

Oververhitte stoom	Oververhitte stoom (cont)	Oververhitte stoom (cont)	Stoom als warmtedrager (cont)
<p>Indien al het water verdampt is en de warmte-toevoer gaat nog steeds door, zal deze warmte opgenomen worden door de verzadigde stoom. Hierdoor zal deze stoom in temperatuur gaan stijgen.</p>	<p>Wanneer de temperatuur van de stoom hoger is dan de verzadigingstemperatuur, spreekt men van oververhitte stoom. Oververhitte stoom kan men ook verkrijgen wanneer men verzadigde stoom buiten aanwezigheid van water verwarmt, zoals gebeurt in een oververhitter van een stoomketel.</p>	<p>Oververhitte stoom komt ook wel eens voor onder de naam oververhitte stoom. Kenmerken van oververhitte stoom, zijn:</p> <ul style="list-style-type: none">- Druk en temperatuur niet gekoppeld- Gedraagt zich als gas i.p.v. damp- De temp. toe neemt bij gelijk blijvende druk <p>Gebieden m. dit graag, omdat</p>	<p>Stoom als warmtedrager (cont)</p> <p>en daar stoom sterk kan expanderen is er bij bezwijken van onderdelen explosiegevaar. Daarom worden er hoge sterkte-eisen aan de installatie gesteld en is deze onderworpen aan periodieke keuring.</p> <ul style="list-style-type: none">- Door de stoomdruk en de snijdende weking van de stoom hebben lekkages de neiging om snel groter te worden.- Het condensaat en het ketelwater zijn van zichzelf corrosief en moeten daarom chemisch behandeld en regelmatig gecontroleerd worden.- Bij het noodzakelijk puien van de ketel gaat warmte verloren.- Het condensaat kan -bij stilstand- in leidingen bevriezen en deze laten stukspringen.



Stoom als warmtedrager (cont)

- Voor een zuinig bedrijf zijn condenspotten nodig.

Mede door deze nadelen heeft stoom veel terrein verloren aan thermische olie op het gebied van verwarmingssystemen.

Specifiek Stoomverbruik

Formule

$$b_e = \frac{\dot{m}_b}{P_e}$$

waarin:

b_e = specifiek (effectief) verbruik, in principe meestal echter in g/MW

Hiervoor kan geschreven worden:

$$b_e = \frac{\dot{m}_b}{\dot{m}_b \cdot (H_0 + L_{pr} \cdot c_1 \cdot t_1) \cdot \eta_{tot}} = \frac{1}{(H_0 + L_{pr} \cdot c_1 \cdot t_1) \cdot \eta_{tot}} \approx \frac{1}{H_{Adt}}$$

$$s_e = \frac{\dot{m}_s}{P_e}$$

waarin:

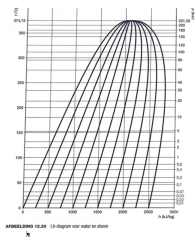
s_e = specifiek (effectief) stoomverbruik, in principe in kg/kWs; meestal echter in kg/MWs

De term specifiek brandstofverbruik kennen jullie al van de dieselmotor, deze kun je ook gebruiken voor stoom.

Let wel; het brandstofverbruik van de ketel tbv stoom voor de stoomturbine geeft een vertekend beeld, omdat de ketel vaak ook stoom produceert voor de productie tbv verwarmingsdoeleinden.

Analoog met de dieselmotor, kan voor de stoomturbine de term specifiek stoomverbruik worden geïntroduceerd, hierin is natuurlijk de massastroom stoom enkel de stoom naar de turbine.

Enthalpie van stoom



De enthalpie van stoom bestaat uit twee of drie bestanddelen:

- de verdampingswarmte, nodig om water van 0 °C bij gelijkzijdige druk te verhitten tot het kookpunt.
- de verdampingswarmte, nodig om bij gelijkzijdige temperatuur en druk het water te veranderen tot verzadigde stoom.
- de oververhittingswarmte (inlaten de stroom oververhit is), waarmee de verzadigde stoom bij gelijkzijdige druk wordt omgezet tot oververhitte stoom.

Voor verwarmingsdoeleinden wordt de stoom meestal niet oververhit, hoewel een kleine hoeveelheid condensvorming in de stroomoverleidingen te voorkomen is.

In de tabel hieronder worden de waarden die volgt te vinden:

h_g = dampenthalpie

h_s = enthalpie van de verzadigde stoom

r = verdampingswarmte

Bij de tabel voor oververhitte stoom wordt de enthalpie als standaard gegeven.

