhoudt. Indien echter het zeefgoed op het volgende raam moet komen, dan is de zeefbodem midden boven het betreffende gaas open. Afb. 10.9.

Een kast van een schrootplansichter levert bijvoorbeeld de volgende produkten op:

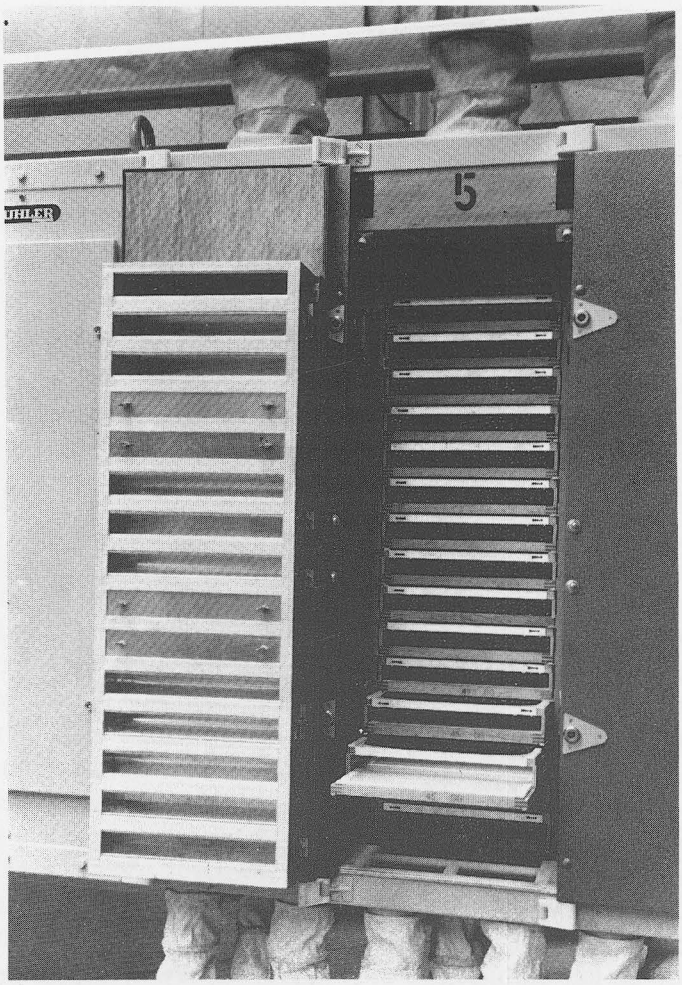
Schroot, grove griezen, fijne griezen, donsten en bloem.

Een voorbeeld van de zeefwerking van deze kast is in afb. 10.9. weergegeven.

Het tarweschroot valt bij het binnenkomen op een verdeelbord. Een deel komt op de zeefkanalen van raam 1, het andere deel op de zeefkanalen van raam 2. De overslag van raam 1 gaat naar raam 4 en de overslag van raam 2 naar raam 3. De overslag van de ramen 3 en 4 is

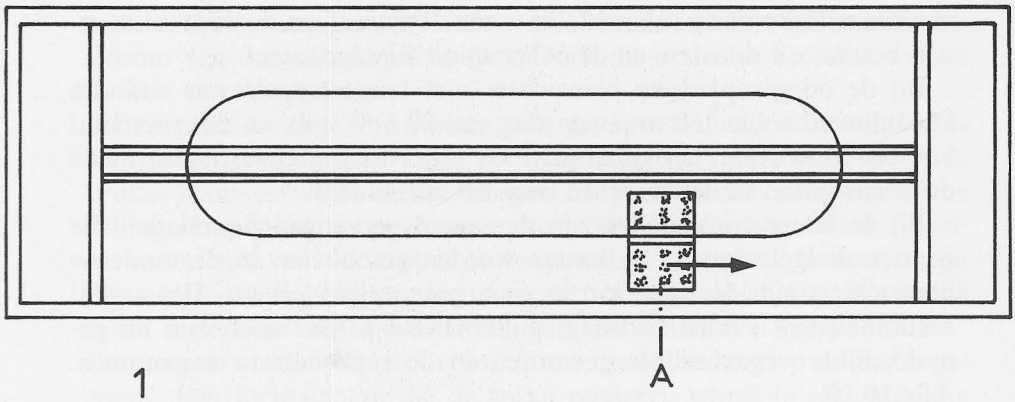


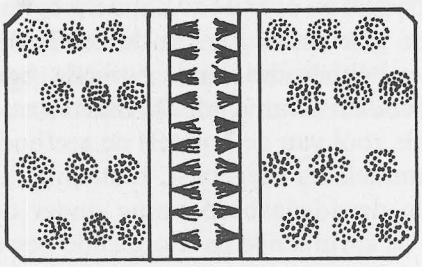
10.9. Schema van een zeefopstelling in een kast van een schrootplansichter. De overslag, bijvoorbeeld schroot, grove griezen, fijne griezen, meel of bloem vallen door gescheiden vertikale eindkanalen direkt uit de machine.

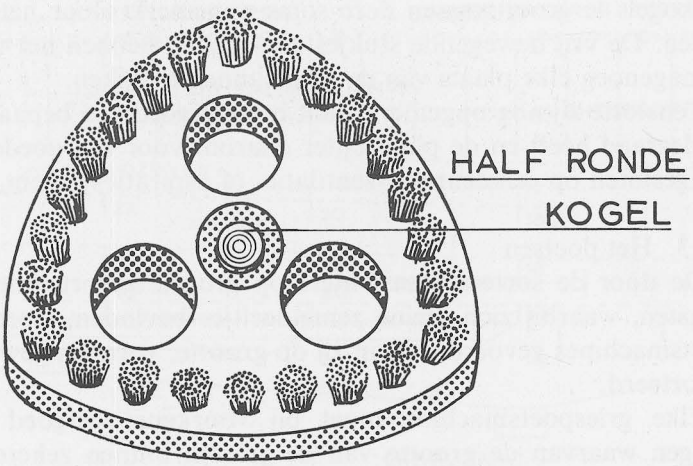


10.10. De plansichter van afb. 10.7. met een geheel geopende deur.
In de kast de zevenstapeling.

schroot en verlaat de plansichter door een eindkanaal. De doorval van de ramen 1, 2, 3 en 4 valt door de spleten op een zeefbodem onder raam 4 en komt op raam 5. De overslag van raam 5 komt op raam 6 en verlaat als grove gries de plansichter door een eindkanaal. De doorval van raam 5 en 6 komt op raam 7. De overslag van raam 7 komt op raam 8 en vervolgens op de ramen 9, 10 en 11, de maalzeven genaamd. De doorval hiervan is bloem welke door de spleten op een zeefbodem onder raam 11 valt en dan via een eindkanaal wordt afgevoerd. De overslag







10.11. 1 is de zeefbodem met zeefborstels. 2 is een zeefreinigingsborstel van kunststof voor vierkante plansichterzeven (fabr. Filip). Bij een andere uitvoering ontbreken de drie gaten en de borstels nabij de omtrek. In het midden bevindt zich een halve kogel.

van raam 11 komt op raam 12, dit is een donstzeef, en de doorval daarvan bestaat uit donsten, en de overslag uit fijne griezen.

Bij de oorspronkelijke plansichter met lange stapelzeven was een kanaalbreedte van 180 mm, een slag van 80 à 85 mm, en een toerental van 200 omw./min. het gunstigste. De slag was begrensd en daarmede de werpwijdte van het zeefgoed over het zeefkanaal.

Bij de latere constructies zijn de ramen vervangen door laden die over profielgeleiders in de kasten worden geschoven. In de moderne plansichters zijn de laden korter en breder, zelfs vierkant. Het aantal zeefkanalen of velden bedraagt bijvoorbeeld 6. De zeven zijn nu gemakkelijker verwisselbaar geworden en de capaciteit is toegenomen. Afb. 10.10.

Bij de oudere constructies worden de zeven open gehouden door borstels die onder de zeef en over de zeefbodem bewegen via een geleider in de spleet of een geleiderail die op de zeefbodem is aangebracht. Andere constructies hebben draaiende borstels, bevestigd in de spleet of vrij over de zeefbodem schuivend. De haren van de borstels houden de zeef schoon en de zool van de borstels de zeefbodem. Afb. 10.11.

Later werden rammelaars toegepast, bestaande uit rubber of plastic kogels die over een draadgaasbespanning onder de zeeframen rollen en springen. Door de springende en kloppende beweging is de werking effectief. Nog weer later werden deze vervangen door schijven van kunststof, in de vorm van driezijdige segmenten of stukjes van een geweven riem met de afmetingen 7 $\times$ 5 cm, aangezien de slijtage van de kogels te groot was en deze soms ongemerkt door het metaalgaas vielen. De vrij bewegende stukjes en schijven hebben het voordeel dat zij nagenoeg elke plaats van de zeef kunnen bereiken.

Tenslotte zij nog opgemerkt, dat het zeefgoed een bepaalde vochtigheidsgraad heeft en de plansichter daarom voor een goede werking is aangesloten op een centraal ventilatie- of aspiratiesysteem.

2.2.3. Het poetsen

De door de sorteer-plansichters op grootte gesorteerde griezen en donsten, waarbij zich kleine zemeldeeltjes bevinden, worden naar de poetsmachines gevoerd waarin zij op grootte, vorm en gewicht worden gesorteerd.

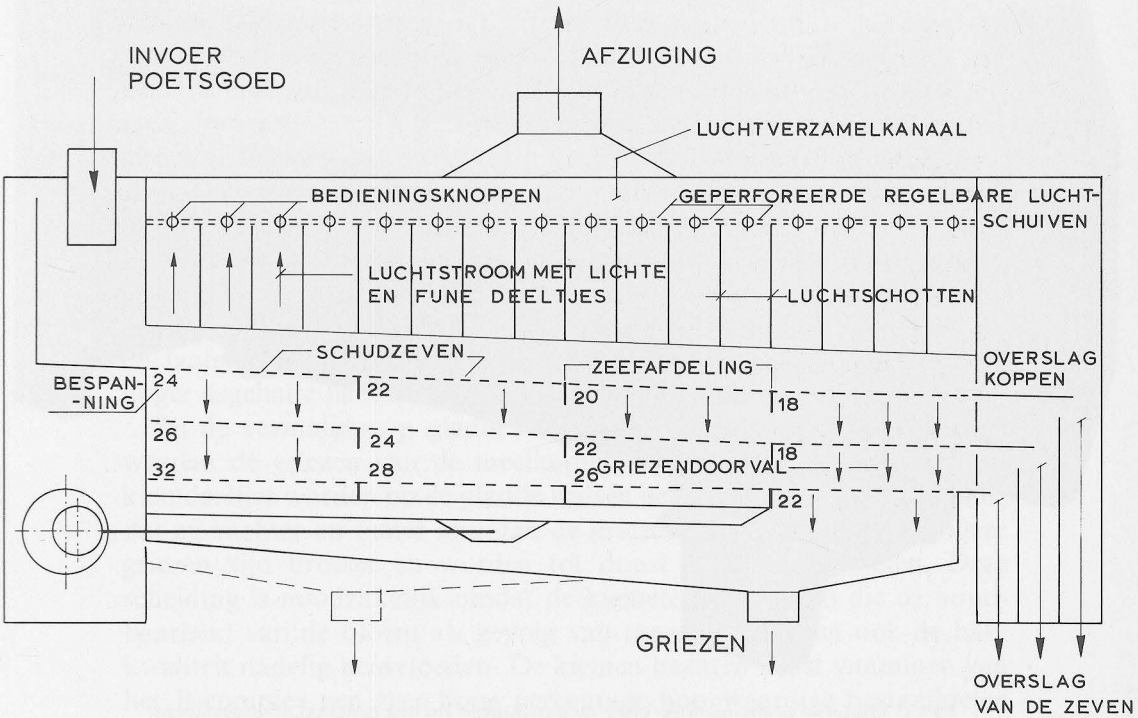
Elke griespoetsmachine moet bij voorkeur zeefgoed toegevoerd krijgen waarvan de grootte van de griezen binnen zekere grenzen is gelegen zodat de capaciteit van de poetsmachines optimaal is.

Poetsen is afgeleid van het Duitse 'putzen', dat de betekenis heeft van het met behulp van een luchtstroom sorteren. De lichte deeltjes

zoals stukjes zemelen en vliezen, worden door een regelbare luchtstroom van de griezen gescheiden. Doch dit is slechts een deel van de funktie van de machine.

In een eenvoudige vorm bestaat de griespoetsmachine uit een luchtdicht afgesloten houten kast, voorzien van een zeefbak die door de krukas heen- en weer wordt bewogen. De zeefbak die onder een kleine helling aan pendels is opgehangen, bevat vier à vijf achter elkaar liggende zeven met een verschillende bespanning, waarvan de mazen zijn afgestemd op de bespanning van de sorteerplansichters. Boven de zeven is de kast verdeeld in afdelingen. De fijnste zeef ligt vooraan.
De griezen worden in een brede, dunne, gesloten laag op de zeven gevoerd. Een luchtstroom die de zeven passeert, wordt in elke afdeling zodanig door kleppen geregeld, dat de lichte en fijne deeltjes van de zwaardere worden gescheiden. Daartoe worden de poetsmachines aangesloten op een centraal afzuigsysteem. De oudere machines beschikken daarentegen over een eigen ventilator.

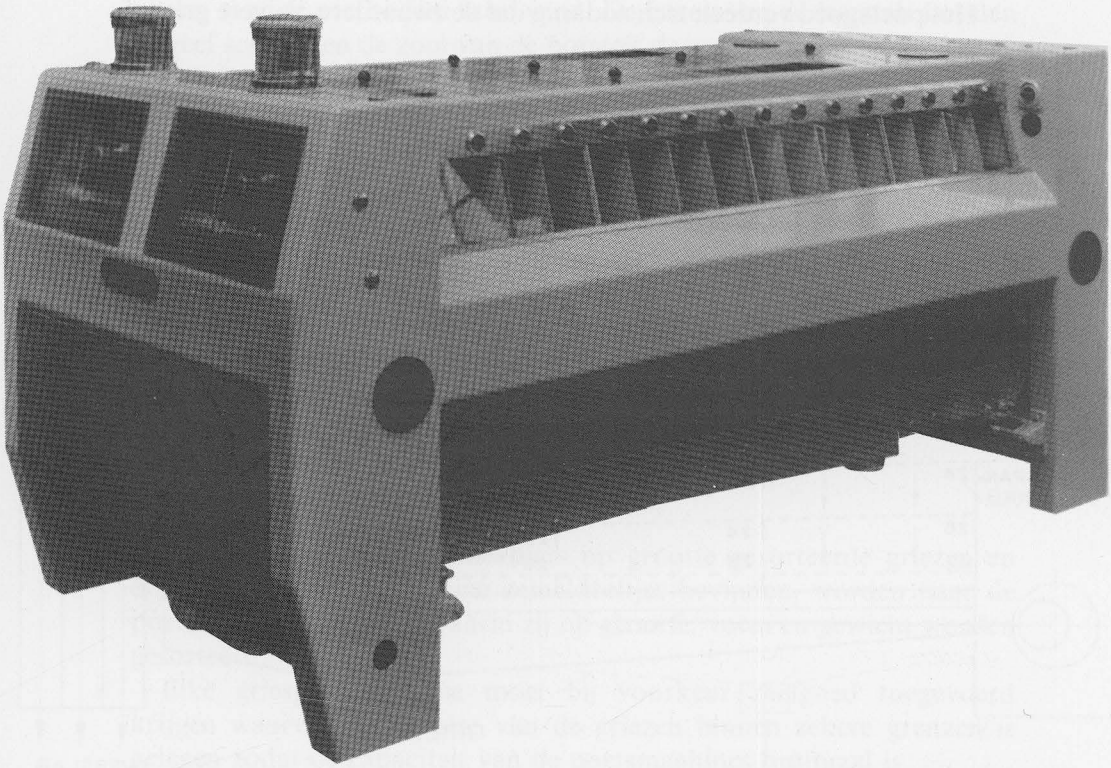
Het poetsgoed verdeelt zich zodanig dat de zwaardere, zuivere griezen



10.12. Schematische doorsnede van een griespoetsmachine met drie zeven.

door de zeven vallen, in trechtervormige kasten worden verzameld en voor verdere vermaling worden afgevoerd. Griezen waaraan kleine zemeldeeltjes zijn vastgehecht – koppen genaamd – zijn in volumegewicht lichter en in het algemeen groter dan de zuivere griezen. Zij blijven op de zeven liggen en worden naar de overslag geschud. Deze koppen worden met fijne riffelwalsen gemalen, waarbij de zemel wordt afgeschraapt. De lichtere zemeldeeltjes, vliezen en dergelijke, worden door de luchtstroom meegevoerd en met behulp van een rooster en een kamer, waarin de luchtsnelheid laag is, van de lucht gescheiden. Borstels houden de zeven schoon en open.

Moderne stalen poetsmachines zijn uitgerust met een, twee of drie schudzeven. Afb. 10.12. en 10.13. De griezen vallen aan de bovenzijde in de machine en verplaatsen zich in een dunne laag over de bovenste zeef. Tegen de luchtstroom in, welke zich door de zeven verplaatst,



10.13. Moderne poetsmachine voor de aansluiting op een centraal afzuigsysteem. Fabr. Bühler. (Foto Bühler)

vallen de zwaardere griezen door de bespanningen en worden, afhankelijk van grootte en gewicht, opgevangen in verzamelkanalen. Fijne zemeldeeltjes met aangehecht meel worden boven de zeefafdelingen met de luchtstroom van het afzuigsysteem meegevoerd en later daarvan gescheiden. Boven de bovenste zeef bevinden zich luchtverdeelkasten, met in elke kast een schuifje, bestaande uit geperforeerde plaat, waarmee de grootte van de uitstroming van buitenaf door een knop kan worden geregeld.

De donsten ondergaan een soortgelijke behandeling.

Bij de verwerking van inlandse tarwe worden de griezen en donsten niet gepoetst, omdat dit vrijwel niet mogelijk is. Bij het schroten wordt op het verkrijgen van veel bloem en weinig griezen gewerkt.

Om de zemelen van de laatste resten aangehecht meel te ontdoen, wordt gebruik gemaakt van een zemelborstelmachine. De te reinigen zemelen komen in een vibrerende, cilindrische zeeftrommel waarin een vleugelwerk met slaglijsten of borstels draait. De zemelen worden tegen de wand geslagen en gewreven. Het fijne meel valt door de zeef en de zemelen verlaten via de uitloop de trommel.

2.2.4. Malen en uitmalen

De zuivere griezen en donsten van elke poetspassage worden door walsenstoelen voorzien van gladde walsen gemalen, waarna het maalgoed opnieuw door plansichters wordt gezeefd. De eerste gries- en donstpassage levert de blankste bloem op met een laag asgehalte. Het zeefgoed van deze oplospassages, bestaande uit verkleinde griezen en donsten, wordt naar de uitmaalpassages gevoerd. Het grovere zeefgoed, waaronder zemelen en kiemrijke deeltjes, welke niet voor een verdere bewerking tot bloem in aanmerking komen, worden afgescheiden. Het maalgoed van de uitmaalpassages wordt door plansichters gevoerd die de laatste bloemsoorten leveren, die overigens stippiger zijn en een hoger asgehalte hebben dan de bloem uit de vorige maalpassages.

Bij de vermaling op gladde walsen en het daarop volgende zeven worden de griezen van de meelkernen en de kiemen gescheiden. De kiemdeeltjes worden op de gladde walsen geplet tot kiemvlokken, doordat zij zachter en taaier zijn dan de griezen van de meelkernen. Deze griezen zijn brosser en worden tot donst en bloem gemalen. Deze scheiding is noodzakelijk omdat de kiemen vet bevatten die de houdbaarheid van de bloem als gevolg van ranzig worden en ook de bakkwaliteit nadelig beïnvloeden. De kiemen bezitten naast vitaminen van het B-complex een zeer hoog percentage hoogwaardige bestanddelen zoals ruwe eiwitten en zetmeel.

Als bijprodukten leveren de plansichters in de uitmaalpassages grieszemelen of tarwegries. Deze griezen zijn kleine zemeldeeltjes waaraan zich een kleine hoeveelheid bloem of meelkern heeft vastgehecht, zij worden in veevoeders verwerkt. In vergelijking met schrootzemelen of grint hebben grieszemelen een hogere voedingswaarde door de aanwezigheid van een grotere hoeveelheid zetmeel en ruw eiwit.

Bij het malen op gladde walsen zal donst waaraan bloem is vastgehecht, gemakkelijk plaatjes vormen, die uiteindelijk slijpmeel geven en waardoor het maalproces onnodig wordt verlengd. Eventuele bloemplaatjes worden in een detacheur bestaande uit draaiende schijven of een roterend slagwerk fijn gemaakt. Deze slagmolens worden ook in de maalpassages toegepast om de bloem los te maken zodat ze beter gezeefd kan worden. Met behulp van deze molens worden ook de zemeldeeltjes die vaak aan de donsten zijn gehecht, losgemaakt.

Ventilatie of aspiratie van de machines is noodzakelijk omdat gedurende het maalproces warmte wordt ontwikkeld die een nadelige invloed heeft op de gluten of de kleefstof van de bloem en bovendien aanleiding geeft tot vorming van de hiervoor genoemde bloemplaatjes die de werking van de walsen en de zeven nadelig beïnvloedt. Door een doelmatige aspiratie wordt de ontwikkelde warmte afgevoerd en het maal- en zeefgoed gekoeld. Bij gebruikmaking van pneumatisch transport zoals in de moderne meel- en bloemfabrieken gebruikelijk is, vindt automatisch koeling en ventilatie plaats. Daarbij wordt echter een deel van de vluchtige stoffen, zoals de aroma, die het meel en het brood een bijzondere smaak geven mee afgevoerd.

2.3. Het maaldiagram

Reeds meer dan een eeuw wordt het maalproces in de meelfabriek schematisch voorgesteld door een maaldiagram. Dit wordt ontworpen voordat de fabriek wordt gebouwd. Zonder een maaldiagram is het welhaast niet mogelijk een duidelijk overzicht van het maalproces te krijgen en de daarvoor benodigde aantallen en soorten machines. De meelfabrieken waren daarin hun tijd ver vooruit.

In het diagram worden de funkties en de grootte van de machines aangegeven, de volgorde van het reinigings- en maalproces, de loop van het maal- en zeefgoed, de soort riffeling van de walsen, de bespanning van de zeven van de plansichters en de poetsmachines, evenals de tussen- en de eindprodukten.

Een maaldiagram is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

1. Een grondige reiniging van de grondstoffen.

2. Een juiste keuze van de riffeling op de walsen.
3. Een scheiding van het maalgoed volgens kwaliteit.
4. Een zorgvuldige scheiding van griezen en donsten.
5. Een doelmatig transportsysteem met ventilatie of aspiratie van de machines.

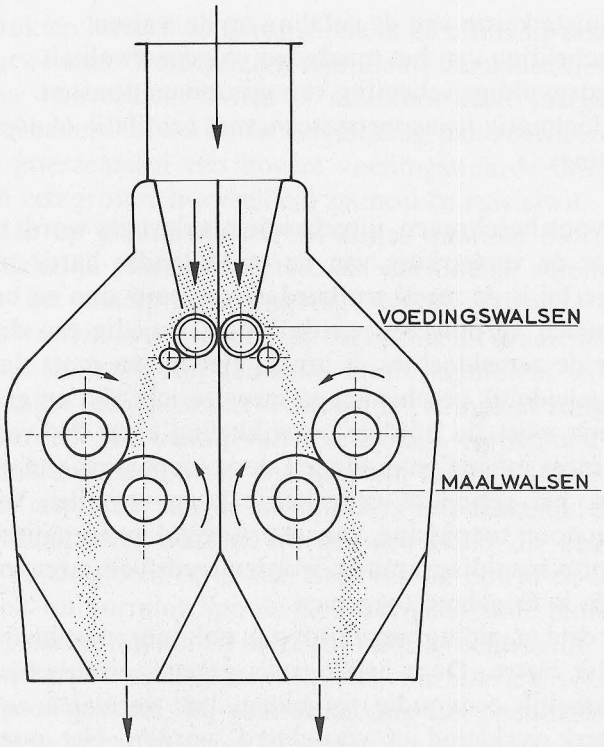
Het hiervoor beschreven, uitgebreide maalproces wordt noodzakelijk geacht voor de verwerking van de buitenlandse harde tarwesoorten. Immers, hierbij is de meelkern hard en de zemel dun en bros. De kans dat de zemelen verpulveren en de bloem spoedig een donkere kleur krijgt door de zemeldeeltjes, is groot. Het malen moet dan ook voorzichtig en geleidelijk geschieden en meer gericht zijn op griezen dan op bloem. Toch wijst de huidige ontwikkeling erop dat verkorte maalprocessen meer ingang gaan vinden door toepassing van grotere maalbelastingen, het geheel of gedeeltelijk laten vervallen van het griespoetsen en door toepassing van overwegend pneumatisch transport. Deze verkorte maaldiagrammen worden reeds vele jaren in de Verenigde Staten en in Engeland toegepast.

