

Opfindelsen angår en tætning til hydrauliske stempler og stempelstænger med en tætningsring af en sejelastisk plast som berøringstætning mellem en stationær maskindel, som udviser en ringnot, og en bevægelig maskindel med en hovedsagelig konisk påsætningsflade samt en gummielastisk spændering, der spænder tætningsringen i radial retning og tætner denne i forhold til ringnoten i den stationære maskindel, og hvor der i den rundtgående flade af tætningsringen ved den ende, som vender mod højtrykssiden, findes en mod den bevægelige maskindel vendende reces med en sådan aksial udstrækning, at dens mod højtrykssiden vendte endeflade i det mindste på den nærmest den bevægelige maskindel liggende del er beliggende omkring midten af tætningsrunds rundtgående flade, og hvor den rundtgående flade regnet fra denne reces og i retning mod lavtrykssiden danner en kegleflade med en lille kilevinkel, så at der mellem recessens endeflade og keglefladen befinder sig en tætningskant.

En tætning af denne art er kendt fra tysk fremlæggelsesskrift nr. 23 25 000. Den udmærker sig ved en ekstremt lille lækrate og en meget lang levetid. Uagtet den store udbredelse, som disse tætninger har fået, skal man dog atter og atter holde øje med såkaldte "afstikkere", dvs. enkelte eksemplarer af sådanne tætninger, som udviser en forøget lækrate såvel som en formindsket levetid.

Den til grund for opfindelsen liggende opgave består i at forbedre en tætning af indledningsvist nævnte art på en sådan måde, at de såkaldte "afstikkere" ikke forekommer længere.

Denne opgave løses ifølge opfindelsen ved, at der mellem den kilevinklen dannende kegleflade og recessens endeflade er tilvejebragt en konisk ringflade, der med keglefladen danner en stump vinkel  $\kappa$  af en sådan størrelse, at den under påskydning af tætningen ind

over den bevægelige maskindels hovedsagelig koniske påsætningsflade med recessens endeflade forrest dannede resulterende kraft  $F_{res}$  af normalkraften  $F_N$  og friktionskraften  $F_R$  i det mindste tilnærmelsesvist halverer  
5 tætningsens kantvinkel  $\kappa$ , og at den koniske ringflades aksiale udstrækning er så ringe, at den grundliggende, fra recessen hidrørende virkning af tætningen bibeholdes.

En grundig undersøgelse af de kendte tætninger  
10 har vist, at de nævnte "afstikkere" ikke kan føres tilbage til materialefejl, fremstillingsfejl eller til manglende overfladekvalitet hos de maskindele, der skulle tættes, men skyldes deformationer ved tætningskanten, som under monteringen fremfor alt opstår, når  
15 tætningsringen skydes på den bevægelige maskindels hovedsageligt koniske påsætningsflade med recessens endeflade forrest. De trykkræfter, der derved udøves på tætningskanten alene, og som fordeles videre ind i tætningsringen, medfører fortrængning af materiale i området omkring tætningskanten, der bl.a. ytrer sig ved en  
20 udbuling af recessens endeflade, selvom man først og fremmest ville forvente, at friktionskræfterne med den anførte påskydningsretning ville bevirke en fortrængning af materiale mod kilefladen. Udbulingen af recessens endeflade medfører desuden dannelsen af en mod  
25 højtrykssiden åben, kileformet spalte, som det medium på højtrykssiden, der tættes overfor, kan slippe ud igennem i større mængder, end de mængder, der kan tilbageføres til højtrykssiden ved hjælp af den kileformede spalte, som med vilje er tilvejebragt på lavtrykssiden. På denne måde kommer de forøgede og utilsigtede lækrater i stand. I modsætning hertil opnås ved tilvejebringelse af ringfladen en stumpvinklet udformning af  
30 tætningskanten og en sådan fordeling af de der angribende kræfter, at skadelige fortrængninger af materiale med sikkerhed undgås under tætningsringens montage, og

## 3.

at de tætninger, som udformes i overensstemmelse med opfindelsen, uden undtagelse besidder den tilstræbte høje tætningseffekt og lange levetid.

