

---

Octroiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8203086**

Nederland

⑲ NL

---

- ⑤4 **Werkwijze voor het verhogen van de temperatuur van een gasvormig, inert dragermedium bij het onttrekken van nuttige warmte uit een middels watersorptie werkend opslagmedium.**
- ⑤1 Int.Cl<sup>3</sup>: F24J 3/04.
- ⑦1 Aanvrager: Didier-Werke A.G. te Wiesbaden, Bondsrepubliek Duitsland.
- ⑦4 Gem.: Ir. R. Hoijtink c.s.  
Octrooibureau Arnold & Siedsma  
Sweelinckplein 1  
2517 GK 's-Gravenhage.

- 
- ②1 Aanvraag Nr. 8203086.
- ②2 Ingediend 3 augustus 1982.
- ③2 Voorrang vanaf 3 augustus 1981.
- ③3 Land van voorrang: Bondsrepubliek Duitsland (DE).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: P 3130671 .
- ⑥2 - -

- 
- ④3 Ter inzage gelegd 1 maart 1983.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

---

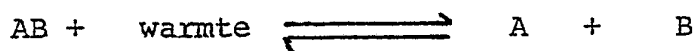
Werkwijze voor het verhogen van de temperatuur van een gasvormig, inert dragermedium bij het onttrekken van nuttige warmte uit een middels watersorptie werkend opslagmedium.

-----

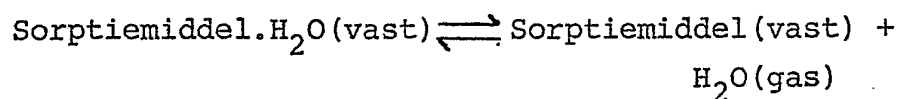
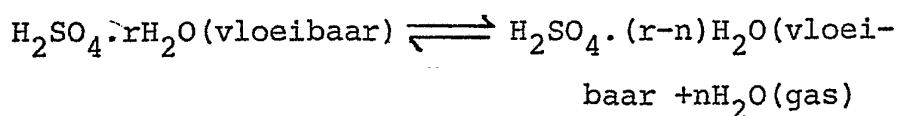
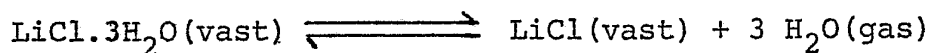
De uitvinding betreft een werkwijze voor het verhogen van de temperatuur van een gasvormig, inert dragermedium bij het onttrekken van nuttige warmte uit een middels watersorptie werkend opslagmedium.

5 Het is reeds bekend, energie uit het milieu in een middels watersorptie werkend opslagmedium te accumuleren en deze energie bij behoefte uit het opslagmedium te onttrekken. Zulke energie uit het milieu kan in het bijzonder uit zonne-instraling afkomstig zijn, zie hiervoor het  
10 artikel in Solar Energy, 23 (1979), blz. 489-495, waar de absorptiewarmte van vochtigheid aan zeoliet-moleculaire zeven benut wordt. Als verdere voorbeelden voor opslagmedia zijn kiezelgel en  $\text{CaCl}_2$  of ook lithiumchloride, lithiumbromide-oplossing en zwavelzuur genoemd.

15 Deze opslagsystemen werken volgens de volgende vergelijkingen, waarbij de vaste opslagmedia hier als "sorptiemiddel" aangeduid worden en deze sorpties overeenstemmen met de volgende algemene vergelijking:



20 Voorbeelden voor enkele systemen zijn:



25

Bij het onttrekken van nuttige warmte uit een zulk middels watersorptie werkend opslagmedium wordt het watervrije of waterarme opslagmedium met zo vochtig mogelijke lucht behandeld, door de absorptie van het door deze

toevoerlucht bevattende waterdampgehalte door het opslag-  
medium wordt warmte vrijgemaakt, die aan het gasvormige,  
inerte dragermedium afgegeven wordt en de temperatuur er-  
van verhoogt. Dit gasvormige, inerte dragermedium, dat  
5 zich dan op een hoger temperatuurniveau bevindt, kan dan  
de door hem bevatte nuttige warmte in een warmtewisselaar,  
bijvoorbeeld aan een verwarmingssysteem, afgeven.

