

(19) **DANMARK**



Patent- og
Varemærkestyrelsen

(10) **DK/EP 3524951 T3**

(12) Oversættelse af
europæisk patentskrift

-
- (51) Int.Cl.: **G 01 K 17/08 (2006.01)** **F 24 D 19/10 (2006.01)** **G 05 D 23/19 (2006.01)**
- (45) Oversættelsen bekendtgjort den: **2021-06-21**
- (80) Dato for Den Europæiske Patentmyndigheds
bekendtgørelse om meddelelse af patentet: **2021-03-24**
- (86) Europæisk ansøgning nr.: **19154512.8**
- (86) Europæisk indleveringsdag: **2019-01-30**
- (87) Den europæiske ansøgnings publiceringsdag: **2019-08-14**
- (30) Prioritet: **2018-02-13 DE 102018103144**
- (84) Designerede stater: **AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV
MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
- (73) Patenthaver: **Techem Energy Services GmbH, Hauptstraße 89, 65760 Eschborn, Tyskland**
- (72) Opfinder: **Klein, Joachim, Kellerwaldweg 14, 65760 Eschborn, Tyskland**
Kähler, Arne, Dr., Altkönigstraße 11, 61350 Bad Homburg, Tyskland
- (74) Fuldmægtig i Danmark: **Budde Schou A/S, Dronningens Tværgade 30, 1302 København K, Danmark**
- (54) Benævnelse: **Varmeomkostningsfordeler til detektering af mængden af varme afgivet af et varmelegeme**
- (56) Fremdragne publikationer:
EP-A2- 2 068 138
EP-B1- 3 217 157
DE-A1- 3 301 422

Beskrivelse

Opfindelsen angår en varmeomkostningsfordeler til detektering af den af et varmelegeme afgivne varmemængde, i overensstemmelse med indledningen til krav 1. Varmeomkostningsfordeleren har en fremløbstemperaturføler til måling af fremløbstemperaturen for et varmetransmissionsmedie, fortrinsvis direkte på fremløbet til varmelegemet, og en rumlufttemperaturføler til måling af en varmelegemetemperatur. Yderligere har varmeomkostningsfordeleren en til denne knyttet varmelegemereguleringsventil og en indretning til detektering af en ventilbevægelsesstilling for varmelegemereguleringsventilen. En beregningsenhed i den foreslåede varmeomkostningsfordeler er indrettet til bestemmelse af den afgivne varmemængde under anvendelse af de målte temperaturer.

Varmeomkostningsfordelere er vidt udbredte, med henblik på at fordele varmeomkostningerne, især i et flerfamiliehus, i overensstemmelse med forbruget, til de forskellige parter. Hertil er varmeomkostningsfordelerne anbragt på varmelegemerne i huset. De detekterer den af de individuelle varmelegemer afgivne varmemængde. De samlet opstående varmeomkostninger bliver så fordelt til forbrugsenhederne i overensstemmelse med en fordelingsnøgle og i overensstemmelse med basis- og forbrugsomkostninger.

I praksis bliver der anvendt i det væsentlige to typer af varmeomkostningsfordelere, som betegnes som 2-føler eller 3-føler-varmeomkostningsfordelere.

3-Føler-varmeomkostningsfordelerne måler en fremløbstemperatur ϑ_{VL} for det også som varmemedie betegnede varmetransmissionsmedie, en returløbstemperatur ϑ_{RL} for varmetransmissionsmediet og en rumtemperatur ϑ_{Raum} (rumlufttemperatur), og beregner ud fra dette den såkaldte logaritmiske overtemperatur Δ_{log}

$$\Delta_{log} = \frac{\vartheta_{VL} - \vartheta_{RL}}{\ln \left(\frac{\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum}}{\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum}} \right)}$$

Den afgivne varmeydelse $\dot{Q}$ fås ved anvendelse af den logaritmiske overtemperatur Δ_{log} til

$$\dot{Q} = \dot{Q}_N \cdot \left(\frac{\Delta_{log}}{\Delta_{log,N}} \right)^n,$$

5 hvor Δ_{logN} er den logaritmiske overtempertur ved reference-varmemediestrøm, $\dot{Q}_N$ er den (for hver varmelegemetype kendte) referenceydelse for varmelegemet og n er varmelegemeeksponenten. Disse størrelser afhænger af det til enhver tid anvendte varmelegeme og angives af varmelegemefabrikanten eller bestemmes ved en måling under referencebetingelser.

10 Den i et tidsinterval Δt angivne varmemængde ΔQ svarer til den i tidsintervallet Δt integrerede varmeydelse $\dot{Q}$

$$\Delta Q = \int_{t=0}^{\Delta t} \dot{Q} dt.$$

15 2-Føler-omkostningsfordeleren måler derimod en varmelegemeoverfladetemperatur ϑ_{HK} og en rumlufttemperatur ϑ_{Raum} , beregner herud fra tilnærmelsesvis den logaritmiske overtemperatur Δ_{log}

$$\Delta_{log} \approx k_{sys} \cdot (\vartheta_{HK} - \vartheta_{Raum})$$

20

og bestemmer ud fra dette varmeydelsen $\dot{Q}$

$$\dot{Q} = \dot{Q}_N \cdot \left(k_{sys} \cdot (\vartheta_{HK} - \vartheta_{Raum}) \right)^n = \dot{Q}_N \cdot k_{sys}^n \cdot (\vartheta_{HK} - \vartheta_{Raum})^n$$

25

$$\dot{Q} = k_{ges} \cdot (\vartheta_{HK} - \vartheta_{Raum})^n,$$

30 hvor $k_{ges} = \dot{Q}_N \cdot k_{sys}^n$, er en faktor, som tager hensyn til såvel referenceydelsen $\dot{Q}_N$, som også med k_{sys} tager hensyn til varmetransmissionen imellem varmelegemet og luften til den respektive temperaturføler samt apparaturegenskaber. Denne faktor $k_{ges} = \dot{Q}_N \cdot k_{sys}^n$ er kendt for det anvendte varmelegeme og varmeomkostningsfordeleren. 2-Følervarmeomkostningsfordelere er i praksis mest udbredte.

Det grundlæggende princip for varmeomkostningsfordelere består altså i, at bestemme varmeydelsen $\dot{Q}$ under anvendelse af målte temperaturer, men ikke ved hjælp af

varmemediestrømmen (massestrøm) $\dot{m}$ (henholdsvis volumenstrømmen $\dot{V}$) for varmemediet. Hertil ville det være nødvendigt med indbygning af en tilsvarende gennemstrømningstæller i rørledningssystemet eksempelvis foran varmelegemet, hvilket ville gøre installationen af en varmeomkostningsdetektion meget besværlig og dyr.

5

Varmeomkostningsfordelere skal følgelig også lovgivningsmæssigt adskille sig fra varmetællere. Varmeomkostningsfordelere, som overholder produktnormen DIN EN 834 og hvis overensstemmelse er kontrolleret og certificeret af et kvalificeret sted, er ikke underkastet de målelovsmæssige forskrifter henholdsvis bestemmelserne for
10 varmetællere, i overensstemmelse med den europæiske måleapparatretningslinie MID, men kan uden videre, i overensstemmelse med varmeomkostningsforordningen, anvendes til forbrugsdetektion. Apparater, som måler varmemediestrømmen $\dot{m}$ henholdsvis volumenstrømmen $\dot{V}$ for varmetransmissionsmediet, skal der imod opfylde kravene til varmetællere. Fordisse gælder der, ud over høje krav til målenøjagtigheden,
15 også kalibreringsfrister på 5 år.

Ligeledes kendt og vidt udbredt er mekaniske termostat-varmelegemereguleringsventiler (også betegnet "mekaniske termostatventiler" henholdsvis "TRV") samt rumtemperaturreguleringer med elektromotorisk justering af varmelegemereguleringsventilen (også betegnet som "elektroniske termostatventiler" henholdsvis "eTRV"). Såvel
20 mekaniske som også elektroniske termostatventiler består af konstruktionselementerne "ventilunderdel" og "termostathoved". Konstruktionselementet "ventilunderdel" bliver monteret i rørledningen og indeholder i det væsentlige den egentlige hydrauliske ventil med en udadtil ført ventilstøder. På dette konstruktionselement bliver det mekaniske
25 eller elektroniske termostathoved fastgjort, som betjener ventilstyring til gennemstrømnings- og dermed temperaturregulering. Ved mekaniske termostathoveder sker betjeningen af støderen ved hjælp af den termiske udvidelse af et udvidelsesstofelement, medens det elektroniske termostathoved for det meste arbejder elektromotorisk.

30

Mekaniske termostatventiler TRV certificeres i overensstemmelse med produktnormen EN 215 og opfylder kravene til regulerbarhed for varmeomkostninger V og EnEV. I forbindelse med elektroniske termostathoveder eTRV består sædvanligvis muligheden for at angive et forprogrammerbart rumtemperatur-tidsforløb, med henblik på at spare
35 komfortabel energi (natsækning, temperatursækning under regelmæssige fravær eller lignende profilangivelser).

Den væsentligste opgave til detektering af varmeyedelsen ved integration i varmeomkostningsfordeleren i en termostatventil ligger i, at de ved indbygningspositionen for termostatventilen detekterbare temperaturer (fremløbstemperatur og rumlufttemperatur) hertil ikke er tilstrækkelige, men i overensstemmelse med princippet for 3-føler- eller
5 også 2-føleromkostningsfordeleren, en yderligere målestørrelse, især en varmelegemeoverfladetemperatur eller en returløbstemperatur kræves, med henblik på at opstille princippet for 3-føler- eller også 2-føler-omkostningsfordeleren. Udformningen af en yderligere temperaturmåleposition ville imidlertid atter ophæve de konstruktionsmæssige fordele ved integrationen. Desuden er anbringelsen af 2-føler-omkostningsfor-
10 delere ved hjælp af spændeelementer henholdsvis svejsebolte (for hvilke lak ved svejseposition skal fjernes) på varmelegemer (i denne tekst anvendt synonymt med begrebet "varmeplader") besværlig og dyr, og denne type anbringelse bliver desuden opfattet som uskøn og forstyrrende eller i forbindelse med design-varmelegemer sågar som en beskadigelse. I overensstemmelse med en mulig senere omstilling til andre
15 systemer efterlades efter en demontering desuden forstyrrende spor.

Fra EP 2 068 138 A2 kendes en fremgangsmåde til bestemmelse af varmeafgivelsen fra et varmelegeme, ved hvilken der kun i fremløbet eller kun i returløbet for varmelegemet detekteres varmemedietemperaturen, og en størrelse, som repræsenterer gennemstrømningen for varmemediet detekteres, samt ud fra disse størrelser, en rumtemperatur og for et varmelegeme lagrede data beregnes regnemæssigt en varmeafgivelse. Den størrelse, som repræsenterer gennemstrømningen, og varmemedietemperaturen kan måles i en justeringsventil, som er tilknyttet et varmelegeme. Den størrelse, som repræsenterer gennemstrømningen, er hjælpestørrelsen "ventilstilling",
25 eftersom gennemstrømningen, ved givet differensstryk ved ventilen, er en éntydig funktion af ventilstillingen. Den forholdsvis besværlige volumenstrømningsmåling kan således erstattes af en længdemåling, idet supplerende differensstrykket ved ventilen måleteknisk detekteres. Ventilstillingen som sådan er ved typiske termostatventiler en funktion af reguleringsafvigelsen (P-regulerings-forhold). Den direkte måling af ventilstillingen kan altså også ske ved bestemmelse af den ønskede ventilindstilling, eksempelvis ved aftastning af indstillingsvinklen ved hjælp af et potentiometer, og måling af rumtemperaturen, fortrinsvis på stedet for indretningen. Under alle omstændigheder forbliver målingen af differensstrykket og den - på forhånd ved hjælp af måleserier tilvejebragte - karakteristikliste for de forskellige differensstryk (eller andre målestørrelser)
35 besværlig.

EP 3 217 157 A1 beskriver en varmeomkostningsfordeler til detektering af den af et varmelegeme afgivne varmemængde med en fremløbstemperaturføler til måling af fremløbstemperaturen for et varmetransmissionsmedie, med en varmelegemetemperaturføler til måling af en varmelegemetemperatur og med en beregningsenhed, som er indrettet til bestemmelse af den angivne varmemængde. Det er foreskrevet, at varmeomkostningsfordeleren omfatter en varmelegemereguleringsventil med en kendt og i givet fald forudindstillelig driftkarakteristiklinie for sammenhængen imellem ventilstilling og volumenstrømmen ved et kendt differenstryk for varmetransmissionsmediet over varmelegemereguleringsventilen, hvor differenstrykket over varmelegemereguleringsventilen i arbejds punktet er kendt. Varmeomkostningsfordeleren omfatter en indretning til detektering af ventilstillingen for varmelegemereguleringsventilen og beregningsenheden i varmeomkostningsfordeleren er indrettet til at beregne den afgivne varmemængde ud fra størrelserne ventilstilling, fremløbstemperatur samt varmelegemetemperatur, under anvendelse af driftkarakteristiklinien for varmelegemereguleringsventilen for det kendte differenstryk. Dette forudsætter i det mindste to varmelegemetemperaturfølere. En temperaturføler for fremløbstemperaturen, som enkelt kan integreres i en på varmelegeme-termostatventilen anbragt varmeomkostningsfordeler, samt en yderligere temperaturføler på varmelegemeoverfladen eller på returløbet, som er besværlig og dyr at installere. Sædvanligvis har varmeomkostningsfordeleren på varmelegeme-termostatventilen, supplerende til fremløbstemperaturføleren (i betydningen en varmelegeme-temperaturføler), yderligere en rumluft-temperaturføler.

På denne baggrund er det hensigten med opfindelsen at foreslå en ved termostatventilen indbygget varmeomkostningsfordeler, som hverken kræver et supplerende temperaturmålested på varmelegemet, såsom en anden varmelegemetemperatur-temperaturføler på varmelegemeoverfladen henholdsvis på varmelegemereturløbet, eller indbygningen af en gennemstrømningstæller eller karakteristiklister eller andre hjælpestørrelser til detektering af volumenstrømmen $\dot{V}$ henholdsvis varmemediestrømmen $\dot{m}$ for varmemediet.

30

Dette opnås ifølge opfindelsen med en varmeomkostningsfordeler i overensstemmelse med krav 1. I den forbindelse er det foreskrevet, at varmeomkostningsfordeleren omfatter en varmelegemereguleringsventil med en dynamisk ventilunderdel, som holder trykdifferensen over termostatventilen i et varmeanlæg i det væsentlige, dvs. indenfor tolerancer, konstant. Varmeanlæg bliver ved idriftsætning som vanligt passende således indstillet, at der derfor ligger et tilstrækkeligt fortryk ved alle varmelegemer. Yderligere

35

har varmeomkostningsfordeleren en indretning til detektering af ventilstillingen h for varmelegemeventilen. Beregningsenheden for varmeomkostningsfordeleren er indrettet til, ud fra den detekterede ventilstilling samt den målte fremløbstemperatur ϑ_{VL} og den målte rumlufttemperatur ϑ_{Raum} , at beregne den afgivne varmemængde ΔQ , idet der ud

5 fra fremløbstemperaturen ϑ_{VL} og rumlufttemperaturen ϑ_{Raum} , under udnyttelse af det konstante differenstryk Δp over varmelegemeventilen, først beregnes en yderligere, for varmemængdeafgivelsen for varmelegemet karakteristisk varmelegemetemperatur $\vartheta_{RL}, \Delta_{log}, \vartheta_{HK}$, uden at den karakteristiske varmelegemetemperatur måles ved hjælp af en

10 legemetemperaturføler, især ikke ved hjælp af en yderligere på varmelegemet fastgjort varmelegemetemperaturføler. Den afgivne varmemængde ΔQ bliver så beregnet, under anvendelse af i det mindste den målte fremløbstemperatur ϑ_{VL} og den yderligere karakteristiske varmelegemetemperatur $\vartheta_{RL}, \Delta_{log}, \vartheta_{HK}$. Varmeomkostningsfordeleren ifølge opfindelsen udmærker sig altså især også ved, at ingen varmelegemeoverflade-

temperaturføler og ingen varmelegeme-returløbstemperaturføler er tilvejebragt.

15

Herved formindskes besvær og omkostninger til fremstilling, montage og drift af varmeomkostningsfordeleren, og funktionen varmeafgivelsesdetektion (varmeomkostningsfordeling) og rumtemperaturregulering forenes på enkel måde i et apparatur.

20 Den øjeblikkelige volumenstrøm $\dot{V}$ igennem termostatventilunderdelen under drift er grundlæggende afhængig af den aktuelle ventilstilling h , trykdifferensen Δp over ventilen og den geometriske udformning af gennemstrømningstværsnittet, altså ventiltypen. Definerer man en ventiltipe-specifik karakteristikstørrelse K_{VS} som volumenstrømmen ved maksimal stilling og et referencedifferenstryk på eksempelvis $\Delta p_{ref} = 1$ bar, så

25 gælder der for den øjeblikkelige volumenstrøm

$$\dot{V}(h, \Delta p) = K_{VS} \cdot f(h) \cdot \sqrt{\frac{\Delta p}{\Delta p_{ref}}} = K_{VS} \cdot f(h) \cdot \sqrt{\frac{\Delta p}{1 \text{ bar}}}$$

med størrelserne:

30

K_{VS} volumenstrøm ved maksimal stilling og $\Delta p = 1$ bar

Δp aktuel trykdifferens over ventilen

Δp_{ref} referencedifferenstryk

$f(h)$ dimensionsløs funktionel sammenhæng med $f(h_{max}) = 1$.

