

Olie- en gasbehandeling

- ▶ Samenstelling putproductie
- ▶ Kwaliteitseisen bij aflevering
- ▶ Hydraatvorming en -bestrijding

Behandelingsprocessen

- ▶ Het oliebehandelingsproces
- ▶ Het gasbehandelingsproces

Oliebehandelingsinstallatie

- ▶ Meetstations
- ▶ Emulsieverwerkingsinstallatie (EVI)
- ▶ Wastanks
- ▶ Separator

Gasbehandelingsinstallatie

- ▶ Koeling
- ▶ Koeling door expansie
- ▶ Absorptie en koeling
- ▶ Het koelsysteem
- ▶ Adsorptie

Samenvatting olie- en gasbehandeling

In de voorgaande modules hebben wij gezien hoe aardolie en aardgas in de reservoirs kunnen worden bereikt en hoe deze producten naar de oppervlakte worden gebracht. Aardolie en aardgas komen samen met andere producten naar boven en zijn dan nog niet geschikt voor aflevering.

Aardolie wordt afgeleverd aan de raffinaderijen van Shell en Esso te Pernis en wordt gebruikt als grondstof voor olieproducten. De raffinaderijen stellen kwaliteitseisen aan de aardolie ter bescherming van hun installaties.

Aardgas wordt geleverd aan de Gasunie, die op haar beurt het gas levert aan de afnemers. Aardgas wordt vervoerd door pijpleidingsystemen. De Gasunie stelt kwaliteitseisen aan het geleverde aardgas. Ten eerste ter bescherming van haar pijpleidingsystemen en ten tweede om te voldoen aan de eisen van haar klanten, die gericht zijn op schone en volledige verbranding.

Zowel de geproduceerde aardolie als het geproduceerde aardgas moet worden ontdaan van zijn bijproducten om te voldoen aan de kwaliteitseisen. Sommige van deze bijproducten hebben economische waarde en worden op hun beurt behandeld ten einde deze geschikt te maken voor verkoop. Andere bijproducten zijn afvalproducten en hebben behandeling nodig om te kunnen worden afgevoerd.

Deze module gaat in op de behandeling van aardolie en aardgas, die nodig is om aan de kwaliteitseisen van de afnemers te voldoen.

Aardgas

Aardgas wordt gewonnen uit reservoirs, die zich in alle regio's bevinden. Het hoofdbestanddeel van aardgas is methaan (CH₄). Naast methaan komen er in aardgas nog andere stoffen voor, zoals:

- - andere koolwaterstoffen (bijvoorbeeld ethaan, propaan en butaan).
- - stikstof.
- - kooldioxide.
- - zwavelverbindingen, zoals mercaptanen en zwavelwaterstof (H₂S).
- - water.

De samenstelling van het aardgas is afhankelijk van de plaats, waar het wordt geproduceerd, en kan nogal variëren.

De kwaliteit van aardgas is **rijker**, als de **verbrandingswaarde** hoger is. Als er dus veel stikstof of kooldioxide in het gas aanwezig is, is de verbrandingswaarde laag. Als het gas naast methaan ook veel ethaan en/of propaan bevat, is de verbrandingswaarde hoog. Door de verschillende samenstellingen in de verschillende velden is de verbrandingswaarde ook verschillend.

Gas met een lage verbrandingswaarde noemt men **laag-calorisch**, gas met een hoge verbrandingswaarde noemt men **hoog-calorisch** en gas van Groningen-kwaliteit noemt men **G-gas**. Hoog- en laagcalorisch gas wordt in Nederland vaak gebruikt met als referentie Groningergas.

Aardgas, dat veel van deze zwavelverbindingen bevat, noemt men "**zuur gas**", en aardgas, dat weinig zwavelverbindingen bevat, noemt men "**zoet gas**".

Zwavelwaterstof en mercaptanen zijn hoogst corrosieve verbindingen.

Tot voor kort werd gas met een hoog gehalte aan zwavelverbindingen voor een groot gedeelte geëxporteerd naar Duitsland, omdat NAM niet in staat was dit gas te ontzwellen en op specificatie van de Gasunie te brengen. Met het gereedkomen van de ontzwellingsinstallatie te Emmen kon dit gas worden behandeld en geschikt worden gemaakt voor levering aan de Gasunie.

Bij de winning van aardgas worden een aantal andere stoffen meegeproduceerd, die op de behandelingsinstallaties uit het gas worden verwijderd. Deze stoffen zijn:

Vrij water

Vrij water veroorzaakt problemen, omdat:

- het samen met stoffen in het gas (kooldioxide en zwavelwaterstof) agressieve en corrosieve producten vormt.
- het (door hydraat- en/of ijsvorming) verstoppingen in de transportleidingen en installaties kan veroorzaken.

Waterdamp

Deze stoffen komen in het gas, omdat het gas in de formatie in contact staat met water.

De waterdamp kan in de loop van het proces op de behandelingsinstallatie of tijdens het transport condenseren. Daarom moet ook de waterdamp gedeeltelijk worden verwijderd.

Condensaatdampen

Aardgas bevat ook hogere koolwaterstoffen, die bij lagere temperaturen en/ of drukken vloeibaar zijn, de zogenaamde condensaatdampen.

De condensaatdampen kunnen in de loop van het behandelingsproces of tijdens het transport vloeibaar worden. Daarom moeten ook deze dampen gedeeltelijk worden verwijderd.

Condensaat

Dit zijn vloeibare koolwaterstoffen, die uit aardgas kunnen worden gewonnen. Deze worden afzonderlijk van het gas behandeld en aan andere (dan Gasunie) afnemers geleverd.

Vloeistoffen kunnen het transport van gas in leidingen bemoeilijken, doordat deze grotere drukvallen veroorzaken en gevaarlijk zijn voor gascompressoren.

Zand

Zand veroorzaakt slijtage, obstructie en bij grotere hoeveelheden verstoppingen.

Aardolie

De afnemers van de door NAM geproduceerde aardolie zijn de raffinaderijen van Shell Pernis en Esso Botlek.

De afnemers stellen eisen aan de kwaliteit van de aardolie bij aflevering, ter bescherming van hun verwerkingsinstallaties. Deze kwaliteitseisen zijn genoemd in het leveringscontract, dat NAM met de raffinaderijen heeft, en houden onder meer in, dat:

- het afgeleverde produkt minder dan 1 % water mag bevatten.
- het afgeleverde produkt minder dan 75 ppm zout mag bevatten.
- het afgeleverde produkt slechts een geringe hoeveelheid gas mag bevatten.
- het afgeleverde produkt slechts een zeer geringe hoeveelheid vaste deeltjes boven een bepaalde grootte mag bevatten.

Er is dus nogal wat verschil tussen het mengsel, dat uit de putten komt, en de aardolie, die uiteindelijk kan worden verkocht. Dit houdt in, dat er installaties nodig zijn om het geproduceerde mengsel te behandelen.

Het condensaat, dat uit aardgas wordt gewonnen, wordt gedeeltelijk opgemengd met de aardolie en zo aan de raffinaderijen geleverd.

Zo kunnen dus ook de verontreinigingen in het condensaat van invloed zijn op de kwaliteit van de geleverde aardolie.

Aardgas

Al het door NAM geproduceerde aardgas wordt aan de Gasunie afgeleverd. Daarnaast wordt door de Gasunie ook al het aardgas ingekocht, dat door andere oliemaatschappijen in Nederland wordt geproduceerd.

Het gas wordt door de Gasunie doorverkocht aan grootverbruikers, zoals elektriciteitscentrales, fabrieken en buitenlandse afnemers. Ook wordt een groot gedeelte verkocht aan gasdistributiebedrijven, die het op hun beurt doorverkopen aan de consument. Al het gas wordt per pijpleiding getransporteerd. Daartoe beschikt de Gasunie over een uitgebreid pijpleidingtransportnet met aansluitingen voor overslag en meting van geproduceerd gas.

De Gasunie stelt kwaliteitseisen aan het gas, dat door haar wordt ingekocht. Deze eisen dienen om:

- de stoffen, die de kwaliteit van het pijpleidingnet aantasten, te weren.
- zeker te stellen, dat het gas de voor verbranding benodigde kwaliteit heeft.

De voornaamste kwaliteitseisen hebben betrekking op:

1. vrij water en waterdamp in het gas.
2. vrij condensaat en condensaatdampen in het gas.
3. het CO₂-gehalte van het gas.
4. het H₂S-gehalte van het gas.
5. vaste deeltjes in het gas.

De redenen tot die kwaliteitseisen zijn:

- Water is in menging met bepaalde stoffen in het gas corrosief en tast het leidingnet inwendig aan. Waterdamp condenseert, als de temperatuur lager wordt, tot vrij water. Vrij water neemt ruimte in beslag en vermindert daardoor de transportcapaciteit van de leiding.
- Condensaatdamp condenseert bij temperatuurverlaging en vrij condensaat vermindert de transportcapaciteit.
- CO_2 is met water of waterdamp corrosief en tast de leidingen aan.
- H_2S is met water of waterdamp corrosief en tast de leidingen aan. Bovendien vormt H_2S bij verbranding SO_2 en bevordert dus zure regen, die een bedreiging vormt voor het milieu.
- Vaste deeltjes in het gas veroorzaken erosie van de inwendige delen van het transportleidingnet, waarmee deze in aanraking komen.

Hydraatvorming

Wanneer water en gas onder druk worden gemengd, treedt boven het vriespunt van water een natuurkundig verschijnsel op, waarbij hydraten ontstaan. dit verschijnsel gaat gepaard met een vergroting van het volume: uit 1 m³ water en gas wordt een veel groter volume hydraten gevormd.

Deze harde, op sneeuw lijkende substantie veroorzaakt grote problemen in het productieproces en de pijpleidingen. Zo kunnen afsluiters gaan vastzitten en raken pijpleidingen geheel of gedeeltelijk geblokkeerd met als gevolg, dat produktieverlizen optreden. De hydraten kunnen slechts met veel moeite en tijdverlies weer worden verwijderd.

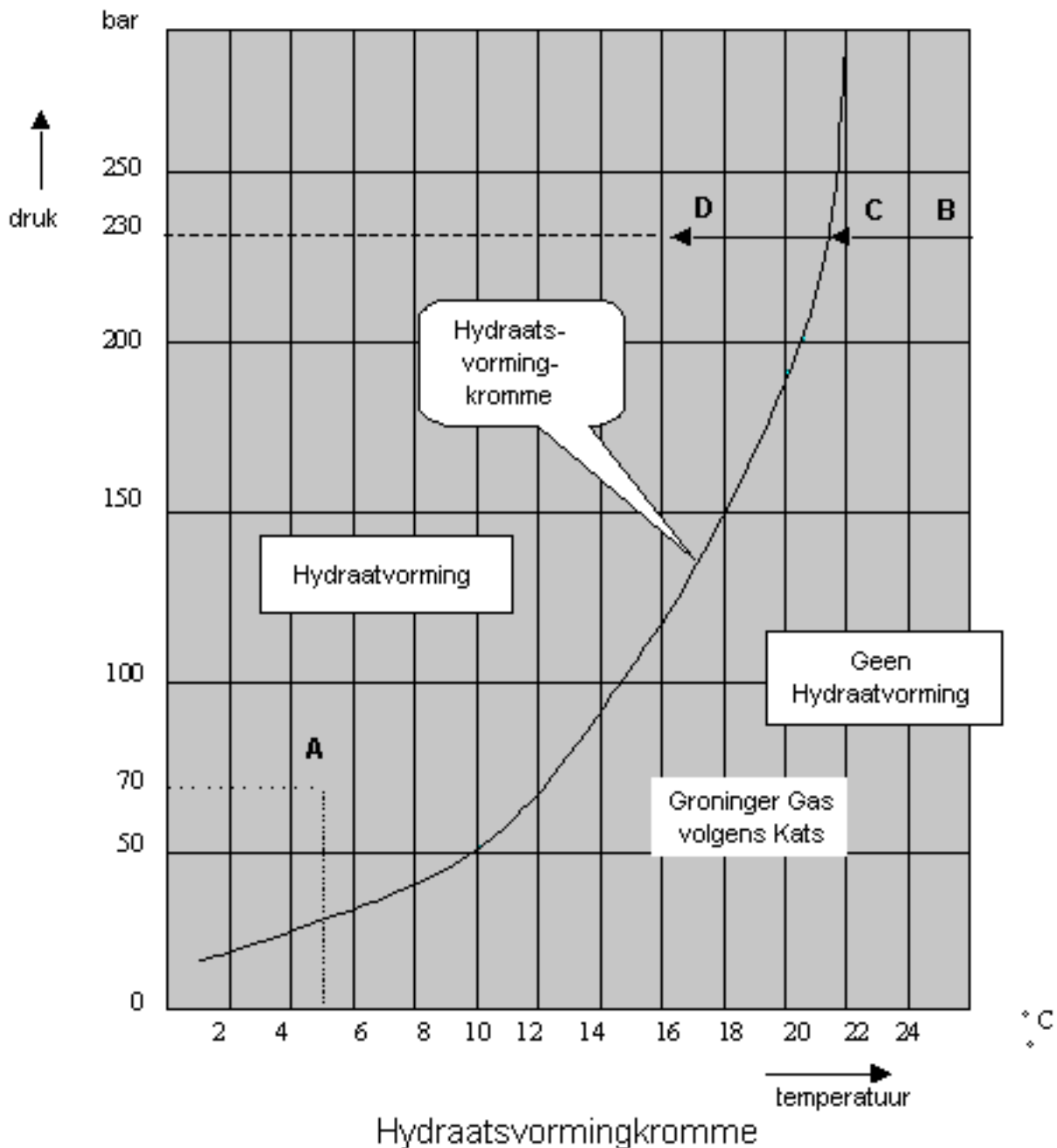
Hydraatvorming is afhankelijk van de navolgende factoren:

- Aanwezigheid van vrij water
- Druk
- Temperatuur
- Soortelijke massa van het aardgas. Bij dezelfde druk zal aardgas met een hogere soortelijke massa reeds bij een hogere temperatuur hydraten vormen

De aanwezigheid van vrij water is de eerste voorwaarde voor de vorming van hydraten. Daarnaast moeten de temperatuur en druk gunstig zijn, opdat hydraten kunnen ontstaan.

