



(19)

---

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 126 177 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.08.2001 Patentblatt 2001/34**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **F04D 15/00**, F04D 13/06

(21) Anmeldenummer: **01101872.8**

(22) Anmeldetag: 27.01.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**

### **Benannte Erstreckungsstaaten:**

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 16.02.2000 DE 10007105

(71) Anmelder: **WILO GmbH**  
**D-44263 Dortmund (DE)**

(72) Erfinder: Stephan, Waldemar  
44319 Dortmund (DE)

(74) Vertreter:  
**COHAUSZ HANNIG DAWIDOWICZ & PARTNER**  
Schumannstrasse 97-99  
40237 Düsseldorf (DE)

## (54) Elektrisch-Hydraulische Schnittstelle

(57) Modulares System umfassend hydraulische Komponenten wie eine Förderpumpe mit einem in einem Pumpengehäuse angeordneten Laufrad, wobei die Förderpumpe von einem elektronisch geregelten Elektromotor betrieben ist, dessen Steuerelektronik in einem am Motor befindlichen Elektronikgehäuse unterge-

bracht ist, wobei eine elektrische Steckverbindung 4,6 in Form einer elektrischen Schnittstelle, die am Pumpengehäuse 2 angeordnet ist und über die ein mit dem Pumpengehäuse 2 verbundenes elektrisches oder elektronisches Bauteil 5 mit der Steurelektronik 3 verbindbar ist.

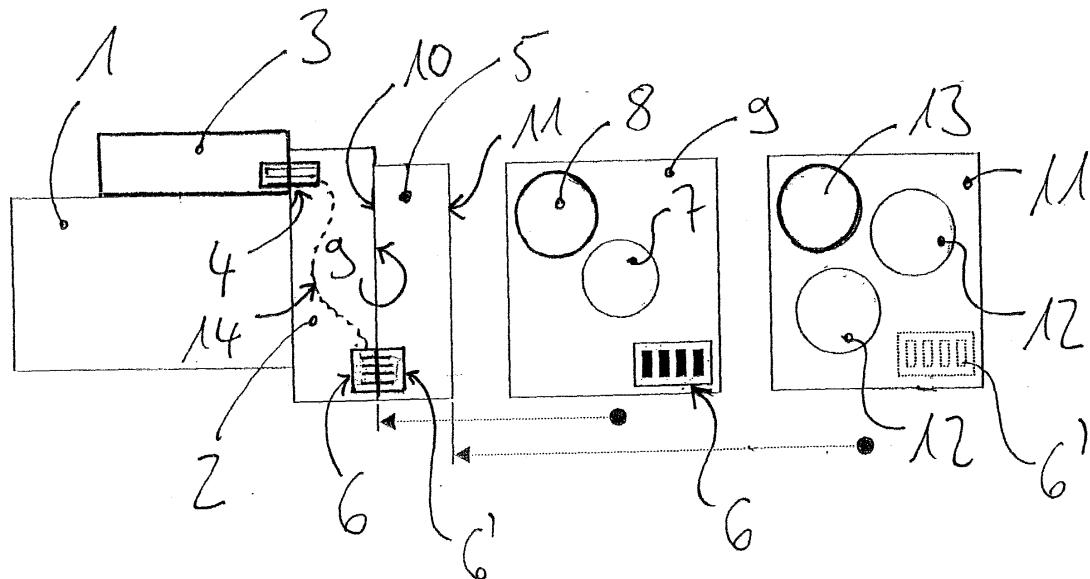


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein modulares System umfassend hydraulische Komponenten wie eine Förderpumpe mit einem in einem Pumpengehäuse angeordneten Laufrad, wobei die Förderpumpe von einem elektronisch geregelten Elektromotor betrieben ist, dessen Steuerelektronik in einem am Motor befindlichen Elektronikgehäuse untergebracht ist. Die Erfindung betrifft außerdem eine Mehrwegeventil und eine Kreiselpumpe.

**[0002]** Es sind modulare Systeme dieser Art bekannt, bei denen sich die einzelnen Komponenten über eine sogenannte "hydraulische Schnittstelle" miteinander hydraulisch koppeln lassen. Eine solche hydraulische Schnittstelle kann dabei beispielsweise eine ebene Grundfläche aufweisen, in der die Leitungskanäle münden. Die Mündungsöffnungen der Kanäle sind mit einem Ansatz in der Art eines Flansches versehen, der auf ein entsprechendes Gegenstück auf der Schnittstelle einer anderen hydraulischen Komponente aufsetzbar ist. Derartige Systeme werden beispielsweise in Heizkreisläufen eingesetzt, die einen Heizkessel und eine auf den Heizkessel direkt oder über ein Dreiwegeventil aufsetzbare Kreiselpumpe umfassen.

**[0003]** Problematisch an den bekannten Systemen ist, daß diejenigen Komponenten, die von einer elektrischen Versorgung abhängen, einzeln mit einer Spannungsquelle kontaktiert werden müssen, oder daß Sensoren, die mitunter innerhalb der Komponenten angeordnet sind, über externe Leitungen mit einer zentralen Steuer- oder Regelelektronik verbunden werden müssen. Diese "lose" Kontaktierung bedingt einerseits einen erheblichen Montageaufwand und geht andererseits mit einer erhöhten Störanfälligkeit des Systems einher. Im Betrieb können die einzelnen losen Kabel abgerissen und damit der Lauf des Systems gestört werden. Zudem sind für die Montage besondere Kenntnisse auf dem Gebiet der Schaltelektronik nötig.