De enthalpie van natte of oververzadigde stoom wordt als volgt berekend:

$$h = h_g + x \cdot r$$

Formule:

$$h = h_g + x \cdot r$$

waarin:

h_g = enthalpie in kJ/kg

x = dampgehalte, onbenoemd

r = verdampingswarmte in kJ/kg

Enthalpie (cont)

De hoeveelheid warmte, die voor gasen/vloeistoffen dat geen faseovergang doorgaat geldt:
 $H = cT$ $dH = c dT$
 per kg $c =$ soortelijke warmte
 $Q = m dH = m c dT$; (warmte)*
 $P = M s dH$ (vermogen)*
 $P =$ warmestroom (W) $M s =$ massastroom (kg/s)

Is een afgeleide toestandsgr-
 oetheid van p, V, T en U
 Is een maat voor de inwendige energie

Enthalpie Formules

Voor natte of oververzadigde stoom, geldt:

$$h = h_v + x \cdot r$$

Waarin:

h = enthalpie in kJ/kg

x = dampgehalte, onbenoemd

r = verdampingswarmte in kJ/kg

Enthalpie :

$$H = U + p \cdot V$$

$p =$ druk, $V =$ volume en $U =$

inwendige energie

Het wordt uitgedrukt in J/g of kJ/kg

Het wordt aangeduid met h

Enthalpie

De

warmte

inhoud

van

water of

stoom

van een

bepaalde

toestand,

Enthalpie Formules (cont)

Voor gasen/vloeistoffen dat geen faseovergang doorgaat geldt:
 $H = cT$ $dH = c dT$
 per kg $c =$ soortelijke warmte
 $Q = m dH = m c dT$; (warmte)*
 $P = M s dH$ (vermogen)*
 $P =$ warmestroom (W) $M s =$ massastroom (kg/s)

Enthalpie van water en stoom te vinden in stoomtabellen.

Of online: ERIKS Stoomcalculator.

Principe Enthalpie

- Dus absolute waarde

Inwendige

energie

kan niet

als

absolute

waarde

gekwantificeerd

worden.



Principe Enthalpie (cont)	Principe Enthalpie (cont)	Stoomdiagrammen (cont)	Stoomdiagrammen (cont)
- Het gaat om de enthalpie verschillen.	Bij stoom met fase overgangen te maken,	P-T Diagram	- H = absolute enthalpie
- Het is het beginpunt voor	ergang extra warmte toe	- Druk en temperatuur zijn gekoppeld,	- h = enthalpie per kg
- Met de hoeveelheid warmte drager, enthalpie is:	of afgevoerd.	- Lijn loopt van 0 tot 374 gr C,	- De damp- of stoomdruk tegen de temperatuur uitgezet.
	Let altijd op bij werken in stoomtabellen of je met een overdruk of absolute druk te maken hebt.	- Boven kritische temp. wordt het een gas,	- Is geen lineair verband.
	Stoomdiagrammen		- Verzadigde stoom, <i>dus damp</i> .
	Het gaat hier over stoom als warmtedrager en zijn vermogen om arbeid te verrichten.	P,T-h Diagram	- Condensatie warmte
	Er zijn 3 soorten stoomdiagrammen die we gebruiken, namelijk:		- X is het bij x=0 loopt de dampspinning en de dampsp
	- P-T Diagram		- Beide X bij het kritische lijnen komen in de top samen,
	- P,T-h Diagram,		- Dus geen onderscheid meer tussen vloeistof



Stoomdiagrammen (cont)

- een lijn van constante dampenthalpie, de zogenaamde Isopsychre lijn,
 - Het zog. opp. onder de parabolen is het zog. Co-existentiegebied,
 - Het zog. opp. onder de parabolen is het zog. Co-existentiegebied,

Stoomdiagrammen (cont)

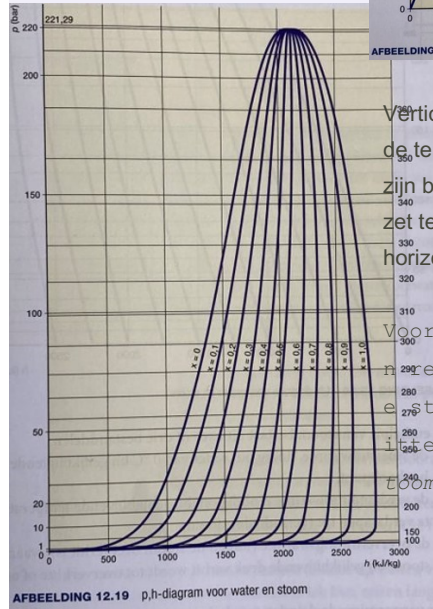
soortelijke enthalpie
 Het zog. opp. onder de parabolen is het zog. Co-existentiegebied,
 - een lijn van constante dampenthalpie, de zogenaamde Isopsychre lijn.

