

# Algemene Beschrijving Centrale



LUCHTFOTO AMERCENTRALE

## 1. Inhoudsopgave:

|        |                                                |    |
|--------|------------------------------------------------|----|
| 1.     | Inhoudsopgave: .....                           | 2  |
| 2.     | De Centrale .....                              | 4  |
| 3.     | De water,- en stoomkringloop .....             | 5  |
| 3.1    | Stoomsysteem. ....                             | 5  |
| 3.2    | Voedingwatersysteem .....                      | 6  |
| 4.     | Basisprincipes van de Ketel .....              | 6  |
| 4.1    | Circulatieketel .....                          | 7  |
| 4.1.1  | Natuurlijke circulatie .....                   | 7  |
| 4.1.2  | Gedwongen circulatie. ....                     | 8  |
| 4.2    | Doorpompketel .....                            | 11 |
| 4.3    | Oververhitting .....                           | 11 |
| 4.4    | Herverhitting .....                            | 11 |
| 5.     | Verbrandingslucht en Rookgassen .....          | 12 |
| 5.1    | Branderkasten .....                            | 14 |
| 5.2    | Zuigtrekventilator .....                       | 14 |
| 5.3    | Rookgasluvo. ....                              | 14 |
| 5.4    | De Vliegsvanger .....                          | 14 |
| 6.     | Bodemontassing. ....                           | 15 |
| 7.     | Rookgasontzwavelingsinstallatie (ROI) .....    | 17 |
| 7.1    | Algemeen. ....                                 | 17 |
| 7.2    | Afvalwater behandelingsinstallatie (ABI). .... | 18 |
| 8.     | DeNOx installatie. ....                        | 18 |
| 9.     | Brandstofsysteem. ....                         | 20 |
| 9.1    | Kolen. ....                                    | 20 |
| 9.1.1  | Systeembeschrijving .....                      | 20 |
| 9.1.2  | Molenvoeders. ....                             | 22 |
| 9.1.3  | Poederkoolmolens .....                         | 23 |
| 9.2    | Aardgas .....                                  | 25 |
| 10.    | De turbine. ....                               | 26 |
| 10.1   | Olievoorziening. ....                          | 28 |
| 10.1.1 | Smeerolie .....                                | 29 |
| 10.1.2 | Regeloliesysteem. ....                         | 29 |
| 10.1.3 | Krachtoliesysteem. ....                        | 29 |
| 10.2   | Pakkingbus-stoomsysteem. ....                  | 29 |
| 10.2.1 | Afdichtsysteem. ....                           | 30 |
| 10.2.2 | Het Afzuigsysteem. ....                        | 31 |
| 10.2.3 | Ontlastsysteem .....                           | 31 |
| 11.    | Koelwatervoorziening. ....                     | 32 |
| 11.1   | Algemeen. ....                                 | 32 |
| 11.2   | Filterinstallatie. ....                        | 32 |
| 11.3   | Taprogge® systeem .....                        | 32 |
| 11.4   | Koelwater en milieu .....                      | 33 |
| 11.5   | Condensor .....                                | 33 |
| 11.6   | Evacueren .....                                | 33 |

---

|        |                                          |    |
|--------|------------------------------------------|----|
| 12.    | De Generator.....                        | 35 |
| 12.1   | Generatorkoeling.....                    | 36 |
| 12.2   | As-afdichting van de generator.....      | 36 |
| 12.2.1 | Luchtoliesysteem.....                    | 36 |
| 12.2.2 | Vacuümoliesysteem.....                   | 36 |
| 12.2.3 | Gasoliesysteem.....                      | 37 |
| 12.3   | Verbinding met het Hoogspanningsnet..... | 37 |
| 12.4   | Het Eigenbedrijfsnet.....                | 38 |
| 12.4.1 | Spanningsniveaus.....                    | 39 |
| 12.4.2 | Noodgenerator.....                       | 39 |
| 12.4.3 | Gelijkstroomnet.....                     | 39 |
| 13.    | Lijst met gebruikte figuren.....         | 40 |



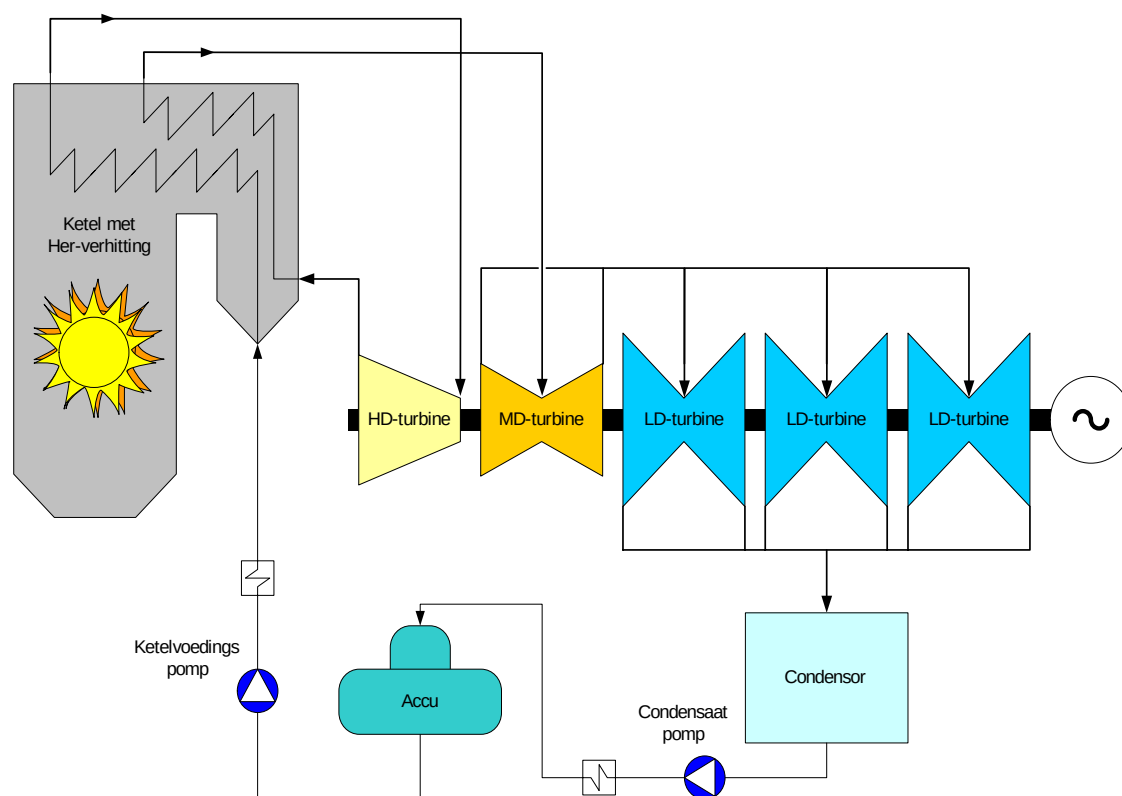
## 2. De Centrale.

Een thermische centrale wekt elektriciteit op met behulp van warmte. Deze warmte die ontstaat door het stoken van een vuur in de ketel, verhit water en zet dit water om in stoom. Deze stoom bevat een hoeveelheid energie. Men laat nu de stoom van de ketel naar de turbine stromen. Hier zet de energie in de stoom zich om in een draaiende beweging van de turbine. Na het verlaten van de turbine stroomt de stoom naar de condensor. Daar condenseert de stoom weer tot water.

Dit water is zuiver van kwaliteit. Veel zuiverder dan drinkwater. Men gebruikt het dan ook opnieuw en pompt het terug naar de ketel. De kringloop die hierdoor ontstaat, noemt men de water/stoom kringloop.

De turbine drijft de generator aan die de elektriciteit opwekt. De opgewekte elektriciteit stroomt met behulp van hoog, - en laagspanningskabels naar de plaats van bestemming. Bijvoorbeeld de meterkast bij u thuis.

Een dergelijke combinatie van ketel, turbine, generator en bijbehorende hulpwerktuigen noemen we een eenheid. Een vestiging met een of meerdere eenheden noemen we een centrale.



SCHEMATISCH PROCES.

### 3. De water,- en stoomkringloop.

Met het bovenstaande is in het kort geschetst hoe de meeste elektrische centrales elektriciteit opwekken en distribueren. Nu mag het principe vrij simpel lijken, de praktijk is echter veel gecompliceerder. In het nu volgende zullen we u dat proberen te verduidelijken. Dat we in dit verslag niet al te diep gaan, zult hopelijk begrijpen. Wel hopen we dat u na dit verslag gelezen te hebben een redelijk beeld heeft van het centrale bedrijf.

#### 3.1 Stoomsysteem.

We gaan nu wat dieper op de installatie in en beginnen met het stoomsysteem. Uit de ketel komt de verse stoom die naar de HD-turbine stroomt. Deze stoom heeft bij Amercentrale 8 een druk van 180 bar en een temperatuur van 540 °C. Bij Amercentrale 9 levert de ketel bij vollast en druk van 270 bar bij een temperatuur van 540 °C.

De leiding waardoor deze stoom stroomt noemt men de verse-stoomleiding. De hoeveelheid stoom naar de turbine regelen we met hydraulische regelventielen. Als de stoom de HD-turbine doorstroomd heeft is de druk aanzienlijk lager. Afhankelijk van de belasting bedraagt deze ongeveer 47 bar bij AC8 en 56 bar bij AC9 bij vollast. Bij nullast is deze druk ongeveer 10 bar.

Na de HD-turbine gaat de stoom terug naar de ketel om opnieuw te worden verhit. Deze stap in het proces wordt ook wel her-verhitting genoemd. Het gedeelte in de ketel waarin de herverhitting plaats vindt noemt men dan ook wel her-oververhitter. De leidingen tussen de HD-turbine en de heroververhitter noemt men de koude herverhitterleiding of ook wel koude reheat.

Vervolgens stroomt de stoom naar de MD- en de LD-turbines (middendruk- en lagedrukturbines). Deze stoom is in de heroververhitter opgewarmd tot 540°C. De leiding waarin deze stoom naar de turbine stroomt noemt men dan ook de warme herverhitterleiding of warme reheat.

Zowel AC8 als AC9 hebben 3 stuks LD-turbines die parallel geschakeld zijn na de MD-turbine.

Na de LD-turbines stroomt de stoom in de condensor om zich daar tot water te verdichten. Aan dit water geeft men de naam condensaat. Vandaar dat het nu volgende systeem condensaatstelsel wordt genoemd.

Het condensaatstelsel begint bij de uitlaat van de condensor en eindigt in de accu. (ook wel voedingwatertank genoemd) De belangrijkste componenten van dit stelsel zijn:

- De condensaatpompen; deze dienen om het condensaat uit de condensor te zuigen en naar de accu te pompen.
- De condensaatreinigingsinstallatie; deze installatie bestaat uit drie filters en dient om het condensaat te zuiveren van onreinheden zouten, enz. ;
- De koeler van de pakkingbusstoom (stopbusstoom).
- De LD-voorwarmers 1 t/m 3; de functie van de voorwarmers is het opwarmen van het condensaat. Men bereikt er een rendementsverbetering mee.

De accu is het volgende apparaat waarin het condensaat terechtkomt. Vanaf nu krijgt het water een andere naam, het wordt nu voedingwater genoemd.

Boven op de accu is de ontgasser geplaatst. Deze combinatie van ontgasser en accu heeft drie functies, namelijk:

- Het ontgassen van het condensaat
- Condensaat buffer wanneer er plotseling lekkage in het systeem optreedt. Er is dan nog voorraad voor ongeveer 15 minuten.
- Voedingwater nog meer in temperatuur verhogen.

We zijn dit hoofdstuk begonnen bij de ketel en we moeten er ook mee eindigen, anders voldoen we niet aan de benaming "kringloop" zoals dit in de titel staat aangegeven.

### 3.2 Voedingwatersysteem.

Het voedingwatersysteem loopt bij AC 8 vanaf de accu's tot aan de drum. Bij AC 9 loopt dit van de accu tot aan de ECO omdat dit een ader type ketel is, die geen drum heeft. De accu is een tank met een inhoud van + 300 m<sup>3</sup> en dient als buffer om b. v. lekkages op te vangen. De functie van de ontgasser is het voorwarmen en ontgassen van het voedingwater.

Na de accu stroomt het water naar de voedingpompen; 1 vollostpomp en twee 1/6 last pompen. De vollostpomp wordt aangedreven door een turbine, vandaar de naam turbinevoedingpomp (TVP). De andere twee voedingpompen worden aangedreven door een electromotor. Deze worden elektrische voedingpompen genoemd (EVP). De taak van de voedingpompen is de druk van het voedingwater zo hoog op te voeren dat het naar de drum van de ketel stroomt. Deze druk is ongeveer 200 bar.

Op zijn weg naar de drum stroomt het voedingwater eerst door drie voedingwatervoorwarmers en de economiser (eco). De voedingwatervoorwarmers zijn de hogedrukvoorwarmers 5, 6 en 7. De naam hogedrukvoorwarmers komt van het feit dat in de pijpen van deze voorwarmers de voedingwaterdruk heerst. Het doel van deze voorwarmers is ook weer rendementsverbetering.