Het verkorte maaldiagram wordt o.a. ook toegepast bij de verwerking van inlandse tarwe. Deze heeft, zoals gezegd, een zachtere meelkern die zich tamelijk eenvoudig tot bloem laat vermalen zonder dat de zemelen sterk verkleind of verpulverd worden. Het poetsen van de griezen is echter veel moeilijker, doordat de buitenlagen van de korrel sterk met de meelkern vergroeid zijn. De gesorteerde griezen van de schrootplansichters worden dan ook direkt op de walsenstoelen met gladde walsen gebracht en vermalen tot donsten, waarna deze laatste worden uitgemalen tot bloem.

3. Het hoogmalen van rogge

Het maalproces van rogge is veel eenvoudiger dan dat van tarwe en verloopt volgens een verkort maaldiagram. De omvangrijke griessorteringen vervallen en de voorbehandeling is eenvoudiger.

In het algemeen bestaat het roggemaalproces uit schroten en zeven. Het is vrijwel onmogelijk van de rogge zuivere griezen en donsten als tussenprodukten te krijgen. Rogge kan in 7 à 8 schrootpassages met geriffelde walsen tot bloem worden gemalen. De eerste schroting levert hierbij het beste meel. Alle griezen van de eerste schroting kunnen op fijn geriffelde walsen worden uitgemalen. In andere gevallen laat men de griezen en het schrootmeel tezamen de volgende schrootpassages doorlopen. De rogge kan ook eerst op gladde walsen – breekwalsen



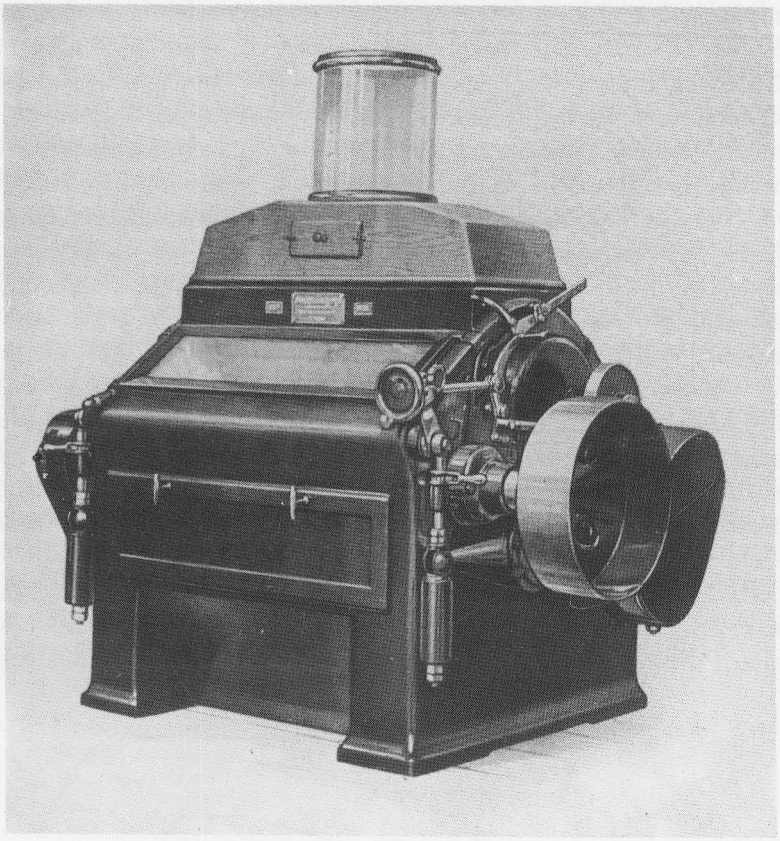
10.14. Schematische doorsnede van een dubbele diagonaal-walsenstoel.

genaamd – worden geplet en vervolgens op walsen met vlakkere riffels worden gemalen. Hierbij wordt de meelkern losgemaakt en op de schroting voorbereid.

In buitenlandse meelfabrieken waar de molenstenen voor tarwe malen reeds lang verdwenen waren en vervangen door walsenstoelen, werden tot in de jaren dertig nog molenstenen gebruikt voor het malen van rogge. Ook slag- of hamermolens worden voor het malen van rogge gebruikt. Het eindprodukt is roggemeel en ondergaat geen verdere behandeling meer.

4. Walsenstoelen

De walsenstoel, de zogeheten dubbele walsenstoel, bestaat uit een gietijzeren gestel voorzien van twee paren walsen, vervaardigd van speciaal hard en dicht gietijzer dat volgens het centrifugaal gietproces is vervaardigd. Men spreekt ook van een diagonaal walsenstoel omdat



10.15. Walsenstoel (oude model). Fabr. MIAG. (Arch.)

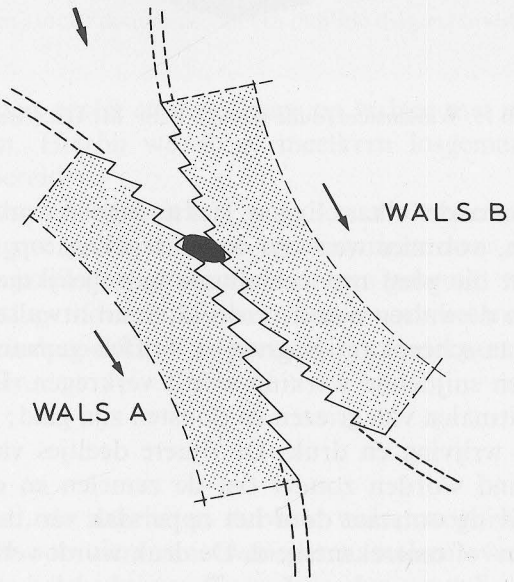
de walsen schuin onder elkaar liggen. Het maalgoed wordt door speciale voedingswalsen, voorzien van een toerenregeling, op de maalwalsen gebracht, zodat dit goed met een dunne laag gelijkmatig en over de volle lengte van de walsen wordt verdeeld. Schrootwalsen en dergelijke zijn voorzien van scherpkantige groeven – riffels genaamd – waarmede een brekende en snijdende werking wordt verkregen. De walsen voor het malen en uitmalen van griezen en donsten zijn glad; het malen hiermee berust op wrijving en druk. De fijnere deeltjes van de meelkern moeten verkleind worden zonder dat de zemelen en de kiemen vermalen. De wrijving ontstaat door het oppervlak van de walsen en het verschil in draai- of omtreksnelheid. De druk wordt verkregen door de instelbare afstand tussen de walsen. Tussen druk en wrijving bestaat een verband dat de fijnheid, de opbrengst en de eigenschappen van de

bloem bepaalt. Vroeger werden gladde walsen met een porseleinen oppervlak gebruikt, een materiaal dat voor dit doel bijzonder goede maaleigenschappen had.

De eerste bruikbare walsenstoelen deden een eeuw geleden hun intrede in de meelfabrieken en waren voorzien van porseleinen walsen. Hoewel een walsenstoel in primitieve vorm reeds lang bekend was, duurde het tot 1873 voordat er een bruikbare walsenstoel gemaakt werd. Het ontwerp was van de Zwitser F. Wegmann, een moleneigenaar. De bouw werd ter hand genomen door de machinefabriek Daverio te Zürich en later door Ganz & Co te Boedepest.

De gebruikelijke walsdiameters bedragen 250 en 300 mm. De lengte van de walsen houdt alleen verband met de produktie van de walsenstoel. Gladde walsen zijn veelal groter, doch draaien met een kleiner snelheidsverschil. De maaldruk van de walsen kan met een handgreep in- en uitgeschakeld worden, en met een of twee handwielen kan door een fijnregeling de spleet tussen de walsen en de maaldruk worden ingesteld.

In afb. 10.16. is de riffeling en de werking op een korrel weergegeven. Men vergelijke de riffeling met een scherpsel van molenstenen. Wals A en wals B draaien tegengesteld met verschillende snelheid; de snelheid

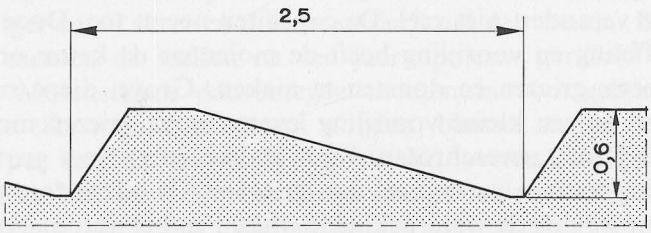


10.16. Maalprincipe met geriffelde walsen.

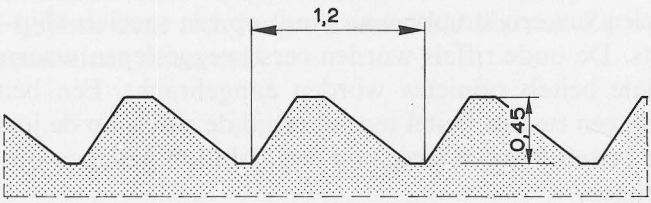
van wals A is groter dan die van wals B. Het snelheidsverschil wordt voorijling genoemd. De voorijling van een schrootwalsenpaar bedraagt als regel 1 : 2,7; voor uitmalen bijvoorbeeld 2 : 3 en wordt bereikt door de aantallen tanden van de tandwielen van de walsaandrijving in deze verhouding te kiezen. De snelheid van de sneldraaiende wals van een schrootwalsenstoel bedraagt 3,5-4 m/s.

Een tarwekorrel die in een riffel van wals B ligt en door de wals wordt vastgehouden, wordt door de aankomende scherpe kant van een riffel van wals A meegenomen en in de nauwste doorgang tussen beide walsen uitgelegd. Deze nauwe doorgang wordt bepaald door de voorijling van wals A op wals B. Een geriffeld paar walsen zonder voorijling zal niet snijden doch pletten. Bij een te grote voorijling kan bij een tarwekorrel de huid te sterk verscheurd worden waardoor de zemelen te sterk verkleind worden.

De diepte van de riffels wordt bepaald door de afmetingen van de korrels of de griezen. Als vuistregel geldt voor de diepte de halve dikte van de korrel of het griesdeeltje. Voor de eerste schroting worden stomphoekige, grove, diepe riffels toegepast die weinig meel leveren. Stomphoekige riffels leveren in het algemeen scherpe griezen en donsten en beter uitgemalen zemelen. Afb. 10.17.



RIFFELS VAN DE 1e WALSENSTOEL



RIFFELS VAN DE 4e WALSENSTOEL

10.17. De riffeling van schrootwalsen.

Uit de diepte volgt het aantal riffels. Bij een grote diepte worden de riffels groter, en het aantal dus kleiner. Het aantal riffels is bepalend voor het maaldoel. Voor de eerste schroting worden bijvoorbeeld 4-5,5 riffels/cm gekozen, voor de tweede en derde schroting 6,5-8 riffels/cm, voor de vierde en vijfde schroting 10-11 riffels/cm.

Aangezien voor fijne griezen en donsten de afmetingen van de riffels te klein zouden worden, is voor dit maaldoel de gladde wals gekozen. Een gladde wals bezit toch de voor het uitmalen benodigde poriën in het oppervlak. De snelheid van een gladde wals bedraagt 2,5-3 m/s.

Om te vermijden dat de riffels in elkaar kunnen grijpen worden zij niet in de lengterichting of tangentiaal op het walsoppervlak aangebracht doch een weinig schroefvormig met een zeer grote linker of rechter spoed. De hoek die de riffel met de as van de wals maakt, wordt de riffelschuinte, riffelhelling of drall genoemd. De drall bedraagt 10-12% van de riffellengte. De riffels van een paar walsen kruisen elkaar onder een hoek, die de kruishoek wordt genoemd, waardoor een snijdende werking ontstaat. Bij vlakmalen en sommige verkorte hoogmaaldiagrammen laat men de schrootwalsen vaak met de schuine kanten of de ruggen van de riffels tegen elkaar draaien in plaats van met de steile voorkant. Tevens worden grotere snelheidsverschillen tussen de schrootwalsen toegepast met verhoudingen van 1 : 5 tot 1 : 9. De grootte van de zemelen verandert niet veel. De capaciteit neemt toe. Door een aangepaste riffeling en voorijling heeft de molenaar de keuze om veel of weinig bloem, griezen en donsten te maken. Grove, diepe riffels met weinig drall en een kleine voorijling leveren meer griezen met minder meel, zoals voor tarweschroten. Fijne vlakke riffels met grotere drall en voorijling leveren meer meel dan griezen. Als bijzondere constructies noemen we nog de watergekoelde walsen en het automatisch in- en uitschakelen van de walsen of de stoelen. De regeling vindt pneumatisch plaats met behulp van elektronische apparatuur in een centrale regelkast.

Het riffelen van een stompe wals vindt op een speciale slijp- en riffelbank plaats. De oude riffels worden eerst weggeslepen waarna zij met twee speciale beitels opnieuw worden aangebracht. Eén beitel snijdt voor, terwijl een tweede beitel tegelijkertijd de riffels op de juiste diepte brengt. De beitels worden steeds op een sjabloon geslepen om de juiste vorm te krijgen.

5. Vlakmalen

Vlakmalen is een proces waarbij in een klein aantal doorgangen het gewenste eindprodukt wordt verkregen. Dit verkorte proces wordt o.a. toegepast bij het malen van inlandse tarwe en rogge. De kortste wijze van vlakmalen vindt plaats met behulp van molenstenen waarbij in één doorgang de korrels tot meel worden vermalen.

In België ontstonden in de jaren vijftig voor het malen van tarwe kleine bloemmolens met walsenstoelen en een plansichter. Soms werd bovendien een dubbele griespoetsmachine toegepast. De reiniging van de tarwe vindt plaats in een machine waarin de aspirateur, de trieur en de schilmachine verenigd zijn. Deze molens hebben een constructie van profielstaal, zodat het aantal machines gemakkelijk kan worden uitgebreid. Bekende molens uit die jaren waren o.a. de 'Monobloc' van Semain-Kicq en de 'Superior' van Cornu.

Het uitmaalpercentage bedraagt 75-80%. Deze molens die echter niet meer gebouwd worden, hadden voor tarwemalen zekere voordelen ten opzichte van de molens met meerdere koppels stenen. De capaciteit is hoger en kon gemakkelijk worden uitgebreid. De installatie bood bovendien meer mogelijkheden voor het verkrijgen van meelsoorten, halffabrikaten of tussenprodukten. Het werken met walsenstoelen is eenvoudiger en zij vereisen minder onderhoud dan stenen. Bij intensief gebruik moeten de walsen na een jaar opnieuw geriffeld of gevlakt worden. Molenstenen daarentegen moeten in soortgelijke gevallen tenminste elke maand gescherpt worden; blauwe stenen eenmaal per week of per veertien dagen. Walsenstoelen leveren maalgoed van een konstantere kwaliteit. De instelling van de walsen vereist weliswaar vakmanschap, doch het instellen op een tarwesoort is gemakkelijker en kan langere tijd gehandhaafd blijven.

In de jaren vijftig verdwenen in Nederland de meeste kleine en grote broodgraanmaalderijen en bloemmolens door wegkopen of stilleggen; in België hebben deze zich langer kunnen handhaven. Zij worden daar ook walsenmolens genoemd.

Hoofdstuk XI

VEEVOEDERFABRICAGE

1. Enige aspecten van veevoeding

Vanaf de jaren vijftig hebben de agrarische bedrijven in Nederland een evolutie doorgemaakt. Als gevolg van de toename van de welvaart en de daaruit voortvloeiende ruimere bestedingsmogelijkheden, alsmede door de toename van de bevolking trad een sterke stijging van de vleesconsumptie op.

Vanouds werden varkens, pluimvee en enig rundvee op de gemengde bedrijven gehouden, naast de beoefening van de akkerbouw. Door de technische ontwikkelingen in de landbouw, o.a. door mechanisering, nam het aantal agrarische bedrijven af; de overblijvende namen daarbij in omvang toe. Schaalvergroting en intensivering hebben verder tot een ontkoppeling van akkerbouw en veeteelt geleid. In het bijzonder op de zandgronden in het zuiden en oosten van Nederland is deze ontwikkeling groot geweest. Dit heeft geleid tot een grote vraag naar voedermiddelen, aangepast aan de diersoort en de leeftijd van de dieren.

Aangezien de kosten van de voedermiddelen een groot deel van de totale bedrijfskosten uitmaken, bij varkens globaal 50% en bij pluimvee 75%, streven de producenten, met uitgebalanceerde voedermiddelen tegen een zo laag mogelijke prijs, naar een maximale produktie van vlees, eieren en melk.

De voedermiddelen worden verdeeld in ruwvoeder en mengvoeder.

Tot ruwvoeder behoren bijvoorbeeld: graslandprodukten, wortelgewassen, luzerne en groenvoedergewassen zoals, snijmaïs, suikerbietenblad en koppen.

Grondstoffen voor mengvoeder zijn bijvoorbeeld:

1. Graan zoals maïs, tarwe, gerst, milocorn, haver, rogge en bijprodukten van de verwerkingsindustrie van een aantal van deze graansoorten.

2. Zaden zoals sojabonen, erwten, alsmede bijprodukten van de oliebereiding uit soja, grondnoten, lijnzaad, sesam en dergelijke in de vorm van koeken, schilfers en schroot.
3. Bijprodukten van de zetmeel-, suiker-, alcohol- en bierbereiding, zoals pulp, bostel, melasse en tapiocameel van de knollen van de tropische cassaveplant.
4. Dierlijke grondstoffen, zoals melk, dier- en vismeel.

Een mengvoeder is een uit drie of meer produkten samengesteld diervoeder, waarbij ten minste twee der gebruikte produkten elk in een hoeveelheid van ten minste 5% van het gewicht in dat diervoeder voorkomen. Mengvoeder bevat een aantal toevoegingsmiddelen, zoals mineralen, vitaminen en antibiotica welke invloed kunnen uitoefenen op de eigenschappen van de diervoeders of op de produktie van dieren. Men onderscheidt daarbij volledige diervoeders, die door hun samenstelling een dagrantsoen kunnen vormen en aanvullende diervoeders. Deze laatste zijn mengsels van diervoeders die een hoog gehalte aan bepaalde stoffen bevatten en als gevolg daarvan slechts samen met andere diervoeders een dagrantsoen kunnen vormen. De kwaliteit en derhalve ook de prijs van diervoeders wordt o.a. bepaald door de energiewaarde, afgekort E.W.

Ten aanzien van de hiervoor genoemde benamingen, te weten: koeken, schilfers en schroot dient het volgende te worden opgemerkt.

Koeken ontstaan door het persen van gezuiverde, verwarmde en vaak gemalen oliehoudende zaden.

Schilfers ontstaan als de pers is uitgevoerd met een worm of een schroef. Deze worden in de vorm van koeken, gruis en meel geleverd.

Schroot ontstaat als uit de gemalen zaden het vet wordt opgelost met behulp van benzine, ether of zwavelkoolstof, volgens de zogeheten extraktiemethode. Schroot is daardoor armer aan vet dan koeken en schilfers. Het wordt meestal geperst geleverd in de vorm van pellets; dit zijn korrels met een grote doorsnede.

De diervoeders en rantsoenen worden gebaseerd op diersoort en leeftijd. De spijsverteringsorganen spelen daarbij een belangrijke rol. Varkens bijvoorbeeld, worden voornamelijk gevoerd met mengvoeders.

Afhankelijk van de leeftijd en het gewicht van de dieren worden deze mengvoeders ongeveer als volgt ingedeeld:

1. Biggenopfokvoer (voor biggen bij de zeug met een leeftijd van ongeveer 7 tot 21 dagen).
2. (Baby)biggenvoer (voor biggen van 3 tot 10 weken, dit is ongeveer tot 50 kg).

3. Startvoer (voor aangekochte biggen van onbekende herkomst).
4. Varkensvoer (voor varkens van 50 tot 100 kg).
5. Fokvarkens- en zeugenvoer (o.a. voor fokvarkens zwaarder dan ongeveer 30 kg).

Varkens kauwen het voedsel slechts éénmaal. Om een betere vertering te krijgen moet het meel fijn worden gemalen. De afbraak van de voedingsstoffen vindt plaats door enzymen in het maag- en darmkanaal. De ruwe celstof verlaat het lichaam voor het grootste deel onverteerd.

Rundvee krijgt overwegend ruwvoeders aangevuld met mengvoeders. De vertering vindt voor een deel plaats in de voormagen. Vooral de eerste maag – de pens – heeft een belangrijke funktie in de omzetting van ruwe celstof.

Bij paarden vindt navertering plaats in een deel van de dikke darm, die sterk ontwikkeld is. Kippen beschikken over een krop en een sterk ontwikkelde spiermaag zodat mengvoeders in de vorm van graan kunnen worden opgenomen.

De bestanddelen in de diervoeders bestaan voornamelijk uit organische stoffen zoals eiwitten, vetten, koolhydraten en anorganische stoffen zoals mineralen, vitaminen en, in beperkte mate, bijzondere stoffen zoals antibiotica.

Eiwitten zijn noodzakelijk voor de instandhouding van het leven en worden daarom levensstoffen genoemd; met water en mineralen vormen zij de bouwstenen van het lichaam. Zij bestaan o.a. uit de elementen koolstof, stikstof, waterstof en zuurstof. De stikstofhoudende bestanddelen worden het ruw eiwit genoemd, dit vormt een der belangrijkste voederbestanddelen. Het ruw eiwit kan gesplitst worden in twee delen namelijk het werkelijke eiwit en de amiden. Het werkelijke eiwit is het belangrijkste deel van het ruw eiwit en is opgebouwd uit een groot aantal aminozuren, die de bouwstenen van het eiwit vormen. Alle ruw eiwit wat geen werkelijk eiwit is, behoort tot de groep amiden. De voedingswaarde of de biologische waarde van het voedereiwit wordt bepaald door de hoeveelheid en de variatie van de in dat eiwit aanwezige aminozuren. Hoewel het aantal aminozuren waaruit het eiwit is opgebouwd zeer groot is, zijn voor de organismen tien aminozuren van betekenis. Tot de belangrijkste behoren lysine en methionine. Deze aminozuren worden o.a. synthetisch bereid zodat zij afzonderlijk aan mengvoeders toegevoegd kunnen worden. In de voeding van varkens en pluimvee moet een ruime variatie van verschillende eiwitten of aminozuren voorkomen. Bij volwassen rundvee kunnen deze variaties kleiner zijn omdat de bacteriën in de pens in staat zijn om eiwitten om te vormen en in

beperkte mate het ene aminozuur om te zetten in een ander aminozuur.

Vetten en koolhydraten zijn stikstofvrije stoffen welke dienen voor vetaanzet en het leveren van energie en warmte. Koolhydraten zijn een groep verbindingen, waartoe bijvoorbeeld zetmeel, glucose, suikers en ruwe celstof behoren.

Bij mengvoeder is het gehalte aan ruwe celstof belangrijk. Voor een goede vertering moet dit gehalte laag zijn. Ruwe celstof of ruwvezel wordt vooral aangetroffen in de celwanden van planten. Naarmate de planten ouder worden neemt het percentage ruwe celstof toe, waardoor het steeds moeilijker verteerbaar wordt.

Mineralen zijn nodig voor het normale verloop der levensprocessen, alsmede voor de opbouw en in standhouding van het lichaam in het bijzonder bij jonge, groeiende of producerende dieren. De hoeveelheid mineralen in mengvoeders bedraagt 2½-4%.

Mineralen worden verdeeld in massa-elementen en micro- of spore-elementen.

Tot de massa-elementen behoren o.a. calcium, fosfor en magnesium. Calcium en fosfor zijn belangrijk voor de ontwikkeling van de beenderen.

Tot de spore-elementen behoren o.a. ijzer, koper, zink, jodium en kobalt.

Vitaminen zijn stoffen die uitsluitend dienen voor een normaal verloop van de levensprocessen der dieren.

Antibiotica en andere actieve stoffen worden in beperkte mate toegevoegd als afweerstoffen van bepaalde bacteriën en schimmels die de ontwikkeling van andere micro-organismen remmen of deze doden. Zij verhogen niet alleen de weerstand der dieren tegen ziekten, doch bevorderen tevens de groei en werken voederbesparend. Meestal worden zij onder een merknaam in de handel gebracht, zoals Mecadox.

Toepassing van andere actieve stoffen, zoals hormonen, is in de EEG verboden.

Van de graansoorten neemt maïs een belangrijke plaats in. Het eiwitgehalte is laag, doch het zetmeel-gehalte hoog. Maïs is uitstekend verteerbaar door het lage gehalte aan ruwe celstof. In mengvoeder kan bijvoorbeeld 30-40% maïsmeel voorkomen. Gerst bevat iets meer ruwe celstof dan maïs, het vetgehalte is lager. Het is zeer doelmatig en komt daarom veel voor in voeder voor varkens en pluimvee.

Haver is oorspronkelijk een paardevoer. Voor andere dieren is het door andere graansoorten vervangen. Voor jong vee is het een uitstekend voeder. Het eiwitgehalte is redelijk; het vetgehalte en gehalte

aan ruwe celstof is echter hoog. Het bevat vrij veel vitaminen E.

Rogge heeft als diervoeder minder betekenis. Voor de groei bevat het minder gunstige stoffen, minder eiwit en heeft een laag vetgehalte. In mengvoeder voor varkens en rundvee wordt het toegepast, voor pluimvee echter weinig. Bij de eerstgenoemde dieren kan een te groot percentage branderigheid veroorzaken.

