

PIE RAPPORTENREEKS

24

GEMALEN

**Tak architectenbureau bv
ir.H.F.Götz
ir.C.Tak**

met medewerking van:
de Nederlandse Gemalen Stichting

Uitgave:
Stichting Projectbureau Industrieel Erfgoed
Zeist, 1995

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD	bladzijde 1
INLEIDING	3
1.0 AANPAK VAN HET ONDERZOEK	5
Opsporing van de onderzoeksobjecten.	
Selectie van de onderzoeksobjecten.	
Waarderingsmethodiek.	
2.0 BEMALINGSGESCHIEDENIS NEDERLAND	15
Nederland cultuurlandschap.	
Polder en boezem.	
Funkties, spreiding en groei van het aantal gemalen.	
Het waterschap.	
De ontwikkeling van de bemalingstechniek.	
3.0 OPVOERWERKTUIGEN	33
Hoofdtypologie: de vormen van opvoertechniek.	
Het scheprad.	
De vijzel.	
De zuigerpomp.	
De centrifugaalpomp.	
De schroefpomp.	
De schroefcentrifugaalpomp.	
4.0 AANDRIJFWERKTUIGEN	57
Typologie: de vormen van aandrijftechniek.	
De stoommachine.	
De zuiggasmotor.	
De electromotor.	
De dieselmotor.	
5.0 RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK	77
De inventarisatie.	
Behandeling van de bezochte gemalen.	
6.0 CONCLUSIES	93
Conclusies ten aanzien van het onderzoek.	
BIJLAGEN:	
A. overzicht - gegevens typen opvoerwerktuigen	97
B. overzicht - gegevens typen aandrijfwerktuigen	104
C. overzicht - gegevens van de bezochte gemalen	109
D. voorbeeld inventarisatiebeschrijving	113
Literatuurlijst	119
Bronvermelding illustraties	121

VOORWOORD

Nederland is voor meer dan de helft letterlijk veroverd op het water van zee, rivieren en moerassen. Zonder duinen, dijken en bemaling zou al dit land beneden de zeespiegel permanent onder water staan. De bemalingsinstrumenten vormen dan ook een specifiek Nederlandse categorie van industrieel erfgoed.

Vanaf de jaren twintig worden de traditionele poldermolens behoord door de Vereniging De Hollandsche Molen en vele tientallen plaatselijke en regionale particuliere molenorganisaties. Bovendien zijn alle overgebleven poldermolens grondig geïnventariseerd en in provinciale molenboeken beschreven. Voor hun opvolgers, de mechanische gemalen groeide de belangstelling pas vanaf de jaren zeventig, toen ook de weinige resterende stoomgemalen buiten gebruik gesteld werden en dreigden te verdwijnen. Ook voor meest museaal behoud van uitgerangeerde gemalen zijn nu enige tientallen behoudsorganisaties actief, sinds 1987 verenigd in De Nederlandse Gemalen Stichting (NGS).

Het afstoten van gemalen vanwege technische veroudering, aanpassing van de waterhuishouding of landinrichting verloopt in een snel tempo. Het aantal plaatselijke behoudsorganisaties neemt gelukkig ook snel toe.

Anders dan bij de poldermolens, ontbreekt het echter aan een compleet overzicht van nog bestaande, waardevolle gemalen en aan op gemalen toegespitste selectiecriteria. Daardoor kunnen verzoeken voor steun aan initiatieven tot behoud van gemalen onvoldoende objectief worden afgewogen. Vandaar dat het bestuur van de NGS zich van meet af aan enthousiast heeft opgesteld ten opzichte van het voornemen van het Projectbureau Industrieel Erfgoed (PIE), om beide leemtes op te vullen door een specifiek onderzoek in het kader van het meerjarenonderzoeksprogramma van PIE, gericht op selectief behoud en herbestemming van industrieel erfgoed. De oorspronkelijke inzet van de NGS was het aldus verkrijgen van een complete landelijke inventarisatie.

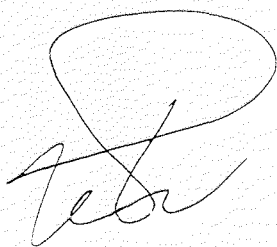
Met behulp van toegespitste criteria zou daaruit een representatieve doorsnede van te behouden gemalen kunnen worden geselecteerd. Om onderzoekstechnische redenen, beschreven in de verantwoording kon het ideaal van een complete inventarisatie nog niet worden bereikt. Belangrijker is echter dat er wel een technisch-waterbouwkundige typologie van gemalen en specifieke selectiecriteria zijn ontwikkeld en toegepast op enige tientallen gemalen. Hierdoor is nu in aanzet het instrumentarium beschikbaar om van elk willekeurig gemaal in eerste instantie de relatieve waarde te bepalen. Alle door particulariseren, overheden, waterschappen en niet in de laatste plaats de NGS zelf, te ondernemen initiatieven tot behoud van gemalen zijn daarmee zeer gebaat.

Het bestuur hoopt en verwacht dat binnen afzienbare termijn het ideaal van een complete inventarisatie door vervolgonderzoek alsnog kan worden bereikt.

Tenslotte gaan woorden van dank uit naar de uitvoerders van het onderzoek: Ir.C.J.M.Tak van het gelijknamige architectenbureau te Delft en zijn tijdelijke projectmedewerker ir.H.F.Götz, alsmede naar de leden van de door de NGS ingestelde begeleidingscommissie, H.Bouwman, J.v.Mazijk, drs.P.Nijhof en ing.D.v.Rijn.

Dankzij hen is met dit rapport de basis gelegd voor een beleid van selectief behoud van gemalen.

Drachten, 26 september 1995

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'P' followed by 'van der Zaag' in a cursive script.

Mr.ing.P.van der Zaag

Voorzitter van de Nederlandse Gemalen Stichting

INLEIDING

De opdracht tot het verrichten van de studie waarvan het rapport in de voorliggende vorm het resultaat is, is uitgegaan van het Projectbureau Industrieel Erfgoed (PIE) te Zeist. Deze stichting is in 1991 in het leven geroepen door de minister van WVC met als voornaamste doelstelling het bevorderen van selectief behoud van roerend en onroerend industrieel erfgoed. Dit houdt in dat voor elk van de vele industriële bedrijfstakken criteria moeten worden gevonden om de waarde van het daar nog aanwezige industrieel erfgoed te bepalen. Het voornaamste middel daartoe vormen studies waarin branchegewijs onderzoek wordt gedaan naar de historische betekenis van industriële objecten in een landelijke context.

Inmiddels zijn vele rapporten verschenen die uiteenlopende branches en onderwerpen behandelen. Het rapport 'Gemalen' maakt deel uit van deze publicatiereeks en voegt daarmee een klein, maar specifiek stukje kennis toe aan het brede onderzoeksterrein van het industriële erfgoed in ons land. De onderzoekstaak werd uitbesteed aan de Nederlandse Gemalen Stichting (NGS) vanwege de aanwezige kennis en betrokkenheid met de materie. De Nederlandse Gemalen Stichting heeft, zoals reeds vermeld in het voorwoord, tot doel om de cultuurhistorische waarde van gemalen onder brede aandacht te brengen en initiatieven tot behoud van gemalen te steunen met voorlichting of begeleiding.

De uitvoering van het onderzoek werd door de NGS in handen gegeven van TAK architectenbureau b.v. te Delft. De samenstellers van het rapport zijn deskundig bijgestaan door een stuurgroep, samengesteld uit het bestuur van de NGS.

Het doel van dit onderzoek is de verscheidenheid aan typen gemalen in beeld te brengen. De typologische verscheidenheid van gemalen wordt primair bepaald door de bemalingsinstallatie. Daarbij zijn, zo zal blijken, de opvoer- en aandrijfwerktuigen de belangrijkste onderdelen. Aspecten die betrekking hebben op het gebouw, de architectuur en landschappelijke inpassing, zijn uiteraard wel van belang, maar duidelijk ondergeschikt aan de eerder genoemde. De kennis vergaard met het onderzoek naar de typologie maakt het mogelijk criteria te ontwikkelen voor een selectie van de belangrijkste voorbeelden van de technische ontwikkelingen.

Een landelijke inventarisatie in de vorm van een schriftelijke enquête zou de basis moeten vormen om een goed inzicht te krijgen in het gemalenbestand in Nederland. Om verschillende redenen is de uitkomst van de enquête onder de waterschappen, de provincies en de bij de NGS aangesloten stichtingen en verenigingen, geen betrouwbare basis gebleken. Daarmee verviel de bron die had moeten dienen als uitgangspunt voor een volledige inventarisatie. Het voorliggende onderzoek bevat om die reden en wegens een onvoldoende budget geen selectie uit het totale gemalenbestand. Wel is een beperkt aantal gemalen bezocht om de ontwikkelde typologie te kunnen illustreren.

Om te voorkomen dat de lijst bezochte gemalen een opsomming zou worden van de bekende, meestal toch al beschermde gemalen, is een zo breed mogelijke keuze gemaakt van gemalen, waarvan de installatie naar verwachting goed zou passen in de typologie. Uiteraard is daarbij gebruik gemaakt van de gegevens uit de enquête.

Ondanks het beperkte karakter voorziet het rapport in de behoefte om in één overzicht inzicht te krijgen in de bemalingsgeschiedenis van ons land. Er is getracht om niet te veel uit te weiden over puur technische zaken of te vervallen in uitvoerige geschiedschrijving. Voor dergelijke informatie moet dan ook naar de beschikbare literatuur verwezen worden. Uit het rapport zal duidelijk de behoefte blijken aan een complete selectie en waardering van gemalen. De basis daarvoor zal uitgebreid en compleet moeten zijn en alle gegevens van installaties en gebouwen moeten bevatten. Ook gemalen die nog niet in het bestand voorkomen moeten zoveel mogelijk "herontdekt" worden om het beeld volledig te maken. Zo zijn in de loop van het onderzoek diverse, zelfs bij de waterschappen niet meer bekende gemalen, in beeld gekomen. Derhalve een oproep aan de lezer om gegevens hieromtrent bij de NGS te melden. In een vervolgonderzoek kan dan ook uitgebreider op de criteria en waardering worden ingegaan, zodat een objectieve selectie kan plaatsvinden.

Het rapport behandelt, na het beschrijven van de aanpak van het onderzoek, de verschillende aspecten van de bemalingsgeschiedenis van Nederland.

De belangrijkste typologische kenmerken van opvoerwerktuigen en aandrijfmechanismen worden vervolgens per type in chronologische volgorde behandeld. Aan de hand van deze typologie worden de bezochte gemalen in beknopte vorm beschreven en worden de kwaliteiten belicht.

Conclusies ten aanzien van deze inventarisatie worden in het laatste hoofdstuk, voor zover de beperkingen van het onderzoek dat toelaten, vastgelegd. In de bijlagen is tenslotte de meest elementaire informatie van de beschrijvingen gebundeld en in overzichten opgenomen.

1.0 AANPAK VAN HET ONDERZOEK

1.1 Opsporing van de onderzoeksobjecten.

Voor het achterhalen van de in ons land aanwezige gemalen en het destilleren van een aantal karakteristieke voorbeelden daaruit, hebben meerdere bronnen tot onze beschikking gestaan:

- de aanwezige literatuur op dit gebied
- de ongeschreven kennis die betrokken is van mensen uit de praktijk
- de gegevens van een landelijke inventarisatie, uitgevoerd door de Nederlandse Gemalen Stichting (NGS)
- de gegevens van de door het Monumenten Inventarisatie Project (MIP) geïnterviewde gemalen

Literatuur op het gebied van de geschiedenis van de bemalingstechniek vormde de basis van het onderzoek en maakte al snel duidelijk waar nog een behoefte bestond aan aanvullende informatie of waar een andere benadering van informatieverstrekking gewenst was. Werktuigen als de stoommachine bijvoorbeeld krijgen in de literatuur ruim de aandacht en worden uitvoerig beschreven in vergelijking met hun opvolgers, de electro- en dieselmotor. De zuiggasmotor of de andersoortige oliemotoren (ruwolie, petroleum...) worden vaak wel vermeld maar niet behandeld. Over plunjer- en zuigerpompen heerst enige onduidelijkheid. Deze en andere gebrekkige kennis zal met het verschijnen van dit rapport niet naar bevrediging ingevuld zijn. Een wezenlijke aanvulling op deze gebieden is gewenst en zal in een vervolgonderzoek aan bod moeten komen.

Geruime tijd voor het verschijnen van dit rapport is op initiatief van de Nederlandse Gemalen Stichting een stuurgroep samengesteld om het inventarisatie- en selectieproject op gang te brengen en te begeleiden. Deze stuurgroep is samengesteld uit mensen die vanuit hun praktische betrokkenheid op het gebied van gemalen een belangrijke adviserende taak vervullen en derhalve een wezenlijke directe informatiebron vormen.

De bron van gegevens die de basis moest vormen van het inventarisatieproject is de dataverzameling die is aangelegd op initiatief van de Nederlandse Gemalen Stichting. Deze verzameling, die door een schriftelijke enquête onder alle waterschappen tot stand is gekomen, had als doel een beeld te krijgen van het aantal gemalen in Nederland, met bijbehorende specifieke gegevens. Een rangschikking en selectie zou dan kunnen worden toegepast. De uitkomst van deze enquête voldeed echter niet aan de verwachtingen. Veel van de verkregen informatie was onvolledig en in veel gevallen onduidelijk of tegenstrijdig. Bovendien werden voornamelijk de nog functionele gemalen vermeld en bleven oudere, buiten bedrijf gestelde, gemalen buiten beeld. De enquête heeft dus geen betrouw-

baar beeld opgeleverd van het aantal en de diversiteit aan gemalen in Nederland.

In 1992 is het landelijk Monumenten Inventarisatie Project (MIP) afgerond. Doel van dit project was om de jongere bouwkunst en stedenbouw in Nederland (1850-1940) op systematische wijze te inventariseren en documenteren. Deze inventarisatie werd gebiedsgewijs per provincie, en afzonderlijk de vier grote steden, uitgevoerd. In het kader van dit project zijn ook ongeveer 300 gemalen geïnventariseerd. De resultaten van het onderzoek geven echter in de meeste gevallen geen informatie over de vraag of er nog sprake is van een bemalingsinstallatie en zo ja wat voor één. Dit wordt veroorzaakt door de invalshoek van het MIP. Door objecten vooral vanuit het oogpunt van kunsthistorisch ofwel bouwkundig belang te beschouwen is het gevaar groot dat de waarde van werktuigen en inventaris niet onderkend of herkend wordt, waardoor (installatie-technisch) interessante gemalen buiten beeld blijven. Tensamen met de resultaten van de enquête levert dit een bestand op van ruim 1600 gemalen, waar echter nog een onbekend aantal bij opgeteld moet worden om tot het daadwerkelijke aantal gemalen in Nederland te komen.

1.2 Selectie van de onderzoeksobjecten.

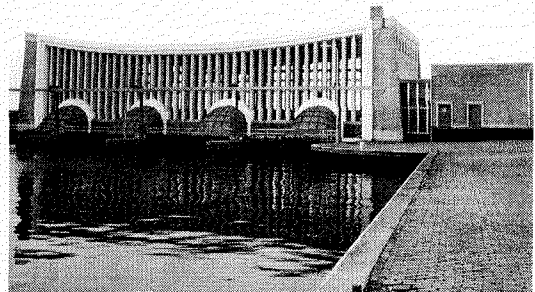
De omvang en diversiteit van het onderzoeksveld, te weten circa 1600 gemalen in heel Nederland variërend in ouderdom van 150 jaar tot enkele jaren oud, maken het onmogelijk alle gemalen te bezoeken dan wel te onderzoeken. Het streven was dan ook om een beperkt aantal gemalen te bezoeken die geselecteerd zouden worden aan de hand van verscheidene kenmerken, te weten:

- een vertegenwoordiging van alle te onderscheiden typologische varianten
- een evenwichtige geografische spreiding
- een evenwichtige chronologische doorsnede.

Het belangrijkste kenmerk betreft de typologische varianten. Dit is dan ook in eerste instantie de leidraad geweest bij het bepalen van het aantal geselecteerde objecten. Met de andere kenmerken is zoveel mogelijk rekening gehouden. Gezien de beperkte selectie van gemalen in relatie tot de grote omvang van het gemalenbestand is dit streven niet geheel mogelijk gebleken. Er wordt daarom ook niet gepretendeerd dat de onderzochte groep gemalen een representatief beeld geeft van de algehele ontwikkeling van gemalen in Nederland. Met klem moet dan ook worden gezegd dat ten aanzien van de geselecteerde en bezochte gemalen geen conclusies getrokken mogen worden als waren deze de best mogelijke of meest waardevolle voorbeelden. Een zekere willekeur was vanwege het ontbreken van voldoende gegevens helaas niet uit te sluiten.

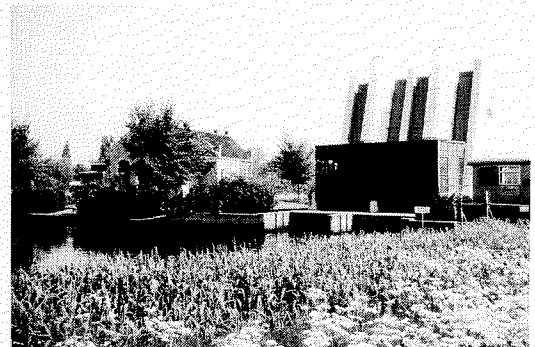
30 gemalen bezocht...

Het resultaat van de genoemde overwegingen leidde tot een aantal van 30 te bezoeken gemalen die tesamen de gewenste diversiteit aan typen en kenmerken bezitten. De keuze van deze gemalen kwam tot stand door middel van literatuuronderzoek en de bijdrage van de leden uit de stuurgroep van de NGS. In bijlage C zijn alle gemalen, in volgorde van bouwjaar, in een overzicht weergegeven.



Afbeelding 1. De bezochte gemalen: van klein tot groot ...

De meerderheid van de geselecteerde en bezochte gemalen bevindt zich in westelijk Nederland. Dit is niet geheel verwonderlijk als men bedenkt dat in dit gedeelte zich de meest laag gelegen polders bevinden en dat in dit gedeelte de meeste droogmakingen hebben plaatsgevonden. Niettemin zijn vooral noordelijk Nederland en Zeeland ondervertegenwoordigd. Deze en andere tekortkomingen worden onderkend en dienen in een vervolgonderzoek nader uitgewerkt worden.



Afbeelding 2. ... en van oud tot jong.

In het aantal onderzochte gemalen ontbreken enkele typologische varianten. Deze varianten zijn voor zover onze bevindingen reiken, niet meer aanwezig waardoor er geen voorbeelden meer kunnen worden aangehaald. Bij de typologie naar aandrijftechniek zijn bijvoorbeeld geen voorbeeldexemplaren van zuiggasmotoren meer aanwezig.

1.3 Invalshoek waardering van gemalen.

Naast de wezenlijk verschillende vormen van aandrijf- en opvoeringstechnieken kenmerken gemalen zich door de zeer uiteenlopende ouderdom en verschillende grootte. Deze werktuigbouwkundige technieken vormen het wezen en het functionele bestaansrecht van een gemaal. Om deze reden staat niet het gebouw maar de installatie centraal bij het selecteren van een te bezoeken gemaal. Een invalshoek die daarmee verschilt met die van bijvoorbeeld het MIP, waar primair de kwaliteit van het gebouw wordt beoordeeld. Bij het voorliggende onderzoek wordt onder andere de architectuur van het gemaalgebouw als een bijkomstige kwaliteit in de beoordeling meegenomen. Een gemaal met een technische inrichting die zeldzaam is maar in een functioneel, weinig bijzonder gebouw is gehuisvest wordt in dit onderzoekskader als meer waardevol beoordeeld dan in een omgekeerde situatie het geval zou zijn.

Andere aspecten die mede de totaalwaardering van een gemaal bepalen, hebben betrekking op o.a. de situering. De visuele kwaliteit als ook de oorspronkelijkheid van watergangen en een eventuele aanwezigheid van een molen, nieuw gemaal, sluis etc. dragen bij tot een meerwaarde ten opzichte van een gemaal waarbij deze zaken ontbreken. Het al dan niet compleet zijn van een gemaalcomplex, gerelateerd aan de oorspronkelijke opzet, is als laatste aspect van belang voor een eventuele toegevoegde waarde.

Het doel van het opstellen van de waarderingscriteria is om de gemalen binnen een typologische categorie te kunnen vergelijken en aan te kunnen geven welke gemalen, ook al zijn ze nog maar van recente datum, behouden moeten blijven. Deze vraag is van wezenlijk belang omdat niet alles bewaard kan blijven. In het geval dat besloten wordt iets te gaan beschermen moet er een verstandige keuze gemaakt kunnen worden.

Tot slot moet nog met nadruk gezegd worden dat met een waarderingssystematiek niet gesuggereerd wordt dat alle (typen) gemalen onderling tegen elkaar af te wegen zijn. Elk gemaal staat op zich en kan enkel binnen de typologische variant vergeleken worden en daarmee op zijn waarde geschat worden.

1.4 Onderdelen en criteria.

De waardering van een gemaal kan betrekking hebben op een aantal onderdelen ervan die stuk voor stuk karakteristiek zijn en tesamen een compleet beeld vormen een gemaal. Als volgende stap kan dan het gemaal "gewogen " worden om de kwaliteit te bepalen. De bedoelde onderdelen zijn:

1. Het opvoerwerktuig afzonderlijk.
2. Het aandrijfwerktuig afzonderlijk.
3. De bemalingsinstallatie als geheel.
4. Het gebouw.
5. De situering van het gemaal.
6. Het gemaal als complex.

Voor een systematische waardering van de geïnventariseerde gemalen kunnen de zes onderdelen, per gemaal, getoetst worden met behulp van criteria die hoofdzakelijk betrekking hebben op de aspecten oorspronkelijkheid en zeldzaamheid. In het navolgende gedeelte worden de onderdelen en criteria kort toegelicht.

1. Opvoerwerktuig.

Dit werktuig vormt het wezenlijke en vaak het meest kenmerkende onderdeel van een gemaal. Diverse wezenlijk verschillende typen, uitvoerig behandeld in hoofdstuk 3, zijn binnen dit onderdeel te onderscheiden. Deze typen kunnen beoordeeld worden naar de criteria **oorspronkelijkheid** en **zeldzaamheid**. Voor de waardering van een type is in de eerste plaats de vraag van belang of het al dan niet een oorspronkelijk opvoerwerktuig betreft. Het begrip oorspronkelijkheid is echter voor meerdere uitleg vatbaar en zal in de volgende paragraaf behandeld worden omdat dit begrip bij alle criteria een belangrijke rol speelt. De zeldzaamheid van een type is een lastiger te bepalen aspect waarover pas absolute duidelijkheid kan zijn na een meer grondige inventarisatie.

2. Aandrijfwerktuig.

De aandrijving is het meest vervangingsgevoelige onderdeel van een bemalingsinstallatie. Het aandrijfwerktuig bepaalt bij de "moderne" gemalen, lees electro- en dieselininstallaties, in veel mindere mate de aard en de bouwkundige opzet van een gemaal. Dit gaat niet op voor de stoommachine die wel bepalend is geweest voor de opzet en verschijningsvorm van een gemaal. Economische- en bedieningsaspecten zijn vaak de argumenten die de levensduur van een aandrijfwerktuig bepalen en in mindere mate de technische levensduur.

Net als bij de opvoerwerktuigen kan de waardering van een type gebaseerd worden op de criteria **oorspronkelijkheid** en **zeldzaamheid**. Het begrip zeldzaamheid bij de aandrijfwerktuigen is betrekkelijker dan bij de opvoerwerktuigen. Anders dan bij de opvoerwerktuigen, zijn motoren werktuigen die zeker niet alleen in gemalen hun toepassing vinden. In schepen, fabrieken en op andere industriële gebieden kunnen dezelfde motoren aangetroffen worden. Zodoende behoeven de aandrijfwerktuigen niet specifieke bemalingswerktuigen te zijn.

3. Installatie.

Voor een complete waardering van een gemaalinstallatie moet de installatie als geheel beoordeeld worden. Zaken als een zichtbare technische ontwikkeling, een al dan niet bijzondere combinatie van werktuigen of bepaalde onderdelen worden immers niet gevangen onder de afzonderlijke waardering van werktuigen. Onder het installatieonderdeel valt dan ook het gedeelte dat zorgt voor de overbrenging van motor naar opvoerwerktuig (bv. tandwielkast of bandriem) en eventueel de wijze van brandstofopslag. Dit

zijn namelijk delen van een installatie die ondanks vervanging van opvoer- en aandrijfwerktuig aanwezig kunnen blijven.

De criteria **ontwikkeling** en **zeldzaamheid** kunnen gehanteerd worden om de waarde van een installatie als geheel te beoordelen. De ontwikkeling zegt dan iets over de oorspronkelijkheid en over een meerwaarde die verkregen wordt door het aanwezig zijn van bijvoorbeeld meerdere generaties werktuigen of bepaalde onderdelen. De zeldzaamheid betreft vervolgens de vraag of er veel van deze typen installaties gebouwd zijn en hoeveel voorbeelden hier nog van resten.

4. Gebouw.

De verschillen in gebouwtypen zijn terug te voeren op de installatietechnische keuzes die gemaakt zijn ten tijde van het ontwerp van een gemaal. Het gros van de gemaalfuncties is op een utilitaire wijze in gebouwen ondergebracht. Het gebouw volgt de functie en is op zijn best verfraaid of verbijzonderd op bepaalde onderdelen. Door deze functionaliteit moet het oorspronkelijke gebouw bij vervanging door andersoortige werktuigen dan vaak aangepast of rigoreus verbouwd worden.

Het criterium **oorspronkelijkheid** bepaalt naast de mate van wijziging tevens de zeldzaamheid van een gebouwtipe en de herkenbaarheid van een ontwikkeling die heeft plaats gevonden.

Het criterium **architectuur** kan apart beoordeeld worden waarmee de verschijningsvorm en de afwerking van zowel interieur alsook exterieur een waardering krijgt. Een betekenis in bouwtechnische zin, betekenis in een regionale bouwtraditie of een bijzondere inventaris moet bij dit aspect tevens worden meegenomen.

5. Situering.

De plaats waar gemalen zijn gebouwd, was als regel daar waar zich al eeuwenlang het uitwateringspunt van een polder of boezemgebied bevond. De plaatsing van een gemaal werd en wordt vaak nog steeds op natuurlijke wijze ingepast in een meestal complexe en oude waterstaatkundige structuur. Vaak duidt een gemaal dus op een eeuwenoud lozingspunt in een landschap en maakt onderdeel uit van die historische structuur. Deze **historische relatie** met de omgeving is een waarderingsaspect dat uitdrukking moet geven aan de oorspronkelijkheid (dus herkenbaarheid...) en bijzonderheid (dus zeldzaamheid...) van de situatie waarvan het gemaal deel uitmaakt.

Een ander waarderingsaspect bij dit onderdeel betreft de **visuele relatie** met de omgeving. De rol van gemalen in het landschapsbeeld is vaak dominant. Bij de stoomgemalen bijvoorbeeld is vaak sprake van een klein complex met een hoge schoorsteen (met rookpluim...) in het vlakke polderlandschap. Dit vormde dan een sterk herkenningpunt en zodoende een belangrijk landschappelijk element. Andere zaken die bij dit aspect een rol kunnen spelen betreffen het al dan niet onderdeel uitmaken van het gemaal in een

omringende bebouwingsstructuur, een relief ofwel hoogteligging, bepaalde zichtlijnen van of naar het gemaal of markeringen door bomen en begroeiingen.

Tenslotte kunnen gemalen onderdeel uitmaken van waardevolle gebieden, zoals voormalige boezemgebieden met specifieke flora en fauna, die als natuurgebied worden beheerd.

6. Complex.

Als laatste onderdeel noemen we hier het gemaal als complex. Een gemaal maakt als gebouw meestal deel uit van een terrein of situatie waar zich een aantal voorzieningen ten dienste van het gemaal bevinden. Te denken valt aan de aanwezigheid van dienstwoningen, schuren of loodsen. Deze laatste dienend als werkplaats of ten behoeve van brandstofopslag (kolen, anthraciet...). Bijzonder zijn elementen als seinmasten of zoals bij stoomgemalen, de schoorsteen. Belangrijk is ook de eventuele aanwezigheid van een voormalig gemaal, molen of resten hiervan die al dan niet zijn hergebruikt. Kortom de vraag of er sprake is van het naast elkaar bestaan van opeenvolgende generaties bemalingstechnieken, hetgeen een wezenlijke meerwaarde voor het complex betekent. Bijzondere elementen zoals sluizen die in principe weinig met het gemaal zelf te maken hebben kunnen tevens een extra waarde vormen.

Met het criterium **oorspronkelijkheid** kan de compleetheid van een gemaalcomplex beoordeeld worden. Moeilijkheid hierbij is wel dat een modern gemaal tal van onderdelen mist vergeleken met bijvoorbeeld een stoomgemaal en dus sneller als compleet gewaardeerd kan worden. Het criterium **zeldzaamheid** moet dan hiermee gecombineerd worden om tevens de extra waarde van bepaalde onderdelen of zichtbare ontwikkelingen te benoemen.

1.5 Een systematische waardering van gemalen.

De zojuist omschreven criteria vormen een handvat om te komen tot een systematische waardering van gemalen. In het kader van dit onderzoek is het niet mogelijk om meer dan een aanzet te geven voor een te volgen methodiek of te volgen aandachtspunten. De criteria zeldzaamheid en oorspronkelijkheid behoeven bij een waardestelling nog enige verduidelijking. Met deze twee waarderingsaspecten is het mogelijk om bijna alle onderdelen waaruit een gemaal bestaat te benaderen. Om een juist oordeel te vellen over de zeldzaamheidswaarde van een type moet eerst een betrouwbare en min of meer complete inventarisatie hebben plaatsgevonden. Aangezien deze om eerder genoemde redenen niet beschikbaar is, moet worden volstaan met het constateren van de voorkomende typen, waarbij alleen in duidelijke gevallen een waardering ten aanzien van de zeldzaamheid gegeven kan worden. Met het waarderen van oorspronkelijkheid moet met verschillende situaties rekening worden gehouden. Wijzigingen ten aanzien van het originele werktuig of gebouw behoeven niet altijd een lage waardering op te leveren.

Meerdere gradaties van oorspronkelijkheid vallen hierbij te onderscheiden. Een volkomen ongewijzigde situatie zal in ieder geval de hoogste waardering moeten opleveren. Een situatie kan echter ook als oorspronkelijk gewaardeerd worden in de zin van opvolging van een werktuig van dezelfde aard. Een stoomgemaal bijvoorbeeld waarin een stoommachine eens is vervangen door een andere stoommachine is nauwelijks minder oorspronkelijk.

De gewoonte om een gemaal, als elk ander bouwobject, vooral te waarderen als gebouw moet voorkomen worden door een gestandaardiseerde, objectieve wegingsmethodiek waarbij het gewicht van de totaalwaardering van een gemaal bij de installatie moet liggen. Bij het hanteren van de voorgestelde onderdelen en criteria beslaat de technische inrichting de helft van de waardering en vindt er zodoende vanzelf een zware weging ervan plaats. Wellicht kan hier dan een factor aan toegevoegd worden voor een optimaal gewenst waarderingseffect. Overigens kunnen landschappelijke criteria of het onderdeel zijn van een complex óók zeer belangrijk zijn voor de waardering van gemalen, maar daartoe dienen deze criteria meer operationeel worden gemaakt. Dit is in het kader van dit onderzoek niet voldoende mogelijk gebleken.



Afbeelding 3. *Het gemaal als betekenisvol element in het polderlandschap.*

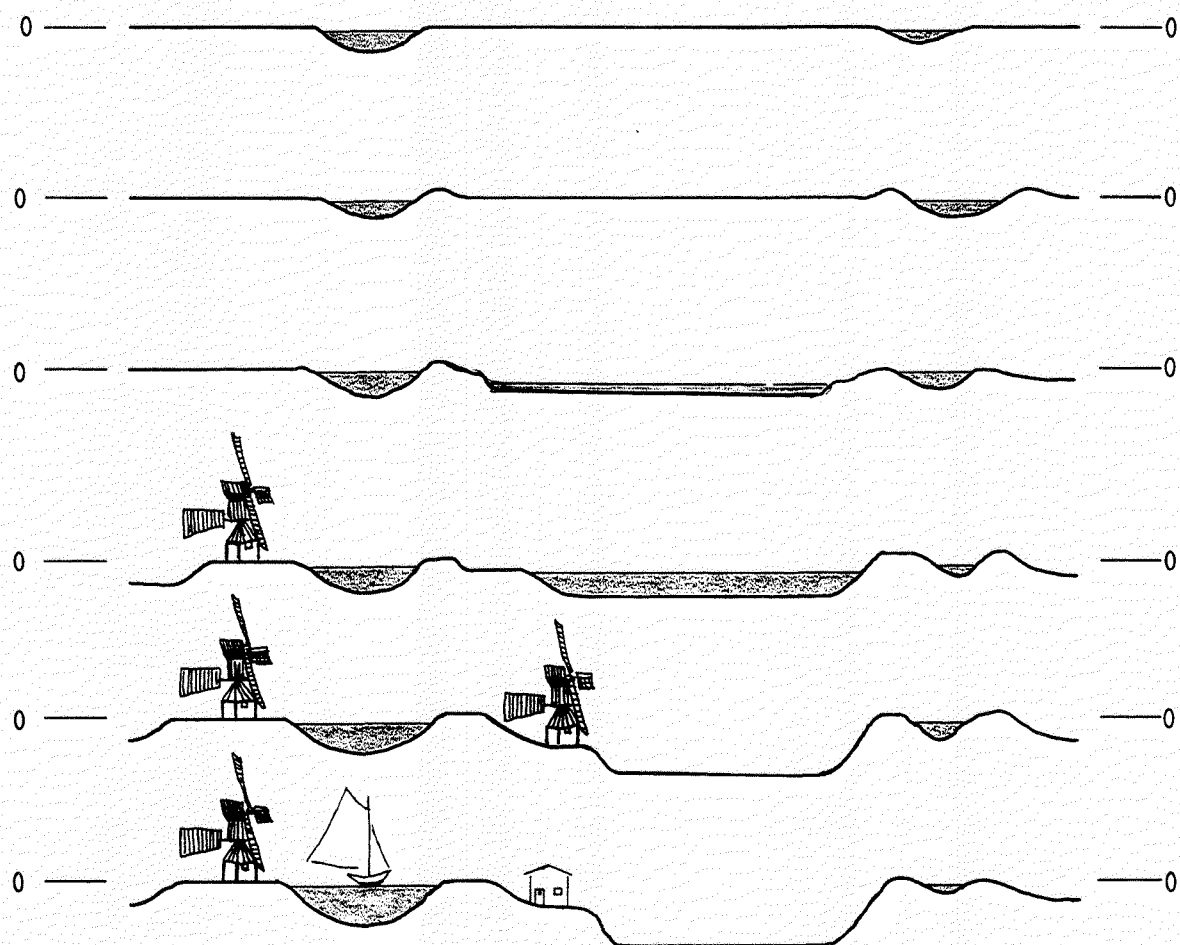
Samengevat.

De waarderingsopzet van een gemaal kan er als volgt uit zien:

<u>Onderdelen:</u>	<u>Criteria:</u>	<u>Criteria:</u>	<u>(Factor?)</u>	<u>Oordeel:</u>
1. Opvoerwerktuig:	oorspronkelijkheid (bv. <i>puntensysteem</i>)	zeldzaamheid (idem...)	(bv. <i>x ?</i>)	subtotaal (... <i>punten</i>)
2. Aandrijfwerktuig:	oorspronkelijkheid	zeldzaamheid		subtotaal
3. Installatie:	ontwikkeling	zeldzaamheid		subtotaal
4. Gebouw:	oorspronkelijkheid	architectuur		subtotaal
5. Landschap:	visuele relatie	historische relatie		subtotaal
6. Complex:	oorspronkelijkheid	zeldzaamheid		subtotaal
				----- +
			<u>Totaalwaardering:</u>	(... <i>punten</i>)

Ter afsluiting.

De ontwikkeling van een standaard waarderingsystematiek voor gemalen is een complexe aangelegenheid. Met het benoemen van de verscheidene te beoordelen onderdelen is het gemakkelijkste deel gegeven. Wat rest is het definiëren en hanteerbaar maken van de criteria die een objectief instrument moeten vormen om de betreffende onderdelen te waarderen. Het moet blijken of een dergelijke methodiek toegepast kan worden op alle gemalen. Dit is bijna niet denkbaar gezien de lange periode waarover de bemalingstechniek zich uitstrekt en de daarmee samenhangende diversiteit aan typen. Zoals eerder genoemd kan waardering wellicht beter plaats vinden binnen nader te bepalen categoriën. In het volgende hoofdstuk 2 wordt een beeld geschetst van de algemene ontwikkeling van de bemalingstechniek in Nederland als introductie op de hoofdstukken 3 en 4 die de verschillende typen werktuigen behandelen. Hierna zal duidelijk zijn dat een gestandaardiseerde waardering van gemalen geen gemakkelijke opgave is.



Afbeelding 4. De ontwikkeling van het Nederlandse landschap als gevolg van het ingrijpen van de mens in de waterhuishouding, door de eeuwen heen.

2.0 BEMALINGSGESCHIEDENIS NEDERLAND.

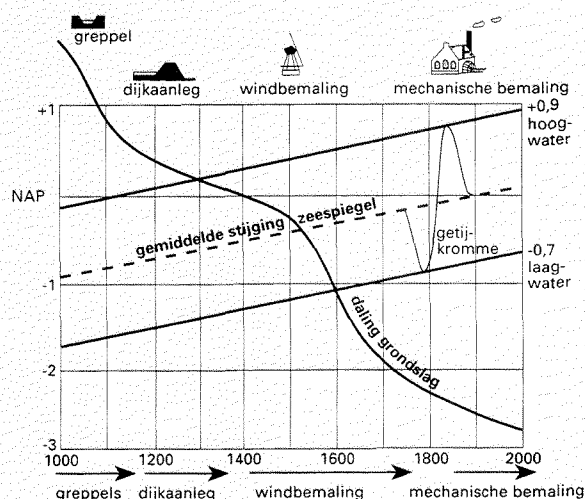
2.1 Nederland cultuurlandschap.

De waterbeheersing in Nederland kan bogen op een lange geschiedenis. De gevolgen van dit ingrijpen heeft in de afgelopen duizend jaar het polderlandschap zoals wij dat nu kennen, gevormd. Een groot deel van Nederland kan daarom gezien worden als een cultuurlandschap, een landschap dat in zekere zin door de mens geschapen is.

Het Nederlandse landschap zoals wij het nu kennen heeft weinig meer te maken met het landschap van voor het menselijke ingrijpen. Grote delen van het land, waar de grote rivieren nog vrij spel hadden, waren namelijk meestal nat en drassig. Dit gold vooral voor de grote veengebieden die van de kust tot aan de hoge gebieden te vinden waren. Het land moet in die tijd meters hoger hebben gelegen dan nu. Gecombineerd met een lagere zeespiegel was de bescherming tegen het water van de zee geen groot probleem. De afwatering van deze gebieden vond bovendien nog helemaal op natuurlijke wijze plaats.

Vanaf ongeveer de tiende eeuw is de mens in de lage landen bezig geweest met het beheersen van de waterhuishouding. Dit was noodzakelijk om de te bewerken grond in een levensbehoefte te laten voorzien en om het gevaar dat van het water uitging te beteugelen. De ontginning voorafgaand aan de opkomst van de steden bestond uit het kappen van bossen en het geschikt maken van de natte en drassige veengebieden ten behoeve van de landbouw. De grond werd daarna ontwaterd door het graven van evenwijdig aan elkaar gelegen sloten, die aansloten op een riviertje. Het zou niet lang duren voordat de meeste bossen verdwenen waren. Plaatsnamen waarin onder meer 'woude' of 'bos' voorkomen herinneren nog aan die oorspronkelijke situatie.

Met de opkomst van de steden in de dertiende en veertiende eeuw startte het proces van de vervening. Rondom de grote steden werd een begin gemaakt met het steken van turf dat de belangrijkste brandstof vormde voor het verwarmen van de huizen. Binnen korte tijd was de turfwinning daarmee ook een niet meer weg te denken factor in de



Afbeelding 5. Schematische weergave van de daling van het veenoppervlak door ontwatering en bemaling.

locale werkgelegenheid en economie.

Nederland daalt.

Het proces in volgorde van ontbossen, ontwateren en afgraven van de gebieden zette een proces van maaiveldddaling in gang, dat onomkeerbaar was en tot op de dag van vandaag voortduurt. De inklinking van de bodem kwam boven op de natuurlijke daling van de bodem. Tesamen met stijging van de zeespiegel zorgde dit uiteindelijk voor zeer forse dalingen waardoor het land een flink stuk onder het gemiddelde zeeniveau kwam te liggen. Deze ontwikkeling dwong de mensen tot aanleg van dijken als bescherming tegen het



Afbeelding 6. Een situatie in Engeland waar de bodemdaling agv ontwatering en ontginning inzichtelijk is gemaakt door het niveauverschil met 140 jaar geleden, de lengte van de paal..., weer te geven.

water. Terpen en andere kunstmatige heuvels werden opgeworpen en door wallen verbonden. Vanaf de elfde eeuw worden er serieus dijken gebouwd die steeds verder uitgebreid en verbeterd werden. Uitwateringssluizen konden bij voldoende lage waterstand worden geopend om het overtollige water te lozen. Vervolgens moesten ook langs de grote rivieren waterkeringen worden aangelegd om het in cultuur gebrachte land tegen overstroming te behoeden. Dit betekende dat de uitmondingen van de veenstroompjes in de grote rivieren moesten worden afgedamd en van een sluis worden voorzien; namen als Rotterdam, Schiedam en Amsterdam duiden dan ook op de afdammingen van de Rotte, de Schie en de Amstel.

De afgedamde stroompjes kregen op deze wijze de functie van boezem voor de aan weerszijden gevormde polders. Voor een belangrijk deel zijn de aldus ontstane dijken door de eeuwen heen in gebruik gebleven en regelmatig versterkt. Het gevolg van de geschetste ontwikkeling was een kwetsbaar gebied dat slechts kon overleven dankzij technische hulpmiddelen en een permanente waakzaamheid.

Pompen of ...

De uitvinding en toepassing van de windmolen als bemalingswerktuig is van grote betekenis geweest voor het in cultuur brengen van al die drassige gronden. Ongeveer

anderhalve eeuw hierna, met de uitvinding van de molengang, was het mogelijk om ook diepere polders droog te houden en om ondiepe meren droog te malen. Dit was een belangrijke stap in de waterstaatkundige ontwikkelingen. Behalve ten behoeve van landaanwinning maakte men de meren droog om het risico van overstromingen te verminderen. De grote droogmakerijen in de zeventiende eeuw waren mijlpalen in de geschiedenis van de waterhuishouding en hadden verstrekkende gevolgen voor de waterbeheersing. Met de droogmakingen in de vorige eeuw zoals de Haarlemmermeerpolder, de Zuiderzee-werken in het begin van deze eeuw en de deltawerken in de jaren 1950-1980 zijn de meest belangrijke ingrepen van de afgelopen twee eeuwen genoemd.

Illustratief voor de kwetsbaarheid van de in deze paragraaf beschreven situatie is het beeld van het huidige Nederland zonder waterkeringen. Meer dan de helft van ons land, veelal aangeduid als Laag-Nederland, zou onder water komen te staan; bij een zware stormvloed zouden de laagste gebieden ten noordoosten van Rotterdam, die ongeveer zes meter beneden het gemiddelde zeeniveau liggen, meer dan tien meter onder water komen te staan (stormvloed; NAP +4m, maaiveld; NAP -6m...). In Laag-Nederland moet dus het overtollige water kunstmatig worden afgevoerd en daar treft men dan ook het merendeel van de Nederlandse gemalen aan.