Principes van hydraatvorming en -bestrijding

De technieken, die worden gebruikt om **hydraten** te bestrijden of te voorkomen, kunnen wij het beste begrijpen aan de hand van onderstaande grafiek. Deze geeft de hydraatvormingskromme van het Groningergas.



Hydraatsvorming-kromme

- Het gebied links van de kromme lijn geeft aan, bij welke druk en temperatuur hydraten in het aardgas voorkomen. Wanneer bijvoorbeeld in de pijpleiding een druk heerst van 70 bar bij een gastemperatuur van 5°C, zullen hydraten kunnen worden gevormd (punt A), indien vrij water aanwezig is.
- Het gebied rechts van de kromme lijn is het veilige gebied: bij die temperaturen en overeenkomende drukken worden geen hydraten gevormd. Het aardgas bij de well head heeft een druk van bijvoorbeeld 230 bar en een temperatuur van 80°C. Dit punt ligt zo ver rechts van de curve in het veilige gebied, dat het zelfs niet op de grafiek voorkomt.

Wanneer wij veronderstellen, dat het ruwe aardgas direct van de well head in een pijpleiding over de zeebodem zou worden geleid, zal de gastemperatuur dalen. In de grafiek is deze temperatuurdaling bij constante druk aangegeven door een horizontale lijn B-C-D. Bij punt C snijdt deze lijn de hydraatvormingscurve. De temperatuur bij punt C ligt op ongeveer 21,5 °C. Bij een lagere temperatuur ontstaan in de pijpleiding hydraten.

Uit de grafiek blijkt, dat wij hydraatvorming bij punt C kunnen tegengaan door:

1. de temperatuur van het gas te verhogen en/of
2. de druk te verlagen.
3. verlaging van het hydraatvormingspunt van het water/gasmengsel.

In alle gevallen verschuift de toestand van het gas naar het veilige gebied rechts van de curve. Het effect van het gebruik van chemicaliën, zoals methanol, is, dat hydraten niet bij een druk van 230 bar en een temperatuur van circa 21,5 °C worden gevormd, maar bij een lagere temperatuur. Wij veranderen dus niet de toestand van het gas, maar verschuiven als het ware de hydraatvormingskromme naar links.

Wij kunnen de hydraatvormingscurve van het aardgas ook naar links verschuiven door water en waterdamp uit het gas te verwijderen. Hierdoor is bij een druk van 230 bar en een temperatuur van 21,5 °C geen vrij water aanwezig en kunnen dus geen hydraten ontstaan. Dit principe wordt toegepast door:

4. het gas te drogen.

Er bestaan verschillende technieken voor gasdroging. Sommige van deze technieken worden ook gebruikt om de vorming van condensaat te voorkomen.

Technieken ter bestrijding van hydraten

De principes van de technieken, waarop het productieproces is gebaseerd, hebben o.a. tot doel het ontstaan van hydraten te voorkomen. Er bestaan echter veel overeenkomsten met principes, die worden gebruikt om reeds gevormde hydraten te verwijderen.

Voor de duidelijkheid zullen wij de beide groepen bespreken.

In principe worden hydraten met de navolgende methoden verwijderd:

- Injectie van methanol in een gedeeltelijk geblokkeerde pijpleiding.
- Verlaging van de druk.
- Verhoging van de omgevingstemperatuur door bijvoorbeeld verwarming met stoom.

Methanolinjectie

Methanol is geschikt voor de bestrijding van hydraten, die in de pijpleiding een prop vormen. De navolgende eigenschappen zijn hierbij belangrijk:

- Methanol verlaagt de temperatuur, waarbij hydraten worden gevormd.
- Een gedeelte van de methanol gaat over in de dampfase.

De geïnjecteerde methanol wordt door de gasstroom meegevoerd en smelt de vaste hydraatprop. Deze methode om hydraten te bestrijden is echter een dure operatie. Gasvormig methanol wordt door het aardgas meegevoerd en kan niet worden teruggewonnen. Bovendien zijn vaak grote hoeveelheden nodig om de hydraten te verwijderen. Dit gaat alleen op, als de hydraatprop de leiding niet geheel afsluit en er dus een gasflow mogelijk is.

Drukverlaging

Hydraten kunnen ook worden verwijderd door de pijpleiding aan weerszijden tegelijkertijd drukvrij te maken. De drukverlaging geeft de hydraten de gelegenheid enigszins te smelten. Indien de leiding slechts aan één zijde drukvrij zou worden gemaakt, zal de prop na gedeeltelijk te zijn gesmolten door het drukverschil met kracht worden weggeschoten. Hierdoor kunnen installaties ernstig worden beschadigd.

Verwarmen

Door plaatselijke uitwendige verwarming zullen hydraten smelten. Deze methode is echter alleen mogelijk bij een bovengrondse leiding (bijvoorbeeld in installaties).

Technieken ter voorkoming van hydraatvorming

Er zijn in principe 3 methoden om hydraatvorming te voorkomen:

1. Verwarming van het gas.
2. Droging van het gas.
3. Injectie van chemicaliën, zoals diethyleenglycol of methanol.

Verwarming van het gas

Verwarming van het gas wordt vaak bij produktietests toegepast. Bij de choke wordt de druk van het gas verlaagd. Dit heeft tot gevolg, dat de temperatuur van het gas daalt en er hydraten kunnen ontstaan. Om ervoor te zorgen, dat de temperatuur na de choke boven het hydraatpunt blijft, wordt het gas eerst verwarmd.

Droging van het gas

Droging van het gas wordt bij gasbehandelingsprocessen veel toegepast. De belangrijkste methoden om water uit het gas te verwijderen zijn:

- Koeling van het gas, waardoor waterdamp condenseert en kan worden afgescheiden.
- Binding van het water aan een ontwateringsmiddel.

Bij koeling van het gas zullen naast waterdamp ook hogere koolwaterstoffen vloeibaar worden.

De principes, waarop deze processen voor het scheiden van water berusten, zijn:

Koeling door expansie

Deze methode berust op het principe, dat, wanneer aardgas expandeert, de gastemperatuur daalt. Het gas mag hierbij geen warmte uit de omgeving opnemen. Dit principe wordt het Joule/Kelvin-effect genoemd.

Compressie met daaropvolgende koeling.

Deze methode berust op het principe, dat door drukverhoging bij gelijkblijvende temperatuur

verzadigde damp zal condenseren. Door na compressie de temperatuur te verlagen zal nog meer damp condenseren.

Binding van water aan een ontwateringsmiddel kan geschieden door:

- adsorptie.
Ontwatering vindt plaats door middel van een droge stof (dry desiccant).
- absorptie.
Ontwatering vindt plaats door middel van een vloeistof (liquid desiccant).

Bij adsorptie hechten de moleculen van de waterdamp zich aan het oppervlak van het adsorptiemiddel. Het adsorptiemiddel is een droge stof, meestal een speciale kunsthars. Adsorptie verloopt beter, wanneer de druk hoog is; de watermoleculen bevinden zich dan dichter bij elkaar. Ook bij lagere temperatuur wordt een betere adsorptie bereikt. De watermoleculen bewegen zich dan langzamer en hechten daardoor beter aan het oppervlak.

Adsorptie wordt door NAM alleen op Rossem-Weerselo toegepast.

Bij absorptie worden de moleculen van de waterdamp gemengd met die van het absorptiemiddel en gebonden. Hierdoor ontstaat een homogeen mengsel. Het absorptiemiddel is een vloeistof, bijvoorbeeld glycol (TEG).

Glycol heeft de eigenschap, dat het bijna alleen water of waterdamp en met water vergelijkbare moleculen (zoals H₂S) absorbeert. Condensaat en gasvormige koolwaterstoffen worden slechts in zeer kleine hoeveelheden geabsorbeerd.

De behandelingsprocessen

In de voorgaande hoofdstukken van deze module hebben wij gezien, dat er nogal wat verschil bestaat tussen de uit de reservoirs geproduceerde mengsels enerzijds en de door de afnemers vereiste kwaliteit van de produkten anderzijds.

In onderstaande hoofdstukken wordt besproken welke behandelingen er nodig zijn om de vereiste kwaliteit te bereiken.

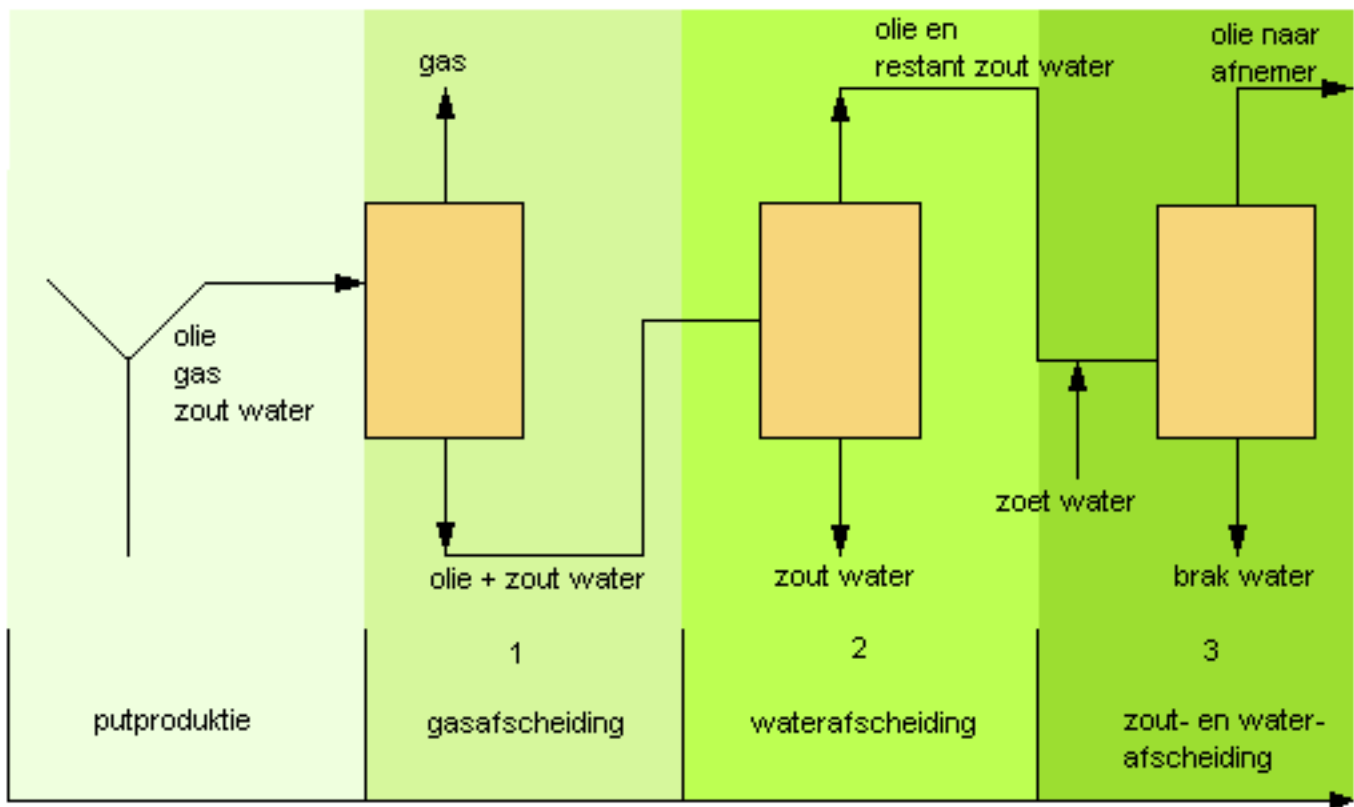
- Oliebehandelingsproces.
- Gasbehandelingsproces.