**[0004]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist somit einerseits, ein modulares System zu schaffen, dessen Komponenten sich auf einfache Weise über hydraulischen Schnittstellen koppeln lassen und das gleichzeitig bei großer Betriebssicherheit eine einfache und kostengünstige Möglichkeit der elektrischen Kontaktierung der einzelnen Komponenten zur Versorgung und zur Datenübertragung bietet. Andererseits ist es die Aufgabe, ein Mehrwegeventil und eine Pumpe zu schaffen, die sich in einem solchen modularen System auch elektrisch auf komfortable Weise miteinander verbinden lassen.

**[0005]** Diese Aufgaben werden durch das System nach Anspruch 1 und das Ventil nach Anspruch 11 sowie die Pumpe nach Anspruch 12 gelöst.

**[0006]** Der wesentliche Aspekt der Erfindung ist die Kombination der bekannten hydraulischen Schnittstelle mit einer elektrischen Schnittstelle, die beim Zusammenfügen der hydraulischen Komponenten automa-

tisch kontaktiert. Auf diese Weise ist ein komfortables System zur Kontaktierung einzelner Bauteile geschaffen. Lose Kabelverbindungen sind nicht länger nötig, was zu einer erheblichen Steigerung der Betriebssicherheit und der Wartungsfreundlichkeit des gesamten Systems beiträgt. Als Komponenten können in das System einerseits zu schaltende Bauteile wie Ventile und andererseits Sensoren, die für die Steuerung und Regelung wichtige Parameter liefern, integriert werden.

5 Bei der Montage der einzelnen Komponenten wird ein Arbeitsschritt, nämlich der der Kontaktierung, eingespart, was zu einer erheblichen Arbeitserleichterung beiträgt.

10 **[0007]** Als Grundmodul des erfindungsgemäßen modularen Systems kann eine elektronisch gesteuerte Pumpe dienen, die über eine eigene in einem separaten Elektronikgehäuse untergebrachte Steuerelektronik verfügt. Die Steuerelektronik umfaßt vorteilhafter Weise neben den Halbleiterbauelementen einen eigenständigen Mikroprozessor, der für Steueraufgaben eingesetzt werden kann. Diesem Mikroprozessor können via der elektrischen Schnittstelle Informationen von extern in den Komponenten angebrachten Sensoren zugeführt werden oder es können Steuersignale zu den Komponenten gesandt werden. Der in der Pumpe ehedem vorhandene Mikroprozessor kann somit für beliebige Aufgaben anderer Komponenten herangezogen werden, was zu einer Ersparnis an intelligenten Bauteilen in diesen anderen Komponenten führt. Vermittels der elektrischen Schnittstelle kann zudem die Stromversorgung der in den hydraulischen Komponenten angebrachter elektrischer Antriebe bewerkstelligt werden.

15 **[0008]** Zur Übertragung der Information von der im Elektronikgehäuse angeordneten Steuerelektronik zum Pumpengehäuse ist erfindungsgemäß zunächst eine als Schnittstelle ausgebildete elektrische Steckverbindung vorgesehen, über die ein mit dem Pumpengehäuse verbundenes elektrisches oder elektronisches Bauteil, beispielsweise ein im oder am Pumpengehäuse befindlicher Sensor, mit der Steuerelektronik des Pumpenmotors verbindbar ist. Die Steckverbindung wird dabei automatisch beim Zusammenfügen der Komponenten Pumpengehäuse und Elektronikgehäuse geschaffen.

20 **[0009]** In einer vorteilhaften Ausführungsform weist 30 das Pumpen-gehäuse auf seiner dem Motor abgewandten Grundfläche eine elektrische Schnittstelle auf, die mit weiteren externen Komponenten verbindbar ist. Diese Schnittstelle kann in Kombination mit der Schnittstelle zwischen dem Elektronik-gehäuse und dem Pumpengehäuse vorgesehen werden, wobei vorteilhafter Weise beide Schnittstellen über eine innerhalb des Pumpengehäuses verlaufende Leitung verbunden sind. Diese am Pumpengehäuse angebrachte "externe" Schnittstelle kann aber auch direkt mit der Steuerelektronik kontaktiert sein.

25 **[0010]** Vorteilhafter Weise weist das Pumpengehäuse einen Saugstutzen und einen Druckstutzen auf, die beide in einer senkrecht zur Drehachse des Laufrades

ausgerichteten und die hydraulische Schnittstelle bildenden Stirnwand des Pumpengehäuses eingebracht sind, wobei der Saugstutzen koaxial zum Laufrad angeordnet ist. Diese Art von Pumpen eignen sich für den Einsatz der elektrischhydraulischen Schnittstelle besonders, da die einzelnen Komponenten auf einfache und stabile Weise in axialer Richtung aufeinandergesteckt und miteinander verschraubt werden können.

**[0011]** In einer besonderen Ausführungsform sind als Steckverbinder an den hydraulischen Schnittstellen nur Buchsen (Female-Kontakte) vorgesehen, wobei zwei aufeinandertreffende Female- Kontakte vermittels eines Doppelsteckers (Doppel-Male-Kontakt) verbunden werden. Bei dieser Art der Verbindung ist die Kontaktierung nicht zwangsläufig, sondern muß durch Einfügen des Doppel-Male-Kontaktes hergestellt werden. Besonders einfach und sicher zu kontaktieren sind die Steckverbinder jedoch wenn beim Aneinanderfügen der Komponenten ein auf der Grundplatte einer Komponente angebrachter Male-Kontakt mit dem auf der Grundplatte der anderen Komponente angebrachten Female-Kontakt zwangsläufig zusammentrifft. Bei der Anordnung der Kontakte ist es von Vorteil, wenn die stromführenden Kontakte, also insbesondere die von der Steuerelektronik abführenden Kontakte- als Female-Kontakte ausgebildet sind, um das Risiko von Kurzschlüssen und Stromschlägen zu minimieren.