Een eeuwenlang voortdurend proces van menselijk ingrijpen in het waterstaatkundig milieu heeft het grootste deel van Nederland gevormd tot het landschap zoals wij dat nu kennen. De blijvende zorg voor dit kwetsbare cultuurlandschap zal ook in de toekomst ongetwijfeld maatregelen noodzakelijk maken, die op hun beurt weer invloed zullen hebben op het landschap.



Afbeelding 7. *Laag-Nederland: het donker gekleurde gedeelte geeft dat deel van ons land weer dat onder water loopt indien er geen dijken zouden zijn.*

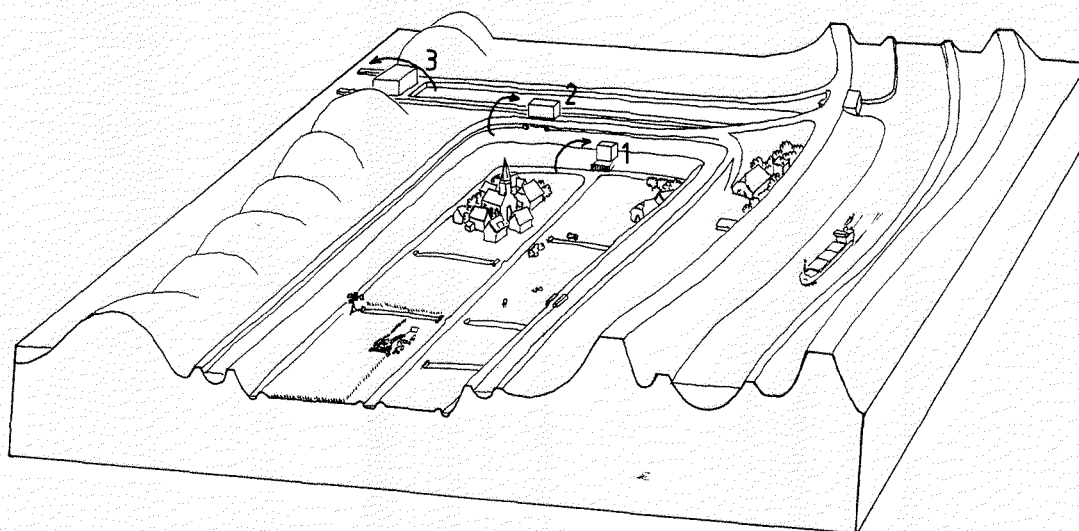
2.2 Polder en boezem.

Een samenwerking.

Het doel van bemaling is beheersing van het waterpeil. De polder en de boezem zijn twee begrippen die hier onlosmakelijk mee verbonden zijn en die niet los van elkaar gezien kunnen worden. Een polder kan gedefinieerd worden als een van buitenwater afgesloten landoppervlak waarin het waterpeil kunstmatig wordt beheerst. Het water uit de polders wordt simpel gezegd via een tussenstation, de boezem, afgevoerd en uiteindelijk geloosd op zee.

Met de vorming van de polders ontstond meteen de noodzaak om het land zo goed en efficiënt mogelijk af te wateren. Na de tred- en rosmolens maakte de windmolen vanaf de 15e eeuw het mogelijk om op grote schaal water op te voeren naar een hoger niveau waardoor men of direct kon spuien op het buitenwater of het water tijdelijk kon opslaan voordat het geloosd zou worden. Zoals reeds in de vorige paragraaf werd opgemerkt kregen de in vroeger eeuwen afgedamde en bekade veenstroompjes de functie van boezem. Deze boezem is een belangrijk onderdeel in de waterhuishouding van de polders, waar het uit de polders afkomstige water tijdelijk kon worden opgeborgen tot het moment waarop het waterpeil op de rivier voldoende laag was om de sluis in de afdamming te kunnen openen en het water op de rivier te lozen.

Afbeelding 8. Het traject dat het af te voeren water moet volgen: het poldergemaal (1) slaat het water uit de polder op de boezem; hier een ringvaart. Het boezemgemaal (2) slaat het water uit de boezem uit op bv. een kanaal. Het zeegemaal (3) lost als laatste schakel al het overtollige water uit op de zee ...



Een boezem kan aldus gedefinieerd worden als een stelsel van wateren dat zowel van het

buitenwater, als van het aangrenzende land is afgesloten en dient voor tijdelijke waterberging en transport van het overtollige water uit de aangelegen polders voordat het in het buitenwater, de zeearmen en de zee kan worden geloosd. Dit stelsel van wateren kan bestaan uit vroegere rivierlopen, afwateringskanalen of natuurlijke meren. Niet alleen steden, maar ook enige waterschappen, zoals het voormalige Hoogheemraadschap van Amstelland en het nog bestaande Schieland, zijn naar de oude, niet door de mens gegraven boezems genoemd. In latere eeuwen werden ook boezems gegraven en aangelegd, zoals de ringvaart van de Haarlemmermeerpolder, en kregen ook scheepvaartkanalen tevens de functie van boezem.

Het beheer.

Eeuwenlang konden de oude boezems zonder bemaling bij eb op getijderivieren of zeearmen lozen onder vrij verval, ook toen de polders reeds lang met behulp van windmolens werden bemalen. Moeilijkheden deden zich alleen voor bij aanhoudende noordwester stormen en de daarbij optredende langdurige stormvloeden, waardoor ook bij eb het laagwaterpeil te hoog bleef om te kunnen lozen. Als een dergelijke periode lang duurde moest de bemaling van de polders vroeger of later, afhankelijk van de bergingscapaciteit van de boezem, worden gestopt; het maalpeil op de boezem was dan bereikt.

Omdat de polders elk hun eigen belangen hadden om zo snel mogelijk het polderwater op de boezem te lozen, waren overkoepelende lichamen nodig voor het beheer van de boezemwateren; in vele gevallen waren dat de (hoog)heemraadschappen, die door de landsheer ook belast waren met de zorg voor de hoofdwaterkeringen die het gebied tegen de invloed van de zee beschermden. Het beheer hield ook de zorg in voor het op voldoende diepte houden van de boezemwateren, het op hoogte houden van de boezemkaden en het voorkomen dat de afwatering door versperringen, zoals vernauwing door bruggen, fuiken en netten belemmerd zou worden. Verder werd er voor gezorgd dat de boezem op peil bleef. In droge jaargetijden betekende dit dat de spuisluizen naar het buitenwater gesloten bleven. In de poldersloten kon dan vanuit de boezem water worden ingelaten. Sommige boezems werden vanuit het zoete buitenwater van water voorzien. Er werd derhalve niet alleen water ontvangen maar waar nodig ook teruggeven.

Afname bergingscapaciteit.

In de 17e eeuw werden veel plassen en meren drooggemaakt die enerzijds op natuurlijke wijze en anderzijds op onnatuurlijke wijze waren ontstaan door de ontginning van de veengronden. Deze droogmakingen hadden tot gevolg dat het boezemoppervlak aanzienlijk afnam. Soms verminderde de boezemcapaciteit tot een kwart van de oorspronkelijke capaciteit. Hierdoor raakte bij hoge buitenwaterstanden de boezem veel sneller vol dan vroeger, wat wateroverlast tot gevolg had. Logisch was derhalve de angst van de

waterschappen voor een tekort aan boezemcapaciteit als gevolg van deze ontwikkeling. Er werden dan ook later meer eisen gesteld aan de uitwatering van de nieuw gewonnen polders.

Problemen met de bergingscapaciteit van de boezemwateren waren er niet alleen als gevolg van de droogmakerijen. Sinds de invoering van de polderbemaling en de verdere perfectionering daarvan, was de hoeveelheid af te voeren water gestaag toegenomen. Er komt niet méér water, maar het uit te malen water komt sneller en moet in een korter tijdsbestek worden uitgeslagen. Door toenemende bebouwing, veranderd landgebruik etc. komt het water sneller tot afstroming in de sloten hetgeen tot wateroverlast leidt als het niet evenredig versneld kan worden afgevoerd. Bij hoge buitenwaterstanden bleken sommige boezemcapaciteiten niet toereikend. Om de boezemcapaciteit te vergroten werden dan stukken grond gekocht grenzend aan de boezem welke als extra berging konden dienen. In de zomer konden de oude boezems het nog alleen af en werden de nieuwe boezems benut als wei- en hooiland.

Als gevolg van de steeds verdergaande zeespiegelrijzing alsmede door de steeds talrijkere en verder geperfectioneerde bemalingen van polders en droogmakerijen, waarmee de overvloedige neerslag veel sneller op de boezems werd gebracht, kon bemaling van de boezems op de rivier niet uitblijven. Aanvankelijk werden ook voor de boezembemaling windmolens gebruikt, die het water naar een hoger peil in een afzonderlijk, hoger omkaad gedeelte, van de boezem opvoerden. Op deze wijze kon de hoge boezem dan toch weer onder vrij verval op de rivier lozen.

Met de invoering van nieuwe bemalingstechnieken in de negentiende en twintigste eeuw zijn deze situaties met hoge en lage boezems vrijwel overal verdwenen en werden de boezems meestal rechtstreeks op de rivier bemalen. De polder en de boezem hebben echter nog steeds dezelfde belangrijke betekenis voor de waterbeheersing in Nederland.

2.3 Functies, spreiding en groei van het aantal gemalen.

Voornamelijk polder- en boezemgemalen.

De in dit onderzoek betrokken gemalen hebben hoofdzakelijk functies in de polder- en boezembemaling. Bijzondere bemalingen zoals het zeegemaal, inlaatgemaal of stadsgemaal vormen een klein percentage en worden, met uitzondering van het zeegemaal, in het kader van dit onderzoek verder niet in beschouwing genomen.

Het zeegemaal, de naam zegt het al, loost op zee of op een direct in open verbinding staand water. Bijna altijd is een zeegemaal een boezemgemaal. Het bijzondere aan een zeegemaal, en dit weerspiegelt zich in de toegepaste technieken en indirect in de daarmee samenhangende vormgeving, is dat er sprake is van sterk wisselende opvoerhoogten, vaak in combinatie met een vrije lozingsmogelijkheid. Tevens vormt het gegeven dat een

(zee)kering gepasseerd moet worden met de persleiding(en) een belangrijk technisch aspect. Dit is dan vaak gekoppeld aan het ontwerpgegeven dat de aandrijving zich om veiligheidsredenen boven hoogwaterniveau dient te bevinden.

Boezemgemalen zijn uiteraard minder talrijk dan poldergemalen, maar hebben noodzakelijkerwijs een veel grotere capaciteit. Een uit 1920 daterend onderzoek vermeldt dat van de ongeveer 700 in Nederland gebouwde stoomgemalen, 85% diende voor de polderbemaling en 5 tot 10% voor de boezembemaling; deze verhouding zal ook thans niet ver van de waarheid zijn verwijderd.

Bemaling:	[polderbemaling	ca. 85%
	[boezembemaling	ca. 5-10%
	[stedelijke bemaling	ca. 5%
	[diversen	ca. 2%

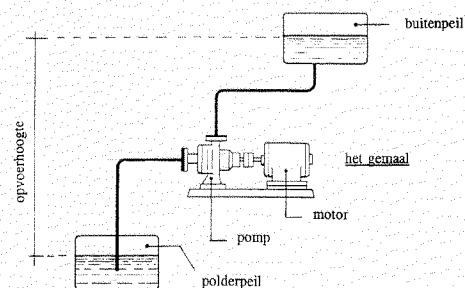
In enkele bemalingsinstallaties is er sprake van een dubbelfunctie; zo is van het gemaal te Medemblik bekend dat het oorspronkelijk met de dubbelfunctie van boezem- en poldergemaal is gebouwd. Ook het gemaal Abraham Kroes te Moordrecht is in de zestiger jaren van deze eeuw als zodanig ontworpen en gebouwd.

Bemaling in Laag-Nederland.

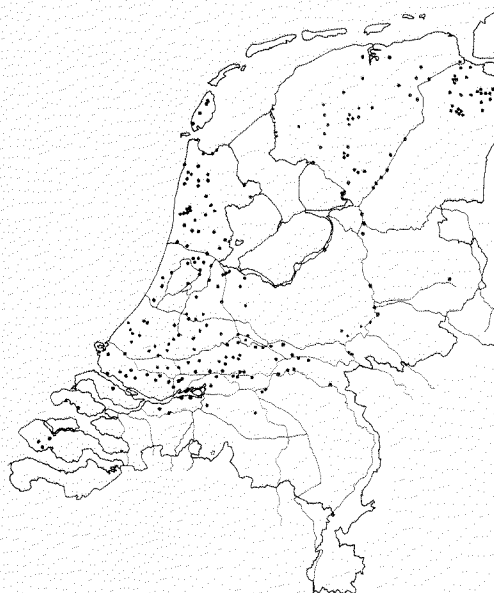
Zoals reeds eerder werd opgemerkt zijn de meeste gemalen te vinden in Laag-Nederland, dus in Friesland, Groningen, Noord- en Zuid-Holland, Zeeland, het Gelderse rivierengebied en het westen van Noord-Brabant.

Opkomst van de stoombemaling.

De overschakeling van wind- naar stoombemaling strekt zich uit over een lange periode; de voor 1850 gestichte grotere stoomgemalen werden voornamelijk ingezet voor het droogmaken van de grote meren en plassen en voor de boezembemaling. Met gebruikmaking van gegevens van de groei van gemalen in de provincie Noord-Hol-



Afbeelding 9. De voornaamste functie en het wezen van een gemaal, namelijk: het opvoeren van water.



Afbeelding 10. Een indruk van gemaalconcentraties in NL. Dit overzicht betreft specifiek gemalen met Stork-installaties; het is daarom ook zeker niet volledig...

land, geprojecteerd op de landelijke ontwikkeling, kan het volgende beeld geschetst worden.

In de periode voor 1860 zijn nog relatief weinig gemalen gesticht. Dit betrof dan voornamelijk grote gemalen van bijvoorbeeld droogmakerijen en boezembemaling. De grotere capaciteit en bedrijfszekerheid ten opzichte van windbemaling waren duidelijke voordelen.

Tussen 1860 en 1870 is er sprake van een matige groei en heeft de mechanische aandrijving nog steeds niet het vertrouwen gewonnen. Verbetering van aandrijfwerktuig en toepassing van de centrifugaalpomp waren, naast zaken als toenemende kennis en een verbeterde distributie van brandstof, de voorwaarden die omstreeks het jaar 1870 zorgden voor een omslag.

Hoogtepunt en vervolg.

De periode van 1870 tot 1885 kenmerkt zich door een sterke groei van het aantal stoomgemalen. Hierna vindt er slechts nog een matige groei plaats. Na 1900 worden er niet veel nieuwe stoomgemalen meer gesticht (zoals dat heet in de bemalingswereld...), omdat nieuwe aandrijftechnieken zoals de diesel- en de electromotor inmiddels ontwikkeld waren. Verbetering van de bestaande opvoerwerktuigen en ontwikkeling van nieuwe pomptypen speelden hierin ook een rol. Het totale aantal gebouwde stoomgemalen in Nederland zal omstreeks 1900/1910 ongeveer 700 bedragen.

Tussen 1900 en 1910 worden op kleine schaal dieselpomp- en zuiggaspompgemalen in gebruik genomen. Iets later ook electrogemalen. Dit betreft veelal kleine polders die de stoomfase hebben overgeslagen en tot dan toe steeds gebruik hebben gemaakt van windbemaling. Het aantal van deze "moderne" gemalen is in deze periode echter nog onbeduidend en draagt nog een experimenteel karakter.

Vanaf ongeveer 1910/1915 worden bestaande stoomgemalen gemoderniseerd en voorzien van een electro- of dieselmotor. Veelal werd meteen het scheprad of de vijzel vervangen door een centrifugaalpomp.

De periode 1920-heden.

Een noemenswaardige groei van het aantal gemalen vindt plaats vanaf ongeveer 1920. Uitbreiding van het electriciteitsnet en de definitieve doorbraak van de dieselmotor alsook het gebruik van nieuwe en verbeterde pompen zorgen voor een "nieuwe" generatie gemalen. Na 1950 krijgt de ontwikkeling een meer constant karakter. Er is naast het stichten van nieuwe gemalen nog steeds sprake van vervanging van nog in bedrijf zijnde stoomgemalen en reeds verouderde zuiggasgemalen. Ook alweer verouderde dieselpompinstallaties worden vervangen danwel gemoderniseerd.

De laatste twintig jaar worden gekenmerkt door het buiten bedrijf stellen van veel

gemalen waarna een nieuw gemaal de taak overneemt van meerdere oude en vaak kleine gemalen (met geringe capaciteiten), dit mede als gevolg van een toenemende mate van automatisering van het bemalingsbedrijf. Het aantal gemalen dat vandaag de dag, al dan niet in bedrijf, nog aanwezig is, valt niet precies te noemen maar bedraagt in ieder geval ruim 1600 stuks. Als de kleine automatische gemaalinstallaties, niet geïnventariseerde oude gemalen en zeer jonge gemalen hierbij opgeteld worden zal dit totale aantal waarschijnlijk nog met een paar honderd exemplaren vermeerderd moeten worden.

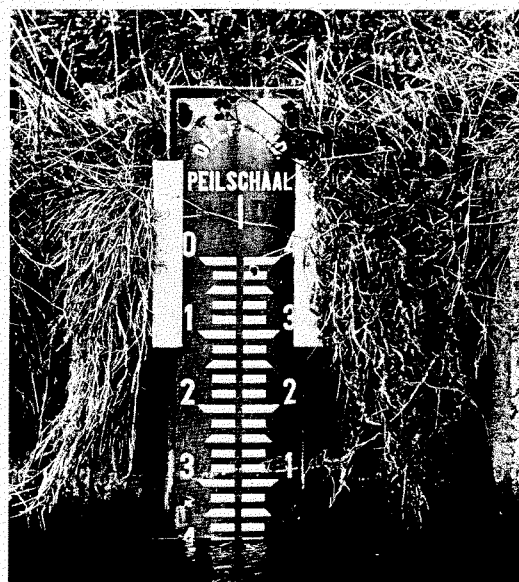
2.4 Het waterschap.

Om een volledig beeld te krijgen van het onderwerp gemalen en de waterbeheersing in zijn algemeenheid mag de feitelijke beheerder of zorgdrager niet vergeten worden. Een beknopte geschiedenis van de waterschappen die we hiermee bedoelen is op zijn plaats om de betekenisvolle rol die deze bestuursvormen hebben gespeeld en nog steeds spelen, te beseffen.

Een oude bestuursvorm.

Voor de ontstaansgeschiedenis van de waterschappen moeten we terug naar de dertiende eeuw. De poldervorming als gevolg van het ontginnen en cultiveren van gronden noopte tot het nemen van maatregelen. Laaggelegen gebieden werden voorzien van ringdijken en weteringen werden gegraven om de afwatering te bevorderen. De begrenzing van de zo gevormde polders werd door de waterhuishoudkundige situatie bepaald en volgde slechts bij uitzondering de grenzen van de buurschappen.

De in de vroege middeleeuwen bestaande primitieve waterstaatswerken waren ongetwijfeld de vrucht van particuliere initiatieven. Het goed functioneren van deze werken was afhankelijk van de gemeenschapszin van de belanghebbenden; meer landinwaarts was men bijvoorbeeld afhankelijk van het deugdelijk onderhoud van de boezemkaden en van de dijken langs de rivieren. Hoewel aanvankelijk de zorg van deze werken berustte bij de plaatselijke overheden van dorpen en buurschappen, zullen er ongetwijfeld vele twisten zijn ontstaan over de werken, die het locale belang overstegen. De enige machthebbers die hier orde op zaken konden stellen



Afbeelding 11. *Het waterschap draagt zorg voor de waterbeheersing in ons land.*

waren de landsheren, zoals bijvoorbeeld de graven van het Hollandse Huis, die de grondslag hebben gelegd voor de (hoog)heemraadschappen in de lage delen van Noord- en Zuid-Holland. Om de nieuwe afzonderlijke waterstaatkundige eenheden goed te kunnen beheren, moesten aparte besturen worden gevormd, de polderbesturen.

Taken en bevoegdheden.

Het polderbestuur bemoeide zich uitsluitend met de waterstaatswerken van de polder, zoals het graven en onderhouden van de nieuwe afvoerweteringen en de kaden. Er ontstond dus een bestuur alleen belast met waterstaatsaken in een plaatselijk gebied; een waterschap. Deze waterschappen kregen belangrijke regionale bevoegdheden; zij moesten er onder andere op toezien dat alleengrond verkocht werd aan lieden, die voldoende draagkrachtig waren om de bij die gronden behorende waterstaatskundige werken te onderhouden; ook het boezembeheer werd hen meestal toevertrouwd. Zo ontstond de situatie dat de polders en later de droogmakerijen, die voor de waterafvoer op een gemeenschappelijke boezem waren aangewezen en door een samenhangend stelsel van waterkeringen tegen zee- en rivierwater werden beschermd, beheerd werden door polderbesturen. Een overkoepelend waterschap was belast met het boezembeheer en de waterkeringen. In grote lijnen is deze ontwikkeling in geheel (Laag-)Nederland gelijk geweest, hoewel van geval tot geval verschillen zijn te constateren, afhankelijk van de plaatselijke waterstaatkundige situatie en politieke verhoudingen.

Het verlenen van een handvest aan een waterschap was een belangrijke impuls voor de verdere ontwikkeling van deze bestuursvorm. Deze handvesten of privileges kan men het best vergelijken met stadsrechten. Men verkreeg met zo'n handvest rechterlijke bevoegdheden bij het oplossen van geschillen over eigendomsverhoudingen. Het woord "heem" in de naamgeving duidt hier nog op. Sommige waterschappen zijn in die zin zelfs ouder dan menige stad. Als voorbeelden van streekwaterschappen/hoogheemraadschappen, die al voor het jaar 1250 ontstaan zijn, kunnen onder andere worden genoemd: Rijnland, Lekdijk bovendams en Zeeuwse waterschappen als Wateringen, Walcheren en Bewesten Yerseke. In een handvest werden de waterstaatswerken opgesomd waarover het waterschap zeggenschap kreeg en er werden regelingen getroffen voor het bestuur. Net als een stedelijk bestuur was een waterschapsbestuur autonoom. Door het stellen van eigen rechtsregels of keuren kon dit recht uitgebreid of toegepast worden. Als gevolg van de handvesten ontstonden ook verschillen tussen de waterschappen. Regionale politieke verhoudingen verschilden nog wel eens en werkten door in het beleid van de verschillende waterschapsbesturen. Een ander verschil tussen de waterschappen werd veroorzaakt door het feit dat lang niet elk waterschap dezelfde taak had. Sommige hadden het dijkbeheer tot taak en andere moesten zorgen voor de regionale afwateringsstelsels. Enkele hoogheemraadschappen zoals Rijnland, Delfland en Schieland hadden aanvankelijk alleen het dijkbeheer en het boezembeheer in hun takenpakket.

Overheidsbemoeienis.

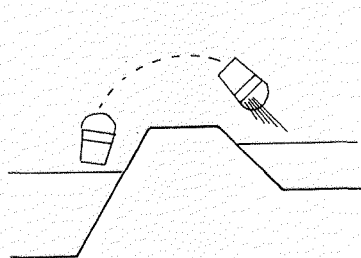
Tot even in de negentiende eeuw behielden de waterschappen hun autonome bestuursvorm; de Franse tijd leidde in de Nederlanden tot een geheel andere staatsinrichting en bij de grondwetsherziening in 1848 werden de provinciale besturen belast met het toezicht op de waterschappen en verloren met name de hoogheemraadschappen hun rechterlijke bevoegdheden. Dit betekende het begin van een definitieve bevestiging van de waterschappen als overheidslichamen en tevens het begin van de modernisering van het waterstaatsbestel in de negentiende en twintigste eeuw. De provincies hebben tot op de dag van vandaag de taak gehad als toezichthouder op de waterschappen. Dat dit niet door het rijk gebeurde ligt misschien aan het feit dat men op centraal niveau niet goed raad wist met de oude bestuursorganen, die de waterschappen waren. Het bleef een vrij autonome bestuursvorm waarop de overheid weinig greep had. De veelheid aan specifieke taken van de waterschappen kon eenvoudigweg niet door andere bestuursorganen worden overgenomen. Dit was wellicht de belangrijkste reden waarom tot 1848 geen ingrijpende hervormingen werden doorgevoerd. Alleen werden in 1840, zoals net vermeld, de rechterlijke bevoegdheden van de waterschappen ontnomen en moest men zich voortaan bij juridische geschillen wenden tot de gewone rechtbank.

Elke provincie vatte haar taak ten opzichte van de waterschappen op eigen wijze op. Het resultaat was dat er een aantal stelsels van waterschappen in Nederland ontstonden. De organisatie is in grote lijnen tot in de moderne tijd hetzelfde gebleven. Tijdens het proces van de waterschapsreglementering in de vorige eeuw heeft men slechts enkele kleine waterschappen opgeheven. Het grote aantal van ongeveer 2700 waterschappen vlak voor de Tweede Wereldoorlog vroeg om maatregelen om die versnipperde verantwoordelijkheden te bundelen. Twee hoofdoorzaken zijn voor deze te nemen maatregelen aan te wijzen; in de eerste plaats bleek die versnipperde zorg voor de waterkeringen bij de stormramp van 1953 niet voldoende effectief te zijn en in de tweede plaats het besluit van het rijk om het waterkwaliteitsbeheer van de binnenwateren op te dragen aan de waterschappen, die daartoe veelal moesten worden samengevoegd tot draagkrachtige waterstaatkundige eenheden; waar dat niet mogelijk was werden nieuwe regionale waterschappen of zuiveringsschappen gevormd met het waterkwaliteitsbeheer als enige taak.

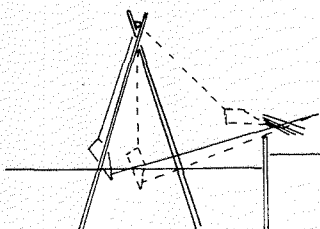
Heden en toekomst.

Tallose concentraties zijn in de laatste tientallen jaren tot stand gekomen. De meerderheid van de ongeveer 2000 kleine polderwaterschappen zijn opgeheven en de taken ofwel overgeheveld naar streekwaterschappen, ofwel ondergebracht in de nieuwe regionale waterschappen. Op deze wijze is inmiddels het aantal waterschappen gereduceerd tot minder dan 100. Na afronding van nog enkele wachtende reorganisaties, zullen minder dan 80 waterschappen resteren. Het hele waterschapswezen zal dan bestaan uit goed toegeruste, moderne overheidsapparaten.

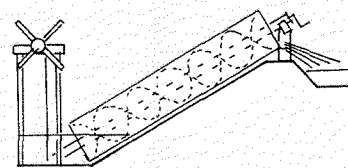
Afbeelding 12. *Ontwikkeling van de bemalingstechniek: van schepemmer tot pomp.*



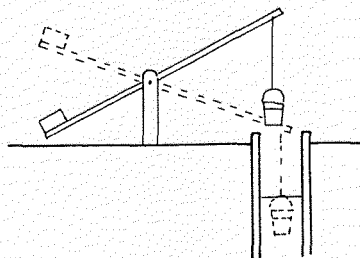
schepemmer



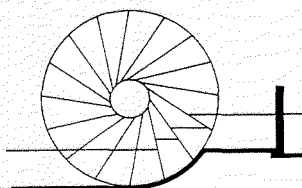
hoosbak



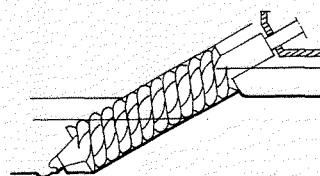
tonmolen



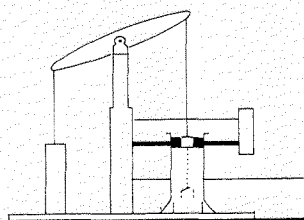
aker



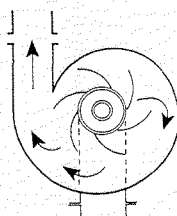
scheprad



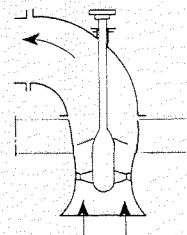
vijzel



zuigerpomp



centrifugaalpomp



schroefpomp

2.5 Ontwikkeling van de bemalingstechniek.

De in vorige paragraaf 2.1 geschetste ontwikkeling van ontbossing, ontginning, ontwatering en daarmee gepaard gaande bodemdaling, maakte het noodzakelijk hulpmiddelen te creëren om het ontgonnen land droog te houden. De eerste opvoerwerktuigen waren simpele instrumenten, door mens en dier in beweging gebracht, zoals schepemmers, hoosbakken, akers en tonmolens. De capaciteit en opvoerhoogte van deze praktische werktuigen was echter op den duur niet toereikend.

De molen maalt.

De oplossing voor de afwateringsproblemen werd geboden door de ontwikkeling van de windbemaling in het begin van de vijftiende eeuw. Uit de rond 1400 reeds technisch goed ontwikkelde korenmolens, ontwikkelde men molens die met behulp van een scheprad water uit konden slaan. De eerst bekende poldermolen dateert uit het begin van de vijftiende eeuw. Deze molen functioneerde zo goed dat hij spoedig navolging kreeg en voor het jaar 1500 was er al een groot aantal watermolens gebouwd. Naast de windkracht als energiebron voor de watermolens waren er ook molens die aangedreven werden door paardekracht, de rosmolens. Deze zijn echter niet in grote aantallen toegepast omdat ze slechts de capaciteit hadden om kleine poldertjes te bemalen.

Dat de bemaling met windmolens tot ver in de negentiende eeuw heeft geduurd is vooral te danken aan de vele verbeteringen die voortdurend werden aangebracht. Zowel het molengedeelte als het opvoerwerktuig werden geoptimaliseerd. Hierdoor namen zowel de bedrijfsvaardigheid, de opvoerhoogte als de capaciteit voortdurend toe. De ontwikkeling van diverse molentypes zoals de wipmolen, de bovenkruier en de binnenkruier, de toepassing en de verbetering van de vijzel en het scheprad, maar bovenal de zogenoemde getrapte bemaling (molengang), zijn mijlpalen in de geschiedenis van de windbemaling. Vooral laatstgenoemde uitvinding van Simon Stevin in het begin van de zeventiende eeuw was ingrijpend. Door meerdere molens achter elkaar te plaatsen konden diepgelegen meren en plassen eveneens worden bemalen. De aldus ontstane droogmakerijen zijn bepalend geweest voor het polderlandschap zoals wij dat nu kennen.

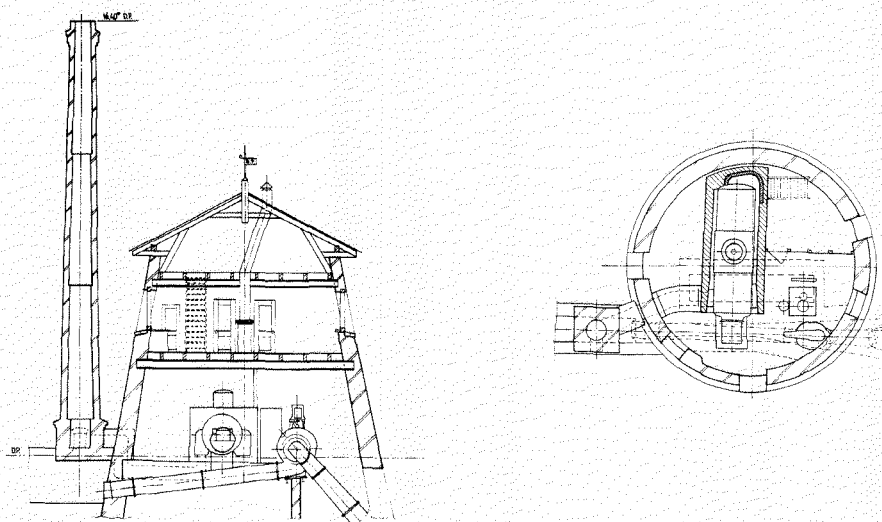
Met de wind als aandrijving is er eeuwenlang niets veranderd aan de manier waarop water omhoog werd gebracht. Het scheprad en de vijzel die daarbij gebruikt werden, waren werktuigen die rechtstreeks waren afgeleid van de schepemmer en de tonmolen; een oud principe dus. Met de komst van de stoommachine zou echter niet gebroken worden met deze aloude technieken van zowel aandrijving als opvoering.

De vuurmachine.

De introductie van de stoommachine zorgde niet alleen voor een revolutie in de industrie maar ook in de bemalingstechniek. De stoommachine, aanvankelijk aangeduid als

"vuurmachine", was eind achttiende eeuw belangrijk verbeterd en tot een praktisch werktuig ontwikkeld.

Afbeelding 13. *Curieus maar niet geheel ongewoon was de oplossing om de windmolen om te bouwen tot een heus gemaal met stoommachine, centrifugaalpomp en schoorsteen. De machinist woonde dan bijvoorbeeld in het bovenste gedeelte.*



Dat het toch nog lang zou duren voordat de stoomkracht in de bemalingstechniek zijn plaats definitief veroverde, moet gezien worden in het licht van het experimentele karakter waarin de combinatie van stoomkracht en bemaling zich bevond.

Engeland was de bakermat van de stoomtechniek en het was dan ook daar dat de stoommachine voor het eerst gebruikt werd voor industriële toepassingen en het machinaal ontwateren van mijnen. Het ontwateren van de mijnen waarbij water vanaf grote diepte werd opgepompt bracht inventieve Hollanders op het idee om de stoomtechniek aan te wenden voor de bemaling van de polders in ons land. Na eerdere mislukte pogingen om de stoombemalingstechniek in Nederland in te voeren, was Steven Hoogendijk de eerste die daadwerkelijk heeft geëxperimenteerd met de stoommachine. Dit betrof een verticaal geplaatste stoommachine die door middel van een balansarm een zuiger in beweging bracht. Het experiment in het jaar 1776 te Rotterdam liep uiteindelijk mis en het lukte niet om de opdrachtgevers te overtuigen van de kwaliteiten van het stoomgemaal. Het opvoermechanisme bleek de zwakke schakel. De oorzaak was dus niet zozeer de krachtbron, maar de wijze waarop die werd aangewend. De inrichting van de opvoerwerktuigen was nog niet ideaal. De zuigerpomp liet zich weliswaar goed combineren met de eenvoudige beweging van de balansarmtechniek maar zou nog veel verder geperfectioneerd moeten worden. Het alom bij de windbemaling gebruikte scheprad en de vijzel konden

aanvankelijk niet worden toegepast bij de vroege verticaal geplaatste stoommachines. Vanaf het begin van de negentiende eeuw werd de zuigerpompinstallatie verder ontwikkeld maar weinig toegepast, tot men erin slaagde de op en neer gaande beweging van de balansmachine om te zetten in een draaiende beweging om vijzels en schepraders aan te drijven.

De centrifugaalpomp werkt goed.

De entree van de centrifugaalpomp omstreeks het midden van de negentiende eeuw was een belangrijke impuls voor de verdere ontwikkeling van de stoombemaling. Het rendement en de betrouwbaarheid van deze pomp alsmede de verbetering van de stoommachine deed menig waterschap kiezen voor een dergelijke gemalinrichting. Aan het eind van de negentiende eeuw was de centrifugaalpompinstallatie dan ook de meest gebruikte installatie. Dit zou zo blijven tot ver in de twintigste eeuw want electro- en dieselmotoren bleken ook uitstekend te werken met de pomp.

Nieuwe aandrijf- en opvoerwerktuigen.

Tussen 1900 en 1910 kwamen er nieuwe vormen van aandrijftechniek op de markt die echter geen konsekwentie hadden voor de tot dusver gebruikte opvoertechnieken. De centrifugaalpomp en in mindere mate het scheprad en de vijzel waren gemakkelijk toe te passen bij de "moderne" diesel- en electromotor. Vanaf ca.1910 werden de eerste stoomgemalen ontdaan van hun stoommachines en voorzien van een nieuwe aandrijving. De centrifugaalpompen bleven in veel gevallen gehandhaafd.

Naast de vervanging van de stoommachines door diesel- of electromotoren werden echter nog steeds nieuwe stoommachines geplaatst en sporadisch zelfs nog een compleet nieuw stoomgemaal gebouwd.

Bij uitzondering bleven tot in de zeventiger jaren van deze eeuw nog stoomgemalen in gebruik die de moderniseringsgolf overleefden en tot het laatst toe een bruikbare installatie bleken. Uniek en uitzonderlijk is het stoomgemaal ir.D.F.Wouda te Lemmer (1920) dat nog steeds functioneel is en daadwerkelijk wordt gebruikt als hulp in geval van nood bij de bemaling van de Friese Boezem.

Ten tijde van de overstap van stoombemaling naar de modernere aandrijftechnieken stond ook de ontwikkeling van opvoerwerktuigen niet stil. De centrifugaalpomp vond meer toepassingen door de mogelijkheid om deze ook laag op te stellen met een horizontale plaatsing. Slakkehuizen konden in beton gerealiseerd worden en met verbeterde schoepenwaaiers kon meer rendement behaald worden. Belangrijker nog was de ontwikkeling van de schroefpomp omstreeks 1915. Dit werktuig is beduidend eenvoudiger van opzet en daarmee goedkoper dan de centrifugaalpomp. Onder bepaalde voorwaarden levert de schroefpomp tevens een beter rendement. Vanaf ongeveer 1920 is dit werktuig vrij algemeen toegepast in verschillende uitvoeringen. De schroefcentrifugaalpomp die van iets

latere datum is, was tevens een nieuwe vorm van opvoertechiek maar zou niet zo'n wijd verbreide toepassing vinden als de schroefpomp. De centrifugaalpomp zou echter door zijn meer veelzijdige toepassingsmogelijkheden het meest gebruikte werktuig blijven.

Scheprad en vijzel antiek?

Het scheprad is inmiddels van het toneel verdwenen en wordt sinds lange tijd niet meer gebruikt bij nieuw te bouwen gemalen. Nog aanwezige schepradgemalen zijn op gemaal 'Rijnlandsboezem' te Spaarndam na, niet meer in functie.

Met de vijzel is het merkwaardig verlopen. In de eerste helft van de twintigste eeuw is het werktuig uit de gratie geraakt en is het weinig meer toegepast. Wellicht was de lage omwentelingssnelheid

van de vijzel en de snellopende diesel- of electromotor hier de oorzaak van. De vroege motoren konden hieraan moeilijk worden aangepast. Vanaf omstreeks 1950 wordt de vijzel echter weer toegepast en vindt er als het ware een rentree plaats. Naast gebruik in grote gemalen met een vrijwel constante en niet te grote opvoerhoogte blijkt de vijzel met name geschikt voor gebruik bij kleine geautomatiseerde gemaalrichtingen. Het weinige onderhoud, het plaatsen in de open lucht en de ongevoeligheid voor vuil zijn voordelen die voor het gebruik van de vijzel pleiten.

Vooraf schroef- of schroefcentrifugaalpomp.

Tegenwoordig worden vooral schroefpompen (ook axiaal- of propellerpomp genoemd) en schroefcentrifugaalpompen (ook half-axiaalpompen genoemd) ingezet. Met name de schroefpomp wordt op grote schaal gebruikt, mede door de vele varianten en toepassingsmogelijkheden.

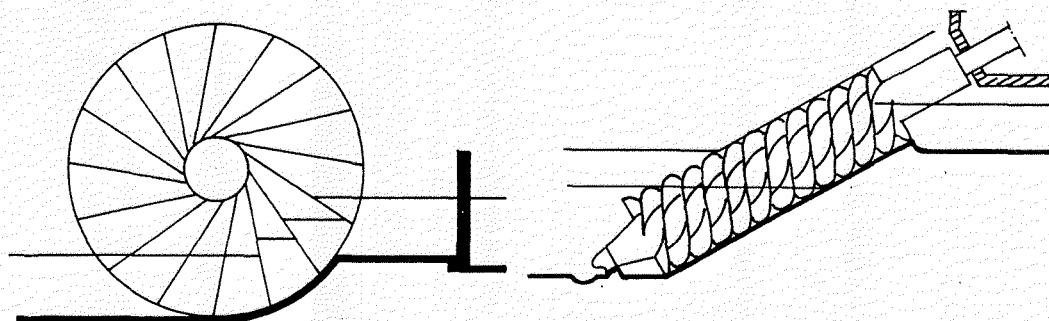


Afbeelding 14. Voor 1940 waren de meeste stoommachines in gemalen vervangen door een electro- of dieselmotor.



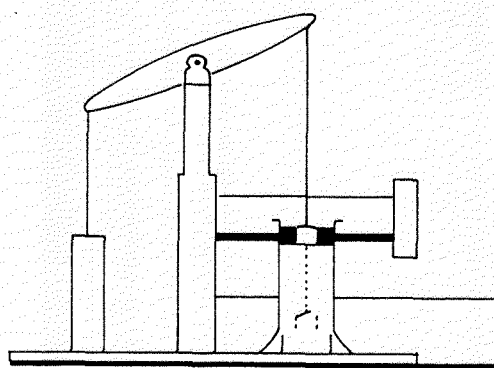
Afbeelding 15. *Gemaal 'Halfweg' (boven) en gemaal 'Kadoelen' (onder): voorbeelden van moderne vijzelgemalen.*



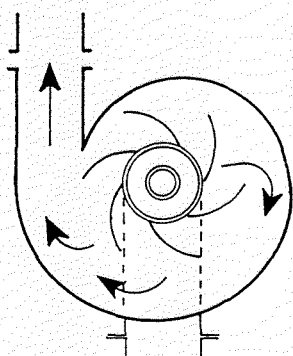


scheprad

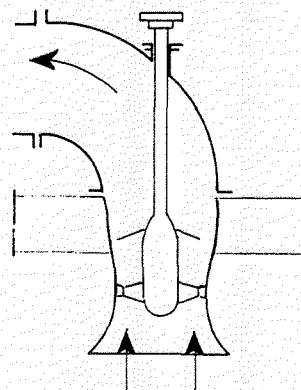
vijzel



zuigerpomp



centrifugaalpomp



schroefpomp

Afbeelding 16. De meest belangrijke vormen van opvoertechniek in volgorde van het tijdstip van eerste toepassing.

3.0 OPVOERWERKTUIGEN

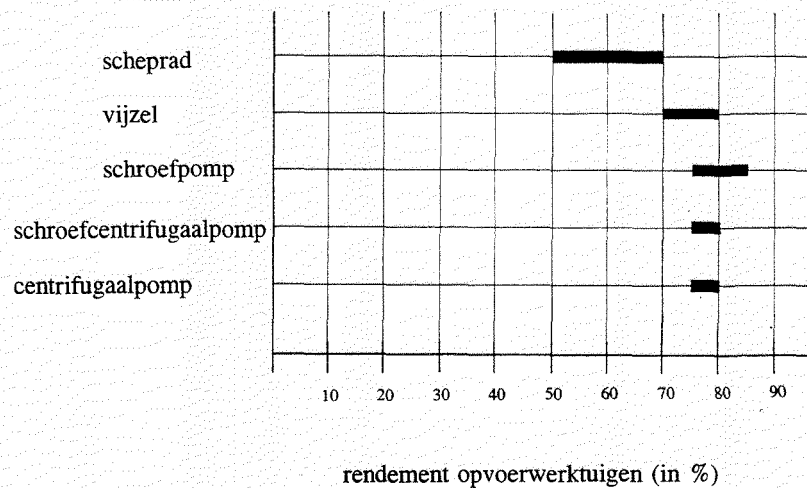
3.1 Hoofdtypologie; de vormen van opvoertechniek.

Het wezen en meest kenmerkende onderdeel van een gemaal betreft het opvoerwerktuig. Dit is het instrument waarmee het overtollige water wordt weggewerkt en het onderdeel dat in belangrijke mate het onderscheid bepaalt tussen de gemaaltypen. Vandaar dat hierop de nadruk moet liggen bij het behandelen van de verschillende gemalen. De behandeling van deze typen opvoerwerktuigen laat zich moeilijk in een chronologisch kader verduidelijken. Verschillende typen zijn lange tijd naast elkaar in gebruik geweest en zijn dat nu nog.