Tarwe is een graansoort die in eerste instantie voor menselijke consumptie in aanmerking komt. Het eiwitgehalte kan sterk uiteenlopen. Het gehalte aan ruwe celstof en vet is laag. Voor mengvoeder wordt gedenatureerde tarwe en tarwe van de zandgrond gebruikt. Gedenatureerde tarwe is tarwe die ongeschikt is gemaakt voor menselijke consumptie.

Milocorn is een veel gebruikte graansoort van tropische oorsprong en komt wat de gehalten betreft overeen met de Europese graansoorten, doch de prijs is veel lager. De aminozurensamenstelling is echter ongunstiger.

Hoewel de hiervoor genoemde graansoorten in mengvoeder een component kunnen vormen zijn de veevoederfabrikanten uit prijstechnische overwegingen gedwongen de dure graansoorten te vervangen door goedkopere grondstoffen, voornamelijk bestaande uit bijprodukten van de hiervoor genoemde industrieën. Deze mengvoeders worden op wetenschappelijke wijze en proefondervindelijk door veevoedingsdeskundigen en biochemici samengesteld. Een eenvoudig graanmengsel ziet er dan ook anders uit dan een speciaal mengsel met dezelfde voedingswaarde. Aan de algemene produkten voor het samenstellen van mengvoeder voegt de fabrikant een voormengsel en een mineralenmengsel toe, waarin vitaminen verwerkt kunnen zijn. Een voormengsel is een diervoeder met een hoge concentratie toevoegingsmiddelen.

Grondstoffen welke bijvoorbeeld in varkens- en biggenmeel kunnen voorkomen zijn:

Maïs (30 tot 40%), milocorn en dergelijke (15 tot 20%), gerst (10%), tarwe of tarwezemelgrint (10%), rogge of erwten (5%), maïsglutenvoer, soja of sojaschroot (5%), luzernemeel (5%), vis- of diermeel (5%), kokoskoek of kokosschilfers (5%), melasse (5%), mineralen, vitamine B-preparaat, vitamine A-D_3 preparaat, fosforzure voederkalk, lysine.

Iedere mengvoederfabrikant is verplicht zijn bedrijf bij het Produktschap voor Veevoeder te laten registreren. Dit produktschap heeft bindende verordeningen uitgevaardigd, waaraan iedere mengvoeder

moet voldoen. Het stelt eisen aan de samenstelling, kwaliteit en benaming van mengvoeder (1).

De Algemene Inspectie Dienst (A.I.D.) controleert mengvoeder producerende bedrijven op de naleving van de verordeningen van het produktschap.

De C.L.O. controle (Controle Landbouw Organisaties) richt zich op controle bij de aangesloten coöperaties en de A.C.V. controle (Afnemers Controle op Veevoeders) verricht zijn taak bij de aangesloten kleine en middelgrote mengvoederfabrikanten. Zij letten o.a. op de samenstelling en menging van mengvoeder, de grondstoffen, de voederwaarde en het gehalte aan bepaalde stoffen.

2. De fabricage van mengvoeder

2.0. Inleiding

Als gevolg van de schaalvergroting en de intensivering van de agrarische bedrijven nam de vraag naar en de fabricage van mengvoeder in de laatste decennia sterk toe. Deze ontwikkeling nam zodanige vormen aan, dat de wind- en watermolens daar niet aan konden voldoen, evenmin als de maalderijen uitgerust met stenen die in het begin der jaren vijftig nog in groten getale voorkwamen. Een aantal van deze molens groeide uit tot kleine, middelgrote en zelfs grote industriële molens. Andere molenaars gingen over op bijvoorbeeld de verkoop van voeder dat door grote fabrieken aan hen werd geleverd en voeder voor kleine huisdieren.

Door verschillende oorzaken, bijvoorbeeld de heffingen op de importen van graan, ontstond een prijsverhouding voor grondstoffen op de markt die het gebruik van voedergraan sterk deed afnemen. Het graan werd vervangen door andere grondstoffen die zich niet op grote schaal of moeilijk door een andere maalinrichting dan een hamermolen laten malen.

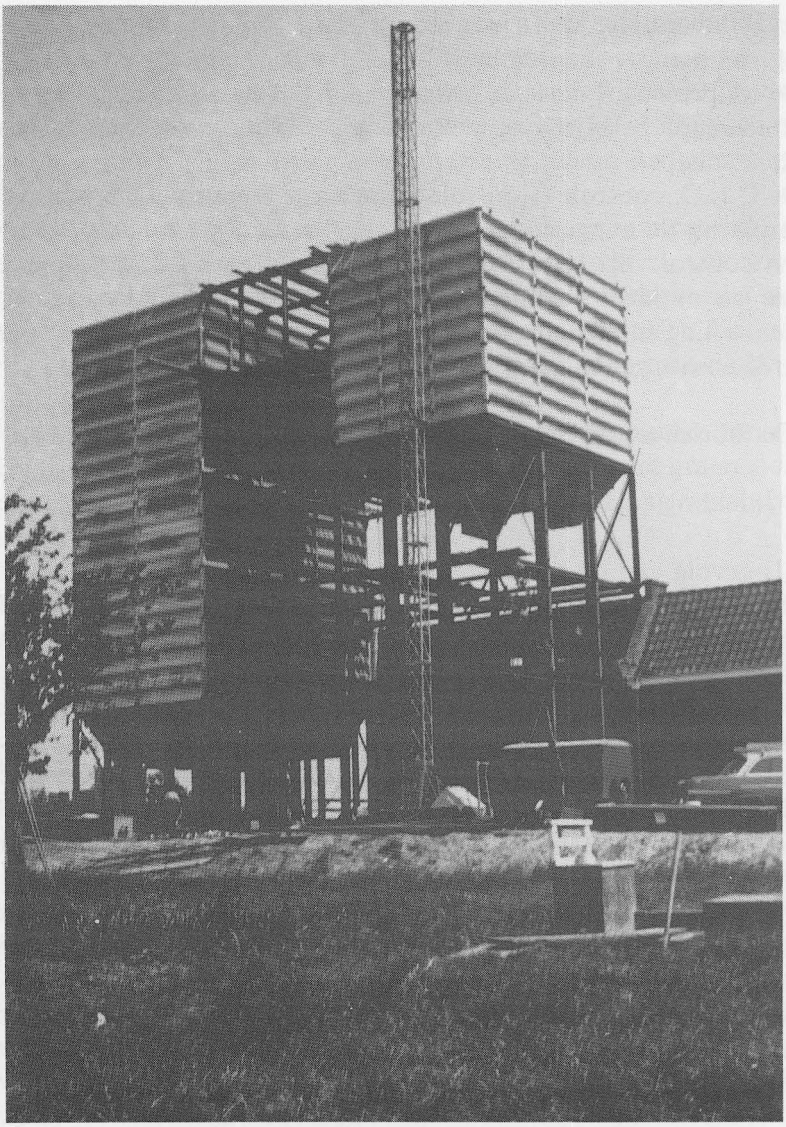
(1) Voor de officiële teksten van de Verordening Diervoeder 1975 en de Verordening en Besluit Voor Ongewenste Stoffen en Produkten 1975, wordt verwezen naar Instructie No 8 van het Produktschap voor Veevoeder te 's-Gravenhage.

Voor een kompleet overzicht van diervoeder, grondstoffen, samenstelling en rantsoenberekening wordt verwezen naar:

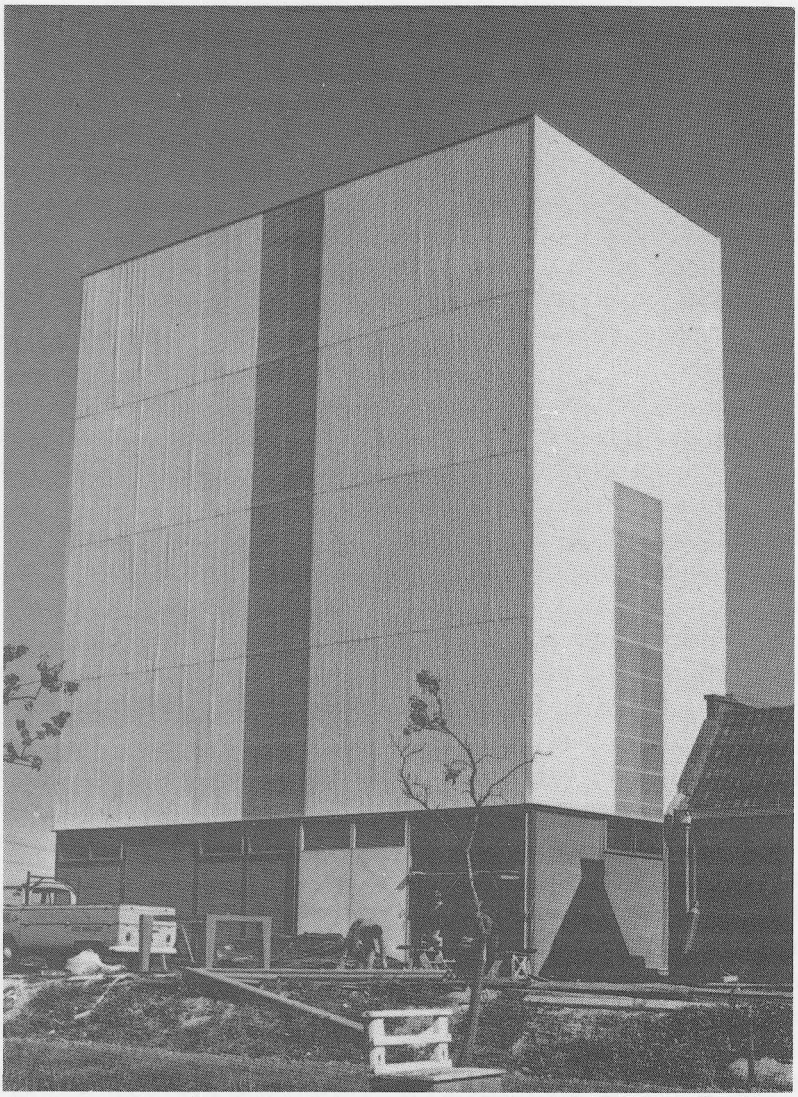
Publicatie Veevoedertabel 1977 van de Werkgroep 'Veevoedertabel', een uitgave van het Centraal Veevoederbureau in Nederland.

'Veevoeding' door Ir. W.Y. Heida en Ir. K. Nijenhuis.

'Weet wat ge voert' door S. de Jong, (uitg. Terra, Zutfen).



11.1. Silobouw door Ottevanger, Moerkapelle. Bij de silo in aanbouw: links de grondstoffensilo, rechts de gereedprodukt-silo, daartussen de machineruimten. (Foto v.d. Reyken)



Geperste produkten in de vorm van korrels en brokken, dit zijn korrels met een grote diameter, nemen bij grote bedrijven steeds meer de plaats van het meel in. Het vervoer in zakken heeft bij de grote afnemers plaats gemaakt voor bulkvervoer. Daarbij wordt het meel, de korrels of de brokken in de silo's afgeleverd met een tankauto die voorzien is van een schroeftransporteur (voor meel) of een pneumatische transportinrichting (voor korrels en brokken).

Het handbediende produktieproces is in de middelgrote en grote veevoederfabrieken verdrongen door een bediening op afstand. Vanuit een bedieningsruimte wordt het produktieproces geheel of gedeeltelijk bestuurd met behulp van ponskaarten of met een mini-computer waarop de receptuur van de mengvoeders en het proces is vastgelegd.

Het omvangrijke gebouw van een veevoederfabriek bestaat voor een groot deel uit silo's, n.l. bewaar- en werksilo's, waarin de grondstoffen zijn opgeslagen en van waaruit het mengvoeder wordt gedoseerd en samengesteld, en gereedprodukt-silo's waarin het meel of de korrels zijn opgeslagen. Tussen deze twee silo's bevinden zich de machineruimten. Afb. 11.1.

De inrichting bestaat uit een maal-, meng- en persintallatie, en omvat een of twee hamermolens, een mengerij om de grondstoffen te mengen, snelweeg- en doseerinrichtingen om de componenten van het mengvoeder samen te stellen tot een mengpost of een mengcharge, en een persinstallatie voor de fabricage van korrels, brokken of koekjes.

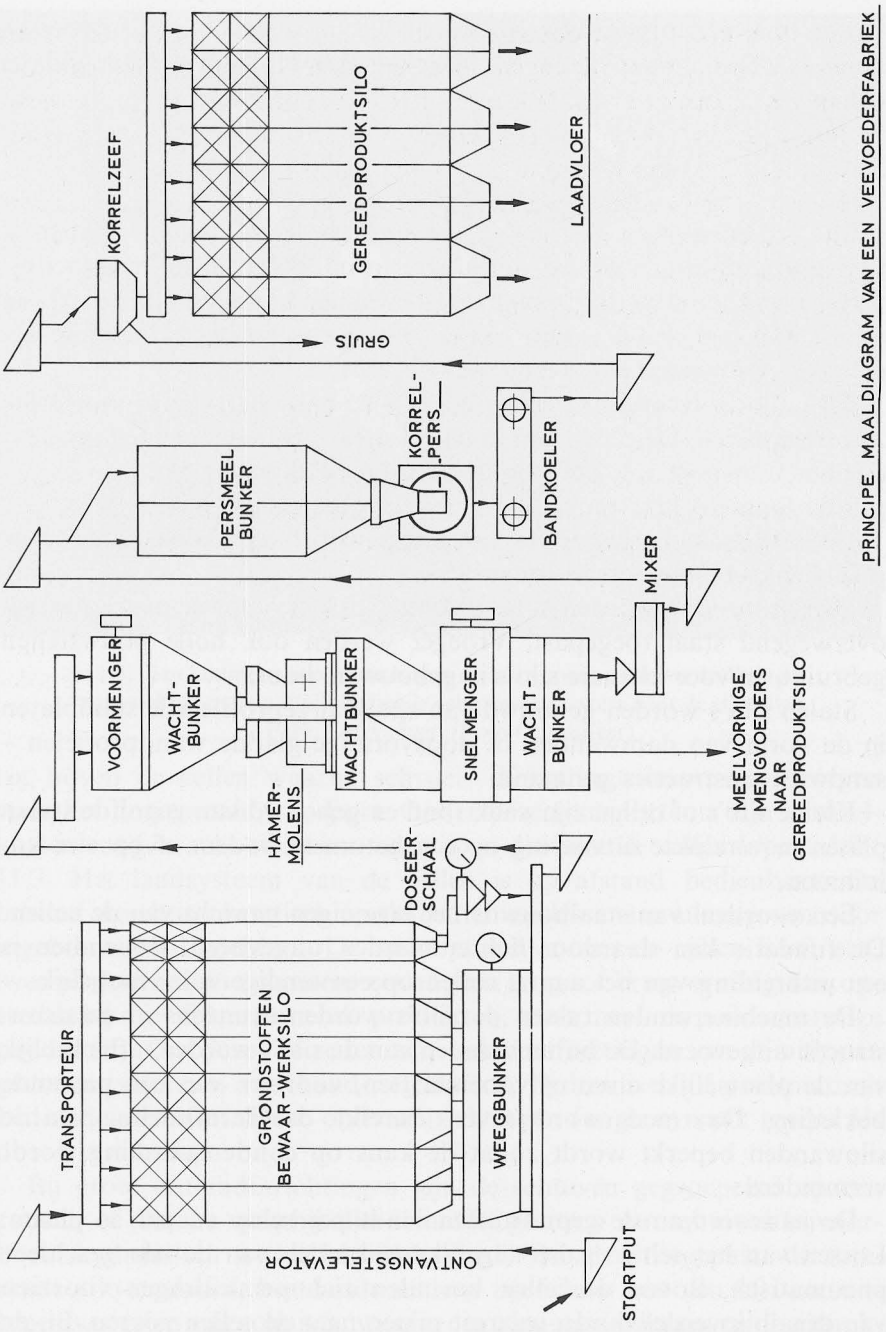
Het vertikaal transport van de grondstoffen, halffabrikaten en eindprodukten vindt plaats met behulp van elevatoren; horizontaal en hellend transport met schroef- en kettingtransporteurs. Van pneumatisch transport wordt als regel gebruik gemaakt voor het lossen van de binnenvaartschepen en bij kleine tot middelgrote bedrijven voor vertikaal meeltransport uit de hamermolen.

Het maaldiagram van een veevoederfabriek is in vergelijking met een diagram van een meelfabriek eenvoudig omdat het malen vrijwel in één doorgang plaatsvindt en de grondstoffen vóór het maalproces geen voorbehandeling ondergaan. Afb. 11.2.

De meeste fabrieken passen het systeem van gemengd malen toe. Hierbij worden de mengposten eerst samengesteld, vervolgens gemengd, gemalen en nagemengd om een goede verdeling van alle componenten te krijgen.

Bij het systeem van enkelvoudig malen worden de grondstoffen afzonderlijk gemalen, met de daarvoor noodzakelijke fijnheid, en in silo's opgeslagen. Van hieruit wordt de mengpost samengesteld en intensief gemengd tot een gereed-produkt of een grondstof voor de perserij.

De verregaande specialisaties bij het tot standkomen van een veevoederfabriek, te weten: de silobouw, de installaties en de gecompliceerde procesbesturing, hebben geleid tot een uitvoering bekend onder de naam 'turn-key project'. Dit is een organisatievorm van Amerikaanse oorsprong waarbij de opdracht tot ontwerp, uitvoering en coördinatie aan één onderneming wordt verstrekt, die samenwerkt met een aantal gespecialiseerde bedrijven. De opdrachtgever heeft daarbij



11.2. Principe-maaldiagram van een veevoederfabriek.

slechts met één organisatie te maken die de opdracht tot uitvoering heeft gekregen en aanvaard, en daarvoor ook de verantwoordelijkheid draagt.

2.1. Silo's

Silo's dienen voor de opslag van grondstoffen, halffabrikaten of tussenprodukten, en gereedprodukten. In middelgrote en grote bedrijven wordt voor de opslag van grondstoffen een bewaarsilo gebruikt; en wordt dan gedoseerd vanuit een werk- of doseersilo. In kleinere bedrijven is de bewaarsilo tevens werk- of doseersilo.

Elke silo is verdeeld in cellen waarin de afzonderlijke grondstoffen zijn opgeslagen. De cellen zijn in één of meer rijen zodanig gegroepeerd dat het transport van de grondstoffen en de dosering voor de mengposten langs zo kort mogelijke lijnen automatisch kan verlopen.

De maximale bouwhoogte van silo's wordt o.a. bepaald door de plaatselijke bouwvoorschriften.

Zeer grote silo's worden in beton opgetrokken; voor de overige wordt overwegend staal toegepast. Vroeger werden ook holle bouwstenen gebruikt, en voor kleinere silo's in gebouwen, hout.

Stalen silo's worden gebouwd van speciaal geprofileerde staalplaten in de vorm van damwanden of doosvormige gladde wandprofielen – sandwichconstructies genaamd.

Kleine silo's of cellen zijn vaak rond en gebouwd van gegolfde stalen platen in verzinkte uitvoering op een betonnen bodem of op vier kolommen.

Een voordeel van staalbouw is het lage eigen gewicht van de cellen. De fundatie kan daardoor lichter worden uitgevoerd. Bovendien is een uitbreiding van het aantal cellen op eenvoudige wijze mogelijk.

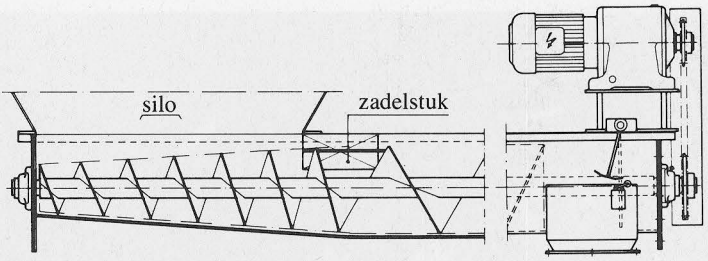
De machineruimten tussen de silo's worden eveneens in staalconstructie uitgevoerd. De buitenwanden van de silo's worden, afhankelijk van de plaatselijke eisen of voorschriften, voorzien van een passende bekleding. Daarmede wordt tevens bereikt, dat de afkoeling van de silowanden beperkt wordt zodat de kans op condensvorming wordt verminderd.

De aanvoer van de grondstoffen vindt per schip en per as plaats. Lossen van het schip en het tegelijkertijd laden van de silo geschiedt pneumatisch. Boven de cellen bevinden zich persleidingen voorzien van draaipijpverdelers van waaruit pijpen naar de cellen voeren. Bij de aanvoer per as wordt gebruik gemaakt van grote kipauto's, die hun inhoud in een ontvangstput storten. Een elevator voert de grondstoffen

11.3. Een kettingtransporteur boven de silo voorzien van verdeelkasten met elektro-pneumatisch bediende schuiven en kokers naar de silocellen. Fabr. Ottevanger. (Foto Ottevanger)

tot boven de cellen waarna schroef- of kettingtransporteurs zorgen voor het horizontale transport. Onder deze transporteurs zijn verdeelkasten aangebracht voorzien van pijpen die naar de cellen lopen. Afb. 11.3. Het laadsysteem van de cellen is op afstand bedienbaar. De inhoud wordt automatisch op de bedieningslessenaar aangegeven door ingebouwde silomelders. De uitlooptrechter van de cellen heeft een, twee of drie schuine wanden, zodat geen trog- of brugvorming kan optreden bij moeilijk stromende produkten, zoals meel- en poedervormige produkten. Om dezelfde reden zijn ook de afmetingen van de uitlopen groot en voorzien van hand-, elektrisch, hydraulisch of pneumatisch bediende schuiven. Deze ontlaatinrichtingen fungeren vaak tevens als doseerinrichting.

Bij grote ontlaadinrichtingen zijn de schuiven gegroepeerd op een rooster of plateau waarbij elke schuif of groepen van schuiven bijvoorbeeld hydraulisch wordt bediend. Verder worden toegepast: de roterende silo-ontlader, bestaande uit een rond huis met een of twee uitlopen voorzien van schuiven waarin een vleugelrad draait, en de uittrekschroef bestaande uit een elektrisch aangedreven schroeftransporteur. Afb. 11.4.



11.4. Een silo-ontlader in de uitvoering van een uittrekschroef. Fabr. Ten Have, Vorden. (Tek. Ten Have)

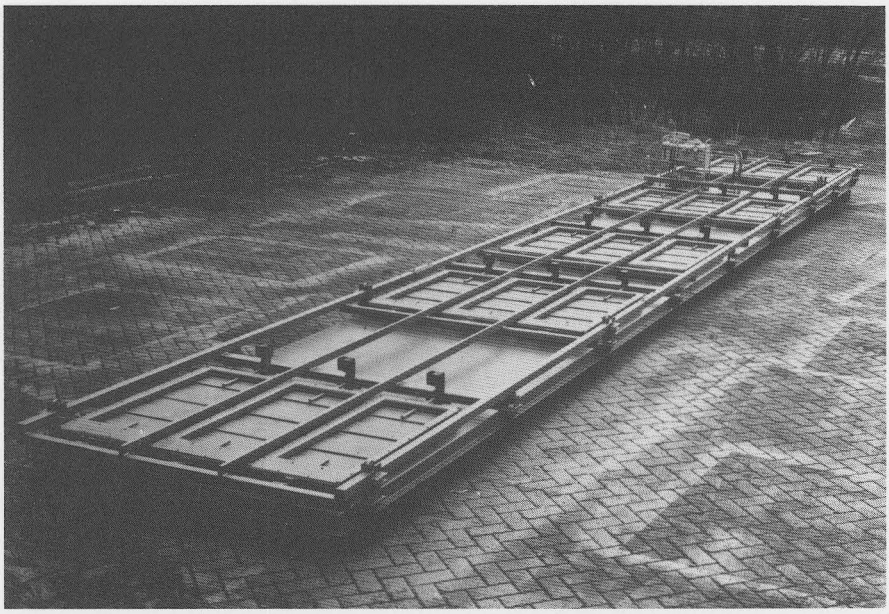
Het voordeel van grote uitlopen en de schroeftransporteur is, dat de uitlooptrechter kort wordt waardoor een besparing in hoogte wordt verkregen, zodat de nuttige inhoud per cel groter wordt. Bij losproblemen worden op de wanden van de uitloop trilplaten of trilzeven geplaatst om het silogoed los te houden.

2.2. Doseren en wegen

De uitlopen van een aantal silocellen zijn op een schuivenplateau of een schuiventafel gegroepeerd. Afb. 11.5. De schuiven worden ter plaatse met de hand bediend of elektrisch op afstand vanaf een lessenaar door middel van drukknoppen en bij procesbesturing automatisch volgens een bepaald programma. Op het Alfra schuivenplateau bijvoorbeeld, kunnen de schuiven elk afzonderlijk of in groepen hydraulisch worden bediend hetgeen de dosering vereenvoudigt. Bij andere systemen wordt de celontlader op overeenkomstige wijze voor dosering in werking gesteld. Afhankelijk van het aantal cellen worden meerdere schuivenplateaus in één rij of in meerdere rijen opgesteld.

Voor het wegen van de componenten uit de cellen, voor het samenstellen van de mengpost, wordt gebruik gemaakt van een snelweger voorzien van een grote bak of bunker, hierna weegbunkers genoemd. Afhankelijk van de maal- en mengcapaciteit wordt gewerkt met mengposten van 300 tot 5000 kg en met weegbunkers van 20 tot 5000 kg afhankelijk van het aantal componenten en de procentuele gewichten van ieder in de mengpost. Hoewel de grote weegbunkers een tamelijk grote nauwkeurigheid bezitten, worden voor componenten die in kleine hoeveelheden in de mengpost voorkomen vaak kleinere weegbunkers gebruikt bijvoorbeeld van 20, 50 of 100 kg.