Het voordeel van zulk een middels watersorptie  
werkend opslagmedium ligt hierin, dat in hem de opgeslagen  
10 energie naar verkiezing lang bewaard kan worden, vooropge-  
steld, dat het toetreden van water tot het opslagmedium  
verhinderd wordt. Dit is echter zonder meer mogelijk, als  
de met energie beladen, dat wil zeggen volledig of zoveel  
mogelijk volledig droge opslagmedium tegenover de atmos-  
15 feer, d.w.z. de toevoer van vochtige lucht, of tegenover  
de toevoer van waterdamp in een gesloten systeem afgesloten  
wordt. Dit is bij het gebruikelijke bewaren van een opslag-  
medium bij zulke inrichtingen in houders zonder meer moge-  
lijk . Bij behoefte kan dan door het toevoeren van vochtige  
20 lucht de nuttige warmte uit het opslagmedium onttrokken  
worden, bijvoorbeeld kan een opslagmedium in de zomer of  
in het geval van de beschikbaarheid van droge lucht energie-  
tisch beladen worden en dit droge opslagmedium in afgesloten  
kolommen tot voor het koude jaargetijde in de energiebeladen  
25 toestand bewaard worden en kan in dit koude jaargetijde  
nuttige warmte uit het opslagmedium voor verwarmingsdoelein-  
den door inleiden van vochtig dragermedium onttrokken wor-  
den.

Het blijkt nu, dat bij het onttrekken van nuttige  
30 warmte uit zulk een energiebeladen, d.w.z. droog, opslag-  
medium door toevoer van vochtige lucht in het koude jaarge-  
tijde en in het bijzonder op koude winterdagen, momenten  
waarop een bijzonder hoog temperatuurniveau van de onttrok-  
ken nuttige warmte vereist is, de toevoer van vochtige  
35 lucht tot het beladen opslagmedium geen te wensen hoog  
temperatuurniveau, bijvoorbeeld van 60°C geeft, zoals dit  
voor het bedrijven van een gebruikelijke radiatorverwarming  
wenselijk zou zijn. De oorzaak hiervoor is , dat bij het

onttrekken van nuttige warmte uit het beladen opslagmedium normaliter omgevingslucht gebruikt wordt, die bijvoorbeeld door het onttrekken van lucht aan de bodem gewonnen kan worden. Zulk een onttrekken van lucht uit de bodem is  
5 in het bijzonder in het koude jaargetijde en op dagen met vorst voordelig of zelfs ook vereist, daar anders geen voldoende vochtige lucht met geëigende temperatuur als toevoerlucht ter beschikking staat. Proeven hebben echter aangetoond, dat men zelfs op koude winterdagen door het ont-  
10 trekken van lucht uit vorstvrije lagen van een geschikte doorlatende bodem, die eventueel ook kunstmatig door een grintlaag voorbehandeld is, toevoerlucht van gemiddeld  $10^{\circ}\text{C}$  en 80 tot 100% relatieve vochtigheid verkrijgen kan.

Als zulke toevoerlucht van  $10^{\circ}\text{C}$  en 100% relatieve  
15 vochtigheid aan droge, d.w.z. energiebeladen kiezelgel als opslagmedium wordt toegevoerd, kan een temperatuurstijging van ongeveer 30 Kelvin bereikt worden, d.w.z. de uit dit opslagmedium onttrokken nuttige warmte ligt op een temperatuurniveau van ongeveer  $40^{\circ}\text{C}$ . Dit is, zoals reeds hiervoor beschreven, toch op koude dagen, op welke in het bij-  
20 zonder een hoog temperatuurniveau gewenst zou zijn, of voor andere toepassingen als bereiding van warm water voor de industrie, dikwijls niet voldoende.