Het oliebehandelingsproces

Het geproduceerde mengsel uit het oliereservoir bestaat uit:

- olie
- gas
- zout water
- vaste deeltjes

Een deel van de olie is innig vermengd met water en vormt een emulsie. Dit mengsel moet worden behandeld om te bereiken, dat de olie een watergehalte heeft van minder dan 1 %, een zoutgehalte van minder dan 75 ppm en vrij is van vaste deeltjes.



Blokdiagram oliebehandelingsproces

Het behandelingsproces van olie bestaat uit drie stappen (zie figuur):

1. Het gas wordt afgescheiden van het geproduceerde mengsel door het verschil in soortelijke massa.
2. Het water wordt, veelal na toevoeging van een splitsmiddel, afgescheiden uit de vloeistof door het verschil in soortelijke massa. Het zakt uit en wordt afgetapt. De overblijvende vloeistof, olie en emulsie, wordt verwarmd. Hierdoor valt de emulsie uiteen in olie en water. Dit water wordt weer afgetapt.
3. De olie is nu voor een groot deel ontwaterd. Er is echter nog een restant water aanwezig in de olie, waardoor het zoutgehalte nog te hoog is; het zoutgehalte van het meegeproduceerde water is namelijk circa 100 gram per liter.

Er wordt nu zoet water geïnjecteerd, dat zich vermengd met de olie en het restant zout water. Hierdoor vermindert het zoutgehalte. Het uitgezakte brakke water wordt verwijderd.

De vaste deeltjes hebben een grotere soortelijke massa dan de vloeistoffen en tijdens de drie stappen in het behandelingsproces zakken de vaste deeltjes uit en kunnen deze worden verwijderd.

De olie voldoet nu aan de kwaliteitseisen.

Het gasbehandelingsproces

Bij de winning van aardgas worden ook water, condensaat en vaste deeltjes, zoals zand, vuil en corrosieproducten, meegeproduceerd. Het aardgas kan buiten de koolwaterstofgassen ook andere gassen bevatten, zoals:

- N^2 = stikstof (niet brandbaar).
- CO^2 = kooldioxide (niet brandbaar).
- H^2S = zwavelwaterstof (giftig).

Om de vereiste afleveringskwaliteit te verkrijgen zijn de navolgende stappen van behandeling nodig:

1. Afscheiding van vrije vloeistof, die anders tot problemen bij de gebruikers kan leiden.
2. Vermindering van waterdamp in het gas tot de vereiste specificatie, die anders tot corrosie van transportpijpleidingen en bij de gebruikers kan leiden.
3. Vermindering van condensaatdamp in het gas tot de vereiste specificatie ten einde drukval te verminderen en mogelijke vloeistofproblemen bij de Gasunie-compressorstations te voorkomen. (Bovendien heeft condensaat een verkoopwaarde, die vergelijkbaar is met die van aardolie.)
4. Mengen van verschillende gaskwaliteiten.
Bijvoorbeeld: Op Ten Arlo worden gassen gemengd ten einde aan de Gasunie-specificatie te voldoen.
5. Verwijdering van zwavelwaterstof en kooldioxide. Dit vindt plaats in de gaszuiveringsinstallatie (GZI) te Emmen.

Stikstof is een inert gas. Het verlaagt de verbrandingswaarde per gewichtseenheid van het aardgas, zodat menging met gassen van een hogere verbrandingswaarde nodig kan zijn. Dit geschiedt veelal in het Gasunie-systeem.

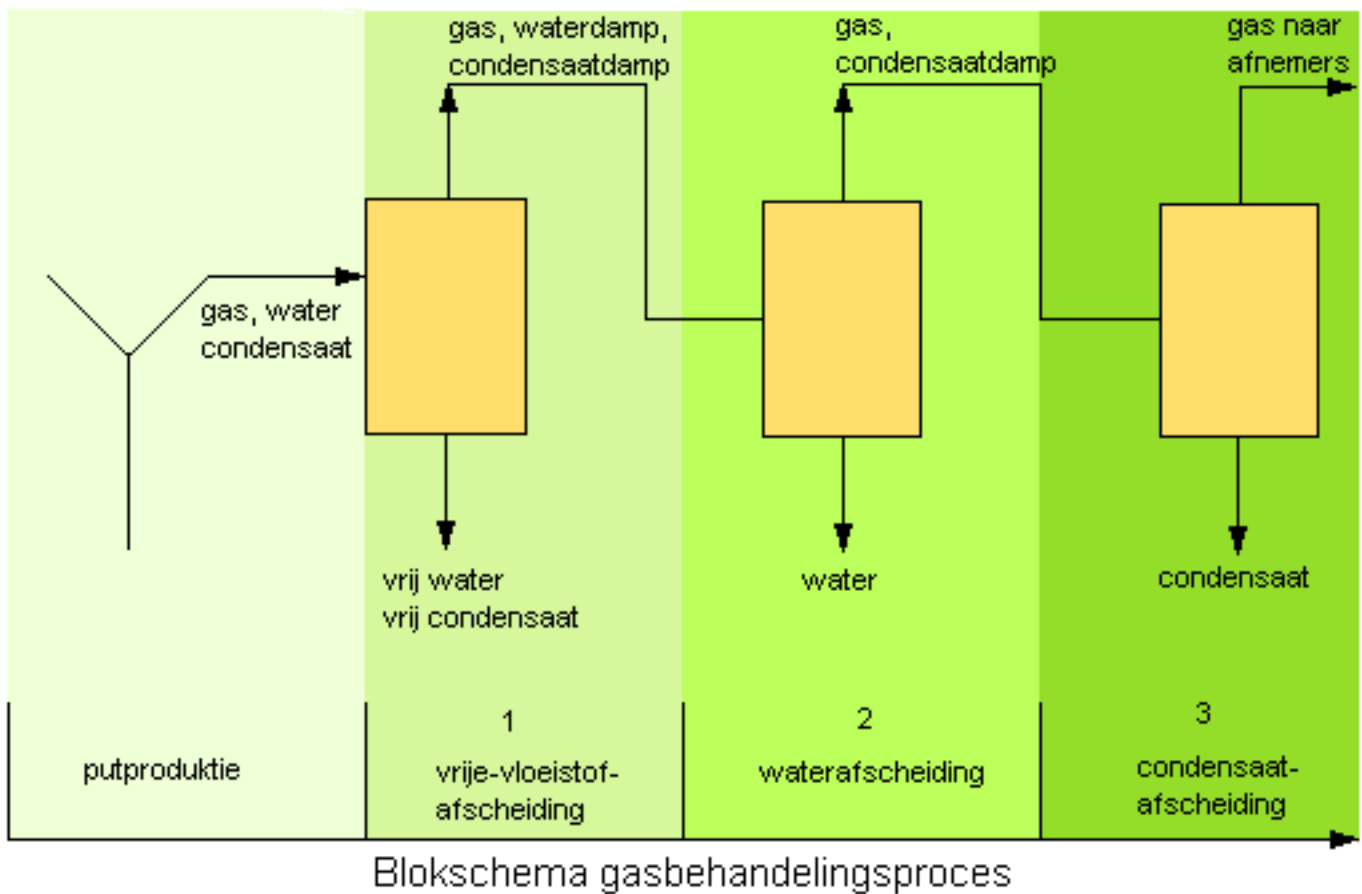
Een voorbeeld hiervan is de productie van de laagcalorische velden Sleen en Roswinkel, die door de Gasunie bij Elp worden gemengd met hoogcalorisch gas.

Verlaging van het kooldioxidegehalte wordt alleen in de GZI toegepast. Waar dit nodig is, worden gassen voor aflevering gemengd, zodat het uiteindelijke CO^2 -gehalte aan de vereiste specificatie voldoet.

Een voorbeeld hiervan is de hoog- en laagcalorische productie uit de offshore K/L-velden, die door de Gasunie bij Wieringermeer wordt gemengd.

Gas met een hoger zwavelwaterstofgehalte dan 5 mg/m^3 , zoals dit voorkomt in de regio Oost-Nederland, heeft een verdere behandeling nodig om het H^2S aan het gas te onttrekken. Dit vindt plaats in de gaszuiveringsinstallatie (GZI) te Emmen; hier wordt ook het kooldioxidegehalte verlaagd. De vaste deeltjes worden in een zo vroeg mogelijk stadium van het proces opgevangen en verwijderd ten einde erosie en verstopping tegen te gaan.

Het behandelingsproces van gas bestaat uit drie stappen (zie figuur hieronder):



- De vloeistoffen, water en condensaat, in het geproduceerde mengsel worden afgescheiden door het verschil in soortelijke massa in de inlaatseparator.
- De hoeveelheid waterdamp, die nog in het gas aanwezig is, is groter dan de afleveringseisen toestaan.

Onttrekking van waterdamp uit het gas kan op drie manieren geschieden:

- Door **koeling**
 Wordt de temperatuur van het gas verlaagd tot onder de vereiste waterdauwpuntstemperatuur, dan condenseert waterdamp en kan dit worden afgetapt. Bij de afleveringsdauwpuntstemperatuur is dan geen vrij water aanwezig, maar alleen onverzadigde waterdamp.
 - Door **absorptie**.
 Het gas komt in contact met een wateropnemende vloeistof. Er wordt zoveel waterdamp opgenomen door de absorptievloeistof, dat de resterende waterdamp in het gas bij de vereiste dauwpuntstemperatuur nog niet verzadigd is en er zich dus nog geen vrij water vormt.
 - Door **adsorptie**.
 Het gas komt in contact met een wateropnemende droge stof. De waterdamp hecht zich aan het oppervlak van deze stof. Ook hier wordt bereikt, dat er zich geen vrij water vormt bij de vereiste dauwpuntstemperatuur.
3. Als behandelingsstap 2 is gedaan door middel van koeling of adsorptie, is tegelijk met de onttrekking van water ook condensaatdamp aan het gas onttrokken. Het condensaatdauwpunt voldoet dan reeds aan de afleveringseis.

Vond de waterafscheiding plaats door toepassing van absorptie, dan is er weinig of geen condensaatdamp onttrokken en is er dus nog een behandelingsstap nodig. Dit wordt gedaan door het gas te koelen tot onder de vereiste condensaatdauwpuntstemperatuur, waarna het vrije condensaat wordt afgetapt. Bij de vereiste condensaatdauwpuntstemperatuur is de overige condensaatdamp onverzadigd en er zal zich dan geen vrij condensaat vormen.

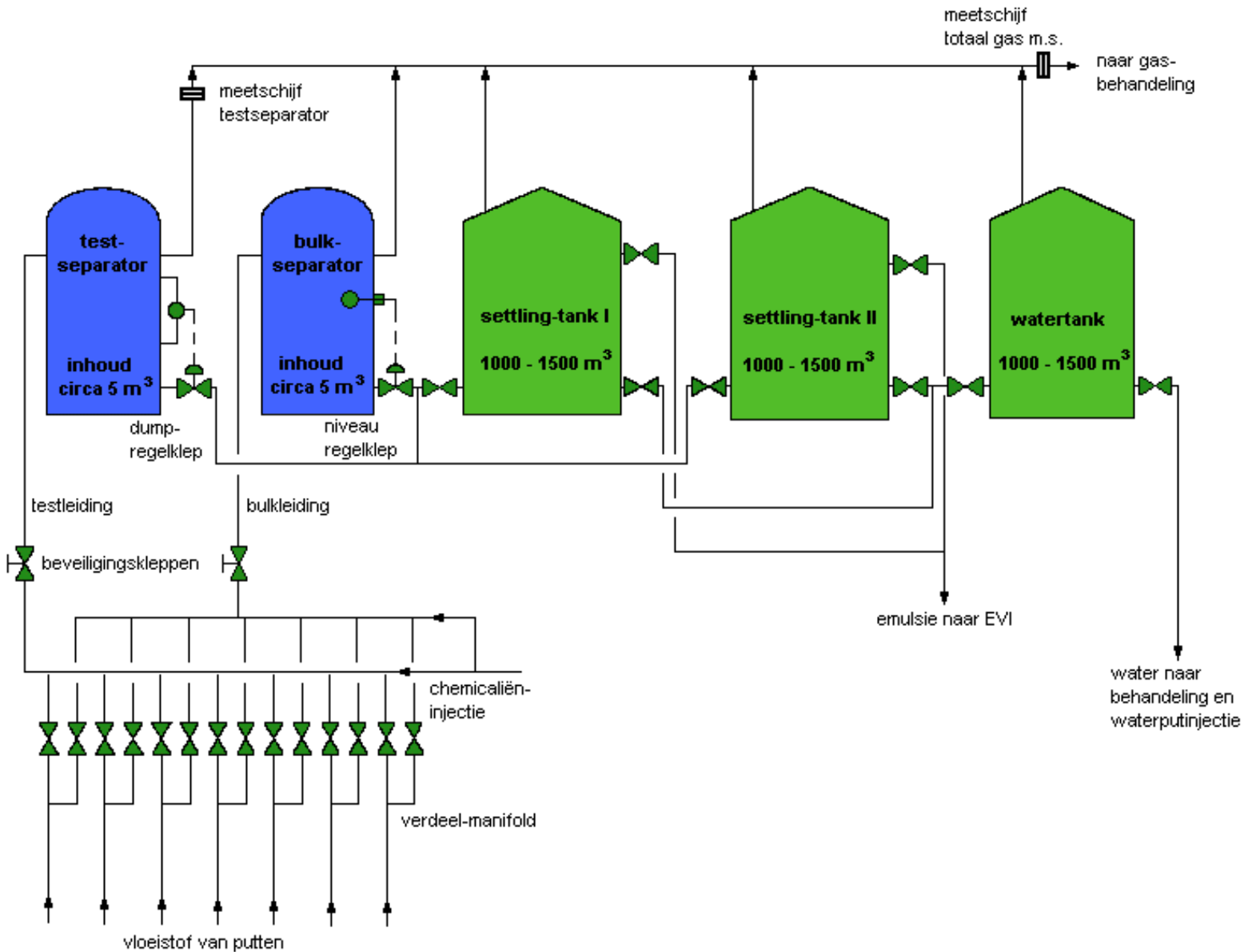
De oliebehandelingsinstallatie

De oliebehandelingsinstallatie is veelal onder te verdelen in meetstations en een emulsieverwerkingsinstallatie (EVI).