Det er ganske vist kendt fra beskrivelsen til  
5 schweizisk patent nr. 461.203 at rejfe de yderste kanter af stempel-tætningsringenes endeflader, hvilke tætningsringe er af polytetrafluorethylen, for at lette indføringen af de med stempelringe forsynede stempler i cylindrene. Disse rejfningsflader er så store, at de  
10 erstatter den bevægelige maskindels hovedsageligt koniske påsætningsflade, og sådanne rejfningsflader ville fuldstændig tilintetgøre effekten af tætningen ifølge opfindelsen, der beror på tilstedeværelsen af en reces.

I det hele taget synes det at tilvejebringe en  
15 mod højtrykssiden åben, konisk ringflade ved tætningskanten af være i modstrid med det princip, der gælder for tætninger af indledningsvist nævnte art, da disse tætninger er karakteristiske ved dels en mod højtrykssiden orienteret reces, dels en kileformet spalte på  
20 lavtrykssiden mellem tætningen og den bevægelige maskindel. Den kileformede spalte medfører, at det hydrauliske medium, som er trængt igennem tætningen, slæbes med tilbage til højtrykssiden. En kileformet spalte på højtrykssiden medfører tilsvarende, at det medium,  
25 der skal tættes overfor, slæbes med ud fra højtrykssiden til lavtrykssiden med en højere lækrate til følge. Derfor må det under alle omstændigheder undgås, at der fremkommer en kileformet spalte på højtrykssiden. Som forklaret foroven, har det ikke desto mindre vist sig,  
30 at der netop på grund af materialefortrængninger omkring den spidsvinklede tætningskant kan fremkomme en mod højtrykssiden åben, kileformet spalte, som resulterer i en forøget lækrate, hvorimod der gennem tilvejebringelsen af en ringflade, som med tætningsaksens retning danner en forholdsvis stor vinkel, afværges et sådant medsløb, så at en sådan ringflade ikke er til

skade. Med de sædvanlige værdier for friktionskoefficienten mellem tætningsring og den bevægelige maskindels overflade, kilevinklen  $\gamma$  ved tætningsringen og vinklen  $\beta$  for den skrå påsætningsflade, fås for ringfladens vinkel  $\alpha$  med tætningsaksen en værdi på  $45^\circ$ .

Ringfladens aksiale længde kan andrage ca. 5% af tætningsringens aksiale længde. I praksis egnede længder for ringfladen for normale tætninger er, alt efter tætningsens størrelse, fra 0,1 til 0,8 mm. Disse aksiale længder er i alle tilfælde så små, at den grundliggende effekt af de kendte tætninger, som kan henføres til tætningskantens beliggenhed umiddelbart op til en mod højtrykssiden orienteret reces og den fra tætningskanten udgående kegleflade, der sammen med mod løbsfliden danner en smal, kileformet spalte, bibeholdes.

Opfindelsen forklares nærmere nedenfor under henvisning til det på tegningen viste udførelseseksempel. På tegningen viser

fig. 1 et tværsnit gennem en tætning ifølge opfindelsen,

fig. 2 på skematisk form en anskueliggørelse af, hvordan tætningen skydes på bevægelige maskindels hovedsageligt skrå påsætningsflade,

fig. 3 en detalje ved tætningsens kant i en stærkt forstørret målestok i forhold til det i fig. 2 viste,

fig. 4 et til fig. 3 svarende billede, men hvor tætningsringen er skubbet helt ind på den bevægelige maskindel,

fig. 5 en variant af den i fig. 4 viste anordning,

fig. 6 et billede, som svarer til det i fig. 2 viste, og som anskueliggør påskydningen af tætningen ifølge opfindelsen på den bevægelige maskindel,

fig. 7 den i fig. 6 viste detalje ved tætningskanten i stærkt forstørret målestok, og

fig. 8 et til fig. 7 svarende billede, men hvor tætningen er skubbet helt ind på den bevægelige maskinddel.