Volgens een ouder voorstel in de Nederlandse oc-  
25 trooiaanvraag nr. 81.02905 wordt voorgesteld, voor de verhoging van het temperatuurniveau van de nuttige warmte een nabevochtiging uit te voeren, zie de werkwijzen volgens fig.4 en 5 van deze oudere octrooiaanvraag.

Het doel van de onderhavige uitvinding is, de  
30 daar beschreven werkwijzen van de nabevochtiging nog verder te verbeteren en het temperatuurniveau van de uit het opslagmedium onttrokken nuttige warmte nog verder te verhogen.

Voor het bereiken van dit doel dient de werkwijze  
35 volgens de uitvinding, met het kenmerk, dat restwarmte van het dragermedium na het onttrekken van de nuttige warmte voor de temperatuurverhoging van het water wordt benut, en dat dit water met hogere temperatuur voor de volledige of zoveel mogelijk volledige bevochtiging en temperatuurverho-

ging van het dragermedium wordt gebruikt voor dit in het opslagmedium wordt geleid.

5 Volgens een voorkeursuitvoeringsvorm wordt bij de werkwijze volgens de uitvinding lucht als dragermedium gebruikt.

Volgens een verdere voorkeursuitvoeringsvorm wordt bij de werkwijze kiezelgel als opslagmedium gebruikt. Hierbij heeft de werkwijze zich als bijzonder bruikbaar getoond, evenzo bij de toepassing van zeoliet als opslagmedium.

10 Volgens een verdere voorkeursuitvoeringsvorm wordt de verzadiging van het dragermedium met water in tegenstroom in een sproeitoren uitgevoerd, waardoor een bijzonder goede werkingsgraad en een eenvoudige uitvoering bereikt worden.

15 De uitvinding wordt aan de hand van een tekening verder verduidelijkt; in de tekening zijn:

Fig.1 een schematische voorstelling van een niet onder de uitvinding vallende installatie voor het onttrekken van nuttige warmte aan een opslagmedium, waarbij hier vochtige omgevingslucht wordt gebruikt;

Fig.2 een schematische voorstelling van een installatie, welke volgens de werkwijze volgens de uitvinding met een open systeem werkt en bij welke een nabevochtiging van de toegevoerde lucht plaatsvindt;

25 Fig.3 een schematische voorstelling van een installatie, welke eveneens volgens de werkwijze volgens de uitvinding, echter met een gesloten systeem werkt, en bij welke eveneens een nabevochtiging wordt uitgevoerd.

In fig.1 is een reeds bekende werkwijze weergegeven, waarbij zich in de kolom I in het gearceerde gebied reeds van energie-ontladen opslagmedium en daarboven nog energiebeladen, d.w.z. droog opslagmedium, in het onderhavige geval in de vorm van een kiezelgel met een kleine porie, bevindt. Aan dit opslagmedium I wordt aan het onder-  
30 einde van de kolom vochtige toevoerlucht met een temperatuur  $T_u = 10^{\circ}\text{C}$  en een relatieve vochtigheid  $\varphi = 100\%$  toegevoerd. Zulk een toevoerlucht kan als omgevingslucht uit  
35

een vorstbestendige, luchtdoorlatende, eventueel met water besproeide bodemlaag zonder meer gewonnen worden. Bij adiabatische uitvoering van de werkwijze treedt uit het bovineinde van de met het opslagmedium I beladen  
5 kolom droge lucht, daar de vochtigheid van de toevoerlucht in de droge, van een enge porie voorziene kiezelgel volledig geabsorbeerd wordt. Het temperatuurniveau van de uit-tredende lucht was bij metingen  $T_f=39^{\circ}\text{C}$ . Uit deze lucht als gasvormig, inert dragermedium, dat een temperatuur  
10 heeft van  $39^{\circ}\text{C}$ , kan in de aansluitende warmtewisselaar A nuttige warmte  $\dot{Q}_N$  onttrokken worden, waarbij de temperatuur van de lucht bij de afvoer van de warmtewisselaar A tot  $T_o=30^{\circ}\text{C}$  gedaald is. De nuttige warmte  $\dot{Q}_N$  met een temperatuurniveau van maximaal  $39^{\circ}\text{C}$  kan dan voor verwarmings-  
15 doeleinden of voor bereiding van warm water gebruikt worden.