In de leiding tussen de hogedrukvoorwarmers (HDVW) en de eco bevinden zich de voedingwaterregelkleppen. Voor deze kleppen zijn aansluitingen aangebracht voor het inspuutwater naar de ovo-inspuutventielen van de ketel. Vervolgens stroomt het water verder naar de eco.

In de eco stroomt het water door bundels pijpen. Aan de buitenzijde zijn deze pijpen voorzien van ringen. De bedoeling hiervan is een betere warmte-overdracht te verkrijgen.

Als het water hierna in de drum stroomt, mag men het niet zomaar op een plaats naar binnen voeren. Dit geeft namelijk plaatselijk afkoeling, wat weer tot gevolg heeft dat er spanningen in het materiaal van de drum ontstaan. Om die reden is over de volle lengte van de drum een binnenvoedingsleiding aangebracht. Deze verdeelt het binnentredende voedingwater gelijkmatig over de drum.

## 4. Basisprincipes van de Ketel.

In zijn eenvoudigste vorm bestaat een ketel uit een groot vat, gedeeltelijk gevuld met water, waaronder een vuur wordt gestookt. Bovenop dit vat bevindt zich een aansluiting voor het opvangen en wegvoeren van stoom, aan de onderkant een aansluiting voor de aanvoer van water.

Afgezien van vele andere bezwaren, heeft een dergelijke ketel het grote nadeel, dat er naar verhouding zeer veel water moet worden verhit door een kleine hoeveelheid vuur. Het kost

dan veel tijd om het water aan de kook te krijgen. Denk maar eens aan de fluitketel thuis. Dit is een van de redenen dat op een centrale dit type ketel niet wordt toegepast.

In een centrale staan ketels opgesteld met een grote vuurhaard en een kleine stoom/waterruimte. De stoom/waterruimte bestaat hoofdzakelijk uit pijpen. Daarom noemt men dit type ketel ook wel waterpijpketel.

We kunnen grofweg twee typen ketels onderscheiden;

- Circulatieketel
- Doorpompketel.

#### **4.1 Circulatieketel.**

Bij een circulatieketel is bovenin de ketel, buiten de rookgasgedeelte een drum of stoomhouder geplaatst. Onderin de ketel liggen in de vorm van een rechthoek de verzamelkasten. Valpijpen verbinden de drum met deze kasten.

Bovenin de ketel zijn eveneens verzamelkasten aangebracht. Zij liggen in dezelfde vorm als de kasten onderin de ketel. Met de vuurhaardpijpen of verdamperpijpen worden de kasten onderin de ketel met die bovenin de ketel verbonden. De vuurhaardpijpen vormen door deze constructie een kooi waarin het vuur brandt. Men noemt deze ruimte dan ook de vuurhaard. De pijpen zelf zijn ruim vijftig meter lang en lopen verticaal. Ze staan als het ware mannetje aan mannetje naast elkaar. Om een sterke en gasdichte constructie te verkrijgen zijn ze aan elkaar gelast. De kasten bovenin de ketel zijn weer met pijpen verbonden met de drum. De circulatieketel heeft een grote waterinhoud. Dit water circuleert vanuit de drum over de waterkasten en de vuurhaard. Slechts een gedeelte van het water wordt tijdens dit proces omgezet in stoom. De stoom verzameld zich in de drum vanwaar het wordt afgevoerd naar de oververhitters.

##### **4.1.1 Natuurlijke circulatie.**

Als men thuis een pan water op het vuur zet en met kijkt naar het water in de pan, dan ziet men na enige tijd een circulatie ontstaan. Wat is er aan de hand? Water dat een hogere temperatuur krijgt, wordt lichter of zoals in de techniek gezegd wordt, krijgt een kleinere soortelijke massa. Het lichtere water wil nu gaan stijgen en veroorzaakt de genoemde circulatie.

Bij waterpijpketels maken we van deze natuurkundige eigenschap van water gebruik. We verwarmen namelijk de vuurhaardpijpen zodanig dat daarin een water/stoommengsel ontstaat. Dit mengsel gaat door zijn geringere soortelijke massa stijgen. Als het water in de vuurhaardpijpen gaat stijgen betekent dit dat het onderaan aangevuld moet worden. Gebeurt dit niet dan zullen de pijpen droogkoken en in de kortste keren kapot gaan. Er moet voor koeling van de pijpen continue water of een water/stoommengsel doorstromen. De valpijpen zijn pijpen die niet worden verhit. Het water in deze pijpen bezit dan ook een hogere soortelijke massa dan het water/stoommengsel in de vuurhaardpijpen. Als gevolg hiervan zal het water uit de val pijpen automatisch toestromen naar die plaatsen waar zojuist het water/stoommengsel is gestegen.



Na de kasten bovenin de ketel stroomt het water/stoommengsel naar de drum. In de drum is apparatuur gemonteerd om het water en de stoom van elkaar te scheiden. De stoom gaat verder naar de oververhitters en het water gaat terug naar de valpijpen.

In een kringloopsysteem bestaande uit drum, valpijpen, verzamelkasten(waterhouders), vuurhaardpijpen, verzamelkasten, overstroompijpen en weer de drum, vindt circulatie plaats. Deze circulatie berust op het verschil in soortelijke massa en is een natuurkundig verschijnsel. Men noemt deze vorm van circulatie dan ook natuurlijke circulatie.

#### **4.1.2 Gedwongen circulatie.**

Verhoogt men de druk in de ketel, dan neemt de soortelijke massa van de stoom ook toe. De stoom wordt als het ware meer samengedrukt. Bij 165 bar is deze samendrukking zo sterk dat het verschil in soortelijke massa van het water in de valpijpen en het stoom/watermengsel in de vuurhaardpijpen te klein wordt. De natuurlijke circulatie vermindert als gevolg hiervan en kan zelfs stagneren. Om dit te voorkomen plaatst men in de valpijpen van de ketel circulatiepompen. Een ketelcirculatiepomp (KCP), is te vergelijken met de pomp van uw centrale verwarmingsinstallatie. Dit pompje zorgt ervoor dat de circulatie van het ketelwater door de leidingen wordt versterkt.

Hetzelfde doet een ketelcirculatiepomp en men spreekt dan over gedwongen circulatie. Een ketel die met dit systeem is uitgerust noemt men ook wel rondpompketel.

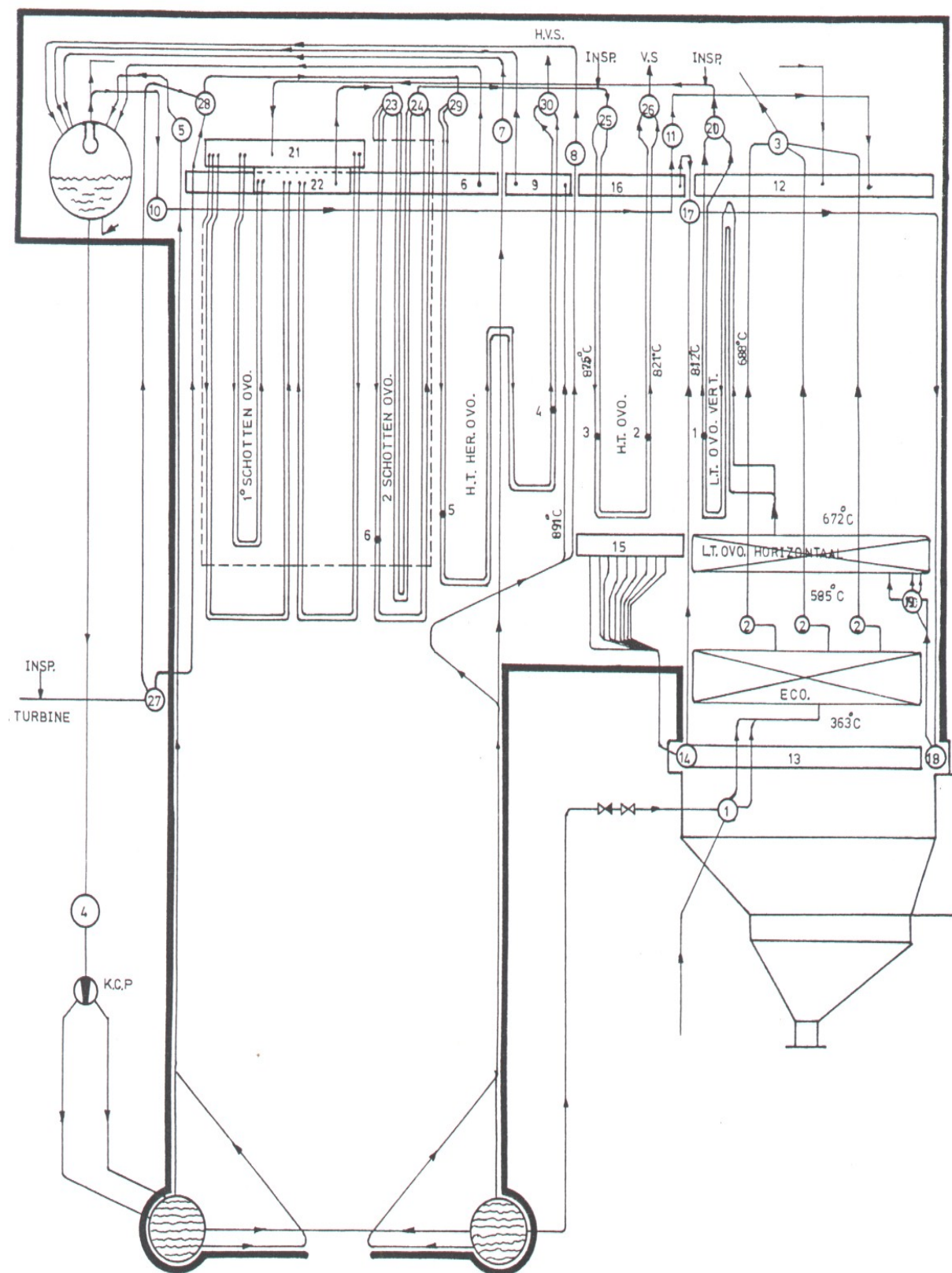
Ketel 81 is met vier van deze pompen uitgerust die elk ruim 2 miljoen liter water per uur kunnen verpompen.

Verklarende tekst kastennummers keteldoorsnede.

1      inlaatkast eco



- 2 tussenkast eco
  - 3 uitlaatkast eco
  - 4 zuigkast KCP
  - 5 uitlaatkast verdamper voorwand
  - 6 uitlaatkast verdamper zijwand
  - 7 uitlaatkast verdamper achterwand
  - 8 uitlaatkast neuspijpen
  - 9 uitlaatkast zijwand verdamper uitbreiding
  - 10 inlaatkast dakpijpen 1e trek
  - 11 uitlaatkast dakpijpen 1e trek
  - 12 inlaatkast zijwand 2e trek
  - 13 uitlaatkast zijwand 2e trek
  - 14 inlaatkast voorwand 2e trek
  - 15 inlaatkast uitbreiding zijwand 2e trek
  - 16 uitlaatkast uitbreiding zijwand 2e trek
  - 17 inlaatkast dakpijpen/achterwandpijpen 2e trek
  - 18 uitlaatkast dakpijpen/achterwandpijpen 2e trek
  - 19 inlaatkast LT. OVO
  - 20 uitlaatkast LT OVO
  - 21 inlaatkast schotten OVO 1
  - 22 uitlaatkast schotten OVO 1
  - 23 inlaatkast schotten OVO 2
  - 24 uitlaatkast schotten OVO 2
  - 25 inlaatkast HT OVO
  - 26 uitlaatkast HT OVO
  - 27 inlaatkast wand OVO
  - 28 uitlaatkast wand OVO
  - 29 inlaatkast Her OVO
  - 30 uitlaatkast Her OVO
- 1 t/m 6 watergekoelde afstandpijpen ----- stoomgekoelde afstandpijp.



DWARSDOORSNEDE CIRCULATIEKETEL.

## 4.2 Doorpompketel.

Bij een doorpompketel bestaan er geen drum en waterhouders. Het water wordt in de ketel gepompt zodanig dat alles verdampt tot stoom. Al deze stoom wordt daarna rechtstreeks doorgestuurd naar de oververhitters. In principe is de hoeveelheid toegevoerd voedingswater exact gelijk aan de hoeveelheid stoom. In de praktijk wordt dit type ketels bedreven boven de superkritische druk welke 224 bar is. Boven deze druk bestaat er geen fysiek verschil meer tussen water en stoom. Deze ketels hebben een veel kleinere waterinhoud dan circulatieketels.

## 4.3 Oververhitting.

Wanneer een fluitketel kookt, komt er een pluim stoom uit de fluit. Bekijken we deze pluim goed, dan zien we direct na de fluit helemaal geen stoom. Pas op enige afstand van de fluit zien we een pluim ontstaan. Wat is er aan de hand? De stoom die uit de ketel komt noemen we verzadigd. Deze stoom is onzichtbaar. Daarna komen er, doordat de stoom warmte afstaat aan zijn omgeving, waterdruppeltjes in de stoom. Dit nu maakt de stoom zichtbaar. We noemen deze stoom natte stoom. at we de verzadigde stoom uit de fluitketel kunnen opvangen in een gesloten vat en dat we dit vat nog eens gaan verwarmen. De verzadigde stoom krijgt hierdoor een hogere temperatuur. Dergelijke stoom noemen we oververhitte stoom. Bij de ketel vindt eigenlijk eenzelfde proces plaats. Stoom die uit de drum komt, wordt naar de oververhitters geleid. In de oververhitter krijgt de stoom opnieuw warmte toegevoerd. Als gevolg hiervan neemt de temperatuur van de stoom toe en wordt zodoende oververhit. De reden dat men de stoomoververhit is een verbetering van het rendement van de eenheid. Een bijkomend voordeel is dat in de turbine geen erosie optreedt als gevolg van waterdruppeltjes in de stoom.