De mechanische weegbunkers zijn uitgerust met een bak waarin het gewicht van de grondstoffen via een hefboomstelsel op een weegklok

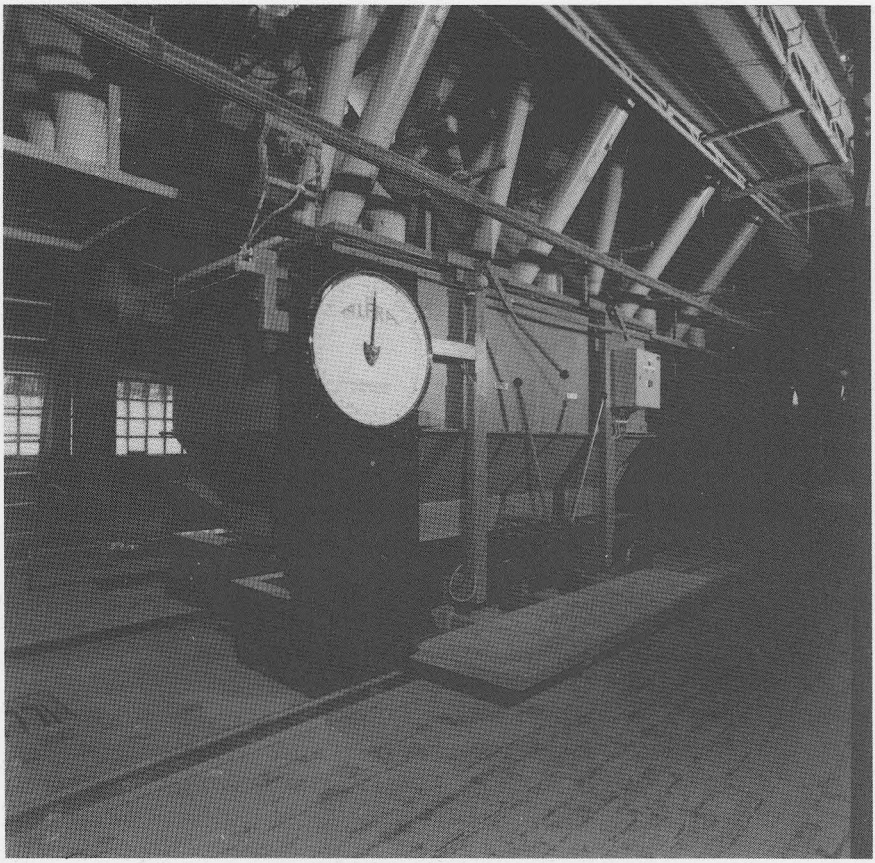


11.5. Een hydraulisch bediend schuivenplateau. Fabr. Alfra, Baldel. (Foto Alfra)

wordt overgebracht en waarbij het gewicht van de bunker door een contragewicht wordt gecompenseerd. De aflezing is op afstand mogelijk door digitale cijfers op een uitleesapparaat, waarbij oplichtende cijfers het afzonderlijke en het totaalgewicht van de samengevoegde grondstoffen aangegeven.

De weegbunkers hebben een vaste plaats – stationaire opstelling – of zijn verrijdbaar. De verrijdbare weegbunkers worden, veelal leeg, langs een rail onder een rij schuivenplateaus verplaatst. Afb. 11.6. In de vloer onder de rij plateau's bevindt zich een schroef- of een kettingtransporteur, welke aan de bovenzijde is voorzien van roosters. Bevat de betreffende weegbunker de mengpost of een deel daarvan dan wordt met handbediening de onderlosinrichting in werking gesteld waarna de bunkerinhoud in de vloertransporteur valt en naar een elevator wordt gevoerd voor verder transport naar boven.

Bij een stationaire opstelling is onder elk schuivenplateau een weegbunker geplaatst; bij de zogeheten lange bakweger monden meerdere plateaus in een lange V-vormige weegbunker uit. Afb. 11.7. De eerst genoemde bunkers zijn eveneens voorzien van een onderlosinrichting en het transport van de gewogen grondstoffen vindt op dezelfde wijze plaats als bij de verrijdbare weegbunker. De lange bakwegers lossen over de ge-



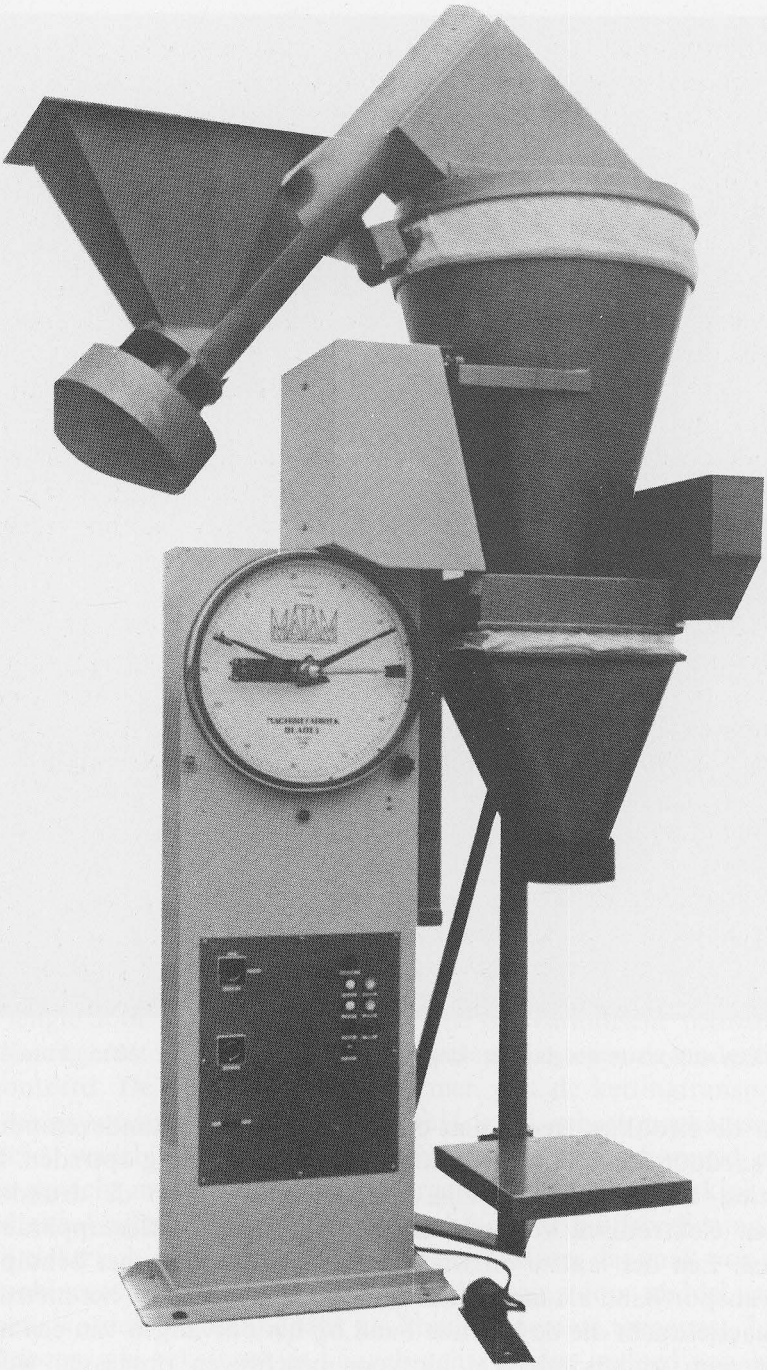
11.6. Een verrijdbare bunker-snelweger. Fabr. Alfra (Foto Alfra)

hele lengte door een electro-pneumatische of hydraulische bediening of zij zijn uitgerust met een kettingtransporteur die tegen de onderzijde is gemonteerd. De lange bakwegers vormen met de kettingtransporteur één weegsysteem. Bij Alfra bijvoorbeeld is dit geheel mechanisch uitgevoerd, waarbij de meetpunten met stangen zijn gekoppeld en het netto-gewicht mechanisch wordt overgebracht op de wijzerklok of op een digitaal cijfertableau in de centrale bij een afstandsbediening.

Bij elektrisch of elektronisch wegen, een systeem dat vaak ook wordt gecombineerd met een mechanische overbrenging door middel van hefbomen, worden o.a. drukdozen als krachtopnemers toegepast. In deze drukdozen zijn rekstrookjes aangebracht. Onder invloed van het gewicht van de grondstof ontstaat in de drukdoos een materiaaldeforma-

11.7. Een stationaire weegbunker, lange bakweger genaamd. Fabr. Alfra. (Foto Alfra)

tie. In de strookjes treedt dan een elektrische weerstandsverandering op, waardoor variaties in de elektrische brugschakeling optreden. Deze variaties, welke evenredig zijn met de belasting op de drukdozen, worden elektronisch versterkt en op een digitaal uitleesapparaat afgelezen. Een der laatste ontwikkelingen is de weging met behulp van een transportband als meetband. Het principe berust op het meten van een reactiekracht die de lopende band bij het ontvangen van een materiaalstroom ondervindt. De hiervoor beschreven processen worden wegend doseren genoemd.



11.8. Een afzakautomaat. Fabr. Matam, Bladel. (Foto Matam)

De aflevering van het gereedprodukt vindt in bulk of in zakken plaats. Voor het vullen van de cellen in de bulkwagens wordt een verrijdbare bakweegschaal gebruikt, die onder het schuivenplateau van de gereedproduktsilo hangt, of van tussenbunkers, die met het juiste gewicht zijn gevuld. De chauffeur behoeft dan geen weeghandeling meer te verrichten, doch slechts de schuif openen. Voor het vullen en wegen van zakken wordt o.a. gebruik gemaakt van een elektrisch bediende afzakautomaat. Deze bestaat uit een doseerbunker, die verlengd kan worden tot op de bedieningsvloer, een weegbak, een afzaktrechter en een weegklok die de doseerinrichting bestuurt. Deze inrichting is voorzien van twee instelbare wijzers waarop afslagcontacten voor de grof- en de fijndosering zijn aangebracht. Na iedere weging vindt een automatische nul-controle plaats. Het vullen van de zak verloopt voor de grofdosering aanvankelijk snel tot het afslagcontact; bijvullen voor de fijndosering vindt vervolgens langzaam plaats. Bij het bereiken van het ingestelde gewicht valt na het bedienen van een voetschakelaar de inhoud via de afzaktrechter in de zak. Afb. 11.8.

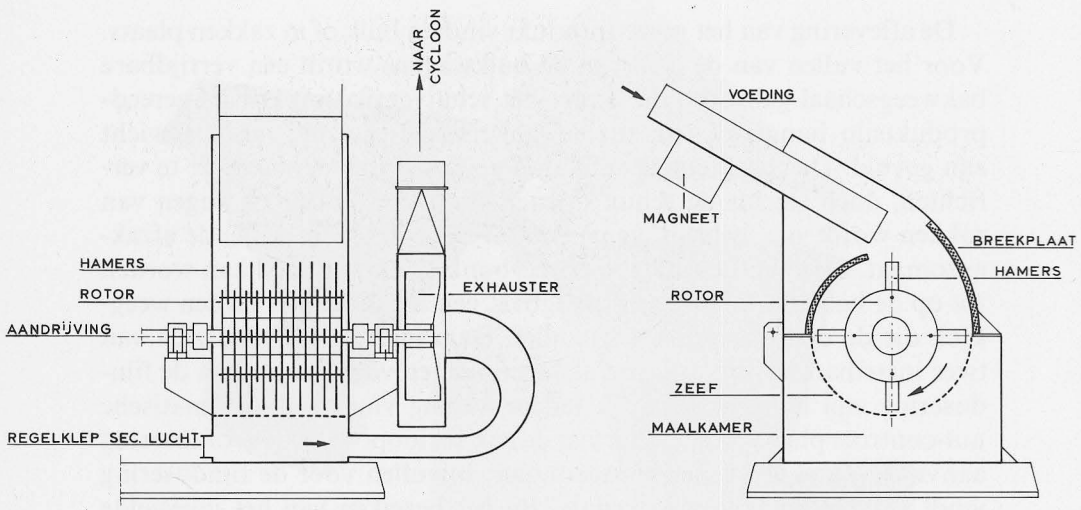
Bij grote installaties vindt het vullen en wegen van de zakken uit de bunker automatisch plaats of kan het vul- en weegsysteem door één persoon vanaf zijn zitplaats worden bediend. De zakken worden mechanisch verder getransporteerd. Voor deze systemen worden speciale zakken van kraftpapier gebruikt, ventielzakken genaamd.

2.3. De hamermolen

Een hamermolen is voor het malen van veevoeder een universele maalmachine, d.w.z. geschikt voor het malen van korrelvormige, geperste, vezelachtige en meelvormige produkten. In het bijzonder droge, harde korrels zijn gunstig voor een hamermolen. Een taaie huid of dop, zoals bij haver- en gerstkorrels, wordt door ruwe kunststenen met een daarvoor aangepast scherpsel beter versneden dan door een hamermolen. Voor het malen van baktarwe is de hamermolen ongeschikt, omdat de zemelen worden fijngemalen waardoor het meel een grauwe kleur krijgt. Bovendien voelt het griezig aan.

De molen heeft relatief kleine afmetingen doch een grote capaciteit. De kleinere molens hebben een vermogen van 20 tot 60 PK; de grotere molens 75 tot 300 PK (14,7 tot 44,2; 55,2 tot 220,8 kW).

De zeefperforatie, de toestand van de hamers en de afstand tussen de hamers en het zeef hebben een grote invloed op het krachtverbruik en de capaciteit. Moeilijk maalbare produkten of mengsels hebben daarop een grotere invloed dan harde korrelvormige produkten.

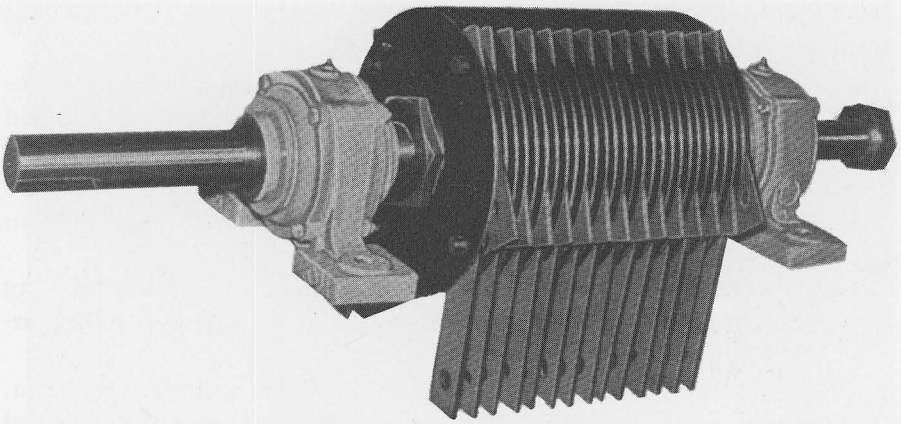


11.9. Schematische doorsnede van een populaire hamermolen uit de jaren vijftig en zestig met een aangebouwde exhauster.

De hamermolens zijn van Amerikaanse oorsprong en deden rond de jaren dertig hun intrede in Europa. Bij de molenaars, die toen uitsluitend met stenen maalden, stuitte de hamermolen op veel tegenstand. Zij waren bevreesd voor concurrentie, aangezien voor de bediening praktisch geen vakkennis nodig is.

Een nadeel vormden in de beginperiode de hoge energiekosten van de elektrische aandrijving. Voor de coöperatieve maalderijen waren deze minder bezwaarlijk dan voor de zelfstandige korenmolenaars. In de maalderijen van deze molenaars werden de molenstenen aangedreven door robuste, langzaam lopende ruwoliemotoren (toerental 250-350 omw./min.) waarvan de energiekosten per PK/uur zeer laag waren. Deze motoren waren echter niet geschikt voor de aandrijving van hamermolens die voor een goede werking ongeveer 3000 omw./min. maken, zodat men op elektrische aandrijving was aangewezen.

Een hamermolen bestaat uit een huis van gelast plaatstaal waarin een rotor draait voorzien van rechthoekige plaatvormige hamers met scherpe kanten, die in rijen draaibaar in de rotor zijn opgehangen. Afb. 11.9. De rotor is statisch en dynamisch uitgebalanceerd. De fa. Kleinbussink uit Borculo past bijvoorbeeld ook ringvormige hamers toe. De meeste hamers hebben een dikte van 6 mm, soms echter 10 mm, en zijn vervaardigd van gecementeerd staal. Het hameroppervlak wordt door dit procédé op een diepte van enige millimeters hard; het hamerlichaam blijft echter taai. Afb. 11.10.



11.10. De rotor van een hamermolen. Fabr. Ottevanger. (Foto Ottevanger)

De maalkamer wordt gevormd door een rond of een halfrond zeef, voorzien van perforaties met een diameter van 1,75 tot 6 mm, dat zich op gelijke afstand rond de draaicirkel van de hamers bevindt. Deze afstand bedraagt 5 mm of minder. Bij kleinere afstanden blijven de zeefperforaties nagenoeg open, waardoor de lucht en het maalgoed beter worden doorgelaten. Is de afstand bijvoorbeeld 6 tot 10 mm, dan neemt de maalcapaciteit af. Een afstand groter dan 10 mm is te ruim.

Bij gebruik van een halfrond zeef zijn boven in de maalkamer breekplaten of slaglijsten aangebracht. Op deze breekplaten, die bij de invoer van het maalgoed beginnen, wordt de eerste maalwerking uitgevoerd waardoor een grotere slijtage in het eerste deel van de zeef wordt tegengegaan.

De rotor is direkt gekoppeld aan een elektromotor en heeft een toerental van ongeveer 3000 omw./min., hetgeen bij de meeste hamermolens overeenkomt met een omtreksnelheid van 80 tot 100 m/s.

In 1976-77 kwam een aantal fabrieken met een hamermolen met een toerental van ongeveer 1500 omw./min. Aangezien de omtreksnelheid van de hamers de voornoemde waarde moet bereiken, is de rotordiameter tweemaal zo groot als die bij de machine met 3000 omw./min. De maalwerking vindt plaats door een botsende, schurende en snijdende werking. Daarom is het noodzakelijk dat de te malen produkten zoveel mogelijk metaal raken. Is bijvoorbeeld de toevoer van het maalgoed te groot of de afstand tussen de zeef en de draaicirkel van de hamers te groot, dan botst het maalgoed onderling te sterk hetgeen grover meel tot gevolg heeft. Rondgaande zeven hebben een onderbreking zodat de

baan van het maalprodukt wordt gewijzigd en een turbulentie ontstaat waardoor het botsingseffect wordt verhoogd.

De scherpe rechthoekige kanten van de hamers en de scherpe borinringen van de zeefperforaties slijten op de duur af, waardoor de fijnheid van het meel verandert. De hamers zijn echter voorzien van twee gaten zodat zij nog driemaal in de draairichting gekeerd kunnen worden.

Vanaf de jaren zeventig zijn de hamermolens uitgerust met de volgende bijzondere voorzieningen:

1. De draairichting kan worden omgekeerd door gebruikmaking van een poolomschakelbare motor, zodat de hamers slechts eenmaal verwisseld behoeven te worden;
2. de zeven kunnen verwisseld worden zonder de molen stil te zetten.

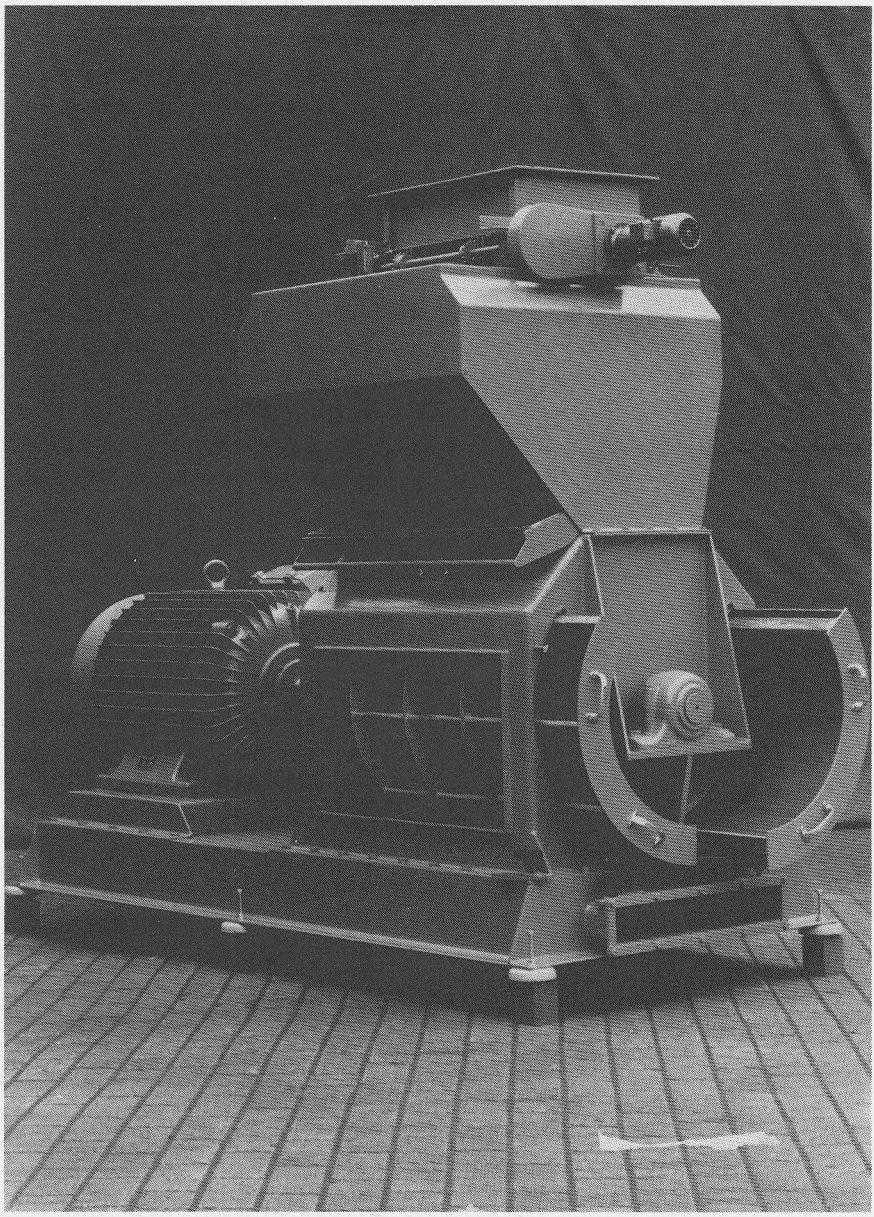
Indien een andere meelfijnheid wordt verlangd of een ander mengsel moet worden gemalen, wordt een zeef met een andere perforatie ingezet. Het verwisselen vindt plaats na het demonteren van de kap van de maalkamer of door het openen van een zijpaneel.

Voor het in bedrijf verwisselen en het op afstand bedienen van de zeven hebben de fabrikanten verschillende constructies ontwikkeld, zoals:

1. De zeven worden door een tandheugel of schroefspil aangedreven door een elektromotor zijwaarts uit de maalkamer geschoven. De zich aan de andere zijde van de hamermolen bevindende zeven worden vervolgens op dezelfde wijze in de maalkamer gebracht. De spleten in de zijwanden worden door borstels afgesloten.
2. Steekzeven worden in vertikale richting door de maalkamer geschoven.
3. De molen is voorzien van een kantelinrichting waarop drie zeven zijn geplaatst.

De noodzakelijke fijnheid van het meel is afhankelijk van de grondstoffen en de eventuele verdere bewerking van het meel. Een mengsel van harde en vezelachtige stoffen laat zich beter vermalen dan uitsluitend vezelachtige stoffen. Meel voor de perserij dient fijn te zijn. Naarmate de fijnheidsgraad groter is, laat het zich beter persen; de bindende werking wordt mede onder invloed van warmte en vocht gunstiger.

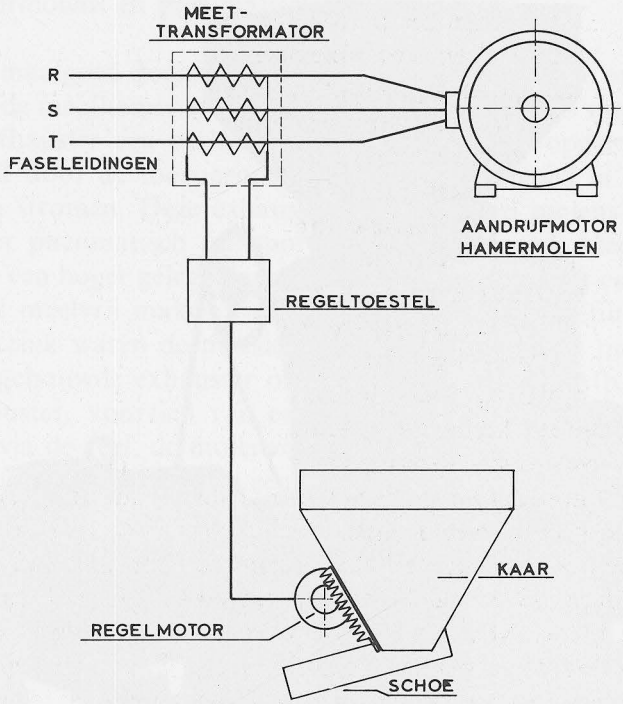
De fijnheidsgraad van meelvormige mengvoeders wordt bepaald door het gebruik. Voeders voor pluimvee worden bij voorkeur grof gemalen doch met een gelijkmatige fijnheid, anders gaan de dieren het voer selecteren. Voeders voor rundvee en paarden kunnen afhankelijk van de leeftijd eveneens grof worden gemalen. Voeders voor varkens moeten fijn worden gemalen.