Bij de werkwijze volgens de uitvinding, zoals die in fig.2 getoond is, wordt de uit de warmtewisselaar A tredende, zich nog op deze hogere temperatuur bevindende  
20 lucht door een tweede warmtewisselaar B geleid, in welke de restwarmte van de lucht van  $30^{\circ}\text{C}$  aan water afgegeven wordt. Dit water wordt door de warmtewisselaar B in een kringloop gevoerd en kan een maximale temperatuur van  $17^{\circ}\text{C}$  bereiken. Dit water met een hogere temperatuur wordt naar een voor  
25 het ondereinde van de kolom met het opslagmedium I geschakelde bevochtiger gevoerd en dient voor de verhoging van de temperatuur van de aan het ondereinde van de bevochtiger toegevoerde toevoerlucht en om deze volledig of zoveel mogelijk volledig te bevochtigen, d.w.z. voor het bereiken van  
30 zo mogelijk 100% van de te bereiken waarden van de relatieve vochtigheid  $\varphi$ . Het aan het ondereinde van de bevochtiger uittredende, afgekoelde water wordt dan weer naar het ondereinde van de warmtewisselaar B gevoerd, waarin men het in tegenstroom met het dragermedium, d.w.z. in het onderhavige geval lucht, laat stromen. De waterkringloop moet natuurlijk een watertoevoer hebben, daar in de bevochtiger  
35 doorlopend vochtigheid aan de toevoerlucht afgegeven wordt.

Zulk een watertoevoer is middels een zich automatisch regelende voeding mogelijk.

Als bevochtiger wordt bij voorkeur een sproeitoren gebruikt, het is echter ook mogelijk, als bevochtiger een toren te gebruiken, waarin het water bovenin via sproei-  
5 gesproeid wordt.

Verder is het nog mogelijk, dat het in de kringloop stromende water door reinigingseenheden te voeren, om in de bevochtiger uit de toegevoerde toevoerlucht storende, vaste of gasvormige bestanddelen te verwijderen,  
10 b.v. hierin aanwezig zijnde  $\text{SO}_2$  of in de toevoerlucht voorhanden of hierdoor meegesleurde, vaste deeltjes, zoals stof, roest enz. Deze waterkringloop kan zodoende als additionele reinigingseenheid voor de toegevoerde toevoer-  
15 lucht dienen. In zulk een geval kan een wassen en zeven van het water in de kringloop vereist worden. Bij het bedrijven van zulk een inrichting onder de hiervoor genoemde voorwaarden, d.w.z. het gebruik van toevoerlucht met  $T_u=10^\circ\text{C}$  en een relatieve vochtigheid van  $\mu_u=100\%$  bleek bij proeven, dat  
20 de lucht met een temperatuur van  $T_i=17^\circ\text{C}$  en een relatieve vochtigheid van  $\mu_i=100\%$  uit de bevochtiger treedt. Wanneer deze lucht met  $T_i=17^\circ\text{C}$  en  $\mu_i=100\%$  in een opslagkolom I, welke met droog, van een enge porie voorziene kiezelgel gevuld is, gevoerd wordt, bedraagt aan de afvoer van de kolom voor het opslagmedium I de temperatuur  $T_f=60^\circ\text{C}$ , d.w.z.  
25 een ongeveer 21 K hoger liggend temperatuurniveau van de nuttige warmte. De temperatuur  $T_o$  van de uit de warmtewisselaar A tredende lucht wordt op  $30^\circ\text{C}$  gehouden, deze lucht van  $30^\circ\text{C}$  wordt dan in de warmtewisselaar B voor het opwarmen van het in de kringloop gevoerde water, dat aan het  
30 ondereinde van de bevochtiger wordt toegevoerd, gebruikt.