Wanneer we bij een kachel zitten voelen we de warmte van het vuur naar ons toe stralen. We noemen dit stralingswarmte. Anderzijds bestaat er ook convectie warmte. Convectie betekent stroming. De lucht die in de radiator van de centraleverwarming is opgewarmd, stijgt daardoor op en is in staat andere delen van de huiskamer te verwarmen. De oververhitters in de ketel die dicht bij het vuur liggen ontvangen veel straling. De oververhitters die verder van het vuur af liggen zijn convectie-oververhitters. De oververhitter van de ketel is verdeeld in verschillende pijpenbundels die op verschillende plaatsen in de ketel zijn opgesteld. Ze worden genoemd naar het temperatuurniveau, de vormgeving, de plaats in de ketel of de plaats die ze hebben in de kringloop. Zo kennen we de LT-OVO of lagetemperatuur-oververhitter, de schottenoververhitter of schotten-ovo, de wand-ovo en de eindovo of ook wel HT-ovo(hoge-temperatuurovo) genoemd.

## 4.4 Herverhitting.

Voor herverhitting is moeilijk een parallel te vinden uit het dagelijkse leven. Daarom deze keer een beschrijving direct uit de techniek.

Wanneer de stoom uit de HD-turbine komt is ze een flink stuk in druk en temperatuur gedaald. Zover zelfs dat bij een verdere daling van de temperatuur vocht in de stoom ontstaat. Voordat dit gebeurt, leidt men de stoom terug naar de ketel om ze aldaar opnieuw op te warmen; te her-verhitten.

De stoom wordt in de heroververhitter tot een temperatuur van 540 °C verwarmd.

Het doel van herverhitting is hetzelfde als bij oververhitting, namelijk rendementsverbetering. De titel van deze paragraaf is herverhitting. In de praktijk gebruikt men ook het woord

heroververhitting, wat in principe juist is. Men gebruikt deze woorden door elkaar. Zo spreekt men van herverhitter, de heroververhitter of de herovo.

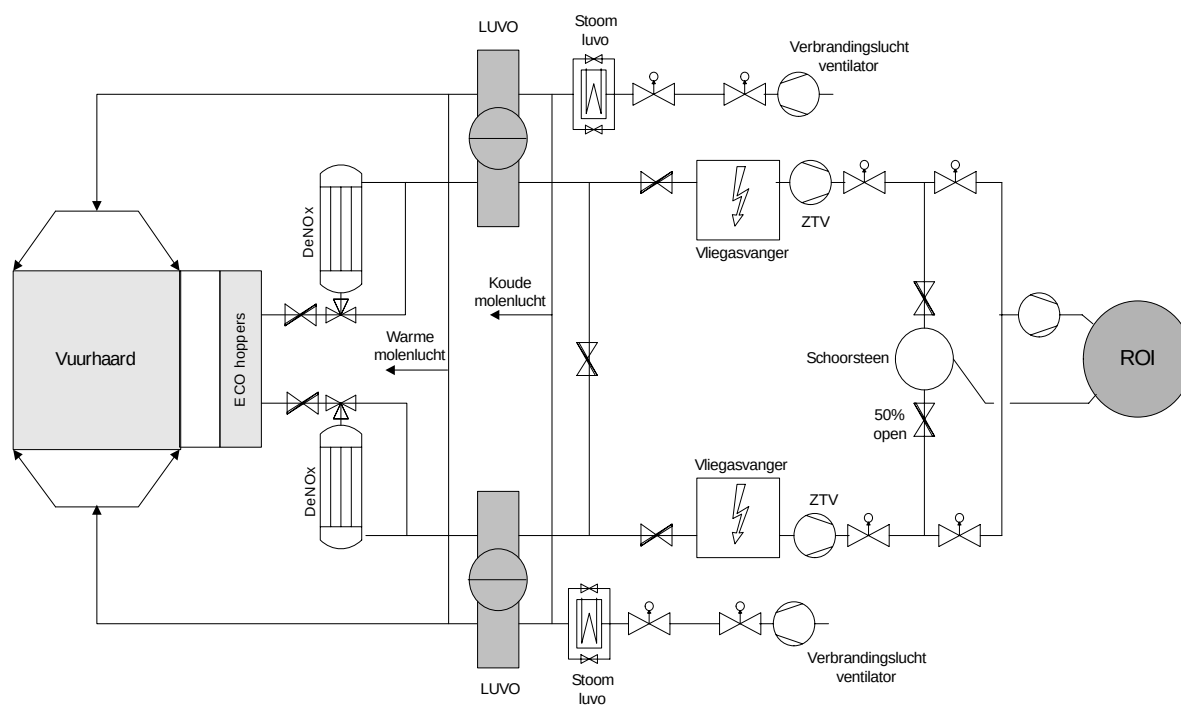
## 5. Verbrandingslucht en Rookgassen.

Wil men een brandstof laten verbranden, dan moet men zorgen dat er zuurstof aanwezig is. In lucht zit veel zuurstof. Voor verbranding van de brandstof in de ketel is dus lucht nodig. Een voorbeeld uit het dagelijkse leven is de kolenkachel. met een schuifje onder aan de kachel regelt men de luchttoevoer en daarmee het harder of zachter branden van de kachel. Lucht stroomt aan de onderzijde in de kachel; de zuurstof in de lucht neemt deel aan de verbranding en tenslotte verlaten de gevormde gassen als rookgassen de kachel.

Bij een ketel in onze centrale zou op deze manier te weinig lucht door de ketel stromen. Daarom zijn zowel in de aanvoer van de lucht als in de afvoer van de rookgassen ventilatoren geplaatst. Van deze ventilatoren zijn er elk twee aanwezig. De ventilatoren die de verbrandingslucht aanvoeren worden verbrandingsluchtventilatoren (VLV s) genoemd. De ventilatoren die de rookgassen afvoeren worden zuigtrekventilatoren (ZTV s) genoemd.

De aanvoer van de verbrandingslucht naar de VLV s vindt plaats via een grote rechthoekige koker vanuit de buitenlucht. Soms wordt ook wel een gedeelte van de verbrandingslucht uit het ketelhuis gezogen. Dit levert een kleine brandstofbesparing op omdat de lucht uit het ketelhuis warmer is dan de buitenlucht.

De verbrandingslucht stroomt via een geluiddemper naar de VLV. Vanaf deze ventilator stroomt de lucht, nu met een hogere druk weer via een geluiddemper verder naar de stoom- en rookgasluvo. Luvo betekent luchtvoorwarmer. Beide apparaten hebben dan ook de taak de verbrandingslucht voor te verwarmen. Het doel hiervan is, u raadt het al, het rendement te verbeteren. De stoomluvo bevindt zich in de luchtkanalen direct na de VLV s. Na de rookgasluvo s stroomt de nu hete lucht naar de luchtkasten rond de ketel.



SCHEMATISCHE VOORSTELLING LUCHT, EN ROOKGASTROMEN.

Deze kasten bevatten tevens de branders waardoor ze branderkasten worden genoemd. De verdeling van de lucht over de branders vindt plaats met kleppen. Deze kleppen hebben afhankelijk van hun functie verschillende namen. Zo kennen we branderluchtkleppen, hulpluchtkleppen, bovenluchtkleppen. De branderluchtkleppen worden ook wel secundaire luchtkleppen genoemd. Voor de hulpluchtkleppen heeft men ook wel de benaming tertiaire luchtkleppen.

## 5.1 Branderkasten.

De branders zijn in de vier hoeken van de vuurhaard aangebracht.

De branders zijn boven elkaar in de z. g. branderkasten gemonteerd. Deze branderkasten zijn tevens met het verbrandingsluchtsysteem verbonden waardoor lucht rondom de branders in de vuurhaard wordt geïnjecteerd. De branders zijn niet precies naar het hart van de vuurhaard gericht, maar naar de omtrek van een denkbeeldige cirkel in het midden van de vuurhaard. Hierdoor ontstaat een wervelende vuurmassa in het hart van de ketel, de z. g. vuurbal. Door deze vuurbal ondersteunen de branders elkaar. Na de verbranding van het brandstof/luchtmengsel ontstaan in de vuurhaard de rookgassen. Deze kunnen een temperatuur bereiken van circa 1500 °C. Op hun weg door de ketel staan deze gassen hun warmte af aan de pijpen van de ketel.

## 5.2 Zuigtrekventilator

De zuigtrekventilator of rookgasventilator zuigt de rookgassen uit de ketel. Hierdoor ontstaat een geringe onderdruk in de ketel. Door de weerstand van de rookgassen in de pijpenbundels van de ketel, neemt de onderdruk naarmate men dichterbij de deze ventilatoren komt, steeds meer toe. Bij hun tocht door de ketel staan de rookgassen hun warmte af aan de verdamper-, oververhitter-, heroververhitter-, en economiserpijpen. De temperatuur daalt hierbij tot 350 °C. Met deze temperatuur verlaten de rookgassen de ketel. Na de ketel stromen de rookgassen naar de rookgasluvo om daar tot een temperatuur van circa 130 °C te dalen. Vervolgens passeren de rookgassen de electrostatische vliegassvangers(VAVs). Zoals de naam al zegt dient dit apparaat ervoor om de asdeeltjes, die met de rookgassen meegevoerd worden, af te vangen. Tenslotte bereiken de rookgassen de ZTV s die de rookgassen via de rookgasontzwavelings-installatie(ROI) naar de schoorsteen persen.

## 5.3 Rookgasluvo.

Nu we globaal de weg van de verbrandingslucht en de rookgassen hebben gevolgd zullen we enkele componenten van dit systeem wat nauwkeuriger bekijken. We beginnen met de rookgasluvo, kortweg luvo.

De luvo bestaat uit een pakket van waarin een grote hoeveelheid dunne wafelvormige platen zijn aangebracht.

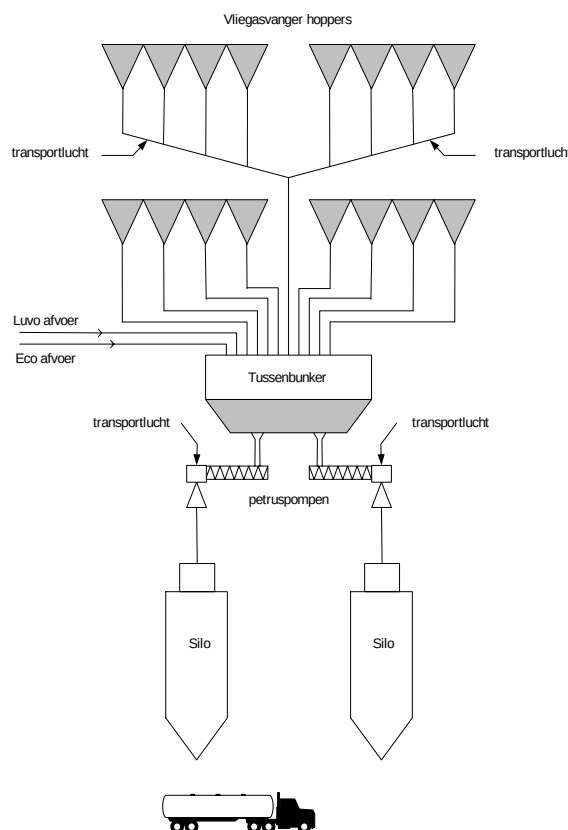
- Bij AC8 draait dit pakket in een groot cilindervormig huis.
- Bij AC9 staan de pakketten stil, en draaien boven, en onder grote schoorsteenkappen parallel aan elkaar.

De rookgassen stromen van boven naar beneden door de luvo heen en geven daarbij hun warmte af aan de plaatjes. Op een andere plaats stroomt de verbrandingslucht van beneden naar boven door de luvo. Deze stroom koelt de plaatjes weer af. Doordat de trommel, of schoorsteenkap draait, worden de platen beurtelings opgewarmd en afgekoeld.

## 5.4 De Vliegassvanger.

Bij het stoken van kolen bevinden zich in de rookgassenstroom veel asdeeltjes. Omdat deze deeltjes met de rookgassen worden meegevoerd, noemt men ze vliegass. De vliegassvanger filtert deze deeltjes uit de rookgassen. De VAV bestaat in principe uit een plaatstalen kast waarin vang-en sproei-elektroden zijn ondergebracht. De vangelektroden zijn geprofileerde stalen platen die op een afstand van 300 mm van elkaar zijn opgehangen. De sproei-elektroden zijn stalen draden die tussen de vangplaten door lopen. De sproei-elektroden zijn

ten opzichte van de vangplaten geïsoleerd opgesteld en verbonden met de negatieve pool van een hoogspanningsapparaat. Hierdoor heerst er tussen de sproei-en vangelektroden een spanning van 55.000 volt. De vliegasaandeeltes worden door een opeenvolging van processen elektrisch geladen en naar de vangplaten gedreven waar ze blijven kleven. Van tijd tot tijd worden de platen met metalen hamers beklopt waardoor de as in de onder de vanger opgestelde trechters zakt. Vanuit deze trechters wordt de opgevangen vliegafvoer naar silo's. De vliegafvoer voldoet aan speciale normen, zodat ze verder kan dienen als grondstof in de cementindustrie.