Meetstations

Het doel van een meetstation is:

- individuele putproducties te verzamelen
- putproductie te scheiden in vloeistof en gas
- putproductie afzonderlijk te kunnen meten
- afscheiding van een groot deel van het produktiewater.



Principeopbouw van een meetstation

De op het meetstation binnenkomende productie wordt via het **verdeel-manifold** naar de **separatoren** gevoerd. Deze separatoren kunnen wij onderverdelen in **bulk- en testseparatoren**. De bulkseparator dient uitsluitend om gas en vloeistof te scheiden. Met de testseparator wordt daarnaast tevens de gas- en vloeistofproductie per individuele put gemeten. Door het verschil in soortelijke massa scheidt het gas zich af van de vloeistof.

Het afgescheiden gas is waardevol en kan worden gebruikt als stookgas of, gecomprimeerd, als liftgas. Indien het in voldoende mate aanwezig is, kan het verder worden behandeld voor levering aan de Gasunie. Als het gas niet kan worden behandeld, wordt het in een zogenaamde 'incinerator' verbrand. Deze incinerator is een apparaat, waarin door een warmtebron een temperatuur van 800°C

wordt onderhouden, waardoor het H₂S-houdende gas wordt verbrand.

De vloeistof, olie en water, wordt afgevoerd naar buffer- of settling-tanks, waar een eerste scheiding van olie en water plaatsvindt, mede met behulp van geïnjecteerde chemicaliën.

Het afgescheiden water is in grote hoeveelheden aanwezig en vormt ongeveer 95% van de totale putproduktie. Omdat het water zeer zout is, kan het niet zo maar worden geloosd, daarom wordt het weer geïnjecteerd in het reservoir. Dit wordt gedaan via waterinjectiepompen in speciaal hiervoor ingerichte waterinjectieputten. Dit water moet echter ook worden behandeld: de vaste deeltjes worden verwijderd en de vrije zuurstof wordt gebonden met een chemisch middel.

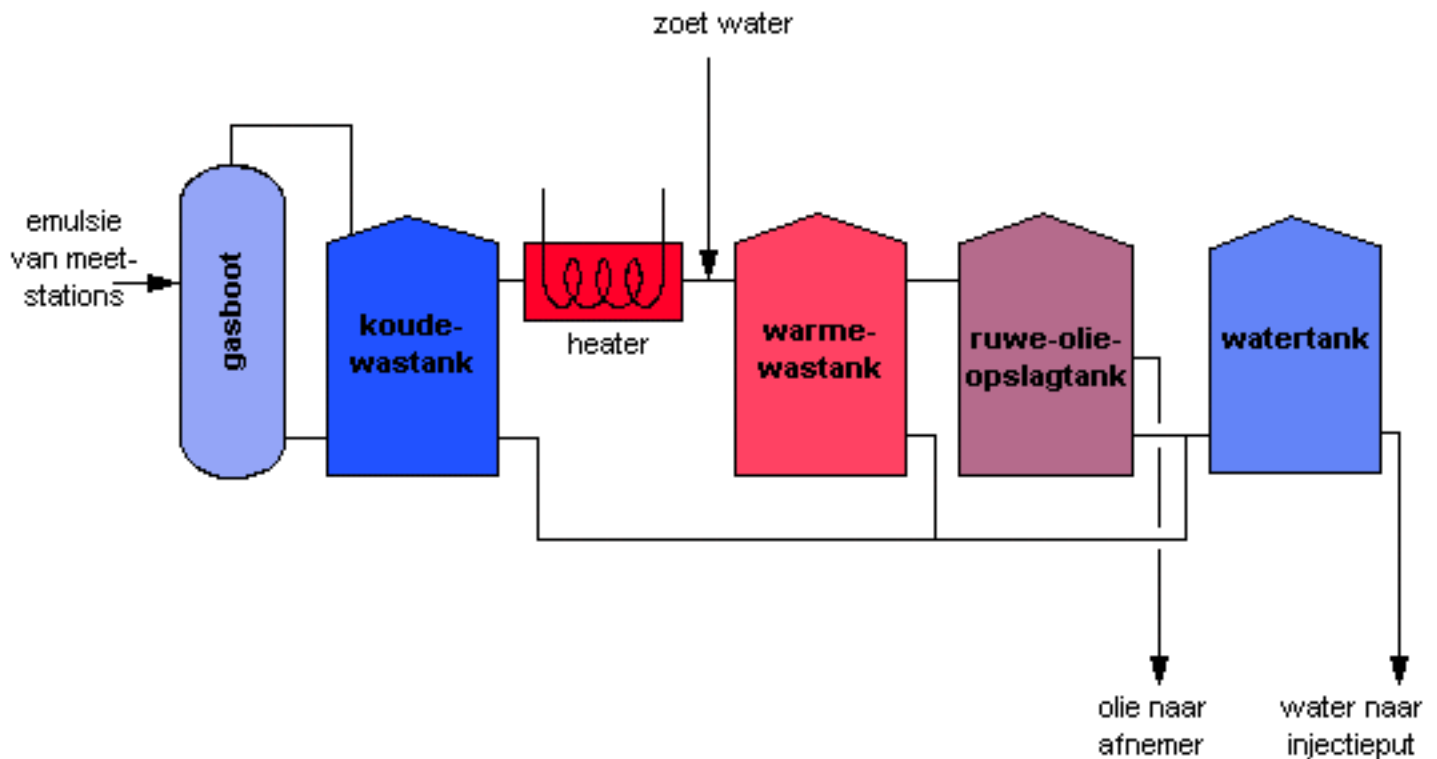
Scheiding van het vrije water in het veld wordt gedaan om zo weinig mogelijk water te transporteren en zodoende de transportkosten zo laag mogelijk te houden.

Op een meetstation met een klein aantal putten zal alleen gas/vloeistofseparatie plaatsvinden; men noemt dit dan een satellietstation.

Op een groter meetstation zal ook een gedeeltelijke emulsie/waterscheiding plaatsvinden.

De overblijvende emulsie wordt afgevoerd naar de emulsieverwerkingsinstallatie (EVI).

Emulsieverwerkingsinstallatie (EVI)



Principe emulsieverwerkingsinstallatie (EVI)

Het doel van de emulsieverwerkingsinstallatie is de binnenkomende olie-emulsie verder te ontwateren en te ontzouten.

De van de meetstations binnenkomende emulsie bevat nog te veel water en wordt via een **gasboot** (ontgassen) naar een "koude-wastank" gevoerd, waar het water kan uitzakken, omdat olie lichter is dan water.

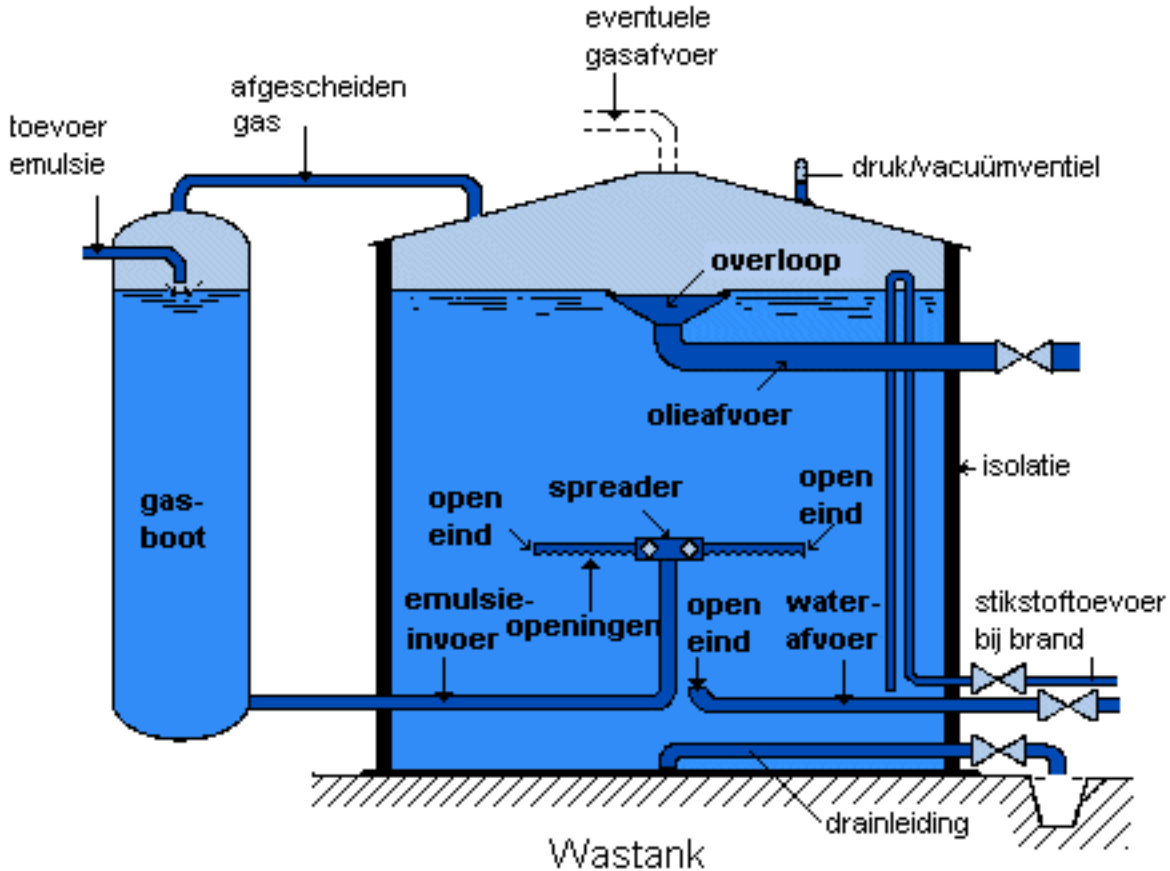
Het water wordt afgetapt en de overblijvende emulsie wordt via een **heater** naar een "**warme-wastank**" gevoerd, waarbij er na de heater warm zoet water in de emulsie wordt geïnjecteerd.

Het verwarmen van de emulsie, die uit de **koude-wastank** overloopt, is een vereiste om een zo goed mogelijke scheiding in olie en water tot stand te brengen. Het toegevoegde warme zoete water zal zich zodanig mengen met de nog in de olie aanwezige zoutwaterdruppels, dat de zoutwaterdruppels geheel worden opgenomen. Na het verwijderen van het gevormde zout/zoetwatermengsel zal de olie praktisch geheel ontzout zijn. Een eventueel toegevoegd splitsmiddel zorgt ervoor, dat het water gemakkelijk van de olie wordt gescheiden.

De overgebleven ruwe olie wordt opgeslagen in een **ruwe-olieopslagtank** en vandaar naar de afnemer vervoerd.

Het brakke/zoute water wordt opgeslagen in een watertank, gereinigd en via een waterinjectieput teruggevoerd in de formatie.