Een optimale werking van een gemaal is vooral afhankelijk van een goede afstemming van aandrijving en opvoerwerktuig op de te verzetten waterhoeveelheden en de opvoerhoogte. Deze (juiste) afstemming was echter een lastig probleem. De oorzaak hiervan is dat men vroeger minder goed dan tegenwoordig het gevraagde vermogen van een opvoerwerktuig en het te leveren vermogen van een aandrijfwerktuig kon bepalen. Hierdoor kwam het vaak voor dat men aan de veilige kant van de berekening ging zitten met het gevolg dat de installaties onderbelast werden, wat vervolgens een slecht rendement opleverde. Bovendien was de kennis om machines te construeren met een hoog rendement, niet optimaal.

De grote overlap en diversiteit van installatietypen, mede veroorzaakt door de verschillende aandrijftechnieken, maken een strikt typegewijze behandeling noodzakelijk waarbij elk werktuig afzonderlijk behandeld wordt. Een werktuigbouwkundig onderscheid tussen de opvoerwerktuigen onderling kan gemaakt worden op basis van de specifieke werking van wateropvoering. Dit onderscheid is gebaseerd op het opvoeren van water door middel van het principe van verdringing of het principe van stroming. De verdringingswerktuigen zijn vereenvoudigd voor te stellen als werktuigen die met een "schep-principe" water in afgemeten porties omhoog halen. De stromingswerktuigen zijn wat geavanceerder en werken op basis van drukverschillen die door een waaier veroorzaakt wordt. De verschillende opvoerwerktuigen kunnen als volgt worden ondergebracht:

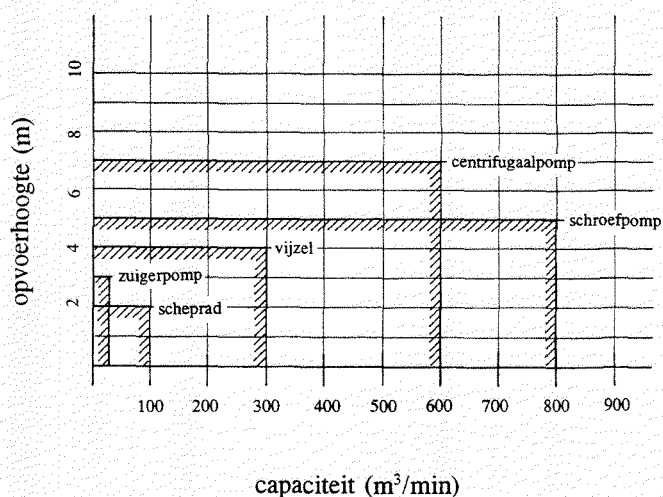
- verdringingswerktuigen
 - [scheprad
 - [vijzel
 - [zuigerpomp (enkel en dubbel werkend)
 - [plunjerpomp
- stromingswerktuigen
 - [centrifugaalpomp = radiaalpom
 - [schroefpomp (of propellerpomp) = axiaalpom
 - [schroefcentrifugaalpomp = half-axiaalpom



Afbeelding 17. Het rendement van de verschillende opvoerwerktuigen (in %).

Elk opvoerwerktuig heeft zijn karakteristieken die de toepassing ervan bepalen. Het is dus zeker niet zo dat elk werktuig geschikt is voor dat ene gemaal. Belangrijke aspecten als opvoerbereik, capaciteit en het rendement daarbij, wijzen uit welke keuze bij het ontwerp van een gemaal gemaakt moet worden.

In de komende paragrafen worden achtereenvolgens de 6 typen opvoerwerktuigen behandeld die het meest hebben betekend voor de ontwikkeling van de bemalingstechniek: scheprad, vijzel, zuigerpomp, centrifugaalpomp, schroefpomp en schroefcentrifugaalpomp. Zoals op de vorige bladzijde vermeld zijn de typen meestal voor lange tijd naast elkaar gebruikt. De volgorde van behandeling heeft dan ook betrekking op het tijdstip van de eerste toepassing en zegt niets over de periode van gebruik daarna.

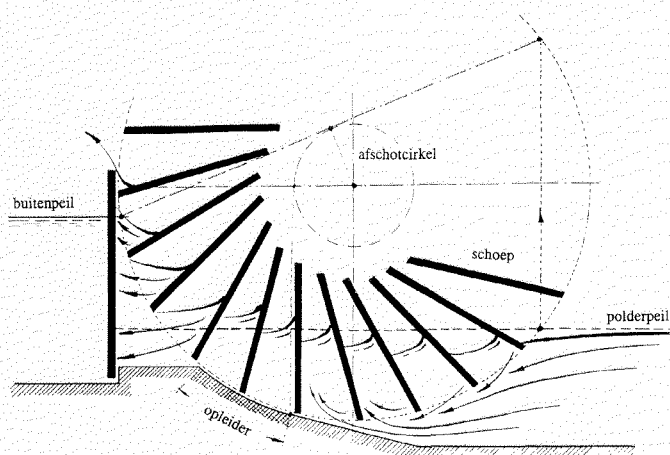


Afbeelding 18. De opvoerhoogte en de capaciteit van elk werktuig bepalen het geschikte toepassingsgebied ervan.

3.2 Het scheprad.

Het scheprad is het oudste en tot nu toe langst toegepaste opvoerwerktuig in de bemalingstechniek. Dit rad moet niet verward worden met het waterrad dat op een geheel andere werking berust. Een waterrad gebruikt de kracht van stromend water om aangedreven te worden waarna de omwenteling van het rad wordt aangewend voor de aandrijving van verschillende werktuigen. In feite is er dus sprake van een "duwrad". Het scheprad gaat uit van het omgekeerde principe; er wordt geen energie gewonnen maar verbruikt als het rad draait. Een andere constructie is het gevolg.

Sedert de ontwikkeling van het scheprad in de vijftiende eeuw hebben er geen ingrijpende wijzigingen plaats gevonden en is het werktuig ook na het tijdperk van de windbemaling in gebruik gebleven.



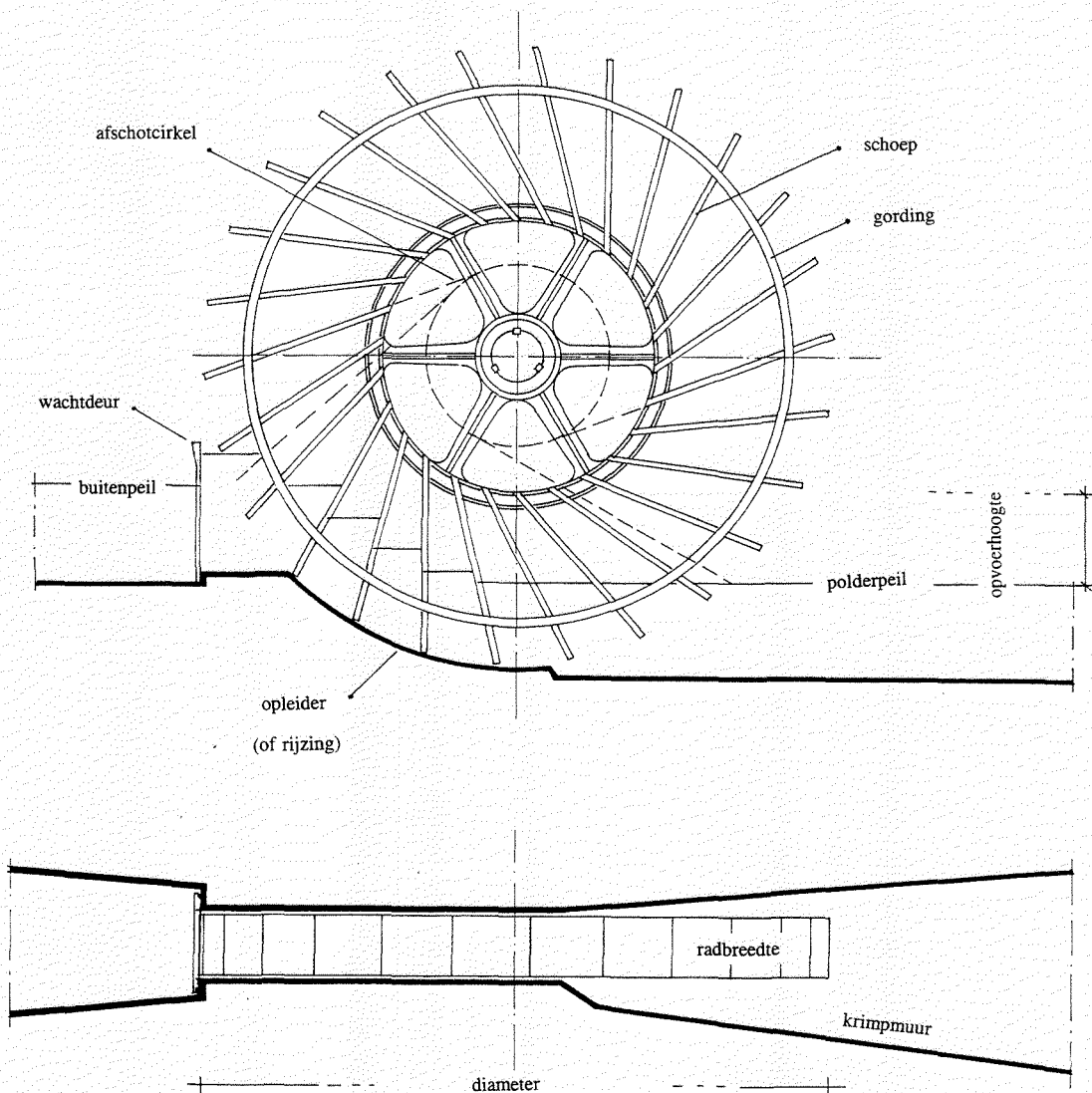
Toepassing.

In het windmolentijdperk werden hoofdzakelijk schepraderen en in mindere mate vijzels toegepast. Met de entree van de stoomtechniek waren deze oude werktuigen niet meteen te gebruiken als opvoerwerktuig. De veelal gebrekkige overbrenging van de stoommachine naar het opvoerwerktuig was daarvan de oorzaak. Na verbeteringen hiervan, konden ook de bij de windbemaling zo vertrouwde vijzels en schepraderen worden aangedreven.

Het stoomgemaal aan de Arkelse Dam dat in 1826 werd gebouwd, was het eerste stoomgemaal in Nederland waarbij het scheprad werd toegepast. Het gemaal bevatte drie verticale balansstoommachines die elk een groot scheprad van 7,5m diameter en 50cm breedte aandreven door middel van een tandwieloverbrenging. De lage omwentelingssnelheid van de raderen (6 á 7 per minuut) maakte ze geschikt in combinatie met grote, langzaamdraaiende stoommachines die ook nauwelijks meer dan tien slagen per minuut maakten. Het vertrouwde scheprad was hiermee als opvoerwerktuig gekoppeld aan de stoomtechniek en zou vanaf dit tijdstip algemeen en blijvend worden toegepast gedurende het gehele stoomtijdperk.

Het scheprad werd vooral in gemalen toegepast waar slechts een geringe opvoerhoogte maar een grote capaciteit gevegd werd, zoals bijvoorbeeld het nog functionele boezemgemaal te Spaarndam (gem.Haarlem), gebouwd in 1843 en met tien (!) schepraderen uitgerust die 1600 m³ water per minuut, 40 á 45 centimeter opvoerden.

Afbeelding 19. De schematische werking van het scheprad.



Afbeelding 20. Een voorbeeld van een geheel ijzeren scheprad zoals deze vooral bij kleine en middelgrote gemalen is toegepast.

De komst van de electro- en dieselmotor in het begin van deze eeuw in combinatie met het gebruik van de verscheidene pomptechnieken, betekende een zeker einde van het gebruik van het scheprad. De vraag om grotere capaciteit, een beter rendement en een vorstongevoelige (bedrijfszekerheid!) opvoering waren de voornaamste oorzaken. Zeer sporadisch werden er tot in de dertiger jaren van deze eeuw nog nieuwe schepradgemalen gebouwd.

Uitvoering.

De schepraden waren oorspronkelijk van hout. Dat beperkte de afmetingen en vorm van

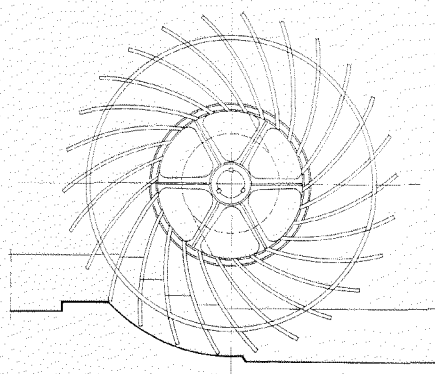
de schepraderen. In de zestiger jaren van de vorige eeuw verschenen de eerste ijzeren exemplaren. Nu was het mogelijk af te wijken van de tot dan toe gehanteerde maximum maten en ook de vorm te wijzigen. Verscheidene ingenieurs hebben deze mogelijkheid benut om schepraderen te ontwerpen die een zo groot mogelijke opbrengst leverden.

Het ijzeren scheprad bestaat uit twee ronde schijven, of spaakwielen, van gietijzer, de zogenoemde sintelstukken, waaraan de schoepen tangenciaal zijn bevestigd, rakend aan de zogenoemde afschotcirkel. De uiteinden van de schoepen, de veren, zijn in gleuven van het sintelstuk gestoken en hieraan met bouten bevestigd. De bladen van de schoepen waren van plaatstaal. Een of twee hoepels, de zogenoemde gordingen verbinden de buiteneinden van de schoepen rondom, aan beide zijden van het scheprad. Voor het goed functioneren van het scheprad zijn verder van belang: de speling tussen het rad en beide (krimp)muren en de hoogte van de opleider. De samenstelling van het rad is verduidelijkt in figuur x.

Een scheprad kon dus helemaal uit ijzer bestaan maar ook uit een combinatie van ijzer en hout. De constructie van een ijzeren frame bestaande uit de as, de stralen en cirkelversterkingen werd dan gecombineerd met houten schepbladen. Dit gebeurde om de volgende reden: indien er een groot voorwerp in het scheprad raakte dan zouden wel de planken maar niet de straalijzers en assen schade oplopen. De planken gaan als zwakste onderdeel stuk maar laten zich gemakkelijk repareren in tegenstelling tot eventuele schade aan ijzeren exemplaren.

De capaciteit van een scheprad wordt bepaald een aantal aspecten. Belangrijk hierbij is de breedte van het rad, de tasing (hoe diep het rad in het water steekt...) van het rad, de diameter van het rad en het aantal schoepen. Schepraderen in kleine gemalen hebben meestal een diameter die varieert van $5\frac{1}{2}$ tot $6\frac{1}{2}$ meter, bij een breedte van 40 tot 60cm. De tasing bedraagt meestal 70 tot 110cm, bij een opvoerhoogte tot 150cm. Het aantal schoepen wordt bepaald door de onderlinge afstand aan de omtrek van het rad; meestal tussen de 60 en 70cm.

Naast de mogelijkheid om de capaciteit af te stemmen met behulp van de genoemde ontwerpaspecten kon de capaciteit vergroot worden door meerdere raderen te gebruiken. Veelal bestond de mogelijkheid om dan een of meer raderen af te koppelen als de situatie daarom vroeg. Twee of meer schepraderen van verschillende breedtes naast elkaar die of tesamen of apart in te schake-



Afbeelding 21. Een rad met gebogen schoepen werd ook regelmatig toegepast.

len waren boden ook de mogelijkheid om in te spelen op de verschillende behoeften. Het reeds genoemde gemaal te Spaarndam is met zijn 10 raderen het grootste schepradgemaal ooit gebouwd.

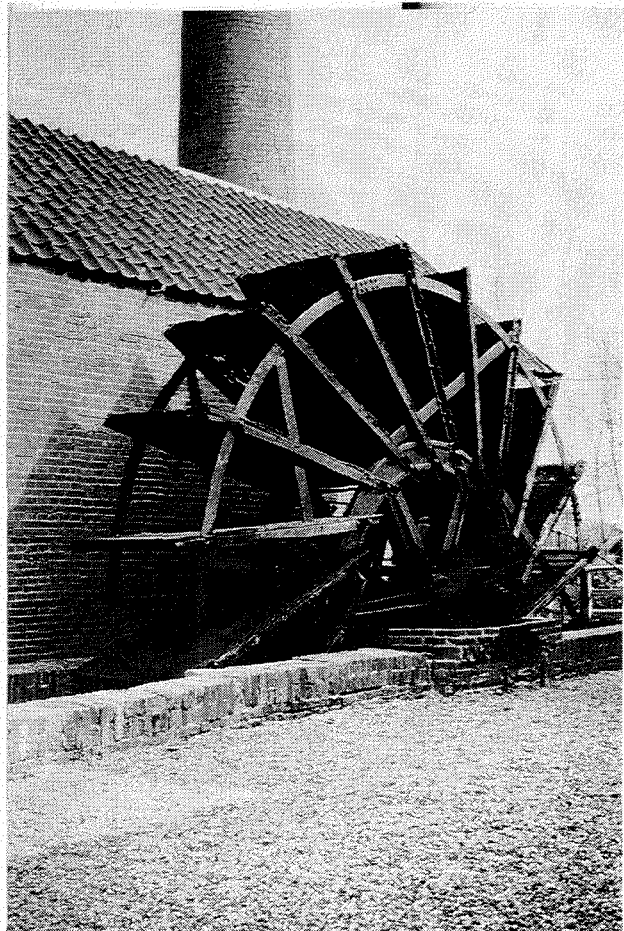
Aanpassingen die meer met rendement te maken hadden waren details die met de schoepenvorm te maken hadden zoals het al dan niet gebogen of gootvormig zijn van de schoepen. Een ontwerpkeuze die essentieel was betrof de bevestiging van de schoepen. Deze werden doorgaans niet radiaalsgewijs bevestigd maar raakten aan de zogenaamde afschotcirkel om het zogenoemde 'over de kop malen' bij grote opvoerhoogten tegen te gaan. Dit is één van de uiterlijke verschillen met het waterrad waarbij de bladen meestal wel radiaalsgewijs zijn bevestigd.

Een hellend scheprad zoals wel is toegepast bij de windmolens is nooit bij gemalen toegepast. De staande plaatsing voldeed prima, was stukken goedkoper en qua overbrenging simpeler te realiseren.

De opvoerhoogte van een scheprad is, in vergelijking met de andere opvoerwerktuigen, gering en bedraagt maximaal twee meter. Dit is echter een uitzonderlijke hoogte voor een scheprad. Het merendeel van de schepradgemalen werd toegepast voor opvoerhoogten tussen de 50 en 150cm.

Een belangrijk voordeel ten opzichte van de vijzel was dat bij uiteenlopende opvoerhoogten een beter rendement werd verkregen. Andere belangrijke voordelen ten opzichte van andere opvoerwerktuigen waren de lange levensduur, de lage onderhoudskosten en de grote bedrijfszekerheid. In geval van vorst echter was het scheprad in het nadeel vanwege de kans op vast vriezen. Iets wat ook het geval is bij de vijzel.

Het toerental van het scheprad dat gemiddeld zes tot acht omwentelingen per minuut bedraagt, vereist een grote overbrengingsverhouding. Van-



Afbeelding 22. Het in de buitenlucht opgestelde rad is een aansprekend element. Vanwege de vorstgevoeligheid werd deze echter vaak in een behuizing opgenomen.

daar dat dit werktuig eigenlijk alleen is toegepast in combinatie met stoommachines omdat deze in verhouding tot een electromotor of dieselmotor, relatief langzaam draaien. Bij diesel- en elektrische gemalen is bij uitzondering nog wel gebruik gemaakt van schepraderen. De overbrengingsverhouding die voor deze snel draaiende motoren nodig was werd dan gerealiseerd met behulp van flinke tandwielen of een ingewikkelde bandriemoverbrenging. In combinatie met deze modernere aandrijftechnieken hebben schepraderen echter geen rol van betekenis meer vervuld.

Het gebouw.

De omvang en de aard van het scheprad zijn dusdanig dat het werktuig altijd apart bij het gebouw is opgenomen. Het gebouw is dan ook vaak gemakkelijk herkenbaar en heeft een karakteristieke opzet. Een opzet waarin het scheprad en de aandrijving in een en dezelfde ruimte zijn ondergebracht is niet bekend. Het rad staat of zonder overkapping in de open lucht en is naast het gebouw opgesteld of het rad is ondergebracht in een apart schepradhuis als aanbouw aan de zijkant van het machinehuis. Indien er sprake is van meerdere raderen dan kunnen deze ook aan weerszijden van het machinehuis geplaatst zijn.

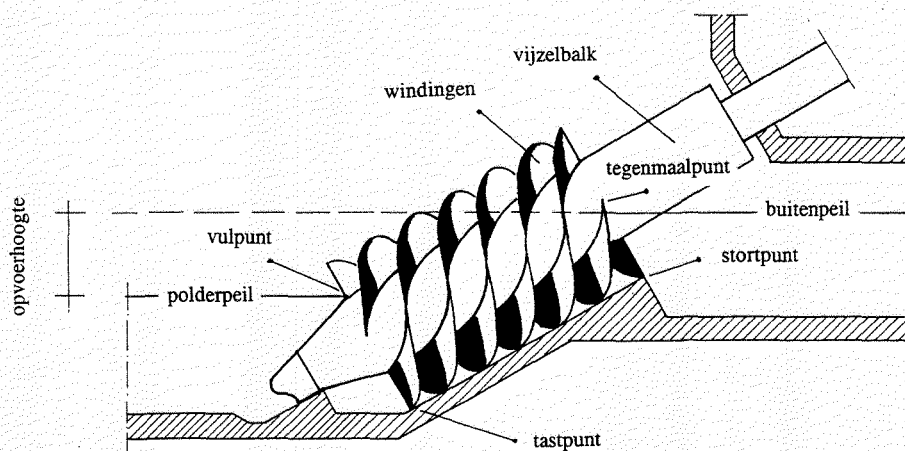


Afbeelding 23. De 6 raderen van stoomgemaal 'Halfweg' zijn ondergebracht in 2 schepradhuizen, aan weerszijden van het machinehuis.

3.3 De vijzel.

Het principe van de vijzel is in de 3e eeuw v.C. al bekend als de schroef van Archimedes. Later experimenteerde Leonardo Da Vinci met een aan de vijzel verwant systeem. Met de uitvinding van de tonmolen in 1598 was de voorloper van de vijzel ontwikkeld. De eigenlijke vijzel werd pas zesendertig jaar later (1634) als een uitvinding van Symon Hulsbos geïntroduceerd: "een slangwerck met dobbelen schroeff off slang, neyt beschooten".

De vijzel bestaat eenvoudig gezegd uit een spil (vijzelbalk) die omgeven is door windingen. Onder een bepaalde hoek (meestal zo'n 30°) wordt de vijzel in een halfronde vijzelkom (opleider) gelegd, waarlangs het water wordt opgevoerd. Het opgevoerde water stort dan aan de bovenzijde in de uitwatering van het gemaal.



Afbeelding 24. Een schematische doorsnede van de vijzel.

Toepassing.

Vanaf het tijdstip van uitvinding heeft de vijzel (naast het scheprad) zijn toepassing gevonden in de bemalingstechniek. Dit beproefde opvoerwerktuig heeft zelfs het stoomtjdepk overleefd en is ook bij de modernere aandrijftechnieken toegepast. Dit ondanks de nog nader te noemen nadelen en het feit dat een goed alternatief in de vorm van de centrifugaalpomp voorhanden was. Reden hiervoor was onder meer dat men bij de stichting van sommige gemalen, de kosten drukte door waterlopen, vijzelkom en zelfs de vijzel van de voormalige windmolen te gebruiken voor het stoomgemaal. Dit gebeurde bijvoorbeeld bij het gemaal Limmen (gem.Akersloot) dat dateert van 1879. Tot 1882 werd gebruik gemaakt van de oorspronkelijke houten vijzel van de voormalige windmolen. In datzelfde jaar werd een gietijzeren vijzel van de 'IJzergieterij De Prins van Oranje' geplaatst die tot de plaatsing van een nieuw automatisch gemaal in 1989 het water

opmaalde. Ook bij geheel nieuw te stichten gemalen werden vijzels aangebracht. Het waren vooral de grote poldergemalen met een niet te grote, constante opvoerhoogte die met vijzels werden uitgerust.

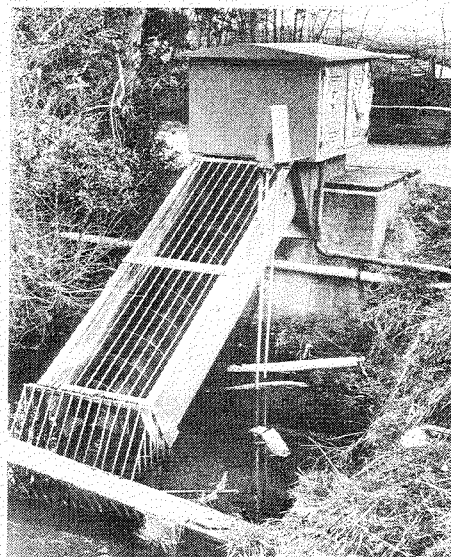
In de loop van zijn bestaan is de vijzel in combinatie met alle vormen van aandrijftechniek toegepast. Zowel bij oude stoomgemalen zoals gemaal Winschoten als moderne moderne elektrisch en diesel aangedreven gemalen zoals gemaal Kadoelen of de talloze kleine automatische bemalingsinrichtingen, wordt gebruik gemaakt van de vijzel. Zolang de te bespreken kenmerken voor de vijzel blijven pleiten, zal dit werktuig worden toegepast.

Met de vijzel kan een opvoerhoogte van vier tot vijf meter worden bereikt. Bij opvoerhoogten van meer dan drie meter echter, loopt het rendement echter snel terug. De capaciteit van de vijzel was en is doorgaans niet groter dan ongeveer 250m³/min. Indien de capaciteit groter dan 400m³/min per opvoerwerktuig moest bedragen werd meestal afgezien van het gebruik van een vijzel.

Uitvoering.

Zoals al eerder vermeld, werd de vijzel van oudsher uit hout vervaardigd; een doorgaans eikehouten spil was omgeven door grenen windingen. Van de latere metalen vijzels werd verwacht dat zij de wateropbrengst zouden vergroten. De vroegste metalen vijzels waren geklonken, maar hadden als nadeel dat de klinknagels lostrilden. Later zijn de metalen vijzels geperfectioneerd door de toepassing van lastechnieken. Een onderscheid in vijzeltype kan, behalve in materiaalkeuze, ook gemaakt worden naar aanleiding van de zogenoemde spoed. Hiermee wordt het aantal windingen bedoeld die de vijzelbalk omgeven. Een vijzel kan beter gezegd twee- of driegangig zijn. De driegangige vijzel is later (18e eeuw) in gebruik genomen en is in combinatie met mechanische aandrijving het meest toegepast.

De vijzelbalk (of -spil) wordt aan de boven- en onderzijde opgehangen in draaipunten, waarvan het onderste draaipunt zich onder het polderpeil moet bevinden om een voldoende diepe insteek te verkrijgen. Dit niveau waarop de onderste schroefgang in het water ligt wordt tastpunt genoemd. Meer essentieel bij een vijzel is het vulpunt. Bij een binnenpeil lager dan het vulpunt van de vijzel loopt het nuttig effect terug. Ditzelfde geldt voor een opvoerhoogte die boven het tegenmaulpunt ligt. Aan de bovenzijde is de spil meestal voorzien van een kamwiel waarop de aandrijving wordt overgedragen, al dan niet



Afbeelding 25. Een kleine automatische vijzelinrichting zoals deze vaak aangetroffen kan worden.

opgenomen in een tandwielkast ter reductie van het toerental.



Afbeelding 26. Het zicht- maar zeker ook hoorbare geweld van vijzels in actie.

Voor en tegen.

De vijzel heeft slechts een beperkt aantal omwentelingen per minuut te maken (30-35) hetgeen gunstig, zonder veel energieverlies, met de stoommachine gecombineerd kan worden. Andere kenmerken die voor het gebruik van de vijzel pleiten is het feit dat een al dan niet gestrekte of rechte toestroom geen effect heeft op het rendement, in tegenstelling tot bijvoorbeeld pompen. De betrekkelijk "eenvoudige" techniek is ook een pluspunt daar deze bijzonder robuust is en weinig gevoelig voor verstoppingen.

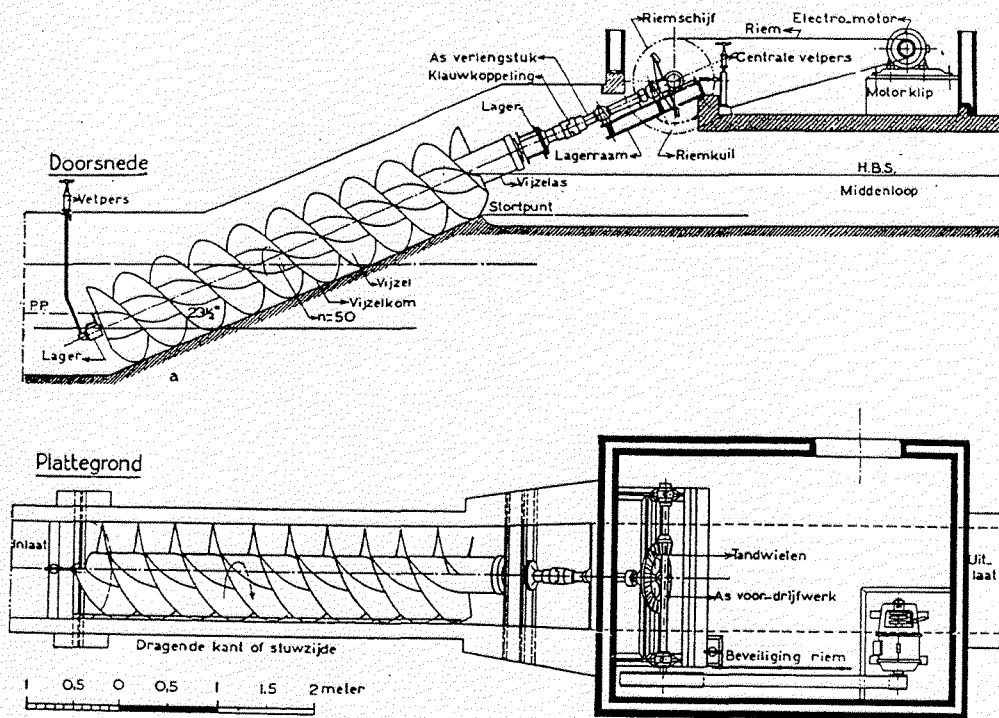
Uit de ophanging vloeien nadelen voort die nooit zijn verholpen; in de eerste plaats is het onderste draaipunt moeilijk bereikbaar voor reparaties en onderhoud, en in de tweede plaats kon de vijzel niet aan wisselende opvoerhoogtes worden aangepast. Waren de fluctuaties te groot dan kon dit worden ondervangen door het aanbrengen van een verstelbaar onderste draaipunt wat echter dikwijls ten koste gaat van het energieverbruik. Schommelingen in het peil gaan aldus ten koste van de wateropbrengst en het rendement van de bemaling.

Een ander nadeel betreft de gevolgen van bevriezing, iets dat ook voor de andere open opvoerwerktuigen, het scheprad en in mindere mate de zuigerpomp, geldt.

Het gebouw.

Voor de plaatsing van de vijzel in het gebouw geldt in principe hetzelfde als voor het scheprad. De aard en de omvang van het werktuig maken dat het niet in dezelfde ruimte met de aandrijving geplaatst kan worden. De plaatsing geschiedt dan ook altijd buiten het

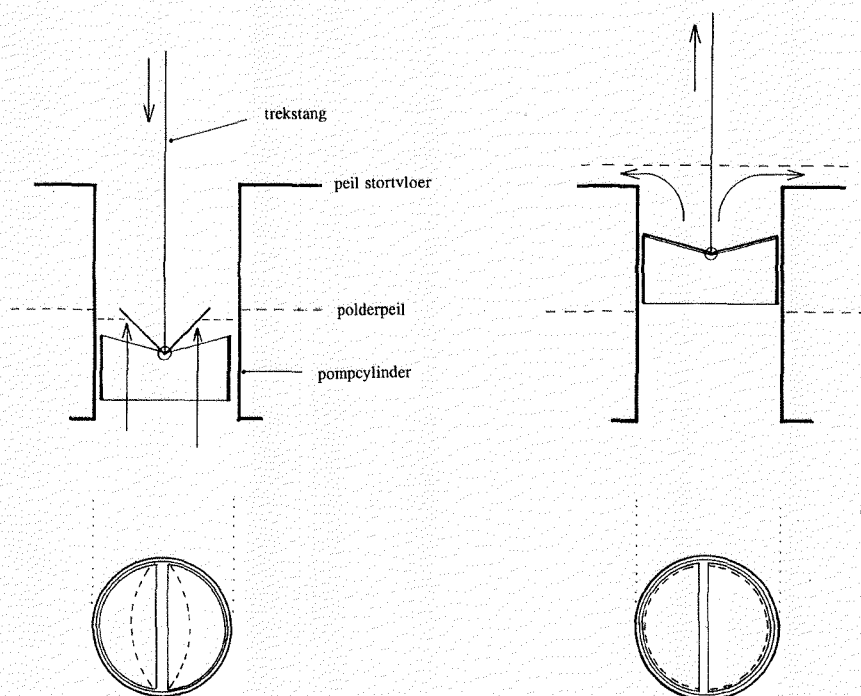
machinehuis. Karakteristiek is: een opstelling van een open vijzel direct voor of naast het machinegebouw, of een overkapte vijzel in een apart vijzelhuis als aanbouw tegen het machinegebouw. De vijzel is om veiligheidsredenen nooit helemaal open en minimaal afgedekt met een rooster of hek. In verband met de huidige eisen wat betreft geluidsproductie worden tegenwoordig de vijzelgoten altijd van een dichte afdekking voorzien. Hiermee wordt tevens het risico van bevrozing beperkt.



Afbeelding 27. Eén van de mogelijke opstellingen van een vijzel, hier in combinatie met een electromotor en riemoverbrenging. Meer gebruikelijk is de overbrenging dmv een tandwielkast.

3.4 De zuigerpomp.

De antieke en meest simpele zuigerpomp is gebaseerd op het principe van een zuiger die in verticale stand in een met water gevuld pomphuis op en neer bewogen wordt. De zuiger is aan de bovenzijde voorzien van twee scharnierklepdeksels die in de neerwaartse beweging van de zuiger geopend en in de omhooggaande beweging gesloten worden. Het aldus "gevangen" water boven de klepdeksels wordt omhoog gebracht en vervolgens geloosd.



Afbeelding 28a. De zuiger in neergaande beweging: de klepdeksels openen zich en de ruimte boven de zuiger wordt gevuld met water.

Afbeelding 28b. De zuiger in opgaande beweging: de klepdeksels sluiten zich en het opgenomen water wordt opgevoerd en geloosd op de stortvloer.

Opgemerkt moet worden dat, zuiver werktuigbouwkundig gezien, deze pomp feitelijk geen zuigerpomp is omdat de werking niet zoals de naam doet vermoeden, op een zuigwerking berust. Er is dan ook geen sprake van drukverschillen maar van een principe gelijk aan die van de schepemmer. Feitelijke zuigerpompen zijn wel toegepast maar zijn weinig succesvol gebleken. Het lage rendement en de gevoelige kleppentechniek van deze pompen wekte niet veel vertrouwen. De komst van een meer geavanceerde zuigerpomp, de zuigerspomp, die veel betere prestaties leverde, mocht niet veel baten omdat de centrifugaalpomp inmiddels algemeen werd toegepast.

Toepassing.

Voor de vroegste toepassingen van stoombemaling in Nederland werden balansstoommachines toegepast in de eenvoudigste vorm, zonder krukas; de op en neer gaande beweging van de drijfstang liet zich redelijk combineren met de verticale zuigerpomp, waarmee in de Engelse mijnen al meer dan vijftig jaar ervaring was opgedaan. Een gelijkmatige belasting van de aanvankelijk toegepaste balansstoommachines, van belang voor een goede werking, werd veelal bereikt door meerdere zuigerpompen aan de balansarm te koppelen; afhankelijk van hogere of lagere opvoerhoogtes werden minder of meer pompen ingeschakeld.

In de vroegste toepassing werd de zuigerpomp verticaal en enkelwerkend gebruikt. De pomp was er eveneens in een horizontale uitvoering en kon ook dubbelwerkend zijn. Een verschil dat tot uitdrukking kwam in de gebruikte kleppentechniek. Het dubbelwerkende type is de reeds genoemde zuigerspomp. Er zijn in de tweede helft van de negentiende eeuw een aantal proeven genomen om verbeteringen aan dit dubbelwerkende type te brengen. De pompen hadden echter het nadeel dat zowel aanschaf als onderhoud kostbaar waren. Ze werden met de al genoemde entree van de centrifugaalpomp direkt vervangen. In Nederland is de zuigerpomp weinig toegepast en alleen in combinatie met stoommachines. Voor de droogmaking van de Haarlemmermeer werden 27 grote zuigerpompen gebruikt in de vorm zoals deze is afgebeeld op de vorige bladzijde.

Het gebouw.

De pompen zoals deze gebruikt zijn in de gemalen 'Lijnden', 'Leeghwater'en (de intacte)'Cruquius', stelden specifieke eisen aan het gebouw. Vanwege het gebruik van een enkele stoommachine die met behulp van balansarmen de pompen in beweging bracht, werden de pompen radiaalsgewijs om het machinegebouw opgesteld. Middels een stortvloer die het machinegebouw als een balkon omringd en waarin de pompen waren opgenomen, werd het water omhooggebracht en geloosd op de achterliggende boezem.

Plunjerpomp; geen zuigerpomp.

Ter volledigheid vermelden we hier nog de plunjerpomp. Deze pomp is op hetzelfde (verdringings-)principe gebaseerd als de zuigerpomp maar moet als een apart type beschouwd worden. Het verschil is dat geen gebruik wordt gemaakt van een zuiger die nauwsluitend in een pompcylinder op en neer bewogen wordt, maar van een plunjer. Een plunjer is een lang, cilindrisch lichaam dat niet nauwkeurig in de pompruimte hoeft te passen omdat de plunjer door een pakkingbus schuift. Men kan dus stellen dat bij plunjerpompen de afdichting stil staat (pakkingbus) en bij zuigerpompen de afdichting beweegt (zuigerveren). De afdichting zit in het laatste geval in de zuiger of wordt bereikt doordat de zuiger nauwsluitend in de pompcylinder past.

In de literatuur met betrekking tot bemalingsinstallaties wordt weliswaar in sommige

gevallen over plunjerpompen gesproken maar betwijfeld moet worden of dit echte plunjerpompen waren. Er is sprake van verwarring vanwege het ontbreken van een duidelijke definitie van dit opvoerwerktuig. Het is namelijk niet logisch om plunjerpompen toe te passen bij grotere capaciteiten vanwege de daarbij noodzakelijk grote afmetingen van de plunjerafdichting.

De zuigerspomp.

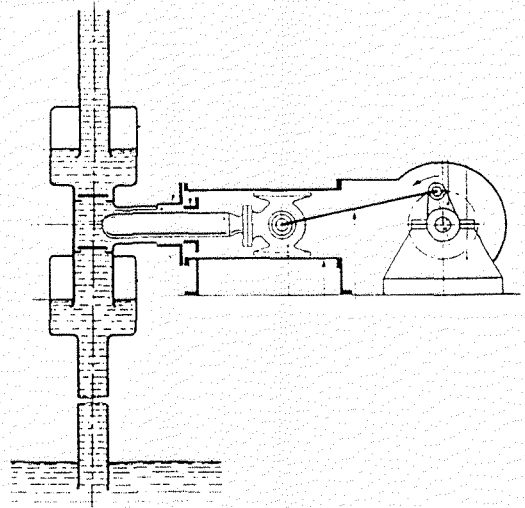
De zuigerspomp als afgeleide van de enkelwerkende zuigerpomp heeft als opvoerwerktuig in de jaren veertig van de negentiende eeuw zijn toepassing gevonden. De pomp is een geavanceerde versie van de enkelwerkende

zuigerpomp. Waar de zuigerpomp alleen bij de zuigslag water leverde gaf het dubbelwerkende principe van de zuigerspomp ook bij de persslag water. Dankzij de ingewikkelde kleppentechniek die hiervoor nodig was, werd zodoende een regelmatig opbrengst verkregen.

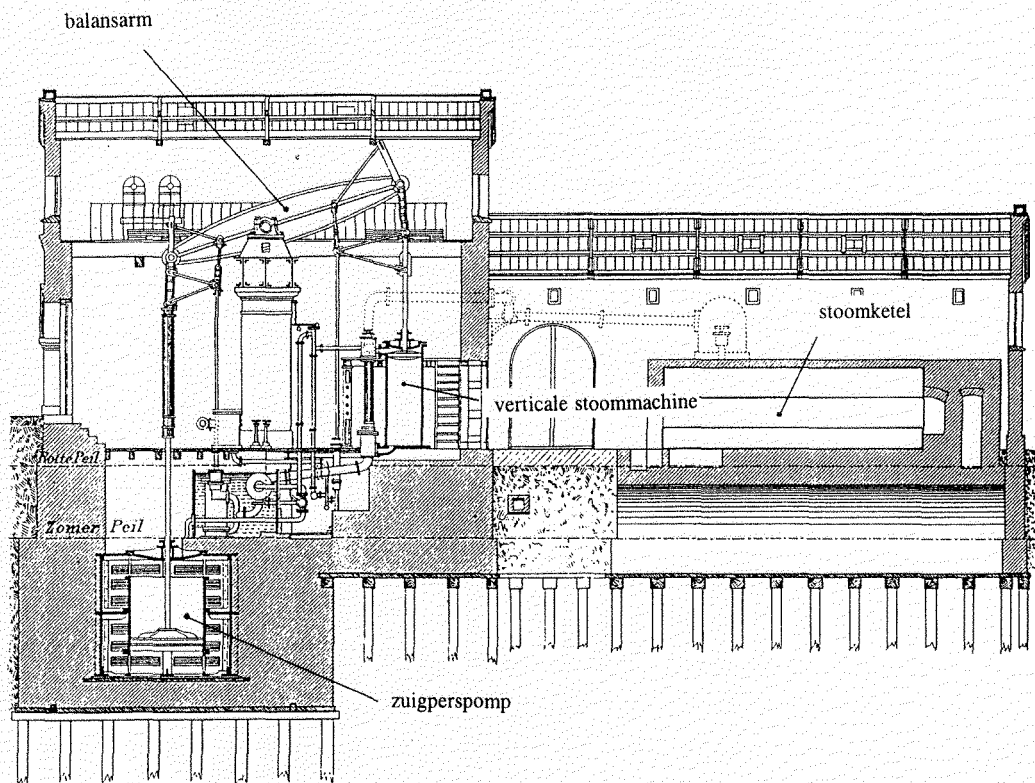
De ingenieur H.F.Fijnje heeft bij de ontwikkeling van de zuigerspomp in Nederland een belangrijke rol gespeeld. Scheprad, vijzel en zuigerpomp konden bij sterk wisselend buitenwaterpeil niet voldoende capaciteit leveren en Fijnje construeerde een verticale zuigerspomp, geheel geplaatst onder het laagste binnenwaterniveau en met een balans aangedreven door een verticaal geplaatste stoommachine. Bij het testen waren er de nodige problemen met de zuig- en perskleppen van de pomp die echter bevredigend konden worden opgelost door deze kleppen op een andere manier te construeren en door klepafdichtingen toe te passen. Zo'n installatie had een opvoerhoogte van drie meter en kon derhalve ook bij zeer hoog buitenwater werken, terwijl bij lage rivierstanden door de pomp heen gespuid kon worden.

Voor zover later nog zuigerspompn zijn toegepast werden deze horizontaal uitgevoerd en boven de machinekamervloer geplaatst waardoor ook goedkoper en eenvoudiger gefundeerd kon worden. Het is duidelijk dat bij de constructie met een hoge plaatsing van de pompen het onderhoud en de reparatie van onderdelen hiervan veel gemakkelijker verloopt dan bij het ontwerp van Fijnje.

De horizontale zuigerspomp werd als opvoerwerktuig zowel direct aangedreven als met tandwielreductie nog enkele malen toegepast tot in de zeventiger jaren van de negentiende eeuw, meestal voor variërende opvoerhoogtes tot ongeveer 3 meter.