VLIEGASAFVOER

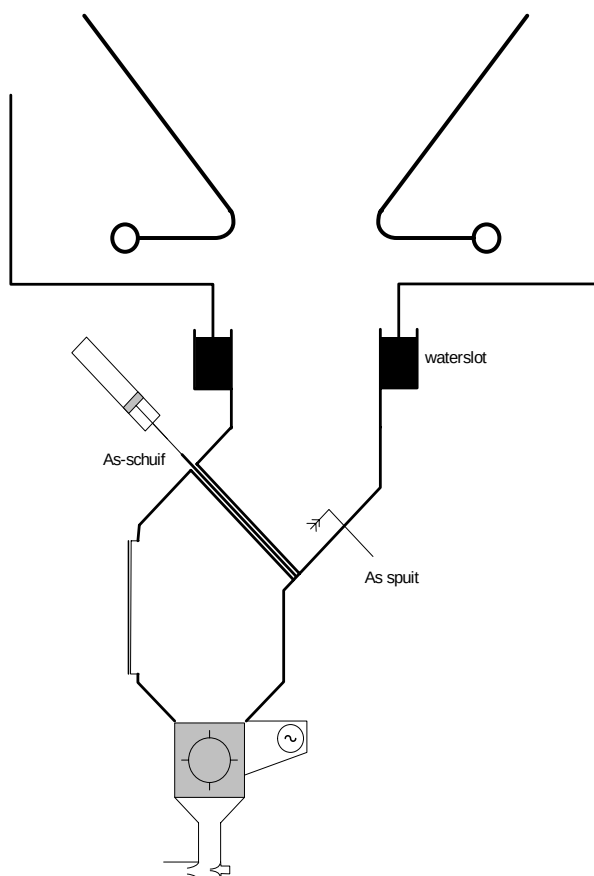
## 6. Bodemontassing.

Niet alle as verlaat als vliegafvoer de ketel. In de vuurhaard klonten asdeeltjes samen. Wanneer deze te zwaar worden om met de rookgassen te worden meegenomen, vallen ze naar beneden. Beneden komen ze terecht in een waterbak (astrog), die onder de vuurhaard van de ketel staat opgesteld. De as koelt hier snel af, waardoor grotere klonten as in kleine korrels barsten. Deze delen noemt men grove-as of bodemas.

Deze as wordt met behulp van waterstraalprojectoren vanuit de astrog afgevoerd naar bezinkbakken. Deze opvangbasins zijn in staat om het water uit de as te laten weglopen, zodat er een redelijk droog produkt over blijft. Deze bodemas voldoet ook aan specificaties om verder dienst te kunnen doen als grondstof voor o.a. wegebouw.







ASTROG AC8

## 7. Rookgasontzwavelingsinstallatie (ROI)

### 7.1 Algemeen.

De rookgassen van ketels bevatten verontreinigende stoffen. Welke stoffen dat zijn en in welke hoeveelheid ze in de rookgassen voorkomen hangt af van de soort brandstof die wordt verstoekt, de manier waarop wordt gestookt en het type ketel waarin de brandstof wordt verstoekt. Een van deze vervuilende stoffen is zwaveldioxide ( $\text{SO}_2$ ). Deze stof komt hoofdzakelijk voor in de rookgassen van olie- en kolen- gestookte ketels. Deze ketels moeten daarom voorzien zijn van een ROI. In aardgas zit praktisch geen zwavel. Gasgestookte ketels hebben daarom geen ROI nodig.

De rookgassen worden door de ZTV's naar de ROI geperst. Bij AC8 is nog een extra ilator geïnstalleerd, omdat de ROI er pas later is bij gebouwd. Vervolgens treden de rookgassen het wasvat binnen. Het wasvat (een scrubber) is een groot verticaal staand cilindrisch vat dat van binnen met rubber is bekleed. Bovenin bevinden zich een groot aantal sproeiers waarmee een mengsel van gemalen kalksteen en water fijn wordt verdeeld en als een dichte regen naar beneden stort. De rookgassen komen onderin het vat binnen en worden gedwongen door deze regen van kalksteensuspensie naar boven te stromen en kunnen vervolgens via de top van het vat door het afvoerkanaal naar de schoorsteen ontwijken. De zwaveldioxide lost tijdens het contact met de versproeide suspensie in de vloeistof op en verbindt zich daar met de eveneens opgeloste kalksteen. Het product van deze reactie en de daarop volgende oxidatie is uiteindelijk gips. Het proces van absorptie, reactie met kalksteen en zuurstof en de kristallisatie van de gips spelen zich geheel in het wasvat af.

Hiermee is het verhaal natuurlijk nog niet af. Er zijn pompen nodig om de suspensie rond te pompen. Hiervan zijn er vier stuks opgesteld. Deze pompen worden circulatiepompen genoemd. Verder is er een installatie nodig die de kalksteen, die in de reactie met de zwaveldioxide wordt verbruikt, aan te vullen. Deze installatie is aan de rivieroever opgesteld en bestaat in hoofdzaak uit een silo met een hieronder opgestelde aanmaakput. Vanuit de silo, die 2000 ton kalksteen kan bevatten, wordt de kalksteenmeel met een doseerinrichting in de aanmaakput gestort en met toevoeging van water goed gemengd. De zo verkregen kalksteensuspensie wordt naar de kalksteendoseertank gepompt. Deze tank staat naast het wasvat opgesteld. Vanuit deze tank wordt met een pompje en regelklep steeds de juiste hoeveelheid kalksteen gedoseerd.

Verder is er nog een inrichting nodig die de gipskristallen van het water scheidt en er een product van maakt dat voor industriële verwerking geschikt is. Hiertoe wordt continu een bepaalde hoeveelheid van de suspensie uit het wasvat verwijderd en in twee trappen ontwaterd. De eerste trap wordt gevormd door hydrocyclonen. De tweede trap bestaat uit centrifuges. Het eindproduct is een bijna droog poeder dat met een stelsel van transportbanden naar de gipsopslag bij de rivier wordt gevoerd. De geproduceerde gips is van hoge kwaliteit, en wordt op diverse manieren als bouwgrondstof gebruikt.

## 7.2 Afvalwater behandelingsinstallatie (ABI).

Om redenen van milieuzorg wordt er steeds meer aandacht besteed aan stoffen die door de Amercentrale in het milieu worden gebracht. Allerlei vervuilingen die zich in het rookgaswasvat ophopen moeten om het proces goed te laten verlopen worden afgescheiden. Speciale spui-afscheiders zorgen dat deze stoffen uit het proces gehaald worden. Zoals gezegd, mogen we deze ongerechtigheden niet zo maar in het milieu lozen. De installatie die zorgt voor de afscheidng van deze stoffen heet de ABI.

Het proces komt hierop neer dat zwevende stoffen en opgeloste metalen uit het water worden verwijderd. De installatie bestaat in hoofdzaak uit een aantal basins of reactors. In het reactievat worden chemicaliën aan het water toegevoegd waardoor opgeloste metalen neerslaan en samen met de zwevende stoffen vlokken vormen. Deze vlokken worden als slib uit het systeem weggepompt. Het water dat deze installatie verlaat moet opnieuw in de processen worden gebruikt, wanneer ze niet aan de door de overheid gestelde specificaties voldoet. Als dit wel het geval is, mag het op de rivier worden geloosd.

Het slib, wordt opgeslagen in een tank, vanwaar het tijdens bunkeren van kolen, in de silo's wordt gepompt. Door het slib te verbranden raken we op een verantwoorde wijze van verontreinigingen af.

We hebben nu de weg van de verbrandingslucht en de rookgassen gevolgd van aanzuiglucht tot afvoer van de rookgassen naar de schoorsteen. We keren nu terug naar de ketel om de weg van de brandstof te volgen.

## 8. DeNOx installatie.

Een van de grootste boosdoeners in het kader van de broeikasgassen zijn stikstofoxyden. Er zijn diverse verbindingen mogelijk en daarom spreekt men van  $\text{NO}_x$ . Steeds strenger wordende milieu-eisen hebben er voor gezorgd dat de emissie van deze stoffen sterk aan banden zijn gelegd.

Er bestaan drie oorzaken voor de vorming van  $\text{NO}_x$

- Brandstof  $\text{NO}_x$
- Thermische  $\text{NO}_x$
- 'Prompte'  $\text{NO}_x$ .

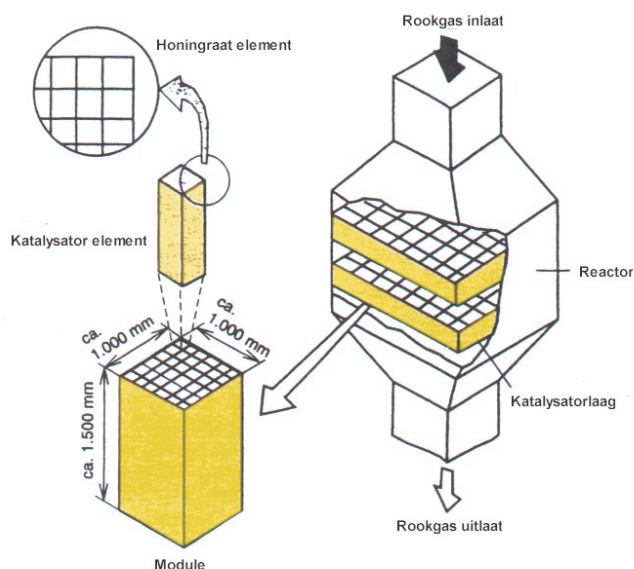
De brandstof  $\text{NO}_x$  kunnen we weinig aan doen, omdat de brandstofsamenstelling bepalend is voor de hoeveelheid gevormde  $\text{NO}_x$ .

De 'Prompte' stikstofoxyden ontstaan tijdens het verbrandingsproces, en vallen gelijk na hun ontstaan weer uiteen. Hierover hoeven we ons dus niet 'druk'over te maken.

Met name de vorming van thermische  $\text{NO}_x$  kunnen we beïnvloeden, omdat deze afhankelijk zijn van het verbrandingsproces en met name de verbrandingstemperatuur.

Allereerst proberen we dus de vorming van deze broeikasgassen zo veel mogelijk te beperken. Door toepassing van moderne brander,- en stooktechnieken is het mogelijk gebleken om bij AC 9 zonder meer aan deze emissie-eisen te voldoen.

AC 8 echter is van een ouder ontwerp dan AC 9. Door het ontbreken van moderne technieken is het halen van de milieu eisen door toepassing van stooktechnieken niet haalbaar. Door de bouw van een DeNO<sub>x</sub> installatie kon de emissie van AC 8 ook beneden de gestelde normen worden gebracht.



SCHEMATISCHE WEERGAVE KATALYSATOR.

De DeNO<sub>x</sub> installatie is uitgevoerd als een katalysator, waarin onder toevoeging van ammonia de reeds gevormde NO<sub>x</sub> wordt omgezet in stikstof en water. Deze elementen komen in de natuur in grote hoeveelheden voor, en mogen daarom zonder meer in de atmosfeer geloosd worden. Als een enorme rugzak is deze installatie achter de ketel gebouwd. Het katalytisch proces vindt plaats bij een temperatuur van 300°C. Alle rookgassen die de ketel verlaten worden door deze honingraat-vormige katalysatorelementen gevoerd. Vlak voor de DeNO<sub>x</sub> wordt een geregelde hoeveelheid ammonia verneveld. Samen met deze ammonia wordt DeNO<sub>x</sub> de omgezet naar N<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O

## 9. Brandstofsysteem.

De elektrische energie die door de generator aan het net wordt afgegeven is uiteindelijk afkomstig van de brandstof. In Nederland wordt voor de grootschalige opwekking van elektriciteit voornamelijk olie, aardgas en steenkolen gebruikt. Ketel 81 heeft de mogelijkheid om deze drie brandstoffen te verstoken waarbij wel gezegd moet worden dat met aardgas niet het volle vermogen gedraaid kan worden. De normaal verstookte brandstof is echter steenkool. Het aardgas wordt gebruikt bij het opstoken van de ketel en als ondersteuningsvuur voor de kolenbranders bij lage ketelbelasting. De voorzieningen om olie te stoken zijn aanwezig maar worden momenteel niet gebruikt. We zullen ons daarom beperken tot steenkool en aardgas.