De wastanks



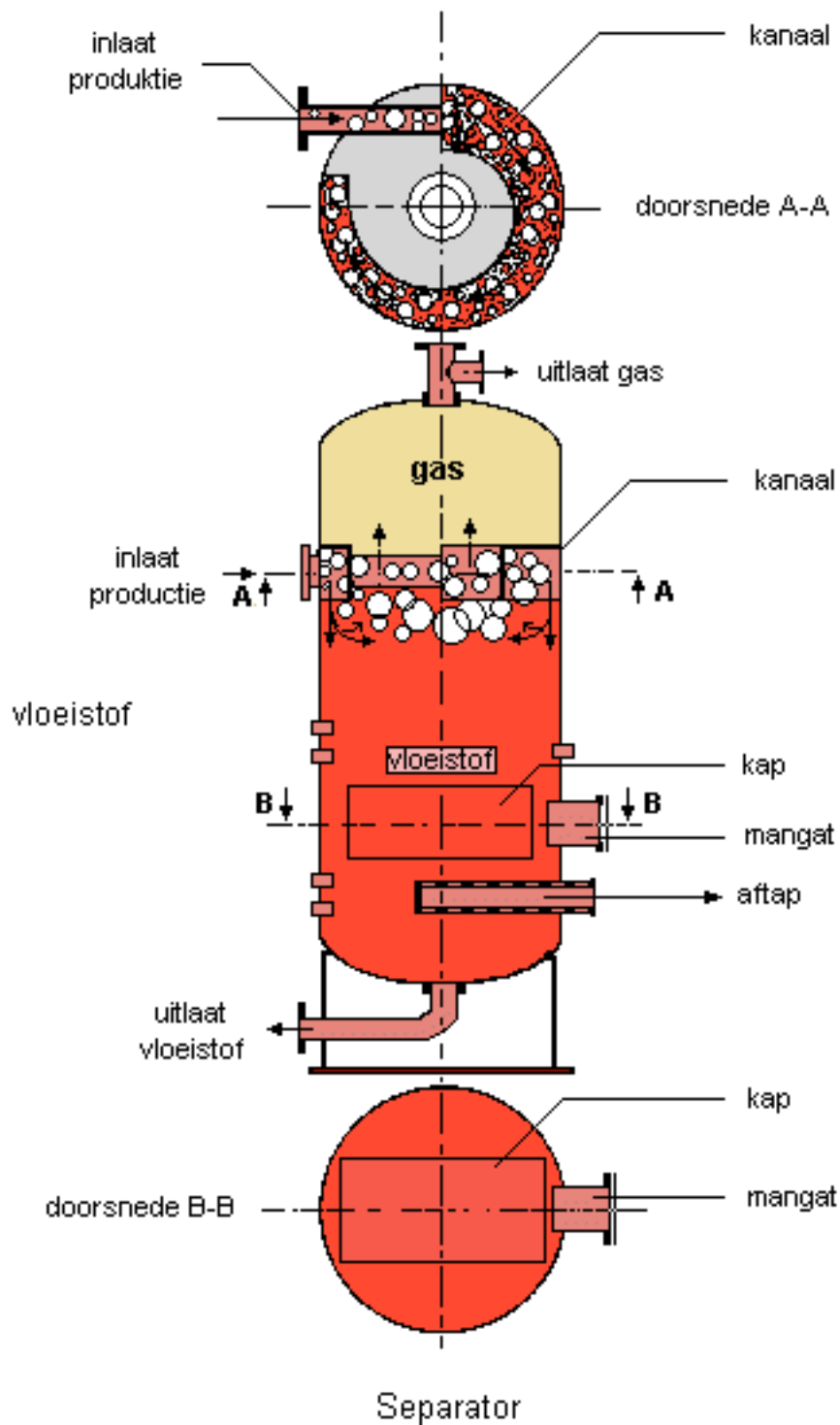
Op de ontwaterings- en ontzoutingsinstallaties vindt men verschillende tanks, waarin olie en water van elkaar worden gescheiden. Hoewel deze tanks in grootte, constructie en inrichting wel enigszins van elkaar kunnen verschillen, is het principe steeds gelijk.

Het belangrijkste aspect bij deze wastanks is, dat de vloeistoffen zoveel mogelijk tot rust moeten komen.

Hier toe moet:

- de tank een bepaalde grootte hebben. Hoe groter de tank is, des te trager zal de stroming zijn.
- de vloeistof zodanig in de tank worden gebracht, dat er geen turbulentie ontstaat. Hiertoe dient de "spreader" in de tank.
- worden voorkomen, dat er gasbellen in de tank komen. Om hieraan te voldoen is er vlak voordat de vloeistof de tank binnenstroomt vaak een gasboot in de vloeistofstroom opgenomen. In de gasboot zal eventueel vrijgekomen gas opstijgen.

De separator



In bovenstaande figuur is de inrichting van een separator schematisch weergegeven. (Er zijn ook andere typen van separatoren.) Wat de constructie en de werking betreft is er geen verschil tussen een **testseparator** en een **bulkseparator**.

De separator is een rechtopstaand cilindrisch vat. Door de vorm van het inlaatkanaal ontstaat er

in het vloeistof/gasmengsel een ronddraaiende beweging. De vloeistoffen, die een grotere soortelijke massa hebben dan het gas, worden daarbij door de middelpuntvliedende kracht tegen de buitenwand gedrukt. Omdat het inlaatkanaal aan de bovenzijde gesloten is, worden de vloeistoffen gedwongen naar beneden te stromen.

Het gas verzamelt zich in het centrum van de ronddraaiende beweging en stijgt door de opening in het midden van het kanaal op. Op deze wijze komt er een goede scheiding van gas en vloeistof tot stand.

Het gas verlaat de separator door een leiding aan de top van het vat. De uitlaatopening voor de vloeistof bevindt zich in de bodem van het vat.

Bij de bulkseparatoren wordt het vloeistofniveau in het vat met behulp van een vlottermechanisme geregeld. Om te voorkomen, dat de stand van de vlotter door de naar beneden stromende vloeistof wordt beïnvloed, is er boven de vlotter een kap aangebracht.

Principe Testseparator

Het principe van een testseparator is, dat deze telkens met een bepaalde gewichtshoeveelheid vloeistof wordt gevuld. Als deze gewichtshoeveelheid is bereikt, zal de separator door het openen van de dumpklep worden geleegd. Als de testseparator tot een bepaald gewicht is geleegd, zal de dumpklep sluiten.

Aan de hand van het aantal vullingen in een bepaalde tijd kan de produktie worden berekend.

De gasbehandelingsinstallaties

Bij het bespreken van het gasbehandelingsproces hebben wij gezien, dat wij voor het onttrekken van waterdamp en condensaatdamp de keuze hebben uit drie procestechnieken, namelijk

- Koeling
- Absorptie en koeling
- Adsorptie

Koeling

Koeling door expansie berust op het principe, dat, wanneer gas expandeert, de gastemperatuur daalt.

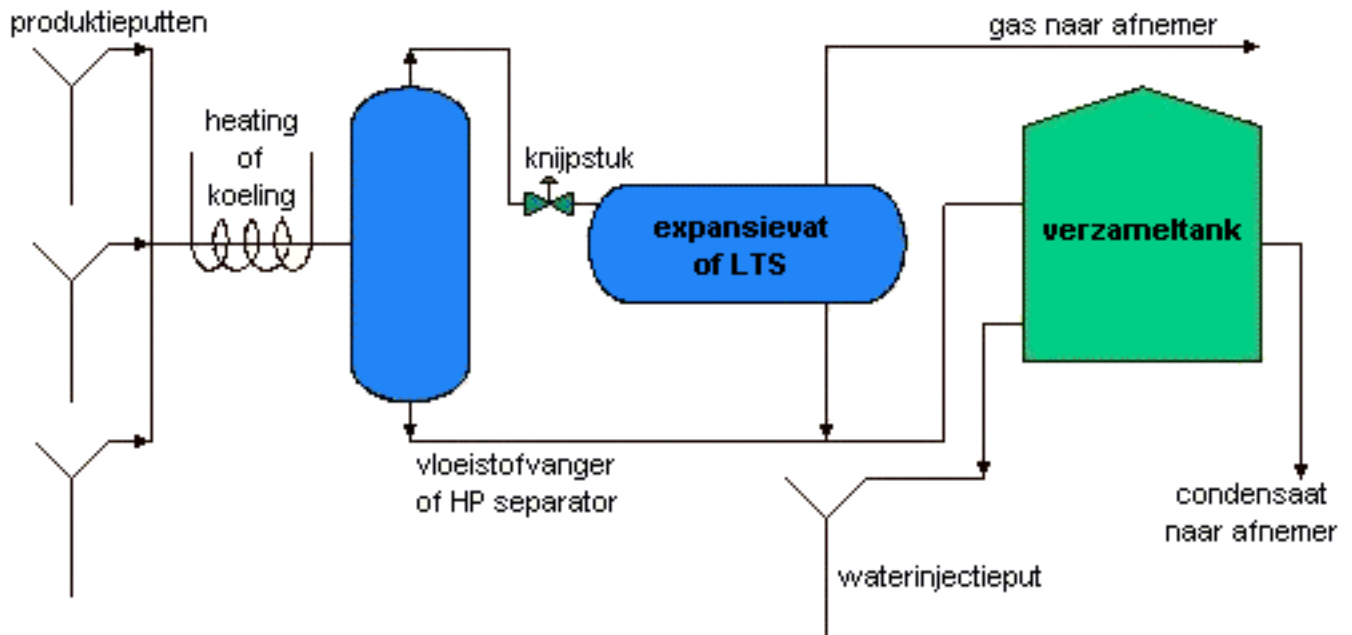
Deze methode wordt vaak gecombineerd met **glycolinjectie** in de gasstroom. Door deze injectie kunnen lagere gastemperaturen worden bereikt zonder gevaar voor hydraatvorming. Door productie uit een reservoir daalt de druk, die beschikbaar is voor expansie, en dus vermindert de koeling, die hiermee kan worden bereikt.

Daarom wordt mechanische koeling (door middel van koelmachines) vaak later toegevoegd ten einde toch op specificatie te kunnen blijven afleveren (bijvoor beeld de refrigeration-installaties op Tietjerk en Annerveen).

Compressie met daaropvolgende koeling berust op het principe, dat door drukverhoging bij gelijkblijvende temperatuur verzadigde damp zal condenseren. Door na compressie de temperatuur te verlagen zal nog meer damp condenseren.

Koeling door expansie

Wij zullen de installatie bespreken, waarin koeling door expansie wordt toegepast (zie onderstaande figuur).



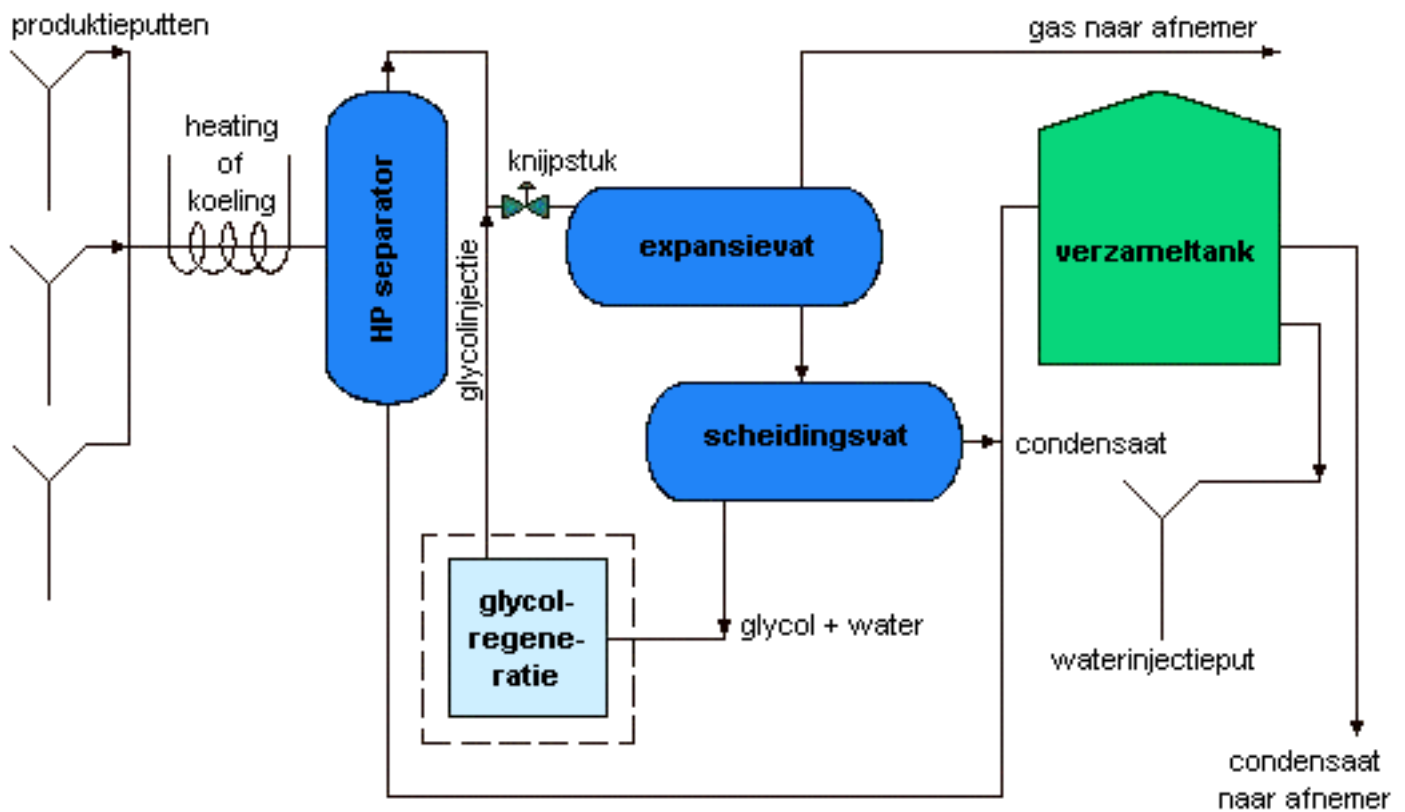
Principeschema gasbehandelingsinstallatie- koeling door expansie

De produktie van een aantal gasputten wordt via een koeler of heater naar een vloeistofvanger of **separator** geleid, waar het vrije water en condensaat, door verschil in soortelijke massa met gas, wordt afgescheiden.