Log P,T-h Diagram

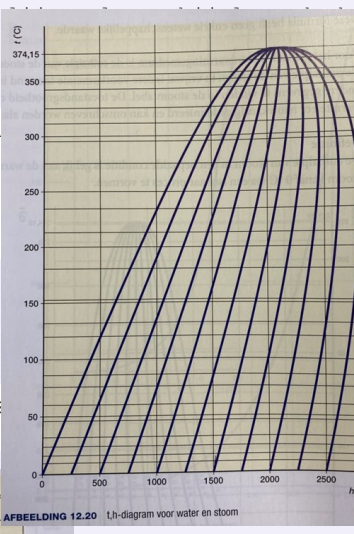
Log P,T-h Diagram

- De druk en temperatuur logaritmisch afgezet tegen de enthalpie.
 - Wordt gebruikt om het onderscheid tussen de droge stoom en de natte stoom te maken.

P,T-h Diagram



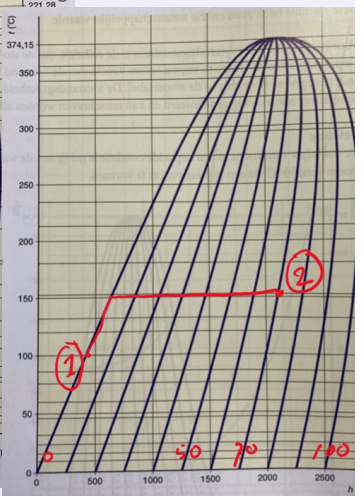
De druk en temperatuur worden beiden verticaal weergegeven tegen de enthalpie van damp, welk horizontaal is aangegeven



Verticaal zijn de druk (rechts) en de temp. (links) weergegeven, ze zijn beiden Logaritmisch afgezet tegen de enthalpie, welk horizontaal wordt aangeduid.

Voorbij de vloeistoflijn rechts is oververhittinge stoom (licht oververhittinge stoom) genoemd.

Enthalpie in het Co-existentiegebied



als je ergens op een horizontale lijn in het co-existentiegebied zit, dan heb je te maken met een deel vloeistof (1-x) en een deel damp (x).

De som van de enthalpie van dit deel damp en vloeistof samen = de enthalpie van de vloeistof plus het dampgehalte * de verdampingswarmte (r)

$$H_d = H_v + x * r$$

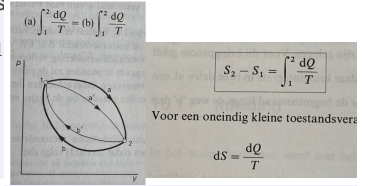


By Noekie (Noekie_99)
cheatography.com/noekie-99/

Not published yet.
 Last updated 18th June, 2022.
 Page 5 of 8.

Sponsored by [ApolloPad.com](https://apollopad.com)
 Everyone has a novel in them. Finish Yours!
<https://apollopad.com>

Entropie	Entropie (cont)	Definitie Entropie S (cont)	Definitie Entropie S
Dit is de verhouding tussen de totale toegevoerde warmte in kJ aan 1 kg water of stoom of waterstoommengsel wordt uitgedrukt in kJ/kg en aangeduid met s.	De entropie geeft aan hoe goed de energie van de ene in de andere vorm in wordt omgezet.	Soortelijke entropie per massa eenheid	De entropie is een toestandsgrootheid, die afhangt van de temperatuur en de druk van de stof.
- Absolute entropie kan niet berekend worden.	- Een hoge entropie komt overeen met een laag rendement.	Isentropie proces	Wanneer van toestand 1 naar 2 gaat in willekeurige, maar omkeerbare weg, dan blijkt de uitkomst van de gereduceerde warmte onafhankelijk van de gevolgde weg te zijn.
- Het gaat om het entropieverschil.	- Een hoge entropie komt overeen met een laag rendement.	Dan is: $dQ=0$ en $S_1=S_2$ en $\Delta S=0$.	Dit is de eigenschap die karakteristiek is voor een toestandsgrootheid. Er bestaat dus een toestandsgrootheid, waarvan het verschil, genomen tussen twee toestanden 1 en 2, gelijk is aan integraal van 2 naar 1 over dQ/T . Deze toestandsgrootheid heet entropie, aangegeven met letter S
- Een maat voor de stoomkwaliteit.	Is het entropieverschil klein, dan vindt de energie omzetting plaats met weinig interne verliezen.	De gereduceerde warmte	
	Definitie Entropie S		
	Is een toestandsgrootheid,		

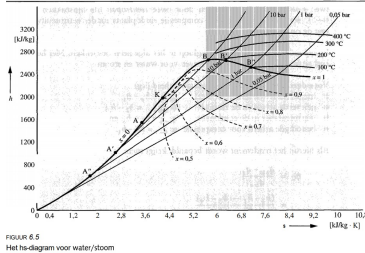


Stoomdiagrammen

Bij entropie zijn er een aantal stoomdiagrammen, namelijk:

- H-S Diagram
- Mollier Diagram
- T-S Diagram

H-S Diagram



Een volledig H-S diagram van water en stoom en het co-existentiegebied.