Een verder, door de werkwijze volgens de uitvinding bereikt doel is, dat in het hier beschreven geval de kiezelgel tot maximale wateropname beladen kan worden, terwijl bij een werkwijze volgens fig.1 een belading van de kiezelgel met water van slechts ongeveer 51% mogelijk was,  
35 d.w.z. de in de kiezelgel opgeslagen energiehoeveelheid kan slechts voor 51% onttrokken worden.

8203086

De werkwijze volgens de uitvinding is in het bijzonder bij het gebruik van kiezelgel, bij voorkeur met een enge porie of middelporie kiezelgel, als opslagmedium geschikt. Als zeoliet-opslagmedia kunnen bij de werkwijze volgens de uitvinding zowel synthetische als ook natuurlijke zeolieten en in het bijzonder de als moleculaire zeef bekende zeolieten gebruikt worden.

De werkwijze volgens de uitvinding kan als open systeem bedreven worden. In zulk een geval is natuurlijk slechts lucht als dragermedium mogelijk.

Er zijn echter ook situaties, waarin de werkwijze volgens de uitvinding als gesloten systeem bedreven wordt, in het geval wanneer de lucht anders als gevolg van veel schadelijke bestanddelen voorbehandeld moet worden of als gevolg van ongunstige bodemomstandigheden een opzuigen van vochtige lucht op koude dagen of in de winter niet of slechts ontoereikend mogelijk is. In zulk een geval wordt de warmte van de met zulke schadelijke bestanddelen beladen lucht of de warmte van de bodem in een andere warmtewisselaar C via een pekelkringloop, zie fig.3, op het dragermedium van het gesloten systeem overgedragen en deze door watertoevoer van buiten bevochtigd. Dit dragermedium moet dan niet uit lucht bestaan, maar het kan ook uit een inert gas zoals stikstof, edelgas of  $CO_2$  bestaan.

De aanzienlijke hoeveelheid warmte voor het verdampen van de van buiten aan het dragermedium toegevoerde water moet uit de energie van de aan de warmtewisselaar C toegevoerde lucht of van de energie, welke uit de bodem bijvoorbeeld via het pekelkringloopsysteem onttrokken wordt, toegevoerd worden. In dit geval kan toch eveneens onder normale omstandigheden slechts een temperatuur  $T_u$  van het toegevoerde dragermedium van  $10^{\circ}C$  bij een maximale relatieve vochtigheid van  $\mu_u$  van 100% bereikt worden, zodat tenslotte dezelfde temperatuurverhoudingen voor en na de warmtewisselaar A als in het geval van de werkwijze volgens fig. 1 bereikt worden. Door de werkwijze volgens de uitvinding onder inschakeling van de additionele bevochtigingsstap, zoals die in fig.3 is weergegeven, kunnen praktisch dezelfde

de temperatuurverhoudingen als die bij het open systeem van fig.3 bereikt worden. In het in fig.3 getoonde voorbeeld wordt de vereiste warmtehoeveelheid via een pekelkringloop uit de bodem toegevoerd. In de eerste bevochtiger wordt dan aan het dragermedium waterdamp met een zo mogelijk volledige verzadiging, d.w.z.  $\zeta = 100\%$ , toegevoerd, in de tweede bevochtiger wordt de temperatuur van  $T_u$  tot  $T_i$  verhoogd en tegelijkertijd door de watertoevoer de verzadigingsgraad op een waarde van  $\zeta = 100\%$  of slechts weinig eronder gehouden. De eerste bevochtiger kan evenals de tweede bevochtiger een sproeitorren of een andere op zich bekende inrichting zijn.

---

CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het verhogen van de temperatuur van een gasvormig, inert dragermedium bij het onttrekken van nuttige warmte uit een middels watersorptie werkend opslagmedium, met het kenmerk, dat restwarmte van het dragermedium na het onttrekken van de nuttige warmte voor de temperatuurverhoging van water wordt benut, en dat dit water met hogere temperatuur voor de volledige of zoveel mogelijk volledige bevochtiging en temperatuurverhoging van het dragermedium wordt gebruikt voor dit in het opslagmedium wordt geleid.
2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat als dragermedium lucht gebruikt wordt.
3. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat als opslagmedium kiezelgel gebruikt wordt.
4. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat als opslagmedium een zeoliet gebruikt wordt.
5. Werkwijze volgens een van de voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de verzadiging van het dragermedium met water in tegenstroom in een sproeitoren wordt uitgevoerd.