Het gas gaat daarna via een knijpstuk, waar het expandeert, naar een **expansievat** of LTS (lagetemperatuur-separator of cold separator). Door de daling in temperatuur condenseren waterdamp en condensaatdamp. De drukval over het knijpstuk of de regelklep wordt zodanig berekend, dat voldaan wordt aan de dauwpuntseisen voor aflevering. Voorwaarde voor deze methode is, dat de putdruk voldoende hoog moet zijn om na de behandeling de vereiste afleveringsdruk over te houden. Wanneer de putdruk niet meer voldoende is, wordt een mechanische koelunit geplaatst, meestal in serie met het knijpstuk.

Het afgescheiden water/condensaatmengsel wordt in een tank naar soortelijke massa gescheiden. **Condensaat** is een waardevol produkt, dat wordt afgeleverd aan raffinaderijen. Water is een afvalprodukt en het wordt via waterinjectieputten teruggevoerd in het reservoir.

Deze behandelingsmethode wordt in combinatie met **glycolinjectie** toegepast in het Groninger veld (zie onderstaande figuur). De glycol dient om **hydraatvorming** te voorkomen. Omdat glycol duur is, wordt deze geregenereerd en opnieuw gebruikt voor injectie.

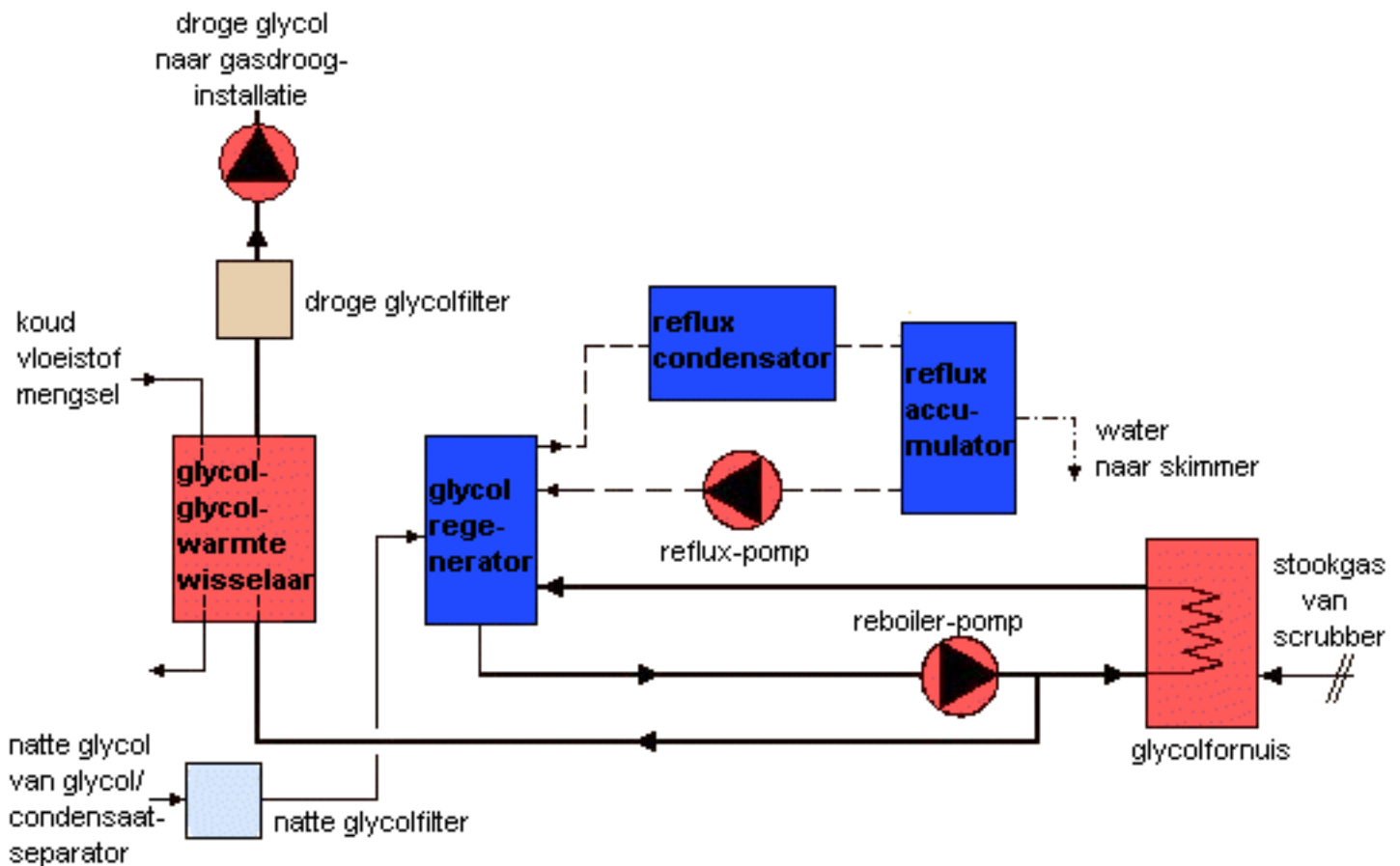


Principeschema gasbehandelingsinstallatie - expansie en glycolinjectie

Aflevering aan de Gasunie geschiedt op een aantal overslagpunten; dit om de omvang van het aardgaspijpleidingnet beperkt te houden.

Het afgescheiden water/condensaatmengsel wordt via een apart leidingnet naar een centraal punt vervoerd (Delfzijl), waar het wordt gescheiden in condensaat en water.

De glycolregeneratie-installatie



Blokschema glycolregeneratie (Groninger Standard-Size Clusters)

In dit gedeelte van de installatie wordt de glycol geschikt gemaakt voor hergebruik in het droogproces. Hiertoe moet de mengverhouding tussen glycol en water weer zodanig worden, dat de glycol weer voldoende vriespuntsverlaging geeft. Een deel van het opgenomen water moet daartoe uit het mengsel worden verdreven. Hierdoor wordt tevens het absorberend vermogen weer groter. Na de regeneratie moet de mengverhouding 85 % glycol en 15 % water zijn.

De natte glycol, die in de glycol/condensaat-separator van het condensaat is gescheiden, stroomt eerst door het **natte-glycolfilter**. In het filter wordt een groot deel van de vaste bestanddelen, die in de glycol zijn terechtgekomen, vastgehouden. Van het filter stroomt de glycol naar de **glycolregenererator**. In de regenererator wordt de natte glycol verwarmd tot een temperatuur van circa 116°C.

Bij deze temperatuur en de bijna atmosferische druk, die inmiddels in de glycol heerst, zal het opgenomen water uit de glycol verdampen. Er zal echter ook glycol verdampen.

De dampen stijgen via een systeem van schotels en bubble caps naar de top van de glycolregenererator. Hierbij neemt de temperatuur van de dampen geleidelijk af, waardoor de glycoldampen condenseren. Bovenin de regenererator heeft de waterdamp een temperatuur van 100°C. De waterdamp, die de regenererator aan de bovenzijde verlaat, wordt naar de **reflux-condensator** gevoerd. Daarin wordt de damp zo ver in temperatuur verlaagd, dat deze condenseert. Het ontstane water stroomt naar de

reflux-accumulator. Een gedeelte van het water wordt vandaaruit met de **reflux-pomp** weer naar de glycolregenerator gepompt. De rest van het water stroomt naar de **skimmer**.

De reflux-kringloop heeft tot doel ervoor te zorgen, dat zich bovenin de glycolregenerator altijd water met een temperatuur van circa 100°C bevindt. Op deze wijze wordt voorkomen, dat er te veel glycoldampen uit het systeem ontwijken.

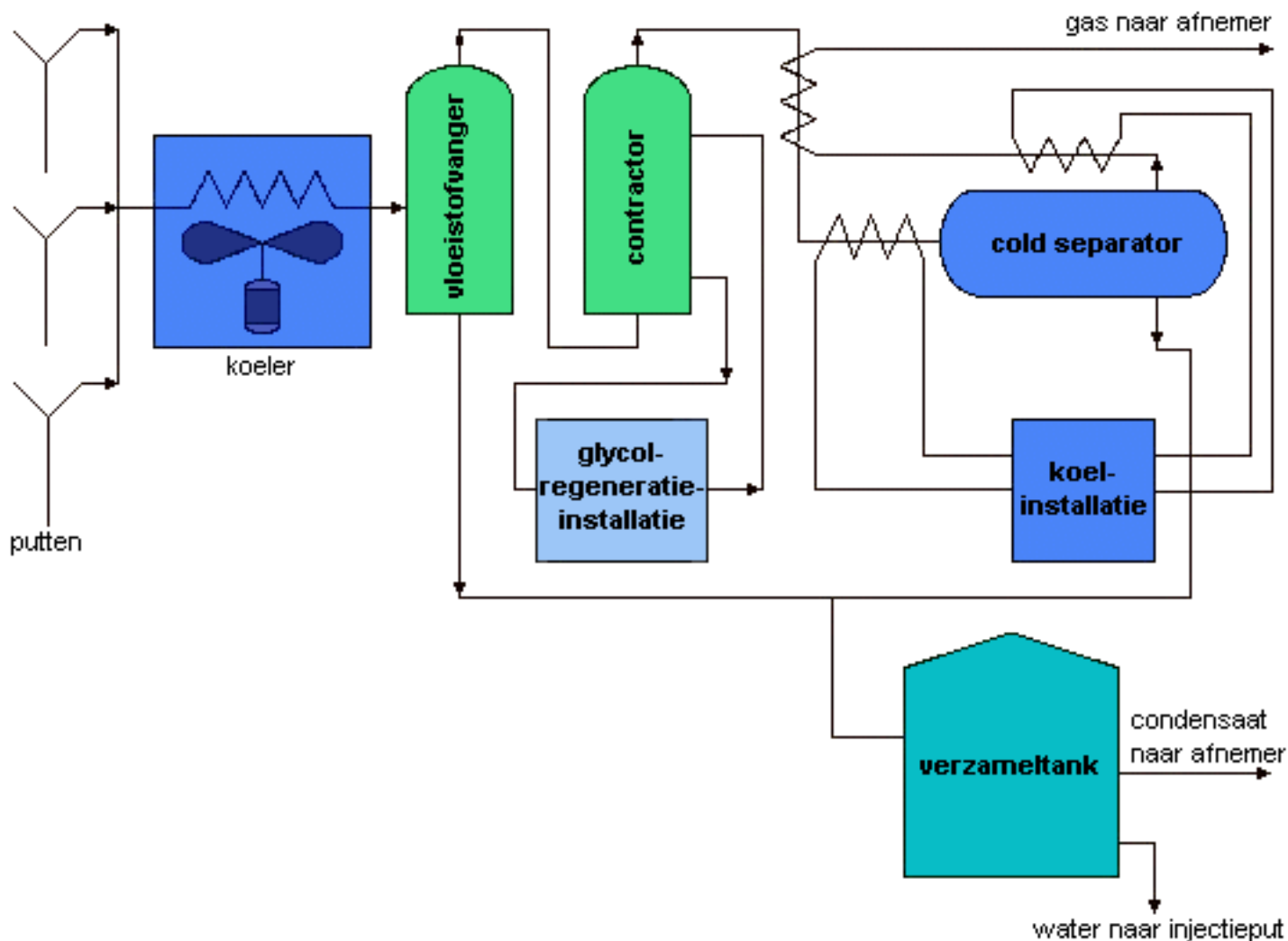
Zoals is gezegd, wordt de natte glycol, die in de regenerator wordt toegevoerd, opgewarmd tot een temperatuur van 116°C. Men bereikt dit door de natte glycol te mengen met droge glycol met een temperatuur van 130°C. Deze droge glycol komt uit het **glycolfornuis**. Er wordt voortdurend glycol van onderuit de regenerator naar het glycolfornuis gepompt. In deze met gas gestookte ketel wordt de glycol verwarmd tot een temperatuur van circa 130°C. Deze hete glycol wordt vanuit het glycolfornuis naar de regenerator geperst.