35

Medens således trykdifferensen ventiltypuafhængigt, ved fast stilling, til stadighed påvirker gennemstrømningen med udtrykket $\sqrt{\Delta p}$, er afhængigheden mellem volumenstrømmen og stilling, ved fast trykdifferens, en følge af den geometriske udformning af de strømningsvirkssomme tværsnit, som eksempelvis af ventilkegel, ventilsæde og hus.

5

Definerer man $K_V(h)$ som den stillingsafhængige volumenstrøm ved 1 bar trykdifferens Δp , så gælder altstå

$$K_V(h) = \dot{V}(h, \Delta p = 1 \text{ bar}) = K_{VS} \cdot f(h) \cdot \sqrt{\frac{1 \text{ bar}}{1 \text{ bar}}}$$

10

$$K_V(h) = K_{VS} \cdot f(h)$$

med

K_V volumenstrøm ved 1 bar trykdifferens, afhængig af en type.

15

For en fornuftig reguleringsfunktion skal $K_V(h)$ i forhold til h stå i en monoton voksende (i reguleringsområdet strengt monotont voksende) sammenhæng, dvs. med stigende ventilåbning skal også volumenstrømmen stige monotont.

20 Ved reelle ventiler opstår der som regel, trods nomielt lukket ventil ($h=0$), stadig en ringe volumenstrøm K_{V0} på grund af utætheder (Lækvolumenstrøm). Dette indvirker i karakteristiklinien $K_V(h)$ som en nulpunktsforskydning.

$$K_V(h) = K_{VS} \cdot g(h) + K_{V0}$$

25

med

$g(h)$ dimensionsløs funktionel sammenhæng med

$$g(h_{max}) = 1 - \frac{K_{V0}}{K_{VS}}$$

og $g(0) = 0$

30

K_{V0} mindst mulig teoretisk volumenstrøm, afhængig af type.

I forbindelse med udformede, reelle ventiler finder man såvel lineære som også progressive og degressive funktioner for $K_V(h)$. Disse funktioner kan tilnærmes eller

angives som karakteristikliniefelt grafisk eller være angivet i form af målepunkter eller beskrevet regnemæssigt ved hjælp af interpolation ved hjælp af egnede polynomier:

$$K_V(h) = b_n \cdot h^n + \dots + b_2 \cdot h^2 + b_1 \cdot h + b_0$$

5

med

$b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$ polynomiekoefficienter.

Alternativt kan tilnærmelser også være givet med andre egnede funktionstermer (brudte eksponenter, eksponentialfunktion, logaritme, etc.). Ofte er karakteristiklinierne i det interessante område tilnærmelsesvis lineære og de højere koefficienter små. For en ventil med en lineær karakteristiklinie gælder der:

10

$$K_V(h) = b_1 \cdot h + b_0$$

15

Definerer man yderligere justeringsforholdet S_V som

$$S_V = \frac{K_{VS}}{K_{V0}},$$

20 så beregnes, i eksemplet med en ventil med lineær karakteristiklinie, volumenstrømmen ved $\Delta p = 1 \text{ bar}$ (svarende til definitionen for størrelsen K_V) til

$$K_V(h) = \left(1 - \frac{1}{S_V}\right) \cdot K_{VS} \cdot h + K_{V0}$$

med

25 S_V justeringsforhold.

Samlet gælder altså for volumenstrømmen for en lineær ventil:

$$\dot{V} = \left(1 - \frac{1}{S_V}\right) \cdot K_{VS} \cdot h \cdot \sqrt{\frac{\Delta p}{1 \text{ bar}}} + K_{V0} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p}{1 \text{ bar}}}$$

30

$$\dot{V} = \sqrt{\frac{\Delta p}{1 \text{ bar}}} \cdot b_1 \cdot h + \sqrt{\frac{\Delta p}{1 \text{ bar}}} \cdot b_0$$

- Med henblik på at opnå en optimal hydraulisk udligning i varmeanlæg, er varmelegemereguleringsventilerne med såkaldt "dynamisk ventilunderdel" kendt, hvis opgave består i, at holde trykdifferensen Δp over varmelegemereguleringsventilen (termostatventilen) konstant, så længe der foreligger et tilstrækkeligt fortryk ved varmelegemet, som i et varmeanlæg ved dimensionering vælges passende. Ellers ville der forekomme komfortforringelser, eftersom den krævede varmeydelse i varmeanlægget ikke stod til rådighed. Med denne funktionalitet skal altså en ensartet hydraulisk forsyning af alle varmelegemer i et anlæg tilsikres.
- 10 På markedet foreliggende og indenfor den kendte teknik kendte er dynamiske ventilunderdele, som indregulerer et differenstryk på for det meste $\Delta p_{dyn} = 0,1 \text{ bar}$. Supplerende kan yderligere, ved hjælp af en forudindstillingsmimik, volumenstrømmen ved maksimal stilling begrænses og indstilles i n trin (eksempelvis $n = 15$) til typiske værdier imellem eksempelvis

15

$$\dot{V}_{max}(i) = 10 \text{ l/h} \dots 150 \text{ l/h}; \quad i = 1 \dots n.$$

- Ved hjælp af det konstante regulerede differenstryk bliver ventilautoriteten P_V konstant henholdsvis 1. Under kendskab til den ud fra forudindstillingen givne maksimalvolumenstrøm foreligger der så på grund af den konstante trykdifferens Δp_{dyn} og således en konstant værdi for udtrykket
- 20

$$\sqrt{\frac{\Delta p_{dyn}}{1 \text{ bar}}} = konst$$

- den entydige funktionelle sammenhæng imellem ventilstillingen og volumenstrømmen
- 25

$$\dot{V} = \dot{V}_i(h)$$

- med
- i valgt forudindstilling.
- 30

For en lineær ventil følger deraf eksempelvis:

$$\dot{V}_i = \left(1 - \frac{1}{S_{V,i}}\right) \cdot K_{VS,i} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_{dyn}}{1 \text{ bar}}} \cdot h + K_{V0} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_{dyn}}{1 \text{ bar}}}$$

$$\dot{V}_i = \sqrt{\frac{\Delta p_{dyn}}{1 \text{ bar}}} \cdot b_{1,i} \cdot h + \sqrt{\frac{\Delta p_{dyn}}{1 \text{ bar}}} \cdot b_{0,i}$$

$$\dot{V}_i = c_{1,i} \cdot h + c_{0,i}$$

5

$$\dot{V}_i = \dot{V}_{0,i} + (\dot{V}_{max,i} - \dot{V}_{0,i}) \cdot \frac{h}{h_{max}}$$

eller i relative størrelser:

10

$$\dot{V}_i = \dot{V}_{max,i} \cdot \left(\frac{\dot{V}_{0,i}}{\dot{V}_{max,i}} + \left(1 - \frac{\dot{V}_{0,i}}{\dot{V}_{max,i}} \right) \cdot \frac{h}{h_{max}} \right)$$

$$\dot{V}_i = \dot{V}_{max,i} \cdot \dot{V}_{i,rel}$$

$$\dot{V}_{i,rel} = \dot{V}_{0,i,rel} + (1 - \dot{V}_{0,i,rel}) \cdot h_{rel}$$

15 Ud fra volumenstrømmen $\dot{V}$ fås varmemediestrømmen $\dot{m}$ for varmemediet til

$$\dot{m} = \rho_{medium} \cdot \dot{V},$$

20 hvor ρ_{medium} er den kendte vægtfylde for varmemediet. Vægtfylden for varmemediet er alment temperaturafhængig. Eftersom den hertil relevante fremløbstemperatur ϑ_{VL} måles, kan der let tages hensyn til dette:

$$\dot{m} = \rho_{medium}(\vartheta_{VL}) \cdot \dot{V}$$

25 For den i forbindelse med varmeomkostningsfordelere krævede og sædvanlige nøjagtighed kan der imidlertid arbejdes med en konstant værdi for vægtfylden ρ_{medium} .

For en lineær ventil følger altså til slut:

30

$$\dot{m}_i = \dot{m}_0 + (\dot{m}_{max,i} - \dot{m}_0) \cdot \frac{h}{h_{max}}$$

Ved konstant trykdifferens fås der ved angivelse af vilkårlig, altså også med ikke-lineær

ventilkarakteristiklinier som polynomie tilsvarende funktionelle sammenhænge i højere potenser af h henholdsvis

$$h_{rel} = \frac{h}{h_{max}}$$

5

$$\dot{V}(h, \dot{V}_{max,i}) = c_n \cdot h^n + \dots + c_2 \cdot h^2 + c_1 \cdot h + c_0$$

eller

$$\dot{m}(h, \dot{V}_{max,i}) = \rho_{medium} \cdot (c_n \cdot h^n + \dots + c_2 \cdot h^2 + c_1 \cdot h + c_0)$$

- 10 eller alternativt tilnærmelser med andre egnede funktionstermer (brudte eksponenter, eksponentialfunktion, logaritme, etc.).

De for $\dot{V}$ og $\dot{m}$ forskellige koefficienter c_j er i den forbindelse afhængige af ventil-forudindstillingen $\dot{V}_{max}(i)$ -, $i = 1 \dots n$ og af det faktisk regulerede differenstryk Δp_{dyn} .

15

For de forskellige dynamiske ventiltyper henholdsvis ventilunderdele er konstanterne $c_{n,i}, \dots, c_{2,i}, c_{1,i}, c_0$ kendt fra fabrikantangivelser eller kan opnås ud fra et karakteristikkliniefelt fra fabrikanten. Alternativt kan karakteristikklinierne opnås ved måling i en prøvestand for den respektive dynamiske ventilttype henholdsvis ventilunderdel, ved

20 volumenstrømsmålinger med forskellige ventil-forudindstillinger $\dot{V}_{max}(i)$; $i = 1 \dots n$ og ventilindstillinger h og ved faktisk reguleret differenstryk Δp_{dyn} samt matematiske tilpasninger af de ovenstående funktionelle angivelser (Fit) på grundlæggende kendt måde.

- 25 Dermed foreligger der ifølge opfindelsen alle nødvendige informationer, med henblik på regnemæssigt først at tilvejebringe en yderligere karakteristisk varmelegemetemperatur, og derefter ved hjælp af den ud fra de fra varmeomkostningsdetektion kendte sammenhænge at detektere den af varmelegemet afgivne varmemængde. Dette er muligt uden yderligere målerækker eller tilvejebringelse af yderligere temperaturfølere, såsnart
- 30 konstanterne $c_{n,i}, \dots, c_{2,i}, c_{1,i}, c_0$ én gang er kendt eller bestemt for typen af en dynamisk ventil henholdsvis ventilunderdel.

I overensstemmelse med en særlig foretrukken udførelsesform kan det dertil være foreskrevet, at beregningsenheden for varmeomkostningsfordeleren til detektion af den

35 yderligere karakteristiske varmelegemetemperatur er indrettet til,

- ud fra ventilstillingen h at tilvejebringe en tilnærmelsesværdi for varmemediestrømmen $\dot{m}$,
- ved tilnærmelsesværdien for varmemediestrømmen $\dot{m}$ og de målte størrelser fremløbstemperatur ϑ_{VL} og rumlufttemperatur ϑ_{Raum} at tilvejebringe den yderligere karakteristiske varmelegemetemperatur.

Eksempelvis kan beregningsenheden i varmeomkostningsfordeleren i overensstemmelse hermed være indrettet til, at tilvejebringe tilnærmelsesværdien for varmemediestrømmen $\dot{m}$ ved et konstant differenstryk Δp for ventilindstillingen h under anvendelse af en ventiltypespecifik karakteristisk størrelse K_{VS} , S_V , som angiver volumenstrømmen ved maksimal ventilstilling h_{max} og et referencedifferenstryk Δp_{ref} , og tilvejebringe en dimensionsløs funktionel sammenhæng $f(h)$ for afhængigheden af ventilstillingen h .

Fordelen ved den ovenfor beskrevne fremgangsmåde ligger i, at de fra 2- eller 3-følermåling kendte formler og etablerede måleprincipper her umiddelbart kan udnyttes.

Tilsvarende bliver det fortrinsvis foreslået, at den yderligere karakteristiske varmelegemetemperatur er

- en returløstemperatur ϑ_{RL} for varmelegemet,
- en logaritmisk overtemperatur Δ_{log} for varmelegemet eller en (eksempelvis aritmetisk) middelværdi af fremløbstemperaturen ϑ_{VL} og en tilvejebragt returløstemperatur ϑ_{RL} og/eller
- en varmelegemeoverfladetemperatur ϑ_{HK} ved en bestemt position x på overfladen af varmelegemet.

Ifølge opfindelsen kan også yderligere karakteristiske varmelegemetemperaturer tilvejebringes og/eller bestemmes.

Beregningsenheden for varmeomkostningsfordeleren kan ifølge opfindelsen altså især være indrettet til at udføre den i det følgende beskrevne fremgangsmåde ifølge opfindelsen, hvor de som eventuelle betegnede trin også kan udelades:

- måling af fremløbstemperatur ϑ_{VL} og rumlufttemperatur ϑ_{Raum} ;

- måling af ventilstilling (dvs. ventilstilling h) eller en størrelse, fra hvilken ventilstillingen kan afledes, som eksempelvis den ønskede stilling eller justeringsstørrelsen for en rumtemperaturregulering, i betydningen en stillingsværdi angivelse;
- tilvejebringelse af en tilnærmelsesværdi for volumenstrømmen $\dot{V}$ henholdsvis
5 varmemediestrømmen $\dot{m}$ for varmemediestrømmen ud fra ventilstillingen h ;
- tilvejebringelse af en tilnærmelsesværdi for returløbstemperaturen ϑ_{RL} (princippet for 3-følervarmeomkostningsfordelere) og/eller for en varmelegemeoverfladetemperatur $\vartheta_{HK} = \vartheta_x$ ved en bestemt position x på overfladen af varmelegemet HK og/eller for en yderligere temperatur, som er karakteristisk for varmeafgivelsen for
10 varmelegemet, ud fra varmemediestrømmen $\dot{m}$, fremløbstemperaturen ϑ_{VL} og rumlufttemperatauren ϑ_{Raum} ;
- eventuelt:
beregning af den logaritmiske overtemperatur Δ_{log} eller en (eksempelvis aritmetisk eller på anden måde vægtet) middelværdi for den målte fremløbstemperatur ϑ_{VL} og
15 den tilvejebragte returløbstemperatur ϑ_{RL} ;
- bestemmelse af varmeydelsen $\dot{Q}$ / varmeafgivelsen ΔQ for varmelegemet ved hjælp af størrelserne fremløbstemperatur ϑ_{VL} , rumlufttemperatur ϑ_{Raum} , returløbstemperatur ϑ_{RL} og/eller i givet fald den eventuelt beregnede værdi for karakteristiske
20 varmelegemetemperatur(er) samt den for varmelegeme indenfor rammerne af varmeomkostningsdetektion uden videre kendte varmelegemereferenceydelse $\dot{Q}_N$ og i givet fald den kendte varmelegemeeksponent n eller en tilnærmelsesværdi y for varmelegemeeksponenten n , eksempelvis ved hjælp af
 - udførelse af 3-føler-fremgangsmåden under anvendelse af den logaritmiske overtemperatur
 - 25 ◦ udførelse af 2-føler-fremgangsmåden under anvendelse af en middelværdi for varmelegemetemperaturen, (eksempelvis aritmetisk middelværdi eller beregnet temperatur ved en position på varmelegemet)
 - beregning ved hjælp af ligeværdige fremgangsmåder under anvendelse af de nævnte eller yderligere størrelser, som indenfor rammerne af en omkostningsfordeling er
30 sædvanlige og som fagmanden kan vælge indenfor rammerne af dennes fagmandsviden.

En særlig foretrukken udførelsesform for opfindelsen foreskriver, at varmelegemereguleringsventilen i varmeomkostningsfordeleren er en del af rumtemperaturreguleringen,
35 som regulerer rumtemperaturen ved indstilling af varmemediestrømmen. Rumtemperaturreguleringen kan eksempelvis være en selvstændigt arbejdende rumtemperatur-

regulering, dvs. en rumtemperaturregulering, som indregulerer rumtemperaturen lokalt. Dermed menes, at rumtemperaturreguleringen kun anvender den lokalt detekterede temperaturværdi, eksempelvis som mekanisk termostatventil eller en elektronisk regulering med i det mindste én tilsluttet temperaturføler (pr. kabel eller radio). I den forbindelse udnyttes, at til varmeomkostningsfordelingen og temperaturreguleringen skal i det væsentlige de samme målestørrelser detekteres, hvilket fører til væsentlige synergier i den ifølge opfindelsen foreslåede varmeomkostningsfordeler, eftersom især adskillige af komponenterne i det til måleværdidetektion tilvejebragte følersystem ikke skal tilvejebringes dobbelt. Desuden fås en kompakt udformning af en omkostningsfordeler, som sammen med varmelegemereguleringsventilen er anbragt som rumtemperaturregulering på fremløbet (tilgangen) til varmelegemet. Forstyrrende konstruktioner på varmelegemet, som under visse omstændigheder fører til varige beskadigelser af varmelegemeoverfladen, kan bortfalde.