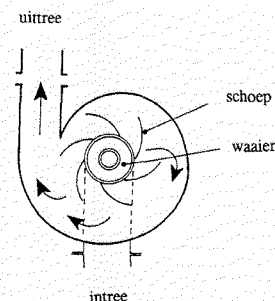
Afbeelding 29. De schematische werking van een plunjerpomp; betwijfeld moet worden of deze ooit zijn toegepast in eenemaal.



Afbeelding 30. De verticale zuigperspomp van Fijnje: hier te zien als toepassing bij het voormalige Wester stoomgemaal te Rotterdam rond 1860.

3.5 De centrifugaalpompe

Het principe van de centrifugaalpompe dateert van het einde van de 17e eeuw maar werd omstreeks 1860 voor het eerst toegepast bij polderbemaling met stoommachines. De pompe bestaat uit een behuizing, slakkehuis genoemd, waarop een zuigbuis en een persbuis aangesloten worden en een inwendig schoepenrad, ook wel waaier genoemd. De werking berust op drukverschillen die ontstaan door de snelle draaiing van de waaier in het luchtdicht gesloten slakkehuis. De aanzuiging geschiedt (axiaal) door onderdruk; de afvoer door de centrifugaalkracht.



Afbeelding 31. De schematische werking van een centrifugaalpompe.

Toepassing.

De pompen kunnen worden gebruikt voor zowel grote, als voor zeer kleine wateropbrengsten. De opvoerhoogte bedraagt maximaal zes à zeven meter. Het grote voordeel is dat het opvoerbereik naar be-

hoefte geregeld kan worden door het wijzigen van het toerental. De pompe is, eenmaal geïnstalleerd, vrijwel ongevoelig voor wisselende opvoerhoogtes die door het reguleren van het aantal omwentelingen kunnen worden opgevangen, mits de aandrijving hiervoor geschikt is. Meestal wordt de centrifugaalpompe toegepast bij opvoerhoogten groter dan 2,5 meter.

Bij de introductie van de pompe in 1851 op een internationale tentoonstelling te Londen werden de (Engelse) pompen beproefd door de tentoonstellingsjury met het hiernavolgende resultaat hetgeen illustratief is voor de verbeteringen aan de pompe die reeds plaats vonden.

<u>Fabrikant:</u>	<u>Type:</u>	<u>Nuttig effect:</u>
Bessemer	met radiale schoepen naar buiten verbredend	0.22
Gwynnes	met vlakke radiale schoepen	0.19
Appold	met vlakke radiale schoepen	0.24
Appold	met vlakke schoepen onder een hoek van 45° met straal	0.43
Appold	met teruggebogen schoepen en spiraalvormige afvoerruimte	0.68

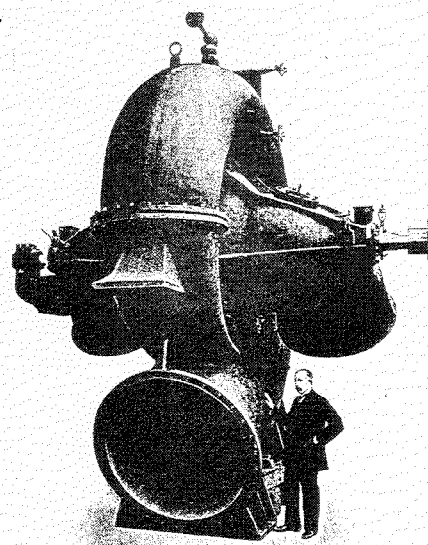
Een compacte bouw en een grote wateropbrengst maakten de centrifugaal pompe tot het meest gebruikte opvoerwerktuig na 1870. Bij hogere toerentallen was de opbrengst groter. Het lage toerental van de stoommachine was een van de nadelen van de combinatie stoomkracht en centrifugaalpompe. De pompe vereist een vrij hoog toerental wat dus vroeg om een versnelling ten opzichte van de vrij langzaam lopende stoommachines. Riem- en tandwieloverbrengingen brachten hier uitkomst. De voordelen van de pompe werden later, toen andere aandrijfvormen de stoommachine verdrongen hadden, beter benut.

De eerste pompen die in Nederland zijn gebruikt werden allemaal uit Engeland geïmporteerd. Later zijn ook Nederlandse machinefabrieken centrifugaalpompen gaan produceren. Vanaf het begin van deze eeuw zijn vanwege deze Nederlandse produktie, over het algemeen, weinig buitenlandse pompen meer geplaatst. Bekend zijn de pompen van Stork, Werkspoor, Feyenoord, Louis Smulders en de Koninklijke Nederlandsche Machinefabriek. De machinefabriek Gebr. Stork & Co in Hengelo heeft in 1908 een afdeling opgericht voor de bouw van centrifugaalpompen en heeft sindsdien vele pompen geplaatst. Hetzelfde geldt voor de machinefabriek Werkspoor in Amsterdam die vanaf ongeveer 1914 de fabricage van pompen ter hand nam. Jaffa, voorheen Louis Smulders, was ook een bekende fabriek die omstreeks dezelfde tijd pompen ging produceren. Veel (Engelse) centrifugaalpompen uit het stoomtijdperk zijn aan het begin van de twintigste eeuw vervangen door modernere in Nederland geproduceerde exemplaren.

Uitvoering.

Het gesloten principe maakt de pomp bruikbaar in zowel verticale stand met een horizontale aandrijving, als in horizontale stand met een verticale aandrijving. Belangrijk is de positie van de pomp ten opzichte van het waterpeil. Met name in poldergemalen werden de pompen verticaal opgesteld boven het niveau van het buitenwater. Dit had als voordeel dat onderhoud werd vergemakkelijkt en dat de pomp op het zelfde fundament als de stoommachine kon staan, hetgeen de overbrenging ten goede kwam.

De centrifugaalpompen waren vroeger van gietijzer. In de loop van de tijd werd het materiaal van de pompen en de toe- en afvoerbuizen gemoderniseerd. Bij horizontale pompen die onder water waren aangebracht, werd het slakkehuis soms in baksteen gemetseld en behoefde men er slechts een gietijzeren waaier in te hangen. Sinds de ontwikkeling van de betontechniek (begin 20e eeuw) past men ook gewapend beton toe voor de slakkehuizen.



Afbeelding 32. De centrifugaalpomp heeft meestal een indrukwekkende omvang. Dit is een verticaal geplaatst exemplaar met dubbele aanzuiging.

Voor een goede werking is het van belang de zuigbuis voldoende ver onder het water te plaatsen met het oog op luchtaanzuigen. Men schonk in de loop van het gebruik ook meer aandacht aan de vorm van de zuig- en persbuizen door ze naar het einde toe zeer geleidelijk te verwijden.

Al naar gelang de gewenste capaciteit van de pomp kon een pomp met enkele of dubbele aanzuiging ingezet worden. Beide typen zijn naast elkaar in gebruik geweest en worden

ook nu nog aangetroffen.

De schoepen van de pompen wist men een betere vorm te geven waardoor kleinere waaiers dezelfde of grotere capaciteit konden leveren als/dan grote waaiers. Zodoende is het nuttig effect van de pompen, in vergelijking met ongeveer een eeuw terug, sterk toegenomen.

Voor en tegen.

Met de komst van de centrifugaalpomp was er een opvoerwerktuig voorhanden met een relatief groot opvoerbereik en een beduidend grotere capaciteitsmogelijkheden dan het scheprad of de vijzel.

De bedrijfszekerheid van de centrifugaalpomp was vooral in de vorige eeuw een ook duidelijk argument om te kiezen voor de pomp. De vorstongevoeligheid en de degelijke uitvoering maakte het tot een betrouwbaar werktuig dat ten alle tijde ingezet kon worden. Bovendien kan het werktuig zeer lang meegaan en behoeft het weinig onderhoud.

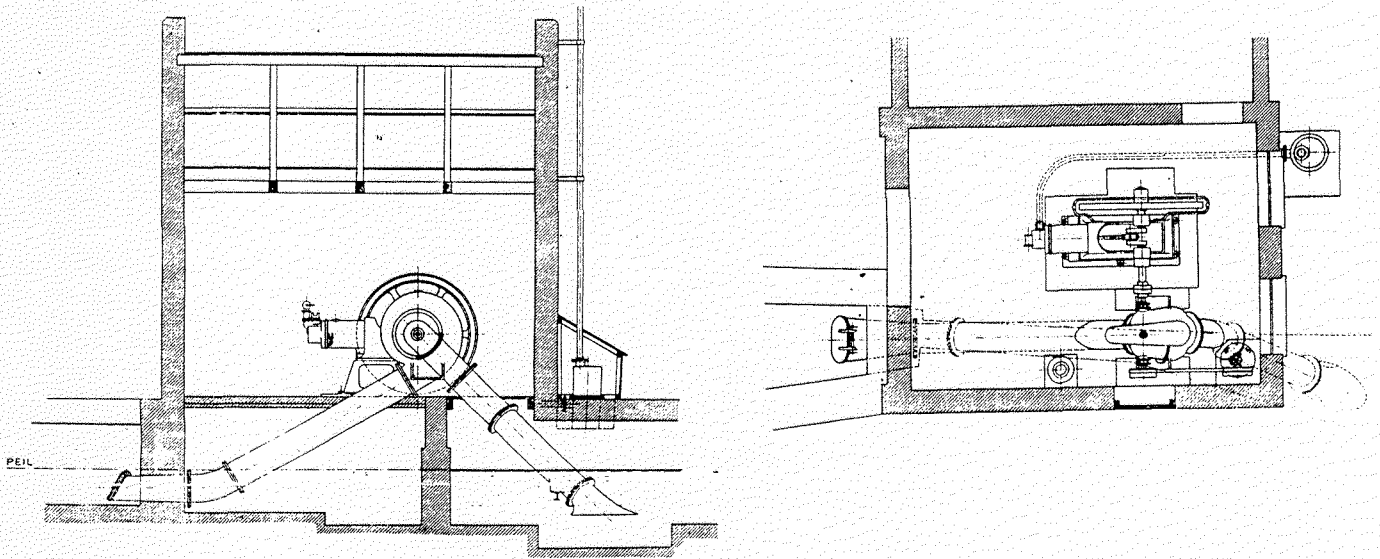
Het nadeel van de hoge pompopstelling was dat de pomp, alvorens gemalen kon worden, vol water moest worden gezogen met behulp van een vacuümpomp. Verliezen ten aanzien van het rendement zijn hierbij dan niet te voorkomen. Het volzuigen is niet nodig bij pompen die onder het peil van de polder waren aangebracht. Sommige kleine pompen waren zelfaanzuigend waarbij dus geen vacuümpomp nodig was. Bij beide opstellingen, laag en hoog, bestond het gevaar voor het terugvloeien van uitgeslagen water als de stoommachine onverwacht zou stoppen. Bij de bovenwaterpompen kon terugheveling door het toelaten van lucht eenvoudig worden verhinderd, bij onderwaterpompen moesten zware, doorgaans dubbele of zelfs drievoudige kleppen het teruglopen van water voorkomen. Niet voor niets was de machinist verplicht bij een in werking zijnde installatie te blijven om in geval van storingen snel in te kunnen grijpen.

De pompen waren meestal fors van afmeting en kosten in vergelijking met een scheprad en vijzel aanzienlijk meer.

Het gebouw.

De pompen stelden geen specifieke eisen aan de gebouwen omdat het een dicht werktuig betreft die tesamen met de aandrijving in dezelfde ruimte geplaatst kan worden. Met de toepassing van de pomp verviel dus ook het karakteristieke gebouwelement rondom het opvoerwerktuig zoals het schepradhuis of vijzelhuis. Bij een nieuw te ontwerpen gemaal was alleen de keuze van de reeds genoemde lage of hoge opstelling van de pomp van belang. In het geval van de lage opstelling is er bijna altijd sprake van een kelderniveau waarin de pompen geplaatst zijn en een machinehal op een hoger niveau waarin de motoren zijn geplaatst. Bijzonder is de opzet waarin de pompen en ook de motoren laag staan opgesteld in een enkele hal of ruimte die dan ter beveiliging als een waterdichte bak is uitgevoerd. Het gemaal Leemans te Den Oever is hiervan een voorbeeld. Bij de hoge

opstelling zijn de pompen en de motoren naast elkaar in een enkele hal of ruimte geplaatst, op een voldoende veilig niveau (het zogenoemde inundatiepeil). De pers- en zuigleidingen overbruggen dan het hoogteverschil.



Afbeelding 33. Een gebruikelijke (verticale) hoge pompopstelling bij een kleinemaal; hier gecombineerd met een dieselmotor en directe overbrenging.

3.6 De schroefpomp.

De schroefpomp, ook wel propellerpomp of axiaalpompe genoemd, wordt vanaf circa 1915 toegepast in Nederland. Vergelijkbaar met de centrifugaalpomp, bestaat de pomp uit een gesloten behuizing en wordt gebruik gemaakt van schoepen. Bij de schroefpomp is het schroefvormige lichaam gereduceerd tot een sneldraaiende waaier of rotor met in twee richtingen gebogen schoepen. De schoepen stuwden het water naar achteren/boven, vergelijkbaar met de schroef van een boot die vast ligt.

Toepassing.

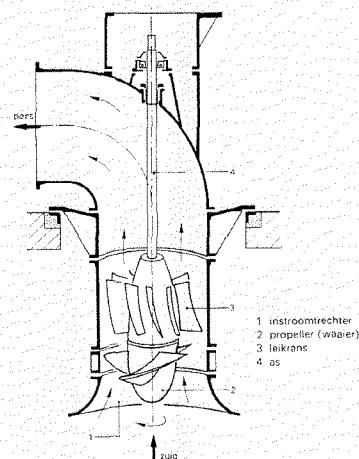
De schroefpomp is vooral een geschikt opvoerwerktuig voor niet te grote opvoerhoogten en relatief grote opbrengsten. Ze geven bij kleine opvoerhoogtes een beter rendement dan centrifugaalpompen. Bovendien is de uitvoering goedkoper omdat onder andere de waaier niet zo nauwsluitend in het pomphuis hoeft te lopen. De schoepen kunnen verstelbaar worden uitgevoerd om wisselende opvoerhoogtes op te kunnen vangen. Evenals de centrifugaalpomp moet de schroefpomp eerst met water worden gevuld voordat hij in werking kan worden gesteld.

De eerste toepassing van de schroefpomp is geweest bij gemaal 'De Endekweek' van het voormalige waterschap De Hoevense Beemden (pompfabrikant fa.Pleuger). Toepassingen voor kleine en grote capaciteiten zijn mogelijk.

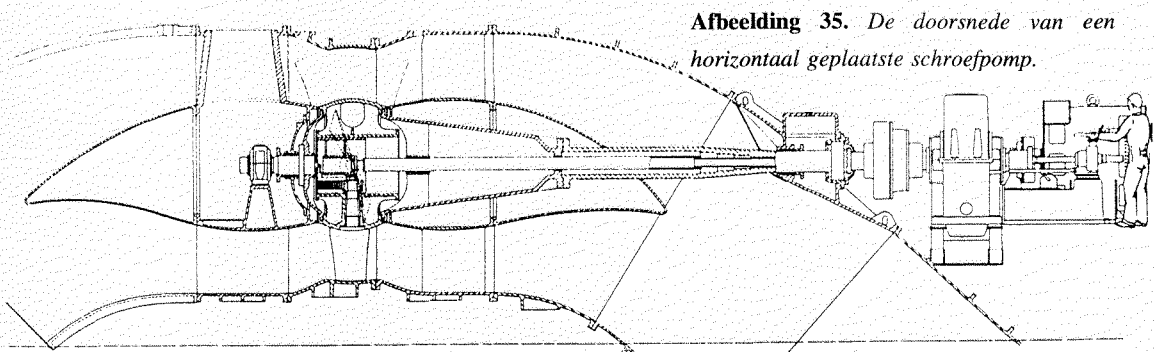
Uitvoering.

Ook kan de pomp, net als de centrifugaalpomp, zowel horizontaal, verticaal als hellend worden geplaatst. Tevens kan nog onderscheid worden gemaakt naar open- of gesloten uitvoering en een droge opstelling of een natte opstelling, onder water. In dit laatste geval is sprake van een zogenoemde dompelpomp. Hierbij bevindt zich de aandrijving (in dit geval altijd een electromotor) eveneens onder water. Bij horizontale droge plaatsing staan de pompen meestal hoog opgesteld in dezelfde ruimte als de aandrijving.

In plaats van een slakkehuis is er een pomphuis dat ontstaat door het in een verticale boog leggen van de ter plaatse verwijde zuigbuis waarin zich de propeller bevindt (de zogenoemde 'katterug'). Bij horizontale natte opstelling zijn pomp en aandrijving tot een geheel samengebouwd en bevinden zich geheel onder water. Deze uitvoering vindt toepassing vanaf omstreeks 1970, zij het niet in grote aantallen. Onder andere het boezemgemaal te Ymuiden is met een viertal grote pompen van dit type uitgerust.



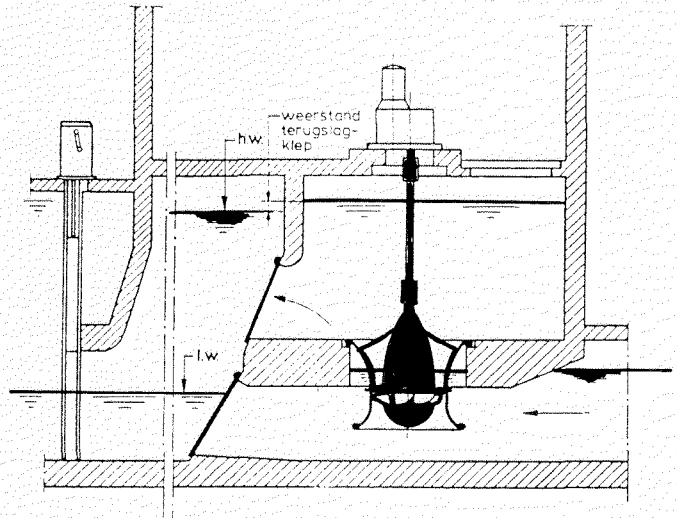
Afbeelding 34. Een schematische doorsnede van een schroefpomp in verticale opstelling.



Afbeelding 35. De doorsnede van een horizontaal geplaatste schroefpomp.

De capaciteit bedraagt hier ruim 560m³/min/pomp bij een opvoerhoogte van maximaal 1,20 m. Hierbij is de pomp-electrocombinatie ingebouwd in een zogenoemde 'bulb'. De bulb is voor inspectie en klein onderhoud toegankelijk via een opgebouwde schacht. Voor groot onderhoud kan de gehele bulb verticaal opgehesen en vervolgens zijdelings verplaatst worden. Bij verticale opstelling bevindt de pomp zich altijd in een kelder onder de machineruimte. Ook hier zijn twee uitvoeringen mogelijk, namelijk open of gesloten.

De open uitvoering wordt vanaf circa 1922 sporadisch toegepast en geeft een goede opbrengst bij kleine capaciteiten en niet te grote opvoerhoogten. Dit open pomptype is goedkoper dan de gesloten uitvoering en kan op een eenvoudige wijze in een pompkelder geplaatst worden. Het opgepompte water wordt daarbij zonder tussenkomst van leidingen direct op



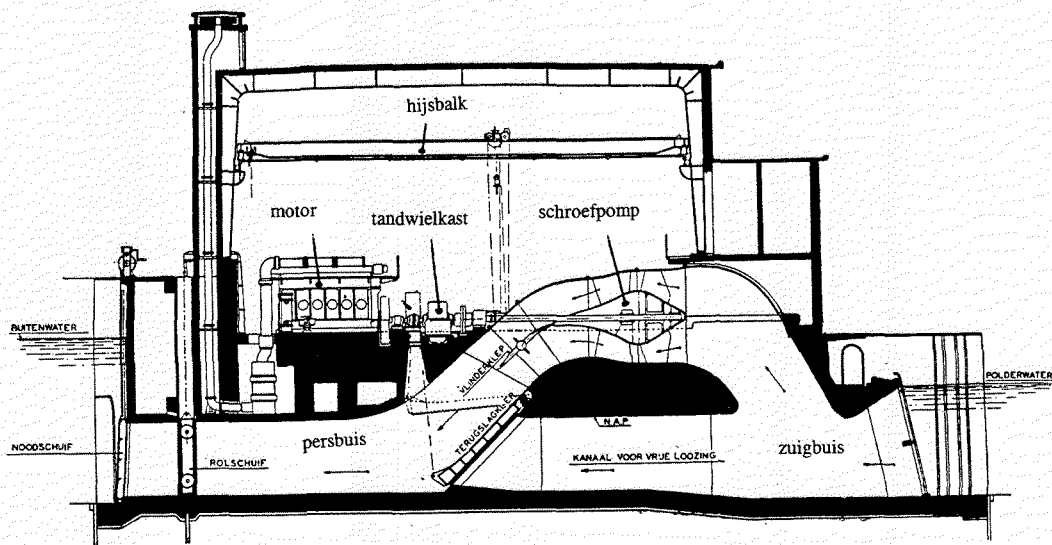
Afbeelding 36. De opstelling van een open schroefpomp.

een stortvloer geloosd waarna het, meestal via een terugslagklep, tot afstroming komt.

De gesloten schroefpomp kan zowel met een hoog/droog opgestelde aandrijving als met een lage, direct aan de pomp gekoppelde elektrische aandrijving uitgevoerd worden. Bij het gesloten verticale type ligt de propeller bijna altijd onder water en heeft de pomp derhalve niet eerst met water te worden gevuld alvorens in gebruik te kunnen worden gesteld.

In een aantal gevallen heeft de schroefpomp in hetzelfde gemaal een andersoortig opvoerwerktuig vervangen maar het gros van de schroefpompgemalen is als zodanig oorspronkelijk omdat de pomp met zijn behuizing, zich niet gemakkelijk laat inpassen in een bestaande situatie. Voorbeelden van het eerste geval zijn de o.a. gemalen van de polder Zeevang (gem.Zeevang) en het gemaal De Oude Horn te Leerdam. De eerste is

oorspronkelijk als vijzelgemaal gebouwd en de tweede als schepradgemaal. Beide werktuigen zijn later door horizontale schroefpompen vervangen. Voor de meeste van de installaties is als aandrijfwerktuig de electromotor gebruikt, zowel met riem-, v-snaar- als tandwieloverbrenging (ter reductie van het toerental) als met directe koppeling.



Afbeelding 37. De gesloten horizontale pompopstelling wordt bij de grotere gemalen aangetroffen.

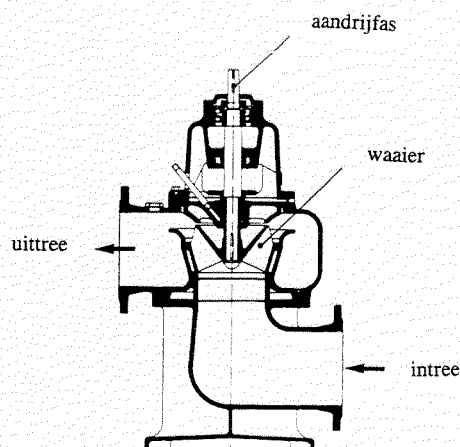
3.7 De schroefcentrifugaalpomp.

De schroefcentrifugaalpomp is, zoals de naam al doet vermoeden, een mengvorm van de centrifugaalpomp en de (verticale) gesloten schroefpomp. De intreezijde van de waaier werkt volgens het schroefpompprincipe, de uittree volgens het beginsel van de centrifugaalwaaier(vorm).

Toepassing.

De schroefcentrifugaalpomp, ook wel half-axiaal-pomp of mixed-flowpomp genoemd wordt vooral toegepast bij opvoerhoogten, die globaal tussen twee en zes meter liggen en weinig aan wisseling onderhevig zijn.

Voorals grote gemalen zijn met deze pompen uitgerust omdat ze bij uitstek geschikt zijn voor situaties waarin een grote capaciteit gevraagd wordt.



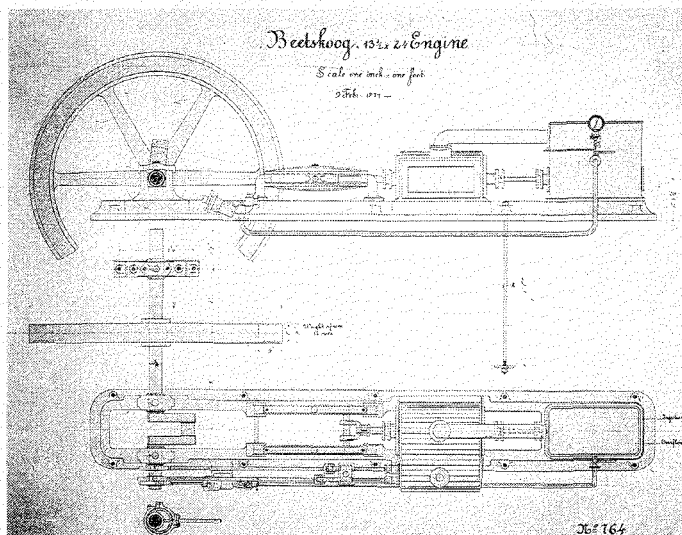
Uitvoering.

De pomp draait met een laag toerental (tussen ca. 60/300 omw/min) waardoor een rechtstreekse aandrijving niet meer mogelijk is en gebruik moet worden gemaakt van een tandwieloverbrenging. De schroefcentrifugaalpomp kan worden geleverd met een horizontale dan wel een verticale as. In het eerste geval zal het bijbehorende pomphuis geheel van staal of gietijzer zijn, terwijl voor een verticaal opgestelde pomp het pomphuis meestal als betonnen slakkehuis is uitgevoerd. In gebieden met sterk wisselende opvoerhoogten (getijgebied) wordt dit pomptype zeer veel toegepast, vooral omdat het door de pomp afgenomen vermogen bij de verschillende opvoerhoogten vrij constant blijft. Dit stimuleerde het gebruik van dieselmotoren als aandrijfwerktuigen, waardoor men de beschikking kreeg over variabele toerentallen en men de capaciteit van de pomp enigszins kon aanpassen aan de opvoerhoogte.

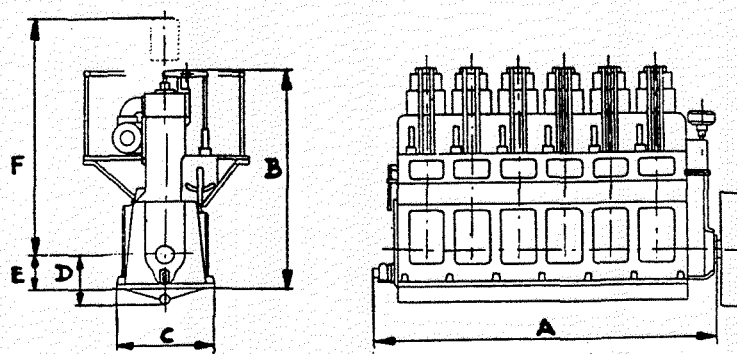
Een verbijzondering van dit pomptype is nog niet zo lang geleden tot stand gekomen door de ontwikkeling van de door Stork/Bosman ontwikkelde B.V.O.P.-pomp. Deze pomp is een combinatie van een gesloten schroefpomp en een slakkehuispomp. De pomp heeft geen leidschoepen zoals de schroefpomp maar een geleiding in de vorm van een spiraal in de boven de waaier gelegen pompschacht; welke in beton wordt uitgevoerd.

Afbeelding 38. De verticale doorsnede van een schroefcentrifugaalpomp.

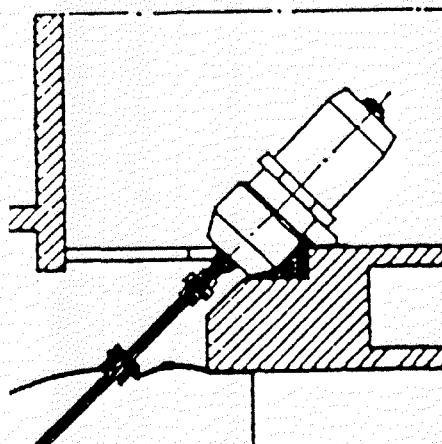
Afbeelding 39. De drie aandrijftechnieken die in belangrijke mate de geschiedenis van de gemechaniseerde aandrijving bepaald hebben.



... de stoommachine ...



... de dieselmotor ...



... de electromotor ...

4.0 AANDRIJFWERKTUIGEN

4.1 Typologie; vormen van aandrijftechniek.

Gemalen kunnen naast het onderscheid in typen opvoerwerktuig, eveneens onderscheiden worden naar de soorten van aandrijftechniek. Deze technieken zijn als typen niet in een zuiver werktuigbouwkundig onderscheid te plaatsen zoals de opvoerwerktuigen. Elk van de te behandelen aandrijftechnieken staat op zichzelf en vraagt voor het functioneren om een andere vorm van energie en kent dus andere randvoorwaarden.

Na de windbemaling heeft de aandrijftechniek wezenlijke veranderingen ondergaan. Na een stabilisatie van de groei van stoomgemalen verschenen rond 1900 nieuwe motoren, de electro- en dieselmotor, op de markt die de stoomkracht tenslotte zouden verdrijven: het einde van het stoomtijdperk was in zicht. Tussen ongeveer 1910 en 1930 werden de electromotor en de dieselmotor steeds algemener toegepast. Na deze overgangsperiode worden op een enkele uitzondering na, alleen nog maar gemalen gebouwd voorzien van diesel- en electromotoren en is er een einde gekomen aan een periode van zeer dynamische technische ontwikkelingen voor wat betreft de aandrijfwerktuigen in gemalen. Tegenwoordig zijn de meeste gemalen geëlectrificeerd en geautomatiseerd en werken doorgaans met zeer uiteenlopende capaciteiten. Vele molens en meerdere oudere gemalen zijn vervangen door een enkel modern gemaal waarmee het controleren van de waterhuishouding belangrijk vereenvoudigd is.

In chronologische volgorde van algemene toepassing in de bemalingstechniek worden in dit hoofdstuk de volgende vormen van gemechaniseerde aandrijving behandeld:

- [de stoommachine : algemeen toegepast tussen ca.1850 en 1900
- [de dieselmotor : algemeen toegepast tussen ca.1910 en 1960
- [de zuiggasmotor : (weinig) toegepast tussen ca.1900 en 1930
- [de electromotor : algemeen toegepast tussen ca.1900 en heden
- [bijzondere toepassing : gemengde aandrijving en dubbele brandstofmotor

Een beknopt overzicht van gegevens en karakteristieken van deze verschillende aandrijftechnieken is tot slot in bijlage B te vinden.

4.2 De stoommachine.

De stoommachine vormt vanwege de complexe en veelomvattende techniek alsmede de omvang van de installatie, de meest kenmerkende categorie van de aandrijftechnieken. Deze machine wordt in verhouding met de andere aandrijftechnieken uitgebreider behandeld omdat de stoomtechniek over een zeer lange periode is toegepast en van groot belang is geweest voor de overschakeling van windbemaling naar mechanische aandrijving. Het ontwikkelen van nieuwe opvoerwerktuigen was hiermee tevens mogelijk geworden. Behandeling van stoomgemalen is ook van belang om de vele nog aanwezige gebouwen van voormalige stoomgemalen in een oorspronkelijke context te plaatsen. Deze gemalen zijn in de loop van hun geschiedenis meerdere malen verbouwd en van een moderne, volledig andere, installatie voorzien. Het gaat er in zo'n situatie om, de waarde van het restant, meestal het gebouw of onderdelen van het complex, te herkennen of te onderkennen.

De stoommachine is een werktuig dat zeer vele toepassingen heeft gekend in de bemalingstechniek maar waar nog weinig gave voorbeelden van aanwezig zijn. Van de vele honderden ooit in Nederland gebouwde stoomgemalen zijn er nog maar ongeveer 15 in geheel of gedeeltelijk intacte staat over. Gemaal 'de Cruquius' te Cruquius is hiervan het oudste voorbeeld en gemaal 'ir.D.F.Wouda' te Lemmer de jongste. 'De Cruquius' markeert een bepaald tijdvak in de stoomtechniek omdat daarna geen andere gemalen meer gebouwd zijn met de balansarmtechniek. Op deze vroege typen stoommachines wordt niet meer ingegaan omdat deze verder niet meer worden aangetroffen.

Kenmerken van een stoomgemaal.

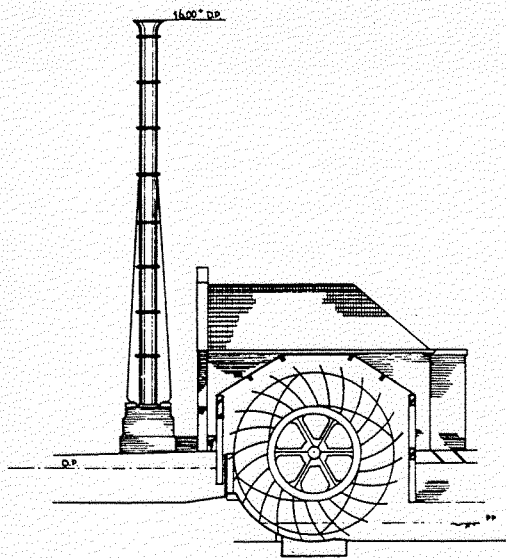
Karakteristiek voor een stoomgemaal zijn de volgende componenten met de even zo kenmerkende elementen. Tot de installatietechniek behoren: de stoomketel(s), stoommachine(s), opvoerwerktuig(en), de wijze van aandrijfverbinding (band of tandwiel), vlieg wiel(en). Het gebouw bestaat uit: een ketelruimte of ketelhuis, machineruimte, machinistenruimte/hok, werkplaats/ruimte, eventueel een opvoerwerktuighuis.



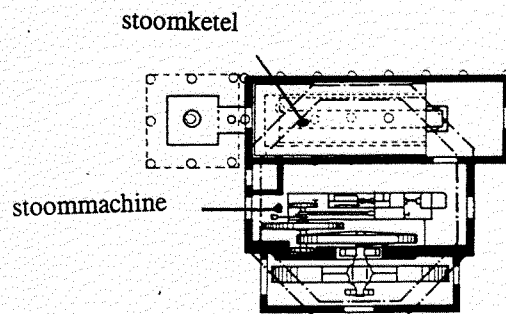
Afbeelding 40. De stoommachine werd door meerdere machinefabrieken in eigen land geproduceerd en kon voor vele doeleinden ingezet worden.

Het gemaal als complex : de schoorsteen, een kolenopslag of loods, machinisten/dienstwoning(en), seinmast. Schoorsteen, kolenloods en machinistenwoning behoorden tot de onmisbare onderdelen van een bemalingscomplex. De karakteristieke schoorsteen was wettelijk verplicht en stond in het verlengde van de ketelruimte, en dus doorgaans ter zijde van de hoofdas van het gemaal. Deze soms bijzonder hoge pijpen werden veelal in metselwerk opgetrokken maar konden ook uitgevoerd worden als een ijzeren exemplaar. Hier zijn echter geen voorbeelden meer van voorhanden. De bakstenen die werden gebruikt hadden een, speciaal voor de schoorsteenbouw ontwikkelde, wigvorm waarmee gemakkelijk in ronde vormen kon worden gemetseld. De meeste schoorstenen zijn bij het vervangen van de stoommachine door een electro- of dieselmotor afgebroken. Eenmaal buiten gebruik werden ze namelijk niet meer onderhouden en vormden dan een zeker gevaar, als ze bouwvallig werden.

Het merendeel van de kolenloodsen is eveneens verdwenen. Deze stonden meestal naast de ketelruimte en waren van hout. Grote gemalen zoals gemaal 'Halfweg' of gemaal 'Ir.D.F.Wouda' hadden echter een open opslag. Van belang voor een goede kolenvoorziening was de bereikbaarheid van het gemaal. Een goede aanvoerweg over land of water diende aanwezig te zijn om de bedrijfscontinuïteit te waarborgen.



Afbeelding 41. Een representatieve opzet van een klein stoomgemaal, uitgerust met een scheprad.



Een stoomgemaal vereiste een gescheiden ketel- en machineruimte opdat de stoommachine niet met roet en stuivend kolengruis werd bevuild. Deze scheiding is in alle voormalige stoomgemalen, inwendig maar vaak ook uitwendig, nog te zien.

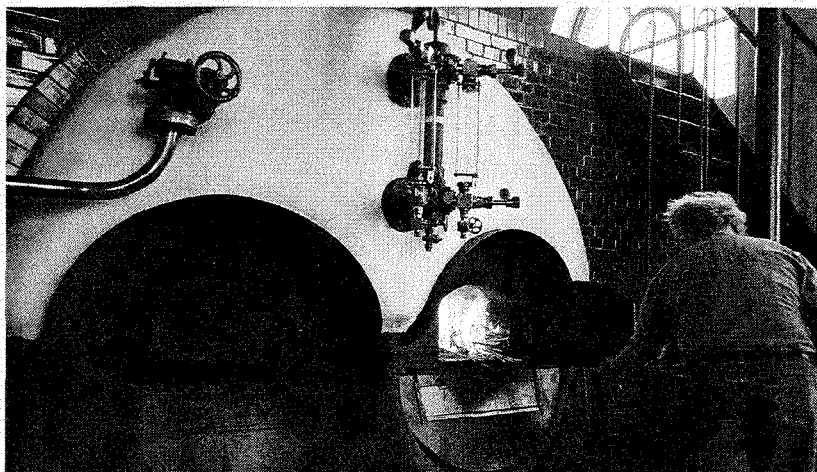
De stoominstallatie.

Een stoomketel is het grootste onderdeel van de stoominstallatie. De meeste ketels waren cilindrische, horizontale stoomketels met één inwendige vuurgang (Cornwall-type) waarin de steenkool werd gestookt. Typen met twee inwendige vuurgangen (Lancashire-type) of

helemaal geen inwendige vuurgang (stoken onder de ketel), werden ook gebruikt.

Bij de kleinere poldergemalen was over het algemeen één ketel voldoende maar in de grotere gemalen, en met name de gemalen die over een dubbele installatie beschikten, waren drie of vier ketels geen uitzondering. Hiervan kon dan tenminste een ketel in reserve worden gehouden.

Afbeelding 42. *Bij verscheidene stoomgemalen worden op bepaalde kijklagen de ketels nog steeds gestookt om het gemaal onder stoom te brengen. Deze ketels moeten net als vroeger periodiek gekeurd worden om aan de veiligheidseisen te voldoen.*



De ketels werden geïsoleerd met bijvoorbeeld een ommanteling van vilt en houten planken die door koperen banden bijeen werd gehouden. Bepaalde appendages waren wettelijk verplicht (Wet op het Stoomwezen) zoals het peilglas om de waterstand in de ketel te meten, een manometer om de inwendige druk te bepalen, een veiligheidsfluit en een noodklep die zich bij overdruk opende. De risico's die aan het gebruik van een stoomketel verbonden waren, verplichtten de stichters tot het aanvragen van allerlei vergunningen bij de gemeentelijke en provinciale overheid. Er waren speciale bepalingen ten aanzien van de afstand tot de dichtstbijzijnde bebouwing, alsmede ten aanzien van rook- en geluidsoverlast.

De gemalen die in de 19e eeuw zijn gesticht werden vrijwel zonder uitzondering uitgerust met een horizontale stoommachine met doorgaans één cylinder. Dubbele cylinders waren later gangbaar bij de Compound-systemen. Hierbij werd de stoom na een zuiger te hebben voortgedreven in een hogedruk cylinder, in een tweede, lagedruk cylinder gevoerd, waardoor één stoomstoot twee cylinders kon aandrijven. Dankzij geavanceerde systemen als condensatie en expansie kon door een manipulatie van toegevoerde en afgevoerde stoom nuttiger gebruik worden gemaakt van de energie.

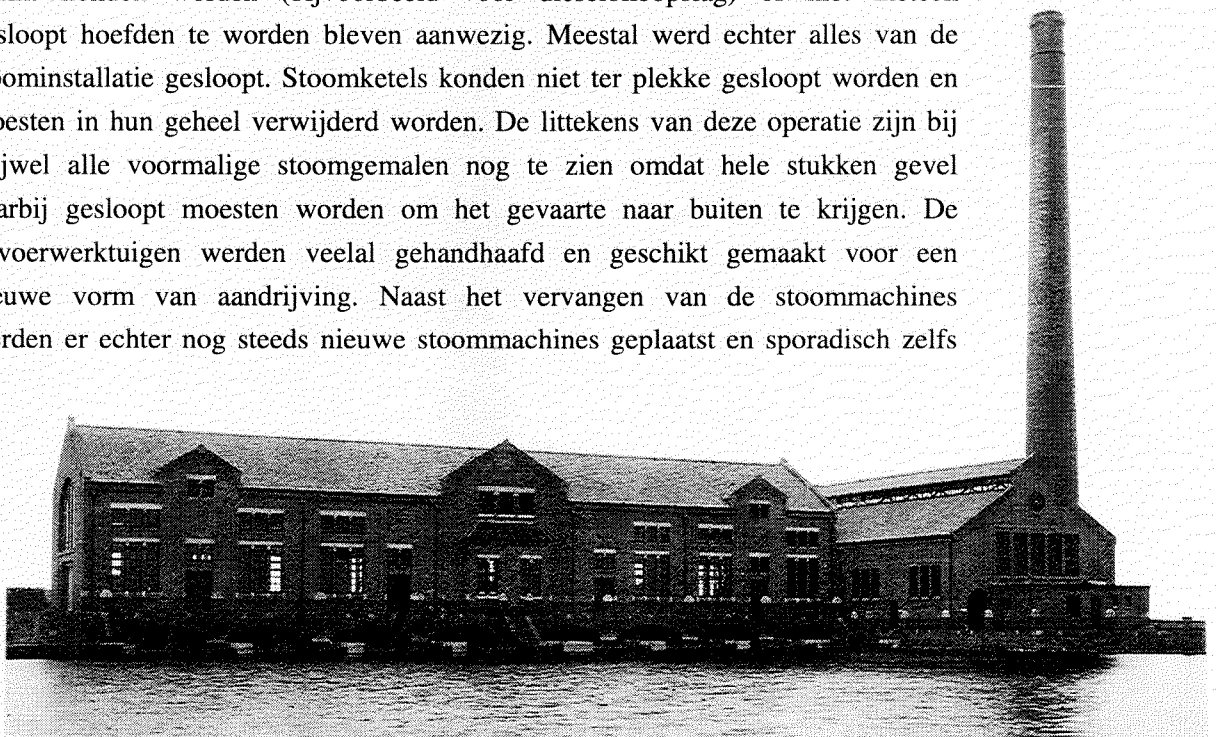
Een belangrijk onderdeel van de machine vormt het vliegwiel. Deze versoepelt de gang van de machine en zorgt voor een constante snelheid. De uitvoering en de grootte van zo'n vliegwiel varieerde sterk en werd onder andere bepaald door het vermogen en type

stoommachine. Vanwege de grootte ervan was een deel in de fundering van het gebouw verzonken. Via een as of bandriemoverbrenging werd het opvoerwerktuig aangedreven dat zich ofwel in het machinegebouw bevond, of buiten het gebouw was opgesteld.

Het stoomgemaal "ontstoomd".

In de jaren 1880-1890 trad een stabilisatie op in de groei van het aantal stoomgemalen. De aanvankelijke sterke toename van het aantal gemalen had de behoefte aan nieuwe gemalen tijdelijk verzadigd, waardoor de vraag afnam. Daarbij kwam dat rond 1900 vrijwel gelijktijdig nieuwe aandrijfwerktuigen op de markt werden gebracht. De zuiggasmotor, de oliemotor en de electromotor werden concurrenten van de stoommachine en zouden deze ten slotte geheel verdringen. Nadelen als onder andere het energieverlies ten gevolge van stoomvorming in een aparte ketel en het niet onmiddellijk bedrijfsklaar zijn (opstoken ketel; "op stoom komen" ...) waren argumenten om voor een modernere techniek te kiezen.