Wil men een brandstof in een ketel verstoken dan moet deze hiervoor geschikt worden gemaakt. Dat wil zeggen dat de brandstof op de juiste druk, temperatuur, grootte, enz. moet worden gebracht. Wat betreft aardgas hebben we het gemakkelijk, deze wordt praktisch gebruiksklaar door de Gasunie aangeleverd. We hoeven nog slechts te bepalen hoeveel we hiervan afnemen. In de winter kunnen er zich bij de aardgaslevering echter problemen voordoen. Zodra de temperatuur laag wordt, zeg beneden 0°C, dan wordt de levering van aardgas door de Gasunie beperkt. Dit betekent op de Amercentrale dat de eenheden, die aardgas als hoofd,- of hulpbrandstof gebruiken, zich moeten beperken in de afname hiervan. Steenkool is op de Amercentrale nog steeds de belangrijkste brandstof. Tegenwoordig echter wordt een steeds groter aandeel van de brandstof vervangen door Bio-massa. Het streven is om eind 2002 ongeveer 15-20% van de kolen te vervangen voor verschillende bio-massa's. Enkele voorbeelden van bijstook-producten;

- Papierslib
- Houtspelletts
- Palmpelletts

We zullen de weg van de kolen vanaf de haven tot aan de ketel volgen.

### 9.1 Kolen.

Kolen komen praktisch over de hele wereld voor. De bekende voorraad is zeer groot. De economisch en technisch winbare voorraad wordt op 600 miljard ton geschat. Landen die voor Nederland van belang zijn voor de levering van kolen zijn: Australië, de Verenigde Staten, Colombia, Polen, Indonesië, e.a.

Voorheen werden de kolen voor alle gebruikers in Nederland centraal ingekocht door het GKE. Het GKE was een dochteronderneming van de SEP.

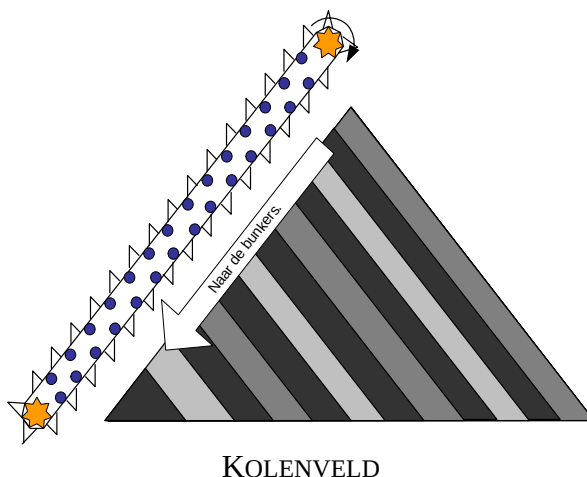
De inkoop van kolen wordt vanaf 2002 door Essent zelf verzorgd.

#### 9.1.1 Systeembeschrijving.

De steenkool wordt per schip aangevoerd en met grijperkranen op een transportband geworpen. Met deze banden kunnen de kolen naar het speciale kolenterrein worden gevoerd, of rechtstreeks naar de kolenbunkers in de centrales 8 en 9. Dit transportsysteem kan per uur circa 900 ton kolen verwerken. Gedurende het transporteren hebben de kolen de eerste bewerkingen ondergaan; namelijk te grote voorwerpen worden door roosters uit de kolen gezeefd en ijzeren voorwerpen zijn door de magneettrommel uit de kolen gehaald.

Wanneer de kolen naar het kolenterrein gaan, is het mogelijk om op het terrein een bepaald mengsel samen te stellen. Zo'n mengsel noemen we een 'Blend'.

Verschiede kolensoorten met allemaal hun eigen specifieke kwaliteiten worden in lagen gestort. Op die manier wordt een 'veld' samengesteld. Wanneer men besluit een veld te bunkeren graaft men dit af met een speciale afgraver. Deze neemt van elke laag een hapje, en zodoende komt er een mengsel van verschillende kolen naar de bunkers getransporteerd.



Elke kolenmolen heeft z'n eigen bunker met een inhoud van zo'n  $1100 \text{ m}^3$  per stuk hetgeen neerkomt op ongeveer 900 ton steenkool. Als alle 6 bunkers vol zijn is dit is net genoeg voor ongeveer 30 vollasturen.



KOLENOPSLAG.

### 9.1.2 Molenvoeders.

Onderaan de bunkers bevinden zich de voeders. Deze apparaten hebben als taak, de kolen vanuit de bunkers gedoseerd naar de molens te brengen die onder de goten staan opgesteld. De transportsnelheid waarmee de kolen naar de molens worden vervoerd, wordt bepaald door de ketelregeling.

De uitvoering kan verschillen;

- Bij AC8 gebruiken we trilgoten,
- Bij AC9 worden weegbanden toegepast.

Een trilgoot is een elastisch opgehangen, flauw hellende goot, die hangt onder de uitstroomopening van de bunker. Met elektromagneten wordt deze 'glijbaan' in trilling gebracht. Door de trillingen te versterken of te verzwakken, regelt men de kolenhoeveelheid naar de molens.

Een weegband, is een klein transportbandje wat in staat is om de kolen in gewichtseenheden door te zetten. Hoe sneller de band gaat draaien, hoe meer kolen er worden verzet. Een exacte gewichtsmeting is gekoppeld aan de ketelregeling die een bepaalde hoeveelheid kolen vraagt.



### 9.1.3 Poederkoolmolens.

Onder elke bunker is een poederkoolmolen geplaatst, afgekort PK-molen of PKM. De PKM heeft de taak de kolen verder voor verbranding gereed te maken. Dit komt neer op het drogen en malen van de kolen tot een fijn poeder. Dit is nodig om de kolen in de korte tijd, die hiervoor beschikbaar is, volledig te verbranden.

Een poederkoolmolen is opgebouwd uit een draaiende schotel, waarboven drie aandrukrollen staan opgesteld die om een as kunnen roteren. Door een stortpijp in het centrum van de molen worden de kolen door de trilgoot aangevoerd. Ze vallen op de draaiende schotel en worden tussen rollen en schotel fijngemalen. Aan de onderzijde van de molen is een inlaat voor hete lucht aangebracht waarmee de kolen gedroogd en naar de branders vervoerd worden.

Wederom is er een verschil in toegepaste techniek tussen AC8 en AC9.

Bij AC8 zijn de rollen aan de wand van de molen gehangen. Ze zijn conisch van model, en worden door sterke veren op de schotel gedrukt.

De rollen bij AC9 hebben het model van een groot wiel. Drie van deze wielen zijn opgehangen aan een driehoekig juk. Dit juk wordt op zijn beurt door reusachtige hydraulische cilinders tegen de draaiende molenschotel gedrukt. Het voordeel van deze techniek is, dat de maalkracht kan worden geregeld.



MOLENROLLEN AC9

Boven op de molen zijn vier leidingen aangebracht waarmee de poederkool naar de branders wordt geblazen, die op de vier hoeken van de ketel zijn aangebracht. Elke molen voorziet dus vier branders van poederkool. Dit wordt een branderlaag genoemd. Er zijn zowel bij AC8 als AC9 zes poederkool-branderlagen. De lucht waarmee de poederkool naar de ketel wordt

geblazen wordt draaglucht of ook wel primaire lucht genoemd. Deze lucht wordt onttrokken aan de verbrandingslucht en door molenluchtventilatoren (ML-vent.) op de gewenste druk gebracht. Bij AC8 heeft elke molen zijn eigen ventilator, terwijl bij AC9 in totaal 2 ventilatoren alle 6<sup>de</sup> molens voorzien.

Er wordt een mengsel van warme en koude lucht gebruikt om de kolen te drogen en te verwarmen. Het poederkool-lucht mengsel wat naar de branders wordt gevoerd wordt aan de molenuitlaat geregeld op zo'n 75-80 °C.

De toegevoerde lucht naar de molen is in de praktijk tegen de 300 °C

## 9.2 Aardgas.

Aardgas is de hoofdbrandstof voor de STEG, en de gasturbines van eenheid 8. Het wordt tevens als hulpbrandstof gebruikt bij de ketel van eenheid 8 en 9. 2 kleine gasturbines van AC 6/7 worden nog gebruikt als noodstroomvoorziening en hebben aardgas als brandstof. Het aardgas is afkomstig uit de aardgasvelden in Groningen of uit de Noordzee. Via ringleidingsystemen wordt het aardgas onder hoge druk ( 60 bar ) naar de verbruikers gebracht. Het aardgas komt bij de centrale aan in het gasontvangststation. Daar wordt het in druk verlaagd met reduceertoestellen en het verbruik gemeten. Vanaf het ontvangststation wordt het met een druk van 8 bar naar de eenheden vervoerd. Elke eenheid heeft een eigen toevoerleiding. Bij de ketels bevinden zich de regelstraten. Een regelstraat is voorzien van appendages om het gas te filteren, de hoeveelheid te regelen en een klep om in geval nood de toevoer snel af te sluiten, de z.g. tripklep. Vanaf de regelstraat gaat het gas naar de gasbranders aan de ketel.

Voor de veiligheid is vlak voor de brander een gas-slot geplaatst. Een dergelijk slot bestaat uit twee kleppen achter elkaar. Soms is tussen deze kleppen nog een afblaasklep aangebracht. De Gasunie eist dat het leidingsysteem van regelstraat naar ketel op lekkage wordt getest voordat het in gebruik wordt genomen. Deze procedure wordt gasdichtheidstest genoemd en wordt elke keer, als de ketel in bedrijf wordt genomen, uitgevoerd.

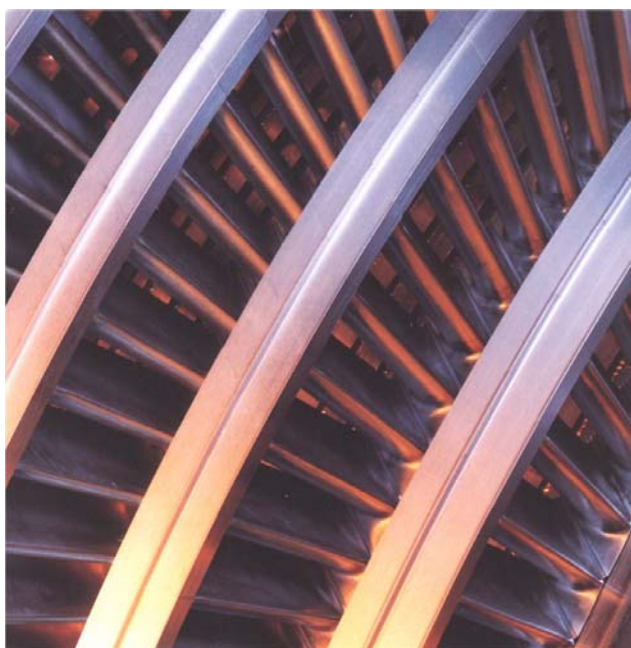
De gasdichtheidstest spreekt eigenlijk voor zich. Het aardgassysteem rond de ketel wordt op een zekere druk gebracht terwijl er geen afname is. Alle branderkleppen zijn gesloten, en de hoofdgasafsluiter ook. Na een zekere tijd mag de druk niet verder dan een vastgestelde waarde gezakt zijn.

Wanneer de gasdichtheidstest is geslaagd, wordt de branderinstallatie pas vrijgegeven voor gebruik. Deze vrijgave is slechts beperkt geldig. Verstrekt een bepaalde tijd, dan moet de test weer opnieuw.

## 10. De turbine.

De turbine moet de energie, die de stoom bezit, omzetten in een draaiende beweging en deze overbrengen naar de generator. De generator wekt door de draaiende beweging elektriciteit op. Dat gebeurt op de volgende manier. De potentiële energie van de stoom wordt eerst omgezet in kinetische energie of snelheidsenergie. Dit gebeurt in de straalbuizen. De stoomstraal blaast met hoge snelheid in een schoepenwiel.

Tussen de schoepen wordt de richting van de straal omgebogen. Het is nu deze richtingsverandering van de stroom die ervoor zorgt dat de turbine draaien. Denk maar eens aan een gewicht, dat aan een touw wordt rondgedraaid. Het oefent dan een behoorlijke op het touw. Zo oefent de stoommassa, wanneer ze schoep wordt gedwongen draaiende beweging te maken, een kracht uit op de schoep. die volgens dit principe noemt men actieturbines. Er zijn ook turbines die volgens een ander principe werken. Hierbij expandeert de stoom tussen de schoepen van het loopwiel.



SCHOEPEN WIELEN.

krijgt tijdens de expansie ook weer een hogere snelheid. Wanneer een massa wordt versneld, dan moet er een kracht op worden uitgeoefend. Bij dit soort turbines wordt deze kracht door de loopschoep geleverd. Het schoepenwiel zal hierdoor gaan draaien. Een voorbeeld uit het dagelijks leven is de brandspuit. Het water in de spuit wordt ook versneld. De slang ondervindt daardoor zo'n grote reactiekracht dat hij soms door twee brandweerlieden moet worden vastgehouden. Een turbine die volgens dit principe werkt, wordt daarom ook reactieturbine genoemd.

Op de Amercentrales wordt bedrijf gevoerd met turbines die volgens een combinatie van de twee basisprincipes werken.

Bij een actieturbine vindt expansie alleen plaats in de straalbuizen. De stoomdruk in het loopwiel blijft gelijk. Deze turbines worden daarom ook wel "gelijkdruckturbines" genoemd. Bij de combinatie van actie en reactieturbine daalt de stoomdruk ook in de loopschoepen. De stoomdruk voor en na de loopschoepen is dus niet meer gelijk. Deze turbines worden dan ook "overdruckturbines" genoemd.