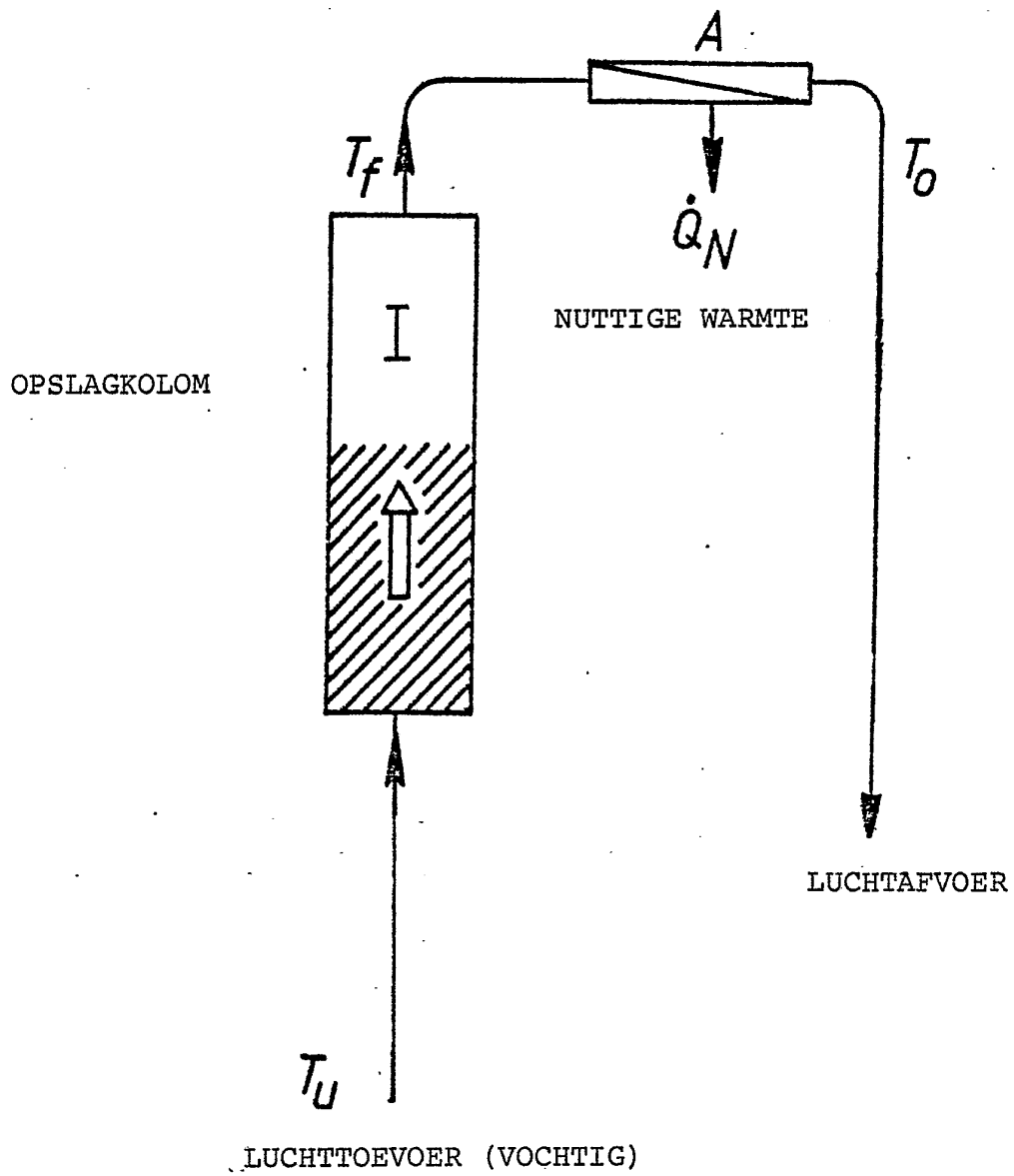


Fig.1