Vanaf ca.1910 werden de eerste stoomgemalen ontdaan van hun stoommachines en voorzien van een nieuwe aandrijving. Onderdelen als stoomketels die hergebruikt konden worden (bijvoorbeeld voor dieselolieopslag) of niet meteen gesloopt hoefden te worden bleven aanwezig. Meestal werd echter alles van de stoominstallatie gesloopt. Stoomketels konden niet ter plekke gesloopt worden en moesten in hun geheel verwijderd worden. De littekens van deze operatie zijn bij vrijwel alle voormalige stoomgemalen nog te zien omdat hele stukken gevel daarbij gesloopt moesten worden om het gevaarte naar buiten te krijgen. De opvoerwerktuigen werden veelal gehandhaafd en geschikt gemaakt voor een nieuwe vorm van aandrijving. Naast het vervangen van de stoommachines werden er echter nog steeds nieuwe stoommachines geplaatst en sporadisch zelfs

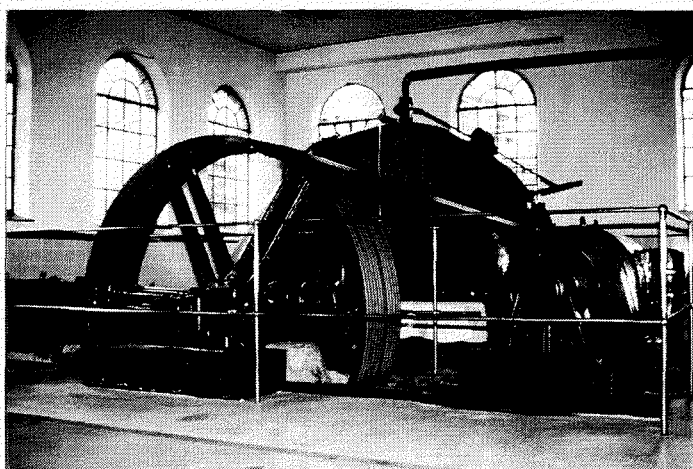


Afbeelding 43. *Stoomgemaal 'Ir.D.F.Wouda': nog steeds in bedrijf!*

nog een compleet nieuw stoomgemaal gebouwd. Bij uitzondering bleven er tot in de vijftiger jaren nog stoomgemalen in gebruik die de moderniseringsgolf overleefden en tot het laatst toe bruikbaar bleken. Het 'Ir.D.F.Wouda'-gemaal te Lemmer, gesticht in 1920,

is het enige nog functionele stoomgemaal in Nederland.

Vervanging van de stoommachine door een andere vorm van aandrijving heeft, zoals reeds eerder vermeld, niet altijd geleid tot de afbraak van het oorspronkelijke gemaal. Met name bij stoomgemalen kon een ander aandrijfwerktuig en soms ook een ander type opvoerwerktuig in de bestaande behuizing worden ondergebracht. Overbodige ketelhuizen en schoorstenen konden worden gesloopt of voor andere doeleinden worden gebruikt. Vele voorbeelden zijn hiervan nog te vinden maar zijn meestal niet herkenbaar als voormalig stoomgemaal. In het tegenwoordige museumgemaal 'De Hooge Boezem' te Haastrecht is bijvoorbeeld in het verleden het scheprad en de oorspronkelijke stoommachine vervangen door twee centrifugaalpompen en twee andere stoommachines die later op hun beurt weer later vervangen werden door electromotoren. Nog niet zo lang geleden is zelfs weer een vergelijkbare stoommachine om museale redenen teruggeplaatst. Hier heeft dus een ontwikkeling plaatsgevonden, waarvoor het gebouw steeds weer aangepast werd.



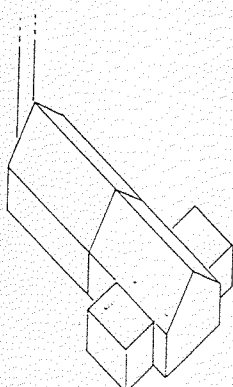
Afbeelding 44. Gemaal 'De Hooge Boezem' "ontstoomd": de electromotor heeft de plaats ingenomen van de stoommachine, het ketelhuis hergebruikt als transformatorruimte en de schoorsteen gesloopt ...

Bouwkundige typering stoomgemalen.

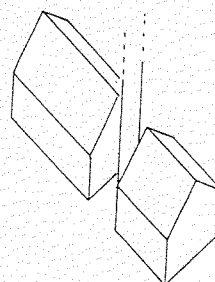
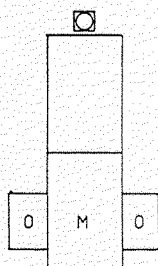
Het bouwkundige gedeelte van een stoomgemaal valt in een aantal varianten te onderscheiden. Het al dan niet gesloten principe van opvoeren maakte dat de opvoering binnen of buiten het gebouw geschiedde. Vooral het scheprad was een zeer karakteristiek onderdeel van een gemaal, zowel zonder overkapping als opgenomen in een schepradhuis. Een ander

wezenlijk onderdeel dat de opzet van het gebouw bepaalde betreft het ketelhuis. Dit aan veiligheidsvoorschriften gebonden onderdeel, soms opgenomen in het gebouw, maar ook vaak aangebouwd of vrijstaand, kan een karakteristiek element vormen van het gebouw of gebouwencomplex. Binnen de categorie stoomgemalen kan zodoende een onderscheid worden gemaakt in meerdere gebouwtypen. Vrijwel alle gemalen die oorspronkelijk als stoomgemaal zijn gebouwd, behoren tot een van deze 4 typen, waarbinnen dan ook nog variaties voorkomen. De indeling, die in de begeleidende figuren schematisch is verduidelijkt, ziet er als volgt uit: (o = opvoergedeelte, m = machinegedeelte, k = ketelgedeelte)

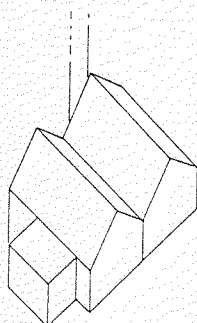
Type 1. Stoomgemalen die bestaan uit een machinegebouw en een ketelhuis als twee duidelijk gescheiden bouwlichamen. Een van buitenaf herkenbare functionele scheiding dus waarbij het ketelhuis geheel vrij kan staan of gekoppeld is aan het machinehuis. Opvoerwerktuig(en) is (zijn) buiten het machinegebouw geplaatst in de open lucht of onder een aparte overkapping. In dit geval is er meestal sprake van meerdere schepraderen of vijzels (of zuigerpompen). Dit type is zeer veel toegepast, ongeacht de omvang van het gemaal. Karakteristiek is de opzet voor de vroege en vooral grote boezem- en poldergemalen. Meerdere varianten zijn herkenbaar als dit type. Het oude stoomgemaal 'Halfweg', het voormalige stoomgemaal te Spaarndam maar ook gemaal 'Cruquius' of het veel kleinere voormalige stoomgemaal 'De Hooze Boezem' zijn hiervan zuivere voorbeelden.



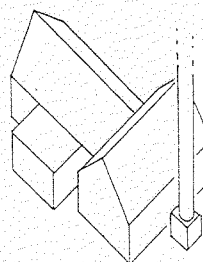
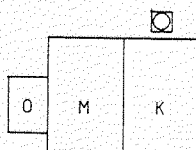
Afbeelding 45a. Type 1a: vooral grote gemalen.



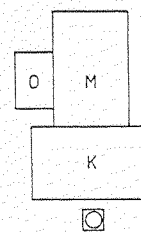
Afbeelding 45b. Type 1b: grote gemalen.



Afbeelding 45c. Type 1c: middelgrote en kleine gemalen.



Afbeelding 45d. Type 1d: middelgrote en kleine gemalen.

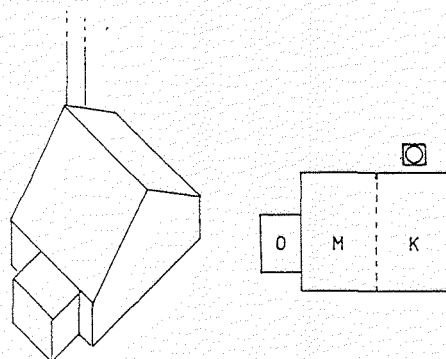


Type 2. Machineruimte en stookruimte (ketelhuis) bevinden zich in één bouwlichaam, van elkaar gescheiden door een binnenmuur. Het gegeven van de herkenbare onderscheiding in gebouwdelen is hier losgelaten. Op zijn best is de ketelruimte van buitenaf nog te herkennen aan een eventueel afwijkende gevelindeling. Opvoerwerktuig(en) is (zijn) buiten gebouw geplaatst, naast de machineruimte in de open lucht of in een aangebouwde overkapping.

Net als bij type 1 is hier sprake van een scheprad of vijzel, maar dan meestal aangedre-

vendoor één enkel, hooguit twee werktuigen.

Dit type is veel toegepast bij de middelgrote, maar vooral bij de kleine poldergemalen. Een voorbeeld hiervan is gemaal 'Mastenbroek' te Genemuiden.



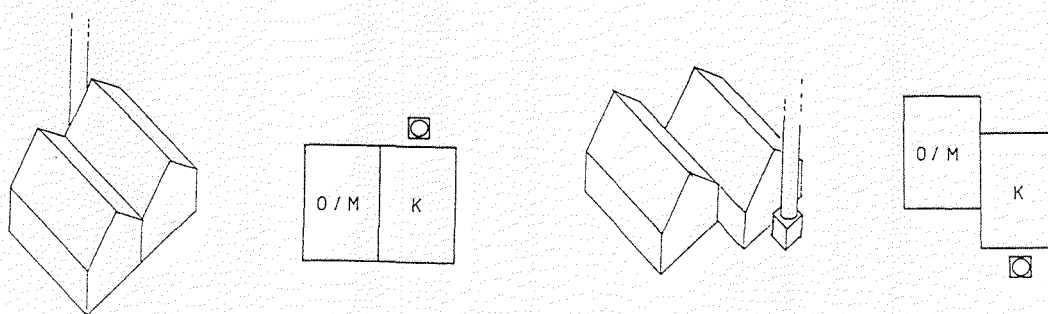
Afbeelding 46. Type 2: vooral de kleinere gemalen.

Type 3. Opvoerwerktuig en stoommachine zijn in dezelfde (machine)ruimte geplaatst terwijl het ketelhuis in een apart bouwdeel

is opgenomen, vrijwel altijd gekoppeld aan

het machinehuis. Net als type 1 is hier dus sprake van een herkenbare functionele scheiding. Het opvoerwerktuig betreft hier altijd een hoog opgestelde centrifugaalpomp. In feite is dit type de "moderne" opvolger van type 1. Er zijn echter veel minder gemalen gebouwd naar het model van type 3 dan van type 1, omdat toen de centrifugaalpomp eindelijk algemeen kon worden toegepast, er al veel stoomgemalen waren gebouwd. Vaak werden alweer verouderde gemalen gemoderniseerd en nam de pomp de plaats in van een scheprad of vijzel die dan simpelweg geplaatst werd in de reeds bestaande aanbouw.

Middelgrote tot grote, vooral jongere stoomgemalen zoals het gemaal 'Ir.D.F.Wouda' (19-20) te Lemmer of het stoomgemaal te Appeltern (1918) zijn volgens de opzet van dit type 3 gebouwd.



Afbeelding 47a. Type 3a: middelgrote en kleine gemalen.

Afbeelding 47b. Type 3b: middelgrote en kleine gemalen.

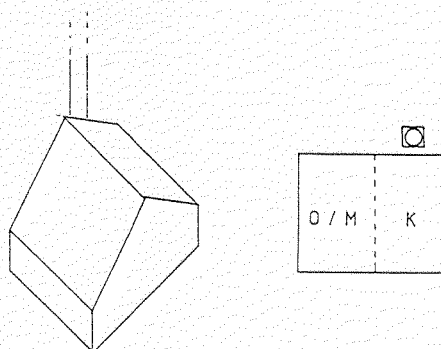
Type 4. Bij dit type is de gehele installatie onder één dak te vinden. De ketelruimte is door een binnenmuur afgescheiden van de machineruimte waarin de stoommachine en een centrifugaalpomp of zelfs een vijzel staan opgesteld. Vooral de kleine poldergemalen kunnen volgens een dergelijke opzet gebouwd zijn.

Van dit type zijn in vergelijking met de andere drie typen niet veel gemalen gerealiseerd. Er zijn nog voormalige stoomgemalen aan te wijzen die oorspronkelijk in de opzet van dit

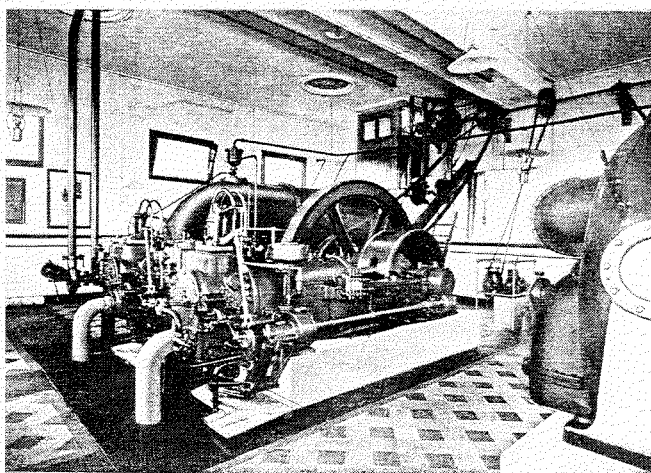
type gebouwd zijn, maar deze hebben dan vaak in de loop van de tijd verbouwingen ondergaan en zijn nu uitgerust met een moderne installatie.

4.3 De zuiggasmotor.

De gasmotor werd in 1861 door de fransman Lenoir uitgevonden. Het was het principe van deze motor waarop de zuiggasmotor in de bemalingstechniek gebaseerd werd. De werking berustte, in tegenstelling tot de stoommachine, op een interne verbrandingsmotor waarin een gasmengsel in de cylinder zelf tot ontbranding werd gebracht waardoor de zuiger werd aangedreven. De ontwikkeling van de verbrandingsmotor was een feit en het zou niet lang duren voordat de dieselmotor volgde. Wanneer de eerste zuiggasinstallatie ten behoeve van een bemalingsfunctie is toegepast, is niet precies te zeggen. Bekend is de zuiggasinstallatie van gemaal 't Leven' (polder Westzaan) te Zaandijk die in 1904/1905 geïnstalleerd is en waarvan de anthracietloods nog steeds aanwezig is.



Afbeelding 48. Type 4: middelgrote en kleine gemalen.



Afbeelding 49. Een zuiggasmotor lijkt op het eerste gezicht niet veel te verschillen van een dieselmotor.

Werking.

Het bijzondere van de zuiggasmotor was het gasmengsel dat in een aparte installatie werd bereid. Het zuiggasprincipe berust er op, dat de zuiger na de arbeidslag de benodigde hoeveelheid gas uit de installatie zoog. Door een (onvolledige) verbranding van anthraciet ontstond een brandbaar, reukloos en

zeer giftig gas dat de basis vormde van de brandstof. Anthraciet werd in plaats van cokes gebruikt om ernstige vervuiling door teer en daarmee een lastige reiniging te voorkomen. Desondanks zou deze interne vervuiling in de praktijk een wezenlijk nadeel blijken van de installatie. Er waren verschillende soorten mengsels, maar algemeen gebruikelijk bij gemaalinstallaties was het zogenaamde zuiggas (ook wel krachtgas of menggas genoemd), dat werd gevormd door tijdens de verbranding van steenkool waterdamp toe te

voegen, hetgeen een chemische reactie veroorzaakte. Bij een breuk of lek in een leiding zou het giftige gas door het principe van onderdruk niet naar buiten stromen, maar zou buitenlucht binnendringen en zich met het gas vermengen.

Het gas kon in een grote gasfabriek worden bereid of, als het om één motor ging, in een kleine installatie. Deze kleine installatie bestond uit een generator waarin de kolen werden verbrand en met waterdamp vermengd; tegelijkertijd werd de vrijkomende warmte voor het verdampen van water aangewend. Het ontstane gasmengsel moest vervolgens in een gaszuiveringstoestel, een zogenaamde 'scrubber', worden gezuiverd.

Kenmerken.

Bij een zuiggasgemaal was binnen een bouwlichaam de machineruimte gescheiden van de stookruimte (met onder meer de generator). Deze scheiding was, wat betreft de plattegrondindeling, het enige kenmerkende element. De gasmotor stond in de machineruimte tezamen met het opvoerwerktuig, meestal een centrifugaalpomp. In een aparte loods lag de brandstof opgeslagen. De rookgasafvoer geschiedde meestal door middel van een pijp die door de gevel of door het dak gevoerd werd.

De motor was eenvoudig: het was doorgaans een horizontale (of verticale) één- cylinder motor met een vliegwiel. De motor kon direct, of indirect met een bepaalde overbrengingsverhouding, aan een centrifugaalpomp worden gekoppeld. Ten opzichte van de stoommachine was de zuiggasmotor schoner in het gebruik (minder stof en roet), veel compacter en zuiniger. De aanschafprijs was betrekkelijk laag. Het belangrijkste nadeel van de motor was de al eerder genoemde interne vervuiling van generator, scrubber, leidingen en de cylinder met kleppen. Periodieke reiniging was noodzakelijk, waarvoor de bemaling moest worden onderbroken.

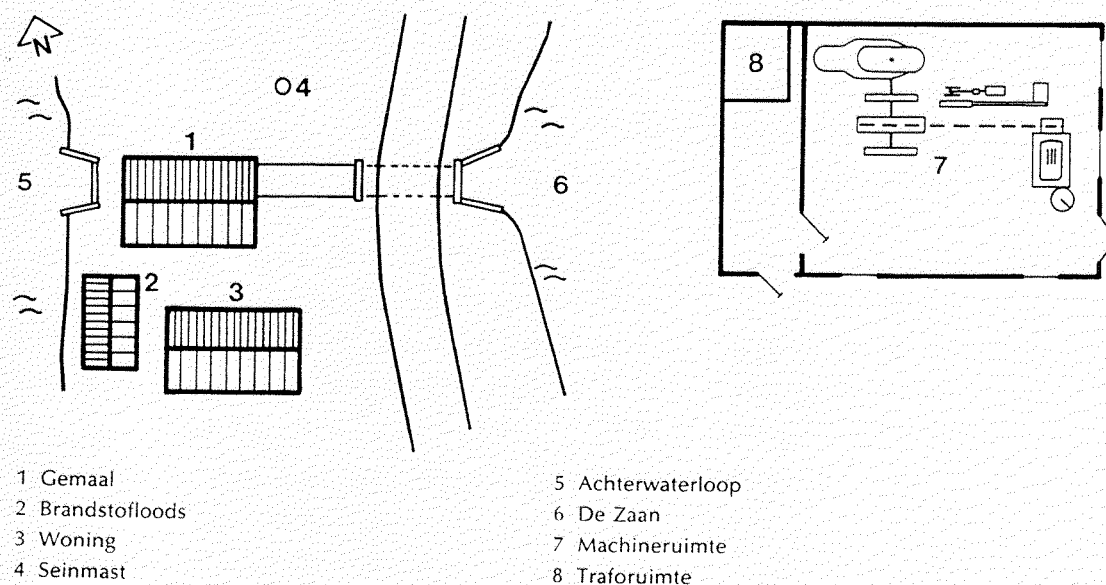
Toepassing.

De zuiggasmotor werd als aandrijfwerktuig niet veel toegepast voor de bemaling. Bij zuiggasgemalen werden de gasmotoren al snel vervangen door de meer efficiënte en meer gebruiksvriendelijke electro- of dieselmotoren. Dat de gasmotor geen echte succesvolle toepassing heeft gekend ligt aan het feit dat de stoomgemalen over het algemeen nog in vrij goede staat verkeerden en dus niet aan onmiddellijke vervanging toe waren toen de zuiggasmotor werd ingevoerd. Toen dat wel het geval was kon meteen worden overgeschakeld op de electro- of dieselmotor die de nadelen van de gasmotor misten en zodoende een stuk aantrekkelijker waren.

Er zijn relatief weinig gemalen als oorspronkelijk zuiggasgemaal gebouwd. Voor het tijdperk van toepassing werden veel van de gasmotoren gebruikt als vervanging van de stoommachine. In de praktijk betekende dit dat de nieuwe motoren in de oude gemalen geplaatst werden. Veelal met behoud van de opvoerwerktuigen.

De zuiggasmotor is ondanks de nadelen tot in de veertiger jaren sporadisch toegepast en

tot eind vijftiger jaren in gebruik gebleven waarna de buiten bedrijf gestelde gasmotoren snel van het toneel verdwenen. Op dit moment is er, voor zover bekend, geen enkel voorbeeld van een zuiggasinstallatie meer voorhanden en moeten zuiggasgemalen als een "uitgestorven" type beschouwd worden.



Afbeelding 50. Gemaal "t Leven" te Zaandijk is één van de oorspronkelijk gebouwde zuiggasgemalen. De gasmotor is tamelijk snel vervangen door een electromotor maar de oorspronkelijke centrifugaalpomp is nog aanwezig. De huidige traforuimte is de voormalige stookruimte waarin de generator opgesteld stond. In de brandstofloods werd oorspronkelijk het anthraciet opgeslagen.

4.4 De electromotor.

Electrische bemaling werd voor het eerst omstreeks 1900 met succes op kleine schaal toegepast bij de verlegging van de Maasmond. In de loop van de twintigste eeuw is de toepassing van electriciteit sterk tot ontwikkeling gekomen. Transport van electriciteit over grotere afstanden door hoogspanningskabels, is sinds de negentiger jaren van de vorige eeuw mogelijk. Hierdoor lag ook de ontsluiting van het platteland binnen handbereik waarmee het mogelijk werd om electriciteit als drijfkracht aan te wenden voor poldergemalen. Vanaf ongeveer 1917 doet de electromotor zijn intrede voor aandrijving van de grotere bemalingsinstallaties. In de dertiger jaren was de electrificatie van het platteland een feit.

Werking.

Alle verbrandingsmotoren hebben gemeen dat de omwentelingen niet direct tot stand komen maar dat een heen en weer bewegende zuiger met behulp van een drijfstang een krukas aandrijft. Ten behoeve van een soepel lopende motor is een zwaar vliegwiel noodzakelijk ter "overbrugging" van de compressieslagen. Vooral laagtoerige motoren hebben last van de trillingen die daar het gevolg van zijn. De electromotoren kennen deze nadelen niet: de geleverde energie (electrische stroom) wordt direct in het motorisch gedeelte in rotaties omgezet, waardoor in vergelijking tot de verbrandingsmotoren veel energie wordt bespaard. Een vliegwiel is hierbij niet nodig.

Een onderscheid tussen de verschillende typen electromotoren valt te maken naar aanleiding van stroomtype en uitvoeringsvorm. Gelijkstroommotoren zijn voor zover bekend niet bij bemalingsinstallaties toegepast en worden hier dan ook niet verder behandeld. Wisselstroommotoren zien we bij gemalen in verschillende uitvoeringsvormen:

[tweefasenmotoren

[driefasenmotoren (draaistroom)

- sleepringankermotor met uitwendige- en inwendige kortsluiting

- kortsluitankermotor; kooiankers in verschillende uitvoeringen in verband met aanloop koppel

In de beginperiode van de electrificatie werden uitsluitend sleepringankermotoren aangewend omdat de uit het net opgenomen stroom bij aanloop niet of nauwelijks boven de nominale waarde uitkomt. Hiermee is het mogelijk om een dergelijke installatie op een minimaal uitgelegd net aan te sluiten.

Sleepringankermotoren worden tegenwoordig niet meer toegepast omdat de electriciteitsnetten inmiddels voldoende sterk zijn en met kortsluitankermotoren op een relatief eenvoudige wijze een installatie kan worden gerealiseerd. Ook het fenomeen van de hoge aanloopstromen is met behulp van de moderne electronica goed te beteugelen. De oudere electromotoren maakten hiervoor gebruik van een aanloopweerstand; een aparte kast (gevuld met olie) naast de motor waarbij met behulp van regelbare weerstanden de hoge aanloopstroom beteugeld moest worden.

Kortsluitankermotoren vereisen een net dat een kortstondige stroomstoot van driemaal de nominale stroomsterkte van de belasting kan verdragen. Deze maximale stroomstoot kan slechts worden bereikt met behulp van kunstgrepen (zoals bijvoorbeeld een ster-driehoekschakeling) die bijna allemaal tot gevolg hebben dat het koppel van de motor tijdens aanloop meer of minder wordt beperkt.

De vroegste electromotoren draaiden alleen met hoge toerentallen en kenden slechts vaste toerentallen of een beperkt aantal snelheden (een traploze regeling van de omwente-

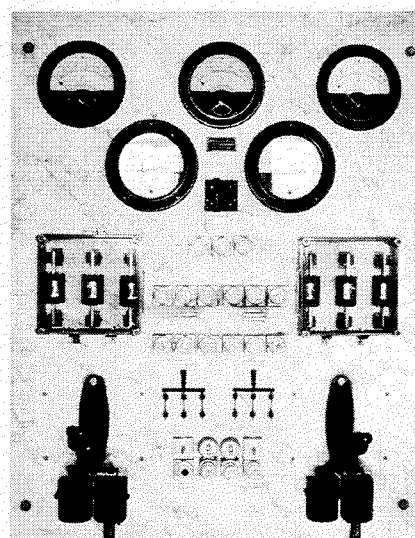
lingssnelheid was nog niet mogelijk). De hoge omwentelingssnelheden bemoeilijkten de overbrenging op langzaamdraaiende opvoerwerktuigen zoals de vijzel. Zelfs de centrifugaalpomp konden in de beginjaren van de electromotor niet zonder vertraagde overbrenging. Een ander punt waarmee rekening moest worden gehouden betrof de netspanning. In de begindagen van de electrificatie werden er allerlei spanningen gebezigd hetgeen vaak tot verwarring leidde en niet zelden ook tot schade aan de installatie. Een transformator die in een aparte ruimte stond opgesteld, moest de aangeleverde spanning omzetten in een voor de motor geschikte spanning. Later is men in Nederland overgegaan op een uniforme netspanning. Naarmate de electrotechniek voortschreed, werd het toerental van de motor lager.

Kenmerken.

Gebouwen van gemalen met een elektrische aandrijving bevatten weinig karakteristieke elementen die samenhangen met het gebruik van dit type aandrijftechniek. Uiterlijk zijn er geen kenmerken waaraan een electrisch gemaal te herkennen valt. Anders is dit bij gemaal 'Lely' waar als bijzonder onderdeel van het gemaal een compleet electriciteitsstation was ondergebracht dat, hoewel niet meer aanwezig, nog steeds valt te herkennen aan de uitzonderlijk hoge ruimten boven de machinehal en de sleuven in de gevel waardoor de hoogspanningskabels het gebouw binnen kwamen.

Bij oudere gemalen vormt de transformatorruimte een aparte ruimte die een kenmerkend onderdeel van de plattegrond is. De schakelinstallatie of kast werd doorgaans gemonteerd tegen een van de binnenwanden in de machineruimte. Verder volgt het gebouw de algemene opzet van het (moderne) gemaal, afhankelijk van de opstelling van de pompen.

Er zijn vrijwel geen gemalen meer waarin de elektrische installatie herinnert aan de beginperiode. Gemaal 't Leven te Zaandijk (NH), bezit met twee zeer vroege ASEA electromotoren uit 1916 naar alle waarschijnlijkheid de oudste, nog in gemalen aanwezige, elektrische installatie. De jongere installaties verschillen onderling niet veel van elkaar. Tegenwoordig wordt vanwege de grote zekerheid en betrouwbaarheid van het electriciteitsnet overwegend gekozen voor elektrische aandrijving met hooguit als aanvullende (nood)voorziening een dieselaggregaat waarmee een gedeelte van de bemalingscapaciteit kan worden gedekt.

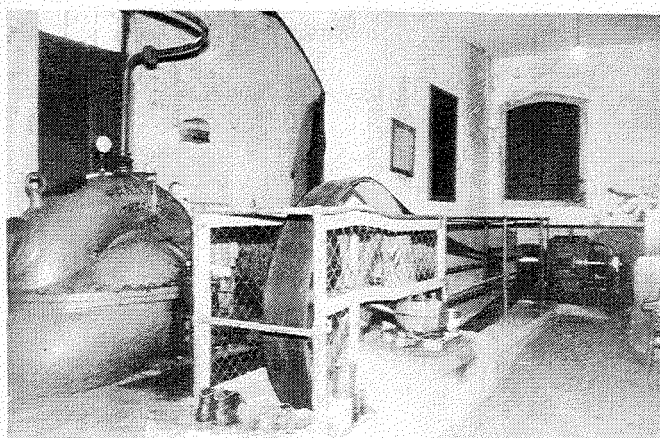


Afbeelding 51. Een marmeren schakelpaneel (gemaal 'Eemnes') is een karakteristiek onderdeel van een oude elektrische installatie.

Toepassing.

De electromotor is zuinig, compact, altijd bedrijfsklaar en dankzij de constructie vrijwel onderhoudsvrij. Het te leveren vermogen vormt geen beperking zodat de motor voor vrijwel elke bemalingssituatie geschikt is. Dat de motor desondanks niet onmiddellijk in de beginperiode op grote schaal werd toegepast, hield verband met de al genoemde electriciteitslevering, die voor de Tweede Wereldoorlog nog niet in heel Nederland mogelijk was.

Electrische aandrijving is en wordt in combinatie met alle opvoerwerktuigen (uitgezonderd de zuigerpomp) toegepast. De centrifugaalpomp en de schroefpomp zijn vanaf het begin van electrificatie als meest gebruikelijk toegepast. Vijzels werden weleens hergebruikt bij een modernisering maar werden, voor zover bekend, pas in de vijftiger jaren toegepast bij nieuw te bouwen electrische gemalen. De vijzel werd toen eigenlijk 'herontdekt' als werktuig en wordt tegenwoordig weer volop gebruikt bij zowel grote maar vooral kleine automatische gemaalrichtingen, in combinatie met de electromotor. Een electrisch aangedreven scheprad was vroeger zeer bijzonder en tegenwoordig een unicum. Het kwam wel eens voor dat de stoommachine van een klein schepradgemaal vervangen werd door een electromotor maar echt zeldzaam was de keuze om een geheel nieuw gemaal te bouwen met een electrisch aangedreven scheprad. Helaas is een als oorspronkelijk gebouwd electrisch schepradgemaal (van de polder Mandjeswaard bij Kampen) nog niet zo lang geleden gesloopt. De waarde als installatie is niet onderkend waardoor een uniek typologisch voorbeeld verloren is gegaan. Het scheprad van dit gemaal is bewaard gebleven en staat opgesteld bij gemaal Mastenbroek. Een niet-oorspronkelijk voorbeeld is echter nog wel aanwezig, waarbij de electromotor als vervanging van een stoommachine is ingezet. Dit betreft het gemaal van de polder Broek en Maten, eveneens bij Kampen.



Afbeelding 52. Indien een aandrijving als de stoommachine vervangen moest worden door een electromotor (of dieselmotor), dan werd het scheprad (of de vijzel) meestal niet gespaard. Deze werd gesloopt waarna een centrifugaalpomp, in het voormalige schepradhuis geplaatst, de taak overnam zoals op de foto te zien is.

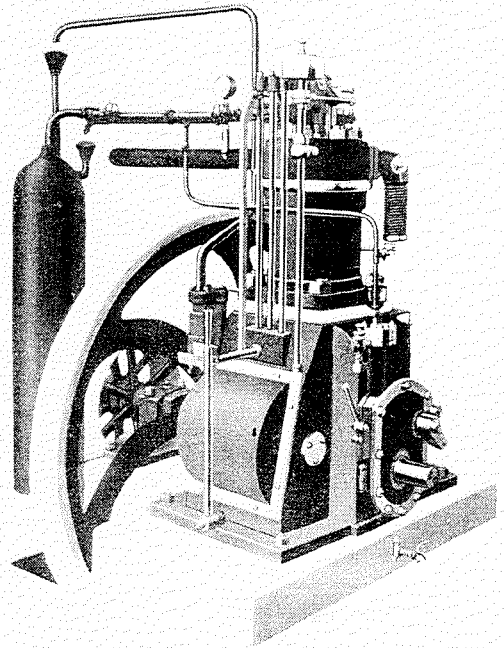
4.5 De dieselmotor.

De oliemotoren kwamen iets later dan de zuiggasmotor tot ontwikkeling. De dieselmotor, omstreeks 1895 uitgevonden door Rudolf Diesel, zou uiteindelijk naast de electomotor een algemene toepassing vinden in de bemalingstechniek. In de Niedorperpolder werd in 1904 het eerste dieselmemaal in Nederland gesticht. Er werd een Werkspoor 'A-frame motor' van 35 pk geplaatst, welke twee centrifugaalpompen aandreef. Vanaf dit ogenblik zouden dieselmotoren algemeen gebruikt worden naast electromotoren die vrijwel gelijktijdig hun entree maakten.

Werking.

Onder oliemotoren, waartoe de dieselmotor behoort, worden interne verbrandingsmotoren verstaan waarbij een gasmengsel van brandstof en lucht door hoge compressiedruk in de cylinder vanzelf tot ontbranding komt. De bekendste oliemotor is de dieselmotor, maar ook andere oliemotoren zoals de petroleummotor en de ruwoliemotor werden als aandrijfwerktuig gebruikt. Een voorbeeld is het kleine pompgemaal van de polder Schellinkhout te Venhuizen (NH), dat oorspronkelijk met toepassing van een petroleummotor, reeds in 1900 in gebruik is genomen. Deze motoren kwamen echter sporadisch voor. Bij bemalingsinstallaties en oliemotoren hebben we het verder eigenlijk alleen over dieselmotoren.

Een voordeel van de dieselmotor ten opzichte van de zuiggasmotor is de grotere veiligheid. De gebruikte brandstoffen zijn als zodanig niet bijzonder ontvlambaar. Bovendien vereisen oliemotoren veel minder onderhoud. Zij zijn compacter en gemakkelijker in bedrijf te stellen. In aanschaf waren de motoren echter duurder, hetgeen samenhang met de noodzakelijke robuuste constructie; de motor had de neiging onregelmatig te lopen ten gevolge van de hoge compressiedruk, wat door een uitzonderlijk zwaar vliegwiel (met name bij de één-cylinders) verholpen kon worden. Bovendien vereiste de hoge compressiedruk een sterke en dus zware cylinderwand en de bijbehorende onderdelen zoals kleppen, startklep en verstuiver maakten het geheel duur. Toch waren de dieselmotoren spoedig wijd verbreid. De toepassing van de motoren was en is nog steeds niet een specifieke bemalingstechnische aangelegenheid. Dezelfde motoren zijn ook te vinden in vooral de scheepsvaart, maar ook in de industrie.



Afbeelding 53. De vroege generatie dieselmotoren. Karakteristiek is de verticaal geplaatste, hoge één-cylindermotor. Afgebeeld is ook de persluchtfles en het vliegwiel.

Kenmerken.

In de kleinere poldergemalen werden verticale één-cylinders toegepast die direct, of indirect met behulp van een overbrenging, een centrifugaalpomp aandreven. Een mooi en bijzonder gaaf voorbeeld hiervan betreft het gemaal van de polder 'Overdie en Achtermeer' te Alkmaar. Hierin staat een complete Werkspoor dieselinstallatie uit 1913. Het betreft tevens de oudste nog aanwezige dieselinstallatie van ons land. De vaak hoge, verticale één-cylinder motoren die met een laddertje beklommen moesten worden zijn karakteristiek voor de vroege dieselinstallaties uit de jaren 1910-1920.

Grotere en vaak ook modernere gemalen kunnen bijzonder grote dieselmotoren in gebruik hebben met vermogens tot boven de 1000 PK en een aantal cylindres tot maximaal acht. De eerste grote dieselinstallatie is in 1929 geplaatst in gemaal Leemans bij Den Oever ten behoeve van de droogmaking van de Wieringermeer. De oorspronkelijke Werkspoor-motoren zijn echter inmiddels door nieuwe dieselmotoren vervangen. Voorlopig is hiermee geen einde is gekomen aan de modernisering, omdat de installatie op de nominatie staat vervangen te worden door electromotoren en BVOP-pompen. Van veel betekenis is het nog volledig gave en functionerende dieselmotorgemaal 'Mr.Pijnacker-Hordijk' te Gouda. De dieselpompinstallatie van dit gemaal uit 1935 is het prototype geworden van de meeste grote centrifugaaldieselmotorgemalen die daarna tot stand zijn gekomen.

Een dieselgemaal bevat binnen een bouwlichaam een ongedeelde machineruimte waarin motor en opvoerwerktuig zijn opgesteld. Hiernaast bevindt zich meestal een afgescheiden werkplaats of dienstruimte. De overbrenging van aandrijving naar opvoering hangt onder andere van de hoge of lage plaatsing van de pomp af. Bij een lage plaatsing wordt een lange verticale aandrijf-as, vaak met tussenkomst van een tandwielkast, gebruikt en bij een hoge plaatsing een band/riem- of tandwieloverbrenging, met of zonder reductie.

Buiten het gemaal is de knaldemper met uitlaatpijp een kenmerkend onderdeel. Een ander kenmerkend onderdeel van de dieselinstallatie is de tank met perslucht met bijbehorende

WERKSPoor STATIONNAIRE DIESELMOTOREN

type T.M.	aantal cylinders	cyl. diam. in mm.	slag in mm.	max. opk. in mm/min	HOOFDAFMETINGEN in mm						opm.	
					A	B	C	D	E	F		
212	2	210	260	70	750	1390	1350	790	410	120	1550	Transmissiebank bij volle belasting: 170 g/epk/h Snelheidsverbruik bij volle belasting: 1,5 g/cwh
218	3	210	260	105	730	1750	1350	790	410	120	1550	
214	4	210	260	140	750	2110	1350	790	410	120	1550	
216	5	210	260	175	730	2570	1350	790	410	120	1550	
210	6	210	260	210	750	3030	1350	790	410	120	1550	
217	7	210	260	245	750	3400	1350	790	410	120	1550	
218	8	210	260	280	750	3760	1350	790	410	120	1550	
262	2	260	350	110	500	1520	1720	870	460	200	2100	
268	3	260	350	165	500	1980	1720	870	460	200	2100	
264	4	260	350	220	500	2350	1720	870	460	200	2100	
265	5	260	350	275	500	2840	1720	870	460	200	2100	
266	6	260	350	330	500	3300	1720	870	460	200	2100	
267	7	260	350	385	500	3750	2350	1100	550	300	2720	
268	8	260	350	440	500	4070	2350	1100	550	300	2720	
302	2	300	480	150	375	4620	2350	1100	550	300	2720	
303	3	300	480	225	375	5170	2350	1100	550	300	2720	
304	4	300	480	300	375	5760	2350	1100	550	300	2720	
305	5	300	480	375	375	6220	2350	1100	550	300	2720	
306	6	300	480	450	375	6710	2350	1100	550	300	2720	
307	7	300	480	525	375	7120	2350	1100	550	300	2720	
308	8	300	480	600	375	7570	2350	1100	550	300	2720	
353	3	350	570	300	300	3810	3010	1320	700	450	3130	Transmissiebank bij volle belasting: 170 g/epk/h Snelheidsverbruik bij volle belasting: 1,5 g/cwh
354	4	350	570	400	300	4480	3010	1320	700	450	3130	
355	5	350	570	500	300	5120	3010	1320	700	450	3130	
356	6	350	570	600	300	5760	3010	1320	700	450	3130	
357	7	350	570	700	300	6400	3010	1320	700	450	3130	
358	8	350	570	800	300	7040	3010	1320	700	450	3130	
398	3	390	620	400	300	5140	3230	1510	800	450	3700	
394	4	390	620	525	300	5860	3230	1510	800	450	3700	
395	5	390	620	670	300	6580	3230	1510	800	450	3700	
396	6	390	620	825	300	7300	3230	1510	800	450	3700	
397	7	390	620	940	300	8020	3230	1510	800	450	3700	
398	8	390	620	1075	300	8740	3230	1510	800	450	3700	

840

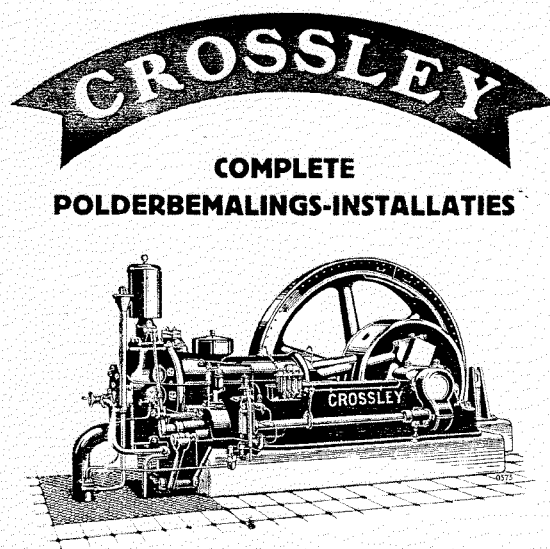
Afbeelding 54. De latere dieselmotor kan in iedere gewenste capaciteit en uitvoering geleverd worden.

compressor die in de directe nabijheid van de motor in de machineruimte te vinden is. Deze perslucht is nodig om de motor die een hoge compressiedruk heeft, te kunnen starten.

Bij toepassing van olie als energiebron, dient een goede aanvoerweg over land of water aanwezig te zijn. De aangevoerde olie wordt opgeslagen in ondergrondse tanks, welke tegenwoordig aan bepaalde veiligheidsaspecten inzake milieuvervuiling moeten voldoen. Een enkele maal ziet men bovengrondse opslag, welke goedkoper maar tevens kwetsbaarder is. Gebruikelijk en goedkoop was de oplossing om een oude voormalige stoomketel, die in het algemeen gemakkelijk te verkrijgen was, te hergebruiken als olietank. Deze werd dan buiten opgesteld of ingegraven. Om te kunnen voldoen aan de betrouwbaarheid in de energievoorziening zijn bij de meeste dieselmolens extra opslagtanks geplaatst om voor ten minste één jaar reserve-olie te kunnen opslaan. Deze extra olievoorraad dient ten alle tijde aanwezig te zijn en mag alleen in tijden van calamiteiten worden aangesproken. De kosten die verbonden zijn aan het plaatsen van deze extra voorraadtanks werden meestal vergoed door de overheid in het kader van de Wet Bescherming Waterstaatswerken in Oorlogstijd. Deze regeling behoort inmiddels tot het verleden.

Toepassing.

Het dieselmol is in aanleg dus doorgaans duurder dan een electrisch mol en de bediening is minder eenvoudig. Daar tegenover staat, dat de brandstof betrekkelijk goedkoop is en een dieselmol onafhankelijk van een distributienet (zoals bij electriciteit het geval is) kan werken. Onder- en overbelasting kunnen gemakkelijk worden opgevangen, zij het met enig rendementsverlies. Een bijkomend voordeel ten opzichte van de vroege electromotoren is de mogelijkheid om binnen bepaalde grenzen het toerental en daarmee de opbrengst te kunnen wijzigen. Dit kan van belang zijn voor molen die met sterk wisselende opvoerhoogten te maken hebben. De dieselmotoren werden in eigen land gemaakt bij onder meer Werkspoor, Stork, Appingedammer Bronsmotoren Fabriek e.a. Nederlandse fabrikanten. Dieselmotoren die zeldzaam zijn geworden of waarvan er weinig zijn geplaatst, werden geleverd door onder andere de fabrikan-



Afbeelding 55. Dit afgebeelde type is karakteristiek voor de gebruikte Engelse dieselmotoren in de jaren 1920-1940.

ten Thomassen, Industrie (later Landustrie) en Brons. Engelse motoren werden ook toegepast maar zijn over het algemeen zeldzamer. Crossley en Ruston motoren zijn hiervan de meest bekende fabrikanten. Deze Engelse motoren zijn vrijwel altijd van het type één-cylinder, meestal met liggende zuiger en toegepast bij de kleinere gemalen.