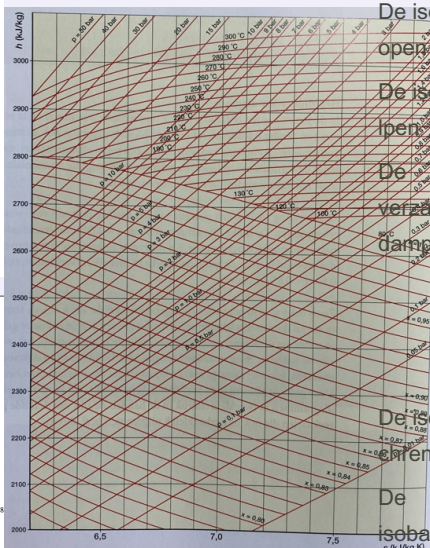
De entropie afzetten tegen de enthalpie.

Het gearceerde gebied is waar we berekeningen doen voor stoomturbines, dit uitvergroot is het Mollierdiagram.

Je ziet ook de isopsychren, en voor stoomturbines is een expansie van damp voorbij $x=0,82$, dus een watergehalte van meer dan 12% niet geschikt i.v.m. erosie van de schoepen door waterdruppels.

Je ziet dus ook dat het Mollierdiagram niet dit gebied bestrijkt.

Mollier Diagram



AFBEELDING 14.28 Mollier-h-s-diagram voor water en stoom (gedeelte)

Het gebied waar we met natte en droge stoom in werken. Links de enthalpie in kJ/kg, Rechts de entropie in kJ/kg.K.

In het Mollierdiagram kan eenvoudig de begin en eindtoestand ingetekend worden aan de hand van druk, temperatuur en dampgehalte en dan verticaal de enthalpieval ΔH aflezen.

Je kan al deze nuttige waarden ook terugvinden in de stoomtabel. Stoomtabellen kunnen onderling enigszins verschillen, benoem altijd welke stoomtabel je gebruikt hebt.

Mollier Diagram

De isentropen

De isothermen

De verzadigde damplijn

De isopsychren

De isobaren

De isothermen

Verticaal van links naar rechts

Horizontaal van links naar rechts

De dikke lijn, x

- natte stoomgebied

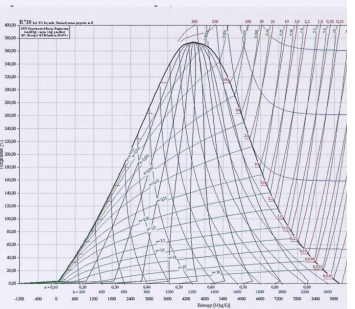
- oververhittinggebied

Aangeduid met $x=0,80$

In het natte stoomgebied

In het oververhittinggebied

T-S Diagram



Afbeelding 1. Het T-s diagram.

Isenthalp = blauw

Isobaar = rood

Isochoor = groen

Isopsychren = zwart

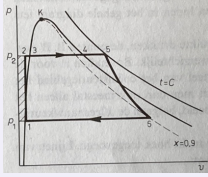
Top = kritisch punt

Theoretisch kringproces

Het theoretisch kringproces in de volgende diagrammen:

- P-V Diagram
- T-S Diagram
- H-S Diagram

P-V Diagram



Kringproces van de stoomturbine (cont)

Formule van Zeuner

2-3 =

Verwarming ketelwater onder constandte druk tot verdam pin gtemp is bereikt.

3-4 =

Verdamping van water onder constante druk en temp tot stoom.

4-5 =

Overve rhi tting van natte stoom.

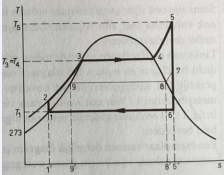
5-6 =

Isentropie expansie van overve rhitte stoom tot aan de conden sordruk (theor eti cht).

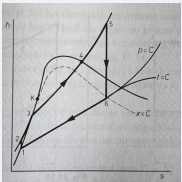
6-1 =

Condensatie van afgewerkte stoom bij constante druk en temperatuur in de cond

T-S Diagram



H-S Diagram



In de eerste twee diagrammen is de oppervlakte ingesloten door het proces (links en midden) een maat voor de verrichtte arbeid, in het H-S diagram is dit de lengte van lijnstuk 5-6, en dus eenvoudig af te lezen.

Kringproces van de stoomturbine

1-2 =

Op druk brengen van water door de ketelvoedingsswampomp tot aan de keteldruk.

C

By Noekie (Noekie_99)
cheatography.com/noekie-99/

Not published yet.
Last updated 18th June, 2022.
Page 8 of 8.

Sponsored by [ApolloPad.com](https://apollopad.com)
Everyone has a novel in them. Finish Yours!
<https://apollopad.com>