**[0012]** Im Sinne der modularen Bazuweise ist es vorteilhaft, wenn das Pumpengehäuse, das auf der dem Elektromotor zugewandten Seite insbesondere vermittels eines Male-Kontaktes mit dem Elektronikgehäuse kontaktiert, auf der dem Motor abgewandten Seite einen zweiten insbesondere als Female-Kontakt geformten Steckkontakt zur Kontaktierung einer auf das Pumpengehäuse aufgesetzten elektrisch zu versorgenden hydraulischen Komponente, beispielsweise einem elektrisch schaltbaren Ventil oder einem Sensor, aufweist. Dabei ist es vorteilhaft, den ersten Kontakt mit dem zweiten Kontakt durch eine im Pumpengehäuses verlaufende Leitung, insbesondere ein in das Gehäuse eingestecktes oder vom Gehäuse umspritzes Leiterblech verbunden ist. Auf diese Weise kann das Pumpengehäuse als elektrisch Verbindung zu weiteren Komponenten dienen.

**[0013]** Die elektrische Schnittstelle kann dabei generell mehrere Leitungen umfassen, die entweder wie bei Datenbussen üblich einen kleinen Querschnitt und/oder die zur Stromleitung einen entsprechend größeren Querschnitt aufweisen. Von den durch das Gehäuse einer Komponente hindurchführenden Leitungen können entsprechend dem Bedarf einzelne Leitungen in die jeweilige Komponente abgezweigt sein.

**[0014]** Als hydraulische Komponenten kommen insbesondere elektrisch angetriebene Mehrwegeventile mit einem Ventilgehäuse in Betracht, das einen Ventilkörper umgibt und das entsprechend dem Pumpengehäuse zwei zueinander parallele Grundflächen mit darin eingebrachten Anschlußöffnungen aufweist, wobei jede

Grundfläche jeweils eine hydraulische Schnittstelle bildet. So gestaltete Mehrwege- insbesondere Dreiwegeventile lassen sich bei Entsprechung der Öffnungen in beliebiger Weise mit anderen Komponenten kombinieren, während der elektrische Antrieb des Ventils über die elektrische Schnittstelle ansteuerbar, d.h. mit Steuerinformation und Strom versorgbar ist.

**[0015]** Neben dem Einsatz des erfundungsgemäßen System in Heizkreisläufen von Gebäuden ist ein Einsatz in Heiz und/oder Kühlkreisläufen von Kraftfahrzeugen besonders vorteilhaft.

**[0016]** Eine Ausführungsform der Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren näher beschrieben. Es zeigen:

**Figur 1** eine Pumpe mit Pumpengehäuse und aufgesetztem Ventil (schematisch) und

**Figur 2** ein Dreiwegeventil.

**[0017]** In Figur 1 sind beispielhaft vier zusammengefügte Komponenten eines modularen Systems schematisch gezeigt. So ist eine von einem elektronisch geregelten Elektromotor 1 angetriebene Pumpe dargestellt, in denen Pumpengehäuse 2 ein nicht dargestelltes Laufrad drehbar gelagert ist. Dabei wird der Motor 1 über eine in einem Elektronikgehäuse 3 angeordnete Elektronik angesteuert, wobei das Elektronikgehäuse 3 auf den Motor 1 aufgesetzt ist. Zwischen dem Elektronikgehäuse 3 und dem Pumpengehäuse 2 ist eine elektrische Steckverbindung 4 in Form einer Schnittstelle angeordnet, wobei über diese elektrische Schnittstelle 4 ein mit dem Pumpengehäuse verbundenes elektronisches Bauteil, in diesem Falle ein Dreiwegeventil 5, mit der Steuerelektronik verbindbar ist. Dabei führt die Verbindung des Dreiwegeventiles über eine zweite elektrische Schnittstelle 6, die zwischen dem Pumpengehäuse und dem Ventil 5 angeordnet ist. Die Komponente könnte jedoch auch ein im Pumpengehäuse 2 untergebrachter Sensor sein. Die elektrischen Schnittstellen 4 und 6 sind mittels einer innerhalb des Pumpengehäuses verlaufende Leitung 14 (unterbrochene Linie) verbunden.

**[0018]** Bei der Pumpe handelt es sich um eine Kreiselpumpe, deren Pumpengehäuse einen zentralen Saugstutzen 7 und einen Druckstutzen 8 aufweist, wobei beide Stutzen 7, 8 in einer parallel zum Laufrad ausgerichteten und eine hydraulische Schnittstelle bildenden Stirnwand 9 des Pumpengehäuses 2 eingebracht sind (Schnitzzeichnung). Auf der Stirnwand 9 ist die elektrische Schnittstelle 6 zur Kontaktierung des im Ventil 5 befindlichen entsprechenden Gegenkontakte 6' aufgebracht.

**[0019]** Das Dreiwegeventil 5 weist ein Ventilgehäuse auf, das einen Ventilkörper umgibt und das zwei hydraulische Schnittstellen mit zwei ebenen und zueinander parallelen Grundflächen 10 und 11 mit darin eingebrachten Anschlußöffnungen ausbildet. Die Anschlußöffnungen in der der Pumpe zugewandten

Grundfläche 10 entsprechen dabei den Anschlüssen der Pumpe. Die Öffnungen in der der Pumpe abgewandten Grundfläche 11 bilden zwei alternative Einlaßöffnungen 12 und eine Auslaßöffnung 13. Auf der Grundfläche 10 ist der Steckkontakt 6 zur Kontaktierung des Gegenkontaktes 6 vorgesehen.