I overensstemmelse med en konkret udformning af den ifølge opfindelsen foreslåede kombination af varmeomkostningsfordeler og rumtemperaturregulering, kan varmelegemereguleringsventilen være udformet som rumtemperatur-regulator med et mekanisk termostathoved og i givet fald en positionsdetektor, som er indrettet til måling af ventilstillingen h for varmelegemeregulatorventilen henholdsvis ved måling af positionen for den varmemediestrømmen indstillende ventilstøder i varmelegemereguleringsventilen. Denne kombination kan realiseres også enkelt med sædvanlige mekaniske termostatventiler.

Supplerende kan der ifølge opfindelsen være tilvejebragt et fortrinsvis fremmed energiforsynet motorisk eller elektronisk drevet justeringselement, som påvirker det mekaniske termostathoved til indstilling af varmemediestrømmen. Dette kan ske ved indstilling af termostathovedet til temperaturforvalg, eksempelvis i betydningen et elektromotorisk drev til justering af termostathovedet eller ved påvirkning på en mimik på termostathovedet til ændring af temperaturafhængigheden for det mekaniske termostathoved. Sidstnævnte kan eksempelvis realiseres ved ændring af en elastisk forspænding, hvormed ventilstøderen til indstilling af varmemediestrømmen påvirkes. Dette muliggør tilvejebringelse af et temperatur-tidsprofil, eksempelvis indenfor rammerne af en natsænkning for rumtemperaturen. Et elektronisk drevet justeringselement er eksempelvis et elektrokemisk justeringselement eller andet justeringselement uden drev.

35

I en alternativ udførelsesform kan varmelegemereguleringsventilen være udformet som

især elektronisk rumtemperaturregulator med et motormæssigt, fortrinsvis elektromotormæssigt eller elektronisk drevet termostathoved til indstilling af varmemediestrømmen, idet termostathovedet positioneres ved angivelse af en stillingsværdiangivelse fra rumtemperaturregulatoren. Især kan termostathovedet være udformet med et anslagselement henholdsvis justeringsdrev, som eksempelvis er udformet forskydeligt i aksialretningen for støderen og justeres i overensstemmelse med en afvigelse mellem en faktisk temperatur og en ønsket temperatur ved hjælp af den fra rumtemperaturregulatoren tilvejebragte stillingsangivelse, med henblik på i den forbindelse at påvirke støderen. Termostathovedet virker altså kun ved samvirkning med fremløbstemperaturføleren og beregningsenheden for rumtemperaturregulatoren som termostat i den betydning, at en temperaturafhængig justering af ventilstøderen foretages. Et elektronisk drevet termostathoved er et med en vilkårlig type af elektronisk energi drevet termostathoved.

I en sådan udformning ifølge opfindelsen kan det være foreskrevet, at indretningen til tilvejebringelse af ventilstillingen h er indrettet til at tilvejebringe ventilstillingen h ud fra en stillingsangivelse fra rumtemperaturregulatoren. Stillingsangivelsen kan være en ønsket stillingsværdi eller en umiddelbart på anslagselementet henholdsvis justeringsdrevet indvirkende justeringsstørrelse.

Såfremt, i en udformning ifølge opfindelsen, varmeomkostningsfordeleren og varmelegemereguleringsventilen er udformede i separate huse, er der fortrinsvis tilvejebragt en nærfeltskommunikation imellem de to separate huse. I huset for varmelegemeregulatoren er der så fortrinsvis i det mindste tilvejebragt fremløbstemperaturføleren, eftersom fremløbstemperaturen enklest og mest nøjagtigt kan måles i området ved ventilen henholdsvis ved den i varmemediet indstikkende ventilstøder. Såfremt varmelegemereguleringsventilen er udformet som elektronisk rumtemperaturregulering, kan også rumlufttemperaturføleren være integreret med ind i huset for varmelegemereguleringsventilen. Dermed foreligger også den til varmeomkostningsfordelingen nødvendige information i en beregningsenhed for den integrerede varmelegemereguleringsventil med elektronisk rumregulering. I dette tilfælde er det til en varmeomkostningsfordeler ifølge opfindelsen tilstrækkeligt, at tilvejebringe en fortrinsvis som trådløs nærfeltskommunikation eller som kontaktkommunikation (med en som eksempelvis kabel-, tråd- eller stik realiseret kommunikationstilslutning) udformet kommunikation, hvormed følerdataene og/eller værdierne for ventilstillingen h samt den målte fremløbstemperatur ϑ_{VL} og rumlufttemperatur til ϑ_{Raum} overføres til den i huset for varmeomkostningsfordeleren integrerede beregningsenhed. Ved den trådløse nærfeltskommunikation foreligger der

især en kommunikation med RFID-Chip, som også muliggør en anbringelse af de to huse uden umiddelbare kontaktflader.

5 Vigtigt er det i denne sammenhæng, at også energiforsyningen til nærfeltkommunikationen er sikret i huset for varmeomkostningsfordeleren samt for de til varmeomkostningsfordelingen nødvendige følere (fremløbstemperaturføler, rumlufttemperaturføler og føler til tilvejebringelse af ventilstillingen), fortrinsvis med en af rumtemperaturreguleringen i varmelegemereguleringsventilen separat energiforsyning.

10 I denne sammenhæng kan det til sikring af energiforsyningen også være fordelagtigt, at drive rumlufttemperaturføleren og fremløbstemperaturføleren ved hjælp af energiforsyningen for varmeomkostningsfordeleren og tilvejebringe en kommunikationsforbindelse til beregningsenheden i rumtemperaturregulatoren. Dermed er måleværdidetektionen for varmeomkostningsfordeleren tilsikret.

15

Med henblik på også at sikre detektionen af ventilstillingen, når energiforsyningen for varmelegemeventilen med elektronisk rumtemperaturregulering falder ud, bliver der i overensstemmelse med en særlig udførelsesform ifølge opfindelsen foreslået, at tilvejebringe en af rumtemperaturreguleringen med stillingsangivelse separat føler (i givet fald
20 supplerende), som umiddelbart detekterer ventilstillingen h for varmelegemereguleringsventilen, uafhængigt af stillingsangivelsen via rumtemperaturreguleringen. Dermed bliver til stadighed den faktiske stilling af ventil målt, også når energiforsyningen til rumtemperaturreguleringen og den elektroniske justering af varmelegemereguleringsventilen falder ud.

25

Tilsvarende bliver det ifølge en ifølge opfindelsen foretrukken udførelsesform foreslået, at indretningen til detektering af ventilstillingen for varmelegemeventilen udformes som positionsføler eller positionsgiver, som detekterer eller målbart indstiller positionen for ventilstillingen for varmelegemereguleringsventilen. Dette kan eksempelvis være en
30 positionsføler til detektering af positionen af en ventilstøder i varmelegemereguleringsventilen. Sådanne positionsfølere er kendt for en fagmand og kan vælges egnet af denne. Eksempelvis kan dette ske induktivt ved hjælp af en radialt omkring ventilstøderen anbragt spole (støder som spolekerne), eller kapacitivt ved et aksialt nærhedsfølerarrangement, som er rettet mod støderendesiden. Som positionsføler kommer
35 også strain gauges i spil. Som positionsføler kan også eksempelvis et fast drev an-

vendes, hvis position henholdsvis stilling er målbar og dermed muliggør en detektion af ventilstillingen.

5 Fordelen ved en sådan separat positionsføler eller -giver ligger i, at denne også kan drives uafhængigt af en i givet fald via et udskifteligt batteri til den elektroniske rumtemperaturregulering og den elektromotoriske justering af varmelegemereguleringsventilens energiforsyning, eksempelvis via den sikkert til et forudbestemt indsatstidsrum på 10 eller flere år udlagte energiforsyning for varmeomkostningsfordeleren. Dette gælder også for fremløbstemperatur- og rumlufttemperaturfølerne, hvis data kræves til 10 varmeomkostningsfordelingen. Energiforsyningen for alle funktioner for varmeomkostningsfordeleren, som er nødvendige for varmeomkostningsdetektionen og visningen, bliver ifølge opfindelsen fortrinsvis realiseret ved hjælp af en ikke-udskiftelig energiforsyning (især et egnet langtidsbatteri) eksempelvis i et kapslet og ved hjælp af en plombering mod manipulation sikret område af huset.

15

Ifølge opfindelsen kan varmeomkostningsfordeleren og varmelegemereguleringsventilen danne en husenhed, dvs. være integreret i det samme hus. I dette tilfælde kan beregningsenheden for varmeomkostningsfordeleren og den som rumtemperaturregulering udformede varmereguleringsventil også være dannet af en fælles beregnings- 20 enhed, som er indrettet til at udføre såvel funktionerne for varmeomkostningsfordeleren som også funktionerne for rumtemperaturreguleringen (og/eller for det elektromotoriske justeringsdrev til angivelse af et temperatur-tidsprofil). Også denne fælles beregningsenhed ville så fortrinsvis være forsynet via energiforsyningen for varmeomkostningsfordeleren, eftersom også funktioner for varmeomkostningsfordeleren er involveret.

25

Også ved en realisering af varmeomkostningsfordeleren med varmelegemereguleringsventilen i et hus kan det ifølge opfindelsen være foretrukket, at de for funktionen af varmeomkostningsfordeleren nødvendige komponenter, især altså fremløbstemperaturføleren, rumlufttemperaturføleren, indretningen til detektering af ventilstillingen (i givet 30 fald inkl. en ventilstøder for varmelegemereguleringsventilen), den til udøvelse af varmeomkostningsfordelingen indrettede beregningsenhed samt disses energiforsyning, optages i et imod manipulation, eksempelvis via en plombering, sikret, kapslet husdel. Herved bliver ikke detekterede manipulationer af komponenterne i varmeomkostningsfordeleren forhindret. I givet fald kan varmeomkostningsfordeleren også 35 omfatte et separat display som visningsindretning til visning af de for varmeomkostningsfordelingen relevante forbrugsværdier.

Varmeomkostningsfordeleren og varmelegemereguleringsventilen kan have separate energiforsyninger især når varmelegemereguleringsventilen omfatter en elektrisk drevet rumtemperaturregulering og/eller et elektromotorisk indstilleligt termostathoved. Fortrinsvis kan energiforsyningen for varmelegemereguleringsventilen med rumtemperaturregulering være dannet af et af brugeren udskifteligt batteri. Energiforsyningen for varmeomkostningsfordeleren bør derimod ifølge opfindelsen fortrinsvis ske via et af brugeren ikke-udskifteligt batteri, som er udlagt til en sikker indsatstid på mindst 10 år. Et af brugeren ikke-udskifteligt batteri betyder især at dette batteri er anbragt i et for brugeren ødelæggelsesfrit utilgængeligt husområde.

10

Ifølge opfindelsen kan det være foreskrevet, at energiforsyningen for varmelegemereguleringsventilen omfatter en komponent til energiudvinding fra omgivelserne. Energien kan eksempelvis udvindes fra omgivelsesvarme fra rumluften og/eller fra varme-mediet og/eller fra omgivelseslys. Dette bliver også betegnet som energihøstning (Energy-Harvesting). Egnede komponenter kan være overfladebølgefølere (tilsvarende som RFID-teknologien), Peltier-elementer og/eller solceller. Til lagring af den via disse komponenter tilvejebragte energi kan der eksempelvis være tilvejebragt én eller flere akkumulatorer.

Yderligere fordele, egenskaber og anvendelsesmuligheder ifølge opfindelsen fremgår af den efterfølgende beskrivelse af forskellige udførelsesformer og tegningen.

På tegningen viser:

Fig. 1 skematisk et fremgangsmådeforløb til detektering af den af et varmelegeme afgivne varmemængde i en ifølge opfindelsen foreslået varmeomkostningsfordeler i overensstemmelse med en udførelsesform ifølge opfindelsen;

Fig. 2 skematisk opbygningen af en varmeomkostningsfordeler med en ved hjælp af et mekanisk termostathoved på en varmelegemereguleringsventil dannet rumtemperaturregulator i overensstemmelse med en udførelsesform ifølge opfindelsen;

Fig. 3 skematisk opbygningen af en varmeomkostningsfordeler med en af et mekanisk termostathoved for en varmelegemereguleringsventil dannet rumtemperaturregulator ifølge en yderligere udførelsesform ifølge opfindelsen;

- Fig. 4 skematisk opbygningen af en varmeomkostningsfordeler med en elektronisk rumtemperaturregulator i en varmelegemereguleringsventil ifølge en yderligere udførelsesform ifølge opfindelsen;
- 5 Fig. 5 en skematisk afbildning af en kurveskare for varmemedie vand med massefylden ρ_{Wasser} og en ventiltipe Typ med varmemediestrømmen $\dot{m}$ som funktion af ventilstillingen h for forskellige forudindstillinger i af varmelegemereguleringsventilen;
- 10 Fig. 6 en afbildning af nøjagtigheden ved bestemmelsen af returløbstemperatur ϑ_{RL} , afbildet som afvigelse af overtemperaturen $\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum}$ imellem beregnede og målte værdier i overensstemmelse med en første variant ifølge opfindelsen;
- 15 Fig. 7 en afbildning af nøjagtigheden ved bestemmelsen af returløbstemperaturen ϑ_{RL} , afbildet som afvigelse af overtemperaturen $\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum}$ imellem beregnede og målte værdier i overensstemmelse med en anden variant ifølge opfindelsen;
- 20 Fig. 8 en afbildning af den procentuelle afvigelse mellem den beregnede varmelegemeydelse og målte værdier i afhængighed af varmemediestrømforholdet i overensstemmelse med en udførelsesform; og
- Fig. 9 en afbildning af den procentuelle afvigelse mellem den beregnede varmelegemeydelse og målte værdier, i afhængighed af varmemediestrømforholdet i overensstemmelse med en yderligere udførelsesform.
- 25 Før der i det følgende eksempelvis skal beskrives forskellige udførelsesformer ifølge opfindelsen under henvisning til tegningen, skal et særligt væsentligt træk ifølge opfindelsen til beregning af den via et varmelegeme afgivne varmemængde ΔQ ved hjælp af forskellige konkrete udformninger beskrives. Fagmanden forstår disse udformninger som eksempler for fremgangsmåde til bestemmelse af den afgivne varmemængde ΔQ ,
- 30 som på den beskrevne måde eller med fagmandsmæssige omformninger kan være indrettede i beregningsenheden i den ifølge opfindelsen foreslåede varmeomkostningsfordeler. Især kan fagmanden på vilkårlig måde kombinere forskellige træk ved de forskellige beskrevne varianter på vilkårlig måde, med henblik på til hver en tid at omsætte de med deltrækkene opnåede formål i den samlede opfindelse.

Fremgangsmådetrin 1

Det i fig. 1 viste mulige fremgangsmådeforløb til bestemmelse af den afgivne varme-energi for et varmelegeme begynder med målingen af fremløbstemperaturen ϑ_{VL} og returløbstemperaturen ϑ_{Raum} samt tilvejebringelse af ventilstillingen h i et fremgangsmådetrin 1.

Fremgangsmådetrin 2

I et andet fremgangsmådetrin 2 bestemmes ud fra den bestemte ventilstilling h , varmemediestrømmen $\dot{m}$ for varmemediet på tidspunktet for målingen i fremgangsmådetrin 1. På basis af den éntydige sammenhæng imellem volumenstrøm $\dot{V}$ og ventilstilling h med konstant trykdifferens Δp kan en tilnærmelsesværdi for varmemediestrømmen $\dot{m}$ bestemmes ud fra en for typen af varmelegeme-reguleringsventil kendt kurveskare

$$\dot{m} = f(\rho_{medium}, h, i, Typ),$$

hvor kurveskaren ud over ventilstillingen h afhænger af typen af ventilen, i givet fald af en forudindstilling i for volumenstrømmen ved maksimal stilling og massefylden ρ_{medium} . En tilsvarende kurveskare er til anskueliggørelse skematisk vist i fig. 5 for varmemedie vand med massefylden ρ_{vand} i en ventiltype Typ med varmemediestrømmen $\dot{m}$ som funktion af ventilstillingen h for forskellige forudindstillinger i for varmelegemeventilen, idet ventilstillingen og varmemediestrømmen til hver en tid er vist som relativ størrelse (dvs. normeret til den maksimale ventilstilling h_{max} og den maksimale varmemediestrøm $\dot{m}_{max}$) op til værdien 1. Sådanne informationer kan fås i datablade for varmereguleringsventiler med dynamisk ventilunderdel eller kan enkelt tilvejebringes på en måle- henholdsvis prøvestand ved tilsvarende volumenstrømningsmålinger ved forskellige ventilstillinger h , i givet fald hver især separat for forskellige forudindstillinger i for varmelegemereguleringsventilen. Den tekniske sammenhæng blev allerede beskrevet via de ovenstående formler.