Door een aantal straalbuizen en loopwielen achter elkaar te zetten krijgt men een turbine van groot vermogen.

Aan de inlaat van de turbine van AC8 heeft de stoom een druk van 175 bar en een temperatuur van 540°C. Bij AC9 is de druk voor de schoepen 270 bar en 540 °C. Deze stoom is sterk

de

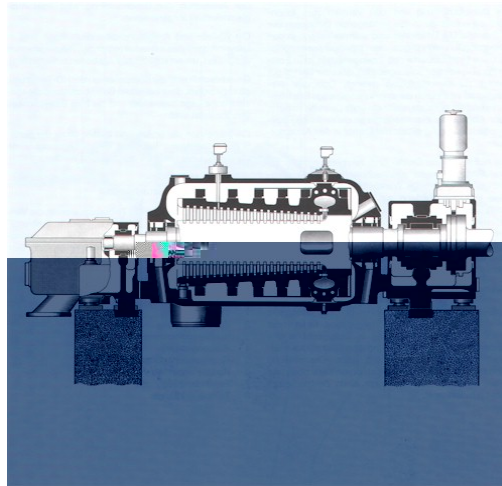
stoom die  
gaat  
een  
snel  
gewicht  
kracht uit

door de  
een  
maken,  
Turbines  
werken  
zijn ook  
ander

de

De stoom

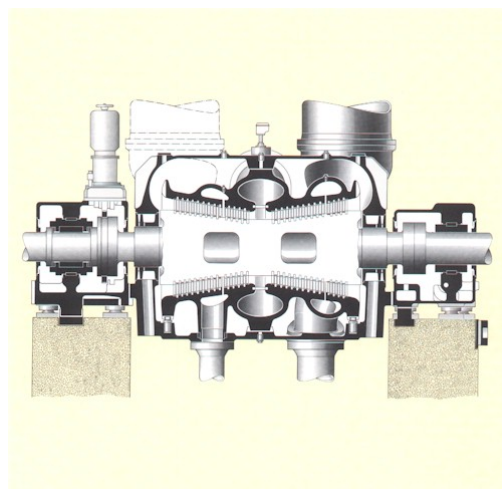
samengedrukt. Tijdens het stromen door de turbine zal steeds meer energie in arbeid worden omgezet. Zowel druk als temperatuur van de stoom gaan hierdoor dalen. Het volume echter wordt steeds groter. De



HOGEDRUKTURBINE.

schoepen aan het begin van de turbine zijn vrij klein. Om echter de stoom doorgang te verlenen worden ze steeds langer.

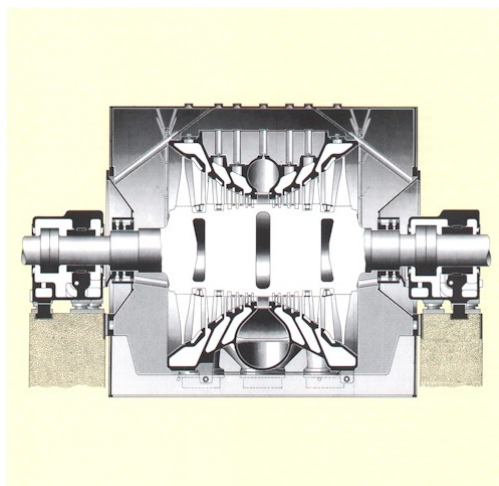
De schoepen kunnen echter niet onbeperkt worden verlengd. Daarom gaat men daarna over op tweestromige turbines met een diabolovorm. Het voordeel hiervan is dat de stoom naar twee kanten kan wegstromen.



MIDDENDRUKTURBINE.

Bij dezelfde schoeplengte kan een dergelijke turbine tweemaal zoveel stoom verwerken. Op een gegeven moment is ook dit niet meer voldoende om alle stoom te verwerken. Dan gaat men ertoe over om een aantal diablo's parallel te schakelen. Zowel bij eenheid 8, als bij eenheid 9 zijn dat er drie.





LAGEDRUKTURBINE.

Het turbinedeel waarin stoom met de hoogste druk stroomt, noemt men de hogedrukturbine (HD-turbine). De volgende wordt middendrukturbine (MD-turbine) genoemd. De turbines waarin stoom met de laagste druk stroomt, worden lagedrukturbines (LD-turbine) genoemd.

Het vermogen dat de generator levert, wordt bepaald door de hoeveelheid stoom die door de turbine stroomt. Er moet dus een klep zijn waarmee de stoomhoeveelheid naar de turbine kan worden geregeld. Om bepaalde redenen zijn dit er meestal meer dan een. Het kan gebeuren dat een turbine als gevolg van een storing moet afschakelen. De stoomtoevoer moet dan plotseling worden onderbroken. De regelkleppen zijn hiervoor niet snel genoeg. Daarom zorgen andere kleppen, snelsluitkleppen genaamd, voor het zeer snel stoppen van de stoomtoevoer. Ook in de toevoerleidingen naar de MD-turbine zijn snelsluit- en regelkleppen gemonteerd. Deze laatste kleppen worden ook wel "opvangkleppen" genoemd. Omdat de eenheden zijn uitgevoerd met herverhitting is het niet afdoende om alleen de HD turbine af te sluiten. De stoombuffer uit de ketel zou zich dan alsnog via de herverhitter een weg kunnen vinden. Om dezelfde reden is ook de uitlaat van de HD-turbine voorzien van terugslagkleppen.

De regelventielen en snelsluitkleppen worden hydraulisch bediend met behulp van oliedruk.

Buiten de oliesystemen, die voor het regelen en beveiligen van de turbine nodig zijn, is er ook een oliesysteem waarmee de lagers van de turbines van smeerolie worden voorzien. In het volgende hoofdstuk zullen we ingaan op olievoorziening van de turbine.

### 10.1 Olievoorziening.

Aan de voorzijde van de turbine is de smeerolietank opgesteld. De oliesystemen krijgen de olie uit deze tank en de gebruikte olie stroomt hierin weer terug. We onderscheiden de volgende systemen:

1. Smeeroliesysteem
2. Regeloliesysteem
3. Krachtoliesysteem
4. HD-smeeroliesysteem (aslichtolie)
5. Dichtingsoliesysteem

### **10.1.1 Smeerolie**

Het smeeroliesysteem is het belangrijkste oliesysteem van de turbine. Een storing in dit systeem zal in korte tijd tot aanzienlijke schade leiden. Dit systeem is dan ook goed beveiligd. Een oliepomp die mechanisch is gekoppeld met de turbine-as zuigt de olie uit de smeerolietank en perst ze in het smeeroliesysteem. Dit is op zich een veilig systeem, omdat - wanneer de turbine draait - er ook smeerolie is. Wanneer de turbine in bedrijf genomen wordt, of andersom uit bedrijf gaat, levert deze mechanisch aangedreven pomp te weinig oliedruk. Om deze reden, dus wanneer de turbine te langzaam draait is er een hulp-oliepomp geïnstalleerd. Pas als de turbine snel genoeg draait, kan deze elektrisch aangedreven pomp worden uitgeschakeld, en neemt de mechanisch aangedreven pomp het over. Nu kan het gebeuren dat door een elektrische storing het elektrische net van de eenheid volledig uitvalt. We noemen dit een "black out". In zo'n geval kan ook de hulpsmeeroliepomp niet in bedrijf komen. Toch is er nog smeerolie nodig tot de turbine stil staat. De oplossing in deze situatie is de noodsmeeroliepomp. Deze pomp wordt aangedreven door een gelijkstroommotor welke gevoed wordt door een grote 110V accubatterij.

### **10.1.2 Regeloliesysteem.**

De diverse regelkringen van de turbine zijn hydraulisch uitgevoerd. De olie die hiervoor nodig is wordt geleverd door de regeloliepomp. Deze pomp wordt door de turbine aangedreven. Bij het in- en uitbedrijf gaan levert deze pomp te weinig olie. Daarom is ook hier weer een reserve, elektrisch aangedreven pomp geïnstalleerd.

### **10.1.3 Krachtoliesysteem.**

De regel- en snelsluitkleppen van de turbine worden bewogen door hydraulische servomotoren. De kracht die nodig is om de kleppen van een moderne turbine nauwkeurig te verstellen zijn zeer groot. De regelolie wordt gebruikt om de krachtolie te besturen. Uiteindelijk zorgt de krachtolie voor de daadwerkelijke verstelling van de servomotoren. Om de hydraulische motoren niet al te groot te laten uitvallen, wordt de oliedruk steeds hoger opgevoerd. Bij eenheid 8 is de druk in het krachtoliesysteem circa 40 bar. De oliedruk voor het krachtoliesysteem wordt geleverd door drie elektrisch gedreven oliepompen. Deze pompen zelf hangen in de smeerolietank. De aandrijfmotoren zijn boven op deze tank geplaatst. Een van de pompen is in bedrijf, de twee andere staan reserve en komen automatisch in bedrijf wanneer de oliedruk te laag wordt of de bedrijfspomp uitvalt. De olie van dit systeem gaat naar de servomotoren van de snelsluitkleppen, de regelkleppen en de LD-bypass regelkleppen.

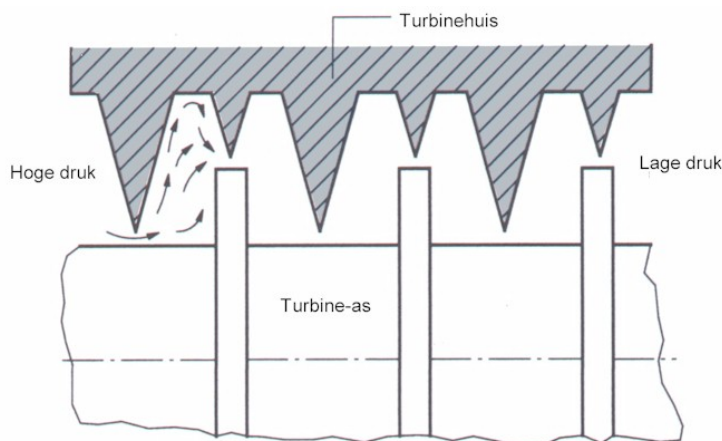
## **10.2 Pakkingbus-stoomsysteem.**

De stoom expandeert in de turbine naar een druk die veel lager ligt dan de luchtdruk van onze omgeving. De as-doorvoeringen van de LD-Turbines moeten ten opzichte van de buitenlucht worden afgedicht anders lekt er lucht naar binnen. Dit werkt ongunstig op het rendement van de eenheid en is ook om andere redenen ongewenst.

Op andere plaatsen van de turbine heerst een hogere druk dan de buitenlucht in de turbine. Op deze plaatsen zal de stoom naar buiten willen lekken. Het doel van het pakkingbusstoomsysteem of stopbusstoomsysteem is nu om het naar binnen lekken van lucht en het naar buiten lekken van stoom tegen te gaan. De stoom die bij de pakkingbussen naar buiten lekt, doet niet meer mee aan het proces en is dus een verlies. De pakkingbussen van de turbine moeten dit stoomverlies zo klein mogelijk houden. Bovendien mag er geen contact



tussen het stilstaande en het draaiende gedeelte van de turbine zijn. Deze pakkingbussen zijn dan ook op een zeer speciale manier uitgevoerd. In het huis van de bus zijn ringen met ruggen gemonteerd die met weinig speling om de turbine-as passen. De stoom moet als het ware een labrynt van kamers passeren. Dit soort afdichtingen worden dan ook labrynt-afdichtingen genoemd. Hieronder ziet schematische weergave van zo'n afdichting.



LABYRINTH AFDICHTING.

Het stopbusstoomsysteem is de verzamelnaam voor drie verschillende leidingsystemen, namelijk

- Het afdichtingssysteem
- Het afzuigstelsel
- Het ontlaststelsel

### 10.2.1 Afdichtstelsel.

Het afdichtingssysteem is een systeem dat dient om de afdichtingen af te dichten. Hoortoe voert men stoom toe aan de stopbussen van de onder vacuüm staande delen van de turbine. Dit is altijd het geval bij de stopbussen van de LD-turbine. De stopbussen van de HD- en MD-turbine staan bij het starten eveneens onder vacuüm zodat dan ook hier stopbusstoom moet worden toegevoerd. Draait de turbine belasting, dan staan de HD-en MD-turbine onder overdruk. Vanuit de stopbussen lekt er dan stoom in het afdichtingssysteem. Deze stoom wordt dan gebruikt om de LD-turbinestopbussen af te dichten.

Het afdichtingssysteem wordt op een constante druk van 0,03 bar gehouden. Lekt er meer stoom uit de stopbussen van HD- en MD-turbine dan er bij de stopbussen van de LD-turbines naar binnen lekt, dan zal de druk in het systeem hoger willen worden. De stopbusstoomregelaar echter meet deze verhoging en stuurt een klep open waardoor dit stoomoverschot naar voorwarmer 2 kan afvloeien. Deze stoom wordt dan gebruikt als voorwarmer stoom op VW2. Het tegenovergestelde geval doet zich voor wanneer de turbinebelasting laag is. Er lekt dan te weinig stoom uit de stopbussen van de HD- en MD-turbine. De druk in het systeem zal hierdoor willen dalen. De regelaar verhindert dat door vanuit de verse-stoomleiding, via een regelklep, stoom in het systeem toe te laten.