**[0020]** In Figur 2 ist ein Dreiwegeventil mit einem Ventilgehäuse 20 im Schnitt und in teilweiser Draufsicht gezeigt. Das nahezu quadratische Ventilgehäuse 20 weist die zueinander parallelen Grundflächen 10 und 11 mit den darin eingebrachten Öffnungen auf. In die dem Pumpengehäuse 2 abgewandte Grundfläche 11 sind die Einlaßöffnungen 12 dezentral und spiegelsymmetrisch zur zentralen Achse 21 des Ventiles 5 angeordnet. Der dezentrale Auslaß 13 ist eine in den Rand des Ventilgehäuses 20 eingebrachte Durchgangsbohrung, welche die beiden Grundflächen 10 und 11 verbindet. Es wird darauf hingewiesen, daß die geometrische Verteilung der Öffnungen nach Figur 2 nicht exakt deren Lage nach Figur 1 entspricht sondern um 45° verdreht dargestellt ist. Mit seiner Grundfläche 11 kann das Ventil 5 auf einen entsprechend gestalteten Anschlußflansch eines nicht dargestellten Heizkessels aufgesetzt werden.

**[0021]** Im Ventilgehäuse 20 ist ein Ventilkörper 22 um die Achse 21 drehbar gelagert, der, wie die übrigen Teile, aus Kunststoff gefertigt ist und dessen Außenkontur die rotations-symmetrische Form eines Kugelsegments aufweist. Der im wesentlichen hohle Ventilkörper 22 ist in axialer Richtung (Pfeil A) in das Ventilgehäuse 20 eingesetzt und bildet mit seinen Wandungen einen S-förmig gebogenen durchgehenden Kanal 23, der hydraulisch günstig geformt ist. Der Ventilkörper 22 ist drehbar um seine Symmetriearchse 21 gelagert und in einer Position dargestellt, in welcher der eine Kanal 23 geöffnet und der andere Kanal 24 geschlossen ist. Dabei ist die Symmetriearchse 21 senkrecht zu den Grundflächen 10 und 11 ausgerichtet. Durch Drehung des Ventilkörpers 22 werden zwei Mündungsöffnungen in Deckung übereinandergeschoben.

**[0022]** Den Sitz des im Ventilgehäuse 20 einliegenden Ventilkörpers 22 bildet ein Sitzkörper 25, der eine entsprechend der als Kugelschale geformten Mantelfläche des Ventilkörpers 22 geformte Sitzfläche 26 aufweist. Die Sitzfläche 26 ist mit einer Schicht aus Dichtungsmaterial 27 bedeckt, auf welcher der Ventilkörper 22 aufliegt. Der Sitzkörper 25 ist ebenfalls in Pfeilrichtung A in das Ventilgehäuse 20 einsetzbar. Vermittels des Sitzkörpers 25 wird der Ventilkörper 22 im Gehäuse 20 gehalten. Der Sitzkörper 25 ist zudem gegenüber dem Gehäuse 20 über einen Dichtungsring 28 abgedichtet. Er ist ebenfalls aus Kunststoff geformt und bildet die ebene Grundfläche 11 aus.

**[0023]** Der Ventilkörper 22 ist mit einem innerhalb des Ventilgehäuse 20 angeordneten Antriebes in Form eines Schrittmotors 29 drehbar. Zum Antrieb greift der Schrittmotor 29 mit einem auf seiner Welle angebrachten Zahnrad 30 an einem am Umfang des Ventilkörpers 22 angebrachten Zahnkranz 31 an.

**[0024]** Wie in Figur 2 ersichtlich weisen beide Grundflächen 10 und 11 eine elektrische Schnittstelle auf. Dabei ist die Schnittstelle auf der zur Pumpe gewandten Grundfläche 10 als Stecker 32 (Male-Kontakt) ausgebildet, während die elektrische Schnittstelle auf der der Pumpe abgewandten Grundfläche 11 als Buchse 33 (Female-Kontakt) ausgebildet ist. Die elektrischen Anschlüsse beider Kontakte 32 und 33 sind über nicht näher dargestellte Leitungen miteinander verbunden. Die

Ansteuerung und Versorgung des Motors 29 erfolgt über eine nicht dargestellte abgezweigte Leitung, die innerhalb des Gehäuses 20 verlegt ist.

## 15 Patentansprüche

1. Modulares System umfassend hydraulische Komponenten wie eine Förderpumpe mit einem in einem Pumpengehäuse angeordneten Laufrad, wobei die Förderpumpe von einem elektronisch geregelten Elektromotor betrieben ist, dessen Steurelektronik in einem am Motor befindlichen Elektronikgehäuse untergebracht ist,  
**gekennzeichnet durch**  
eine elektrische Steckverbindung (4,6) in Form einer elektrischen Schnittstelle, die am Pumpengehäuse (2) angeordnet ist und über die ein mit dem Pumpengehäuse (2) verbundenes elektrisches oder elektronisches Bauteil (5) mit der Steurelektronik (3) verbindbar ist.
2. System nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß eine elektrische Schnittstelle (4) zwischen dem Elektronikgehäuse (3) und dem Pumpengehäuse angeordnet ist.
3. System nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß das Pumpengehäuse (2) eine elektrische Schnittstelle (6) zur Kontaktierung einer auf das Pumpengehäuse (2) aufgesetzten elektrisch zu versorgenden hydraulischen Komponente, beispielsweise einem elektrisch schaltbaren Ventil (5) oder einem Sensor, aufweist.
4. System nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß der erste Kontakt (4) mit dem zweiten Kontakt (6) durch eine innerhalb des Pumpengehäuses (2) verlaufende Leitung (14), insbesondere über feste Leiterbleche, verbunden ist.
5. System nach einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß eine Steckverbindung (4,6) einen Stecker (Male-Kontakt) und eine entsprechende Buchse (Female-Kontakt) aufweist.
6. System nach einem der vorherigen Ansprüche,