Ventilstillingen h bliver enten målt direkte, ud fra målinger på ved bevægelsen af stillingen involverede konstruktionelementer indirekte og/eller afledt ud fra parametre og værdier for rumtemperturregulatoren, som eksempelvis ønsket stillingsværdi eller justeringsstørrelse som stillingsværdiangivelse. Egnede positionsfølere eller posi-

tionsgivere er kendte indenfor teknikken. En parallel måling af ventilstillingen h med en positionsføler og bestemmelsen ud fra en stillingsværdiangivelse muliggør desuden en fejldetektion ved rumtemperaturregulatoren, såfremt en signifikant afvigelse imellem de parallelt tilvejebragte værdier foreligger.

5

Fremgangsmådetrin 3

I det følgende fremgangsmådetrin 3 bliver der ud fra tilnærmelsesværdien for varme-
mediestrømmen $\dot{m}$ tilvejebragt en yderligere karakteristisk varmelegemetemperatur,
10 som så i fremgangsmådetrin 4 anvendes til bestemmelse af den af varmelegemet af-
givne varmemængde ΔQ henholdsvis varmeydelsen $\dot{Q}$.

For fremgangsmådetrinnene 3 og 4 bliver der i det følgende angivet forskellige mulig-
heder. Trinnene 3 og 4 kan også sammenfattes i et trin.

15

Yderligere bliver der derefter også angivet en mulighed, for hvorledes fremgangsmåde-
trinnene 2, 3 og 4 kan sammenfattes i et trin.

Fortrinsvis omfatter bestemmelsen af den yderligere karakteristiske varmelegemetem-
20 peratur under alle omstændigheder bestemmelsen af returløbstemperaturen ϑ_{RL} . Retur-
løbstemperaturen ϑ_{RL} kan enten selv anvendes som yderligere karakteristiske varme-
legemetemperatur eller tjene som grundlag for beregningen af en anden "yderligere
karakteristisk varmelegemetemperatur". Hertil beskrives i det følgende konkret for-
skellige muligheder:

25

Første variant for fremgangsmådetrin 3

Den første mulighed består i den kendte differentielle varmebalance (varmetilførsel =
varmeafgivelse) ved gennemstrømmede varmerør med prismatisk tværsnit (som bereg-
30 ningen på sædvanlig vis og i god tilnærmelse for forskellige tværsnit af tilgrundliggende
tværsnit) under antagelsen af en konstant udvendig varmeovergang og løsning af dif-
ferentialligningen. Angivelsen:

$$d\dot{Q} = -\dot{m} \cdot c_p \cdot d(\vartheta_x - \vartheta_{Raum}) = k_1 \cdot A \cdot (\vartheta_x - \vartheta_{Raum}) \cdot dx$$

35

med

ϑ_x overfladetemperatur ved position x

k_1 varmeovergangskonstant

A overflade af det differentielle rørsektion

c_p specifik varmekapacitet for mediet

5 x dimensionsløs koordinat $x = X/H$ regnet positivt fra rørbegyndelsen (svarende til fremløbstilslutningen)

X dimensionsbehæftet afstand fra fremløbet

H samlet rørlængde

10 fører efter integration og indsætning af randbetingelserne til den kendte ligning for temperaturforløbet

$$\vartheta_x - \vartheta_{Raum} = (\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum}) \cdot e^{-\left(\frac{k_1 \cdot A}{\dot{m} \cdot c_p}\right) \cdot x}$$

15 og for returløbstemperaturen med $x=1$ til

$$\vartheta_{RL} = \vartheta_{Raum} + (\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum}) \cdot e^{-\left(\frac{k_1 \cdot A}{\dot{m} \cdot c_p}\right)}$$

Med den, ud fra denne model med den konstante udvendige varmeovergang, givne
20 ligning $\dot{Q} = \int d\dot{Q}$ kan man erstatte konstanterne c_p , k_1 , A med karakteristiske værdier fra en referencemåling, eksempelvis varmelegemeydelsesmålene:

$$\dot{Q} = -\dot{m} \cdot c_p \cdot (\vartheta_{VL} - \vartheta_{RL})$$

25

$$\dot{Q} = k_1 \cdot A \cdot \Delta_{log}$$

$$\Delta_{log} = \frac{(\vartheta_{VL} - \vartheta_{RL})}{\ln\left(\frac{\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum}}{\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum}}\right)}$$

$$\vartheta_x - \vartheta_{Raum} = (\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum}) \cdot e^{\left[\frac{\dot{m}_N}{\dot{m}} \cdot \ln\left(\frac{(\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum})_N}{(\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})_N}\right)\right] \cdot x}$$

30

$$\vartheta_x - \vartheta_{Raum} = (\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum}) \cdot \left(\frac{(\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum})_N}{(\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})_N}\right)^{\frac{\dot{m}_N}{\dot{m}} \cdot x}$$

og således for $x=1$:

$$\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum} = (\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum}) \cdot \left(\frac{(\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum})_N}{(\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})_N} \right)^{\frac{\dot{m}_N}{\dot{m}}}$$

med:

- 5 $\dot{m}_N$ varmemediestrøm ved referencemålingen
 $(\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})_N$ fremløbsovertemperatur ved referencemålingen
 $(\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum})_N$ returløbsovertemperatur ved referencemålingen

Med disse ligninger kan den karakteristiske varmelegemetemperatur ϑ_{RL} eller en over-
 10 fladetemperatur ved en egnet position ϑ_x bestemmes. I fig. 6 er nøjagtigheden for retur-
 løbstemperaturberegningen henholdsvis returløbsovertemperaturbestemmelsen vist
 som afvigelse mellem den som ovenfor bestemte returløbsovertemperatur $\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum}$
 og målte værdier.

- 15 Det er nu kendt, at den i denne metode (konstant udvendig varmeovergang) indeholdte
 henholdsvis givne ligning for den afgivne ydelse

$$\dot{Q} = k_1 \cdot A \cdot \Delta_{log} = \frac{\dot{Q}_N}{\Delta_{log,N}} \cdot \Delta_{log}$$

- 20 for almindelige og kendte varmelegemer således ikke nøjagtigt svarer til realiteten.
 Desuden er det for fagverdenen kendt, at bestemme varmelegemeydelsen med:

$$\dot{Q} = k_2 \cdot A \cdot (\Delta_{log})^n = \dot{Q}_N \cdot \left(\frac{\Delta_{log}}{\Delta_{log,N}} \right)^n$$

- 25 Det har eksempelvis resulteret i normen DIN EN 442 for varmelegemer. Den første af
 de to ligninger stemmer nu for et tænkt varmelegeme med en varmelegemeeksponent
 på $n = 1$, reelle værdier ligger for det meste imellem $n = 1,2 \dots 1,6$. Dette ligger i, at den
 udvendige varmeovergang i virkeligheden ikke er konstant, men fortrinsvis på grund af
 fri konvektionsstrømning er temperaturafhængig.

30

Forsøger man følgelig at forbedre beregningen af den karakteristiske varmelegeme-
 temperatur, idet man nok anvender den ovenfor udledte ligning for konstant udvendig

varmeovergang $n = 1$, men for indføringen af karakteristikværdierne fra reference-målingen anvender ligningen

$$\dot{Q} = k_2 \cdot A \cdot (\Delta_{log})^n$$

5

så fås under alle omstændigheder for beregningen af returløbstemperaturen de identiske ligninger.

Anden variant for fremgangsmådetrin 3

10

Som anden mulighed angives i det følgende, hvorledes der kan tages hensyn til temperaturafhængigheden for varmeovergangen konsistent, såvel for temperaturprofilen som også for beregningen af varmeyedelsen, og således en særlig nøjagtig returløbs- eller varmelegemetemperatur kan beregnes.

15

Ved antagelse af en temperaturafhængig varmeovergangskonstant α_K for en fri konvektion ved plane lodrette vægge og laminar eller turbulent strømning

$$\alpha_K(x) = C_{spez} \cdot (\vartheta_x - \vartheta_{Raum})^\beta$$

20

med

$\alpha_K(x)$ varmeovergangskonstant ved en position x

C_{spez} materialeafhængig konstant

25

ϑ_x temperatur af varmelegemeoverflade ved en position x

β overgangsekspONENT, eksempelvis:

$$\beta = \frac{1}{4}(\text{laminar}), \frac{1}{3}(\text{turbulent})$$

fås følgende differentielle varmebalance ved varmelegemet

30

$$d\dot{Q} = -\dot{m} \cdot c_p \cdot d(\vartheta_x - \vartheta_{Raum}) = k_3 \cdot A \cdot (\vartheta_x - \vartheta_{Raum})^{1+\beta} \cdot dx.$$

Dette fører efter integration og indsætning af randbetingelserne til ligningen for temperaturforløbet

35

$$(\vartheta_x - \vartheta_{Raum}) = \left(\beta \cdot \left(\frac{k_3 \cdot A}{\dot{m} \cdot c_p} \right) \cdot x + (\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})^{-\beta} \right)^{-\frac{1}{\beta}}$$

og for returløbstemperaturen (henholdsvis returløbsovertemperatur) med $x=1$ til

$$5 \quad (\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum}) = \left((\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})^{-\beta} + \beta \cdot \left(\frac{k_3 \cdot A}{\dot{m} \cdot c_p} \right) \right)^{-\frac{1}{\beta}}$$

Man kan vise, at under anvendelse af måleværdierne fra en referencemåling for et varmelegeme med konstant varmelegemeeksponent n under antagelsen $\beta = n - 1$, gælder der:

10

$$(\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum})^{1-n} = (\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})^{1-n} + \left((\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum})_N^{1-n} - (\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})_N^{1-n} \right) \cdot \frac{\dot{m}_N}{\dot{m}}$$

$$\vartheta_{RL} = \vartheta_{Raum} + \left((\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})^{1-n} + \left((\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum})_N^{1-n} - (\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})_N^{1-n} \right) \cdot \frac{\dot{m}_N}{\dot{m}} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

15 med

n varmelegemeeksponent

$\beta = n - 1$ gennemsnitlig konvektiv overgangseksponent

$\vartheta_{VL,N}$ fremløbstemperatur ved referenceydelsesmålingen

$\vartheta_{RL,N}$ returløbstemperatur ved referenceydelsesmålingen

20 $\vartheta_{Raum,N}$ rumtemperatur ved referenceydelsesmålingen.

Denne fremgangsmåde leverer en yderst nøjagtig værdi for returløbstemperaturen, som fig. 7 i sammenligning med fig. 6 viser ved afbildning af de iøvrigt identiske værdier.

25 Tredie variant for fremgangsmådetrin 3

En tredie, mere almen mulighed til beregning af returløbstemperaturen ϑ_{RL} består i, for specifikke varmelegemer, varmelegemekonstruktionstyper eller -grupper eller eksempelvis ved egnede varmevekslere at indstille forskellige driftstilstande og måle hver af størrelserne fremløbstemperatur ϑ_{VL} , returløbstemperatur ϑ_{RL} , rumtemperatur ϑ_{Raum} og varmemediestrøm $\dot{m}$ i en prøvestand.

30

Ud fra måleresultaterne $(\vartheta_{RL,i}, \vartheta_{Raum,i}, \vartheta_{VL,i}, \dot{m}_i)$ ved i målinger kan ved kendskab til varmemediestrømmen $\dot{m}$ ved referenceydelsesmålingen $\dot{m}_N$ så én gang på forhånd returløbstemperaturen ϑ_{RL} bestemmes numerisk som funktion f af størrelserne

freløbstemperatur ϑ_{VL} , rumtemperatur ϑ_{Raum} og relativ varmemediestrøm $\frac{\dot{m}}{\dot{m}_N}$:

5

$$\vartheta_{RL} = f\left(\vartheta_{Raum}, \vartheta_{VL}, \frac{\dot{m}}{\dot{m}_N}\right)$$

Dette kan eksempelvis ske ved approximation, bilinear eller højerepolynomial interpolation eller egnede andre funktionelle metoder med måledatasættene

10

$$\left(\vartheta_{RL,i}, \vartheta_{Raum,i}, \vartheta_{VL,i}, \frac{\dot{m}_i}{\dot{m}_N}\right)$$

En mulig metode er eksempelvis:

$$\begin{aligned} \vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum} = d_n(\vartheta_{VL}) \cdot \left(\frac{\dot{m}}{\dot{m}_N}\right)^n + \dots + d_2(\vartheta_{VL}) \cdot \left(\frac{\dot{m}}{\dot{m}_N}\right)^2 + d_1(\vartheta_{VL}) \cdot \left(\frac{\dot{m}}{\dot{m}_N}\right) \\ + d_0 \end{aligned}$$

15

Når denne funktion $f\left(\vartheta_{Raum}, \vartheta_{VL}, \frac{\dot{m}}{\dot{m}_N}\right)$

en gang på forhånd er bestemt under den på prøvestanden kendte måling, kan også herudfra returløbstemperaturen ϑ_{RL} bestemmes.

20

Fremgangsmådetrin 4

Efter at, i det foregående beskrevne fremgangsmådetrin 3, eksempelvis i overensstemmelse med én af de ovenstående varianter, en tilnærmelsesværdi for returløbstemperaturen ϑ_{RL} blev bestemt, kan varmeafgivelsen for varmelegemet, altså den aktuelle varmelegemeydelse, nu i fremgangsmådetrin 4 bestemmes. For en bestemmelse foreligger størrelserne fremløbstemperatur ϑ_{VL} , rumlufttemperatur ϑ_{Raum} , varmemediestrøm $\dot{m}$ og returløbstemperatur ϑ_{RL} , samt ud fra de kendte varmelegemedata varmelegemereferenceydelsen $\dot{Q}_N$, referencevarmemediestrømmen $\dot{m}_N$ og varmelegemeeksponenten n eller en tilnærmelsesværdi y for varmelegemeeksponenten n .

30

Første variant for fremgangsmådetrin 4

Den første mulighed for bestemmelsen af varmeafgivelsen er den klassiske varmebalance, således som den anvendes i varmetællere:

5

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c_p \cdot (\vartheta_{VL} - \vartheta_{RL})$$

På relativ skrivemåde fås:

10

$$\frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_N} = \frac{\dot{m} \cdot c_p \cdot (\vartheta_{VL} - \vartheta_{RL})}{\dot{m}_N \cdot c_p \cdot (\vartheta_{VL} - \vartheta_{RL})_N} = \frac{\dot{m} \cdot (\vartheta_{VL} - \vartheta_{RL})}{\dot{m}_N \cdot (\vartheta_{VL} - \vartheta_{RL})_N}$$

Anden variant for fremgangsmådetrin 4

I en anden variant bliver den angivne varmelængde bestemt i overensstemmelse med 3-føler-fremgangsmåden med den logaritmiske overtemperatur.

$$\dot{Q} = \dot{Q}_N \cdot \left(\frac{\Delta_{log}}{\Delta_{log,N}} \right)^n$$

Med de foreliggende størrelser, inkl. den ved hjælp af en af de beskrevne fremgangsmåder i overensstemmelse med fremgangsmådetrin 3 bestemte returløbstemperatur ϑ_{RL} , kan den logaritmiske overtemperatur beregnes og den kendte 3-føler-fremgangsmåde udføres:

25

$$\dot{Q} = \dot{Q}_N \left(\frac{1}{\Delta_{log,N}} \right)^y \cdot \left(\frac{(\vartheta_{VL} - \vartheta_{RL})}{\ln \left(\frac{\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum}}{\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum}} \right)} \right)^y =$$

$$\dot{Q}_N \cdot \left(\frac{\ln \left(\frac{\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum}}{\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum}} \right)_N}{(\vartheta_{VL} - \vartheta_{RL})_N} \right)^y \cdot \left(\frac{(\vartheta_{VL} - \vartheta_{RL})}{\ln \left(\frac{\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum}}{\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum}} \right)} \right)^y$$

Tredje variant for fremgangsmådetrin 4

Ifølge opfindelsen er det grundlæggende også muligt at anvende en aritmetisk midlet overtemperatur, således at beregningsligningen lyder:

$$\dot{Q} = \dot{Q}_N \cdot \left(\frac{\frac{(\vartheta_{VL} + \vartheta_{RL})}{2} - \vartheta_{Raum}}{\frac{(\vartheta_{VL,N} + \vartheta_{RL,N})}{2} - \vartheta_{Raum,N}} \right)^y$$

Det ved den ovenstående ligning beskrevne driftsforhold svarer til en 2-føler-varmeomkostningsfordeler, som er monteret i den halve konstruktionshøjde på varmelegemet.

5

Med henblik på at beskrive et driftsforhold, som svarer til en ved en sædvanlig position ved eksempelvis 75% af varmelegemekonstruktionshøjden H (beskrevet som $x = X/H = 0,25$) monteret 2-føler-varmeomkostningsfordeler, kan først varmelegeme(overflade)-temperaturen ϑ_x ved denne position beregnes og derefter indsættes i beregnings-

10

ligningen for varmelegemeydelsen. En egnet antagelse hertil er temperaturforløbet ved konstant varmeovergangskonstant på varmelegemeoverfladen ($\alpha_K(x) = \alpha_K = konst$).

I overensstemmelse med den fra antagelsen med konstant udvendig varmeovergang afledte angivelse gælder også:

15

$$\vartheta_x - \vartheta_{Raum} = (\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})^x (\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum})^{1-x}$$

Således gælder for værdien $x = 0,25$ angivelsen

20

$$\vartheta_{0,25} - \vartheta_{Raum} = (\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})^{0,25} (\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum})^{0,75}.$$

Deraf følger for varmeydelsen

$$\dot{Q} = \dot{Q}_N \cdot \frac{(\vartheta_{0,25} - \vartheta_{Raum})^y}{(\vartheta_{0,25,N} - \vartheta_{Raum,N})^y}.$$

25

I denne variant er det således tilstrækkeligt, i stedet for returløbstemperaturen ϑ_{RL} , som beskrevet fås for værdien $x = 1$, kun at bestemme varmelegemeoverfladetemperaturen ϑ_x .