De stopbussen van de LD-turbines krijgen stoom van relatief lage temperatuur toegevoerd. Hiervoor zorgt een inspuutkoeler die tussen de MD- en LD-turbines in het afdichtingssysteem is ingebouwd.

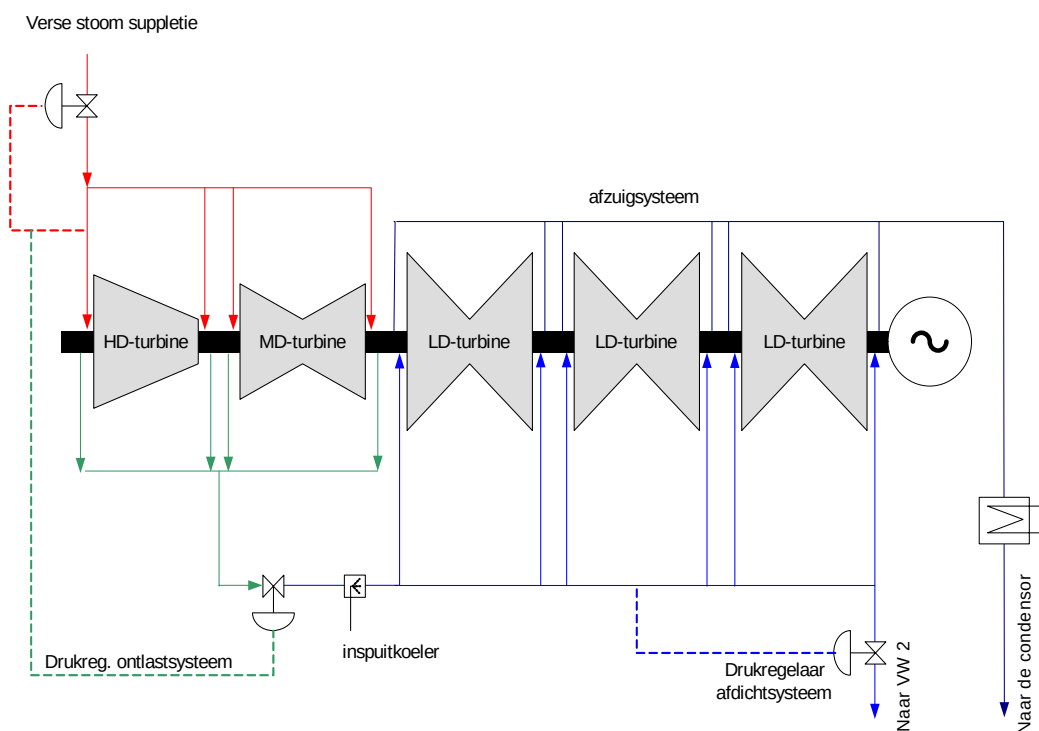
### 10.2.2 Het Afzuigstelsysteem.

Via de labyrintafdichtingen lekt ook stoom naar buiten. Deze lekstoom wordt door het afzuigstelsysteem opgevangen. Dit systeem voorkomt dat de stoom uit de stopbus in de machinehal blaast. In dit systeem heerst een lichte onderdruk die door een ventilator wordt onderhouden. Deze ventilator zuigt het lucht/stoommengsel door de stopbusstoomkoeler. De lekstoom condenseert op de pijpen van de koeler en wordt vervolgens in het condensaatstelsysteem teruggebracht.

### 10.2.3 Ontlaststelsysteem.

In de HD-turbine is de stoomdruk relatief hoog. Om de lekkage door de asdoorvoeringen acceptabel te houden zouden de stopbussen van de HD-turbine zeer lang worden. Dit is om verschillende redenen ongewenst. Daarom wordt ongeveer halverwege het labyrint stoom afgetapt. Deze stoom wordt naar voorwarmer 5 afgevoerd. De rest van het labyrint hoeft dan tegen een lagere druk af te dichten en kan dus korter zijn.

Behalve de asdoorvoeringen van de turbines zijn ook de pakkingbussen van de snelsluit- en regelkleppen op het stopbusstoomstelsysteem aangesloten.  
(niet getekend)



SCHEMATISCHE VOORSTELLING STOPBUSSTOOMSYSTEEM.

## 11. Koelwatervoorziening.

### 11.1 Algemeen.

De stoom die uit de LD-turbines stroomt kan verder geen arbeid meer verrichten. De stoom is afgewerkt. We spreken daarom verder over afgewerkte stoom als we de stoom bedoelen die uit de turbine komt. De afgewerkte stoom moet worden gekoeld tot water. De natuurkundige term voor dit proces is condenseren. De koeler waarin de afgewerkte stoom wordt gecondenseerd heet dan ook de condensor. De condensor is direct onderaan de LD-turbines gemonteerd. Voor het condenseren moet zeer veel warmte worden afgevoerd. In de praktijk gaat circa 50% van alle toegevoerde warmte met het koelwater verloren.

Voor iedere kg afgewerkte stoom, die moet worden gecondenseerd, is gemiddeld 70 liter koelwater nodig. Dit betekent voor eenheid 8 dat er per uur ruim  $90.000 \text{ m}^3$  koelwater nodig is.

Het koelwater wordt Bij AC 8 vanuit de haven, en bij AC 9 rechtstreeks uit de rivier, naar de eenheden gepompt. Aan de haven en de rivier bevinden zich de pompgebouwen waarin de koelwaterpompen en de filterinstallatie zijn aangebracht. Voor een grotere bedrijfszekerheid zijn er altijd twee of meer koelwaterpompen. Het eigenlijke hart van de pomp, de waaier, bevindt zich altijd onder water. Hierdoor zijn de pompen altijd zelfaanzuigend.

### 11.2 Filterinstallatie.

Om te voorkomen dat de koelwaterpompen beschadigen en dat de condensorpijpen verstopen, wordt het koelwater eerst ontdaan van vuil. Allereerst is er de drijvende barrière. Deze houdt op het water drijvende olie tegen. De aanzuig van het koelwater bevindt zich onder water zodat het meeste drijvende vuil wordt tegengehouden. Vervolgens komt de grofzeef. Dit is een traliehek van verticale staven. Dit rooster houdt het grove vuil tegen. Tenslotte passeert het koelwater de fijnfilters. Deze bestaan uit enorme roterende trommels die met filtergaas zijn bespannen. Deze trommelzeven hebben een maaswijdte van ongeveer 3 mm.

Via lange betonnen leidingen gaat het koelwater naar de condensor. Om te zorgen dat leidingen en condensor geheel met water gevuld blijven, zijn op de hoogste punten ontluchtingen aangebracht. Voor de condensor is dat de bovenkant van de koelwater in- en uitlaatkasten. Met een ejecteur wordt voortdurend de hier verzamelde lucht afgezogen. De uitlaatpijpen van de condensor monden onder water uit. Daardoor ontstaat de zogenaamde hevelwerking. Het voordeel hiervan is dat de koelwaterpompen alleen de systeemweerstand behoeven te overwinnen. Dit scheelt belangrijk in pompenergie.

De koelwatertemperatuur aan de uitlaat van de condensor is ongeveer 7 K hoger dan aan de inlaat.

### 11.3 Taprogge<sup>®</sup> systeem.

Omdat gebruik gemaakt wordt van oppervlaktewater raakt de condensor na verloop van tijd koelwater-zijdig aan vervuild door aangroei van algen.

Hierdoor ontstaat een vettige laag die zich afzet op de pijpwand van de condensorpijpen. De warmteoverdracht zal hierdoor op den duur dramatisch slechter worden.

Deze vervuiling kan worden tegengegaan door sponsachtige kogels samen met het koelwater door de condensorpijpen te sturen. Een speciaal daartoe ontworpen systeem circuleert deze sponsballen over de condensor. Na de condensor worden deze balletjes weer uit het koelwater gezeefd, zodat ze weer kunnen worden opgevangen. Een klein pompje brengt de balletjes weer aan de intrede van de condensor zodat ze wederom meegenomen worden door de koelwaterstroom.

#### **11.4 Koelwater en milieu**

De overheid stelt bepaalde eisen aan het koelwater dat centrales lozen. Zo mag de temperatuur hiervan niet hoger als 30°C zijn. Ook mag de temperatuur van het rivierwater na de centrale niet meer dan drie K hoger zijn dan ervoor.

Aan deze eisen kunnen we op de Amercentrale niet altijd voldoen. Om de eenheden in dat geval niet te hoeven stilzetten, wordt het koelwater dan niet meer geloosd maar rondgepompt. De opgenomen warmte wordt dan aan de lucht afgegeven. Dit gebeurt in de koeltoren. De koeltoren is als het ware een grote schoorsteen waarin een sterke luchtstroom ontstaat. Het koelwater wordt in de toren 12 meter omhoog gepompt en over de doorsnede van de toren verdeeld en versproeid. Het valt tegen de luchtstroom in naar beneden waarbij het circa 10 K afkoelt. Het afgekoelde water wordt weer naar de inlaat van de koelwaterpompen teruggevoerd. Dit retourkanaal wordt ook gebruikt om in de winter koelwater van de uitlaat van de condensor naar de inlaat terug te brengen om deze ijsvrij te houden.

#### **11.5 Condensor.**

De condensor heeft de taak om de afgewerkte stoom weer te condenseren. Hij heeft de uiterlijke vorm van een grote stalen doos die onder aan de turbine is bevestigd. Door deze doos lopen 36.000 pijpen waardoor het koelwater gepompt wordt. De stoom geeft warmte af aan het koelwater en condenseert. Het gevormde water wordt in een bak onder de condensor verzameld. Deze verzamelbak wordt "hotwell" genoemd. Vanuit de hotwell wordt het condensaat door pompen via de condensaatreiniging en de LD-voorwarmers naar de ontgasser gepompt. Het condensaat wordt weer als ketelwater gebruikt en moet dus uiterst zuiver zijn. Hiervoor dient de condensaatreiniging. Door de pijpen van de condensor stroomt rivierwater. Rivierwater bevat veel zouten en is daarom ongeschikt als ketelwater. Is nu een van de condensorpijpen lek, dan komt verontreinigd water bij het condensaat. De condensaatreiniging haalt de zouten weer uit het condensaat.

#### **11.6 Evacueren.**

Evacueren betekent in een ruimte onderdruk trekken. Om zo veel mogelijk arbeid uit de stoom te halen, moet deze tot een zo laag mogelijke druk kunnen expanderen. Lucht in de condensor verhoogt de tegendruk van de turbine. Zonder lucht in de condensor, wordt de druk bepaald door de temperatuur van het koelwater (en de vervuilingsgraad). De aanwezigheid van lucht verhindert dat de stoom zoveel mogelijk arbeid verricht. Een aantal van de componenten van de eenheid staan voortdurend onder vacuüm. Via deze apparaten kan dus lucht in het systeem doordringen. Er zijn dus toestellen nodig die deze lucht uit het systeem verwijderen. Dit zijn de straalwaterapparaten. Hiervan staan er twee opgesteld. Deze apparaten zijn in staat om een zeer hoog vacuüm te bereiken.

Bovendien staat er een derde vacuümpomp opgesteld die bij het starten van de eenheid (tijdelijk) wordt gebruikt. Deze laatste werkt volgens een ander principe en is niet voor hoog

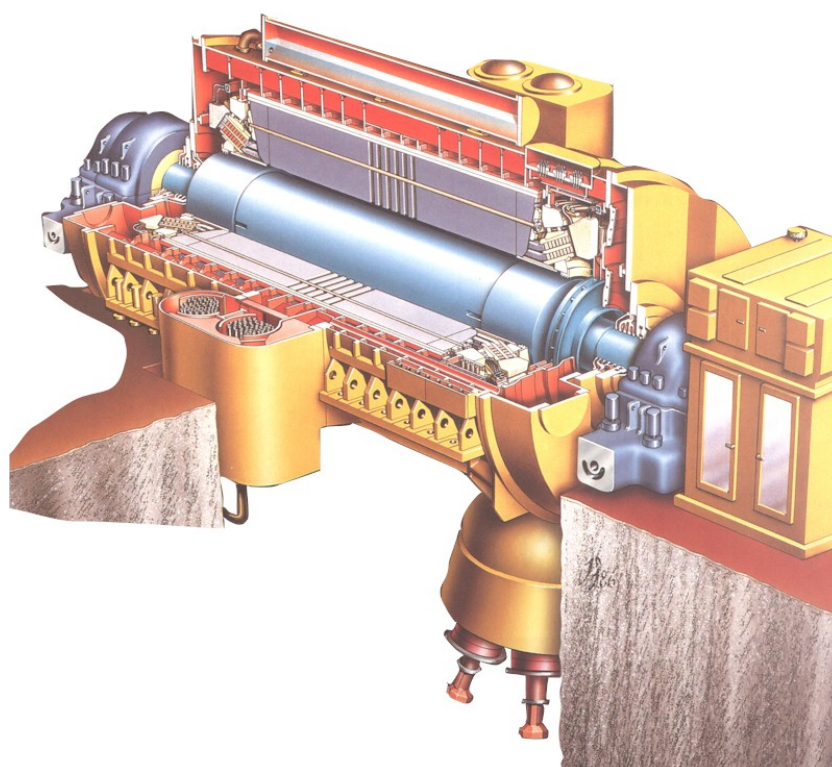
vacuüm geschikt maar heeft een grote capaciteit. De startvacuümpomp is een zogenaamde watteringpomp en wordt ook wel Elmo<sup>®</sup>-pomp genoemd.