11.11. Hamermolen zonder exhauster met geopende maalkamer en verwisselbare zeven voor een vermogen van 75-220 PK (55-160 kW). Op de molen een doseerapparaat. Fabr. Wijnveen, Voorthuizen. (Foto Wijnveen)

Voor fijn meel worden zeefperforaties met een diameter van 1,5 t/m 2,75 mm toegepast. Een vrij algemeen toegepaste zeefperforatie is 2,5 mm. Voor het ene maalprodukt geeft een zeefperforatie van 2,5 mm echter een even fijn meel als voor een ander produkt een van 2 mm. In het algemeen zijn de meeldeeltjes of partikels kleiner dan 1/3 van de doorsnede van de zeefperforatie. Over de keuze van de zeefperforatie en de daarbij behorende fijnheid lopen de meningen nogal uiteen. Bij toenemende fijnheid nadert de verteerbaarheid en de smakelijkheid een grens. Bij te fijn meel en poedermeel kan de elektrostatische lading van de meeldeeltjes een rol spelen waardoor plaatselijke opeenhopingen ontstaan. Bovendien kunnen ontmengingen van bijvoorbeeld microstoffen optreden. De gelijkmatigheid van de meeldeeltjes is bij toepassing van een kleine zeefperforatie verschillend. Naast zeer fijne deeltjes komen grovere deeltjes voor. Bij grotere perforaties, bijvoorbeeld vanaf 4 mm, zal het percentage te grote meeldeeltjes relatief klein zijn. Door de grotere meeldeeltjes met behulp van sorteer- of korfzeven af te scheiden en opnieuw te malen neemt de capaciteit van de hamermolen bij dezelfde energiekosten en nagenoeg gelijkblijvende meelfijnheid sterk toe. Men zou dus in twee trappen kunnen malen. De grootte van de zeefperforaties, de afmetingen van de maalkamer en het motorvermogen moeten echter op elkaar zijn afgestemd. Een korfzeef, die in grote lijnen op een centrifugaalbuil gelijkt, kan tevens worden gebruikt om het meel te ontdoen van vreemde bestanddelen die de matrijs van de pers kunnen beschadigen.

Het maalgoed wordt uit een wachtbunker door een toevoer- of doseerapparaat in de hamermolen gevoerd. In de koker boven de molen is een sterke magneet geplaatst om ijzeren verontreinigingen af te scheiden. Het toevoerapparaat wordt bij kleinere hamermolens door de molenas aangedreven. Om de molen echter zonder toezicht met de juiste capaciteit te belasten wordt het toevoerapparaat automatisch bestuurd. De meeste toevoerapparaten doseren met behulp van een tril- of schudbeweging, een band, walsen of met een doseerschroef, waarbij de snelheid van de aandrijfmotor, de intensiteit van de schudbeweging of de stand van de schuif in het toevoerapparaat door een stuurautomaat wordt geregeld... De regeling funktionneert op basis van variaties in de stroomsterkte van de aandrijfmotor van de molen. Daartoe wordt in de faseleidingen van de schakelapparatuur van de aandrijfmotor een meettransformator geplaatst waarin de opgewekte (secundaire) spanning varieert als de stroomsterkte in de faseleidingen varieert tengevolge van de wisselende belasting van de aandrijfmotor. Deze spanning wordt toegevoerd aan een versterker in de stuurauto-

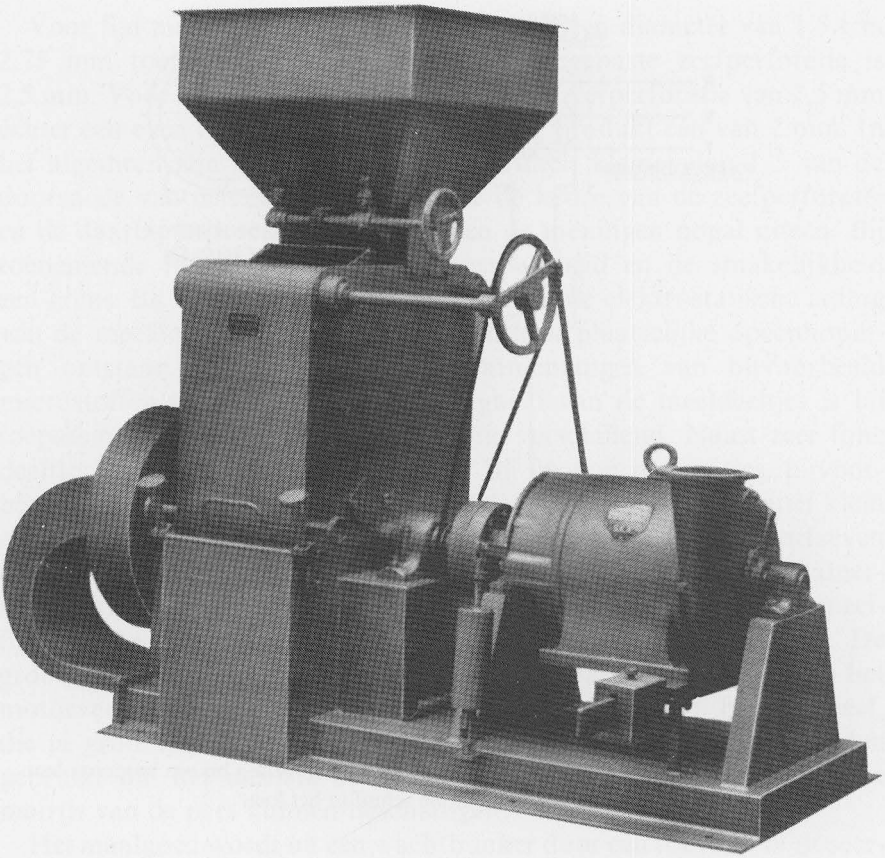


11.12. Principe van een eenvoudige maalgoed-toevoerregeling bij een hamermolen door verstelling van de schuif in het kaar.

maat, die de commando's doorgeeft aan het regelorgaan van het toevoerapparaat. Dit regelorgaan kan bestaan uit een servomotor, die zowel linksom als rechtsom kan draaien welke een tandheugel op de regelschuif bedient. Afb. 11.12. Bij andere regelinrichtingen wordt bijvoorbeeld de band- of schroeftransporteur of de schudgoot aangedreven door een gelijkstroommotor, die konstant wordt bekrachtigd. Door de ankerspanning met de stuurautomaat te variëren wordt het toerental van de gelijkstroommotor geregeld en daarmede de snelheid van het transportorgaan in het toevoerapparaat.

Leegloop of overdosering wordt met behulp van meldcontacten gesignaleerd.

De fa. Van Aarsen uit Panheel (L.) paste voor de kleinere molens een mechanische regeling toe, gebaseerd op het koppel dat de draaiende aandrijfmotor van de molen uitoefent. De aandrijfmotor is daarvoor aan de as opgehangen. Afb. 11.13. De kantelende beweging wordt door middel van een stangenstelsel overgebracht op de klep in het toevoer-



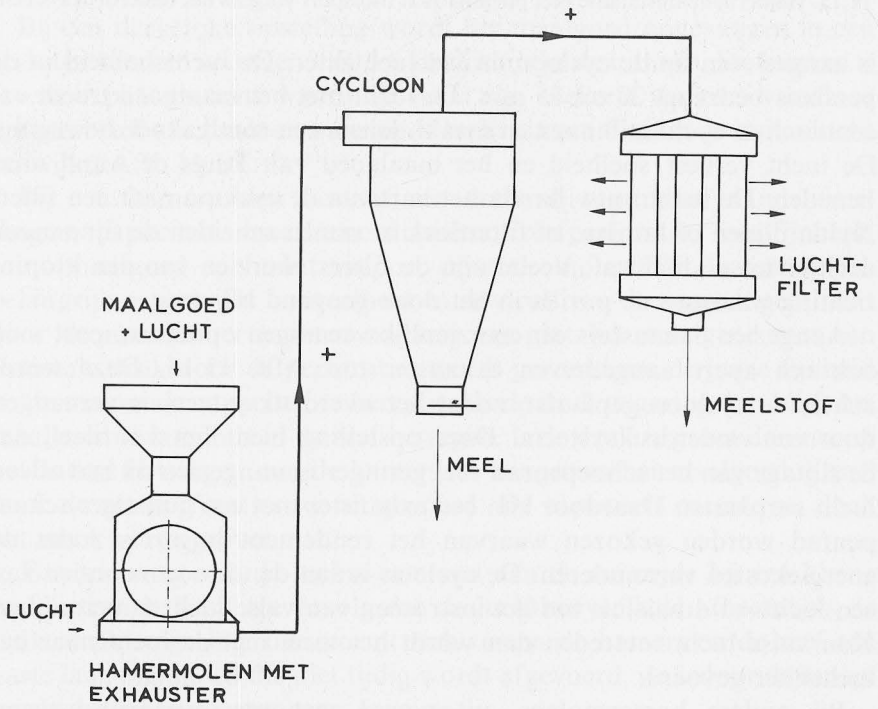
11.13. Een hamermolen met aangebouwde exhauster uit de jaren vijftig en zestig voorzien van een mechanisch uitgevoerde automatische toevoerregeling. Fabr. Van Aarsen, Panheel. (Arch.)

apparaat of van het kaar boven de molen. De motor is uitgebalanceerd met een contragewicht. Een hydraulische trillingdemper voorkomt overmatige bewegingen. Naarmate de aandrijfmotor zwaarder wordt belast, wordt het koppel groter, derhalve neemt ook de slag uit de vertikale stand toe, waardoor de toevoerklep zich sluit. Bij een bepaalde belasting is er evenwicht in de stand van de motor en de opening onder de toevoerklep.

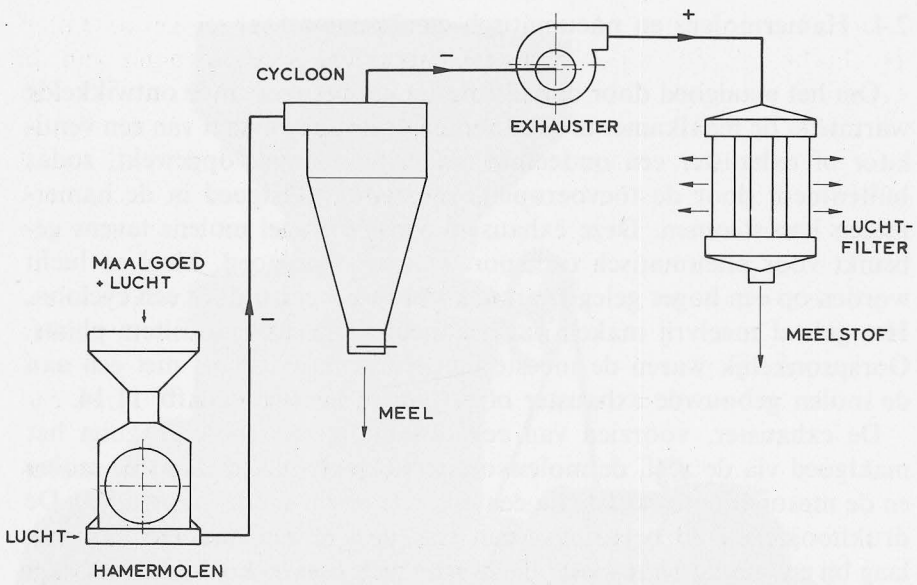
2.4. Hamermolens en pneumatisch meeltransport

Om het maalgoed door de perforaties van het zeef en de ontwikkelde warmte in de maalkamer af te voeren, wordt door middel van een ventilator of exhauster een onderdruk in de maalkamer opgewekt, zodat buitenlucht door de toevoeropening van het maalgoed in de hamermolen kan stromen. Deze exhauster wordt bij veel molens tevens gebruikt voor pneumatisch transport van het maalgoed. Meel en lucht worden op een hoger gelegen niveau weer gescheiden door een cycloon. Het geheel meelvrij maken van de lucht vindt met stoffilters plaats. Oorspronkelijk waren de meeste hamermolens uitgerust met een aan de molen gebouwde exhauster of hogedruk ventilator. Afb. 11.14.

De exhauster, voorzien van een eenvoudig schoepenrad, zuigt het maalgoed via de zeef, de molenvoet en de onderbak waarop de molen en de motor zijn geplaatst, via een dubbele bocht uit de maalkamer. De drukhoogte en de beladingsgraad van deze exhausters zijn tamelijk laag bij een relatief hoog energieverbruik. De perszijde van de exhauster



11.14. Hamermoleninstallatie met pneumatisch transport volgens het overdruk-systeem.



11.15. Hamermoleninstallatie met pneumatisch transport volgens het onderdruksysteem.

is aangesloten op de cycloon en het luchtfilter. De luchtsnelheid in de persbuis bedraagt 20 tot 25 m/s. De lucht met het maalgoed treedt excentrisch de cycloon binnen en maakt daarin een rondgaande beweging. De lucht verliest snelheid en het maalgoed valt langs de wand naar beneden. De lucht ontwijkt via het hart van de cycloon naar een filter. Nylon pijpen of kousen, of filterdoek in ramen scheiden de fijne meeldeeltjes uit de lucht af. Veelal zijn de filters voorzien van een klopinrichting waarmee de poriën in het doek geopend blijven.

Aangezien exhausters een aanzienlijk vermogen opnemen, past men ook een apart aangedreven exhauster toe. Afb. 11.15. Deze wordt achter de cycloon geplaatst, zodat het overdruksysteem is vervangen door een onderdruksysteem. Deze opstelling biedt het voordeel, dat de slijtage van het schoepenrad veel geringer is, aangezien dit rad alleen lucht verplaatst. Daardoor kan een exhauster met een gunstiger schoepenrad worden gekozen waarvan het rendement hoger is zodat de energiekosten verminderen. De cycloon is aan de uitloop voorzien van een lucht- of draaisluis om het instromen van valse lucht te vermijden. Kan valse lucht toetreden dan wordt het meel met de lucht naar het luchtfilter gevoerd.

Bij oudere hamermolens, uitgevoerd met een overdruksysteem, wordt de exhauster wel eens losgekoppeld en voorzien van een eigen

aandrijfmotor, zodat het vermogen van de motor geheel aan de molen beschikbaar komt. Bij de meeste maalkamers is een toename van de capaciteit mogelijk. Bij middelgrote hamermolens van 60 tot 100 PK (44,2 tot 73,6 kW) komt hierdoor een vermogen van 10 tot 15 PK (7,4 tot 11 kW) vrij. Kleine hamermolens van 20 tot 30 PK (14,7 tot 22 kW) worden ook zonder exhauster uitgevoerd. De rotor van de molen bouwt daarbij een zodanige druk op dat het maalgoed enige meters in hoogte kan worden opgevoerd.

In middelgrote en grote veevoederfabrieken wordt de hamermolen-installatie boven in het machinegebouw geplaatst. Deze opstelling heeft enige voordelen:

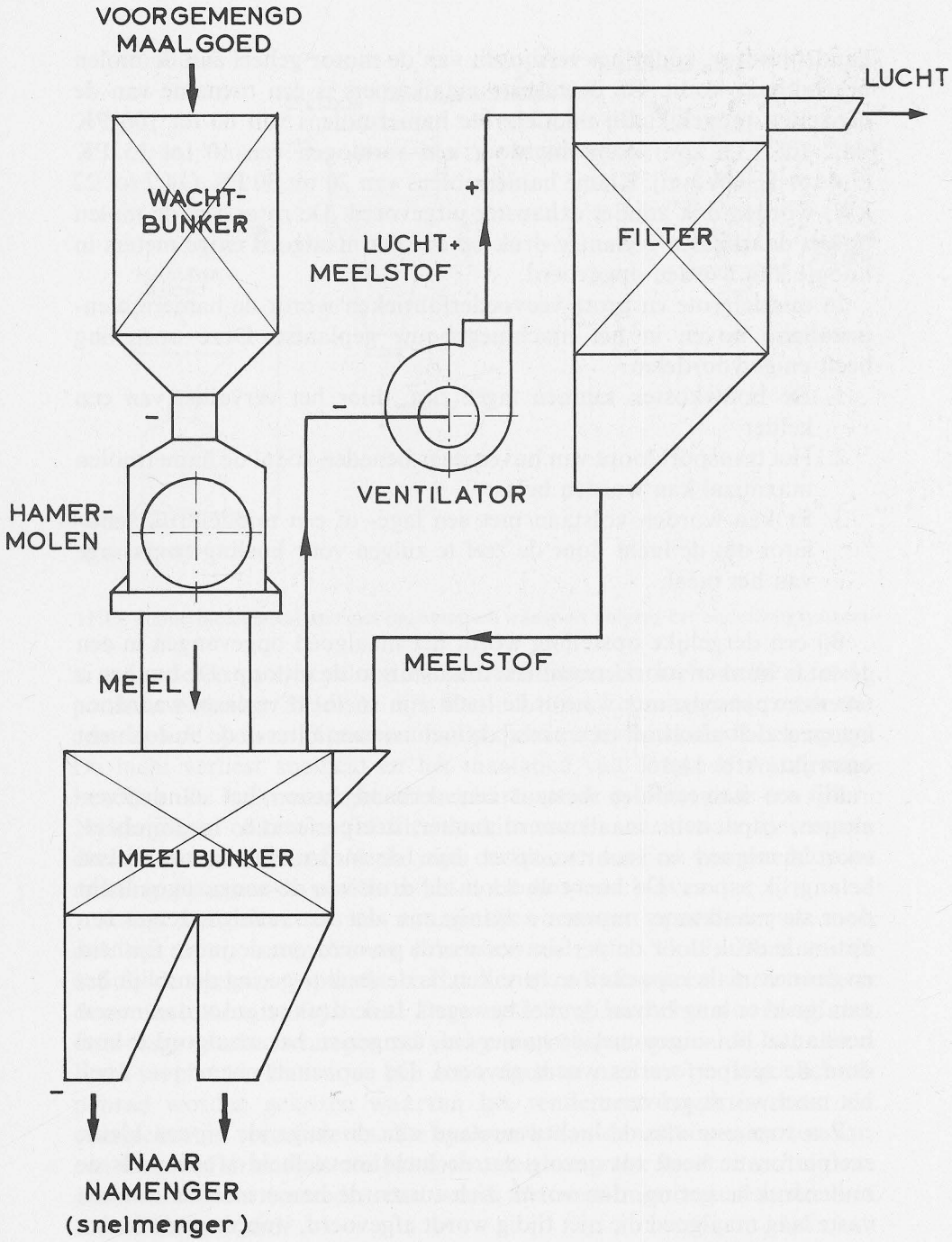
1. De bouwkosten kunnen lager zijn, door het vervallen van een kelder
2. Het transport loopt van boven naar beneden zodat de hamermolen maximaal kan worden belast
3. Er kan worden volstaan met een lage- of een middeldruk-ventilator om de lucht door de zeef te zuigen voor koeling en passage van het meel.

Bij een dergelijke opstelling wordt het maalgoed opgevangen in een gesloten bunker voorzien van een draaisluis in de uitloop. De bunker is tevens expansieruimte waarin de lucht zijn snelheid verliest, waardoor het meel zich afscheidt en waarbij de lucht via een filter in de buitenlucht ontwijkt. Afb. 11.16.

Bij een hamermolen bestaat een verband tussen het aandrijfvermogen, capaciteit, maalkamerdiameter, zeefperforatie, meelfijnheid, soort maalgoed en luchttransport door de molen. Dit laatste is een belangrijk aspect. De hoeveelheid en de druk van de aangezogen lucht door de maalkamer moeten zodanig zijn dat het maalgoed met een optimale druk door de perforaties wordt gevoerd om de juiste fijnheid en de maximale capaciteit te bereiken. Is de druk te gering dan blijft het maalgoed te lang boven de zeef bewegen. Is de druk te groot dan neemt het aantal botsingen met de hamers af, aangezien het maalgoed te snel door de zeefperforaties wordt gevoerd. De capaciteit neemt toe, doch het meel wordt grover.

Een toename van de luchtweerstand aan de zuigzijde bij een kleine zeefperforatie heeft tot gevolg dat de luchthoeveelheid afneemt. Is de onderdruk te gering, dan vormt zich tussen de hamers en de zeef een vaste laag maalgoed die niet tijdig wordt afgevoerd, waardoor de molen op de duur kan verstoppen.

De luchttoevoer naar de opstellingsruimte van de molen, in het bij-



11.16. Verplaatsing van het maalgoed door zwaartekracht-transport (gewicht van het maalgoed). De hamermolen is hoog in de machineruimte geplaatst.

zonder bij de opstelling in een kelder of put, moet onbelemmerd zijn. Wordt deze door te nauwe openingen gehinderd, dan treedt in de opstellingsruimte een onderdruk op, waardoor de capaciteit van de molen nadelig wordt beïnvloed. Ook de luchtkoeling van de motor neemt in deze stofrijke omgeving af.

In de onderbak van de hamermolen zijn bij een overdruksysteem regelbare luchttoevoeropeningen aangebracht, die als 'bijpas' fungeren. Met behulp van deze openingen kan de luchthoeveelheid door de maalkamer in zekere mate geregeld worden.

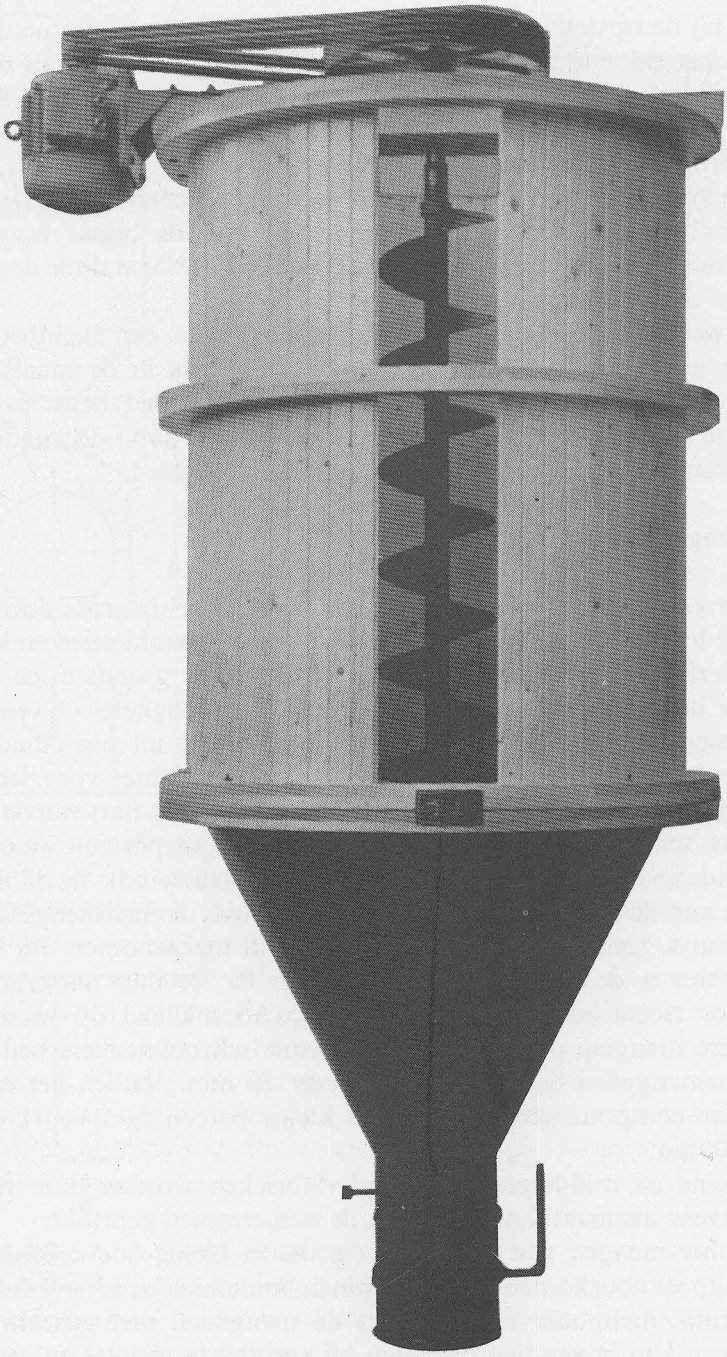
Aan weerszijden van de maalkamer werd soms een luchttoevoeropening aangebracht waardoor de lucht zijwaarts in de maalkamer kan stromen. Hiermede wordt beoogd het maalgoed beter over de hamers te verdelen, zodat de slijtage van de hamers nabij de wanden als gevolg van terugkaatsend maalgoed wordt verminderd.