30

Fjerde variant for fremgangsmådetrin 4

Temperaturforløbet, som fås under antagelse af en temperaturafhængig og dermed foranderlig varmeovergang på varmelegemet, giver som beskrevet en returløbstemperatur ϑ_{RL} eller også karakteristisk varmelegemetemperatur ϑ_x med højere nøjagtighed.

Grundlæggende er det muligt og resultatgivende, også at anvende den således bestemte værdi for en af de ovennævnte ligninger, som eksempelvis med den logaritmiske overtemperatur, og således at øge nøjagtigheden for varmeydelsesbestemmelsen.

10

En yderligere forbedret nøjagtighed giver følgelig integrationen af varmeinkrementet ud fra selve den temperaturafhængige antagelse. Denne giver nemlig en direkte beregningsligning for varmelegemeydelsen:

Ud fra

15

$$\dot{Q} = \int d\dot{Q} = \int k_3 \cdot A \cdot (\vartheta_x - \vartheta_{Raum})^{1+\beta} \cdot dx$$

følger så til slut:

20

$$\dot{Q} = \dot{Q}_N \cdot \frac{\left(\frac{\vartheta_{RL} - \vartheta_{VL}}{(\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum})^{1-\gamma} - (\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})^{1-\gamma}} \right)}{\left(\frac{\vartheta_{RL} - \vartheta_{VL}}{(\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum})^{1-\gamma} - (\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})^{1-\gamma}} \right)_N}$$

Sammenfatning af fremgangsmådetrin

Betragter man ligningerne fra fremgangsmådetrin 2 (bestemmelse af varmemediestrøm $\dot{m}$ ud fra stillingen h), fremgangsmådetrin 3 (bestemmelse af returløbstemperatur ϑ_{RL} eller en karakteristisk varmelegemetemperatur ϑ_x ud fra måleværdierne fremløbstemperatur ϑ_{VL} , rumtemperatur ϑ_{Raum} og varmemediestrøm $\dot{m}$) og fremgangsmådetrin 4 (bestemmelse af varmelegemeydelsen $\dot{Q}$ ud fra de målte og/eller i de forudgående fremgangsmådetrin bestemte temperaturværdier) så fastslår man, at ligningen er fuldstændigt frigjort fra de ubekendte $\dot{m}$, ϑ_{RL} , $\dot{Q}$.

30

Følgelig kan trinnene udføres såvel efter hinanden som også uden videre hver især sammenfattes til to trin eller sågar til ét enkelt samlet trin.

Dette bliver i det følgende som eksempel beskrevet for forskellige varianter:

Sammenfatning af fremgangsmådetrinnene 3 og 4

- 5 Indsætter man bestemmelsesligningen for returløbstemperaturen (variant 1 for fremgangsmådetrin 3) direkte i bestemmelsesligningen for varmeafgivelsen i overensstemmelse med varmebalance (variant 1 for fremgangsmådetrin 4), så får man:

$$\frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_N} = \frac{\frac{\dot{m}}{\dot{m}_N}}{(\vartheta_{VL} - \vartheta_{RL})_N} \cdot (\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum}) \left(1 - \left(\frac{(\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum})}{(\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})} \right)_N^{\frac{\dot{m}_N}{\dot{m}}} \right)$$

10

Figur 8 viser nøjagtigheden af den således beregnede varmelegemeydelse som afvigelse fra målte værdier.

- 15 Indsætter man bestemmelsesligningen for returløbstemperaturen (variant 2 for fremgangsmådetrin 3) i bestemmelsesligningen for varmeafgivelsen for varmebalance (variant 1 for fremgangsmådetrin 4) eller for den alternative fremgangsmåde (variant 4 for fremgangsmåde trin 4), så fås i begge tilfælde for ydelsesberegningen:

$$\frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_N} = \frac{\frac{\dot{m}}{\dot{m}_N}}{(\vartheta_{VL} - \vartheta_{RL})_N} \cdot \left((\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum}) - \left(\left((\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})^{1-y} + ((\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum})^{1-y} - (\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})^{1-y})_N \cdot \left(\frac{\dot{m}_N}{\dot{m}} \right)^{\frac{1}{1-y}} \right) \right) \right)$$

20

Figur 8 viser nøjagtigheden af den således beregnede varmelegemeydelse som afvigelse fra målte værdier.

Sammenfatning af fremgangsmådetrinnene 2, 3 og 4

25

Eftersom bestemmelsen af varmemediestrømmen ud fra stillingen (fremgangsmådetrin

2) beregningsmæssigt er afkoblet fra fremgangsmåde-trinnene 3 og 4, kan også alle tre fremgangsmåde-trin 2, 3 og 4 sammenfattes til et trin.

I det følgende bliver, ved hjælp af et konkret taleksempel, den direkte ligning for varmelegemeydelsen $\dot{Q} = \dot{Q}(h, \vartheta_{VL}, \vartheta_{Raum})$ som funktion af måleværdier ventilstilling h , fremløbstemperatur ϑ_{VL} og rumtemperatur ϑ_{Raum} angivet for en høj kvalitetsventil med lineær karakteristikkurve og uden lækage, under anvendelse af ligningen for den variable varmeovergang (variant 2 for fremgangsmåde-trin 3 til bestemmelse af returløbstemperaturen og variant 4 for fremgangsmåde-trin 4 til bestemmelse af varmeafgivelsen).

10

I den forbindelse går man ud fra en lineær ventil, uden lækage, med følgende ventil-karakteristikkværdier:

- ingen lækage $\dot{m}_0 = 0$
- med forudindstilling i indstillet maksimalvolumenstrøm $\dot{m}_{max,i} = 60 \text{ kg/h}$
- maksimalstilling $h_{max} = 1 \text{ mm}$

15

For varmelegemekarakteristikkværdierne går man ud fra følgende værdier:

- Referencemåling ved betingelser i overensstemmelse med EN 834
- med $\vartheta_{VL} = 90^\circ$, $\vartheta_{RL} = 70^\circ$, $\vartheta_{Raum} = 20^\circ$
- varmelegemeeksponent $n = 1,3$ (henholdsvis apparateksponent $y = 1,3$)
- referenceydelse $\dot{Q}_N = 1000 \text{ W}$
- referencemediestrøm $\dot{m}_N = 43 \text{ kg/h}$

25

Med disse værdier følger der for varmemediestrømmen $\dot{m}$ henholdsvis den relative

varmemediestrøm $\frac{\dot{m}}{\dot{m}_N}$:

$$\dot{m} = \frac{\dot{m}_{max,i}}{h_{max}} \cdot h = \frac{h}{h_{max}} \cdot \dot{m}_{max,i} = h \cdot 60 \frac{\text{kg}}{\text{h} \cdot \text{mm}}$$

30

$$\frac{\dot{m}}{\dot{m}_N} = \frac{\dot{m}_{max,i}}{\dot{m}_N \cdot h_{max}} \cdot h = \frac{h}{h_{max}} \cdot \frac{\dot{m}_{max,i}}{\dot{m}_N} = h \cdot \frac{60}{43} \text{ mm}^{-1}$$

og for varmeydelsen:

$$\frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_N} = \frac{\frac{\dot{m}}{\dot{m}_N}}{(\vartheta_{VL} - \vartheta_{RL})_N} \cdot \left((\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum}) - \left(((\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})^{1-y} + ((\vartheta_{RL} - \vartheta_{Raum})^{1-y} - (\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})^{1-y})_N \cdot \frac{\dot{m}_N}{\dot{m}})^{\frac{1}{1-y}} \right) \right)$$

Ved hjælp af et konkret taleksempel fås følgende:

$$\frac{\dot{Q}}{1000W} = \frac{60 \cdot h}{43 \cdot 20} \cdot \left((\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum}) - \left(((\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})^{-0,3} + (50^{-0,3} - 70^{-0,3}) \cdot \frac{43}{60 \cdot h})^{\frac{1}{-0,3}} \right) \right)$$

5

$$\dot{Q} = 1000W \cdot 0,06977 \cdot h \cdot \left((\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum}) - \left(((\vartheta_{VL} - \vartheta_{Raum})^{-0,3} + \frac{0,02128}{h})^{\frac{1}{-0,3}} \right) \right)$$

Bestemmelsen af returløbstemperaturen, i givet fald den yderligere karakteristiske varmelegemetemperatur og den afgivne varmemængde, udgør under alle omstændigheder en tilnærmelsesværdi, som tilsvarende kan anvendes til en varmeomkostningsfordeling, men ikke som sådan udgør en varmemængdemåling.

10

Den ovenfor beskrevne fremgangsmåde kan især være indrettet i beregningsenheden for en varmeomkostningsfordeler. Genstand for opfindelsen er imidlertid også den ovenfor beskrevne fremgangsmåde, uafhængigt af en omsætning i en varmeomkostningsfordeler.

15

Med henvisning til fig. 2 til 4 beskrives i det følgende yderligere konkrete udførelsesformer for den ifølge opfindelsen foreslåede varmeomkostningsfordeler.

20

Figur 2 viser skematisk en udførelsesform for en varmeomkostningsfordeler 100 ifølge opfindelsen med en varmelegemereguleringsventil 150.

Varmelegemereguleringsventilen 150 har i overensstemmelse med opfindelsen en dynamisk ventilunderdel 151, som holder trykdifferensen Δp for et varmemedie over varmelegemereguleringsventilen 150 konstant, uafhængigt af varmemediestrømmen $\dot{m}$, som strømmer igennem varmelegemereguleringsventilen 150. Sådanne ventiler med dynamisk ventilunderdel er kendt indenfor den kendte teknik. Varmelegemereguleringsventilen 150 er ved det viste eksempel anbragt i den også som fremløbtilslutning betegnede tilgangstilslutning 61 til et varmelegeme 60.

Indstillingen af varmemediestrømmen $\dot{m}$ sker via en ventilstøder 152, som i ventilunderdelen 151 på kendt måde forskydes af et termostathoved 153 for varmelegemereguleringsventilen 150 i overensstemmelse med den rumtemperatur, som skal indreguleres, med henblik på at ændre ventilgennemstrømningen. Dertil har termostathovedet 153 en mimik 160, som i tilfælde af et her vist konventionelt mekanisk termostathoved 153 har en gas-, voks-, væskepatron 161 eller en lignende indretning, som temperaturafhængigt ændrer sin udstrækning og som står i forbindelse med ventilstøderen 152, således at den justerer ventilstøderen 152 temperaturafhængigt. Gas-, voks-, væskepatronen 161 som sådan kan justeres mekanisk ved hjælp af en temperaturvælgerindretning 162, med henblik på eksempelvis ved drejning af termostathovedet 153 på kendt måde at forudvælge en ønsket rumtemperatur.

20

I området ved det konventionelle termostathoved 153 og den også som ventilhus betegnede ventilunderdel 153 ved tilgangstilslutningen 61 til varmelegemet 60 er der i overensstemmelse med denne udførelsesform ifølge opfindelsen fastgjort varmeomkostningsfordeleren 100. I det viste eksempel er varmeomkostningsfordeleren 100 optaget imellem ventilunderdelen 151 og termostathovedet 153 således, at ventilstøderen 152 forløber igennem varmeomkostningsfordeleren 100. Selv om dette er et foretrukket arrangement, eftersom således ventilstillingen h umiddelbart kan måles i varmeomkostningsfordeleren 100, er også andre arrangementer tænkelige, eksempelvis med en ekstern positionsføler eller en i varmelegemereguleringsventilen integreret positionsføler, som eksempelvis drives (dvs. forsynes med energi og aflæses) via en skilleflade.

I det indre af varmeomkostningsfordeleren 100 befinder der sig en energiforsyning 120 (spændingsforsyning) og en beregningsenhed 121 (eksempelvis i form af en som mikrocontroller udformet processor), som fortrinsvis er anbragt på et printkort 122, som kan omfatte yderligere elektroniske konstruktionselementer. Energiforsyningen 120 er

fortrinsvis dannet af et batteri, hvis batterilevetid rækker til de sædvanlige anvendelsestider for varmeomkostningsfordelere på mere end 10 år og som ikke uden beskadigelse er tilgængelige for brugeren og følgelig ikke er udskiftelige. Dette skal forebygge manipulationer. Beregningsenheden 121 er indrettet til udøvelse af den ovenfor beskrevne fremgangsmåde eller dele heraf, med henblik på at detektere varmemængdeafgivelsen ΔQ via varmelegemet 60. Til angivelse af den afgivne varmemængde ΔQ er der i varmeomkostningsfordeleren 100 tilvejebragt en visningsindretning 123, som eksempelvis er integreret i husvæggen i varmeomkostningsfordeleren 100, med henblik på at muliggøre aflæsning af detekteret varmemængdeafgivelse ΔQ og/eller andre måle- eller evalueringsdata. Visningsindretningen 123 kan eksempelvis være et LC-display (LCD).

Yderligere kan varmeomkostningsfordeleren 100 (som også alle yderligere beskrevne varmeomkostningsfordelere) omfatte en ikke-vist radiokommunikationsenhed til kommunikation i et lokalt bygningsnetværk til forbrugsomkostningsaflæsning og/eller til fjernkommunikation med en forbrugstjenesteyder, eksempelvis ved hjælp af mobilradio-kommunikation.

For udførelse af den foreslående fremgangsmåde ifølge opfindelsen har varmeomkostningsfordeleren 100 desuden en fremløbstemperaturføler 101 til måling af fremløbstemperaturen ϑ_{VL} for varmetransmissionsmediet, en rumlufttemperaturføler 102 til måling af rumlufttemperaturen ϑ_{Raum} og en indretning 103 til bestemmelse af en ventilstilling h for varmelegemereguleringsventilen 150. Rumlufttemperaturføleren 102 har fortrinsvis en på husforsiden indvendigt anbragt føler. Fremløbstemperaturføleren 101 kan eksempelvis være en kabelbundet anlægsføler på ventilhuset (dvs. ventilunderdelen 151) eller en på ventilstøderen 152 anbragt føler, således som vist i fig. 2. Indretningen 103 til bestemmelse af ventilstillingen h måler med en positionsføler 104 stillingen h for ventilstøderen 152, som blev indstillet af termostathovedet 153.

Fig. 3 viser en variant af den i fig. 2 beskrevne varmeomkostningsfordeler 100 med varmelegemereguleringsventilen 150, for hvilken beskrivelsen ovenfor af de individuelle komponenter gælder på sammenlignelig måde.

Varianten af varmeomkostningsfordeleren 200 med varmelegemereguleringsventilen 250 har med hensyn til opbygning og arrangement en identisk ventilunderdel 251 med ventilstøder 252. Også termostathovedet 253 og mimiken 250 omfattende en gas-,

voks-, eller væskepatron og temperaturvælgerindretningen 262 er grundlæggende opbyggede ens.

Under alle omstændigheder er komponenterne i varmeomkostningsfordeleren 200, dvs.
 5 især fremløbstemperaturføleren 201, rumlufttemperaturføleren 202, indretningen 203 til bestemmelse af ventilstillingen h med positionsføler 204, energiforsyningen 220 for varmeomkostningsfordeleren 200, beregningsenheden 221, printpladen 222 og visning-sindretningen 223 anbragt således, at varmeomkostningsfordeleren 200 og termostathovedet 253 er anbragt i et fælles hus 280.

10

Anderledes end vist i fig. 3 af overskuelighedsgrunde, er huset 280 fortrinsvis opbygget rotationssymmetrisk omkring ventilstøderen 252, således at det mekaniske termostathoved 253 til indstilling af den ønskede rumtemperatur kan justeres på sædvanlig måde.

15 Fordelen ved dette integrerede opbygningsalternativ er en mere kompakt og æstetisk tiltalende opbygning, netop ved denne konstruktionsform især uden trådbundne separate følere.

Fordelagtigt ved begge de ovenfor beskrevne varianter med et mekanisk fungerende
 20 termostathoved 153, 253 for varmelegemereguleringsventilen 150, 250, er den fremmedenergifrie temperaturregulering ved hjælp af varmelegemereguleringsventilen 150, 250. En spændingsforsyning (energiforsyning 120, 220) kræves og anvendes kun til måle-, beregnings-, kommunikations- og visningsfunktioner via varmeomkostningsfordeleren 100, 200. Temperaturreguleringen ved hjælp af det mekaniske termostathoved
 25 153, 253 sker uden batteri.

I en, ikke grafisk vist, variant for udførelsesformerne i overensstemmelse med fig. 2 og fig. 3 kan mimiken 160, 260 for det mekaniske termostathoved 153, 253 kombineres med et elektrisk ønsket-værdi indstillingsdrev. Medens rumtemperaturreguleringen til
 30 den forudbestemt ønskede værdi uden videre sker konventionelt og uden fremmed energi, justerer ønsket-værdi justeringsdrevet på forudbestemte tidspunkter den ønskede værdi, sænker denne altså eksempelvis ved en indstillet natsænkning. Dette kan ske på enkel måde via et elektromotorisk justeringsdrev for temperaturvælgerindretningen 162, 262, som eksempelvis kan styres via beregningsenheden 121, 221 i
 35 varmeomkostningsfordeleren 100, 200 og dennes energiforsyning 220, 221.