De straalapparaten werken met waterdruk. De pompen die dit water leveren heten logischerwijs straalwaterpompen.

De installatie bevat verder nog twee kleinere straalapparaten die de waterkasten van de condensor luchtvrij houden. Kleine luchtbelletjes in het koelwater verzamelen zich in de waterkasten van de condensor. Op den duur zou hierdoor een gedeelte van de condensor niet meer gevuld zijn met koelwateren de werking terug lopen.

## 12. De Generator.

In principe werkt de grote generator van een centrale eenheid hetzelfde als een fietsdynamo. In een stilstaande spoel (statorwikkeling) draait een magneet (de rotor). Het magneetveld van de rotor wekt in de statorwikkeling een elektrische spanning op. De stator van een centrale generator verschilt in zoverre met die van de fietsdynamo, dat er drie spoelen in zijn aangebracht. De rotor van de fietsdynamo is een permanente magneet. De rotor van een centrale generator is een elektromagneet. Dat wil zeggen dat er in de rotor een wikkeling is aangebracht waardoor een gelijkstroom wordt gestuurd. Een elektromagneet wekt een veel sterker magnetisch veld op dan een permanente magneet bij dezelfde afmetingen. Nadeel is dat er altijd gelijkstroom voor bekrachtiging nodig is.



DOORSNEDE VAN EEN GENERATOR.

De gelijkstroom voor bekrachtiging van de rotor wordt via twee sleepringen via de holle as naar de rotorwikkeling gebracht. Tegen deze ringen liggen de koolborstels. De bekrachtigingsstroom wordt bij de eenheden op de Amercentrale uit het eigenbedrijfsnet betrokken. Aangezien het eigenbedrijfsnet een draaistroomnet is (drie fasen wisselspanning) en een veel te hoge spanning heeft wordt deze spanning eerst met een transformator omlaag gebracht en vervolgens met thyristors gelijkgericht. Met behulp van een thyristor-regeling kan men de grootte van de bekrachtigings stroom regelen.

## 12.1 Generatorkoeling.

In de generator wordt warmte ontwikkeld. Deze warmte is het gevolg van verliezen die plaatsvinden. Door de wikkelingen van stator en rotor lopen grote elektrische stromen en hoewel de weerstand van deze wikkelingen laag is, wordt hierin toch een flinke hoeveelheid warmte opgewekt. Ook in het ijzer van de stator wordt warmte ontwikkeld. Deze warmte moet worden afgevoerd. Dit gebeurt op de volgende manier:

De hele generator bevindt zich in een gesloten huis. De ruimte is geheel gevuld met waterstofgas. Binnen dit huis zijn op de rotoras ventilatoren aangebracht die de waterstof door de generator rondpompen. Na warmteopname, passeert het gas koelers welke ook in het generatorhuis zijn aangebracht. Deze koelers worden doorstroomd met koelwater en op die manier geeft de generator zijn warmte af. Hoewel waterstofgas zeer brandbaar is wordt het vanwege zijn zeer goede koeleigenschappen, voor grote generatoren algemeen toegepast. In vergelijking met water kan waterstofgas 22x zo veel warmte op nemen. De rondcirculerende waterstof koelt hoofdzakelijk de rotor en het statorijzer van de generator.

De statorwikkeling heeft nog een eigen koelsysteem. Door de holle statorwikkelingen stroomt water. Dit water wordt met de statorkoelwaterpompen rondgepompt. Op het eerste gezicht lijkt dit vreemd omdat het water, waarmee we doorgaans mee te maken hebben, een goede geleider voor elektriciteit is, maar hier wordt zeer zuiver water toegepast. Water waar alle zouten uit zijn verwijderd, is echter een prima isolator. De kwaliteit van dit water wordt op geleiding bewaakt.

## 12.2 As-afdichting van de generator.

Het koelgas in de generator staat onder een hogere druk dan de atmosfeer. De plaatsen waar de as naar buiten komt moeten dus gasdicht zijn. De afdichting gebeurt met oliedichtingsringen.

Bij deze constructie is op de plaats waar de as het huis verlaat een, nauwkeurig passende, zwevende ring in het huis gemonteerd. Tussen de ring en de as wordt olie geperst. Deze oliedruk is zo groot dat de olie naar beide zijden wordt weggeperst. Op deze manier komt een gasdichte en nagenoeg wrijvingsloze afdichting tot stand. Er wordt tegenwoordig algemeen het drie-kringssysteem toegepast. De drie systemen zijn:

- Het luchtoliesysteem
- Het vacuümoliesysteem
- Het gasoliesysteem.

### 12.2.1 Luchtoliesysteem.

Bij het drie-kringssysteem wordt op drie plaatsen in de dichtingsring olie toegevoerd. Aan de luchtzijde wordt met behulp van de luchtoliepompen olie met een druk, die een 0,5 bar hoger is dan de gasdruk in de generator, olie in de ring geperst.

### 12.2.2 Vacuümoliesysteem.

In de middelste kamer wordt door de vacuümoliepomp ontgaste olie geperst. De druk van deze olie is circa 0,1 bar hoger dan de luchtolie.



### **12.2.3 Gasoliesysteem.**

In de binnenste kamer van de ring wordt door de gasoliepompen olie geperst met een druk die gelijk is aan de vacuümoliedruk.

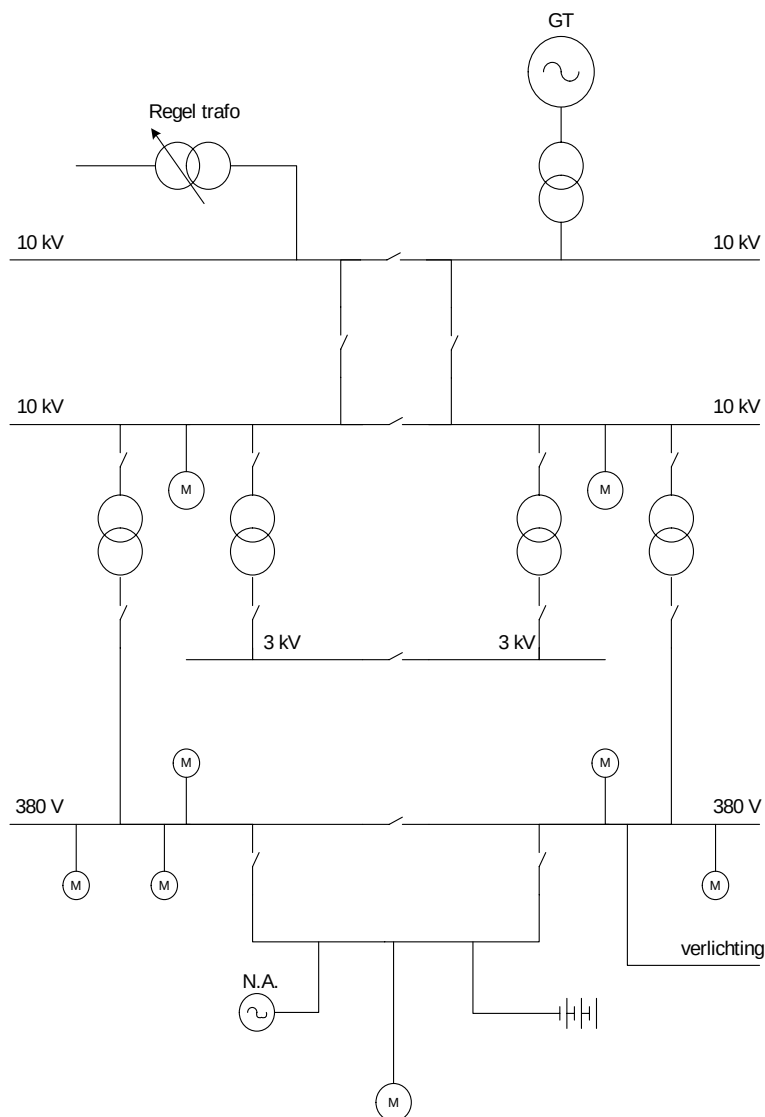
De gasoliepompen en de vacuümoliepomp kunnen uitvallen zonder dat dit invloed heeft op het functioneren van de generator. De luchtoliedruk is onmisbaar. Dit systeem is dan ook zeer bedrijfszeker uitgevoerd. Er zijn drie 100% pompen opgesteld. Twee daarvan worden door draaistroommotoren aangedreven. De derde pomp heeft een gelijkstroommotor. Deze motor wordt gevoed uit een accubatterij (=110 V).

### **12.3 Verbinding met het Hoogspanningsnet.**

De spanning die de generator opwekt is circa 21.000 V. De spanning van het hoogspanningsnet in Nederland is van 150 kV tot 380 kV. Er bestaan namelijk verschillende netten. De generator kan dus niet zonder meer aan het hoogspanningsnet worden gekoppeld. Er moet een transformator aan te pas komen om de generatorspanning op te voeren. Deze transformator of afgekort trafo, wordt machinetrafo of ook wel "step-up trafo" genoemd. De generator wordt door middel van een aantal schakelaars met het net verbonden. De scheiders zijn ervoor om de vermogensschakelaar van het net te scheiden. Deze schakelaars zijn eenvoudig van constructie en mogen beslist geen vermogen schakelen. Het schakelen hiervan kan dus pas wanneer de vermogensschakelaar open staat.

## 12.4 Het Eigenbedrijfsnet.

In de centrale ligt een uitgebreid elektrisch net om motoren, verlichting en andere installatie van spanning te voorzien. Het eigen verbruik van een eenheid is ongeveer 5% van het opgewekte vermogen. Bedrijfszekerheid is een belangrijke eis die aan het EB-net wordt gesteld. Een storing in het eigenbedrijfsnet leidt vaak tot uitval van de productie-eenheid. Bovendien moeten bepaalde systemen, wat er ook gebeurt, blijven werken, denk bijvoorbeeld aan de dichtingsoliepompen en de smeeroliepomp van de turbine.



EIGEN BEDRIJFSNET.

#### **12.4.1 Spanningsniveaus**

Er bestaan in de centrale netten met verschillende spanningen. De allergrootste motoren worden gevoed met 10 kV. Dit zijn bijvoorbeeld de EVP's en koeltorenpompen. Andere, wat minder grote motoren staan op het 3 kV-net. De kleinere motoren, verlichting en, na gelijkrichting, de gelijkstroomnetten worden met 380/220 V gevoed. Elk spanningsnet is voor extra bedrijfszekerheid in tweeën gesplitst.

#### **12.4.2 Noodgenerator.**

Er zijn motoren die altijd moeten kunnen draaien om schade aan de installatie te voorkomen en om ervoor te zorgen dat de eenheid na uitvallen weer snel in bedrijf kan worden genomen. Deze motoren zijn op een aparte rail gezet. Deze rail wordt gevoed vanaf één van de 380 V-bedrijfsrails. Valt deze rail echter spanningsloos dan schakelt de voeding automatisch over op de andere rail. Dit wordt "ping-pong-en" genoemd. Is de reserve staande rail eveneens zonder spanning dan wordt een noodgenerator gestart die de voeding van de noodrail overneemt. De noodgenerator is een dieselmotor die in het gebouw van de vliegsvangers staat opgesteld. Na een startbevel is de diesel in 15 sec. op toeren.

#### **12.4.3 Gelijkstroomnet.**

De gelijkstroomnetten van 110 V en 24 V worden gebruikt voor de besturings-, beveiligings-, meet- en regelinstallaties. Ook de noodsmeerolie- en dichtinsoliepompen zijn op het gelijkstroomnet aangesloten. De voeding van deze netten gebeurt via gelijkrichters vanaf het 380 V-net. Als noodvoorziening staan enorme accubatterijen paraat.

## 13. Lijst met gebruikte figuren.

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| LUCHTFOTO AMERCENTRALE .....                             | 1  |
| SCHEMATISCH PROCES .....                                 | 4  |
| DWARSDOORSNEDE CIRCULATIEKETEL.....                      | 10 |
| SCHEMATISCHE VOORSTELLING LUCHT, EN ROOKGASSTROMEN. .... | 13 |
| VLEGASAFVOER .....                                       | 15 |
| ASTROG AC8.....                                          | 16 |
| SCHEMATISCHE WEERGAVE KATALYSATOR. ....                  | 19 |
| KOLENVELD.....                                           | 21 |
| KOLENOPSLAG.....                                         | 21 |
| MOLENROLLEN AC9.....                                     | 23 |
| SCHOEPEN WIELEN.....                                     | 26 |
| HOGEDRUKTURBINE. ....                                    | 27 |
| MIDDENDRUKTURBINE. ....                                  | 27 |
| LAGEDRUKTURBINE.....                                     | 28 |
| LABYRINTH AFDICHTING. ....                               | 30 |
| SCHEMATISCHE VOORSTELLING STOPBUSSTOOMSYSTEEM.....       | 31 |
| DOORSNEDE VAN EEN GENERATOR. ....                        | 35 |
| EIGEN BEDRIJFSNET.....                                   | 38 |