2.5. Mengmachines

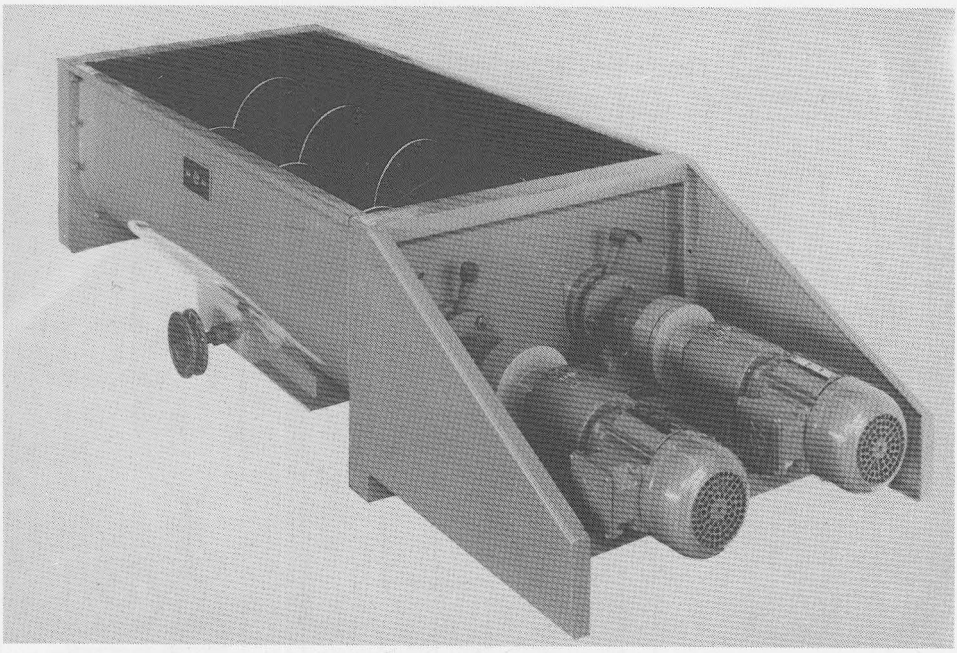
Mengvoeders bevatten componenten die in tamelijk grote doch ook in kleine hoeveelheden voorkomen. In de meeste maalderijen en kleine veevoederfabrieken wordt voor het mengen van de grondstoffen evenals voor het namengen van het maalgoed een mengketel of vertikale schroefmenger gebruikt. Afb. 11.17. Deze bestaat uit een cilindrisch bovendeel van hout of plaatstaal en een uitlooptrechter voorzien van een aftapmond met een schuif of een afsluitklep. In het hart van de ketel draait een schroef die het menggoed naar boven transporteert waardoor een circulatie en menging van de produkten plaatsvindt. In de aftapmond is aan de schroefas een roerarm bevestigd, die het mengsel naar boven stuwt, zodat het door de schroef wordt meegenomen. Bij latere constructies is de aftapmond zijdelings in de trechter aangebracht. Daardoor treedt een ongelijkmatige circulatiesnelheid op waardoor een betere menging ontstaat. Bij de gewone schroefmengers bedraagt voor ruwmenggoed de mengtijd ongeveer 20 min.; indien het menggoed fijne componenten bevat die in kleine percentages voorkomen, 40 tot 60 min.

In kleine en middelgrote veevoederfabrieken worden deze mengketels tevens als maalbunkers boven de hamermolen gebruikt.

Voor het mengen van componenten die in kleine hoeveelheden in een mengpost voorkomen zoals vitaminen, mineralen en actieve stoffen, die moeilijk mengbaar zijn, voldoet de mengketel niet geheel. Enig ontmengen kan bovendien optreden bij verschil in grootte en gewicht van de meeldeeltjes. Kleinere veevoederbedrijven voegen dan ook



11.17. Mengketel of vertikale schroefmenger. Fabr. Van den Berg. (Arch.)

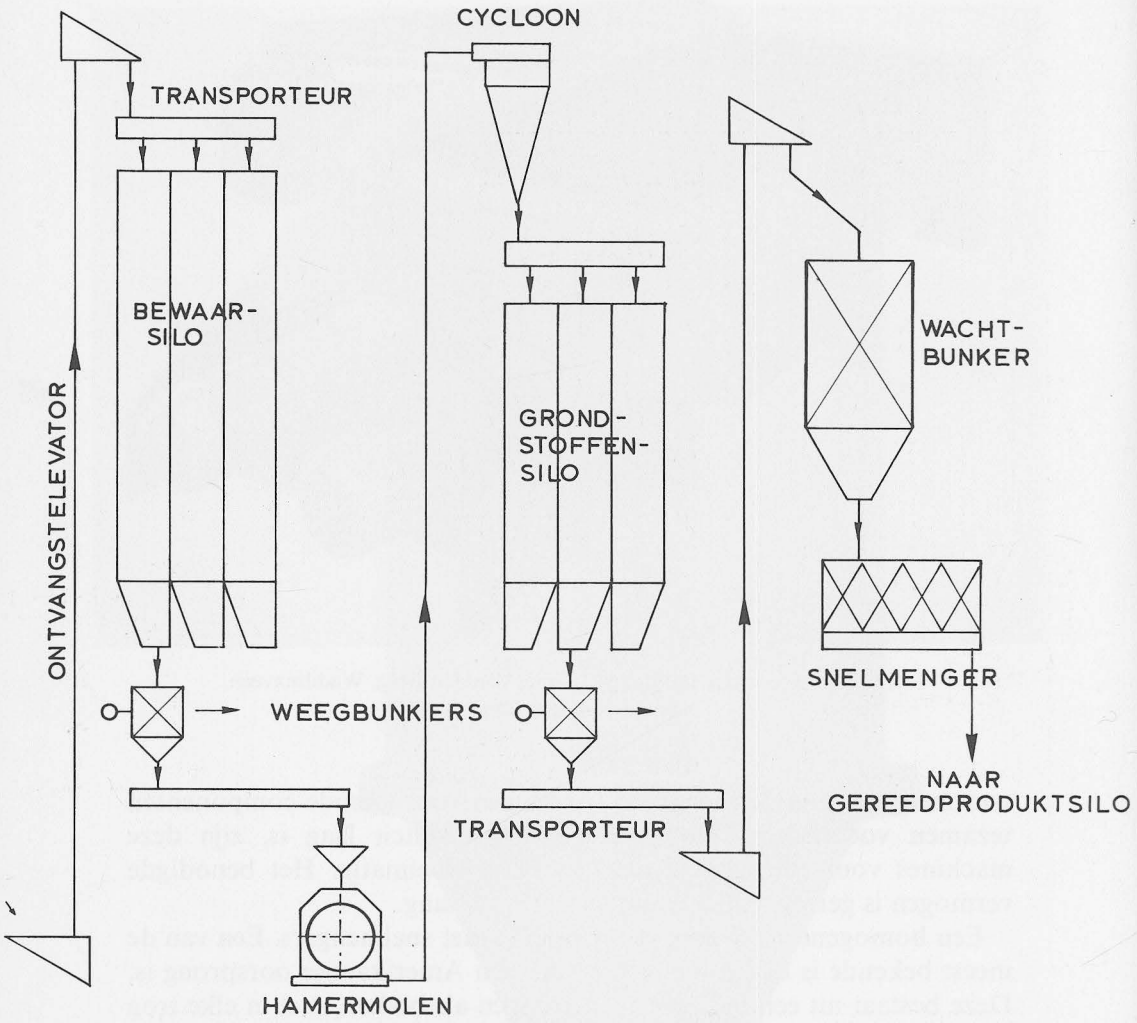


11.18. Een twee-assige lintmenger. Fabr. Van den Berg, Waddinxveen.
(Foto Van den Berg)

voormengsels aan de mengpost toe waarin voornoemde componenten tezamen voorkomen. Hoewel de mengcapaciteit laag is, zijn deze machines voor eenvoudige mengsels zeer doelmatig. Het benodigde vermogen is gering en het energieverbruik is laag.

Een homogene verdeling wordt bereikt met snelmengers. Een van de meest bekende is de lintmenger, welke van Amerikaanse oorsprong is. Deze bestaat uit een bak met twee troggen als bodem, met in elke trog een as voorzien van een schroeflint. De richting van de spoed is gelijk, doch de assen draaien tegengesteld aan elkaar. Afb. 11.18. Bij lintmengers met één trog is op de as een schroeflint met linkse en rechtse spoed aangebracht. Met een lintmenger wordt in korte tijd, dit is in ca. 3 tot 4 min., een homogeen mengsel bereikt dat snel door de bodem kan worden afgevoerd.

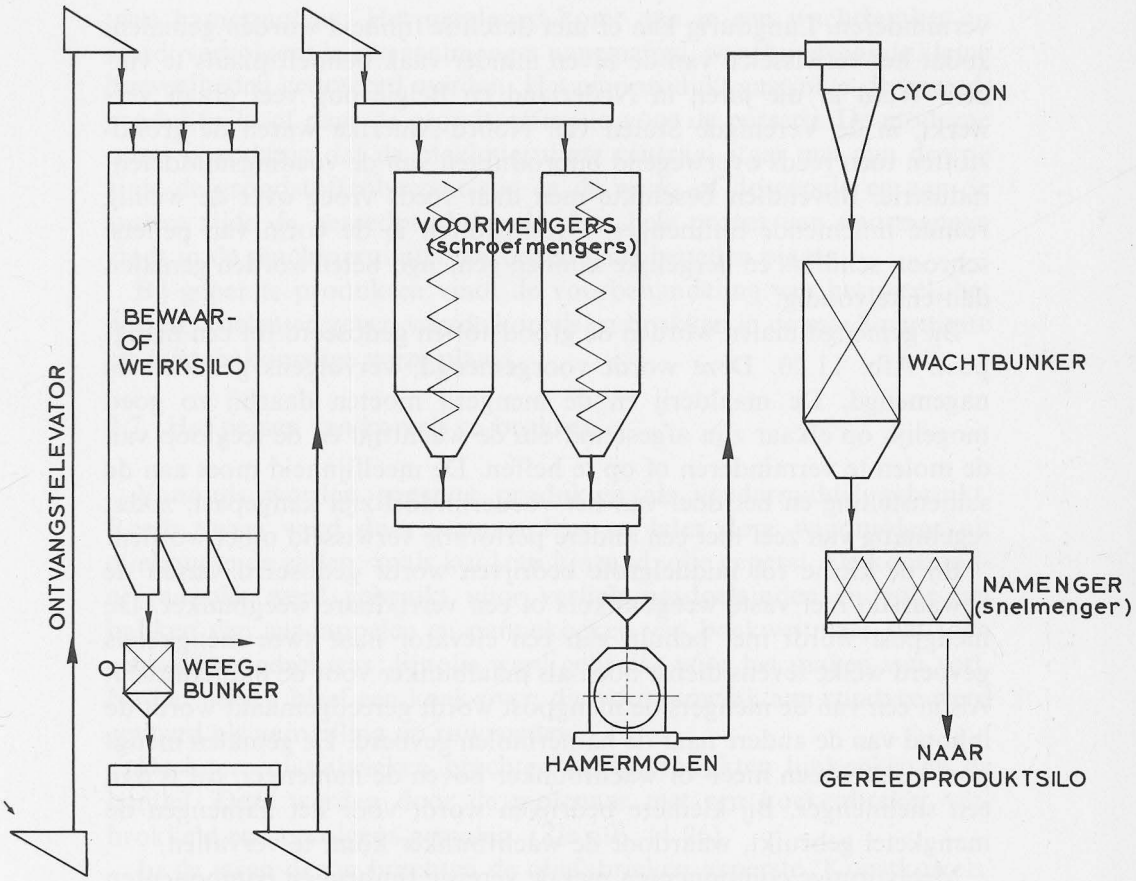
Een ander type snelmenger is de Nauta- en Vriecomenger. Deze machine bestaat uit een kegel en een schuinstaande schroef aan een arm welke zich draaiend langs de omtrek beweegt. Soms bestaat deze machine uit twee kegels welke tot één constructie zijn samengevoegd om een grotere inhoud te krijgen.



11.19. Het principe van enkelvoudig malen volgens het overdruk-systeem.

2.6. Enkelvoudig en gemengd malen

Bij de ontwikkeling van de industriële veevoederfabricage in de jaren vijftig ontstond de vraag welk systeem van malen gevolgd moest worden: 'eerst malen dan mengen' ook enkelvoudig malen genoemd, of 'eerst mengen dan malen' ook gemengd malen genoemd. Elk systeem had destijds zijn voor- en nadelen. In Amerika werd overwegend



11.20. Het principe van gemengd malen volgens het overdruk-systeem.

gemengd malen toegepast; in Duitsland enkelvoudig malen. Het aantal componenten in de mengpost was gering en de meeste fabrieken waren gespecialiseerd in voeders voor één diersoort.

Bij enkelvoudig malen wordt elke grondstof afzonderlijk met de vereiste fijnheid gemalen en in afzonderlijke cellen van een silo opgeslagen. Afb. 11.19. Deze cellen vormen een extra investering. Vanuit deze silo worden de gemalen produkten gedoseerd tot een mengpost, zoals hiervoor is beschreven, en naar een snelmenger gevoerd. Het meelvormige eindprodukt is dan gereed. Malen en mengen vinden onafhankelijk van elkaar plaats en behoeven derhalve niet op elkaar te zijn afgestemd. Geraken de cellen van de silo vol dan wordt de hamermolen stilgezet waardoor de leegloop- en de energieverliezen van de molen

verminderen. Langdurig kan er met dezelfde fijnheid worden gemalen, zodat het verwisselen van de zeven minder vaak behoeft plaats te vinden. Werd in die jaren in Nederland en België nog veel graan verwerkt, in de Verenigde Staten van Noord-Amerika waren de grondstoffen toen reeds overwegend bijprodukten van de voedingsmiddelenindustrie. Bovendien beschikte men daar reeds vroeg over de weinig ruimte innemende lintmenger. Grondstoffen in de vorm van pellets, schroot, schilfers en dergelijke kunnen gemengd beter worden gemalen dan enkelvoudig.

Bij gemengd malen worden de grondstoffen gedoseerd tot een mengpost. Afb. 11.20. Deze wordt voorgemengd, vervolgens gemalen en nagemengd. De maalderij en de mengerij moeten daarbij zo goed mogelijk op elkaar zijn afgestemd om de wachttijd en de leegloop van de molen te verminderen of op te heffen. De meelfijnheid moet aan de samenstelling en het doel van het voedermiddel zijn aangepast, zodat regelmatig van zeef met een andere perforatie verwisseld moet worden.

Bij de kleine tot middelgrote bedrijven wordt gedoseerd vanuit de bewaarsilo met vaste weegbunkers of een verrijdbare weegbunker. De mengpost wordt met behulp van een elevator naar twee mengketels gevoerd welke tevens dienst doen als maalbunker voor de hamermolen. Als in een van de mengers de mengpost wordt gereedgemaakt wordt de inhoud van de andere naar de hamermolen gevoerd. De gemalen mengpost komt in een meel- of wachtbunker boven de namenger, dit is dan een snelmenger. Bij kleinere bedrijven wordt voor het namengen de mengketel gebruikt, waardoor de wachtbunker komt te vervallen.

Meelvormige componenten met de vereiste fijnheid en componenten waarvan de hoeveelheid in de mengpost gering is, worden meestal rechtstreeks op de namenger gebracht. Bijzondere toevoegingen zoals melasse, olie, vloeibaar gemaakt vet, worden eveneens op de namenger gebracht. Melassetoevoeging vóór het malen kan donkerder meel tot gevolg hebben, hetgeen soms bezwaarlijk wordt geacht.

Als geen gereedprodukt-silo aanwezig is, moet de mengcapaciteit zijn afgestemd op de afzakcapaciteit. Bij capaciteiten van 5 ton per uur en hoger wordt meestal een lintmenger met een wachtbunker toegepast in plaats van meerdere schroefmengers. Aangezien de kosten daarvan nogal hoog zijn, moeten tenminste zes mengposten per uur verwerkt kunnen worden. De inhoud van de wachtbunker moet tenminste overeenkomen met de inhoud van de snelmenger.

In middelgrote fabrieken met een capaciteit van 10 tot 30 ton per uur en grote fabrieken met een capaciteit van 30 ton per uur en hoger wordt de mengpost voorgemengd in een snelmenger en gemalen met een of

twee hamermolens. Het maalgoed komt dan in een wachtbunker en wordt vervolgens in een snelmenger nagemengd, waarbij tevens de kleine hoeveelheden gedoseerd worden. Het eindprodukt gaat naar de gereedprodukt-silo of naar de grondstoffensilo voor de perserij. De moderne opzet is zodanig dat de machineruimte centraal staat met aan de ene zijde de grondstoffenbewaar-silo en de werk- of doseersilo en aan de andere zijde de gereedprodukt-silo. Het hele proces van voormengen vindt in de machineruimte van boven naar beneden plaats.

Bij geperste produkten vindt de voorbehandeling van het meel, het persen, koelen en zeven van de korrels en brokken in de machineruimte op overeenkomstige wijze plaats.

2.7. Het persen van korrels en brokken

Vanouds worden geperste produkten als voedermiddel gebruikt. Reeds vroeg werd door watermolens en later door windmolens uit oliehoudende zaden, zoals kool- en lijnzaad, olie geperst. De koolzaad- of raapolie werd gebruikt voor verlichtingsdoeleinden en voor het bakken van aardappelen en pannekoeken van boekweitmeel, dat toen een volksvoedsel was; lijnolie werd gebruikt voor het maken van verf. Na het persen bleef een koek over, die voornamelijk aan rundvee werd gevoerd als aanvulling op ruwvoeder.

De latere oliefabrieken brachten als bijprodukten lijnkoeken in de handel. Deze werden door de molenaar met een koekenbreker verbrokkeld en vervolgens gemalen. (Zie afb. 11.26)

In de jaren dertig brachten de oliefabrieken geperste 'Kunstkorrels' in de handel als speciaal voeder voor kippen. Ook andere vormen van geperst meel, die met tabletten, briketten en koekjes werden aangeduid, werden door de olie- en de veevoederfabrieken geleverd.

De middelgrote en grote veevoederfabrieken zijn tegenwoordig weer uitgerust met een perserij. Sommige grote fabrieken leveren vrijwel uitsluitend geperste mengvoeders in de vorm van korrels en brokken. Rundvee bijvoorbeeld, wordt uitsluitend met brokken gevoerd. Ook de grondstoffen voor de mengvoederindustrie van overzee worden vaak in geperste vorm – als pellets – aangevoerd.

Mengvoeder in geperste vorm heeft enige voordelen:

1. Het pneumatisch transport van de bulkauto naar de silo bij de afnemer is eenvoudig.
2. Er kan geen ontmenging in de silo optreden, zoals bij meelvormig mengvoeder het geval kan zijn.
3. Het gebruik is arbeidsbesparend.
4. De opname door de dieren geschiedt beter.

Een nadeel is, dat de perskosten de prijs verhogen.

Aan korrels en brokken worden zekere eisen gesteld. Zij moeten vast, glad en hard zijn zodat zij niet verkruimelen. De vormbestendigheid wordt bepaald door de soort en de aard der verwerkte grondstoffen, de voorbewerking van het persmeel, de grootte en de lengte van de boringen in de persmatrijs en de grootte van de persdruk. Moeilijk persbaar meel is veerkrachtig waardoor de korrels opengaan. Om de persbaarheid en de korreleigenschappen te verbeteren worden bindmiddelen toegevoegd en ondergaat het meel een bijzondere behandeling. Daartoe wordt in een bepaalde fase stoom toegevoegd of het meel wordt op een andere wijze enigszins verwarmd tot 40-60 °C. Soms wordt, vóór het meel in de pers gaat, nog stoom of een weinig water toegevoegd. Door de opname van vocht en warmte bij stoomtoevoeging treedt een zetmeelontsluiting of enige verstijfseling op. Dit heeft mede tot resultaat, dat bij varkens een betere vertering plaatsvindt.

Het in beperkte mate toevoegen van vloeibaar vet of olie, bijvoorbeeld sojaolie, verhoogt de kwantitatieve perscapaciteit zonder dat de vormvastheid afneemt. Te grote hoeveelheden vet geven echter slappe korrels.

Een van de belangrijkste toevoegingen is echter melasse, dat door zijn geaardheid niet alleen als bindmiddel doch ook als voedingsmiddel en smaakverbeteraar fungeert en daarom ook in meelvormige mengvoeders wordt toegepast. In het laatste geval bedraagt het percentage 3 tot 5%, een hoeveelheid die nauwkeurig gedoseerd en zeer fijn verdeeld moet worden.

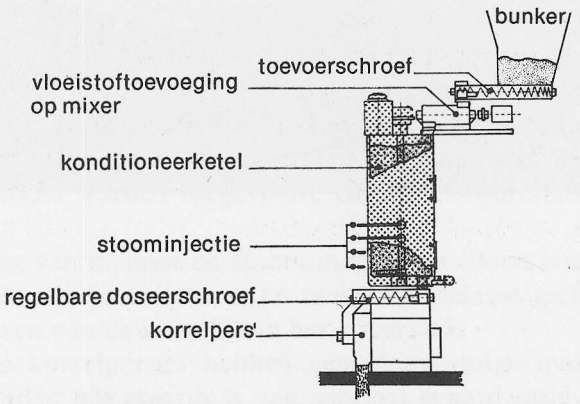
Voor het melasseren van persmeel wordt gebruik gemaakt van een mixer, bestaande uit een trog waarin messen of schoepen snel ronddraaien.

Melasse is een bijprodukt van de suikerfabricage. Niet alleen de veevoederindustrie doch ook de chemische industrie en de spiritusfabrieken zijn afnemers. In een bepaalde fase van het suikerfabricageproces wordt het sap van de suikerbieten of de suikerrietstengels tot kristallisatie gebracht. Hierbij ontstaat een brij bestaande uit suikerkristallen en stroop. Na diverse behandelingen kristalliseert geen suiker meer uit de stroop omdat de onzuiverheden het kristallisatieproces belemmeren. Dit residu is de melasse. Ook de uitgeloogde pulp van de bietensnijdsels doet dienst als veevoedermiddel.

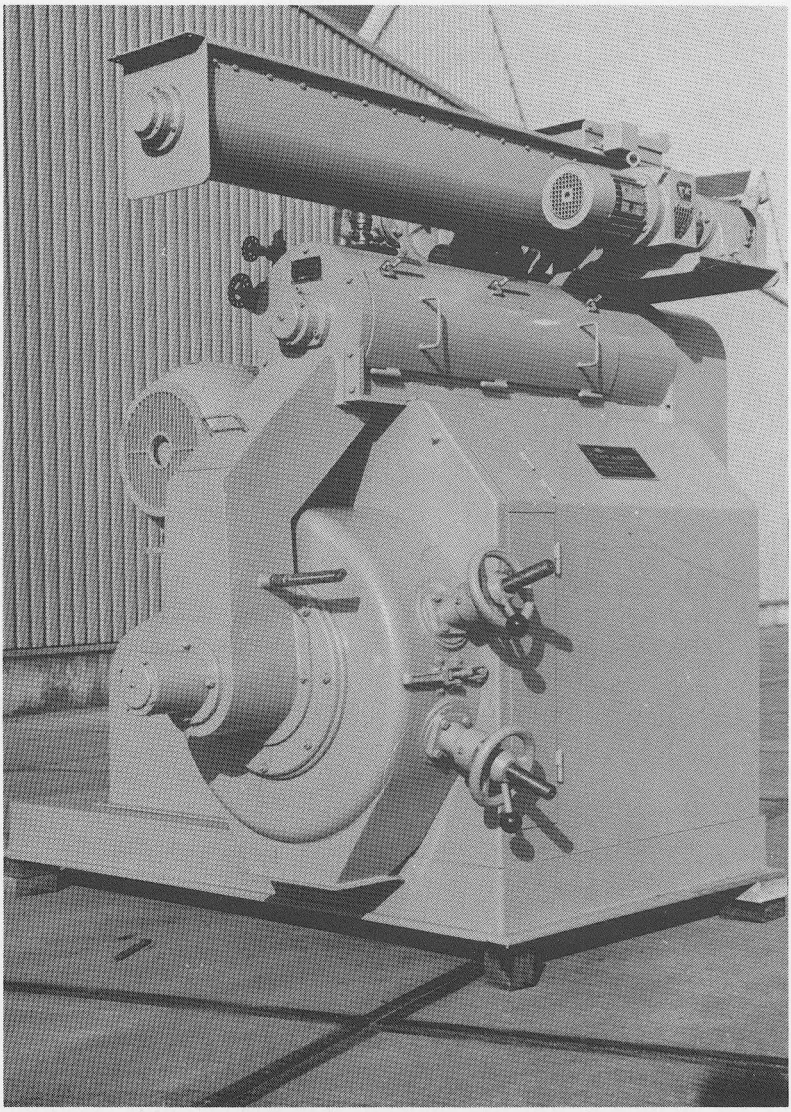
De melasse is bij de veevoederfabriek, evenals vet en olie opgeslagen in tanks. Gedoseerd wordt met een pomp vanuit een verwarmde tussentank om de melasse dun-vloeibaar te maken. De hoeveelheid wordt nauwkeurig gemeten met een volumemeter.