Ved begrænsning af justeringsprocesserne til eksempelvis 4 justeringsprocesser pr. 24 timer for to sænkingsfaser pr. dag er det muligt, med forholdssvis ringe batterikapacitet, at opnå sædvanlige anvendelsesvarigheder på i det mindste 10 år for varmeomkostningsfordeleren 100, 200, også når dennes energiforsyning med anvendes. Den til visningen af forbrugsværdier og i givet fald øvrige værdier eller data for varmeomkostningsfordeleren 100, 200 foreliggende visningsindretning 123, 223, som på sædvanlig måde også omfatter funktionstaster eksempelvis for omskiftning til visning af forskellige data eller til aktivering af visningen, kan med anvendes til betjeningen og programmeringen af sænkningstidspunkter i overensstemmelse med et tidsprofil.

10

Ved hjælp af en fælles anvendelse af beregningsenheden 121, 221 og energiforsyningen 120, 220 kan denne rene sænkingsfunktion for rumtemperaturen realiseres omkostningsgunstigt.

15 Fig. 4 viser til slut en yderligere udførelsesform ifølge opfindelsen med en elektronisk rumtemperaturregulering i varmelegemereguleringsventilen 350.

Den i overensstemmelse med denne udførelsesvariant foreslåede varmeomkostningsfordeler 300 med varmelegemereguleringsventil 350 har i stedet for et mekanisk termostathoved med den konventionelle reguleringsindsats (gas-, voks-, væskepatron) et
20 termostathoved 353 med en elektronisk rumtemperaturregulator 360 med justeringsdrevet 361, som erstatter mimiken 160, 260 i det mekaniske termostathoved 153, 253 i de ovenstående udførelsesformer.

25 Iøvrigt er varmelegemereguleringsventilen 350 med den dynamiske ventil 351 og ventilstøderen 352 sammenligneligt opbygget. Tilsvarende gælder for varmeomkostningsfordeleren 300 med fremløbstemperaturføleren 301, rumtemperaturføleren 302, indretningen 303 til bestemmelse af ventilstillingen h med positionsføleren 304, energiforsyningen 320 for varmeomkostningsfordeleren 300, beregningsenheden 321, printkortet 322 og visningsindretningen 323. Fordelagtig er også her varmeomkostningsfordeleren 300 og termostathovedet 353 anbragt i et fælles hus 380.

I den integrerede konstruktionsform består der som særlig fordelagtig udformning muligheden for, i den elektroniske rumtemperaturregulering 360 at anvende den i
35 varmeomkostningsfordeleren 300 foreliggende indretning 303 til bestemmelse af ventilstillingen h med positionsføleren 304 eller en i den elektroniske rumtemperaturregu-

lator 360 anvendt ønsket-stillings værdi. De for varmeomkostningsfordelerfunktionen foreliggende temperaturfølere (fremløbstemperaturføler 301, rumlufttemperaturføler 302) kan så tilsvarende anvendes for reguleringsfunktionen i den elektroniske rumtemperaturregulator 360. Også her fås et kompakt apparatur uden separate følere.

5

Ved den elektroniske rumtemperaturregulering 360 er det uden yderligere hardware muligt, softwaremæssigt at fremstille de sædvanlige og kendte energibesparelses- og komfortfunktioner, såsom eksempelvis temperatur-dags-tidsprofiler eller vindue-åbenreaktion.

10

I en i fig. 4 ikke vist variant er det muligt, at den elektroniske rumtemperaturregulator 360 integreres i beregningsenheden 321, som så styrer justeringsdrevet 361. Det højere energibehov i forhold til det mekaniske termostathoved kan dækkes ved hjælp af større batterikapacitet for energiforsyningen 320, ved udskifteligt batteri henholdsvis batterier eller ved udvinding af omgivelsesenergi (Energy-Harvesting, eksempelvis termisk ud fra varmemediet eller overfladetemperaturer).

15

Det er også muligt og fornuftigt at udforme energiforsyningen for funktionerne varmelegeme- henholdsvis rumtemperaturregulator 360 og varmeomkostningsfordeler 300 separate og uafhængige. Varmelegeme- henholdsvis rumtemperaturregulator 360 kræver for justeringsfunktionen for justeringsdrevet 361 til regulering af varmemediestrømmen $\dot{m}$ tidsmæssigt kortvarigt en relativ høj ydelse og dermed strøm, kan imidlertid i de varmefrie driftstider foreligge med ringe eller i givet fald ganske uden energiforsyning. Varmeomkostningsfordeleren 300 skal typisk over lange tidsrum varigt være aktiv, kræver imidlertid kun en ringe tilført ydelse, således at en drift også inkl. radiokommunikation over typiske anvendelsestider på 10 år er sædvanligt ud fra et relativt lille batteri. Således kan det være fornuftigt at drive justeringsdrevet med et udskifteligt batteri eller med Energy-Harvesting (eksempelvis et Peltier-element), derimod varmeomkostningsfordelerfunktionen og kommunikations- og øvrige funktioner med et langtidsbatteri.

20

25

30

Den i fig. 4 viste variant for udførelsesformen for varmeomkostningsfordeleren 300 med varmelegemereguleringsventilen 350 viser en af beregningsenheden 321 i varmeomkostningsfordeleren 300 separat elektronisk rumtemperaturregulator 360, som eventuelt også omfatter en separat visnings- og betjeningsenhed som visningsindretning 323. Yderligere er der til funktionerne for rumtemperaturregulatoren 360 inkl. driften af juste-

35

ringsdrevet 361 tilvejebragt en separat energiforsyning 362 for varmelegemereguleringsventilen 350, som er bestykket med af forbrugeren udskiftelige batterier.

I den forbindelse er varmeomkostningsfordeleren 300 med varmelegemereguleringsventilen 350 og den elektroniske rumtemperaturregulator 360 tilvejebragt således, at varmeomkostningsfordeleren med de for varmeomkostningsfordelingen (som beskrevet) nødvendige komponenter er tilvejebragt i en indkapslet del af huset (i overensstemmelse med visningen af varmeomkostningsfordeleren 350), idet den indkapslede del er en del af det fælles hus 380. For at rumtemperaturregulatoren 360 har tilgang til dataene fra varmeomkostningsfordeleren 300, især den i varmeomkostningsfordeleren målte rumlufttemperatur ϑ_{RL} og fremløbstemperaturen ϑ_{VL} samt i givet fald ventilstillingen h , er der via en ikke-betegnet skilleflade tilvejebragt en kommunikationsforbindelse imellem beregningsenheden 321 i varmeomkostningsfordeleren 300 og den elektroniske rumtemperaturregulering 360 for varmelegemereguleringsventilen 350. Denne muliggør den mono- eller bidirektionelle udveksling af data imellem varmelegemereguleringsventilen 360 og varmeomkostningsfordeleren 300, hvorved varmeomkostningsfordeleren også selvstændigt er funktionsduelig og beskyttet imod manipulation. I givet fald kan der i en sådan udførelsesform på grund af en i rumtemperaturregulatoren 360 integreret visningsindretning også udelades visningsindretningen 323.

20

Fordelene ved den foreslåede opfindelse ligger ved en - i det mindste delvis - fælles anvendelse af komponenter i et reduceret besvær og lavere fremstillingsomkostninger end ved den klassiske udformning af varmeomkostningsfordeler og varmelegemereguleringsventil (især i betydningen en rumtemperaturregulering) som to separate apparater. Hertil kommer et reduceret montage- og installationsbesvær samt fordelene, at udformningen af varmekredsløbet (varmelegemet) ikke forringes af en varmeomkostningsfordeler. Desuden forbliver der ved udskiftning af varmeomkostningsfordeleren ikke nogen irreversible skader på varmelegemet på grund af ikke længere krævede fastgørelseskomponenter.

30

Det ved hjælp af opfindelsen foreslåede system af en kombineret varmeomkostningsfordeler og varmelegemereguleringsventil (fortrinsvis inkl. rumtemperaturregulator) opfylder de lovmæssige krav (HeizkostenV / EnEV / EED) og er i overensstemmelse med EN 834 tilladelsesduelig. Der opnås altså fuld varmeomkostningsfordelerfunktionalitet ved enkelt håndterbarhed, eftersom systemet ser ud og kan anvendes som en konventionel eller elektronisk termostatventil. Systemet er på grund af sin universelle

35

opbygning og tekniske koncept også egnet til gulvvarme, serielt gennemstrømmede flerlagsvarmelegemer samt varmelegemer med under drift variable karakteristikdata (eksempelvis supplerende, termostatiske eller på grund af andre hævede måleværdier resulterende, indkoblinger af individuelle eller flere lag).

Henvisningstalliste:

	1	fremgangsmådetrin: måling af fremløbstemperatur ϑ_{VL} og rumlufttemperatur ϑ_{Raum}
5	2	fremgangsmådetrin: bestemmelse af $\dot{m}$
	3	fremgangsmådetrin: bestemmelse af en yderligere karakteristisk varmelegemetemperatur ϑ_{RL} , Δ_{log} , ϑ_x
	4	fremgangsmådetrin: bestemmelse af varmelegemeydelsen ΔQ
	60	varmelegeme
10	61	tilgangstilslutning
	100, 200, 300	varmeomkostningsfordeler
	101, 201, 301	fremløbstemperaturføler
	102, 202, 302	rumlufttemperaturføler
	103, 203, 303	indretning til bestemmelse af ventilstillingen h
15	104, 204, 304	positionsføler
	120, 220, 320	energiforsyning for varmeomkostningsfordeleren
	121, 221, 321	beregningsenhed
	122, 222, 322	printkort
	123, 223, 323	visningsindretning
20	150, 250, 350	varmelegemereguleringsventil
	151, 251, 351	dynamisk ventilunderdel
	152, 252, 352	ventilstøder
	153, 253, 353	termostathoved
	160, 260	mimik
25	161, 261	gas-, voks- eller væskepatron
	162, 262	temperaturvælgerindretning
	280, 380	fælles hus
	360	elektronisk rumtemperaturregulator
	361	justeringsdrev
30	362	separat energiforsyning

PATENTKRAV

1. Varmeomkostningsfordeler til detektion af den af et varmelegeme (60) afgivne varmemængde (ΔQ)

5

- med en fremløbstemperaturføler (101, 201, 301) til måling af fremløbstemperaturen (ϑ_{VL}) for et varmetransmissionsmedie,

- med en rumlufttemperaturføler (102, 202, 302) til måling af rumlufttemperaturen (ϑ_{Raum}),

10

- med en varmelegemereguleringsventil (150, 250, 350),

- med en indretning (103, 203, 303) til bestemmelse af en ventilstilling (h) for varmelegemereguleringsventilen (150, 250, 350) og

- med en beregningsenhed (121, 221, 321), som er indrettet til bestemmelse af den afgivne varmemængde (ΔQ),

15

hvor

- varmelegemereguleringsventilen (150, 250, 350) har en dynamisk ventilunderdel (151, 251, 351), som holder trykdifferensen (Δp) over varmelegemereguleringsventilen (150, 250, 350) konstant, og

20

- beregningsenheden (121, 221, 321) for varmeomkostningsfordeleren (100, 200, 300) er indrettet til, ud fra den bestemte ventilstilling (h) samt de målte størrelser fremløbstemperatur (ΔQ) og rumlufttemperatur (ϑ_{VL}), at beregne den afgivne varmemængde (ΔQ), idet der ud fra den bestemte ventilstilling (h), ud fra fremløbstemperatur (ϑ_{VL}) og ud fra rumlufttemperaturen (ϑ_{Raum}), under udnyttelse af den konstante trykdifferens (Δp) over varmelegemeventilen, bestemmes i det mindste én fra den målte rumlufttemperatur (ϑ_{Raum}) og fremløbstemperatur (ϑ_{VL}) forskellig, som yderligere karakteristisk betegnet, varmelegemetemperatur (ϑ_{RL} , Δ_{log} , ϑ_x) og

25

den afgivne varmemængde (ΔQ) beregnes under anvendelse af i det mindste den målte fremløbstemperatur (ϑ_{VL}) og den yderligere karakteristiske varmelegemetemperatur

30

(ϑ_{RL} , Δ_{log} , ϑ_x).

2. Varmeomkostningsfordeler ifølge krav 1, **kendetegnet ved, at** beregningsenheden (121, 221, 321) i varmeomkostningsfordeleren (100, 200, 300), for bestemmelse af den yderligere karakteristiske varmelegemetemperatur (ϑ_{RL} , Δ_{log} , ϑ_x), er indrettet til

35

- ud fra ventilstillingen (h) at bestemme en tilnærmelsesværdi for varmemediestrømmen ($\dot{m}$) og
 - med tilnærmelsesværdien for varmemediestrømmen ($\dot{m}$) og de målte størrelser fremløbstemperatur (ϑ_{VL}) og rumlufttemperatur (ϑ_{Raum}) at bestemme den yderligere
- 5 karakteristiske varmelegemetemperatur (ϑ_{RL} , Δ_{log} , ϑ_x).

3. Varmeomkostningsfordeler ifølge krav 2, **kendetegnet ved, at** beregningsenheden (121, 221, 321) i varmeomkostningsfordeleren (100, 200, 300) er indrettet til at bestemme tilnærmelsesværdien for varmemediestrømmen ($\dot{m}$) ved et konstant differens-

10 tryk (Δp) for ventilstillingen (h) under anvendelse af en ventiltypespecifik karakteristiskværdi (K_{Vs} , S_V), som angiver volumenstrømmen ved maksimal ventilstilling (h_{max}) og et referencedifferenstryk (Δp_{ref}), og en dimensionsløs funktionel sammenhæng ($f(h)$) for afhængigheden af ventilstillingen (h).

15 4. Varmeomkostningsfordeler ifølge ethvert af de foregående krav, **kendetegnet ved, at** den yderligere karakteristiske varmelegemetemperatur er en returløbstemperatur (ϑ_{RL}) for varmelegemet (60).

5. Varmeomkostningsfordeler ifølge ethvert af de foregående krav, **kendetegnet ved,**

20 **at** den yderligere karakteristiske varmelegemetemperatur er en logaritmisk overtemperatur (Δ_{log}) for varmelegemet (60) eller en middelværdi af fremløbstemperaturen (ϑ_{VL}) og en bestemt returløbstemperatur (ϑ_{RL}).

6. Varmeomkostningsfordeler ifølge ethvert af de foregående krav, **kendetegnet ved,**

25 **at** den yderligere karakteristiske varmelegemetemperatur er en varmelegemeoverfladetemperatur (ϑ_x) ved en bestemt position (x) på overfladen af varmelegemet (60).

7. Varmeomkostningsfordeler ifølge ethvert af de foregående krav, **kendetegnet ved,**

at varmelegemereguleringsventilen (150, 250, 350) for varmeomkostningsfordeleren

30 (100, 200, 300) er en del af en rumtemperaturregulering, som regulerer rumtemperaturen ved indstilling af varmemediestrømmen ($\dot{m}$).

8. Varmeomkostningsfordeler ifølge krav 7, **kendetegnet ved, at** varmelegemereguleringsventilen (150, 250) er udformet som rumtemperaturregulator med et mekanisk

35 termostathoved (153, 253).

9. Varmeomkostningsfordeler ifølge krav 8, **kendetegnet ved, at** et motormæssigt eller elektronisk drevet justeringselement er tilvejebragt, som indvirker på det mekaniske termostathoved (153, 253) til indstilling af varmemediestrømmen ($\dot{m}$).
- 5 10. Varmeomkostningsfordeler ifølge krav 7, **kendetegnet ved, at** varmelegemereguleringsventilen (350) er udformet som rumtemperaturregulator (360) med et motormæssigt eller elektronisk drevet termostathoved (353) til indstilling af varmemediestrømmen ($\dot{m}$).
- 10 11. Varmeomkostningsfordeler ifølge krav 10, **kendetegnet ved, at** indretningen til bestemmelse af ventilstillingen (h) er indrettet til at bestemme ventilstillingen (h) ud fra en stillingsangivelse fra rumtemperaturregulatoren.
- 15 12. Varmeomkostningsfordeler ifølge et af de foregående krav, **kendetegnet ved, at** indretningen (103, 203, 303) til bestemmelse af ventilstillingen (h) for varmelegemereguleringsventilen (150, 250, 350) er udformet som positions giver (104, 204, 304), som detekterer eller målbart indstiller indstillingen af ventilstillingen for varmelegemereguleringsventilen (150, 250, 350).
- 20 13. Varmeomkostningsfordeler ifølge ethvert af de foregående krav, **kendetegnet ved, at** varmeomkostningsfordeleren (200, 300) sammen med varmereguleringsventilen (250, 350) danner et fælles hus (280 380).
- 25 14. Varmeomkostningsfordeler ifølge ethvert af de foregående krav, **kendetegnet ved, at** varmeomkostningsfordeleren (300) og varmelegemereguleringsventilen (350) har separate energiforsyninger (320, 362).
- 30 15. Varmeomkostningsfordeler ifølge krav 14, **kendetegnet ved, at** energiforsyningen (362) for varmelegemereguleringsventilen (350) omfatter en komponent til energindvinding fra omgivelserne.