- dadurch gekennzeichnet**, daß das Pumpengehäuse (2) einen Saugstutzen (7) und einen Druckstutzen (8) aufweist, die beide in eine senkrecht zur Drehachse des Laufrades ausgerichtete und eine hydraulische Schnittstelle bildende Stirnwand (9) des Pumpengehäuses (2) eingebracht sind, wobei der Saustutzen (7) insbesondere koaxial zum Laufrad angeordnet ist.
- 5
7. System nach einem der vorherigen Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein elektrisch angetriebenes Mehrwege- insbesondere Drewegeventil (5) mit einem Ventilgehäuse(20), das einen Ventilkörper (22) umgibt und das zwei zueinander parallele ebene Grundflächen (10,11) mit darin eingebrachten Anschlußöffnungen (12) aufweist, wobei die Grundflächen (19,11) jeweils eine hydraulische Schnittstelle bilden, über die das Ventil (5) mit anderen Komponenten (2) hydraulisch koppelbar ist und wobei eine Grundfläche (10,11) mit einem elektrischen Steckkontakt (32,33) ist.
- 10
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40
- 41
- 42
- 43
- 44
- 45
- 46
- 47
- 48
- 49
- 50
- 51
- 52
- 53
- 54
- 55
- 56
- 57
- 58
- 59
- 60
- 61
- 62
- 63
- 64
- 65
- 66
- 67
- 68
- 69
- 70
- 71
- 72
- 73
- 74
- 75
- 76
- 77
- 78
- 79
- 80
- 81
- 82
- 83
- 84
- 85
- 86
- 87
- 88
- 89
- 90
- 91
- 92
- 93
- 94
- 95
- 96
- 97
- 98
- 99
- 100
- 101
- 102
- 103
- 104
- 105
- 106
- 107
- 108
- 109
- 110
- 111
- 112
- 113
- 114
- 115
- 116
- 117
- 118
- 119
- 120
- 121
- 122
- 123
- 124
- 125
- 126
- 127
- 128
- 129
- 130
- 131
- 132
- 133
- 134
- 135
- 136
- 137
- 138
- 139
- 140
- 141
- 142
- 143
- 144
- 145
- 146
- 147
- 148
- 149
- 150
- 151
- 152
- 153
- 154
- 155
- 156
- 157
- 158
- 159
- 160
- 161
- 162
- 163
- 164
- 165
- 166
- 167
- 168
- 169
- 170
- 171
- 172
- 173
- 174
- 175
- 176
- 177
- 178
- 179
- 180
- 181
- 182
- 183
- 184
- 185
- 186
- 187
- 188
- 189
- 190
- 191
- 192
- 193
- 194
- 195
- 196
- 197
- 198
- 199
- 200
- 201
- 202
- 203
- 204
- 205
- 206
- 207
- 208
- 209
- 210
- 211
- 212
- 213
- 214
- 215
- 216
- 217
- 218
- 219
- 220
- 221
- 222
- 223
- 224
- 225
- 226
- 227
- 228
- 229
- 230
- 231
- 232
- 233
- 234
- 235
- 236
- 237
- 238
- 239
- 240
- 241
- 242
- 243
- 244
- 245
- 246
- 247
- 248
- 249
- 250
- 251
- 252
- 253
- 254
- 255
- 256
- 257
- 258
- 259
- 260
- 261
- 262
- 263
- 264
- 265
- 266
- 267
- 268
- 269
- 270
- 271
- 272
- 273
- 274
- 275
- 276
- 277
- 278
- 279
- 280
- 281
- 282
- 283
- 284
- 285
- 286
- 287
- 288
- 289
- 290
- 291
- 292
- 293
- 294
- 295
- 296
- 297
- 298
- 299
- 300
- 301
- 302
- 303
- 304
- 305
- 306
- 307
- 308
- 309
- 310
- 311
- 312
- 313
- 314
- 315
- 316
- 317
- 318
- 319
- 320
- 321
- 322
- 323
- 324
- 325
- 326
- 327
- 328
- 329
- 330
- 331
- 332
- 333
- 334
- 335
- 336
- 337
- 338
- 339
- 340
- 341
- 342
- 343
- 344
- 345
- 346
- 347
- 348
- 349
- 350
- 351
- 352
- 353
- 354
- 355
- 356
- 357
- 358
- 359
- 360
- 361
- 362
- 363
- 364
- 365
- 366
- 367
- 368
- 369
- 370
- 371
- 372
- 373
- 374
- 375
- 376
- 377
- 378
- 379
- 380
- 381
- 382
- 383
- 384
- 385
- 386
- 387
- 388
- 389
- 390
- 391
- 392
- 393
- 394
- 395
- 396
- 397
- 398
- 399
- 400
- 401
- 402
- 403
- 404
- 405
- 406
- 407
- 408
- 409
- 410
- 411
- 412
- 413
- 414
- 415
- 416
- 417
- 418
- 419
- 420
- 421
- 422
- 423
- 424
- 425
- 426
- 427
- 428
- 429
- 430
- 431
- 432
- 433
- 434
- 435
- 436
- 437
- 438
- 439
- 440
- 441