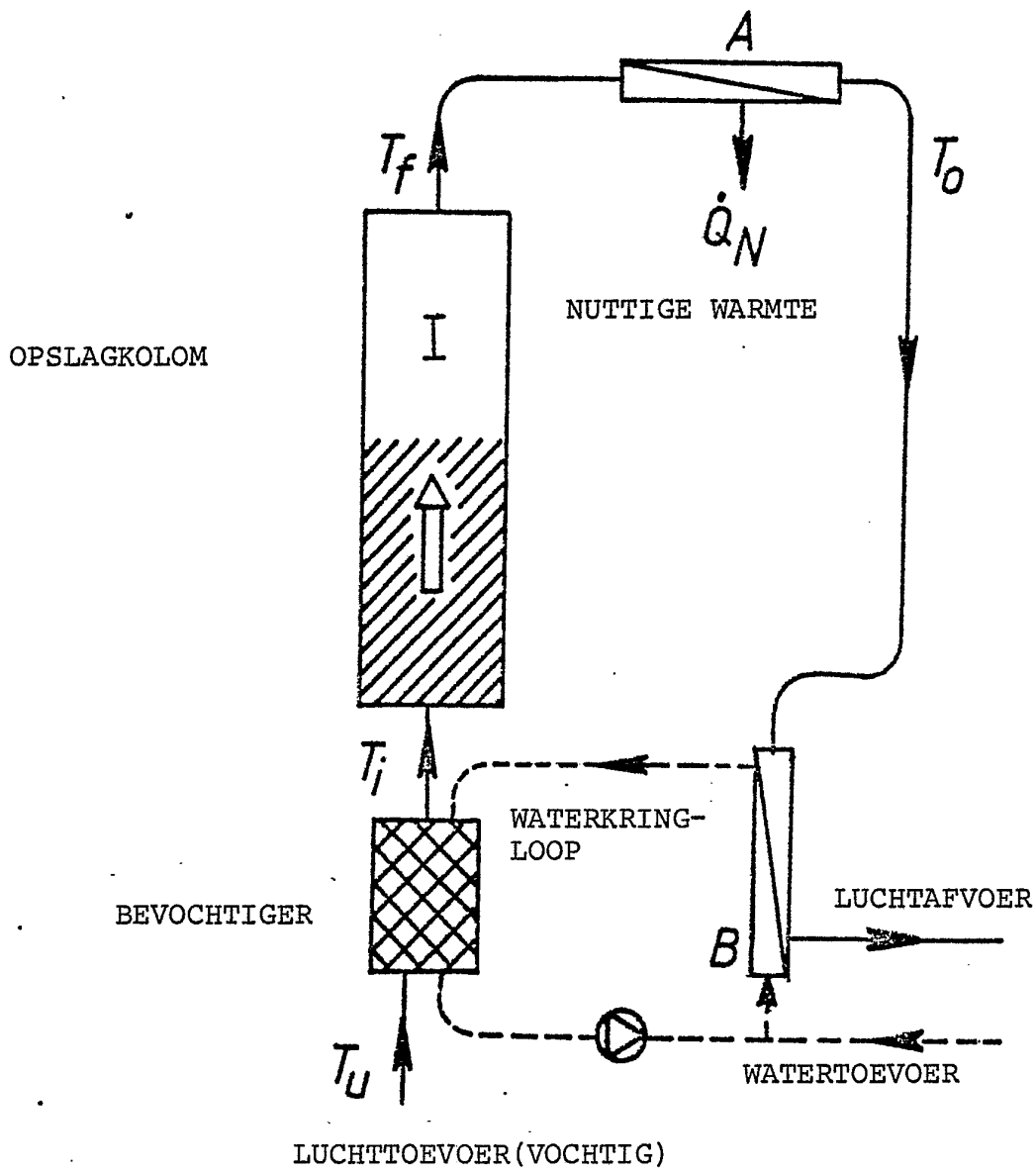


Fig. 2