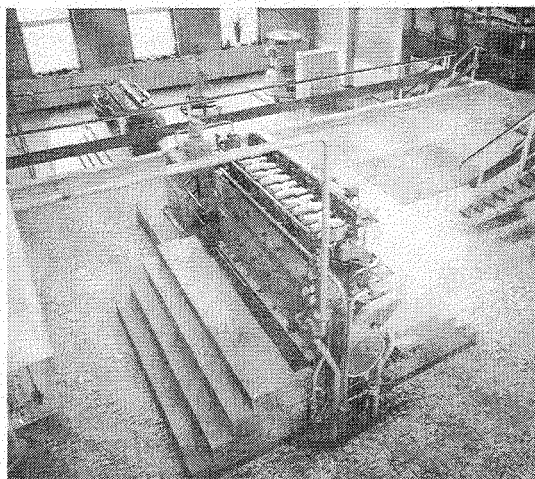
Dieselmotoren zijn tot op heden in gebruik voor hoofdzakelijk de grote gemalen maar zullen steeds minder toepassing vinden. Nieuw te bouwen gemalen worden in het algemeen uitgevoerd met een elektrische installatie en bestaande dieselmotoren worden tevens bij modernisering meestal vervangen door onderhoudsarme en gemakkelijk bedienbare electromotoren.

4.6 Gemengde aandrijving en dubbele brandstofmotor.

Gemengde aandrijving.

In verband met de bedrijfszekerheid van gemalen in bijzondere omstandigheden (oorlog, schaarste van bepaalde soort energie e.d.) werden in de jaren 1950-1970 sommige gemalen uitgerust met twee verschillende typen aandrijfwerktuigen. De helft van de bemalingscapaciteit werd dan bijvoorbeeld electrisch en de andere helft diesel aangedreven, zodat bij stroomuitval toch met halve capaciteit op diesel gedraaid kan worden. Daarbij is dan meestal nog wel een kleine dieselaangedreven generator nodig om enige hulpwerktuigen van electriciteit te voorzien.

Nieuw te bouwen gemalen konden met zo'n gemengde aandrijving worden ingericht maar ook veel bestaande gemalen werden op een of andere manier gewijzigd. Een voorbeeld hiervan is het gemaal Polsbroek in de Lopikerwaard. Hier zijn een dieselmotor van 150pk en een jongere electromotor allebei gekoppeld aan een centrifugaalpomp. Het is weliswaar niet zo ontworpen maar heeft toch een gecombineerde aandrijfmogelijkheid gekregen. Verschillende gemalen zijn ook uitgebreid met een compleet nieuwe aggregaat. Een andere mogelijkheid was het vervangen van één van de oorspronkelijke aandrijfwerktuigen vervangen door een andersoortig werktuig.



Afbeelding 56. In de grote machinehal van gemaal Abraham Kroes (1972) staan twee identieke combinaties van electro- en dieselmotoren.

Zo heeft het gemaal Boreel te Middelburg in de jaren vijftig naast de twee oorspronkelijke electropompagegaten, een dieselpompagegaat er bij gekregen.

Begin jaren zeventig verviel de wettelijke bepaling die ten grondslag lag aan de toepassing van de gemengde aandrijving. Sindsdien zijn gemalen dan ook niet meer uitgerust met een dergelijke installatie. Voor gemalen als het aangehaalde voorbeeld 'Boreel' zal de dieselmotor in de toekomst vervangen worden door een electromotor omdat de duidelijke praktische voordelen als gemakkelijker onderhoud en bediening hiervoor pleiten. Zo zullen uiteindelijk maar enkele gemalen, puur uit veiligheidsredenen (bedrijfszekerheid!), een gemengde aandrijftechniek behouden.

Dubbele brandstofmotor.

Een tweede manier om de bedrijfszekerheid veilig te stellen werd ook gevonden in de toepassing van dubbele brandstofmotoren, die zowel op aardgas als op dieselolie kunnen draaien; indien schaarste aan dieselolie ontstaat kan men de motoren omschakelen op aardgas, zij het dat daarbij nog wel een injectie van een geringe hoeveelheid dieselolie noodzakelijk is. De zogenoemde dual-fuel-engines zijn echter sporadisch toegepast.



Afbeelding 57. Bij gemaal 'Winschoten' is er sprake van een electrisch én een stoom aangedreven vijzel. Een bijzondere situatie die uit capaciteitsoverwegingen ontstaan is.

In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens behandeld:

- | | | |
|--|----------------------------|------------------|
| 5.2 Het schepradgemaal | - gemaal 'Mastenbroek' | te Genemuiden |
| | - gemaal 'Halfweg' | te Halfweg |
| | - gemaal 'Langerak' | te Langerak |
| | - gemaal 'De Vereeniging' | te Voorschoten |
| | - gemaal 'Rijnlandsboezem' | te Spaarndam |
| | - gemaal 'Broek en Maten' | te Kampen |
| 5.3 Het zuigerpompgemaal | - gemaal 'Cruquius' | te Cruquius |
| 5.4 Het vijzelgemaal | - gemaal 'Winschoten' | te Winschoten |
| | - gemaal 'Halfweg' | te Amsterdam |
| | - gemaal 'Kadoelen' | te Amsterdam |
| | - gemaal 'Veneriete' | te Genemuiden |
| | - gemaal 'Limmen' | te Akersloot |
| | - gemaal 'Weerdijk' | te Niewolda |
| 5.5 Het centrifugaalpompgemaal | - gemaal 'Ir.D.F.Wouda' | te Lemmer |
| | - gemaal 'Appeltern' | te Appeltern |
| | - gemaal 'Overdie en A.' | te Alkmaar |
| | - gemaal 'Leemans' | te Den Oever |
| | - gemaal 'Mr.Pijnacker-H.' | te Gouda |
| | - gemaal 'De Hooge Boezem' | te Haastrecht |
| | - gemaal 'Schellinkhout' | te Schellinkhout |
| | - gemaal 'Wilhelmina' | te Schermerhorn |
| | - gemaal 'Lely' | te Medemblik |
| | - gemaal 'Boreel' | te Middelburg |
| | - gemaal 'Abraham Kroes' | te Moordrecht |
| | - gemaal 'Lijnden' | te Lijnden |
| 5.6 Het schroefpompgemaal | - gemaal 'Caners' | te Gewande |
| | - gemaal 'K.Vink' | te Schoonhoven |
| | - gemaal 'J.L.Hoogland' | te Stavoren |
| 5.7 Het schroefcentrifugaal-
pompgemaal | - gemaal 'Hollands-Duits' | te Nijmegen |
| | - gemaal 'De Eendracht' | te Tholen |

5.0 RESULTATEN INVENTARISATIE

5.1 De inventarisatie.

Voor dit onderzoek zijn 30 gemalen bezocht. Zoals eerder vermeld in hoofdstuk 1 moet deze selectie niet gezien worden als een representatieve doorsnede van alle typologische varianten. In dat geval hadden er namelijk veel meer gemalen bezocht moeten worden. Bovendien is het zo dat bij gemalen geen helder onderscheid valt te maken met betrekking tot de vraag of een gemaal representatief is of niet. Ieder gemaal staat op zich, een duidelijke standaard ontbreekt. Voor een evenwichtige doorsnede zouden dan meerdere voorbeelden per type genoemd moeten worden, variërend van oud tot jong en van klein tot groot. Hier beperken we ons, in veel gevallen, tot een enkel voorbeeld per type. Vanwege de niet beschikbare gegevens over alle gemalen in ons land valt niet te ontkomen aan een zekere willekeur bij het selecteren van de voorbeelden. Tot de groep bezochte gemalen behoren zowel functionele als buiten gebruik gestelde gemalen, zowel antieke als moderne gemalen en zowel oorspronkelijke als gewijzigde gemalen. De bezoeken hebben begin dit jaar plaats gevonden waarbij gewerkt is met een opnameformulier zoals deze achterin dit rapport als bijlage is opgenomen. Getracht is om op deze wijze elk gemaal kort te beschrijven om direct een compleet beeld te hebben en potentiële kwaliteiten aan te kunnen wijzen. Bij de hiernavolgende behandeling worden de bezochte gemalen naar het typologische onderscheid van de opvoerwerktuigen besproken. Dit gebeurt in zeer beknopte vorm waarbij de voornaamste kwaliteit of wetenswaardigheid aangestipt wordt. Als van een typologische variant geen voorbeeld meer is of geen beschikbare kennis voorhanden is dan wordt dit vermeld. Een beknopt overzicht van de gegevens van de bezochte gemalen is tot slot te vinden in bijlage C.

5.2 Het schepradgemaal.

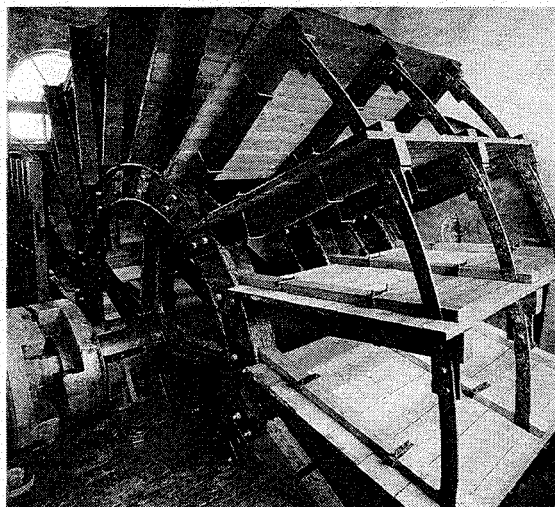
Van de oorspronkelijk veel gebouwde schepradgemalen resteren tegenwoordig nog maar zeer weinig intacte voorbeelden. Aan sommige voormalige schepradgemalen is het oorspronkelijke gebruik van het scheprad nog af te lezen aan het gebouw. In vrijwel alle gevallen hebben de schepraderen de moderniseringsgolven niet overleefd en zijn zonder uitzondering vervangen door een pomp. Hetzelfde betrof de aandrijftechniek die dan ook vaak vervangen moest worden. Zodoende zijn er nog maar, voor zover bekend, 7 schepradgemalen met een complete installatie in Nederland waarvan 5 in combinatie met de oorspronkelijke aandrijftechniek. Hierbij zijn dus niet de schepradgemalen inbegrepen die geen aandrijfwerktuig meer bezitten. Het aantal van deze gemalen is onbekend en zou in het vervolgonderzoek nadere aandacht verdienen.

Scheprad en stoommachine.

Van de schepradgemalen die nog steeds door een stoommachine aangedreven worden, zijn nog 4 exemplaren over. Het oudst bewaarde gemaal dat nog de oorspronkelijke stoomachine binnen zijn muren heeft is **gemaal 'Mastenbroek'** te Genemuiden (Ov.). Dit gemaal is in 1856 in gebruik genomen en heeft de polder Mastenbroek bemalen tot 1961 waarna het is stilgelegd. De twee schepraderen, waarvan één rad afgekoppeld kan worden, zijn geconstrueerd uit ijzeren stralen met houten (planken) bladen. Bijzonder onderdeel van de stoominstallatie is de lange drijfslag met een gedeeltelijk houten lijf en het zeer grote vliegwiel. Het gebouw is van het type 2 waarbij machineruimte en ketelruimte onder hetzelfde dak te vinden zijn en niet als zodanig van buitenaf herkenbaar zijn. De schepraderen zijn ondergebracht in een schepradhuis dat in identieke vormgeving is opgetrokken. De schoorsteen van het gebouw completeert het beeld. De oorspronkelijke kolenloods is zoals bij de meeste authentieke of voormalige stoomgemalen niet meer aanwezig.

De andere schepradgemalen die nog met stoomkracht worden aangedreven zijn niet minder bijzonder. **Gemaal 'Halfweg'** te Halfweg (NH) dateert van 1852 en is bijzonder vanwege zijn grote aantal van zes schepraderen. Karakteristiek is het gebouwtype, type 1, dat voor de grotere gemalen uit die tijd werd toegepast.

Niet bezocht, maar wel ter completering het vermelden waard zijn de volgende gemalen. Het gemaal te Putten (Gld) uit 1885 betreft een klein poldergemaal met een niet overdekt scheprad. Het grotere gemaal Hertog Reijnout te Nijkerk (Gld) uit 1883 bezit twee in de open lucht opgestelde raderen en heeft als complex een landschappelijke waarde.



Afbeelding 58. *Eén van beide schepraderen van gemaal 'Mastenbroek'. Gemaal 'Halfweg' en 'Rijnlandsboezem' hebben vergelijkbare raderen.*

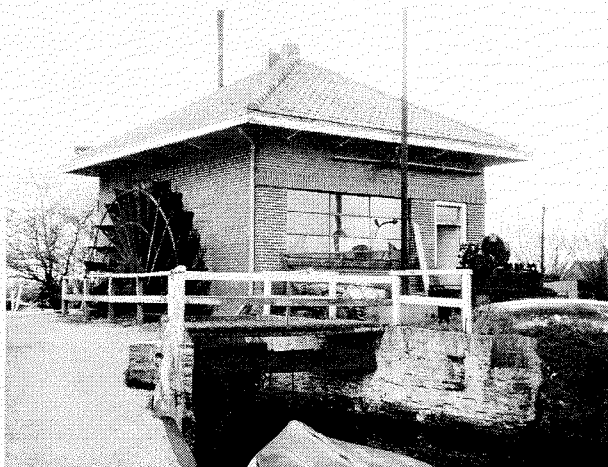
Scheprad en zuiggasmotor.

Zuiggasmotoren zijn voor zover bekend nooit in combinatie met schepraderen toegepast.

Scheprad en dieselmotor.

De schepradgemalen, al dan niet oorspronkelijk, aangedreven door een dieselmotor of een electromotor, zijn uniek te noemen. Het enige voorbeeld van een oorspronkelijk gebouwd dieselschepradgemaal betreft een van de gemalen van de **polder Langerak** bij Langerak (ZH). Dit gemaal uit 1939 betreft waarschijnlijk het laatst gebouwde schepradgemaal in ons land en is een goed voorbeeld van een gemaal waarvan de waarde niet in het gebouw

zit maar in de bijzondere installatie. Het is een klein gemaal met een volledig ijzeren scheprad met een kleine radbreedte van circa 50/60 centimeter en met een grote diameter. De dieselmotor is een één-cilinder Crossley-motor met liggende zuiger en drijft met een bandriem de tandwielen aan, die zorgen voor de vereiste grote overbrengingsverhouding. Belangrijk gegeven is



Afbeelding 59. Het gemaal te Langerak: een onbeduidend gebouwtje herbergt een bijzondere installatie.

naast de installatie ook de situering van het gemaal. Tezamen met een automatische gemaalrichting en een schepradmolen vormen de drie opeenvolgende generaties gemalen, een uniek ensemble. Meer informatie over dit gemaal is in bijlage D opgenomen.

Bij deze behandeling van schepradgemalen noemen we hier **gemaal 'De Vereeniging'** te Voorschoten (ZH). Niet geheel toepasselijk omdat met het verdwijnen van het oorspronkelijke scheprad in de jaren zeventig en de pomp enkele jaren geleden, er geen opvoerwerktuig meer aanwezig is. Toch is dit gemaal een meer uitgebreide beschouwing waard met betrekking tot het vraagstuk van 'behouden of niet?'.

Afbeelding 60. Een landschappelijk verpeste situatie: gemaal De Vereeniging. De trein die hier met een hoge frequentie voorbij raast reduceert de hergebruiksmogelijkheden aanzienlijk. Aanwezig is nog de seinmast en als klein hokje zichtbaar, de automatische gemaalrichting.



Als voormalig klein schepradstoomgemaal van het type 2, gebouwd in 1877, is het gemaal karakteristiek en als zodanig nog duidelijk herkenbaar. De stoommachine is in 1922 vervangen door een Brons dieselmotor. Vanwege problemen met deze motor is reeds in 1926 een Werkspoor dieselmotor bijgeplaatst.

Beide motoren bevinden zich nog steeds in ongewijzigde staat in het gemaal en zijn gaven voorbeelden van de vroege verticale één-cylindermotoren. Tot 1978 heeft het diesel aangedreven scheprad dienst gedaan en is daarna vervangen door een pomp die in het schepradhuis is geplaatst. Met de plaatsing van een electromotor voor deze pomp

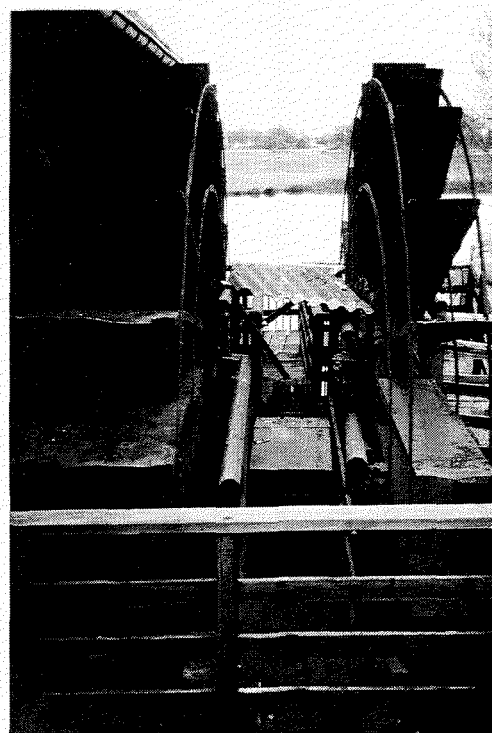
bevonden zich drie generaties aandrijftechniek binnen het gemaal. Aan deze unieke situatie kwam in 1993 een eind toen een nieuwe automatische gemaalrichting naast het oude gemaal in werking werd gesteld. De pomp en de electromotor zijn, vermoedelijk vanwege hergebruik, verwijderd. Wat nu, na meer dan een eeuw trouwe dienst, nog rest is een incompleet gemaal met een bewogen geschiedenis.

Gemaal 'Rijnlandsboezem' te Spaarndam (NH) is een zeer groot voormalig stoomgemaal uit 1844, dat met twee moderne dieselmotoren een aantal van maar liefst tien schepraderen aandrijft. Het gebouw is als type (1) identiek aan dat van stoomgemaal 'Halfweg' maar is niet geheel oorspronkelijk meer. Bovendien zijn karakteristieke onderdelen als een schoorsteen of kolenopslag niet meer aanwezig.

Scheprad en electromotor.

Een electrisch aangedreven scheprad is, voor zover bekend, alleen nog te vinden te Kampen (Ov). Het **gemaal van de polder Broek en Maten** is een voormalig stoomgemaal uit 1863 dat in 1949 herbouwd is en voorzien is van een electromotor. Er is sprake van twee ijzeren schepraderen, een brede en een smalle, waarvan de buitenste afgekoppeld kan worden als de benodigde capaciteit dat toelaat. De raderen staan sinds 1993 stil doordat een nieuw gemaal de bemalingstaak heeft overgenomen.

Het waarschijnlijk enig oorspronkelijk gebouwde electroschepradgemaal heeft eveneens in de buurt van Kampen gestaan. Dit kleine gemaal van de polder Mandjeswaard uit 1926 is enkele jaren geleden gesloopt en is een voorbeeld van een zeer bijzondere installatie waarvan de waarde niet onderkend of herkend is. Het ijzeren scheprad is echter bewaard gebleven en staat opgesteld bij gemaal 'Mastenbroek'.



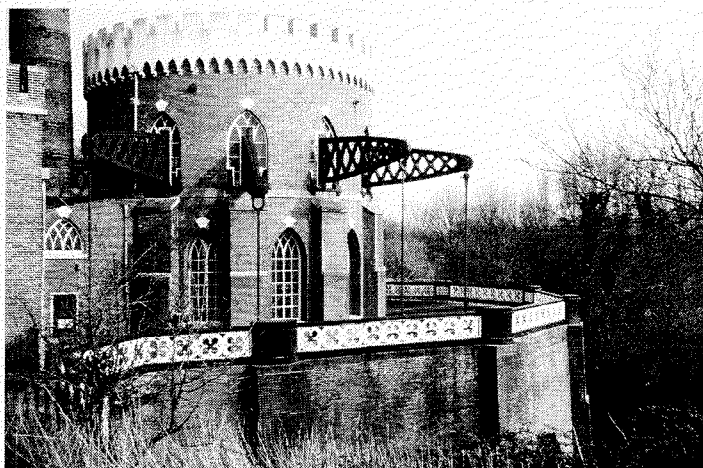
Afbeelding 61. Gemaal 'Broek en Maten': als installatietype zeldzamer dan een stoomschepradgemaal.

5.3 Het zuigerpompgemaal.

Zuigerpompen zijn de vroegste opvoerwerktuigen in combinatie met de gemechaniseerde aandrijftechniek en zijn alleen toegepast in combinatie met stoommachines. Zuigerpomp, zuigerspomp en plunjerpomp zijn werktuigen die verwantschap vertonen en worden hier gemakshalve als een categorie beschouwd.

Het welbekende **gemaal 'Cruquius'** te Cruquius (NH), in gebruik genomen in 1848, is

het enig resterende voorbeeld waar een complete oorspronkelijke zuigerpompinstallatie nog aanwezig is. Deze vertegenwoordigt dan ook een unieke waarde die ook buiten onze grenzen erkend wordt. De verticale stoommachine is enig in zijn soort en met zijn enorme zuigerdiameter de grootste stoommachine ter wereld.



Afbeelding 62. Gemaal 'Cruquius'. De balansarmen zijn dmv trekstangen verbonden aan de pompen in de stortvloer.

Rondom het cirkelvormige machinegebouw zijn acht zuigerpompen geplaatst, die het water uit de polder opvoerden naar een hoefijzervormige houten stortvloer rond het gebouw.

Hierop aansluitend waren twee kanalen gemetseld die via wachtdeuren onder het ketelhuis doorliepen en in de ringvaart uitkwamen. De pompzuigers worden bewogen via trekstangen die aan de uiteinden van de acht balansen zijn verbonden, hoog in de wand van het machinegebouw steunend. Enkele jaren na het buiten gebruik stellen van het gemaal in 1933 zijn de ketels gesloopt en is de ketelruimte thans in gebruik als expositieruimte ten behoeve van het museum.

De gemalen 'Lijnden' en 'Leeghwater' stammen uit dezelfde tijd als 'Cruquius' en zijn oorspronkelijk op identieke wijze gebouwd. De eerste twee gemalen zijn echter tegen het einde van de vorige eeuw gemoderniseerd. Stoommachines, zuigerpompen en stortvloeren zijn toentertijd gesloopt en de gebouwen aangepast.

5.4 Het vijzelgemaal.

Vijzels zijn sinds het begin van het stoomtijdperk in gebruik geweest en worden tot op de dag van vandaag nog toegepast. De diversiteit en het aanbod van vijzelgemalen dat men daarom zou verwachten valt echter tegen. De vijzel is ten eerste nooit op dezelfde (grote) schaal toegepast als het scheprad. Ten tweede was de vijzel uit de gratie geraakt toen eenmaal de verschillende pomptypen de markt veroverd hadden. De laatste tientallen jaren beleeft de vijzel echter weer een hernieuwde aandacht en waardering.

Vijzel en stoommachine.

Het **stoomgemaal te Winschoten** (Gr), daterend van 1878, is het enige gemaal in ons land waar nog met stoomkracht een vijzel wordt aangedreven. Het zijn zelfs twee vijzels die in grootte verschillen en aangedreven worden door respectievelijk een tandem-compound stoommachine uit 1895 en een electromotor uit 1929, als opvolger van de

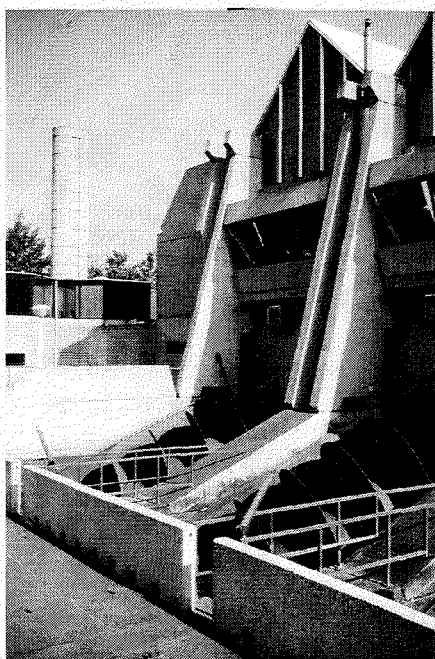
oudste stoommachine. Het gemaal als complex is compleet en oorspronkelijk: houten kolenschuur, schoorsteen, dienstwoning en watergangen zijn nog aanwezig.

Vijzel en zuiggasmotor.

De combinatie van een vijzel met een zuiggasmotor is niet bekend en is naar alle waarschijnlijkheid nooit toegepast.

Vijzel en dieselmotor.

Diesel aangedreven vijzels zijn niet veel toegepast. Aspecten als onder andere bediening, onderhoud en geschiktheid voor de trage omwentelingssnelheid van de vijzel zullen hier debet aan zijn.



Afbeelding 63. Gemaal 'Halfweg': een modern gemaal met een "antieke" vorm van opvoertechniek.

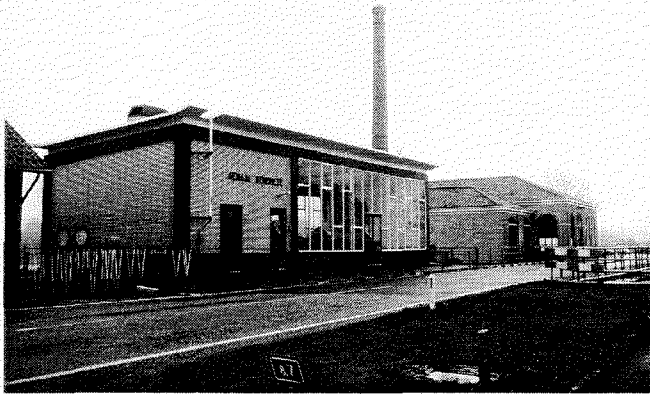
Het **gemaal 'Halfweg'** bij Amsterdam, in gebruik genomen in 1977, is een voorbeeld van een modern groot vijzelgemaal. Dit gemaal heeft de bemalingstaak overgenomen van het oude gelijknamige stoomgemaal te Halfweg. Voor de aandrijftechniek is hier gekozen voor dieselmotoren om niet afhankelijk te zijn van de stroomvoorziening. De drie Brons dieselmotoren zijn binnen het gebouw ondergebracht in geluidsdichte cabines en drijven met tussenkomst van een tandwielkast ieder een vijzel aan. Het toerental van de motor, 375 omwentelingen per minuut, wordt door de tandwielkast gereduceerd tot het benodigde toerental van de vijzel, ongeveer 21 omwentelingen per minuut. Opvallend is de vormgeving van het gebouw. De kwaliteit hiervan steekt ver uit boven de gemiddelde architectuur van moderne gemalen.

Vijzel en electromotor.

Gemalen met elektrisch aangedreven vijzels zijn minder zeldzaam. Hier zijn verschillende oude maar ook jonge voorbeelden van te vinden. De electromotor is wellicht ook de meest geschikte aandrijftechniek om te combineren met een vijzel. Vooral de vele kleinere automatische vijzelgemalen zijn met hun eenvoudige vijzeltechniek en electromotoren vrijwel onderhouds- en bedieningsvrij, hetgeen veel kosten bespaart.

Gemaal 'Kadoelen' te Amsterdam dateert van 1986 en is een modern middelgroot vijzelgemaal. Aan dit bijzonder vormgegeven gemaal is in 1987 de betonprijs "Kunstwerken in de waterbouw." toegekend. De installatie bestaat uit twee electromotoren die elk

een vijzel aandrijven met tussenkomst van een tandwielkast.

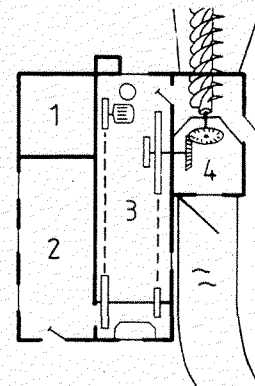


Afbeelding 64. Gemaal 'Veneriete' met op de achtergrond gemaal 'Mastenbroek'.

Gemaal 'Veneriete' te Genevuiden (Ov), gebouwd in 1960, is een voorbeeld van een middelgroot vijzelgemaal dat als gebouw karakteristiek is voor de bouwstijl van die tijd. De drie electromotoren staan niet zoals gebruikelijk horizontaal opgesteld maar drijven in een schuine lijnopstelling de drie identieke vijzels aan. De vijzels liggen achter het gebouw in halfronde vijzelkommen

men die aan de gehele bovenzijde afgedekt worden door een stalen rooster. Het gemaal ligt direct naast het stoomgemaal Mastenbroek en vormt daarmee een bijzonder ensemble van twee wezenlijk verschillende generaties bemalingstechniek.

Op gemaal Winschoten na is **gemaal 'Limmen'** te Akersloot, gebouwd in 1879, het oudste nog resterende vijzelgemaal. Als oorspronkelijk stoomgemaal gebouwd, met gebruikmaking van het vijzelgedeelte van de voormalige molen, is de stoomaandrijving in 1919 vervangen door een electromotor. Bijzonder is de geklonken ijzeren vijzel uit 1882 als opvolger van de oorspronkelijke houten vijzel die nog van de molen afstamde. De electromotor uit 1919, van het Zwitserse fabriek Brown-Boveri, is een zeldzaam vroeg exemplaar, zonet het op één na oudste exemplaar dat zich nog in een gemaal bevindt. (gemaal 't Leven te Zaandijk bezit nog een electromotor uit 1916...)



Afbeelding 65. Plattegrond van gemaal 'Limmen'. 1=traforuimte, 2=voormalige ketelruimte, 3=machineruimte, 4=vijzelruimte

Gemaal 'Weerdijk' te Niewolda (Gr), gebouwd in 1949, is het vermelden waard vanwege de zeer bijzondere overbrenging van de motoren naar beide vijzels. De ingewikkelde indirecte aandrijving geschiedt door middel van een holle as waarmee één van de vijzels wordt aangedreven. Een tweede as wordt vervolgens door de holle as gevoerd om de andere vijzel aan te drijven.

5.5 Het centrifugaalpomp gemaal.

De centrifugaalpomp is de oudste van de pompen en als opvoerwerktuig het meest

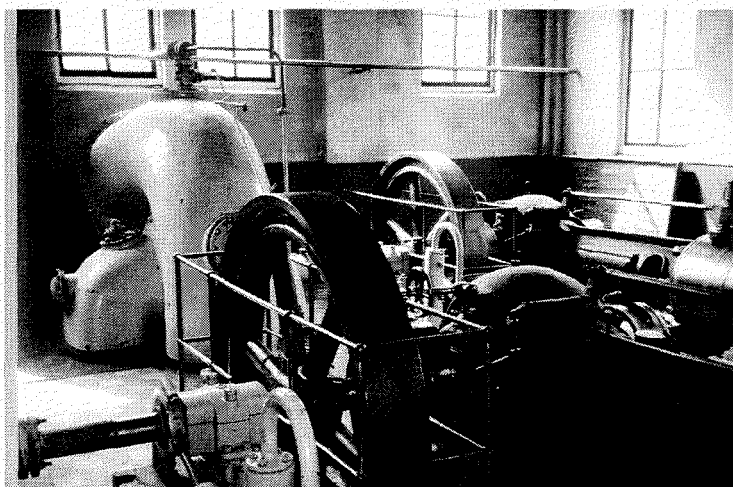
toegepast. De pomp wordt weliswaar steeds minder gebruikt maar er zijn nog talloze oude en jonge pompinstallaties te vinden in gemalen. Het overgrote deel van de pompen stamt uit de periode na 1900. Deze zijn, een enkele pomp uitgezonderd, van Nederlands fabrikaat. De pompen van voor 1900 zijn zonder uitzondering van Engels fabrikaat en zijn vrij zeldzaam geworden daar ze in de loop van de tijd meestal vervangen zijn.

Centrifugaalpomp en stoommachine.

Van de pompgemalen die met behulp van stoomkracht worden aangedreven zijn slechts nog twee voorbeelden over.

Het **gemaal 'Ir.D.F.Wouda'** te Lemmer (Fr) is een in veel opzichten uniek gemaal. Dit gemaal dat in 1920 in werking is gesteld, is vanwege zijn uitzonderlijke omvang en zijn functionele staat niet te vergelijken met enig ander (stoom)gemaal. De acht Jaffa centrifugaalpompen worden per paar door een Jaffa stoommachine aangedreven. Het gemaal heeft een afzonderlijk ketelhuis en een open kolenopslagplaats.

Een meer representatief gemaal betreft het **stoomgemaal te Appeltern** (Gld). Dit gemaal (gebouwtype 3) uit 1918 bezit een complete Stork installatie die bestaat uit twee centrifugaalpompen die elk aangedreven worden door een stoommachine. De pompen zijn verticaal geplaatst en zijn hoog opgesteld in dezelfde ruimte als de aandrijving. Bijzonder is de nagenoeg complete staat waarin



Afbeelding 66. De stoommachines en centrifugaalpompen van gemaal 'Appeltern' hebben sinds het buiten bedrijf stellen van het gemaal in 1969, niet meer gedraaid.

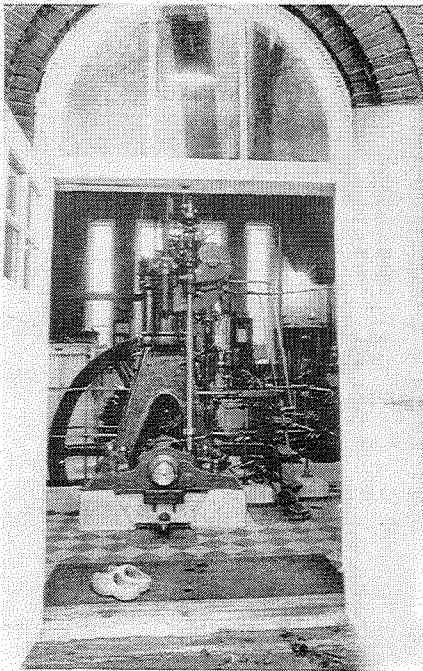
het gehele complex zich bevindt. Op de grotendeels afbroken schoorsteen na, zijn de waterstaatkundige elementen, ketelhuis, kolenloods en twee dienstwoningen nog aanwezig.

Centrifugaalpomp en zuiggasmotor.

Zuiggasmotoren zijn voor zover bekend hoofdzakelijk toegepast in combinatie met centrifugaalpompen. Deze motoren zijn echter snel vervangen en niet meer aanwezig. Er zijn wel nog voormalige zuiggasgemalen aanwezig zoals het museumgemaal 'De Vier Noorderkoggen' te Medemblik.

Centrifugaalpomp en dieselmotor.

Dieselaangedreven pompgemalen zijn veel minder zeldzaam en in elke grootte aan te



Afbeelding 67. Een kijkje in het gemaal 'Overdie en A.'. Karakteristiek is de vroege, hoge één-cylinder dieselmotor.

treffen.

Als kleinste en tevens oudste behouden dieselpomp gemaal noemen we hier het **gemaal van de polder Overdie en Achtermeer** te Alkmaar. Dit gemaal bezit nog de oorspronkelijke Werkspoor installatie uit 1913 en is daarmee het oudste nog aanwezige dieselgemaal van ons land. De verticale één-cylinder dieselmotor behoort tot de vroege typen dieselmotoren en wordt niet veel meer aangetroffen. De pomp heeft een bescheiden capaciteit en wordt direkt aangedreven. Het gemaal is sober vormgegeven en maakt gebruik van de waterloop van de voormalige molen. Een nieuw automatisch gemaal heeft op het zelfde terrein de taak overgenomen.

Het **gemaal 'Leemans'** te Den Oever (NH) is het eerste grote dieselpomp gemaal dat in Nederland gerealiseerd is. Van dit gemaal uit 1929 is de installatie echter niet meer oorspronkelijk. De oorspronkelijke dieselmotoren zijn inmiddels vervangen door andere dieselmotoren en binnen-

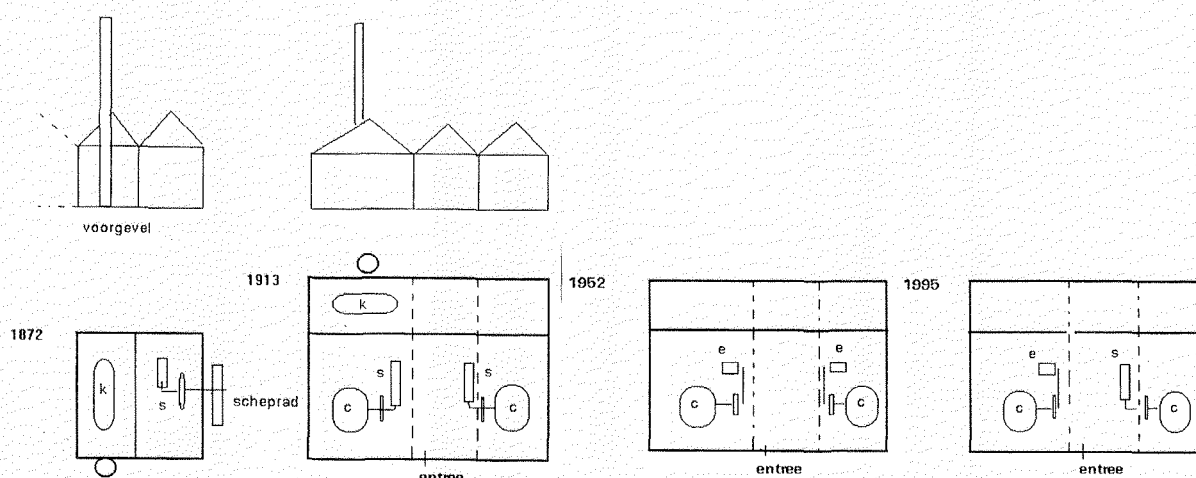
kort zullen deze op hun beurt door electromotoren worden vervangen terwijl tevens de twee verticaal geplaatste Werkspoor centrifugaalpomp en door nieuwe (BVOP-)pompen zullen worden vervangen. Dit in verband met het vergroten van de capaciteit in het kader van de bestrijding van de verzilting van het IJsselmeer. Bijzonder van de uitvoering van het gemaal is de lage opstelling van zowel de pompen als ook de motoren. Het gebouw is daarom uitgevoerd als een waterdichte bak die de installatie moet beschermen tegen extreem hoge waterstanden.

Gemaal 'mr.Pijnacker-Hordijk' te Gouda is in gebruik genomen in 1935 en functioneert nog steeds met de oorspronkelijke Werkspoor dieselpompinstallatie. Dit gemaal heeft min of meer model gestaan voor het grote moderne pomp gemaal. Drie zes-cylinder dieselmotoren drijven evenzoveel horizontaal geplaatste pompen aan door een lange verticale aandrijfjas. De pompen zijn laag opgesteld en bevinden zich in de kelder. Bijzonder is de overbrenging via conische tandwielen. Het vermelden waard is de inmaalinstallatie die in 1950 is aangebracht. De machinehal is een hoge indrukwekkende ruimte zoals deze bij veel grote gemalen wordt aangetroffen. (Vergelijkbaar met dit gemaal is het boezemgemaal te Katwijk (1954) dat een zelfde opzet laat zien en dat architectonisch zeer herkenbaar is voor zijn tijd.) In bijlage D wordt dit gemaal als voorbeeld meer uitgebreid beschreven.

Centrifugaalpomp en electromotor.

Van gemalen met een elektrisch aangedreven centrifugaalpomp zijn veel voorbeelden te vinden van zeer klein tot zeer groot en van jong tot oud.

Gemaal 'De Hooge Boezem' te Haastrecht (ZH) is oorspronkelijk in 1872 als stoomgemaal in gebruik genomen. In de loop van zijn geschiedenis heeft er een ontwikkeling plaatsgevonden van vervanging van het scheprad door de twee huidige centrifugaalpompen uit 1913 en vervanging van stoommachines door electromotoren in het jaar 1952. Bij dit gemaal moet de voornaamste kwaliteit niet gezocht worden in de zeldzaamheid van de installatie maar is de bijzondere ligging binnen de bebouwde kom, het fraaie gebouw met de karakteristieke funktiescheiding (type 1) als ook de aanwezigheid van de oorspronkelijk-



Afbeelding 68. De ontwikkeling van gemaal 'De Hooge Boezem' die heeft plaatsgevonden in een tijdsbestek van ruim 120 jaar.

ke rijk gedetailleerde machinistenwoning.

Nog een voorbeeld van een gemaal waarbij de landschappelijke kwaliteit en de kwaliteit van het complex veruit belangrijker scoren dan de waarde van de installatie betreft het **gemaal van de polder Schellinkhout** te Schellinkhout (NH). Dit kleine gemaaltje, gebouwd in 1900, is om een paar redenen bijzonder. Ten eerste omdat dit gemaal als één van de eerste gemalen is gebouwd en uitgerust met een oliemotor. Een petroleummotor met een vermogen van 20pk dreef hier een centrifugaalpomp aan. Wat na enkele wijzigingen in de loop van de tijd nog rest is een electromotor uit 1946 en een centrifugaalpomp uit 1913. Het bijzondere van de situatie is de aanwezigheid van een molen, de oorspronkelijke waterlopen (molenkolk) en een uitwateringsduikersluis. Met de ingebruikname van een nieuwe automatische gemaalrichting zijn drie generaties bemalingstechniek bij elkaar te vinden in een, landschappelijk gezien, oorspronkelijke context.

Als voorbeeld van een oorspronkelijk elektrisch aangedreven pompgemaal noemen we hier **gemaal 'Wilhelmina'** te Schermerhorn (NH). Een middelgroot gemaal, daterend van

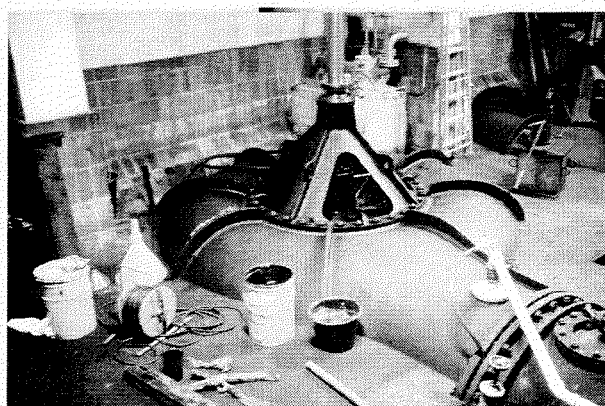
1926/28, met een representatieve, nog oorspronkelijke installatie, bestaande uit twee pompaggregaten. Een nieuwe automatische gemaalrichting heeft, zoals vaak gebeurt, direct naast het oude gemaal de bemalingstaak overgenomen. Het gebouw is qua bouwstijl een kind van zijn tijd. De Amsterdamse School spreekt uit de vele karakteristieke detailleringen, stijkenmerken en materi-



Afbeelding 69. Gemaal 'Wilhelmina' maakt deel uit van een fraaie, historisch oorspronkelijke situatie.

aalgebruik; een voor gemalen meer dan gemiddelde aandacht voor het gebouw. Het is dan ook ontworpen door het Amsterdamse ingenieursbureau de Wit (W.C.& K.). Dit bureau heeft in de periode 1870-1945 vele gemalen gebouwd die getuigen van een zorgvuldig en architectonisch ontwerp. Zeldzaam is de combinatie van gemaal en machinistenwoning onder één dak. Deze bewoning betekent ook een zeker behoud van het gemaal. Van grote waarde is verder het gemaal als onderdeel van de historisch zeer oorspronkelijke bemalingssituatie van de droogmakerij de Schermer. Deze droogmakerij met de vele tientallen, op korte afstand van elkaar, geplaatste windmolens heeft de stoombemalingsfase overgeslagen en heeft pas met het in gebruik nemen van de gemalen 'Wilhelmina', 'Emma' en 'Juliania', een "moderne" bemaling verkregen.

Een in meerdere opzichten uniek gemaal betreft het **gemaal 'Lely'** (1928) te Medemblik (NH). Zeker bijzonder is de oorspronkelijke nevenfunctie van het gemaal, namelijk die van electriciteits-schakelstation. Deze was ondergebracht boven het gemaal maar is inmiddels verplaatst naar Medemblik en heeft de imposant hoge ruimtes van het voormalige station boven de machinehal, leeg achtergelaten. De bemaling geschiedt met behulp van drie pompaggregaten die elk een eigen afdeling van de



Afbeelding 70. De pompen van gemaal 'Lely' zijn laag opgesteld en horizontaal geplaatst. Voor het eerst werden betonnen slakkehuizen toegepast.