- 442
- 443
- 444
- 445
- 446
- 447
- 448
- 449
- 450
- 451
- 452
- 453
- 454
- 455
- 456
- 457
- 458
- 459
- 460
- 461
- 462
- 463
- 464
- 465
- 466
- 467
- 468
- 469
- 470
- 471
- 472
- 473
- 474
- 475
- 476
- 477
- 478
- 479
- 480
- 481
- 482
- 483
- 484
- 485
- 486
- 487
- 488
- 489
- 490
- 491
- 492
- 493
- 494
- 495
- 496
- 497
- 498
- 499
- 500
- 501
- 502
- 503
- 504
- 505
- 506
- 507
- 508
- 509
- 510
- 511
- 512
- 513
- 514
- 515
- 516
- 517
- 518
- 519
- 520
- 521
- 522
- 523
- 524
- 525
- 526
- 527
- 528
- 529
- 530
- 531
- 532
- 533
- 534
- 535
- 536
- 537
- 538
- 539
- 540
- 541
- 542
- 543
- 544
- 545
- 546
- 547
- 548
- 549
- 550
- 551
- 552
- 553
- 554
- 555
- 556
- 557
- 558
- 559
- 560
- 561
- 562
- 563
- 564
- 565
- 566
- 567
- 568
- 569
- 570
- 571
- 572
- 573
- 574
- 575
- 576
- 577
- 578
- 579
- 580
- 581
- 582
- 583
- 584
- 585
- 586
- 587
- 588
- 589
- 590
- 591
- 592
- 593
- 594
- 595
- 596
- 597
- 598
- 599
- 600
- 601
- 602
- 603
- 604
- 605
- 606
- 607
- 608
- 609
- 610
- 611
- 612
- 613
- 614
- 615
- 616
- 617
- 618
- 619
- 620
- 621
- 622
- 623
- 624
- 625
- 626
- 627
- 628
- 629
- 630
- 631
- 632
- 633
- 634
- 635
- 636
- 637
- 638
- 639
- 640
- 641
- 642
- 643
- 644
- 645
- 646
- 647
- 648
- 649
- 650
- 651
- 652
- 653
- 654
- 655
- 656
- 657
- 658
- 659
- 660
- 661
- 662
- 663
- 664
- 665
- 666
- 667
- 668
- 669
- 670
- 671
- 672
- 673
- 674
- 675
- 676
- 677
- 678
- 679
- 680
- 681
- 682
- 683
- 684
- 685
- 686
- 687
- 688
- 689
- 690
- 691
- 692
- 693
- 694
- 695
- 696
- 697
- 698
- 699
- 700
- 701
- 702
- 703
- 704
- 705
- 706
- 707
- 708
- 709
- 710
- 711
- 712
- 713
- 714
- 715
- 716
- 717
- 718
- 719
- 720
- 721
- 722
- 723
- 724
- 725
- 726
- 727
- 728
- 729
- 730
- 731
- 732
- 733
- 734
- 735
- 736
- 737
- 738
- 739
- 740
- 741
- 742
- 743
- 744
- 745
- 746
- 747
- 748
- 749
- 750
- 751
- 752
- 753
- 754
- 755
- 756
- 757
- 758
- 759
- 760
- 761
- 762
- 763
- 764
- 765
- 766
- 767
- 768
- 769
- 770
- 771
- 772
- 773
- 774
- 775
- 776
- 777
- 778
- 779
- 780
- 781
- 782
- 783
- 784
- 785
- 786
- 787
- 788
- 789
- 790
- 791
- 792
- 793
- 794
- 795
- 796
- 797
- 798
- 799
- 800
- 801
- 802
- 803
- 804
- 805
- 806
- 807
- 808
- 809
- 810
- 811
- 812
- 813
- 814
- 815
- 816
- 817
- 818
- 819
- 820
- 821
- 822
- 823
- 824
- 825
- 826
- 827
- 828
- 829
- 830
- 831
- 832
- 833
- 834
- 835
- 836
- 837
- 838
- 839
- 840
- 841
- 842
- 843
- 844
- 845
- 846
- 847
- 848
- 849
- 850
- 851
- 852
- 853
- 854
- 855
- 856
- 857
- 858
- 859
- 860
- 861
- 862
- 863
- 864
- 865
- 866
- 867
- 868
- 869
- 870
- 871
- 872
- 873
- 874
- 875
- 876
- 877
- 878
- 879
- 880
- 881
- 882
- 883
- 884
- 885
- 886
- 887
- 888
- 889
- 890
- 891
- 892
- 893
- 894
- 895
- 896
- 897
- 898
- 899
- 900
- 901
- 902
- 903
- 904
- 905
- 906
- 907
- 908
- 909
- 910
- 911
- 912
- 913
- 914
- 915
- 916
- 917
- 918
- 919
- 920
- 921
- 922
- 923
- 924
- 925
- 926
- 927
- 928
- 929
- 930
- 931
- 932
- 933
- 934
- 935
- 936
- 937
- 938
- 939
- 940
- 941
- 942
- 943
- 944
- 945
- 946
- 947
- 948
- 949
- 950
- 951
- 952
- 953
- 954
- 955
- 956
- 957
- 958
- 959
- 960
- 961
- 962
- 963
- 964
- 965
- 966
- 967
- 968
- 969
- 970
- 971
- 972
- 973
- 974
- 975
- 976
- 977
- 978
- 979
- 980
- 981
- 982
- 983
- 984
- 985
- 986
- 987
- 988
- 989
- 990
- 991
- 992
- 993
- 994
- 995
- 996
- 997
- 998
- 999
- 1000