Een deel van de droge glycol, die door de **reboiler-pomp** uit de regenerator wordt gepompt, gaat niet naar het glycolfornuis. Deze glycol wordt door de pomp naar de **glycol-glycolwarmtewisselaar** geperst. In de warmtewisselaar geeft de glycol een deel van zijn warmte af aan het koude glycol/condensaatmengsel. Het afkoelen van de droge glycol is nodig om de absorptiecapaciteit weer op peil te brengen. Wanneer de glycol met een temperatuur van 116°C in het gas zou worden geïnjecteerd, zou deze bijna geen waterdamp opnemen.

Na de glycol-glycolwarmtewisselaar stroomt de glycol door het **droge-glycolfilter** naar de **glycolinjectiepomp**. De pomp brengt de glycol weer op de hoge druk, die nodig is om de glycol in het gas te kunnen injecteren.

In plaats van glycol te verwarmen in een fornuis, wordt dit ook wel gedaan in een warmtewisselaar door middel van hete olie. Deze olie wordt dan in een fornuis verwarmd (bijvoorbeeld King-Size Clusters in Groningen).

Absorptie en koeling



Schema gasbehandelingsinstallatie - absorptie en koeling

De produktie van een aantal putten wordt via een **koeler** naar een **vloeistofvanger** geleid, waar het vrije water en condensaat worden afgescheiden. Daarna stroomt het gas naar de **contractor**, waar het in contact komt met een hygroscopische (wateropnemende) vloeistof, de glycol. De waterdamp wordt in de glycol opgenomen.

Als het gas de contractor verlaat, bevat het nog condensaatdamp. Door het gas nu te koelen wordt de condensaatdamp verzadigd en vormt zich vrij condensaat. Als het gas zo ver wordt gekoeld, dat het vereiste condensaatdauwpunt wordt bereikt, is het gas op kwaliteit voor aflevering. Het behandelde, nu koude gas wisselt warmte uit met het te behandelen warme gas, voordat het naar de afnemer stroomt.

Gasbehandeling door glycolabsorptie en kunstmatige koeling past men in het algemeen toe, als men zich de drukval, die nodig is voor expansiekoeling, niet kan veroorloven in verband met de vereiste afleveringsdruk. Het wordt toegepast in de offshore-gasvelden en de gasvelden in Oost-Nederland. De complete behandelingsinstallatie behoeft niet op één locatie te staan. Meestal geschiedt de vloeistofafscheiding op een satellietinstallatie. Het gas, dat nog water- en condensaatdampen bevat, gaat

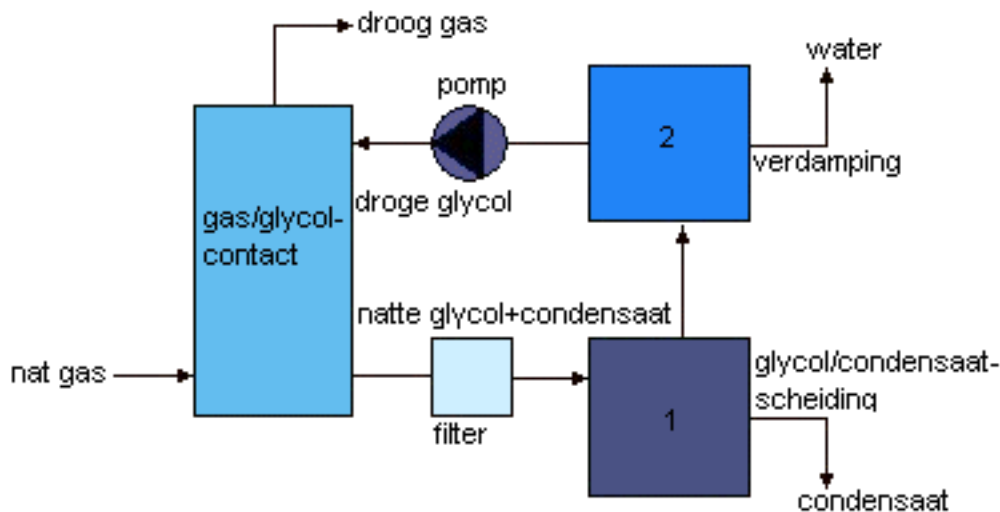
van een aantal satellietinstallaties naar een gasbehandelingsinstallatie, waar het gas op waterdauwpunt wordt gedroogd.

Het gas, dat dan nog condensaatdamp bevat, gaat daarna van een aantal behandelingsinstallaties naar een centrale condensaatdrooginstallatie. Dit is het geval offshore. Het gas wordt op offshore-installaties op waterdauwpunt gedroogd; er bevindt zich dan geen water in de pijpleiding naar land, waardoor de leidingcapaciteit zou verminderen en de pijpleiding kan worden aangetast. De centrale condensaatdrooginstallatie bevindt zich in Den Helder, waar alle condensaat wordt afgescheiden.

Het glycolregeneratiesysteem dient om droge glycol terug te winnen ten einde deze weer in het productieproces te gebruiken; glycol is namelijk een duur produkt.

Regeneratie Glycol

De vloeistof, die uit het productieproces wordt verwijderd, bestaat uit een mengsel van natte glycol en condensaat. Uit dit mengsel moet droge glycol worden teruggewonnen. Dit geschiedt in twee stappen (zie onderstaande figuur).



Schema glycolregeneratiesysteem bij absorptie

1. Separatie van natte glycol en condensaat

Condensaat en glycol lossen praktisch niet in elkaar op, maar vormen een mengsel. De twee vloeistoffen kunnen van elkaar worden gescheiden door een mengsel enige tijd in een vat te laten staan; dit gebeurt in het **scheidingsvat**. Het lichtere condensaat drijft op de natte glycol.

Een goede scheiding van condensaat en glycol is uiterst belangrijk om glycolverliezen zo klein mogelijk te houden. De hoeveelheid glycol, die met het condensaat verloren gaat, moet weer worden aangevuld en heeft een grote invloed op de kosten van het productieproces.

2. Destillatie van natte glycol

De glycol/wateroplossing wordt vervolgens naar een **reboiler** geleid. De temperatuur in dit vat ligt

boven het kookpunt van water, maar onder dat van glycol. Het water verdampt en de geregenereerde droge glycol blijft over en is weer gereed voor hergebruik.

Het koelsysteem

Een koelsysteem wordt toegepast, wanneer er:

- initieel onvoldoende drukval aanwezig is voor expansiekoeling.
- door de voortschrijdende produktie additionele koeling nodig is ten einde het gas op specificatie te kunnen blijven behandelen.

Bij NAM zijn twee typen van koelmachines in gebruik:

1. Het compressiekoelsysteem, zoals dit wordt toegepast op Den Helder, Annerveen, Ter Arlo en Tietjerk.
2. Het absorptiekoelsysteem, zoals dit wordt toegepast op Westerveld.

Meestal wordt een compressiekoelsysteem gebruikt met **freon** als koelmiddel. Het aardgas passeert een warmtewisselaar, die freon bevat. Bij het verdampen neemt de freon warmte op, die aan het aardgas wordt onttrokken. Het gevolg is, dat de temperatuur van het aardgas daalt. Freon en aardgas komen hierbij niet direct met elkaar in contact.

Door de milieubezwaren, die verbonden zijn aan het gebruik van freon, wordt voor nieuwe installaties propaan als koelmedium overwogen.

Het principe van de compressiekoelinstallaties

De koelinstallatie produceert de koude, die nodig is om het aardgas te koelen tot een temperatuur van -16°C .

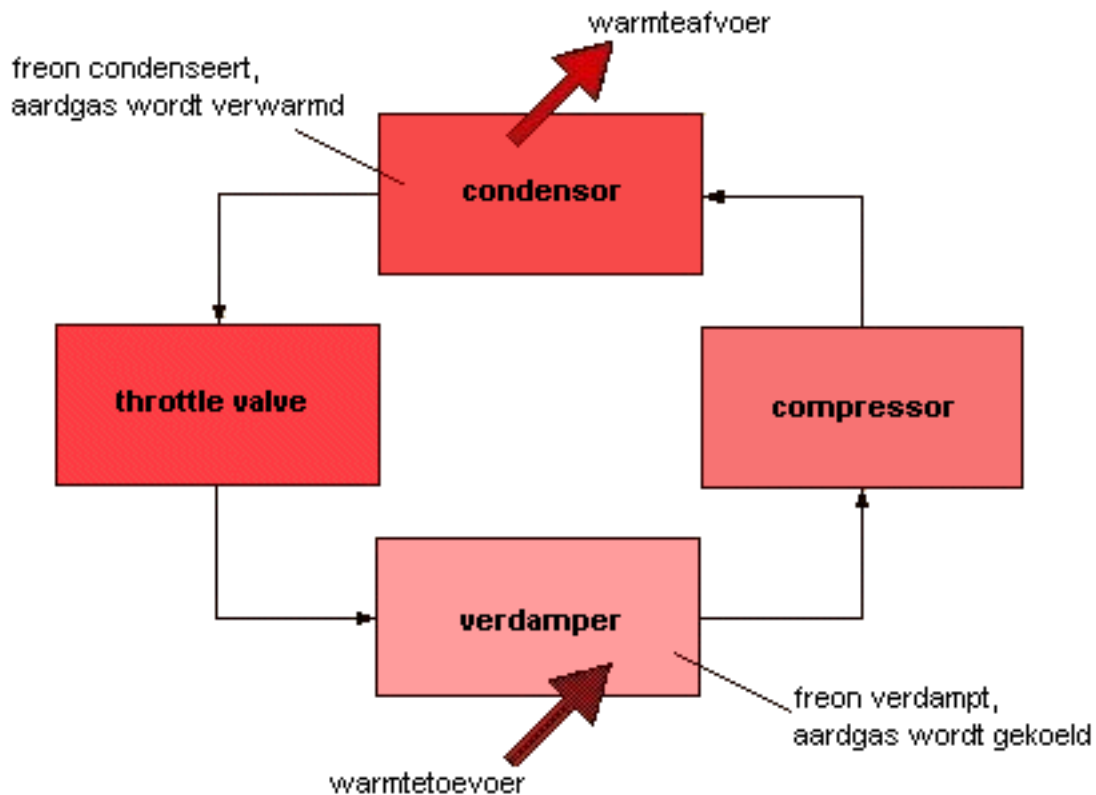
Het principe, waarop de koudeproduktie berust, kunnen wij als volgt kort toelichten:

Wanneer wij enkele druppels van een snel verdampende vloeistof, zoals ether of aceton, op de hand gieten, voelen wij, dat deze ter plaatse koud wordt. De oorzaak hiervan is, dat een vloeistof voor verdamping warmte nodig heeft. Deze warmte wordt onttrokken aan de omgeving. De ether neemt warmte op van de hand, die afkoelt.

In een koelinstallatie laat men een vloeistof bij een lage druk verdampen door de damp boven de vloeistof met een compressor af te zuigen. Voor verdamping is warmte nodig, die de vloeistof aan de omgeving onttrekt. De temperatuur van de omgeving, die wij willen koelen, zal hierdoor dalen.

De vloeistof, die wij laten verdampen, wordt het koelmedium of -middel genoemd. Koelmiddelen zijn in het algemeen duur. Zij kunnen brandgevaarlijk zijn en een slechte invloed op het milieu hebben. Er zijn voldoende redenen om een koelmiddel weer te gebruiken door het in een gesloten systeem rond te pompen. Hiervoor is een installatie nodig, zoals wordt gebruikt in het produktieproces in Den Helder. Een dergelijke installatie bestaat in principe uit (zie onderstaande figuur):

- Twee warmtewisselaars; de zogenaamde **verdampers** en **condensoren**.
- Eén **throttle valve**; een regelbare klep tussen de condensor met hoge druk en de verdampers met lage druk.
- Eén **compressor**, die het koelmiddel uit de verdampers comprimeert.