Hoewel het principe van melasseren en persen tamelijk eenvoudig is, worden aan het persmeel, de dosering en de voorbereiding van het persmeel kwalitatief hoge eisen gesteld om op economische wijze een fraai produkt te krijgen. Het persmeel wordt na het passeren van de namenger in een wachtbunker verzameld met een inhoud van tenminste 5 tot 10 m^3 om 3 tot 5 ton meel te kunnen bevatten. Tussen de namenger en de wachtbunker wordt vaak een controle- of een korfzeef opgesteld om verontreinigingen te verwijderen die de pers beschadigen en om een foutief mengsel af te scheiden. Het meel doorloopt vervolgens de mixer waarin de melasse wordt gedoseerd en intensief met het meel gemengd. Door middel van een automatische fijnregeling kan maximaal 10 tot 15% melasse worden toegevoegd. In een wachtbunker boven de pers kan het meel rijpen waarbij de meeldeeltjes de melasse absorberen, waardoor het persmeel homogener wordt. Door dit rijpingsproces laat het meel zich met minder druk persen, waardoor het energieverbruik en de slijtage van de matrijs en de rollen vermindert. Om zonder stagnatie van het ene op het andere persmengsel over te gaan zijn tenminste twee wachtbunkers nodig. Het is dan tevens mogelijk een afgekeurd mengsel af te scheiden en op te vangen.

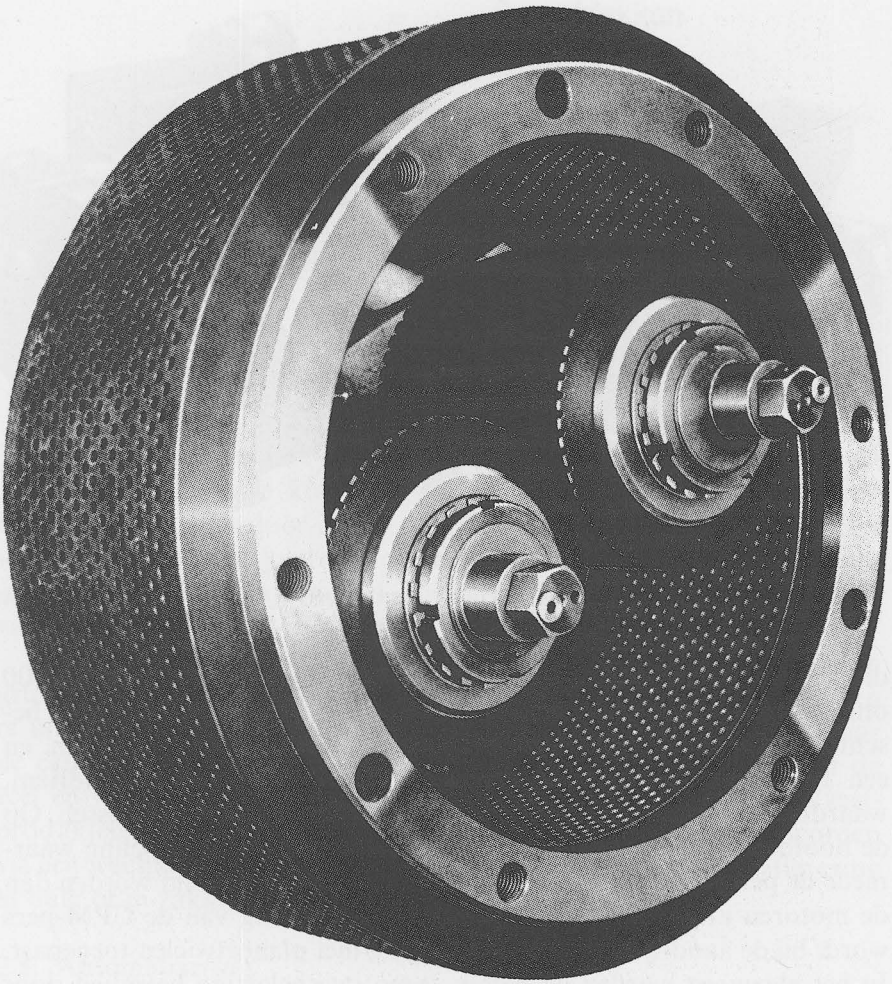
Het rijpingsproces in wachtbunkers wordt verdrongen door conditioneerketels voorzien van een roerwerk, waarin vocht en warmte met behulp van stoom worden toegevoerd. Afb. 11.21. Het persgoed wordt met een doseerschroef of toevoermixer aan de voorzijde in de pers gevoerd. Bij andere constructies is een conditioneermixer, waarin



11.21. Een persinstallatie bestaande uit: een mixer, een conditioneerketel, een doseerschroef en een korrelpers. Fabr. Van Aarsen, Panheel. (Afb. Van Aarsen)



11.22. Korrelpers. De pers bevindt zich in het ronde huis aan de voorzijde.
In de grote kast achter de pers bevindt zich de aandrijving.
Op de pers een conditioneer- en een toevoermixer. Fabr. Van Aarsen. (Foto Van Aarsen)

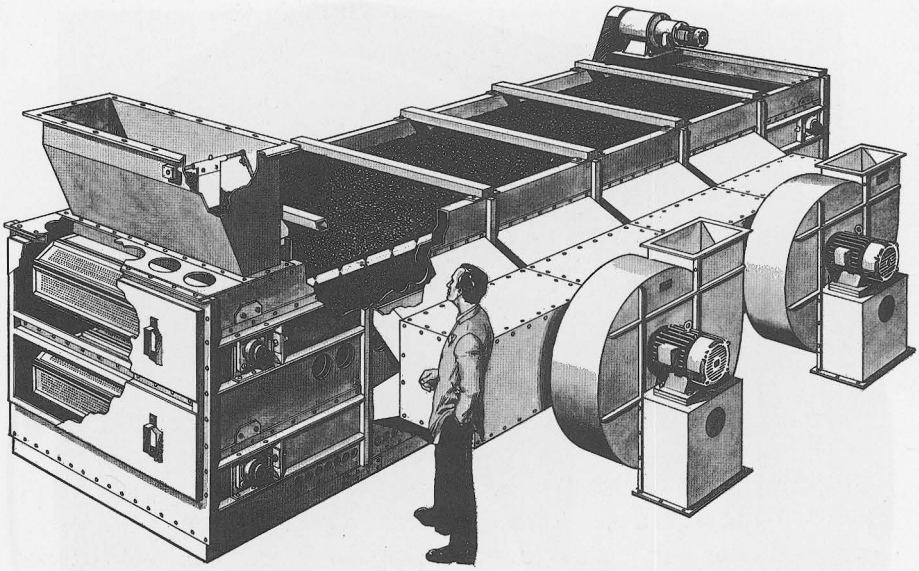


11.23. Matrijs en rollen van een korrelpers.

melasse en stoom worden toegevoerd, en een toevoermixer op de pers gebouwd.

De dosering van melasse en stoom moeten op elkaar zijn afgestemd. Het toevoeren van teveel stoom en te weinig melasse geeft aanleiding tot het scheuren van de korrels aan het oppervlak.

De meeste korrelpersen hebben een ringvormige matrijs op een liggende hoofdas. De matrijs is van speciaal gehard staal en voorzien van een groot aantal gaten waardoor de korrels of pellets naar buiten treden. De hoofdas van de matrijs wordt met snaarschijven aange-

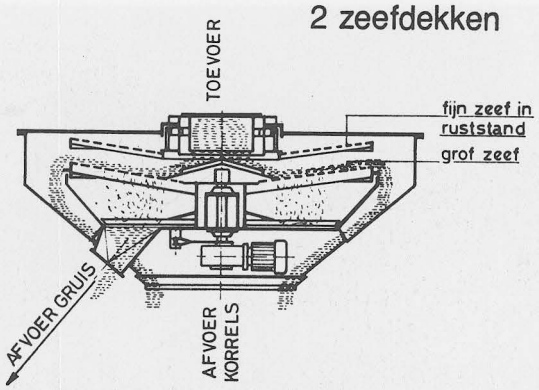


11.24. Horizontale bandkoeler. De koellucht wordt door de vier boven elkaar gelegen lagen gezogen. Fabr. Van Aarsen, Panheel (L.). (Afb. Van Aarsen).

dreven door een of twee elektromotoren met een toerental van 1000 omw./min. De Paladinpersen van Simon-Heesen, bijvoorbeeld, beschikken over twee motoren met een toerental van 1500 omw./min. en een tweetraps-aandrijving voorzien van V-snaren en een tandriem, waardoor het toerental van de matrijs gemakkelijk is aan te passen. Op de hoofdas van deze persen bevindt zich een wrijvingskoppeling waarmede de pers tegen overbelasting is beveiligd, tegelijkertijd worden dan de motoren uitgeschakeld. Bij de laatste uitvoering van de CPM-pers wordt bij de aandrijving een overbrenging met planeetwielen toegepast. In het algemeen worden de persen tegen overbelasting beveiligd door een breekpen. In de matrijs zijn twee of drie vrijdraaiende rollen aangebracht, voorzien van groeven of riffels, die op een instelbare afstand van het binnenvlak het meel door de matrijsboringen persen. De 'Kahlpersen' bezitten een horizontaal plaatvormige matrijs. Afhankelijk van de matrijsdiameter en het te persen materiaal bewegen zich daarover twee tot zes rollen. Oorspronkelijk werd de matrijs door een wormoverbrenging aangedreven, bij latere uitvoeringen de rollenkop.

De gebruikelijke korrelgrootten zijn voor rundvee en varkens 6 en 8 mm, voor pluimvee 3 en 5 mm.

Bij het verlaten van de matrijs worden de korrels door verstelbare afstrijkers op een regelmatige lengte afgesneden, vervolgens passeren zij een koeler.



11.25. Roterend korrelzeef. Fabr. Wijnveen. (Tek. Wijnveen)

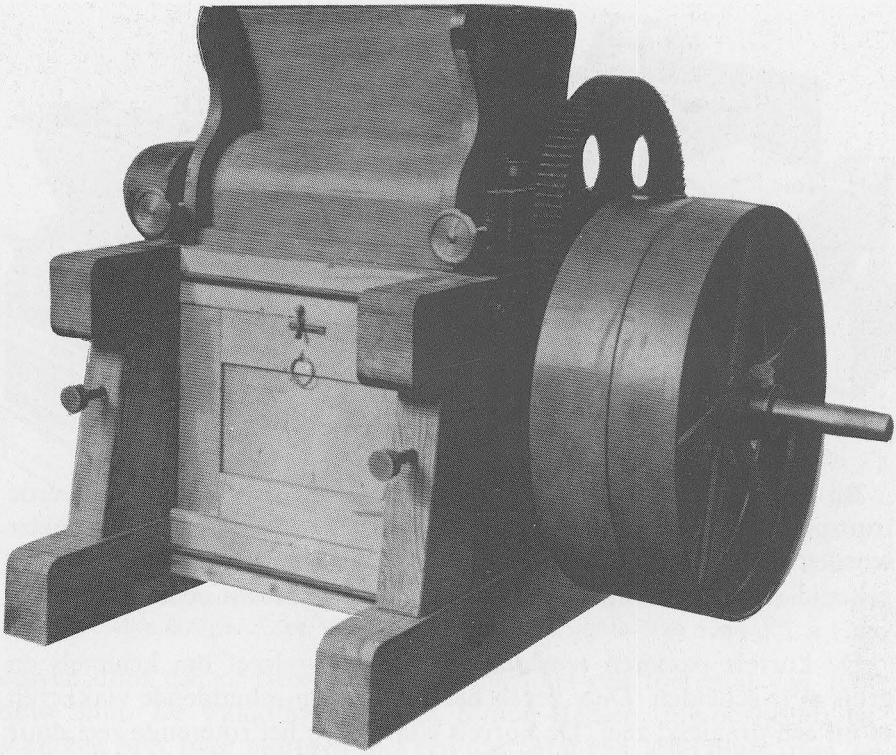
Bij een horizontale koeler liggen de korrels op een geperforeerde transportband waardoor de koellucht stroomt; bij een vertikale koeler worden de vallende korrels door een opwaarts gerichte luchtstroom gekoeld (tegenstroomprincipe). Bij de koeling treedt een vochtverlies van 1 à 2% op.

De korrels passeren tenslotte nog een korrelzeef om kruimels en gruis af te scheiden. Deze zeven bestaan uit vrij-schuddende vlakzeven of uit een draaiend zeef. De korrels worden bij het roterende zeef door de centrifugale kracht naar buiten geslingerd; het gruis valt door de zeef en wordt door een aparte uitloop afgevoerd. Afb. 11.25. De zeefprodukten worden vermalen of als voeder afgeleverd. De korrels worden via een wachtbunker naar de gereedproduktsilo gevoerd voor aflevering in bulk of in zakken.

2.8. Automatisering

Het automatisch doseren en wegen behoort tot de meest voorkomende vormen van automatisering. Hiervoor wordt o.a. gebruik gemaakt van een pons- of een programmakaart waarop de receptuur wordt vastgelegd. De gaten worden met behulp van een ponstang of een ponsapparaat op gedrukte banen in de kaart aangebracht. De ponskaart wordt in een programma-besturings-lessenaar gestoken en daarin motorisch in een vastgestelde programmatijd voortbewogen. Elk ponsgat brengt daarbij een elektrische verbinding tot stand waardoor de schuiven of de motoren in werking worden gesteld.

Volledige automatisering van de produktie vindt plaats door minicomputers. De geprogrammeerde recepten worden in code in het

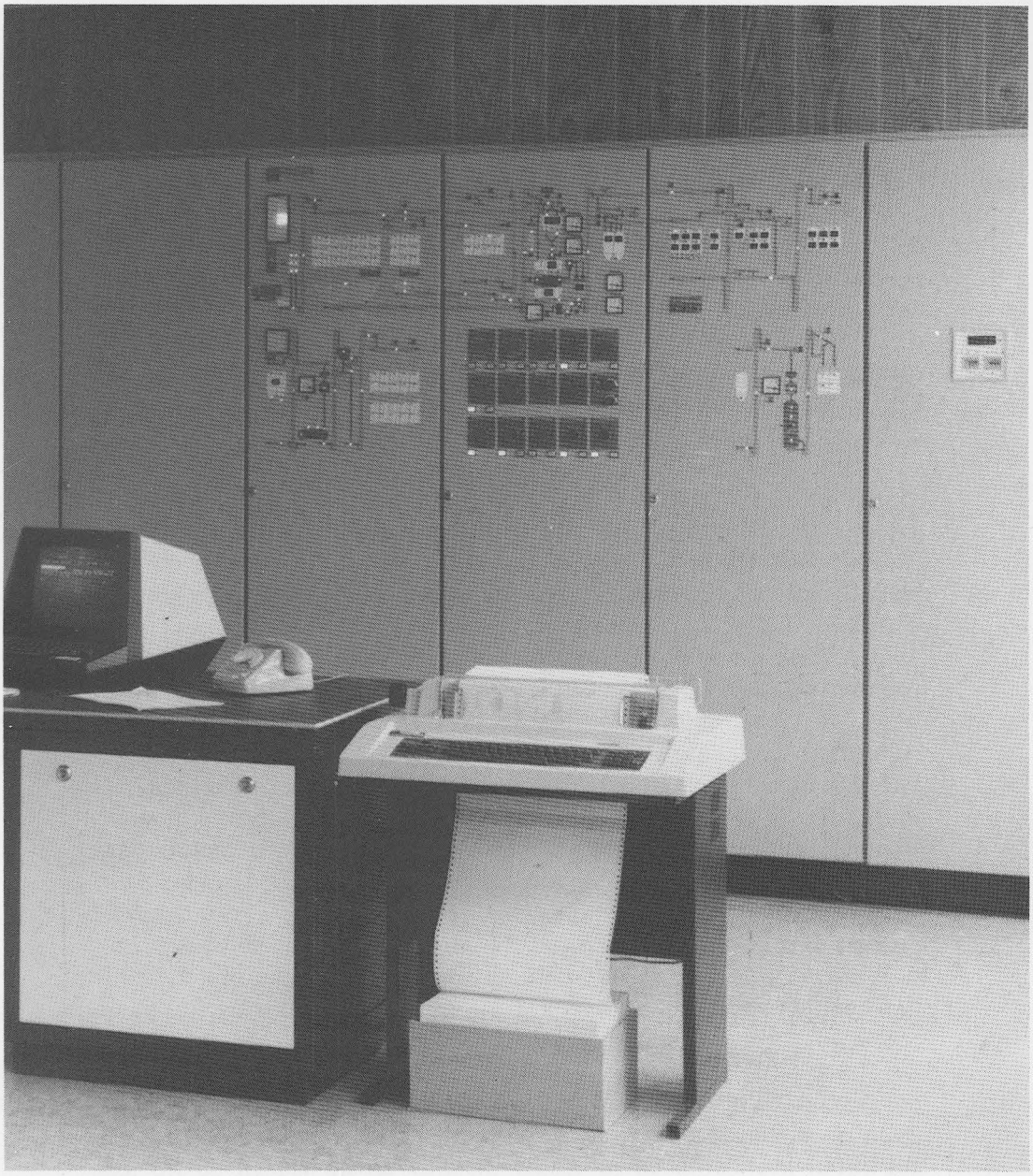


11.26. Koekenbreker. Vroeger gebruikt om geperste koeken te verbrokkelen, waarna deze met stenen kunnen worden gemalen. Fabr. van den Berg. (Arch.)

geheugen opgeslagen in de zgn. receptentabel. Na het geven van de opdracht aan de computer wordt het programma automatisch uitgevoerd. De nettogewichten van de grondstoffen worden volgens de recepten gedoseerd en afgewogen nadat de computer heeft geconstateerd dat er van de benodigde grondstoffen voldoende voorraad is, dat de verwerkingsmogelijkheid in de produktielijn aanwezig is en dat er voldoende opslagruimte voor het gereedprodukt vrij is.

De dosering wordt automatisch door een speciale schrijfmachine geregistreerd. Bijstort, navalcorrectie, tolerantiebewaking, voortgangscontrole, zevenwisseling, chargebewaking op de produktielijn, vloeistoftoevoegingen en celkeuze vinden automatisch plaats. Tevens vindt opnameregistratie en voorraadbeheer van de grondstoffen plaats.

De opgeslagen gegevens kunnen elk ogenblik naar buiten worden gebracht op een beeldscherm of in een volledig leesbare vorm worden uitgetypt op papierstroken.



11.27. Geautomatiseerde fabrieksbesturing en produktafgifte. (Fabr. Thijssen, Eerbeek).

Aan het geheugen kunnen gegevens worden ontleend voor het beheer en de planning van de grondstoffen, de afleveringen, het voorraadbeheer gereedprodukten, de orderverwerking, de administratie en de boekhouding. Bij uitgebreide systemen kan de computer tevens de doelmatigste en meest economische samenstelling van de receptuur berekenen.

Treden in het automatisch besturingssysteem storingen op dan kan op handbediening worden overgegaan.

Het hele proces kan worden gevolgd op een diagramtableau met lichtaanwijzing op het centrale bedienings- of controlepaneel. Gewoonlijk wordt met rode en groene lampjes aangegeven welke machines wel of niet in funktie zijn, op welke manieren het transportsysteem is geschakeld en gegevens omtrent de inhoud van de cellen en de stand van de schuiven of kleppen. Afb. 11.27.

Voor de ontwikkelingen in de veevoederfabricage wordt o.a. verwezen naar de volgende tijdschriften:

'De Molenaar' (uitg. Eshuis Dalfsen).
'Deutsche Müller-Zeitung' (Deutsche Müller-Zeitung GmbH, München).
'Die Mühle + Mischfuttertechnik' (Verlag Moritz Schäfer, Detmold).
'Kraftfutter' (Alfred Strothe Verlag, Hannover).
'De Belgische Molenaar' (uitg. De Kinderen, Ravels).

Hoofdstuk XII

DE BUIL
EENVOUDIGE TRANSPORTWERKTUIGEN

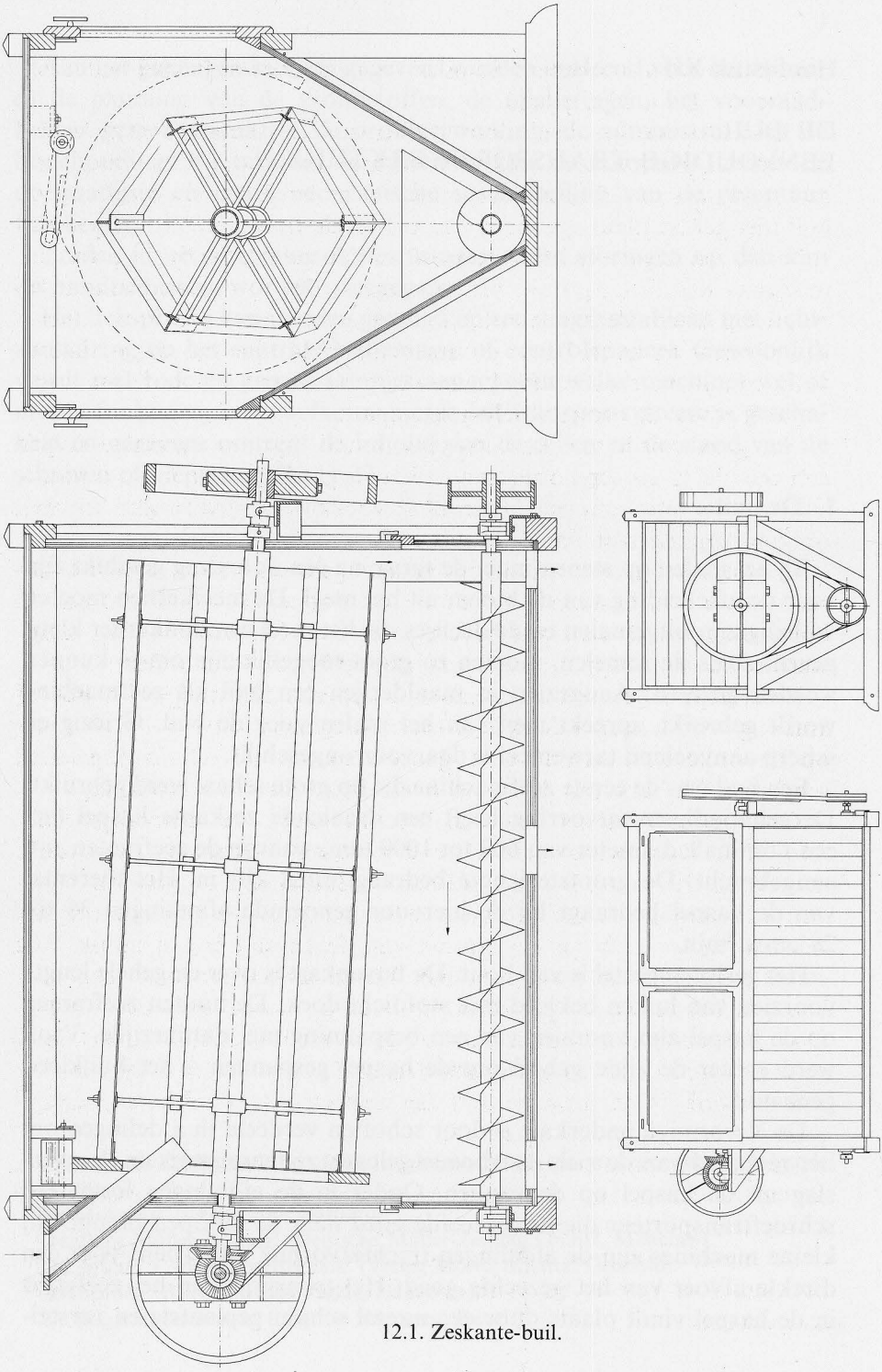
1. De buil

Bij het malen op stenen moet de tarwe na één doorgang geschikt zijn voor de afscheiding van de bloem uit het meel. De meelkernen moeten volledig zijn uitgemalen en de deeltjes die het meel een donkerder kleur geven, zoals de zemelen, moeten zo groot mogelijk zijn om te kunnen worden gezeefd. Aangezien in maalderijen een buil als zeefmachine wordt gebruikt, spreekt men van het malen voor de buil. Griezig en scherp aanvoelend tarwemeel is daarvoor ongeschikt.

Een buil was de eerste zeefmachine die op grote schaal werd gebruikt. De eenvoudigste uitvoering heeft een draaiende zeskante haspel met een nominale diameter van 600 tot 1000 mm, waarop de zeeframen zijn aangebracht. De grootste lengte bedraagt circa 2½ m. Het toerental van de haspel bedraagt bij de hiervoor genoemde afmetingen 36 tot 28 omw./min.

Het gesloten gestel is van hout. De bovenkast is over de gehele lengte voorzien van luiken bekleed met stofdicht doek. De houten zeeframen op de haspel zijn voorzien van een bespanning met natuurzijde. Vaak werd echter de zijde geheel om de haspel gespannen – het builkleed genaamd.

De V-vormige onderkast is door schotten verdeeld in afdelingen om het zeefgoed van de zich daarboven gelegen zijdenummers en de overslag uit de haspel op de vangen. Onder in de afdelingen loopt een schroeftransporteur die het gezeefde goed naar de uitlopen brengt. Bij kleine machines zijn de afdelingen trechtervormig uitgevoerd voor een direkte afvoer van het gezeefde goed. Het transport van het zeefgoed in de haspel vindt plaats door een aantal schuin geplaatste en verstel-



12.1. Zeskante-buil.

bare plaatijzeren schoepen. Soms is voor dit doel de haspel onder een helling van 8 tot 10% gelegd.