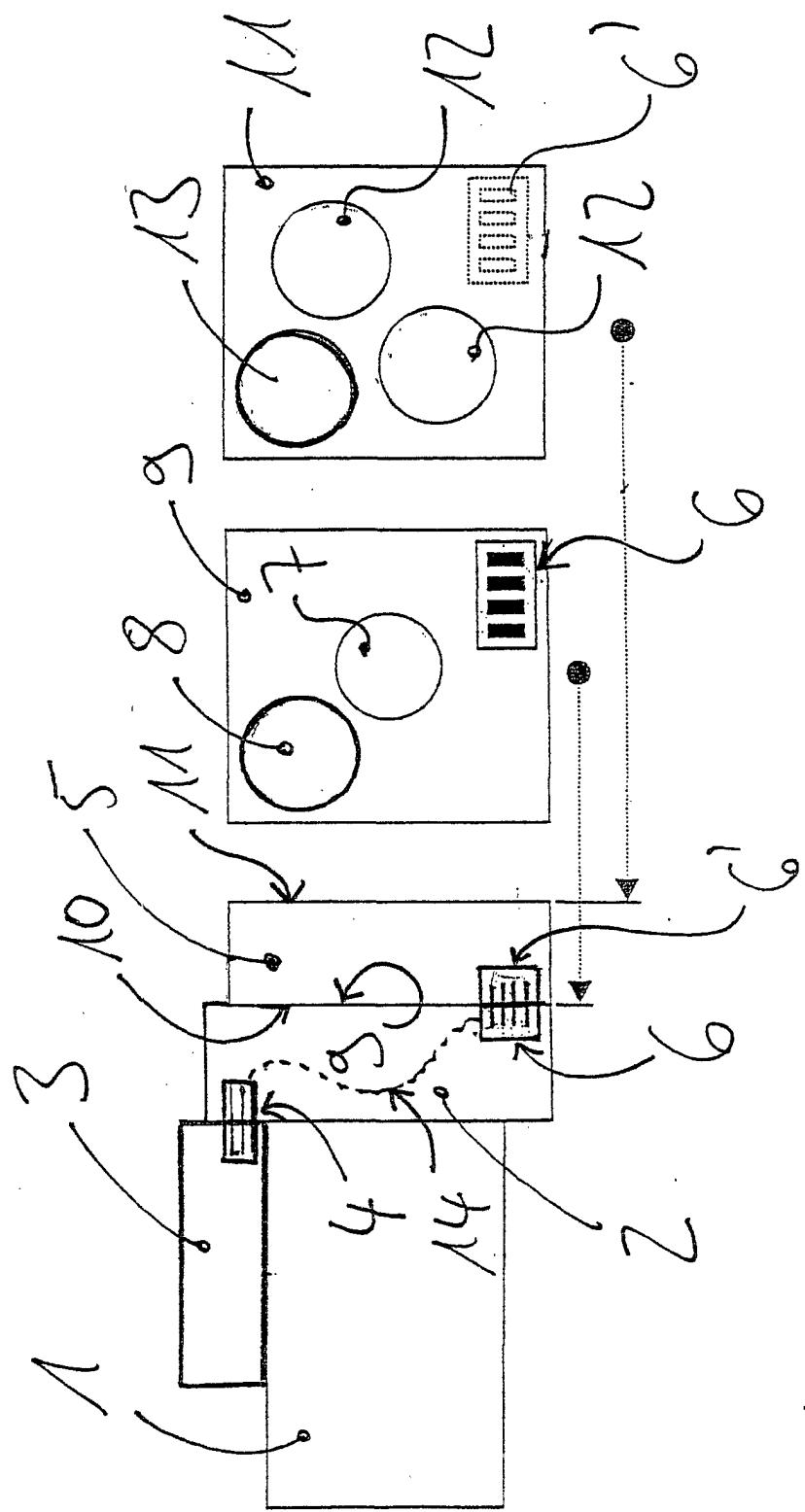


Fig. 1

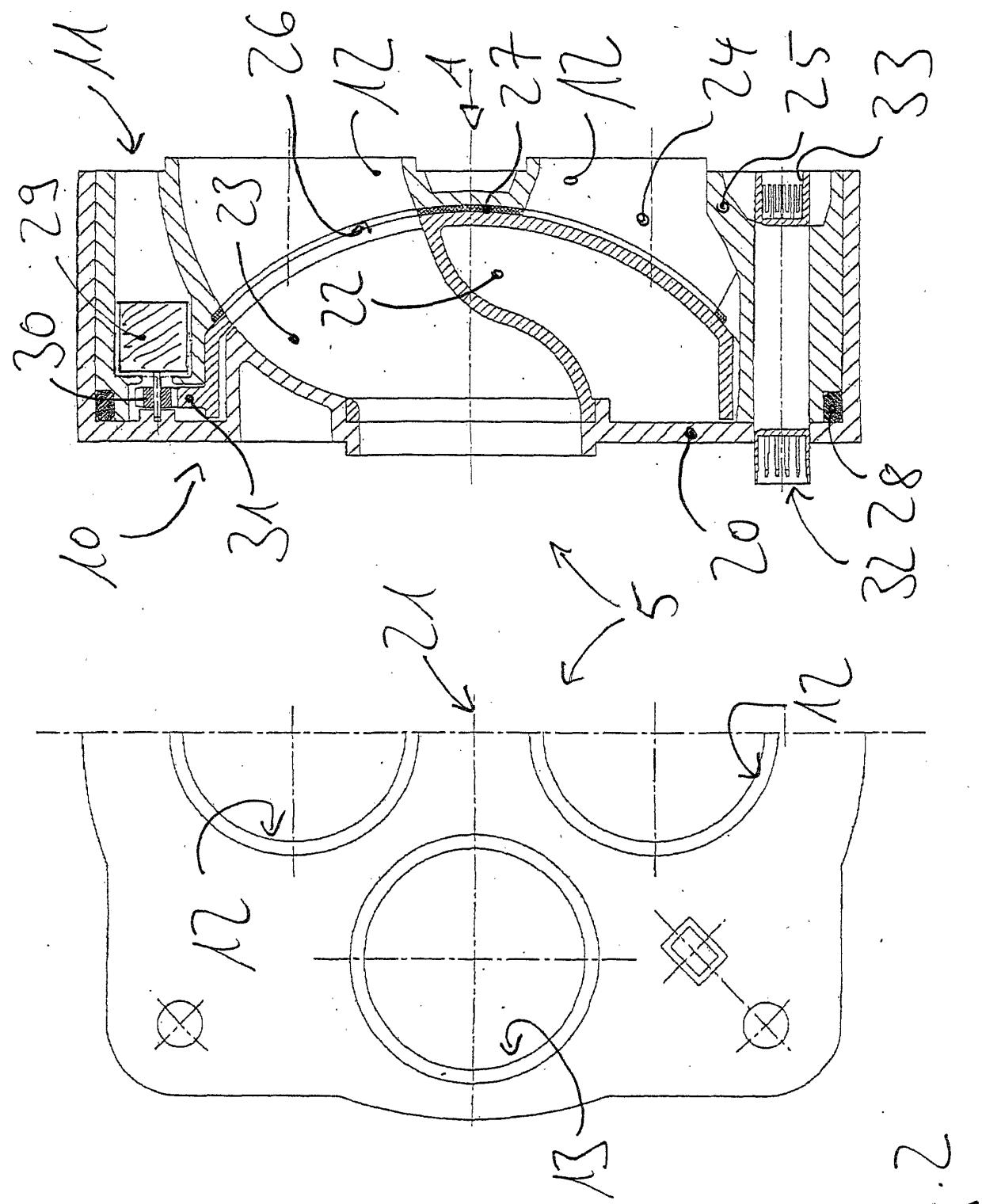