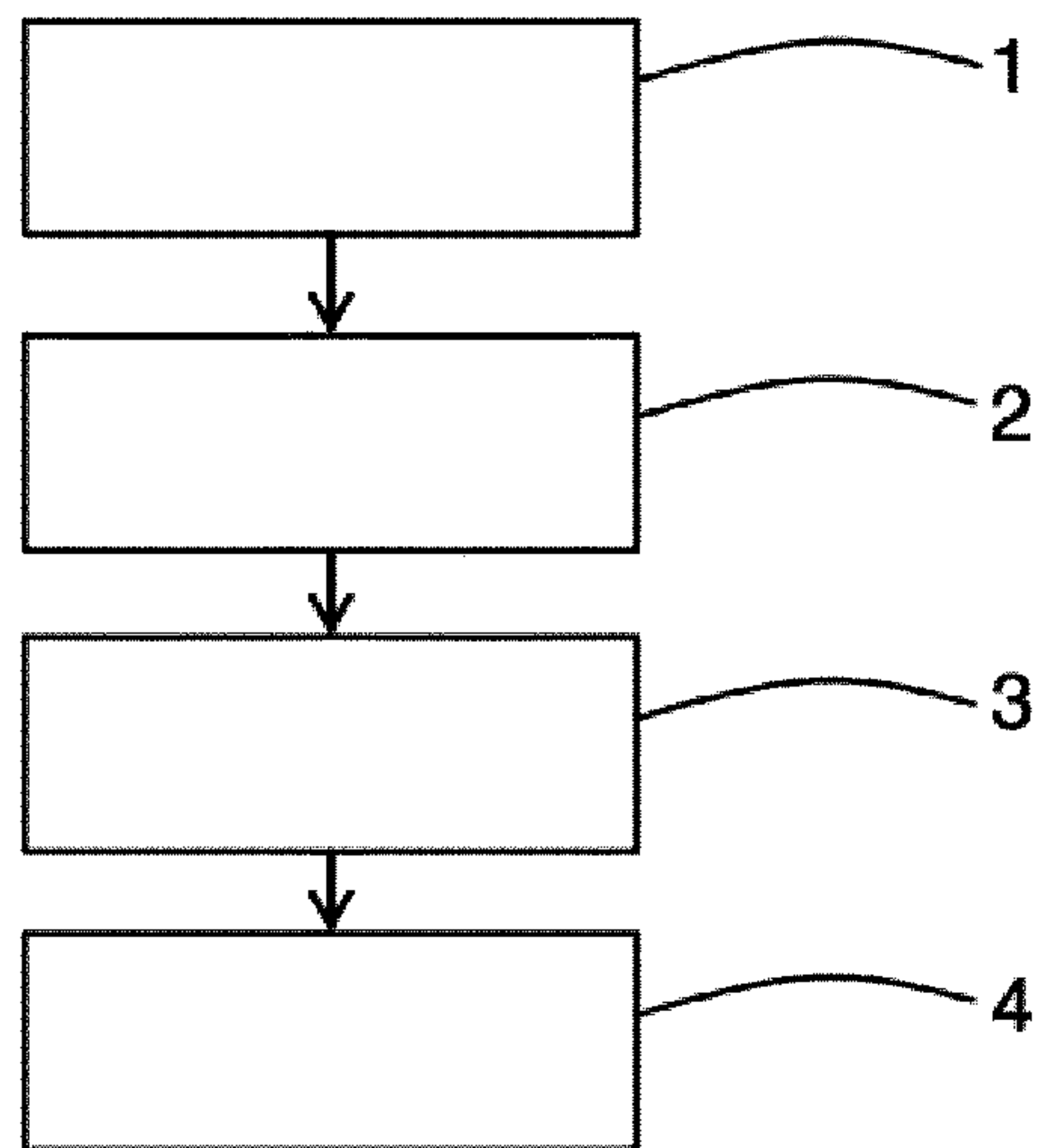


Fig. 1

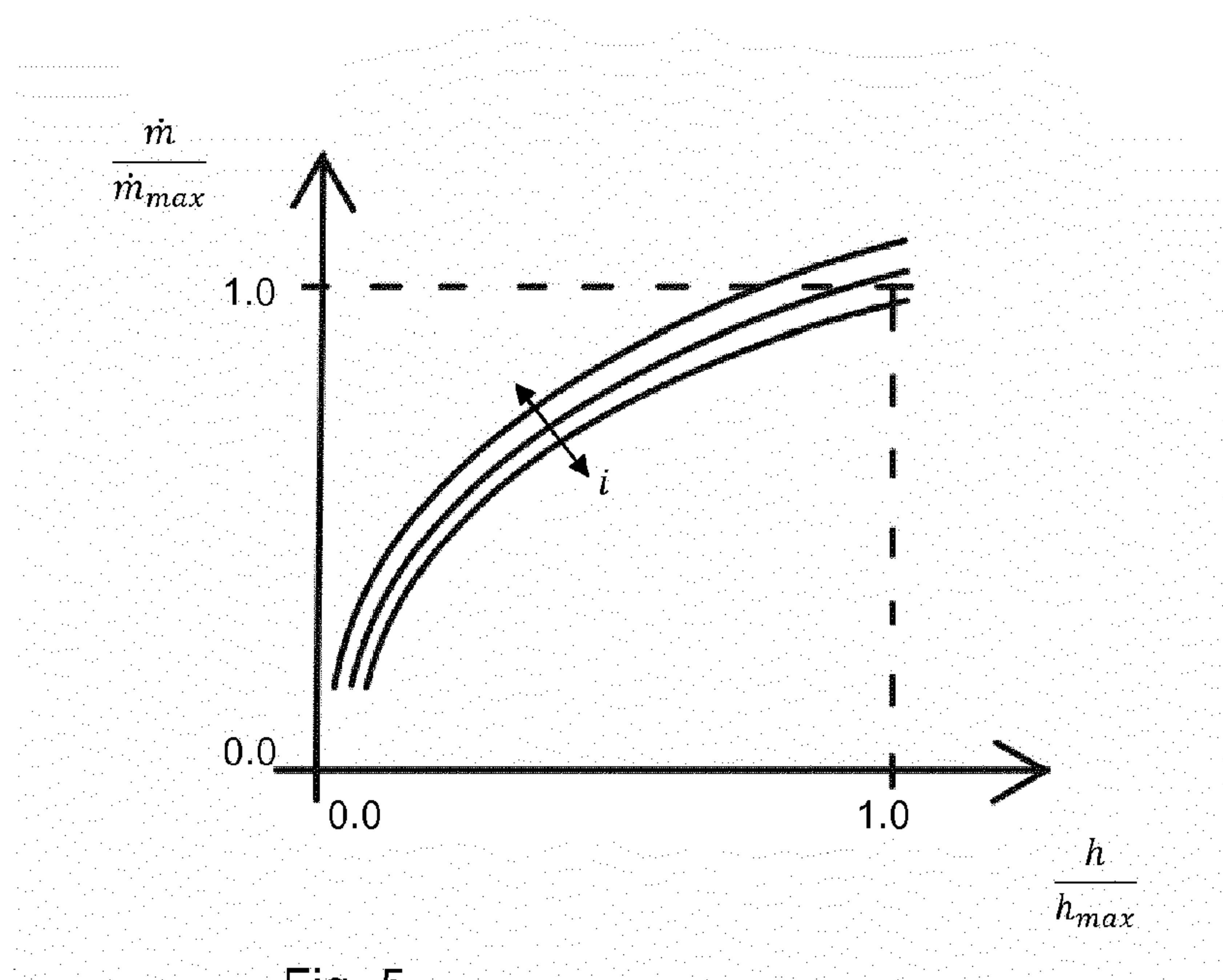
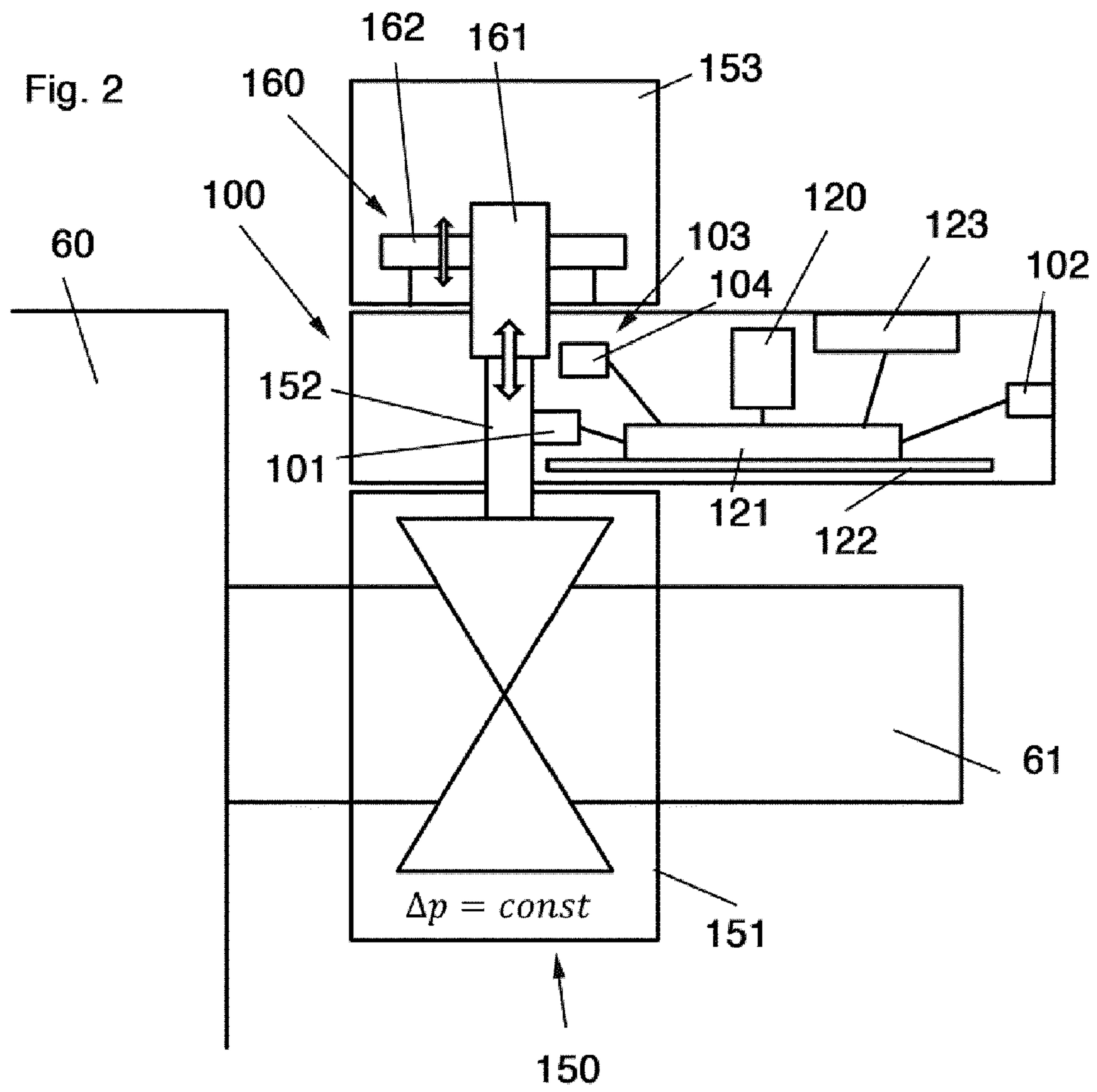
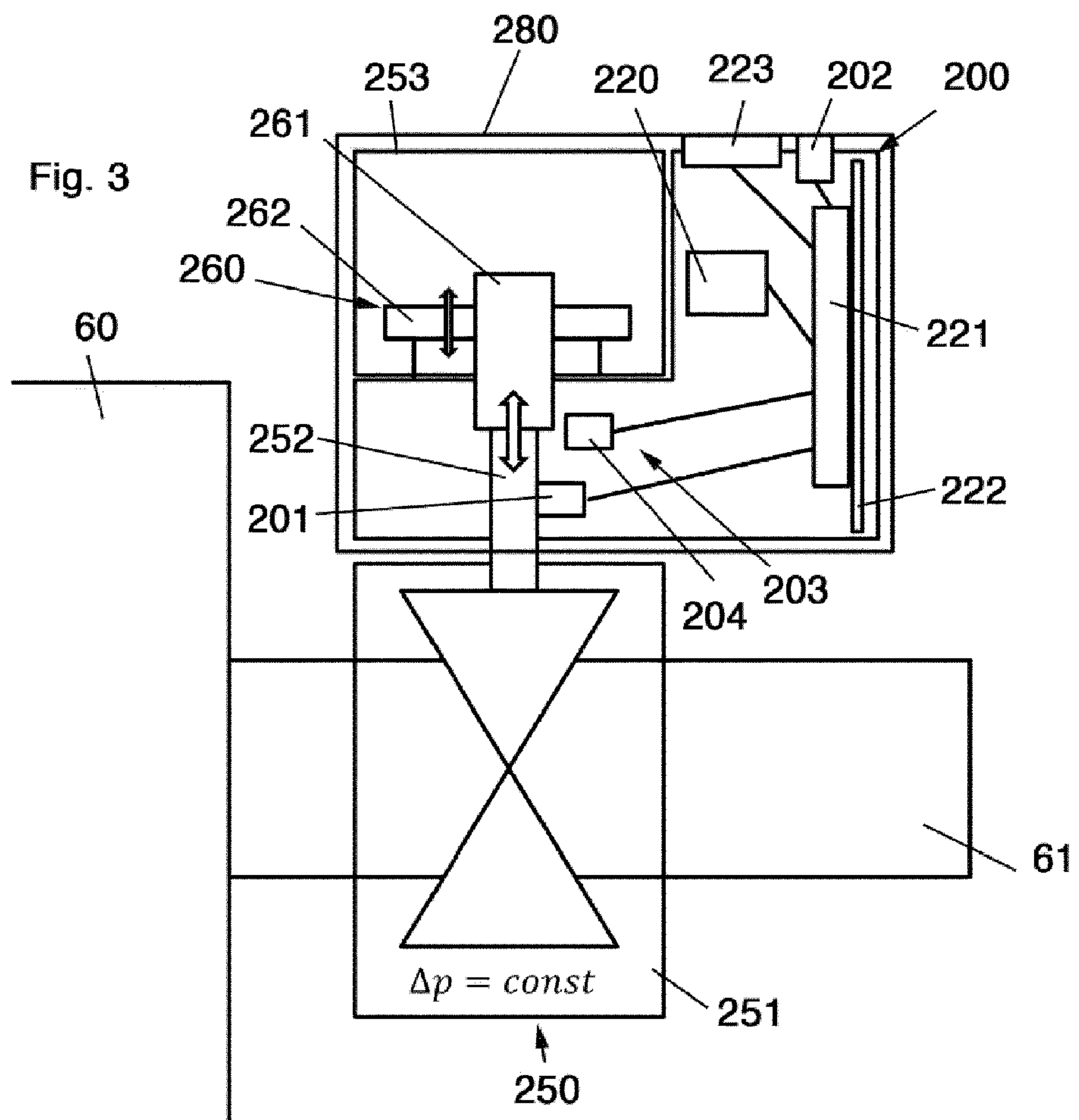
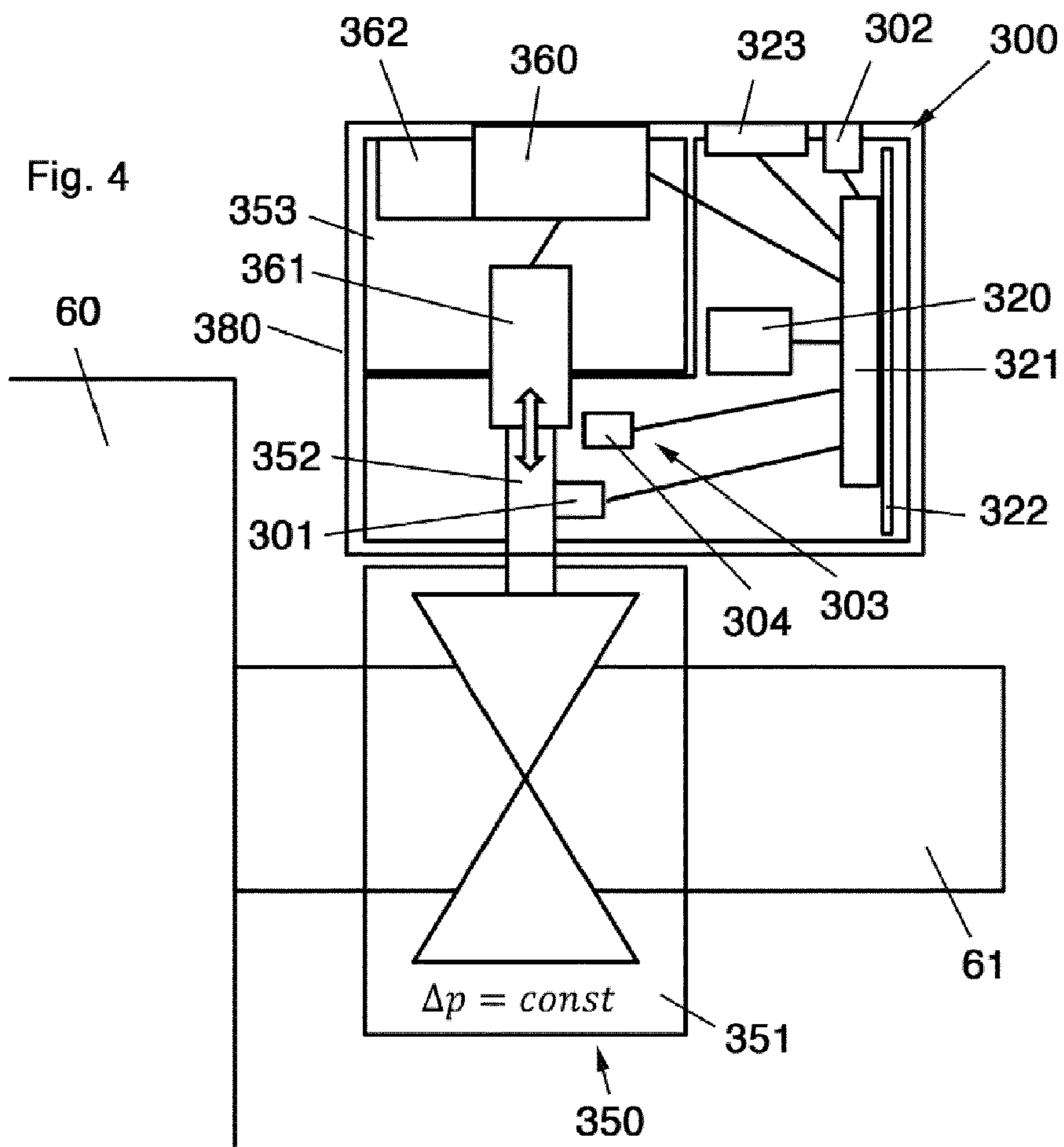