De aandrijving geschiedt door middel van een riemschijf op de haspel of met een haakse tandwieloverbrenging. In windmolens werd vaak een touwsnaar-aandrijving toegepast. Deze heeft het voordeel, dat de buil niet geheel plaats gebonden is, omdat de touwsnaren over geleiderollen in een andere richting kunnen worden geleid. De fijnheid van het meelgaas wordt aangeduid met nummers. Het fijnste meelgaas is bij de inloop boven de eerste afdeling over een afstand van circa 1 meter aangebracht en levert bij de nummers 8 t/m 14 fijne bloem op, daarna volgt een grovere soort. Bij kleine machines worden o.a. de nummers 5 t/m 8 boven de eerste afdeling toegepast.

Het gaas wordt met katoen- of viltband, lijm en verzinkte nagels met een platte kop op de zeeframen bevestigd. De ramen moeten nauwkeurig aansluiten om meeldoorval te voorkomen. De randen worden daarom beplakt met flanel- of viltstroken.

Oorspronkelijk werden de zeven opengehouden door een net van rubberstrengen, bestaande uit elkaar overlappende lussen, dat aan de bovenzijde van de buil was bevestigd en over het zeskant hing. Later werden houten kloppers toegepast, die op het zeskant vallen.

De zeefcapaciteit van de zeskanter is beperkt. Het zeefgoed wordt bij draaiing van de haspel door de hoeken meegenomen en valt vervolgens op de onderste zeeframen en gedeeltelijk op de schuin geplaatste schoepen. De helft van de haspel heeft daardoor een zeefwerking.

Grotere capaciteiten worden bereikt met een centrifugaalbuil. Afb. 12.2. Deze bestaat uit een met zijdegaas bespannen cilindrische mantel. In de mantel bevindt zich een sneldraaiend vleugelwerk, voorzien van slaglijsten, die het meel tegen het gaas werpen, waarbij het gelijkmatig langs de gehele omtrek van de mantel in een dunne laag wordt verdeeld. De slaglijsten met kleine schuin staande schoepen, bewegen het zeefgoed spiraalvormig door de mantel naar de overslag. Door de centrifugaalkracht worden de zwaardere deeltjes in het meel heftiger tegen de zeven geworpen dan de lichtere deeltjes. De zemelen zijn dan ook als ze door de overslag worden afgevoerd beter meelvrij gemaakt dan bij de zeskante buil.

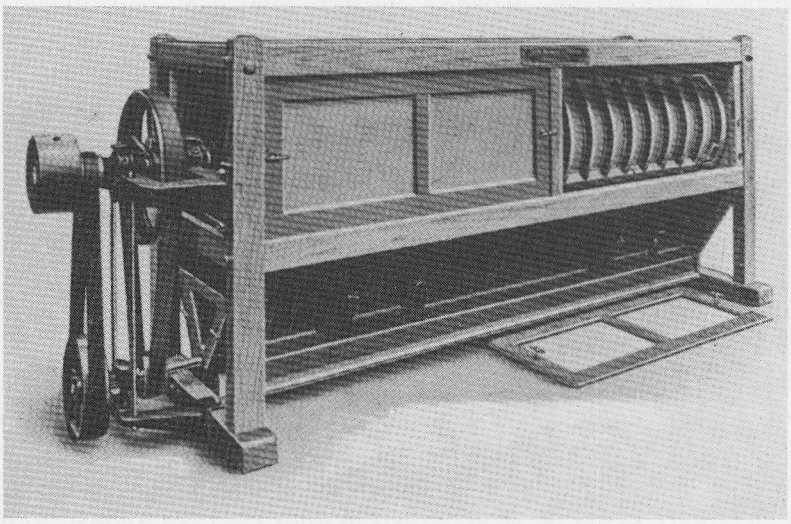
De diameter van de mantel bedraagt 500 tot 900 mm, het toerental 33 tot 22 omw./min. De gemiddelde omtreksnelheid bedraagt circa 1 m/s; die van het vleugelwerk circa 8 m/s.

De mantel draait op holle tappen. Door de tappen loopt de as van het vleugelwerk zodat beide afzonderlijk door een riem kunnen worden aangedreven.

Voor het openhouden van de zeven werden oorspronkelijk eveneens rubberstrengen gebruikt, die tussen houten stroken waren bevestigd en over de cilinder hingen. Na het verouderen van de rubber werden zij meestal niet meer vervangen.

Voor de bespanning van de builzeven wordt gaas van natuurzijde gebruikt. Dit gaas wordt geweven van ruwe zijde afkomstig van de zijderups. De mechanische eigenschappen zijn tamelijk goed doch de levensduur is beperkt. In een warme en vochtige omgeving is het niet maatvast en de bespanning is dan minder strak. Een belangrijk voordeel is dat het niet elektrostatisch kan worden geladen, zoals de huidige kunststoffen, zodat de zeeframen met eenvoudige middelen kunnen worden open gehouden.

De gebruikelijke series of weefwijze zijn bij fijne soorten: dubbel extra (XX) en drievoudig extra (XXX). Het griesgaas (GG) is door de dikkere draden grover. Voor de zeskanters werden lichtere series gebruikt. Bij de zogenaamde Zwitserse weving is de scheringsdraad dubbel, en gekruist om de inslagdraad gevoerd, waardoor deze op zijn plaats wordt gehouden. Bij de Engelse weving is niet elke scheringsdraad om de inslagdraad gekruist doch telkens wordt een inslagdraad overgeslagen. De tussenliggende scheringsdraden zijn enkel uitgevoerd. Bij de Franse weving zijn alle scherings- en inslagdraden enkel uitgevoerd en worden door een plakmiddel samengehouden. Als gevolg van de weving treden kleine verschillen in de maaswijdte op.



12.2. Centrifugaal-buil. (Arch.)

Bij de series (XX) en (XXX) worden de soorten genummerd van 2 t/m 18. Bij hoger wordende nummers neemt de maaswijdte in microns (0,001 mm) af; het aantal draden per cm wordt dan groter. Bij de serie (GG) worden de soorten genummerd van 14 t/m 80 oplopend met even getallen. Griesgaasnummer 56 komt ongeveer overeen met de meelgaasnummers 2 en 3. De gangbare breedte is 102 cm, aan beide kanten wordt met een omslag van 1 cm gerekend.

2. Eenvoudige transportwerktuigen

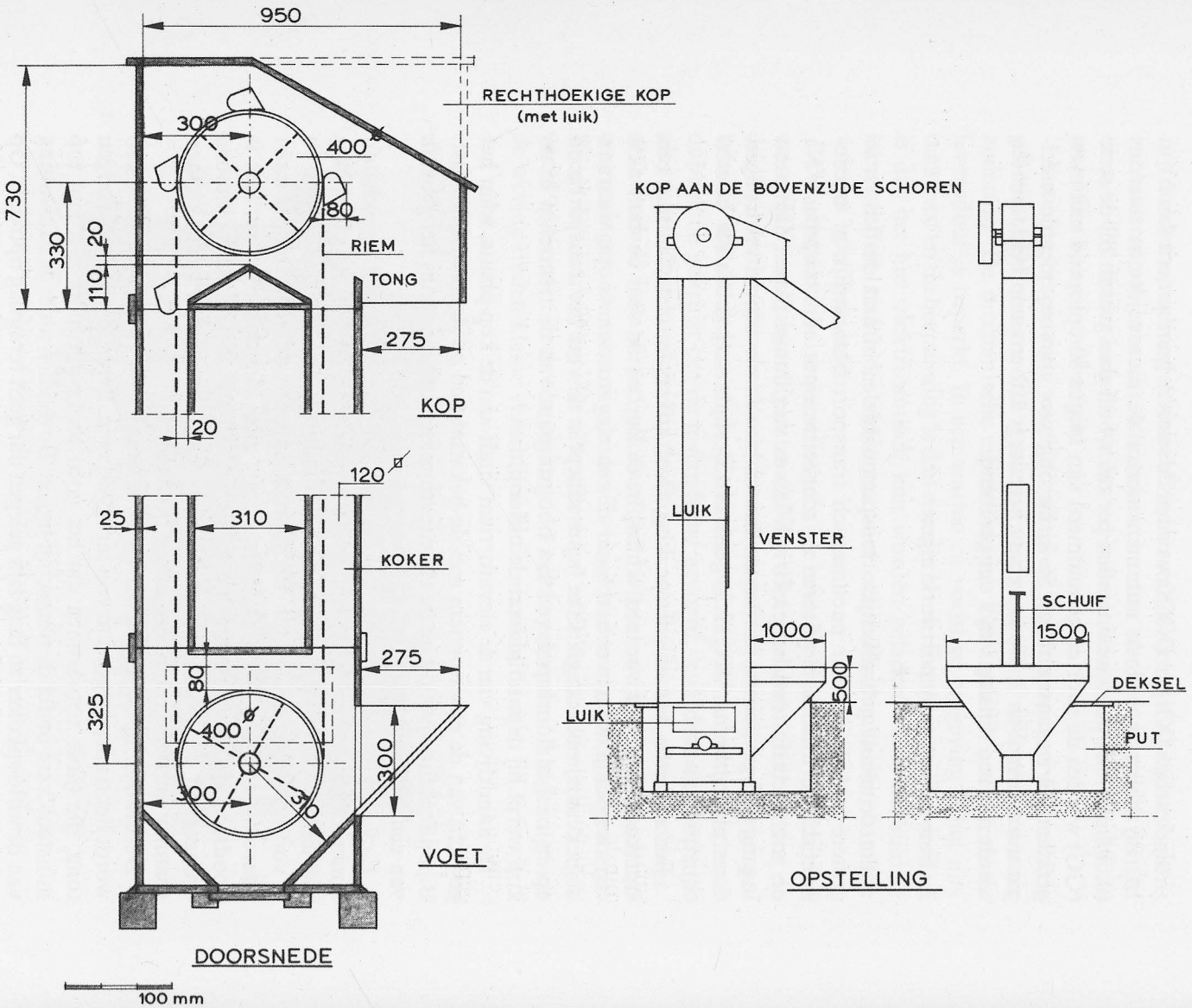
Tot de meest gebruikelijke transportmiddelen in maalderijen en in grotere bedrijven waar pneumatisch transport bezwaarlijk of oneconomisch is, worden elevatoren en schroeftransporteurs toegepast. Na de jaren veertig toen het elektrisch lassen van dunne platen algemeen ingang had gevonden, werden de houten binnen-elevatoren verdrongen door plaatijzeren. Afb. 12.3. geeft een destijds veel gebruikte houten constructie weer.

Een elevator bestaat uit een kop, twee kokers en een voet met een stortkaar, voorzien van een schuif. In de kop en de voet bevindt zich een riemschijf waarover een band of een elevatorriem loopt, waaraan de bekers zijn bevestigd. Elke beker schept in de voet het transportgoed op en na het doorlopen van het hoogste punt van de riemschijf in de kop werpt hij de inhoud naar de uitloop.

De aandrijving van de elevatorriem vindt aan de kop plaats, waar het gewicht van de elevatorriem met de bekerinhoud op de aandrijfas rust. Bij onderaandrijving slipt de elevatorriem meestal, ondanks het gebruik van een spaninrichting.

Elevatoren met vierkante kokers worden gemaakt van 1" geschaafd Amerikaans grenehout en zijn geheel geschroefd. De kop is rechthoekig met aan de voorzijde een luik; of de kop loopt schuin naar de uitloop en is voorzien van een deksel. Bij gebruik van een dergelijk model moet daarom boven de kop voldoende ruimte zijn. Een deksel of een luik is noodzakelijk om de riem gemakkelijk uit de voet en in de kop te kunnen brengen. In de voorste koker moet een luik zijn om de riem te kunnen spannen en riemverbinders aan te brengen.

De uitloop in de kop moet ruim bemeten zijn. Is deze te klein dan wordt het transportgoed te veel teruggeslagen. Een naar binnen gebogen tong, die moet voorkomen dat het goed terugvalt, moet met zijn top minstens 5 cm onder de riemschijf liggen. Bovendien moet de aansluiting van de uitloopkoker zo laag zijn gelegen dat geen terugslag optreedt. Op deze hoogte beginnen ook de kokers. Onder de riemschijf is een zadel



12.3. Houten elevator.

aangebracht om te voorkomen dat het transportgoed of het stof zich daar ophoopt.

Onder in de voet bevindt zich een schuif om eventuele verstoppingen weg te nemen. De zijden zijn schuin geplaatst zodat zo weinig mogelijk transportgoed achterblijft. De inloop is hoog aangebracht zodat het goed met een dunne straal in de voet valt en door zijn snelheid gemakkelijker door de bekers wordt opgenomen, waardoor de kans op verstopping kleiner is.

De lagers van de onderas rusten op balkjes of zijn als flenslagers uitgevoerd. De bovenlagers bewegen zich langs geleiders en kunnen met behulp van een draadstang in hoogte worden versteld om de elevatorriem te spannen. Vroeger werden in hoogte verstelbare flenslagers toegepast, zodat de assen op een eenvoudige wijze waterpas konden worden gesteld. Voor kleine elevatoren bedragen de asdiameters 35 of 40 mm. De riemschijven zijn van gietijzer of van hout met een bolle velg.

De afmetingen van de elevator worden bepaald door het transportvermogen; bij kleine modellen kunnen de riemschijf en de kleinst verkrijgbare bekermaat bepalend zijn. De elevatorriem is tenminste 10 mm smaller dan de breedte van de riemschijven, en de bekers moeten tenminste 10 mm smaller zijn dan de riem.

Voor graan worden diepe bekers genomen. Meelbekers zijn ondiep om de uitworp te vergemakkelijken. In wind- en watermolens worden in verband met de wisselende snelheid ook voor graan ondiepe bekers genomen. Per strekkende meter riemlengte worden 3 tot 3½ bekers geplaatst die met speciale schroeven worden vastgezet.

De vierkante elevatorkokers moeten tenminste 2 à 3 cm breder zijn dan de riemschijven.

Voorbeeld: Voor korte elevatoren wordt de diameter van de riemschijven 350 mm (de kleinste maat is 300 mm), de breedte 120 mm, de riembreedte is dan 110 mm, de bekerbreedte 100 mm, de kokerbreedte 140 mm. Voor transport van graan bedraagt het toerental 75 omw./min.; voor meel 55 omw./min. overeenkomende met een riem- of omtreksnelheid van 1,4 respectievelijk 1 m/s. Voor grotere elevatoren bedragen de snelheden 1½ tot 2 m/s. Bij gebruik van elevatoren in wind- en watermolens moet de omtreksnelheid worden aangepast aan de kleinste snelheid van het gevlucht of het waterrad waarmede nog redelijkerwijze kan worden gemalen. Deze snelheid kan worden afgeleid van het aantal omwentelingen van de koning. Loopt de elevator te langzaam dan is de worp te klein en valt het transportgoed in de neergaande koker terug. De capaciteit van deze kleine elevatoren bedraagt 3000 tot 3500 kg per uur.

De assen moeten zuiver waterpas liggen en de kokers moeten met een schietlood precies vertikaal worden gesteld. Wordt de elevator gebruikt om bijvoorbeeld het transportgoed naar twee karen of bunkers te verplaatsen, dan wordt onder de uitloop van de kop een klepkast aangebracht, voorzien van twee uitlopen. Ligt de uitloopkoker in één lijn met de elevator of precies haaks daarop, dan heeft deze koker een vierkante doorsnede. Vaak is dit echter niet het geval; de doorsnede van de koker is dan ruitvormig. De vorm daarvan wordt als volgt bepaald. Op de vier hoekpunten van de uitloop in de kop worden spijkertjes geslagen. Op het kaar of de bunker waar de koker moet uitmonden wordt een houten plaat gelegd. Daarop wordt hetzelfde gat getekend als in de kop van de elevator en de vier hoekpunten worden weer voorzien van spijkertjes. De spijkertjes op de kop en het kaar worden met touwtjes verbonden. De hoeken die de touwtjes met elkaar maken worden met een zwaaihaak opgemeten, evenals de afstanden tussen de touwtjes. Deze gegevens worden op ware grootte op papier gezet. Men heeft dan de buitenwerkse afmetingen van de koker.

Schroeftransporteurs werden oorspronkelijk alleen voor horizontaal transport of transport onder een lichte helling gebruikt. De huidige transporteurs voorzien van ronde kokers kunnen het goed onder elke helling transporteren. Het voordeel van een liggende schroeftransporteur is, dat ook bij kleine snelheden verplaatsing van het goed mogelijk is. Korte transportschroeven worden toegepast als de helling van de uitloopkoker van de elevator te klein is om voldoende verval te krijgen. Zij verbinden dan de elevator met de karen of de bunkers. Voor meel en andere zachte stoffen werden oorspronkelijk houten troggen voorzien van deksels gebruikt; graantroggen waren van plaatijzer.

De schroef moet voldoende stijf zijn; als regel wordt op elke 2 à 2½ m een asondersteuning ingebouwd.

Inplaats van ononderbroken schroeven worden ook verstelbare schroeven toegepast, waarmee door verstelling van de stand de transportsnelheid kan worden gewijzigd.

Voor het bepalen van het gemiddelde toerental kan de volgende vuistregel worden gebruikt:

$$n = \frac{30}{\sqrt{D}} \text{ tot } \frac{35}{\sqrt{D}}$$

Hierin is: n het toerental in omw./min.

D de diameter van de schroef in meter

In sommige gevallen kunnen deze waarden met 50% worden overschreden.

Voorbeeld:

$$D = 150 \text{ mm} = 0{,}15 \text{ m}$$

$$n = \frac{30}{\sqrt{0{,}15}} = 77{,}5 \text{ of afgerond } 80 \text{ omw./min.}$$

3. Het transport van tarwe- en boekweitmeel voor de buil

Tarwe- en boekweitmeel dat gebuild moet worden, kan eerst afgezakt of direkt naar de buil worden getransporteerd door een elevator, al of niet gecombineerd met een transportschroef.

Warm meel kan niet gebuild worden omdat het builgaas spoedig verstopt raakt. Scherp afzeven van de op elkaar volgende bloemsoorten is dan niet mogelijk. Het gebruik van een elevator heeft wel eens het nadeel dat het transport door verstoppingen of blokvorming niet steeds gemakkelijk verloopt.

Bij maalstoelen kan pneumatisch transport worden toegepast, dat voor dit doel bedrijfszeker is. Door de meelafzuiging treedt tevens aspiratie op en het meel laat zich gemakkelijker builen. In de maalstoel vindt daarbij een zodanige ventilatie plaats, dat condensatieverschijnselen verminderen of geheel verdwijnen. De belasting van de stenen kan worden verhoogd en de produktie kan zonodig toenemen. Als nadeel kan worden genoemd, dat een deel van het aroma dat in het meel aanwezig is, door de intensievere aanraking met de lucht verloren gaat.

INHOUD

Voorwoord 5

Hoofdstuk I Graan en meel voor broodbakken
1 Tarwe
1.1 Baktarwe 9
1.2 De bouw en de samenstelling van de tarwekorrel 11
1.3 Enzymen 14
1.4 Gluten en de bakkwaliteit 14
1.5 Meel- en bloemsoorten en de uitmalingsgraad 15
2 Rogge 18
3 Verontreinigingen 19
4 Meelbesluit

Hoofdstuk II Hand- en diermolens 21

Hoofdstuk III Watermolens
Algemeen 26
1 De inrichting van een watermolen 31
2.0 De waterraderen 39
2.1 Het bovenslagrad 39
2.2 Het onderslagrad 43
2.3 Het middenslagrad 50
3.0 Waterturbines 56
3.1 Algemeen 56
3.2 De Francisturbine 59
4 Het molenwater 62

Hoofdstuk IV De Windmolens
Algemeen 66
1.0 De bovenkruier 68
1.1 Het kruiwerk 74
1.2 De kapconstructie 78
1.3 De molenas, de asoplegging en het aswiel 85
1.4 De vang, de werking en het gebruik bij in bedrijf-stellen en stilzetten van de molen 92
1.5.0 Het gaande werk van de bovenkruier 96
1.5.1 De koning, de bonkelaar en de wieg 96
1.5.2 Het spoorwiel, rondsel en staakijzer 98

1.5.3 Het luiwerk 100
1.5.4 De maalinrichting - algemeen 102
1.6 De overige machines in de windmolen 104
1.7 Slotbeschouwing 105
2.0 Standaardmolens 107
2.1 De constructie 110
2.2 De maalinrichting 129
3.0 De overbrengingsverhoudingen in windmolens 133
4.0 Omtrek- en draaisnelheden 134
5.0 Draairichtingen 136
6.0 Kammen en staven van houten wielen 137
6.1 Houtsoorten en enige constructieve bijzonderheden 137
6.2 De verdeling, de steek en de vorm van de kammen en de staven 139

Hoofdstuk V Molenroeden, wieksystemen en het vermogen van een windmolen
1 Molenroeden 149
2 De overdracht van de windenergie 160
3 Wieken met zelfzwichting 168
4 Verbeterde wieksystemen
4.0 Algemeen 178
4.1 Het Dekkerwieksysteem 182
4.2 Het Van Busselwieksysteem 183
4.3 Het Bilauwieksysteem 186
4.4 Het Ten Have- en Van Rietwieksysteem 189
4.5 Fokwieken 196
4.6 De Prinsenmolencommissie en de Prinsenmolenwiek 199
4.7 Remkleppen 202
5 Het vermogen van een windmolen 203

Hoofdstuk VI Maalinrichtingen met stenen
1 Algemeen 208
2.0 De maalinrichting in wind- en watermolens 208
2.1 De steenspil en het stellen daarvan gedurende het maalbedrijf 212
2.2 De rijn 216

2.3 De steenbus 226
2.4 De steenlicht 230
2.5 De steenkuip 235
2.6 Het kaar, de schoe en de regeling van de toevoer van het maalgoed 237
2.7 De regulateur in de windmolen 245
3.0 Maalstoelen. Drijfwerken met houten tanden 250
3.1 Enkele en dubbele maalstoelen 254
3.2 Het drijfwerk 258
3.3 De onderloper 262
4.0 Het openleggen, monteren en stellen van maalinrichtingen 262
4.1 Het openleggen van de stenen 265
4.2 Het plaatsen van een rijn in de loper 267
4.3 Het stellen van de ligger 269
4.4 Het plaatsen van de steenbus 270
4.5 Het uitbalanceren van de loper 271
5 Riemaandrijving 273

Hoofdstuk VII Molenstenen
1 Algemeen 275
2.0 Molensteenmaterialen 279
2.1 Blauwe of Duitse stenen 280
2.2 Franse stenen 283
2.3 Kunststenen 288
3 Het toerental der stenen 294
4.0 Het scherpsel
4.1 Algemeen 296
4.2 Rechts en links-scherpsel 299
4.3 Overzicht der scherpsels 301
4.4 Het aantal kerven, de vorm van de uitslagen en de kerven en de invloed daarvan op het meel 307
4.5 De constructie van de scherpsels 314
4.6 De krop 324
5 Molenstenen met een zacht bodemsel 324
6 Zelfscherpende stenen 327
7 Scherpwerktuigen 331
8 Het scherpen 334

Hoofdstuk VIII Het malen met wind- en watermolens
Inleiding 340
1.0 Het in bedrijfstellen van de windmolen 341
1.1 De controle van de molen 341
1.2 Het in de wind kruien 343
1.3 De zeilen voorleggen 346
1.4 Het afnemen, zwichten en oprollen van de zeilen 352
1.5 Het lichten van de vang en het stilzetten van de molen 357
2 Het malen met een windmolen 358
3 Het malen van tarwe 361
4 Voorzorgen na het stilzetten 366
5 Het malen met een watermolen 368

Hoofdstuk IX De opslag en de vochtigheid van graan
1 Algemeen 371
2.0 De opslag bij kleine bedrijven 372
2.1 De opslag in zakken 372
2.2 Losgestort graan 373
2.3 De opslag in silo's 373
3 De vochtigheidsbepaling 373
4 Het bevochtigen van tarwe 374

Hoofdstuk X Bloemfabricage
1 Algemeen 376
2.0 Hoogmalen van tarwe 376
2.1 De voorbehandeling 377
2.2 Malen, poetsen en zeven 382
2.2.0 Algemeen 382
2.2.1 Het schroten 384
2.2.2 Zeven en sorteren 387
2.2.3 Het poetsen 392
2.2.4 Malen en uitmalen 395
2.3 Het maaldiagram 396
3 Het hoogmalen van rogge 397
4 Walsenstoelen 398
5 Vlakmalen 403

Hoofdstuk XI Veevoederfabricage
1 Enige aspecten van veevoeding 404
2 De fabricage van veevoeders
2.0 Inleiding 409
2.1 Silo's 414
2.2 Doseren en wegen 416
2.3 De hamermolen 421
2.4 Hamermolens en pneumatisch transport 429
2.5 Mengmachines 433
2.6 Enkelvoudig en gemengd malen 436
2.7 Het persen van korrels en brokken 439
2.8 Automatisering 445

Hoofdstuk XII De buil
Eenvoudige transportwerktuigen
1 De buil 449
2 Eenvoudige transportwerktuigen 435
3 Het transport van tarwe- en boekweitmeel voor de buil 457

COLOFON

Indien niet anders aangegeven zijn de tekeningen en de foto's vervaardigd door de auteur.
'Arch' zijn eigen-archiefafbeeldingen.