Wieringermeer bemalen. De oorspronkelijke electromotoren zijn in 1988 vervangen waarbij de mooie tegelvloer (waarin de opstelling van de motoren geaccentueerd wordt en

die bij meer oude gemalen aangetroffen kan worden) onder een gietvloer is verdwenen. De drie horizontaal geplaatste centrifugaalpomp­pen staan in de kelder, direct onder de machinehal, opgesteld. De pompwaa­iers zijn bij de modernisering vervan­gen door exemplaren met 5 bladen in plaats van 4.

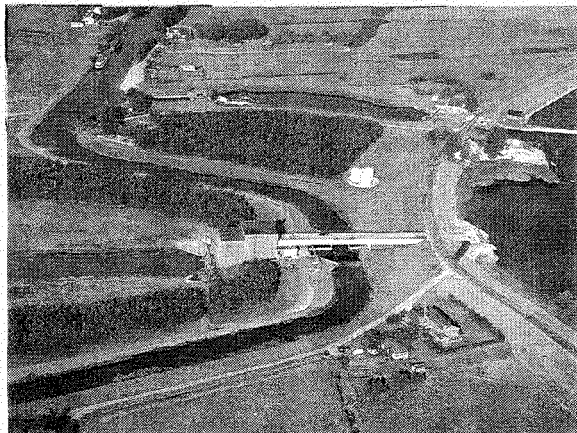
De pompinstallatie als geheel is historisch belangwekkend als prototype van de kelderop­stelling van de centrifugaalpomp maar zeker ook vanwege de voordien nog nooit eerder in beton uitgevoerde pompslakkehuizen. Het gebouw zelf is ook een vroeg voorbeeld van de betontechnische ontwikkelingen van die tijd. De grove bekistingsstructuur en de geringe betondekking van de wapening zijn hier duidelijke voorbeelden van. Het in "nieuw­zakelijke" stijl opgetrokken gebouw is, evenals gemaal 'Leemans', ontworpen door de architect Roosenburg. Naast het gemaal bevinden zich nog enkele bijbehorende dienstwo­ningen, ontworpen door de architect Granpre Moliere.

Het gemaal 'Boreel' te Middelburg (Z) is in 1929 in gebruik gesteld met twee electro­motoren en twee Stork centrifugaalpomp­pen. Thans is er sprake van een gemengde aandrij­ving omdat in 1953 een dieselpompaggregaat bijgeplaatst is. De oude electromotoren zijn inmiddels vervangen door moderne Heemaf motoren. Het gebouw is zorgvuldig ontwor­pen en bezit een meer dan gemiddelde architectonische kwaliteit. Tezamen met de situering aan de dijk vormt dit dan ook de voornaamste kwaliteit van het gemaal.

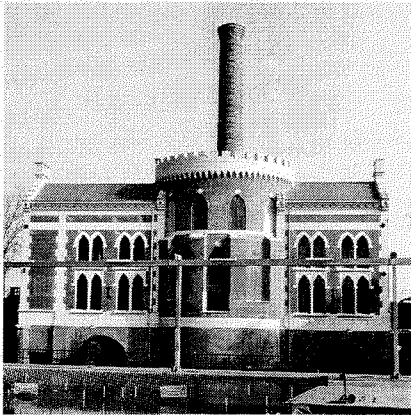
Centrifugaalpomp en gemengde aandrijftechniek.

Een centrifugaalpomp­gemaal met een gemengde aandrijving komt ook voor. Dat wil zeggen dat binnen een gemaal meerdere pompen door verschillende technieken worden aangedreven. Een dieselmotor en een electromotor drijven dan bijvoorbeeld elk een cen­trifugaalpomp aan. De bedrijfs­zekerheid is zodoende gewaar­borgd.

Gemaal 'Abraham Kroes' te Moordrecht (ZH) is als zodanig in 1972 in gebruik genomen. Uniek is hier de uitvoering van de dubbelfunctie van polder- en boezemgemaal die op een bijzondere wijze gerealiseerd is. Het gebouw bestaat inwen­dig uit meerdere niveaus, voor­tkomend uit de verschillende opvoerhoogten. Aanwezig zijn twee complete bemalingsinstal­aties die onafhankelijk van elkaar kunnen werken. Voor zowel de polder- als de boezem-



Afbeelding 71. Bijzonder is de combinatie van polder- boezembema­ling, ondergebracht in één gebouw; gemaal 'Abraham Kroes'. Van links naar rechts is te zien: polder, ringvaartboezem en rivier.



Afbeelding 72. *Het broertje van gemaal 'Cruquius': gemaal 'Lijnden'.*

bemaling is een gemengde aandrijving beschikbaar; een Industrie dieselmotor en een Smit electromotor, die elk een laag opgestelde, horizontaal geplaatste pomp aandrijven.

Gemaal 'Lijnden' te Lijnden (NH) is een voorbeeld van een bijzonder voormalig stoomgemaal (1849) dat in de loop der tijd veel wijzigingen heeft ondergaan en dat op het moment uitgerust is met zowel een elektrische als dieselaandrijving. De grote verticaal geplaatste pompen zijn zeldzaam vroeg en daarmee waardevol. Ze dateren van 1893 en zijn van het engelse fabrikaat Gwynnes. Met ketelhuis en schoorsteen is het gemaal nog duidelijk herkenbaar als stoomgemaal en

heeft het, mede dankzij de karakteristieke neogothische bouwstijl, als gebouw grote waarde.

5.6 Het schroefpompgemaal.

Schroefpompen zijn vanaf ongeveer 1920 in ons land toegepast en worden sindsdien algemeen gebruikt. Alhoewel goedkoper in uitvoering is de schroefpomp in veel mindere mate gebruikt dan de centrifugaalpomp. Dit komt onder andere door het feit dat de centrifugaalpomp bij grotere opvoerhoogten een beter rendement levert. Voor een kleine opvoerhoogte en een grote te verzetten hoeveelheid water is de schroefpomp uitermate geschikt.

Schroefpomp en stoommachine.

In combinatie met stoomkracht is de schroefpomp, voor zover bekend, niet toegepast.

Schroefpomp en zuiggasmotor.

Zuiggasmotoren zijn, voor zover bekend, niet veel toegepast in combinatie met schroefpompen.

Schroefpomp en dieselmotor.

Een voorbeeld van een diesel aangedreven schroefpompinstallatie betreft **gemaal 'Caners'** te Gewande (Br). Dit bijzondere gemaal heeft naast een gemengde aandrijving ook een gemengde opvoering. Twee verschillende typen aandrijftechniek en twee verschillende typen opvoertehnik zorgen dus in dit gemaal voor de bemaling. De inmiddels buiten bedrijf gestelde installatie uit 1933 is op de dieselmotor na, oorspronkelijk. Een schroef-centrifugaalpomp wordt door een EMF electromotor met aanloopweerstand aangedreven. De motor is horizontaal geplaatst en heeft een haakse tandwieloverbrenging; hij drijft een verticale as aan die aan de pomp in de kelder verbonden is. Deze pomp en de andere diesel aangedreven open schroefpomp hebben beide een betonnen slakkehuis. Een aardig detail is de stoomketel die destijds is hergebruikt als dieselopslagtank en die nu buiten opgesteld staat.

Schroefpomp en electromotor.

De electrisch aangedreven schroefpomp is een meer gebruikte combinatie van werktuigen. **Gemaal 'K.Vink'** te Schoonhoven (ZH), gebouwd in 1926, is een goed voorbeeld van een representatief klein gemaal.

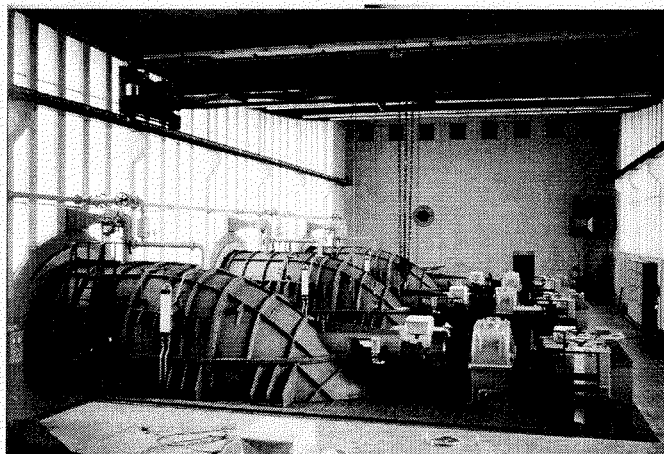
De installatie verkeert nog in geheel oorspronkelijke staat en bestaat uit twee verticale ASEA electromotoren die met tussenkomst van een tandwielkast, twee gesloten verticaal opgestelde schroefpompen aandrijven. De capaciteit van 35 m³/min per pomp is zeer bescheiden voor hedendaagse begrippen. Naast de installatie maken het gebouwtje, het complex en de situatie het gemaal als geheel tot een waardevol object. Een goed voorbeeld dus van een representatief, klein gemaal in een nagenoeg oorspronkelijke context.



Afbeelding 73. Gemaal 'K.Vink'. De resten van de voormalige molen, machinistenwoning en oorspronkelijkheid van de landschappelijke situatie maken het complex tot een bijzonder geheel.

Van een geheel andere orde is het **gemaal 'J.L.Hoogland'** te Stavoren (Fr). Dit grote gemaal met zijn karakteristieke gebouw is officieel in 1967 in gebruik gesteld om de Friese Boezem te bemalen. Het is uitgerust met vier horizontaal geplaatste schroefpompen waarvan de enorme zuigbuizen door de gevel steken en karakteristieke elementen vormen.

Bijzonder is de toepassing van twee electromotoren per pomp. Afhankelijk van de gewenste lozingscapaciteit wordt een "kleine" motor van 285 PK ingeschakeld of een "grote" motor van 570 PK. Met een capaciteit van 6000 m³/min bij gebruik van de "grote" motoren heeft dit gemaal de grootste lozingscapaciteit van alle gemalen in Nederland.



Afbeelding 74. De machinehal van gemaal 'J.L.Hoogland'. Links op de foto staan de electromotoren die met tussenkomst van een tandwielkast de schroefpompen in de zuigleidingen (rechts) aandrijven.

5.7 Het schroefcentrifugaalpompgemaal.

Schroefcentrifugaalpomp in combinatie met stoommachine en zuiggasmotor.

Voor zover bekend is deze combinatie van werktuigen nooit toegepast.

Schroefcentrifugaalpomp en dieselmotor.

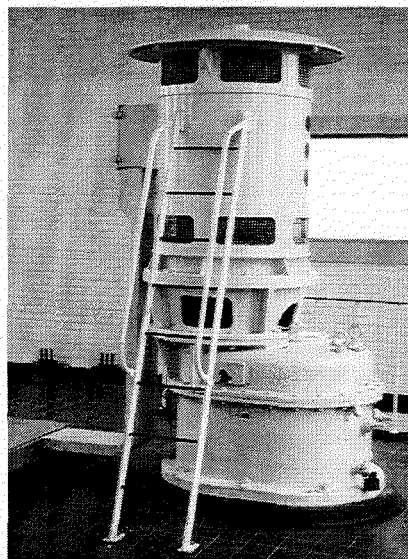
Als voorbeeld van het type diesel aangedreven pomp noemen we het '**Hollands-Duitsgemaal**' te Nijmegen (Geld.). Dit oorspronkelijke diesलगemaal uit 1933 heeft thans een gemengde aandrijving die bestaat uit twee dieselmotoren uit de jaren zestig en twee moderne electromotoren uit de jaren tachtig. Deze motoren drijven allemaal een schroefcentrifugaalpomp aan. Drie van deze pompen, fabrikaat Bestenbrostel, zijn oorspronkelijk en dateren van 1933, de vierde betreft een Stork-pomp die tesamen met de electromotoren in 1981 bijgeplaatst is.

Schroefcentrifugaalpomp en electromotor.

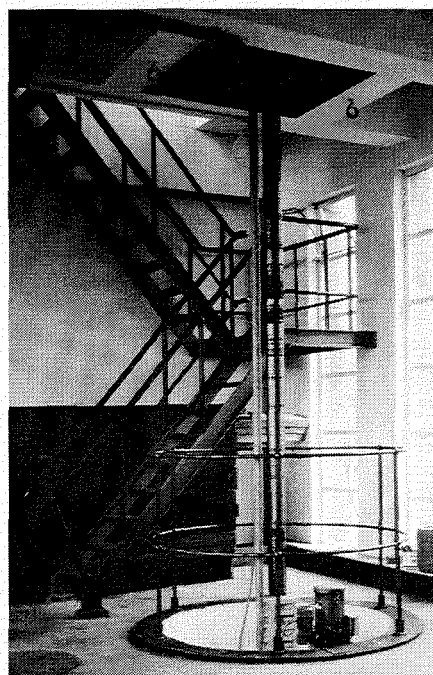
Gemaal De Eendracht te Tholen (Z) bezit twee electrisch aangedreven pompen. Deze oorspronkelijke installatie uit 1956 is in een karakteristieke opstelling uitgevoerd. Vanwege wettelijke bepalingen bevinden de twee verticaal geplaatste electromotoren zich op een (veilig) niveau, direkt boven de pompen. Deze pompen worden met tussenkomst van een tandwielkast aangedreven door een lange verticale drijfjas.

Opvallend zijn de twee lange zuigbuizen die door de dijk steken. Oorspronkelijk waren deze buizen in een lusvorm uitgevoerd om terugstroming bij hoge waterstanden te voorkomen.

Onlangs zijn deze zuigleidingen vervangen door rechte exemplaren hetgeen mogelijk is daar de oorspronkelijke functie van zeegemaal niet meer van toepassing is. De verticale opstelling van de installatie en de situering tegen de dijk maken het gemaal met zijn hoge gebouw tot een curieuze verschijning.



Afbeelding 75. Gemaal 'De Eendracht'. Boven: een verticale electromotor met tandwielreductiekast. Onder: de lange aandrijfas koppelt de pompen in de waterkelder aan de motoren.



6.0 CONCLUSIES.

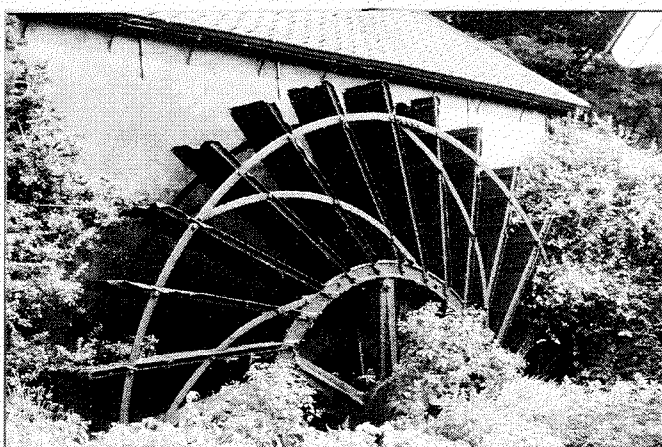
Het aantal bezochte gemalen is in het kader van deze proefstudie voldoende gebleken om een indruk te krijgen van de typologisch te onderscheiden gemalen in ons land. Meer dan een globale indruk is in dit stadium echter niet mogelijk gezien het feit dat zeker 1600 gemalen niet bezocht zijn. Het gros van dit enorme aantal kan echter direct ondergebracht worden in de behandelde categorieën.

De omvang, aard en situatieve aspecten van gemalen verschillen dusdanig dat eigenlijk elk gemaal op zichzelf staat. Representativiteit is hierbij dan ook een betrekkelijk begrip.

6.1 De stand van zaken.

Een schepradgemaal is zeldzaam geworden. Het aantal schepradgemalen in Nederland waarvan het scheprad nog aanwezig is, is inmiddels flink gereduceerd en bedraagt, naar schatting, hooguit 10 tot 15 stuks. Hierbij is dan gerekend op nog een aantal "te ontdekken" schepradgemalen, al dan niet in bezit van een aandrijfwerktuig. Als voorbeeld hiervoor kunnen twee, onlangs bezochte, voormalige stoomgemalen dienen die weliswaar geen aandrijfinstallatie meer bezitten maar wel het oorspronkelijke scheprad. Gemaal 'De Oude Horn' bij Leerdam is een voormalig, middelgroot stoomgemaal van het type 1. Het ijzeren scheprad heeft een forse diameter en de daarbij horende geringe breedte. Aan het Merwedekanaal bij Vianen kan een ander schepradgemaal aangetroffen worden. Dit kleine voormalige stoomgemaal, type 2, heeft een ijzeren rad daterend van het einde van de vorige eeuw dat dankzij de zorg van de gepensioneerde machinist nog in redelijke staat verkeert. Het is niet ondenkbeeldig dat op termijn een motor of stoommachine in zo'n gemaal teruggeplaatst kan worden.

Het scheprad is door zijn grote diameter en opstelling buiten, een aansprekend, landschappelijk waardevol element. Het jongste scheprad is al meer dan een halve eeuw oud. Het zijn allemaal argumenten om elk schepradgemaal tot een object van monumentenzorg te maken. Het dieselschepradgemaal te Langerak (ZH) en het electroschepradgemaal te Kampen (Ov) zouden beschermd moeten



Afbeelding 76. *Er zijn nog veel interessante gemalen in Nederland relatief onbekend. Eenmaal buiten bedrijf gesteld verandert het gemaal meestal van eigenaar en raakt het in de vergetelheid.*

worden om verzekerd te zijn van behoud. Als deze voorbeelden verloren gaan rest ons van de "modern aangedreven" schepradgemalen geen enkel exemplaar meer.

Een zuigerpomp of zuigerspomp is zeer zeldzaam, in Nederland weinig toegepast en valt daarom ook niet te beschouwen als een representatief opvoerwerktuig dat ook in doorsneegemalen te vinden was. Het enige gemaal in Nederland waar zuigerpompen nog in de oorspronkelijke opzet te zien zijn betreft het gemaal 'Cruquius'. Het gemaal is dus uniek in zijn soort en de grote waarde ervan wordt door niemand in twijfel getrokken.

Gemalen als gemaal 'Leeghwater' of gemaal 'Lijnden' zijn in de loop van hun geschiedenis voorzien van geheel andere installaties en zijn, hoewel verbouwd, nog herkenbaar als zuigerpompgemalen. De gebouwen zijn beschermd en in gebruik zodat deze bijzondere gemalen voorlopig niet bedreigd zullen worden. Voor zover er nog opgeslagen of gesloopte zuigerpompinstallaties aangetroffen worden, is het zaak deze te behoeden voor totale sloop en kunnen ze zeker een museale functie vervullen. Net als bij de andere opvoerwerktuigen is het bij de vijzel zo dat de gemalen, indien gehuisvest in monumentale gebouwen en zeker in combinatie met een nog aanwezige stoommachine, al beschermd worden. De waardering heeft dan meestal alleen betrekking op de buitenkant. De inventaris en machines vallen er buiten.

Een voorbeeld van een electrovijzelgemaal dat als installatie interessant kan zijn om te behouden is het gemaal Weerdijk te Niewolda. Het gemaal verkeert ondanks zijn geringe ouderdom in slechte staat, hetgeen noopt tot snelle actie. Wellicht zou het een bijdrage kunnen leveren in het toeristisch aantrekkelijk maken van de waterrecreatie in de omgeving.

Een toekomstig te beschermen object betreft het electrovijzelgemaal Veneriete te Genemuiden (Ov) dat een zuiver voorbeeld is van de tijd waarin het gebouwd is. Een belangrijk gegeven voor een eventueel behoud is het feit dat dit gemaal direct naast het stoomgemaal Mastenbroek ligt en daarmee als geheel een bijzonder ensemble vormt.

Diesel aangedreven vijzelgemalen zijn schaars en alleen daarom al het overwegen waard om te beschermen. Een modern voorbeeld betreft het ("nieuwe") gemaal 'Halfweg' te Amsterdam.



Afbeelding 77. Gemaal 'Weerdijk': eenmaal tot stilstaan gebracht slaat het verval snel toe.

Pompgemalen zijn verhoudingsgewijs de meest gebouwde gemalen en bestrijken een lang

tijdperk van toepassing. De centrifugaalpompen zijn als meest gebruikelijk toegepast. De pompinstallatie van gemaal 'Lijnden' te Lijnden is een vroeg exemplaar en van Engels fabrikaat. Deze Engelse pompen die in het begin van deze eeuw in bijna elk pompgemeal te vinden waren, zijn in de loop van de tijd steeds zeldzamer geworden.

Gave en oude nog oorspronkelijke installaties zoals die van gemaal 'Overdie en Achtermeer' te Alkmaar zouden bewaard moeten blijven. Een gemaal als 'mr.Pijnacker-Hordijk' verdient in de toekomst ook nog aandacht als prototype van een groot dieselpompgemeal. De omvang van zo'n gemaal en het gegeven van een minder waardevol gebouw maken het behoud ervan echter omwaarschijnlijk.

Gemaal 'De Hooge Boezem' te Haastrecht is één van de geslaagde voorbeelden van hergebruik van een gemaal buiten dienst met behoud van de complete installatie.

Een museale functie gecombineerd met zoals in Haastrecht een informatiepunt van de VVV of in andere gemalen de mogelijkheid om er te trouwen, levert dan de financiële bijdrage die nodig is om het gemaal in stand te houden. Een positieve bijkomstigheid is dan dat ten behoeve van de museale functie, andere reeds gesloopte werktuigen er een plaats kunnen krijgen en daarmee behoed worden voor totale sloop. Enige geschiedvervalsing is dan soms aanvaardbaar omwille van de aantrekkelijkheid van het museum. In Zo is in Haastrecht is één van de electromotoren sinds de ingebruikname als museum vervangen door een stoommachine, die vergelijkbaar is met de oude situatie ten tijde van de stoombemaling. De opzet zoals die nu te zien valt heeft echter nooit bestaan.

6.2 Gemalen en aandrijfwerktuigen.

De nog aanwezige intacte stoomgemalen in Nederland zijn genoemd en worden stuk voor stuk beschermd en in stand gehouden. De complexe en arbeidsintensieve techniek maken het nagenoeg onmogelijk om voormalige stoomgemalen in ere te herstellen, laat staan weer onder stoom te brengen. Op zijn best kan, zoals in gemaal 'De Hooge Boezem', een vergelijkbare stoommachine teruggeplaatst worden indien geen (of geen bijzonder) aandrijfwerktuig meer aanwezig is. Een waarschuwing is hier op zijn plaats omdat behoud van het aanwezige in de meeste gevallen te verkiezen is boven reconstructie.

Voorbeelden van zuiggasgemalen ontbreken in dit onderzoek geheel als type. Waarschijnlijk is dat er geen enkel intact gemaal meer over is. Indien zo'n gasmotor nog ergens zou opduiken, hetgeen niet ondenkbeeldig is, zou een initiatief om een gasmotor terug te plaatsen in een al dan niet oorspronkelijk zuiggasgemeal aangemoedigd moeten worden. Niet vanwege het feit dat de installatie van groot belang is geweest voor de bemalingsgeschiedenis maar vanwege het feit dat ons geen enkel exemplaar meer rest. Op dit moment is het van belang dat aanwezige praktische kennis ten aanzien van de bediening, onderhoud en andere karakteristieken niet verloren gaat en dat deze goed beschreven

wordt.

Elektro- en dieselinstallaties worden vaak meteen gesloopt nadat een verouderd gemaal buiten bedrijf wordt gesteld. Dit gebeurt om verschillende redenen die te maken met het hergebruik of de sloopwaarde van de inventaris, het hergebruik van het gebouw of de verandering van eigenaar. Een feit is natuurlijk dat zo'n gemaal nauwelijks bruikbaar is voor andere doeleinden indien een installatie het hele gebouw vult. Ook is het zo dat de meeste installaties geen bijzondere waarde vertegenwoordigen. Toch is het zinvol om te pleiten voor de situatie dat als het niet meteen hoeft, de installatie voor korte of langere tijd intact gelaten wordt. Er is dan tijd om de inventaris op zijn waarde te schatten en eventueel te documenteren.

6.3 Inventarisatie en vervolgonderzoek.

Zoals reeds meerdere malen benadrukt is, vormt een grondige en betrouwbare inventarisatie de basis voor een objectieve waardebeoordeling en een representatieve selectie van gemalen. Het vervolgonderzoek dat niet al te lang na het verschijnen van dit rapport gestart zal worden, moet de onderkende tekortkomingen in dit rapport aanvullen en nieuwe kennis aandragen. Veel van deze wezenlijke informatie zal niet beschreven staan in de literatuur. Praktische kennis die direct van oud-machinisten of andere kenners betrokken wordt, kan een voorname bron van informatie zijn.

Bij het streven naar een compleet beeld van de diversiteit aan gemalen kan waarschijnlijk niet worden volstaan met het behandelen van een enkel voorbeeld per type. Wenselijk zou zijn om van elk type gemaal meerdere voorbeelden te geven die tezamen een beeld geven van doorsnee en uitersten.

De na-oorlogse gemalen zijn ondervertegenwoordigd en dienen in het vervolgonderzoek meer aandacht te krijgen om de technische ontwikkelingen, die niet hebben stil gestaan in de tussenliggende tijd, geheel in beeld te krijgen.

Met het verschijnen van deze publicatie is hopelijk de basis gelegd voor een meer uitgebreid rapport dat voorziet in de algemeen geconstateerde behoefte van een naslagwerk waarmee de plaats van een gemaal in de bemalingsgeschiedenis bepaald kan worden. De kennis die tot dusver niet als een totaalwerk te vinden was, is dan bij elkaar gesprokkeld, aangevuld en geschikt gemaakt voor een breed publiek.

BIJLAGE A: Overzicht gegevens typen opvoerwerktuigen.

Overzicht gegevens scheprad. *(toegepast bij gemalen!)*

- ontwikkelingsjaar	[begin 15 ^e eeuw
- tijdsbestek toepassing	[1826 t/m 1939 (oudste en jongste bekende gemaal)
- in gebruik tot	[heden
- opvoerhoogte	[gebruikelijk tot ca.1,5m, maximaal tot ca.2m
- capaciteit	[afhankelijk van breedte en diameter rad, schoepenstand, tasting
- aandrijftechniek	[voornamelijk stoommachine (bijzonder, maar wel toe gepast in oorspronkelijke als ook gewijzigde situatie; electro- en dieselmotor)
- rendement	[tot 65% haalbaar: bij lage toeren (4,5 tot 7t/min) en constante opvoerhoogte
- type gemaal	[polder- en boezemgemaal
- fabrikanten	[-
- uitvoering	materiaal: [geheel van hout [geheel van ijzer (gebruikelijk) [combinatie van ijzeren frame/houten schoepen schoepenvorm: [recht (gebruikelijk) [gebogen [gootvormig
- karakteristieken	voordelig: [lange levensduur [goedkoop in aanschaf en gebruik [weinig onderhoud (eenvoudige techniek) [lange, beproefde voorgeschiedenis [lage omwentelingssnelheid; dus geschikt in combinatie met de langzaam draaiende stoommachines nadelig: [alleen gunstig bij geringe/constante opvoerhoogte [in het begin; beperkte capaciteit (materiaal en techniek) [de lage omwentelingssnelheid; aanpassing nodig bij andere aandrijftechnieken (grote overbren gingsverhouding) [indien onoverkapt; windgevoeligheid (spatwater en rendementverlies) [vorstgevoeligheid

Overzicht gegevens vijzel. *(toegepast bij gemalen!)*

- ontwikkelingsjaar	[begin 17e eeuw
- tijdsbestek toepassing	[17e eeuw/heden
- in gebruik tot	[heden
- opvoerhoogte	[tot ca.3m
- capaciteit	[tot max.250m ³ /min
- aandrijftechniek	[stoommachine, dieselmotor, electromotor
- rendement	[werktuig; tot ca.80%, inclusief motor en reductiekoppe ling; tot ca.65%, bij weinig wisselend waterpeil
- type gemaal	[polder- en boezembemaling
- fabrikanten	[o.a. IJzergieterij Prins van Oranje, Klinkenberg, Spaans, Jansen Venneboer, Landustrie
- uitvoering	materiaal: [geheel van hout [geheel van metaal (gebruikelijk)
	vulpunt: [niet verstelbaar (gebruikelijk) [verstelbaar
	spoed: [twee-voudige winding [drie-voudige winding (gebruikelijk)
- karakteristieken	voordelig: [t.o.v. scheprad; grotere opvoerhoogte (4 tot 5m) [t.o.v. scheprad; grotere capaciteit [beperkte omwentelingssnelheid; gunstige combi natie met stoommachine ["eenvoudige" techniek; robuust, weinig verstop pingsgevoelig [geen/nauwelijks gestrekte of rechte toestroom nodig
	nadelig: [slechte bereikbaarheid onderste draaipunt t.b.v. reparatie en onderhoud [slecht rendement bij wisselende opvoerhoogtes [vorstgevoelig; bevrozing in de goot [grote/diepe onderbouwconstructie [geluidsproductie

Overzicht gegevens zuigerpomp.

- ontwikkelingsjaar	[18e eeuw
- tijdsbestek toepassing	[ca.1787/1872
- in gebruik tot	[ca. eind 19e eeuw
- opvoerhoogte	[tot ca.3m
- capaciteit	[tot ca.50m3/min
- aandrijftechniek	[stoommachine
- rendement	[bij lage pompzuigersnelheid
- type gemaal	[polder- en boezemgemaal
- fabrikanten	[-
- uitvoering	opstelling: [laag met verticaal geplaatste pomp [hoog met horizontaal geplaatste pomp
	overbrenging: [d.m.v. balansarm (zoals bij gemaal 'Cruquius')
	[zonder balansarm; koppeling d.m.v. zuigerstang
- karakteristieken	voordelig: [geschiktheid bij wisselend waterpeil [destijds; de "grote" opvoerhoogte (3m, soms hoger) [bij hoge opstelling; gemakkelijk onderhoud
	nadelig: [gevoeligheid kleppentechniek [rendement [bij lage opstelling; kostbare fundering [bij lage opstelling; slechte toegankelijkheid pomp [afstemming overbrenging/pompzuigersnelheid; bv. tandwielreductie

Overzicht gegevens centrifugaalpomp.

- ontwikkelingsjaar	[ca.1850
- tijdsbestek toepassing	[ca.1860/heden (in NL)
- in gebruik tot	[heden
- opvoerhoogte	[zuighoogte ca.6 tot 7m
- capaciteit	[ca. 30-600 m ³ /min
- aandrijftechniek	[stoommachine, zuiggas-/electro-/dieselmotor
- rendement	[werktuig; ca.70 tot 80%, complete installatie met bijbehorende verliezen; tot ca.70%, bij hoge toeren
- type gemaal	[polder- en boezemgemaal
- fabrikanten	[o.a. Stork, Jaffa (voorheen L.Smulders), Appold, Gwynnes, Feyenoord, Werkspoor, Pannevis, Kon.Ned.Machinefabriek, Begemann, Bestenbostel, Vernig Bögel
- uitvoering	opstelling: [laag (onder polderpeil) [hoog (boven polder- en buitenpeil)
	stand pomp: [horizontaal met verticale aandrijfas (altijd lage opstelling) [verticaal met horizontale aandrijfas (bijna altijd hoge opstelling)
	slakkehuis: [gietijzer (gebruikelijk tot in 20e eeuw) [staal (20e eeuw) [baksteen (in 19e eeuw sporadisch toegepast) [beton (vanaf 1928 toegepast)
	schoepenvorm: [recht [gebogen
	aanzuiging: [enkelvoudig/eenzijdig [tweezijdig (dubbel-suction)
- karakteristieken	voordelig: [bruikbaar in zowel horizontale als verticale stand [lange levensduur [gemakkelijk onderhoud bij hoge opstelling [bruikbaar voor wisselende opvoerhoogtes [grote opvoerhoogte mogelijk [flinke capaciteit mogelijk
	nadelig: [duur in aanschaf [fors van afmeting [rendementsverlies bij hoge opstelling; het vacuüm zuigen van de leidingen met een pomp

Overzicht gegevens schroefpomp.

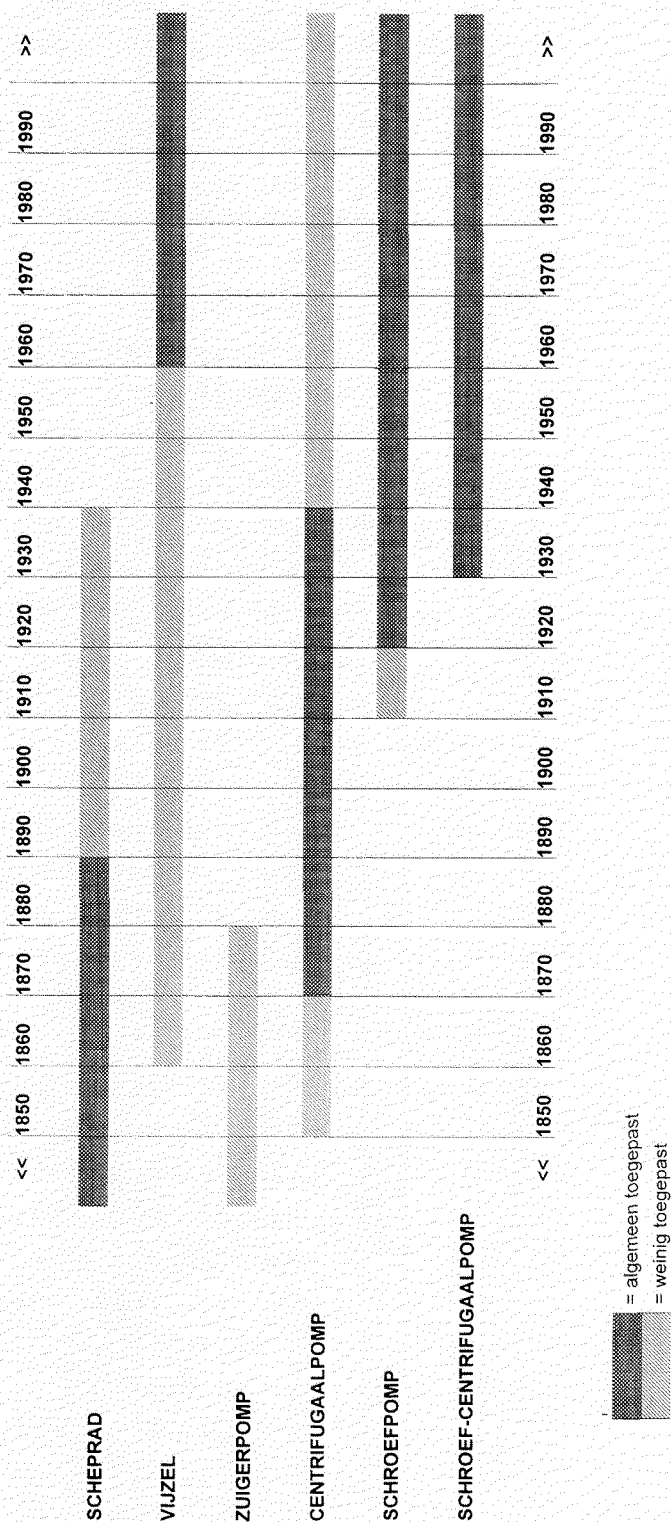
- ontwikkelingsjaar	[begin 20 ^e eeuw
- tijdsbestek toepassing	[ca.1920/heden
- in gebruik tot	[heden
- opvoerhoogte	[1 tot 3m
- capaciteit	[ca. 30-800 m³/min
- aandrijftechniek	[electro-/dieselmotor
- rendement	[bij kleine opvoerhoogten; ca.65 % (totaal)
- type gemaal	[polder- en boezemgemaal
- fabrikanten	[o.a. Pannevis, Werkspoor, Stork/Bosman, Landustrie, KSB
- uitvoering	opstelling: [laag (onder polderpeil) [hoog (boven polder- en buitenpeil)
	pomphuis: [open (altijd lage opstelling en horizontale pomp) [gesloten (altijd hoge opstelling)
	stand pomp: [horizontaal - onder water - droog [verticaal - onder water - droog - hellend
- karakteristieken	voordelig: [bruikbaar in zowel horizontale als verticale stand [gemakkelijk onderhoud bij hoge opstelling [bruikbaar voor wisselende opvoerhoogtes [t.o.v. de centrifugaalpomp; beter rendement bij kleine opvoerhoogte
	nadelig: [bij hoge opstelling; rendementverlies, vacuüm zuigen leidingen m.b.v. vacuümpomp

Overzicht gegevens schroefcentrifugaalpomp.

- ontwikkelingsjaar	[begin 20 ^e eeuw
- tijdsbestek toepassing	[ca.1925/heden
- in gebruik tot	[heden
- opvoerhoogte	[1 tot 3m
- capaciteit	[ca.30-800 m ³ /min
- aandrijftechniek	[electro-/oliemotor
- rendement	[bij kleine opvoerhoogten; ca.65 % (totaal)
- type gemaal	[polder- en boezemgemaal
- fabrikanten	[o.a. Pannevis, Werkspoor, Stork/Bosman, Landustrie, Bestenborstel
- uitvoering	opstelling: [laag (onder polderpeil) [hoog (boven polder- en buitenpeil)
	stand pomp: [horizontale plaatsing [verticale plaatsing
- karakteristieken	voordelig: [bruikbaar in zowel horizontale als verticale stand [gemakkelijk onderhoud bij hoge opstelling [bruikbaar voor wisselende opvoerhoogtes [t.o.v. de centrifugaalpomp; beter rendement bij kleine opvoerhoogte
	nadelig: [bij hoge opstelling; rendementsverlies en extra voorziening vacuümpomp

Overzicht: indicatie perioden van toepassing van typen opvoerwerktuig.

(Het tijdsoverzicht heeft betrekking op werktuigen toegepast bij nieuw te bouwen gemalen en zegt dus niets over het nog steeds voorkomen of het in gebruik zijn van bepaalde typen!)



BIJLAGE B: Overzicht gegevens typen aandrijfwerktuigen.

Overzicht gegevens stoommachine.

- ontwikkelingsjaar [in NL; Steven Hoogendijk, vanaf 1776
- tijdsbestek toepassing [algemeen; ca.1848/ca.1920
- in gebruik tot [heden, nog 1 gemaal functioneel; 'Ir.D.F.Wouda'
- opvoerwerktuig [scheprad, vizel, zuigperspomp, centrifugaalpomp
- brandstof [steenkool, soms ombouw tot oliestook (zoals 'Wouda')
- vermogen [toegepast tot ca.500pk
- toepassing type gemaal [polder-, boezem- en zeegemaal
- rendement [-
- fabrikanten [o.a.Stork, Louis Smulder, Werkspoor, M.A.G., Harvey&Co, Fox&Co, Thomassen

- uitvoering
 - cylinders: [enkele cylinder
 - [dubbele cylinder (=Compoundstelsysteem)
 - opstelling: [horizontale plaatsing
 - [verticale plaatsing
- installatie
 - aantal ketels: [1, 2, 3, 4, 5 tot max. 6 ketels
 - opstelling ketel:[horizontale plaatsing
 - [verticale plaatsing
 - type ketel: [Cornwall-type; één inwendige vuurgang
 - [Lancashire-type; twee inwendige vuurgangen
 - [geen inwendige vuurgang; stoken onder de ketel

- karakteristieken (t.o.v. windbemaling)
 - voordelig: [veel grotere bemalingscapaciteit mogelijk; veel minder gemalen en dus minder personeel nodig
 - [de bedrijfszekerheid; niet afhankelijk van wind!
 - nadelig: [hoge investeringskosten
 - [lange opstooktijd nodig
 - [afhankelijkheid en mogelijkheid aanvoer kolen
 - [in de vroege periode; afhankelijk van import van machines en onderdelen
 - [intensieve bediening
 - [betrekkelijk grote (en dure) gebouwen nodig (schoorsteen, ketelhuis)
 - [hinderwetplichtig en verplichte periodieke keuring ketels
 - [veel onderhoud

Overzicht gegevens zuiggasmotor.

- ontwikkelingsjaar	[ca.1861
- tijdsbestek toepassing	[ca.1900/ca.1945
- in gebruik tot	[ca.1960
- opvoerwerktuig	[centrifugaal- en schroefpomp
- brandstof	[zuiggas (ook genoemd; menggas/krachtgas)
- vermogen	[1/400pk
- toepassing type gemaal	[polder- en boezemgemaal
- rendement	[-
- fabrikanten	[o.a.Crossley
- uitvoering	aantal cylinders: [1,2 of 3 cylinders
	?: [weinig praktische kennis bekend over de zuiggasmotor ...
- karakteristieken	(vergeleken met de stoommachine...)
	voordelig: [belangrijk zuiniger
	[compacter
	[goedkoper in aanschaf
	[sneller bedrijfsklaar (stoommachine moest onder stoom gebracht worden)
	[goedkoper gebouw; geen ketelhuis of schoorsteen nodig
	nadelig: [regelmatige reiniging nodig (a.g.v. interne vervuiling)
	[vermogen niet regelbaar
	[voorbereiding gas (stookinrichting en gaszuiveringsapparaat nodig)
	[net als de stoommachine; arbeidsintensieve bediening

Overzicht gegevens electromotor.

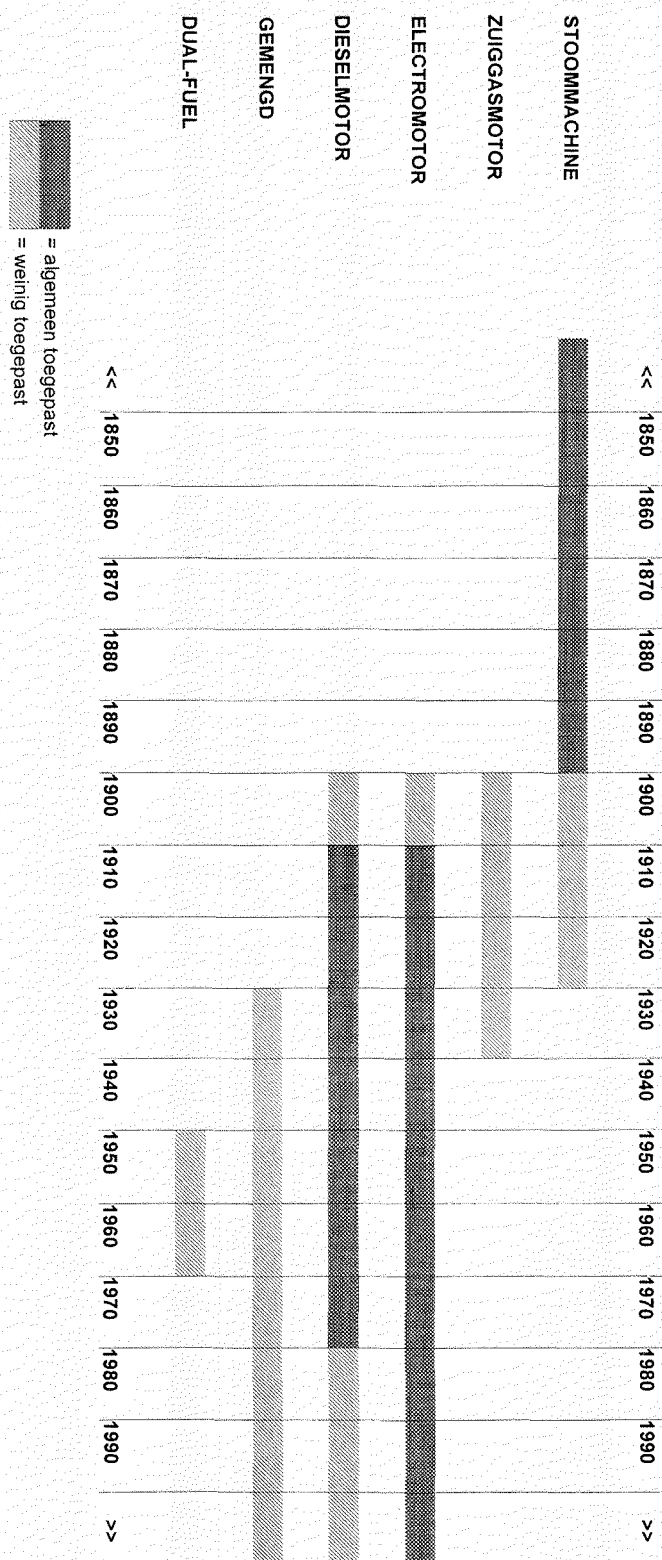
- ontwikkelingsjaar		[eind 19 ^e eeuw (1 ^e toepassing in NL, ca.1904)
- tijdsbestek toepassing		[algemeen vanaf ca.1915/heden
- in gebruik tot		[heden
- opvoerwerktuig		[algemeen; centrifugaal- en schroefpomp, bijzonder; scheprad en vijzel
- "brandstof"		[wisselstroom
- vermogen		[tot ca.400/500 pk
- toepassing type gemaal		[alle typen
- rendement		[-
- fabrikanten		[o.a.Brown-Boveri, Smit, ASEA, Heemaf, Stork, Werk spoor, Eck, EMF
- uitvoering	toerental:	[bij vroege modellen; één of beperkt aantal mogelijke snelheden (meestal een vertraagde overbrenging nodig)
		[traploos regelbaar (directe overbrenging)
	type stroom:	[2-fasenmotor
		[3-fasenmotor (sleepringanker- of kortsluitanker)
	opstelling:	[horizontale plaatsing
		[verticale plaatsing
- karakteristieken	voordelig:	[gunstig rendement en energieverbruik
		[compacte installatie
		[goedkoop en klein gebouw mogelijk
		[onderhoudsarm
		[onmiddelijk bedrijfsklaar
		[eenvoudige bediening; mogelijkheid automatische en/of afstandsbediening
		[relatief goedkoop in aanschaf
	nadelig:	[in de vroege periode; de electriciteitstoevoer
		[bij de vroege modellen; de hoge toerentallen
		[bedrijfszekerheid kan door de afhankelijkheid van het energiebedrijf niet 100% gewaarborgd worden

Overzicht gegevens dieselmotor.