Fig. 2

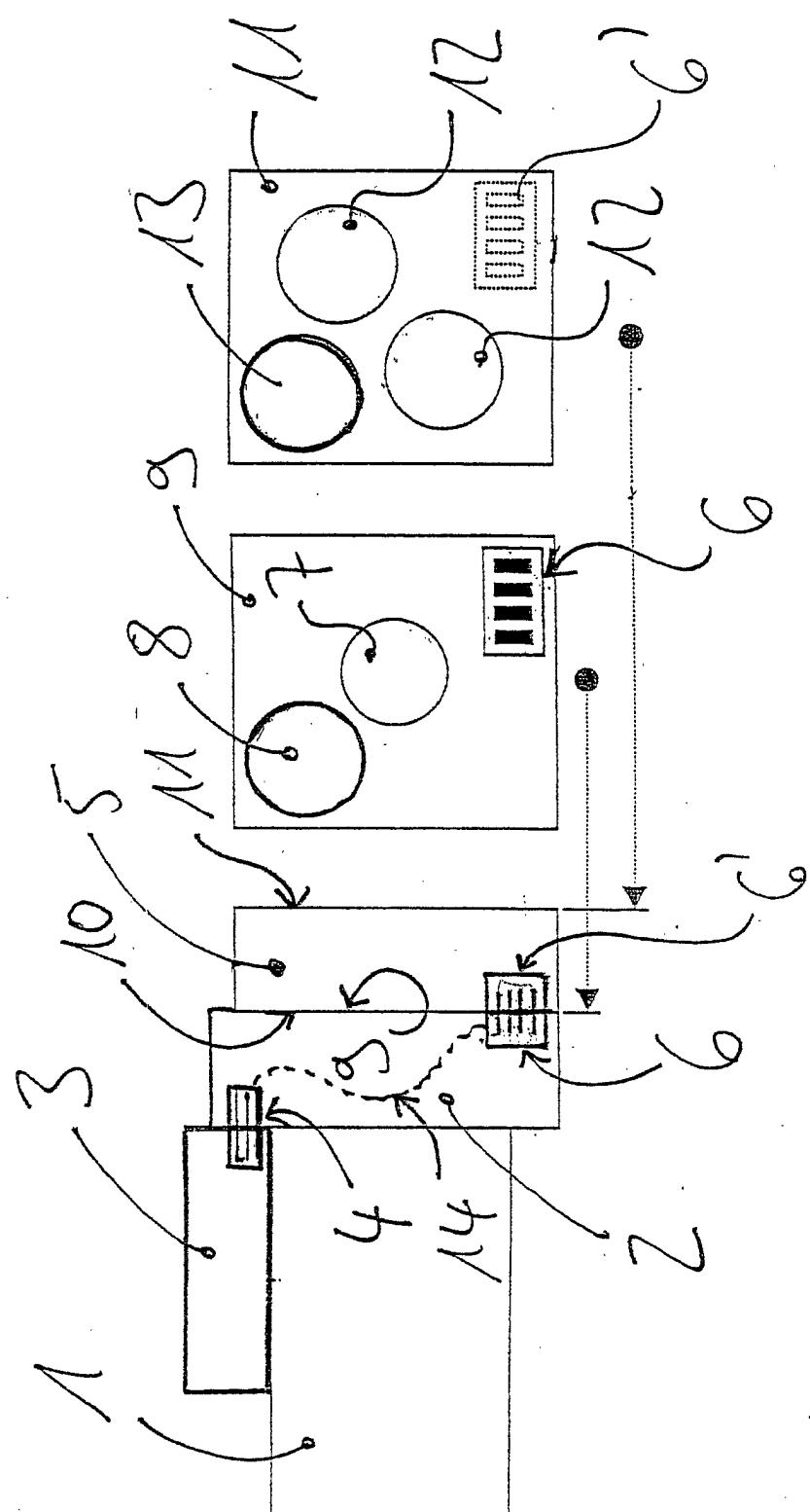


Fig. 1