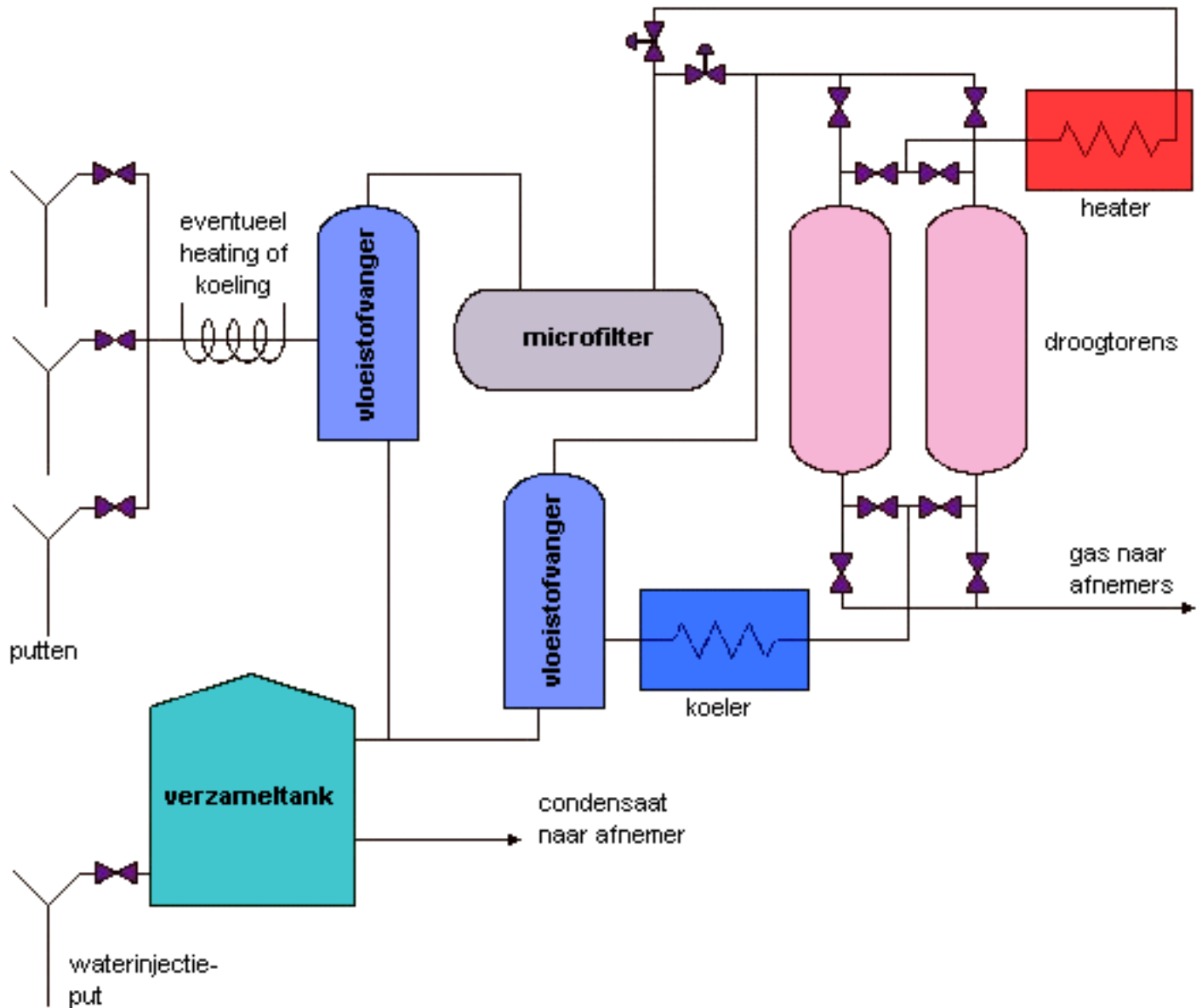


Principeschema koelinstallatie

1. De verdamer is gevuld met vloeibare en gasvormige freon. Doordat de compressor het freongas aanzuigt, heerst er in de verdamer een zodanig lage druk, dat de vloeistof kookt. De warmte, die nodig is voor het koken, wordt onttrokken aan het relatief warme aardgas, dat via buizen door de verdamer wordt geleid. Het aardgas koelt hierdoor sterk af.
2. Het koude freongas uit de verdamer wordt door de compressor samengeperst, waardoor de temperatuur stijgt. Het samengeperste gas stroomt vervolgens naar de condensor.
3. In de condensor condenseert de freon door afkoeling met het koude, behandelde aardgas. Aangezien de druk in de condensor hoger moet blijven dan de druk in de verdamer, laat men de vloeistof door een smoorklep (throttle valve) naar de verdampen stromen.
4. De throttle valve heeft een dusdanig kleine opening, dat het drukverschil tussen de condensor en verdamer gehandhaafd blijft.

Een dergelijke koelinstallatie wordt een **compressiekoelinstallatie** genoemd. Het koelmiddel wordt in een gesloten systeem rondgepompt. In het productieproces neemt het bij de verdamer warmte uit het aardgas in de chiller op en staat warmte aan het behandelde aardgas bij de condensor af.

Adsorptie



Schema gasbehandelingsinstallatie - adsorptie

De productie van een aantal putten wordt, via een eventuele verwarming of koeling om het gas op de juiste behandeltemperatuur te brengen, naar een **vloestofvanger** geleid, waar de vrije vloeistof wordt afgescheiden. Het gas, dat nog waterdamp en condensaatdamp bevat, gaat daarna naar een **adsorptiekolom**, die ook wel droogtoren wordt genoemd.

Een droogtoren is gevuld met adsorptiestof in korrelvorm. De eigenschap van het adsorptiemiddel, in dit geval "**silicagel**", is, dat water en condensaat zich hechten aan het oppervlak van de korrels. Bij het passeren van het gas door de vulling van een droogtoren hecht de aanwezige waterdamp en condensaatdamp zich aan de silicagel, waarna het gas voldoet aan de vereiste afleveringskwaliteit.

Na enige tijd is de vulling van een droogtoren verzadigd en neemt deze geen water- en condensaatdamp meer op; er moet dan worden overgeschakeld op een droogtoren met een onverzadigde vulling om de

continuïteit van de behandeling in stand te houden. De verzadigde vulling van de afgeschakelde droogtoren kan worden geregenereerd door gas met een hoge temperatuur door de vulling te laten stromen. Dit gas neemt het water en condensaat in dampvorm op. Men laat het gas zo lang doorstromen als nodig is om de vulling te drogen.

Op het bovenstaande schema is dit regeneratieproces aangegeven met een gasstroom, die is afgetakt van de produktiestroom en wordt verwarmd in een heater, waarna deze door de te regenereren droogtoren gaat.

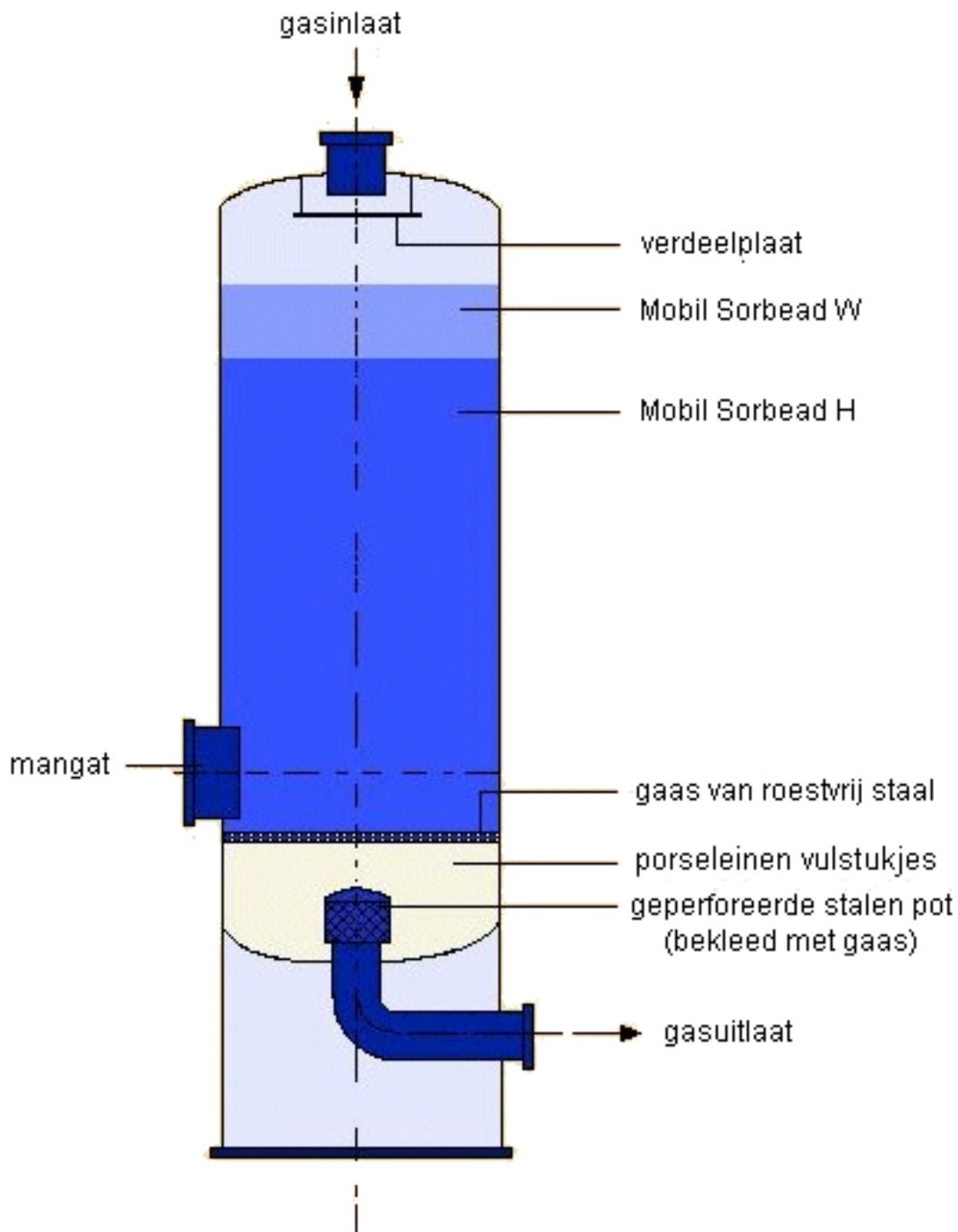
Bij het verlaten van de droogtoren bevat dit gas veel waterdamp en condensaatdamp. Wanneer dit gas in temperatuur wordt verlaagd in de koeler, zullen de dampen oververzadigd worden en vrij water en condensaat vormen. Dit condensaat en vrij water blijven in de vloeistofvanger achter en gaan naar een tank, waar de vloeistof wordt gescheiden. Het gas wordt teruggevoerd in de gasstroom, die op weg is naar de droogtoren. Er zijn druk- en flowregelingen nodig om de stroming van het regeneratiegas mogelijk te maken.

De vaste deeltjes worden met de vloeistof afgescheiden. Het kan voorkomen, dat de eroderende werking van deze deeltjes zo groot is, dat deze deeltjes zo vroeg mogelijk moeten worden verwijderd. Dit kan door een "sand catcher" te installeren aan het begin van de flowleiding of door een centraal zandfilter aan het einde van een aantal flowleidingen.

De adsorptietoren

Het natte gas stroomt aan de bovenzijde de toren binnen. De adsorptietoren is een rechtop staand cilindrisch vat. De toren is goed geïsoleerd om te voorkomen, dat tijdens het regeneratieproces te veel warmte verloren gaat.

Bij het instromen botst het gas eerst tegen een **verdeelpaat**. Hiermee wordt voorkomen, dat het gas direct in het adsorptiemiddel blaast. Zou dit wel gebeuren, dan zou zich onder de instroomopening een trechter vormen. Hierdoor zou een gedeelte van het adsorptiemiddel niet meer aan het proces deelnemen.



De Adsorptietoren

In de toren bevinden zich twee soorten van **adsorptiemiddelen**.

De bovenste laag bestaat uit een middel, dat Mobil Sorbead W heet. Dit middel is vrij goed bestand tegen vrij water en condensaat. De adsorptiecapaciteit is echter kleiner dan die van het middel van de onderste laag. Onder de verhoudingsgewijs vrij dunne laag Sorbead W bevindt zich een laag Mobil Sorbead H. De korrels hiervan zijn veel kleiner dan die van Sorbead W. Hierdoor is de vullingsgraad veel groter (er bevinden zich minder open ruimten tussen de korrels). De eigenschappen van deze korrels, die het hoofdbestanddeel van het adsorptiemiddel vormen, zijn:

- Behalve waterdamp nemen zij ook de zwaardere koolwaterstoffen (condensaat) goed op.

- Korrels worden niet door zuur gas aangetast.
- Korrels laten zich gemakkelijk regenereren bij een temperatuur van circa 170° C.
- Ronde korrels zijn mechanisch redelijk sterk en houden door hun vorm het drukverschil over de toren zo laag mogelijk.

De Sorbead H-korrels hebben ook nog enkele nadelen, zoals:

1. Korrels zijn zeer gevoelig voor vrij water; wanneer zij met water in aanraking komen, vergruizen zij, waardoor het bed verstopt raakt.
2. Korrels zijn gevoelig voor verontreinigingen ten gevolge van:
 - oliën en vetten.
 - anti-corrosiemiddelen.
 - andere chemicaliën.
 - methanol.

Onderin het vat bevindt zich een laag porseleinen vulstukjes. Deze laag is van de erboven liggende laag adsorptiemiddel gescheiden door een roestvaststalen gaasmat. Het gaas dient om te voorkomen, dat de korrels zich met de vulstukjes vermengen.

De vulstukjes dragen de vulling van de toren en zorgen ervoor, dat de gasstroom ook aan de onderzijde over de gehele oppervlakte is verspreid. Om de uitlaatopening is een geperforeerde en met gaas beklede pot aangebracht. Deze dient om te voorkomen, dat de porseleinen vulstukjes in de uitlaatpijp terechtkomen.