- ontwikkelingsjaar	[ca.1900
- tijdsbestek toepassing	[ca.1904/heden
- in gebruik tot	[heden
- opvoerwerktuig	[vijzel, centrifugaal-/schroefpomp, scheprad
- brandstof	[diesel, (bij andere oliemotoren: petroleum, ruwolie)
- vermogen	[1/400pk (=gebruikelijk, feitelijk mogelijk tot ca.1075 pk)
- type gemaal	[alle
- rendement	[ca.80%
- fabrikanten	[o.a.Crossley, Werkspoor, Ford, Brons, Ruston, Deutz, Kromhout, Thomassen, Landustrie, Stork
- uitvoering	aantal cylinders: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 of 8 cylinders
	vliegwiel: [met vliegwiel; vrijwel alle oude ééncyl inder typen maken gebruik van een vliegwiel (voor een soepele gang...)
	[zonder vliegwiel; de modernere meer-cylinder typen hebben deze niet nodig
	opstelling: [verticaal geplaatst
	[horizontaal geplaatst
- karakteristieken	voordelig: [t.o.v. zuiggasmotor; meer veilige brand stof
	[compacte installatie
	[goedkope brandstof
	[bedrijfszekerheid (bv. niet afhankelijk van electriciteitslevering)
	[opvang over- onderbelasting
	nadelig: [duur in aanschaf
	[t.o.v. electrisch gemaal; minder eenvoudige bediening
	[t.o.v. electrisch gemaal; forse opslag nodige voor diesel
	[trillingen (zware fundering)

Overzicht: indicatie perioden van toepassing van typen aandrijfwerktuig.

(Het tijdsoverzicht heeft betrekking op de toepassing van werktuigen bij nieuw te bouwen gemalen en zegt dus niets over het nog steeds voorkomen of het in gebruik zijn van bepaalde typen werktuig!)



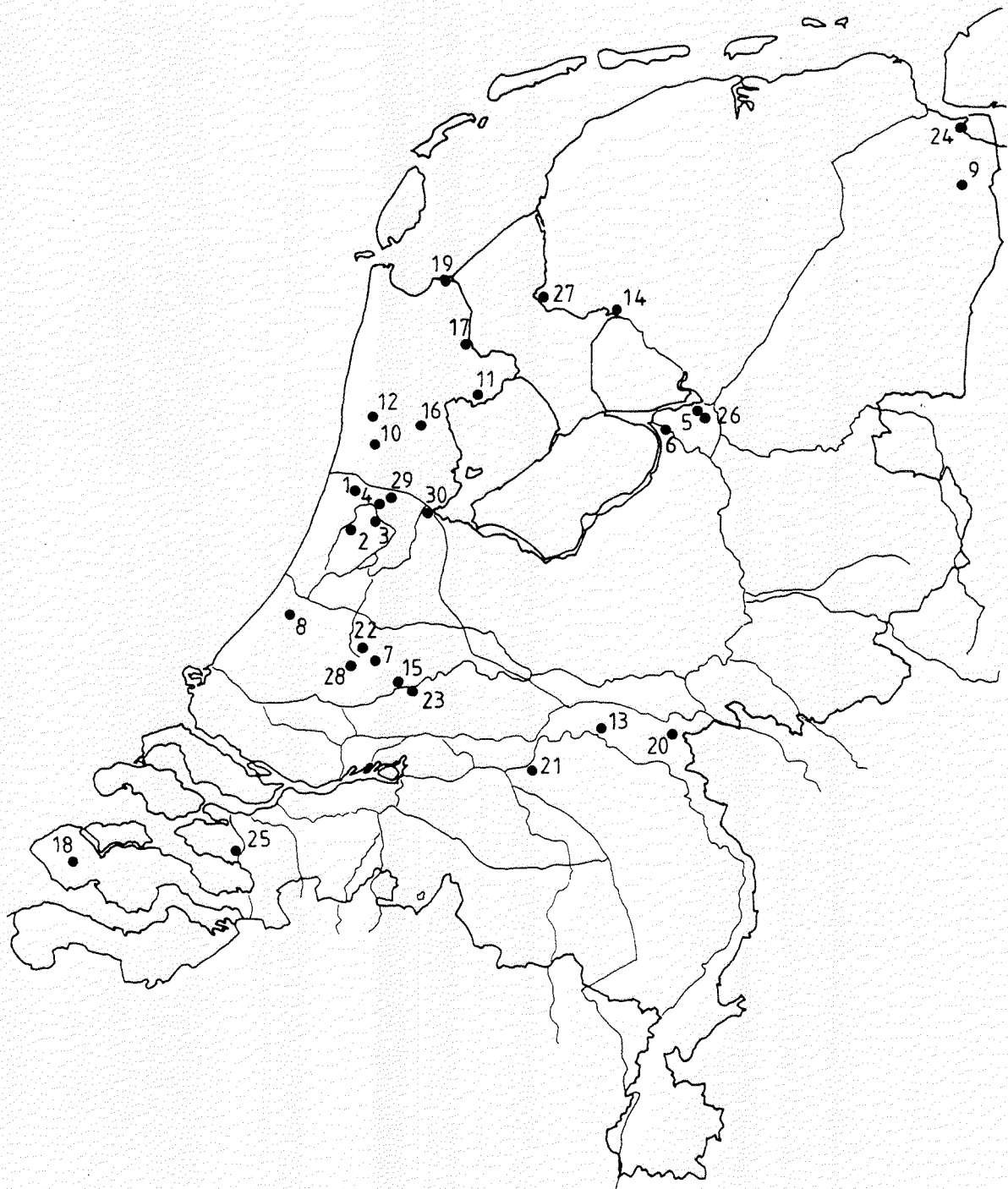
BIJLAGE C: Overzicht en gegevens van de bezochte gemalen.

(Gemalen in volgorde van ouderdom.)

nr	gemaal	plaats	eigenaar	bouwjaar	oorspronkelijk	nu	in gebruik
1	Rijnlandsboezem	Spaarndam	Hrs van Rijnland	1844	stoom/schepad	diesel/schepad	functioneel
2	Cruquius	Cruquius	stichting	1849	stoom/zuigerpomp	idem	tot 1933
3	Lijnden	Lijnden	Ws Gr.Haarlemmermeer	1849	stoom/zuigerpomp	electro-diesel/centrif.	functioneel
4	Halfweg ("oud")	Halfweg	stichting	1852	stoom/schepad	idem	tot 1977
5	Mastenbroek	Genemuiden	stichting	1856	stoom/schepad	idem	tot 1961
6	Broek en Maten	Kampen	Ws IJsseldelta	1863~1949	stoom/schepad	electro/schepad	tot 1993
7	De Hooge Boezem	Haastrecht	stichting	1872	stoom/schepad	electro/centrifugaal	tot 1991
8	De Vereniging	Voorschoten	stichting	1877	stoom/schepad	diesel/geen	tot 1992
9	Winschoten	Winschoten	stichting	1878	stoom/vijzel	idem+electro/vijzel	tot 1971
10	Limmen	Akersloot	stichting	1879	stoom/vijzel	electro/vijzel	tot 1989
11	Schellinkhout	Schellinkhout	Ws Westfriesland	1900	diesel/centrifugaal	electro/centrifugaal	buiten gebruik
12	Het Overdie en A.	Alkmaar	stichting	1913	diesel/centrifugaal	idem	tot 1988
13	Appeltern	Appeltern	stichting	1918	stoom/centrifugaal	idem	tot 1969
14	Ir.D.F.Wouda	Lemmer	Ws Friesland	1920	stoom/centrifugaal	idem	functioneel
15	K.Vink	Schoonhoven	gemeente Schoonhoven	1926	electro/schroef	idem	tot 1987
16	Wilhelmina	Schermerhorn	Ws Het Lange Rond	1928	electro/centrifugaal	idem	buiten gebruik
17	Lely	Medemblik	Ws De Wieringermeer	1928	electro/centrifugaal	idem	functioneel
18	Boreel	Middelburg	Ws Walcheren	1929	electro/centrifugaal	idem+diesel/centrif.	functioneel
19	Leemans	Den Oever	Ws De Wieringermeer	1929	diesel/centrifugaal	idem	functioneel
20	HollandsDuits	Nijmegen	Groot Maas & Waal	1933	diesel/schroefcentri.	gemengd/schroefcentr	functioneel
21	Caners	Gewande	Ws De Maaskant	1933	diesel-electro/pomp	idem	tot 1979
22	mr.P.A.Pijnacker-H.	Gouda	Hrs van Rijnland	1936	diesel/centrifugaal	idem	functioneel
23	Langerak	Langerak	gemeente Liesveld	1939	diesel/schepad	idem	buiten gebruik
24	Weerdijk	Niewolda	gemeente Scheemda	1949	electro/vijzel	idem	tot 1975
25	De Eendracht	Tholen	Ws Tholen	1956	electro/schroefcentri.	idem	functioneel
26	Veneriete	Genemuiden	Ws IJsseldelta	1960	electro/vijzel	idem	functioneel
27	J.L.Hoogland	Stavoren	Ws Friesland	1966	electro/schroef	idem	functioneel
28	Abraham Kroes	Moordrecht	Hrs van Schieland	1969	diesel-electro/centrif.	idem	functioneel
29	Halfweg ("nieuw")	Amsterdam	Hrs van Rijnland	1977	diesel/vijzel	idem	functioneel
30	Kadoelen	Amsterdam	Ws De Waterlanden	1986	electro/vijzel	idem	functioneel
Betekenis van de afkortingen:							
Ws = waterschap							
Hrs = hoogheemraadschap							

Topografisch overzicht van de bezochte gemalen.

(De nummering verwijst naar de gemalen van het zojuist gegeven overzicht.)

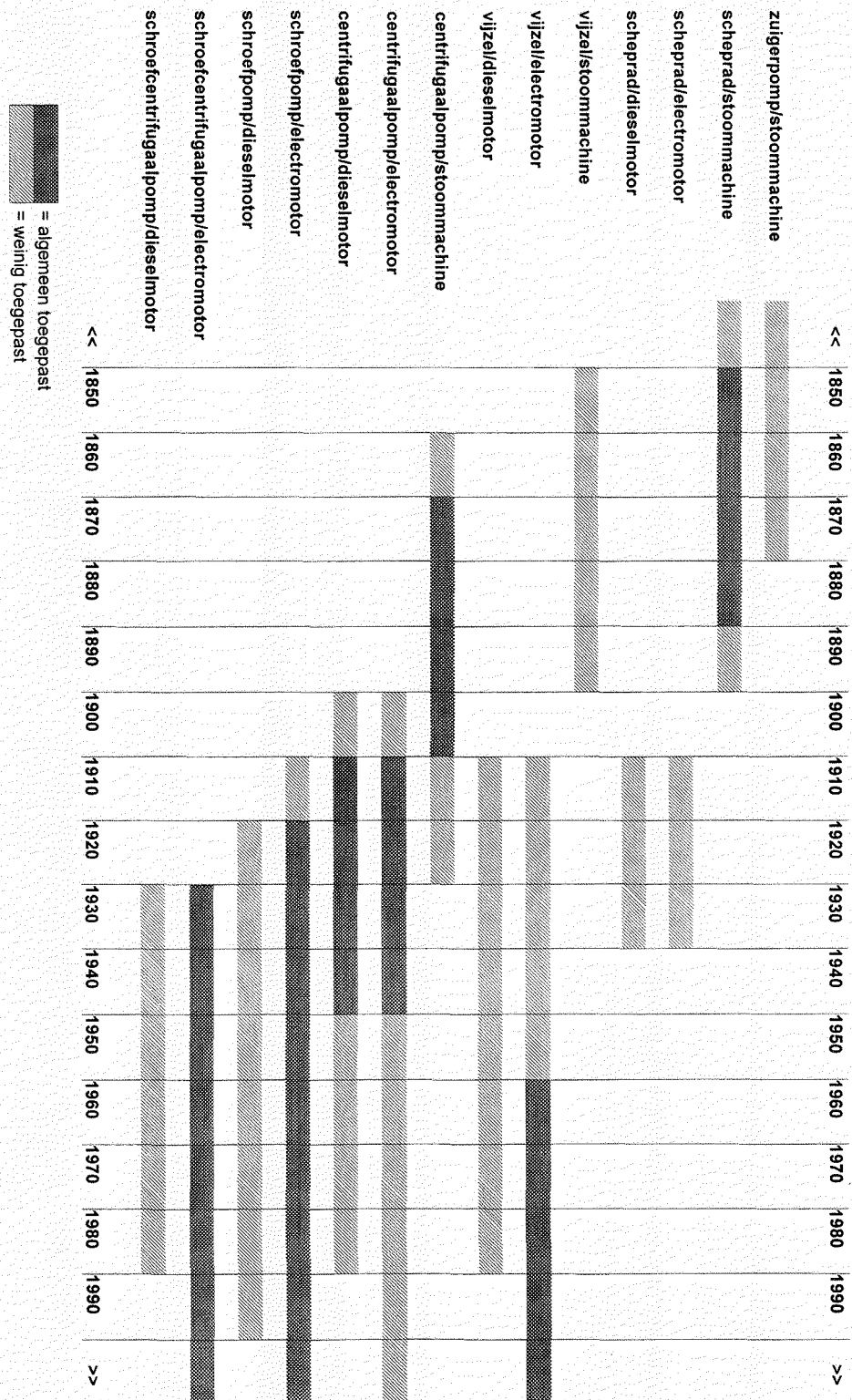


Overzicht van de bezochte gemalen in een typologie-matrix.

inventarisatie		scheprad		vijzel		zuigerpomp		centrifugaalpomp		schroefpomp		schroef-centr.pomp	
		O	V	O	V	O	V	O	V	O	V	O	V
stoommachine	O	4, 5	ntg	9	x	2	ntg	13, 14	x	x	ntg	ntg	ntg
	V	x	ntg	x	x	x	ntg	x	x	x	ntg	ntg	ntg
electromotor	O	x	ntg	24, 26, 30	ntg	ntg	ntg	16, 17	x	15, 27	ntg	20, 25	x
	V	6	ntg	10	x	ntg	ntg	11	7	x	x	x	x
dieselmotor	O	23	ntg	29	ntg	ntg	ntg	12, 19, 22	x	x	x	x	x
	V	1	ntg	x	x	ntg	ntg	x	x	x	ntg	x	x
gemengd	O	ntg	ntg	x	x	ntg	ntg	28	ntg	21	ntg	21	x
	V	ntg	ntg	x	x	ntg	ntg	18	3	x	ntg	x	x
zuiggasmotor	O	x	ntg	x	ntg	ntg	ntg	x	ntg	ntg	ntg	ntg	ntg
	V	x	ntg	x	ntg	ntg	ntg	x	x	ntg	ntg	ntg	ntg
Betekenis van de afkortingen:						Opmerkingen:							
o = oorspronkelijk						*							
v = vervangen / niet oorspronkelijk						*							
x = geen voorbeeld bekend / niet meer aanwezig						*							
ntg = nooit toegepast geweest (voor zover bekend...)						*							
						de nummers corresponderen met de gemalen in het totaaloverzicht							
						gemaal De Vereniging (nr.8) is niet plaatsbaar omdat er geen opvoerwerktuig meer aanwezig is							
						gemaal Winschoten (nr.9) bezit ook een electrisch aangedreven vijzel							
						gemaal Caners (nr.21) bezit naast een schroefcentrifugaalpomp ook nog een open schroefpomp							

Overzicht: indicatie perioden van toepassing van typen installaties.

(Het tijdsoverzicht heeft betrekking op de toepassing van installatietypen bij nieuw te bouwen gemalen en zegt dus niets over het nog steeds voorkomen of in gebruik zijn van bepaalde typen!)



BIJLAGE D: Voorbeeld inventarisatiebeschrijving.

(als voorbeeld van de wijze van opname worden in deze bijlage 2 van de 30 bezochte gemalen beschreven)

Gemaal 'mr.P.A.Pijnacker-Hordijk'.

Bezoek.

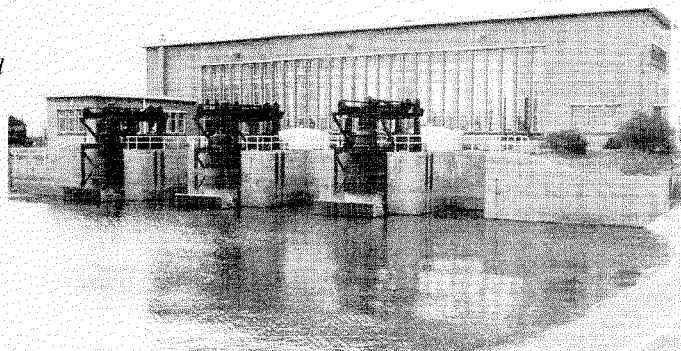
adres: *Schielands Hoge Zeedijk*
xxxx xx Gouda
tel.xxxx-xxxxxx

eigenaar: *Hoogheemraadschap Rijnland*
adres ...
tel.xxx-xxxxxxx

contactpersoon: *dhr.X*
functie ...
tel.xxx-xxxxxxx

bezoek: *dhr.X*
functie ...

bezoekdatum: *wo 08-03-1995*



Algemeen.

bouwjaar: [1935]

bemalingsgebied: [xxx]

gebouwtype: [*grote machinehal waarin de motoren staan opgesteld, de pompen in de kelder direct onder de hal*]

bouwstijl: [*zakelijk, functioneel*]

ontwerp: [xxx]

bijzonderheden: [*inmaalinstallatie*]

complex: [xxx]

extra kwaliteit: [-]

Techniek.

werktuigen	<u>opvoering:</u>	<u>aandrijving:</u>
oorspronkelijk:	[<i>centrifugaalpomp</i>]	[<i>dieselmotor</i>]
fabrikant:	[<i>Werkspoor</i>]	[<i>Werkspoor</i>]
bouwjaar:	[1935]	[1935]
aantal:	[3]	[3]
tegenwoordig:	[<i>ongewijzigd</i>]	[<i>ongewijzigd</i>]
fabrikant:	[<i>ongewijzigd</i>]	[<i>ongewijzigd</i>]
bouwjaar:	[-]	[-]
aantal:	[<i>ongewijzigd</i>]	[<i>ongewijzigd</i>]

ontwikkeling: [1950 *aanbrengen van een inmaalinstallatie buiten het gemaal die bestaat uit 3 schroefpompen, aangedreven door 3 verticale electromotoren*]

[1995 *huidige situatie: installatie is in oorspronkelijke, ongewijzigde staat*]

Beschrijving en indicatieve waardering.

Opvoerwerktuig.

- aanwezig zijn drie oorspronkelijke centrifugaalpomp, fabrikaat Werkspoor, uit 1935
- de pompen worden middels tandwielkasten, vertraging 1:4, aangedreven en zijn op een niveau hoger opgesteld dan de motoren
- voordeel van de lage plaatsing is dat de pompen zonder tussenkomst van een vacuumpomp in werking kunnen worden gesteld
- de capaciteit van een enkele pomp bedraagt 700 m³/min; het gemaal beschikt dus over een totaalcapaciteit van 2100m³/min, bij een opvoerhoogte van circa 2,15 meter
- de slakkehuizen zijn in beton uitgevoerd

Indicatieve waarde: de pompen zijn in oorspronkelijke staat en zijn vroege voorbeelden van een horizontale plaatsing; de capaciteit van de pompen was voor die tijd zeer groot

Aandrijfwerktuig.

- aanwezig zijn 3 oorspronkelijke zes-cilinder dieselmotoren, fabrikaat Werkspoor, uit 1935
- het vermogen van een enkele motor bedraagt 460 pk

Indicatieve waarde: de motoren zijn in oorspronkelijke staat maar vertegenwoordigen waarschijnlijk geen bijzondere waarde

Installatie.

- bijzonder is de in 1950 aangebrachte inhaalinstallatie; deze bestaat uit drie "grote stofzuigers" die met behulp van 3, verticaal geplaatste, electromotoren gezamenlijk 1500m³/min kunnen inhalen in tijden van droogte
- type installatie; hoge opstelling van de motoren (bij dieselmotoren altijd horizontaal geplaatst), lage opstelling van de pompen (horizontaal geplaatst), haakse overbrenging van tandwielkast naar verticale aandrijfas
- tandwielkasten; betekenisvol voor latere toepassingen is dat voor het eerst de aandrijving van de pompen door middel van conische tandwielen werd toegepast (althans voor deze vermogens en snelheidsverhoudingen)

Indicatieve waarde: de installatie is in oorspronkelijke staat; met voorzichtigheid kan gesteld worden dat de pompinstallatie van het gemaal het prototype is geworden van alle grote centrifugaaldieselmotorgemalen, toegevoegde waarde van de inhaalinstallatie

Gebouw.

- het langgerekte, in zakelijke stijl opgetrokken, gebouw uit 1935 is gaaf gebleven met enige wijzigingen aan de uitlaatzijde agv de inhaalinstallatie
- het gebouw bestaat uit twee lagen: een bijzonder fraaie, hoge machinehal over praktisch de gehele lengte van het gebouw en een kelder waarin de pompen zich bevinden

- het glasrijke gevelgedeelte van de machinehal correspondeert met de opstelling van de machinerie; in het gesloten gevelgedeelte bevinden zich de dienst- en vergaderruimtes
- kwaliteit interieur: tegelvloer, fraaie lichtinval/ruimtelijkheid machinehal, overzicht hal vanuit vergader ruimte op de tussenverdieping
- kwaliteit exterieur: sterke verticale geleding als tegengewicht langwerpige gebouw, poldergevel wordt nog eens in vier traveen verdeeld door drie schoorstenen, overstek plat dak, detail; variatie metselwerk in liggend/staand werk
- de werkplaats is niet oorspronkelijk en later aangebouwd (1950?)

Indicatieve waarde: het gebouw is in gave maar niet geheel oorspronkelijke staat; alhoewel sober is het gebouw zorgvuldig ontworpen en bezit het architectonische kwaliteit

Situering.

- sluis als toegang tot de Hollandse IJssel

Indicatieve waarde: de situatie is oorspronkelijk als situatie in 1935 geschapen, vanaf polderzijde een duidelijke visuele aanwezigheid van het gemaal door de recht aanlopende brede watergang

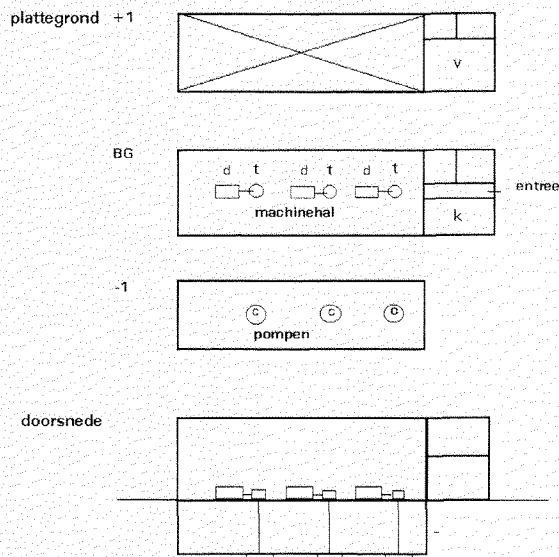
Complex.

- geen dienstwoning
- geen loodsen/schuren
- sluis
- inmaalininstallatie

Indicatie: het complex is niet geheel oorspronkelijk maar wel compleet; enkel bijzonder vanwege inmaalininstallatie

Plattegrond/doorsnede.

d = dieselmotor
c = centrifugaalpomp
t = tandwielkast
k = kantoor
v = vergaderruimte



Gemaal 'Langerak'.

Bezoek.

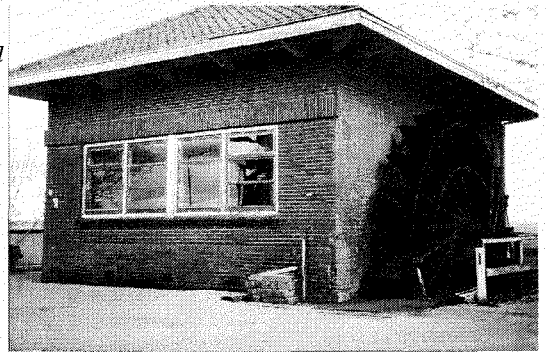
adres: *Nieuwpoortseweg 3b*
2967 LB Langerak (gem.Liesveld)
geen telefoon

eigenaar: *voorheen: Hoogheemraadschap Alblasserwaard*
tegenwoordig: gemeente Liesveld
adres ...
tel.xxx-xxxxxxx

contactpersoon: *dhr.X*
functie: beleidsmedewerker gemeente Liesveld
tel.xxx-xxxxxxx

bezoek: *dhr.X*
functie: ambtenaar gemeentewerken

bezoekdatum: *wo 19-04-1995*



Algemeen.

bouwjaar: [1939]

bemalingsgebied: [*polder Langerak*]

gebouwtype: [*machinehuis met aandrijfinstallatie en scheprad buiten, onoverkapt*]

bouwstijl: [*traditioneel, functioneel*]

ontwerp: [xxx]

bijzonderheden: [*gemaal als vervanging van een van de drie molens die de polder Langerak bemaalden*]
[*in de jaren tachtig buiten bedrijf gesteld agv taakovername nieuw vijzelgemaal*]
[*oorspronkelijke bouwtekeningen aanwezig*]

complex: [*machinistenwoning, schepradmolen, automatisch vijzelgemaal*]

extra kwaliteit: [*als waarschijnlijk laatst gebouwde schepradgemaal in NL*]
[*de oorspronkelijke en zeldzame combinatie van dieselmotor en scheprad*]
[*de ligging in landelijk (natuur)gebied met in directe nabijheid de Westermolen en een nieuw automatisch vijzelgemaal; een zichtbare ontwikkeling ...*]

Techniek.

werktuigen	<u>opvoering:</u>	<u>aandrijving:</u>
oorspronkelijk:	[<i>scheprad</i>]	[<i>dieselmotor</i>]
fabrikant:	[xxx]	[<i>Crossley</i>]
bouwjaar:	[xxx]	[xxx]
aantal:	[1]	[1]
tegenwoordig:	[<i>ongewijzigd</i>]	[<i>ongewijzigd</i>]
fabrikant:	[<i>ongewijzigd</i>]	[<i>ongewijzigd</i>]
bouwjaar:	[-]	[-]
aantal:	[<i>ongewijzigd</i>]	[<i>ongewijzigd</i>]

ontwikkeling: [1995 huidige situatie: de installatie is in oorspronkelijke, ongewijzigde staat]

Beschrijving en indicatieve waardering.

Opvoerwerktuig.

- aanwezig is een scheprad afkomstig van de voormalige Oostmolen
- het scheprad is ten tijde van de bouw van het gemaal vergroot om een capaciteit van circa 90-100 m³/min te verkrijgen
- het rad is geheel in ijzer uitgevoerd
- er is zoals gebruikelijk sprake van een grote diameter maar een geringe breedte (ca.50/60cm)

Indicatieve waarde: het scheprad is oorspronkelijk, weliswaar hergebouwd maar uniek als vermoedelijk laatst toegepast scheprad bij een nieuw te bouwen gemaal in Nederland

Aandrijfwerktuig.

- aanwezig is een een-cylinder dieselmotor, fabrikaat Crossley, uit 1939
- de motor is van het type HDE11 en is horizontaal opgesteld (liggende zuiger)
- het vermogen bedraagt ongeveer 60 PK bij een toerental van 270 omw/min

Indicatieve waarde: de motor is in oorspronkelijke staat; de Engelse Crossley-motoren zijn relatief zeldzaam

Installatie.

- de overbrenging van motor naar scheprad geschiedt door middel van een drijfband die met behulp van een spanwiel op spanning wordt gehouden; het bandwiel drijft op zijn beurt met een klein rondsel, een groot visgraattandwiel aan die op zijn beurt gekoppeld is aan het scheprad buiten
- deze overbrenging zorgt tevens voor de nodige vertraging van de omwentelingssnelheid
- een grote persluchtank zorgt voor het kunnen opstarten van de motor

Indicatieve waarde: de installatie is in oorspronkelijke en complete staat; als combinatie van dieselmotor en scheprad zeer bijzonder en, voor zover bekend op dit moment, uniek in NL

Gebouw.

- het gebouw bestaat uit een enkele vierkante ruimte waarvan een entreeportaalje en een machinistenhokje is afgescheiden
- het is volledig opgetrokken in metselwerk en heeft een houten kap
- de stijl is sober, zonder versiering en verbijzondering
- kwaliteit interieur: open kap, stalen hijsbint, geen sprake van afwerking; volledig kaal, alle wanden afgesmeerd, kast en gootsteen aanwezig in machinistenhok
- kwaliteit exterieur: zorgvuldig metselwerk, steen/latei-band rondom gehele gebouw, in de oostgevel bevindt zich nog een origineel stalen raam (zonder kozijn), de andere ramen zijn waarschijnlijk vervangen door (grote) houten exemplaren, groot overstek gootconstructie, horizontale raamindeling; typerend voor de bouwtijd

Indicatieve waarde: het gebouw is in ongewijzigde, oorspronkelijke staat; een representatief voorbeeld van een utilitair vormgegeven gebouw zoals vele gemalen zijn gerealiseerd

Situering.

- het gemaal maakt deel uit van een bijzondere situatie waarin drie generaties van bemalingstechniek naast elkaar te vinden zijn
- ter plaatse bevonden zich oorspronkelijk drie molens waarvan de Westermolen nu nog als enige rest en een markant herkenningspunt vormt in de omgeving; de Oostmolen is in 1939 afgebroken en is vervangen door het huidige dieselmemaal, in 1940 is de derde molen, de achtkante Broekmolen, volledig afgebrand
- de waterlopen zijn grotendeels oorspronkelijk als ten tijde van de windbemaling en bevinden zich in een natuurgebied
- de visuele herkenbaarheid van het gemaal is gering door het anonieme lage gebouw dat door een boom grotendeels aan het zicht onttrokken wordt

Indicatieve waarde: de historische ruimte is gaaf, bijzonder en zeer herkenbaar; visueel speelt het gemaal hierin echter een minder betekenisvolle rol

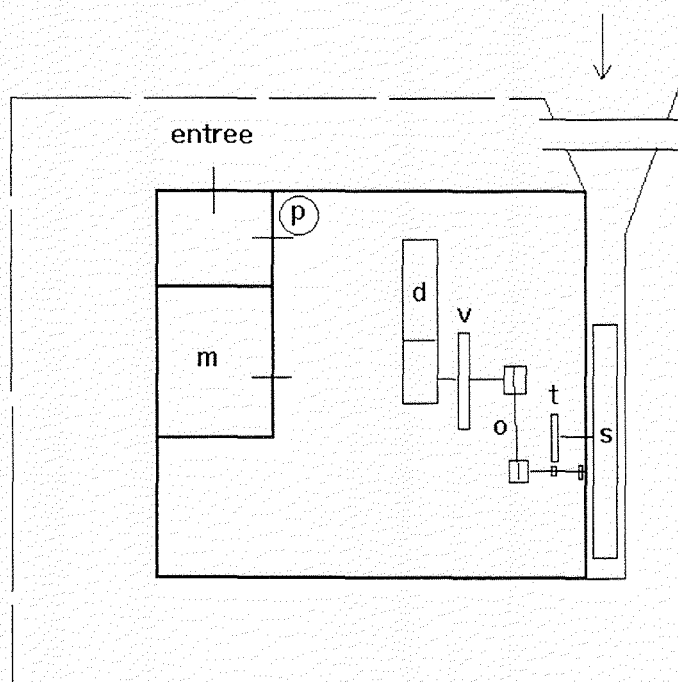
Complex.

- het complex laat drie generaties bemalingstechniek bij elkaar zien
- het gemaal maakt gebruik van de molengang van de voormalige Oostmolen
- het complex omvat:
 - * een gave wipmolen met scheprad en bijbehorende schuur
 - * het diesel-schepradgemaal uit 1939
 - * een dienstwoning uit 1953 met bijbehorende schuur
 - * een automatisch vijzelgemaal (cap. 110m³/min)

Indicatie: het complex is in oorspronkelijke en meer dan complete staat: daarbij zeer waardevol door de zichtbare bemalingstechnische ontwikkeling

Plattegrond.

d = dieselmotor
 s = scheprad
 v = vlieg wiel
 t = tandwieloverbrenging
 p = perslucht
 m = machinistenruimte



LITERATUURLIJST

Bescherming waterstaatkundige monumenten in Noord-Holland.

Provinciaal bestuur van Noord-Holland, Haarlem, 1989

Besten, den J.

'Theorie wateropvoerwerktuigen in windmolens.' Loenen a/d Vecht, 1972

Bongaerts, M./Gelinck, W./Vlissingen v., J.P.

'Electrische bemaling van de Dongepolder.' 1903

Broeders, P.W.A. e.a.

'Gemalen in de Lopikerwaard.' Stichting Bedrijfsmonumenten Midden-Holland, Lopik 1986

Bronsmotoren 1907-1957

'Volle kracht vooruit.' Wormerveer, 1957

Bouwman, H.

'Water, ons een zorg.' uit Histechicon, dec 1990

Bouwman/Hobo/v.Vliet/v.d.Wereld

'Verkaveld door de sloten.' Waterschap De Oude Veenen, 1989

Cools, R.H.A.

'Strijd om den grond in het lage Nederland.' Nijgh&Van Ditmar NV, R'dam/Den Haag, 1948

Crossley

'Complete polderbemaalings-installaties.' Den Haag

Dibbets, H.A.M.C.

'Nederland Waterland.'

Dijk v., T.

'Het vijzelstoomgemaal te Winschoten.' uit Industriële Archeologie nr.15, 1985

Edelman, T.

'Historische geografie nederlandse kuststreek.' publikatie van Rijkswaterstaat, Den Haag, 1974

Fockema Andreae, S.J.

'Het hoogheemraadschap van Rijnland; zijn recht en zijn bestuur...' Leiden, 1934

Gevers v. Endegeest

Droogmaking Haarlemmermeer. 1843

Groen K., Schmeink T.

'Waterschappen in Nederland.' Baarn, 1981

Houdt, van L.

'Zuidplas 150 jaar droog.' publikatie van Hoogheemraadschap Schieland, Rotterdam, 1990

'Gemaal Abraham Kroes; en de automatisering van het waterbeheer in Schieland.' uitgave van Hoogheemraadschap van Schieland, okt 1991

Huet, A.

'Stoombemaling van polders en boezems.' 1885

Kappelhof, A.C.M.

'De Cruquius; een fossiele mammoet.' uit Industriële Archeologie nr.40, 1991

Kramer, W.

'Het stoomgemaal te Halfweg.' uit Monumenten nr.1, 1983

Linden v.d., H.

'De Cope. Bijdrage tot de rechtsgeschiedenis van de...' Assen, 1956

Monhemius, L.

'Vijf eeuwen polderbemaling, ...' uit ... , 1967

Nijhof, P.

'Gemalen in Nederland.' Uitgeverij Duo/Duo, R'dam, 1993

'5 jaar De Nederlandse Gemalenstichting.' uitgave van de Nederlandse Gemalenstichting, 1992

Ottevanger, G. e.a.

'Molens, gemalen en andere waterstaatkundige elementen in Midden-Delfland.'

Provinciale Waterstaat Zuid-Holland, Den Haag, okt 1985

Pols, van der K.

'De ontwikkeling van het wateropvoerwerktuig in Nederland.' Bataafsch Genootschap der Proefondervindelijke Wijsbegeerte, Delftse Universitaire Pers, 1984

Schultz, E.

'De Nederlandse droogmakerijen.' Rijksdienst voor de IJsselmeerpolder, Lelystad, 1983

Segeren, W.A./Schultz, E.

'Polders, verleden, heden en toekomst. 50 jaar stichting 'De Cruquius' .' KIUI, Den Haag, 1984

Schultz, E. e.a.

Studiedag 'Oude Gemalen', Den Haag, 1986

Simons, G./Greve, A.

'Verhandelingen over de stoombemaling van polders en droogmakerijen.' Verhandelingen v/h Bataafs Genootschap. R'dam, 1844

Sipman, A.

'Hellend scheprad: geschiedenis en bouw.' Zutphen, 1977

Stolk, J./Bianchi, L.W.P.

'Pomptechnologie.' Culemborg, 1991

Stoomgemalen Nota

Rijksdienst voor de Monumentenzorg, 1981

Stork

'120 jaar industriële dynamiek.' Utrecht, 1989

Stork

'Tachtig jaar Stork.' Hengelo. 1948

Teixeira de Mattos, L.F.

'Waterkeringen, waterschappen en polders van Zuid-Holland.' Den Haag, 1908

Ven, v.d.G.P.

'Leefbaar laagland.' ICID/KIVI, nov 1993

Werkspoor

gedenkboek Werkspoor 125 jaar, Amsterdam, 1952

BRONVERMELDING ILLUSTRATIES

- Hoofdstuk 1.** 1: foto's Tak Architectenbureau b.v.
2: foto's Tak Architectenbureau b.v.
3: foto Tak Architectenbureau b.v.
- Hoofdstuk 2.** 4: tekening Tak Architectenbureau b.v.
5: diagram uit 'Leefbaar Laagland.'
6: foto uit 'Leefbaar Laagland.'
7: tekening Tak Architectenbureau b.v.
8: bewerkte tekening naar afbeelding uit 'Waterschappen in NL.'
9: tekening uit 'Pomptechnologie.'
10: bewerkte tekening naar afbeelding uit 'Tachtig jaar Stork.'
11: foto uit 'Molens, gemalen...Midden-Delfland.'
12: tekening Tak Architectenbureau b.v.
13: tekening uit 'Molens, gemalen...Midden-Delfland.'
*oorspronkelijke titel: rekonstruktie Vlietmolen als stoomgemaal 1904
14: foto uit 'Molens, gemalen...Midden-Delfland.'
15: foto Tak Architectenbureau b.v./ foto uit 'Gemalen.'
- Hoofdstuk 3.** 16: tekening Tak Architectenbureau b.v.
17: diagram TAUW Infra Consult b.v.
18: diagram TAUW Infra Consult b.v.
19: bewerkte tekening naar afbeelding uit 'Theorie...windmolens.'
20: bewerkte tekening naar afbeelding uit 'Theorie...windmolens.'
21: bewerkte tekening naar afbeelding uit 'Theorie...windmolens.'
22: foto Nederlandse Gemalen Stichting
*opmerking: afgebeelde scheprad is van het stoomgemaal te Putten
23: foto Nederlandse Gemalen Stichting
24: tekening Tak Architectenbureau b.v.
25: foto uit 'Waterschappen in NL.'
26: foto machinefabriek Spaans
27: tekening uit 'Bescherming... Noord-Holland.'
28: tekening Tak Architectenbureau b.v.
29: bewerkte tekening naar afbeelding uit 'Pomptechnologie.'
30: tekening uit 'Wateropvoerwerktuigen in NL.'
31: tekening Tak Architectenbureau b.v.
32: foto uit 'Gemalen in de Lopikerwaard.'
33: tekening uit 'Gemalen in de Lopikerwaard.'
*opmerking: afbeelding betreft voormalig stoomgemaal van de polder Batuwe
34: tekening uit 'Pomptechnologie.'
35: tekening uit 'Werkspoor 1827-1952.'
36: tekening TAUW Infra Consult b.v.
37: tekening uit 'Tachtig jaar Stork.'
38: tekening uit 'Pomptechnologie.'
- Hoofdstuk 4.** 39: tekening uit 'Bescherming... Noord-Holland.'
tekening uit 'Gemalen in de Lopikerwaard.'

tekening TAUW Infra Consult b.v.

- 40: afbeelding uit '120 jaar industriële techniek.' Stork
- 41: tekening uit 'Molens, gemalen...Midden-Delfland.'
- 42: foto Stichting Oude Stoomgemaal Mastenbroek
- 43: foto Waterschap Friesland
- 44: foto Nederlandse Gemalen Stichting
- 45: tekening Tak Architectenbureau b.v.
- 46: tekening Tak Architectenbureau b.v.
- 47: tekening Tak Architectenbureau b.v.
- 48: tekening Tak Architectenbureau b.v.
- 49: foto uit 'Crossley; complete polderbemaalingsinstallaties.'
- 50: tekening uit 'Bescherming... Noord-Holland.'
- 51: foto Nederlandse Gemalen Stichting
- 52: foto uit 'Molens, gemalen...Midden-Delfland.'
- 53: afbeelding uit 'Bronsmotoren 1907-1957.'
- 54: afbeelding uit 'Gemalen in de Lopikerwaard.'
- 55: afbeelding uit 'Crossley; complete polderbemaalingsinstallaties.'
- 56: foto uit 'Gemaal Abraham Kroes; en de...'
- 57: foto Tak Architectenbureau b.v.

Hoofdstuk 5.

- 58: foto Stichting Oude Stoomgemaal Mastenbroek
- 59: foto Tak Architectenbureau b.v.
- 60: foto Nederlandse Gemalen Stichting
- 61: foto Tak Architectenbureau b.v.
- 62: foto Tak Architectenbureau b.v.
- 63: foto Tak Architectenbureau b.v.
- 64: foto Tak Architectenbureau b.v.
- 65: tekening uit 'Bescherming... Noord-Holland.'
- 66: foto Tak Architectenbureau b.v.
- 67: foto Stichting Beheer Dieselgemaal Overdie-Achtermeer 'J.J.Schilstra'
- 68: tekening Tak Architectenbureau b.v.
- 69: foto Tak Architectenbureau b.v.
- 70: foto Tak Architectenbureau b.v.
- 71: foto uit 'Gemaal Abraham Kroes; en de...'
- 72: foto Tak Architectenbureau b.v.
- 73: foto Tak Architectenbureau b.v.
- 74: foto Tak Architectenbureau b.v.
- 75: foto's Tak Architectenbureau b.v.

Hoofdstuk 6.

- 76: foto Tak Architectenbureau b.v. (afgebeeld: schepradgemaal aan het Merwedekanaal)
- 77: foto Tak Architectenbureau b.v.

Bijlage A.

- overzicht: Tak Architectenbureau b.v.

Bijlage B.

- overzicht: Tak Architectenbureau b.v.

Bijlage C.

- overzicht: Tak Architectenbureau b.v.

Bijlage D.

- foto gemaal 'Mr.P.A.Pijnacker-Hordijk': Hoogheemraadschap Rijnland
- foto gemaal 'Langerak': Tak Architectenbureau b.v.
- tekeningen Tak Architectenbureau b.v.