Fig. 5







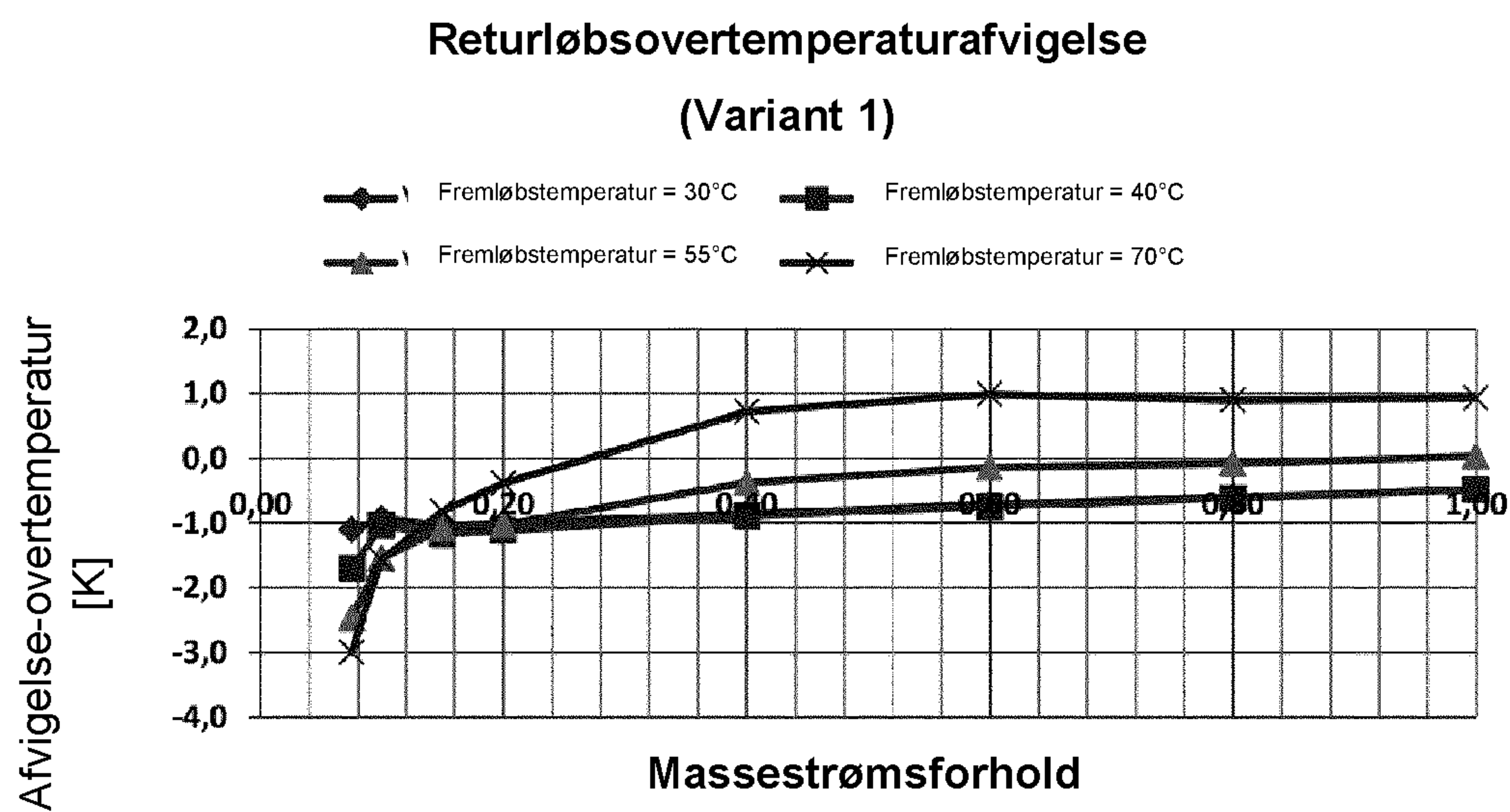


Fig. 6

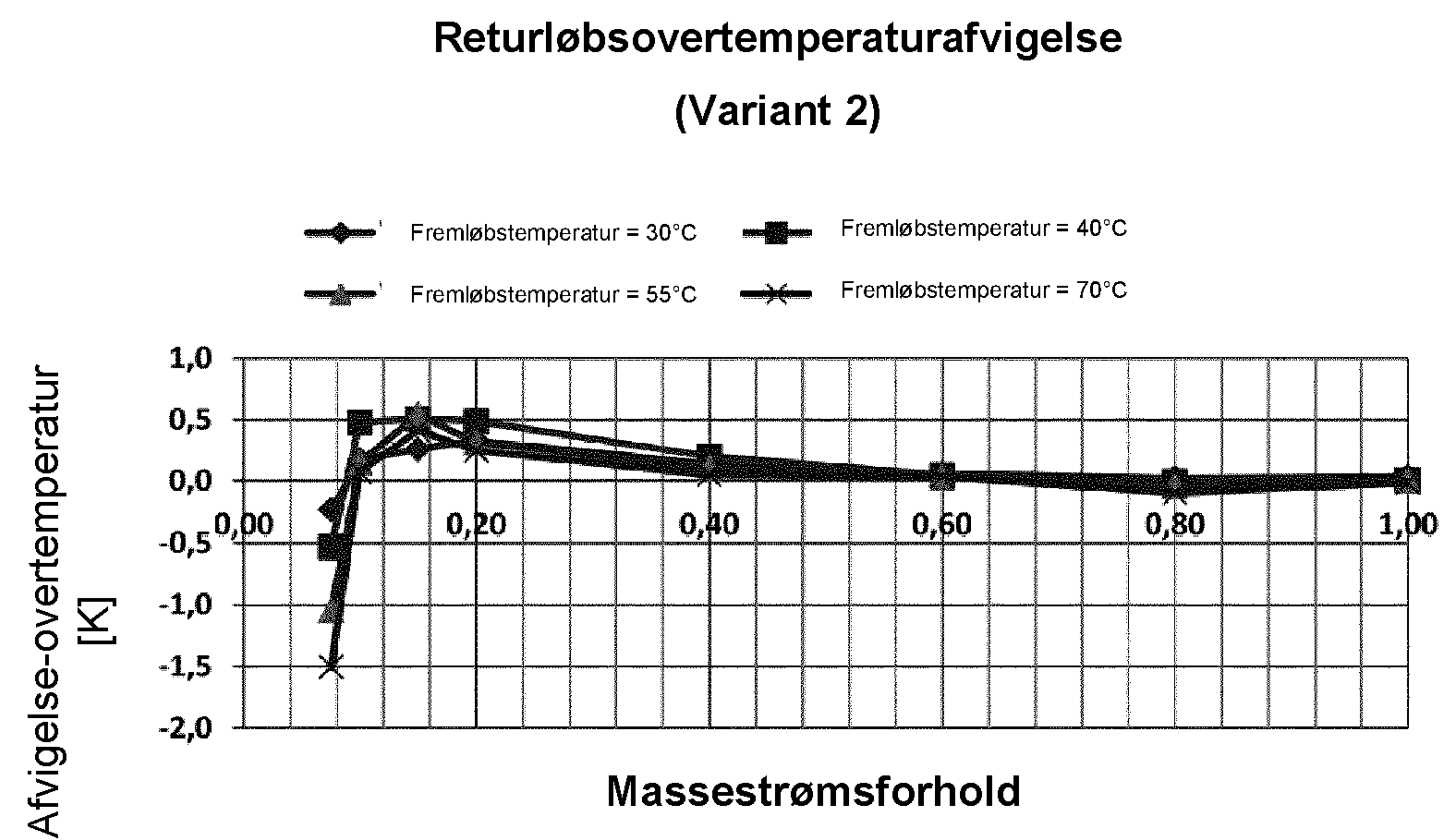


Fig. 7

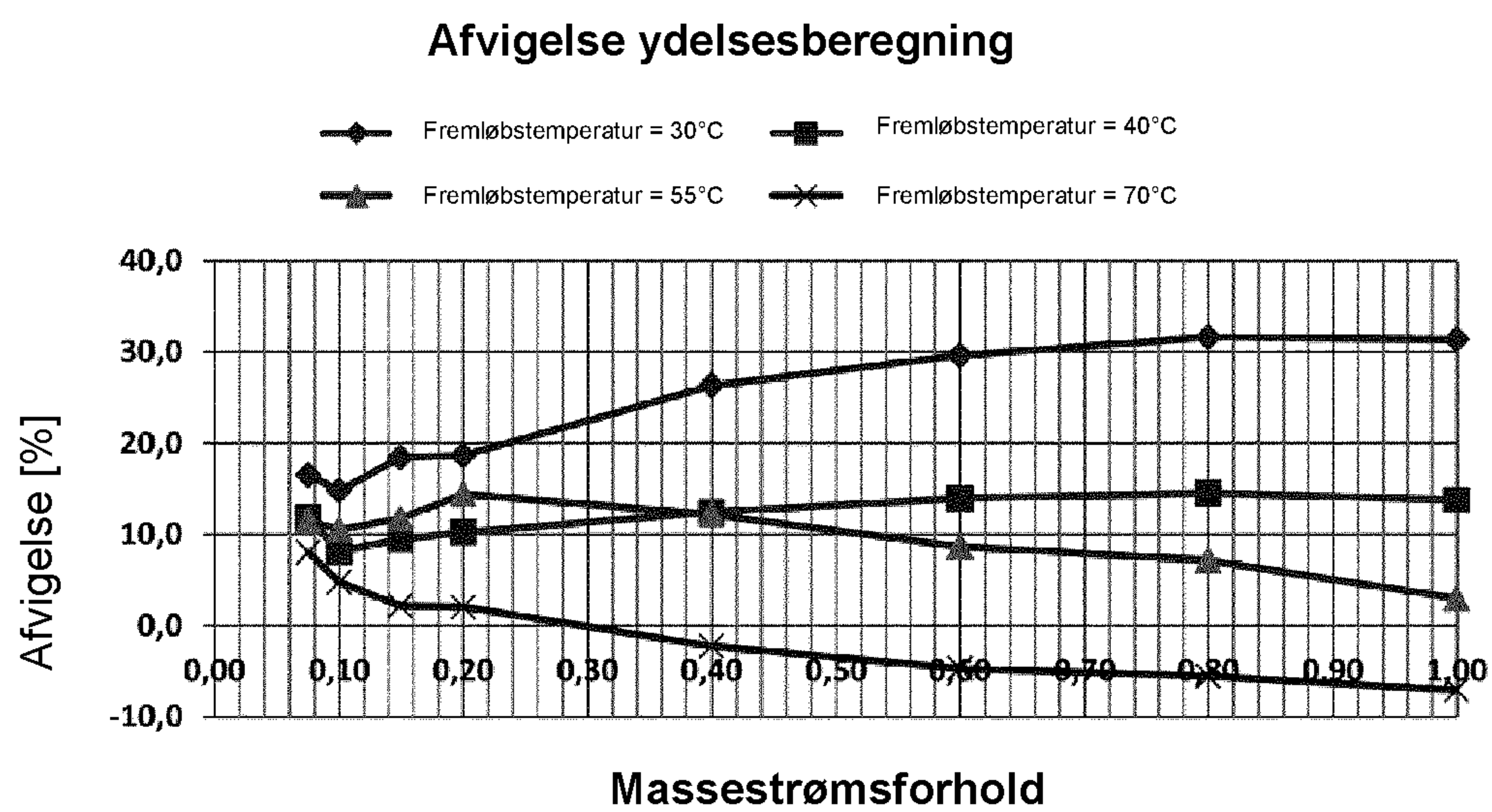


Fig. 8

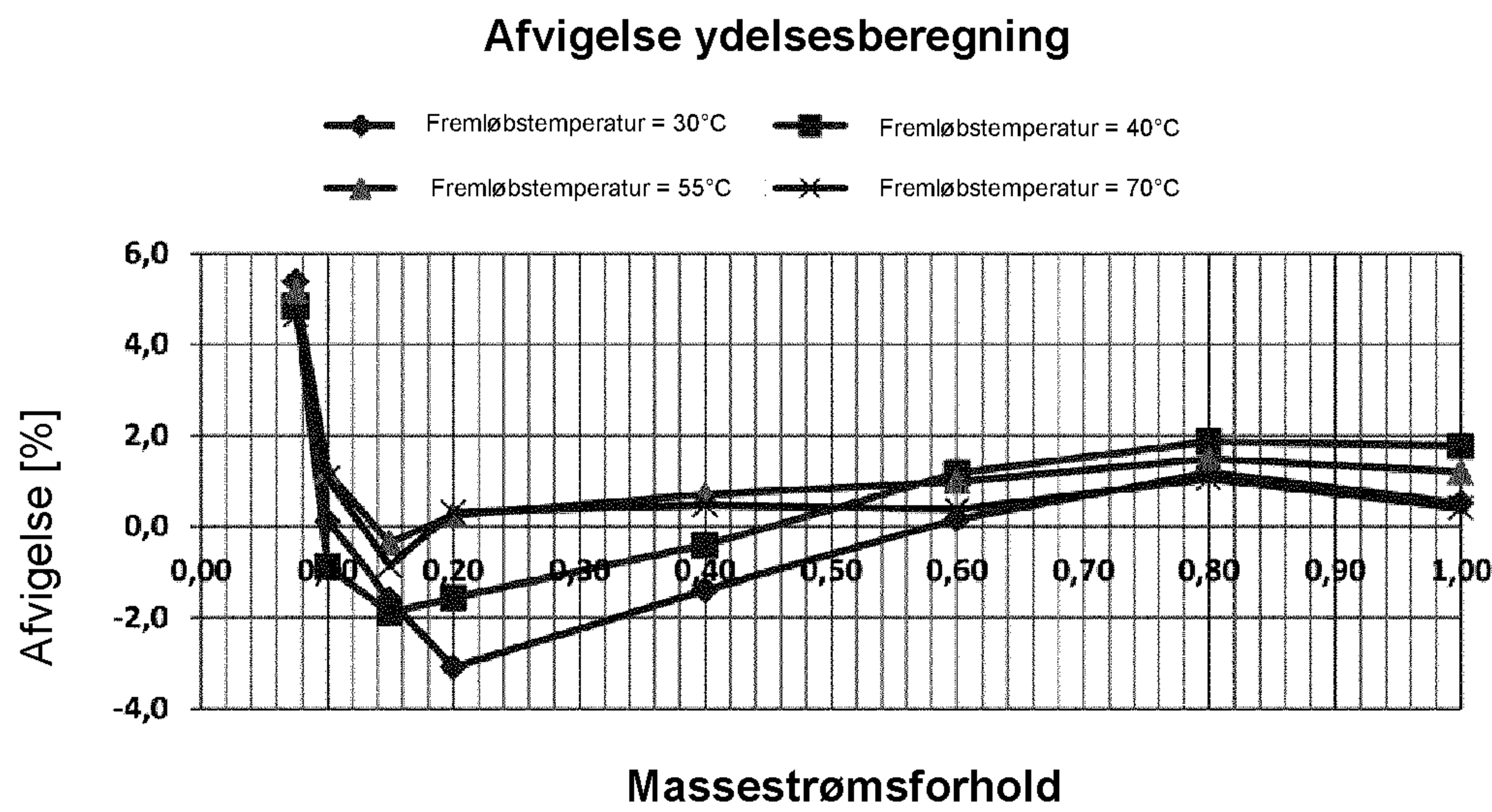


Fig. 9