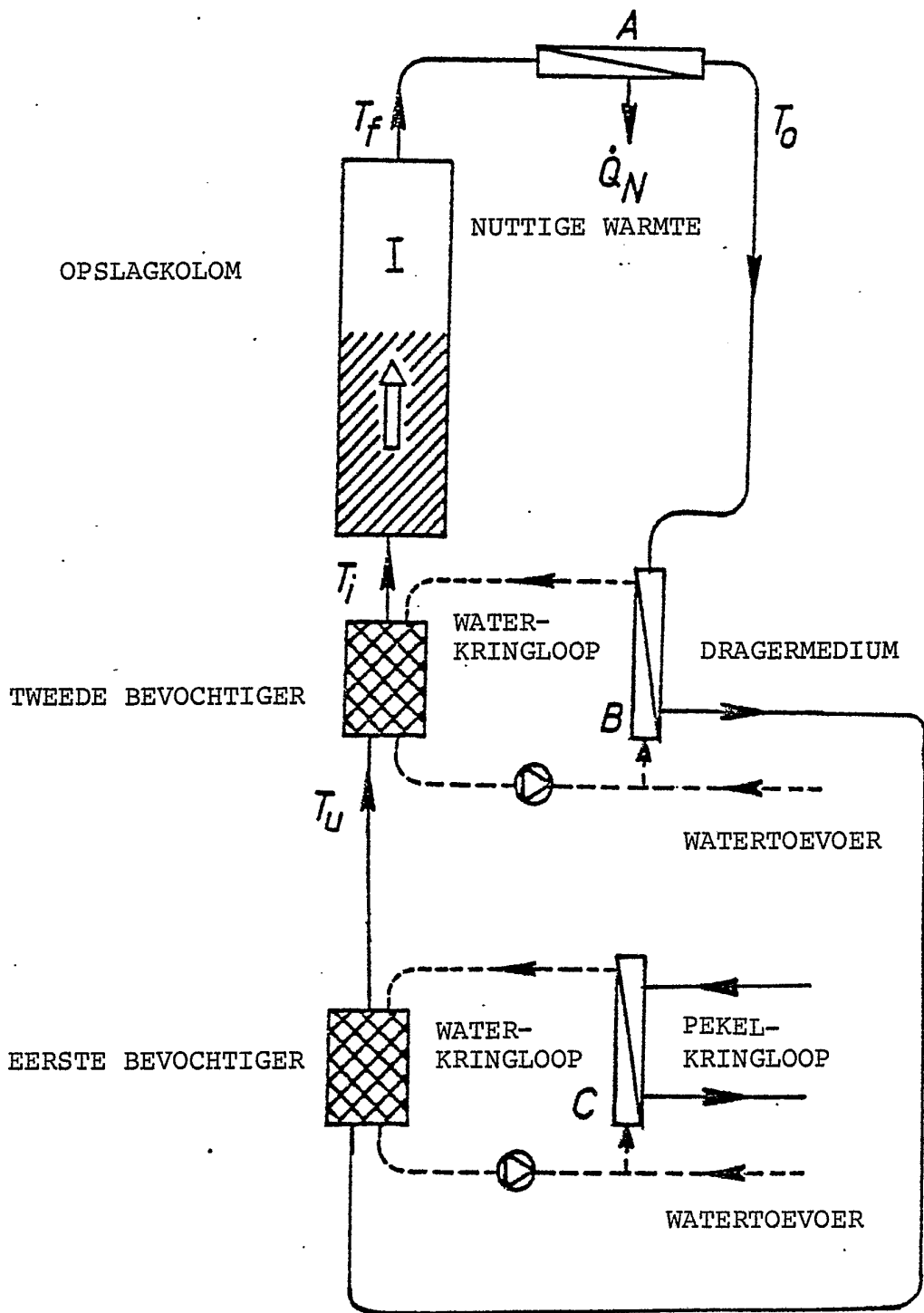


Fig. 3