Den i fig. 1 viste tætning består af en tætningsring 1 og en koaksialt udenom denne anbragt spændering 2. Tætningsringen 1 består af en sejlastisk plast fremstillet på basis af polytetrafluorethylen, medens spænderingen 2 består af et gummielastisk materiale. Begge ringene er indlagt i en not 3 i en maskinddel 4, der betegnes som værende en stationær maskinddel, da tætningen ikke udfører bevægelser i forhold til denne maskinddel. Den gummielastiske spændering 2 udøver en radialt gående spændekraft på tætningsringen 1, og tætner den tillige i noten 3 i den stationære maskinddel 4. Omkring midten af tætningsringen 1, set i tætningens akseretning, har denne en rundtgående reces 5 på den side, der vender bort fra spænderingen 2. Den af recessen 5 dannede endeflade er vendt mod tætningens højtryksside H. På lavtrykssiden N følger der efter recessen en kegleflade 6, der under en lille keglevinkel åbner sig mod lavtrykssiden N. På overgangsstykket mellem recessen 5's endeflade og keglefladen 6 findes en ringflade 7, der har form af en kegleflade, som åbner sig mod højtrykssiden H, således at der fremkommer en tætningskant 8, hvormed tætningsringen 1 ligger an mod modløbsfladen 9 af en bevægelig maskinddel 10. I forhold til recessen 5's endeflade er tætningskanten 8 forskudt en smule mod lavtrykssiden N, men på trods heraf befinder tætningskanten 8 sig stadig omkring tætningens midte, set i aksial retning, hvor spænderingen 2's tiltrykningskraft har et maksimum.

Den mod højtrykssiden vendende ringflade 7 sikrer, at de kræfter, som under påsætning af den forspændte tætningsring på den bevægelige maskinddel 10 er nødvendige for at udvide tætningsringen, tilføres på

en sådan måde, at der ikke kan forekomme nogen skadelig  
deformering af tætningsringen. For bedre at kunne for-  
stå proceduren under påsætningen af tætningsringen på  
den bevægelige maskindel, beskrives denne procedure  
5 først i forbindelse med en tætning, som tilhører den  
kendte teknik, og som er vist i fig. 1-5. Denne kendte  
tætning udviser ikke ringfladen ifølge opfindelsen.  
Fig. 2 viser skematisk en af en tætningsring 21 og en  
spændering 22 bestående tætning, som befinder sig i  
10 en not 23 i en stationær maskindel 24. Denne tætning  
skal skydes på en bevægelig maskindel 25, der i sin  
ene ende har en hovedsagelig konisk påsætningsflade  
26. Som det fremgår af fig. 2 er tætningsringen 21's  
diameter før påsætningen mindre end den bevægelige ma-  
15 skindel 25's diameter, således at tætningsringen nød-  
vendigvis må udvide sig, når den skydes ind over den  
hovedsagelig koniske påsætningsflade. Da tætningsringen  
21 består af et sejlastisk materiale, finder der her-  
under dels en plastisk, dels en elastisk deformation  
20 sted af tætningsringen 21. Når tætningsringen som vist  
i fig. 2 skydes på den bevægelige maskindel 25 med  
recessen 27 forrest, kommer tætningsringen kun i be-  
røring med den skrå påsætningsflade med tætningskanten  
28, så at alle til tætningsringen 21's udvidelse nød-  
25 vendige kræfter medfører en deformation af tætningsrin-  
gen således som antydnet i fig. 3 med en punkteret linie  
29. Det synes først og fremmest overraskende, at for-  
trængningen af materiale i det væsentlige ytrer sig som  
en udbuling i recessen 27, skønt man egentligt måtte  
30 antage, at en indskydning af den bevægelige maskindel  
25 i tætningsringen 21 ville medføre en medrivning  
af materiale i indskydningsretningen 30. Faktum er  
imidlertid, at spændingsforholdene i materialet i tæ-  
tningsringen omkring tætningskanten 28 er af en sådan  
35 art, at der i det væsentlige finder en udbuling sted i  
recessen 27.

Som anskueliggjort i fig. 4 og 5 medfører udbu-  
 lingen i tætningsringen 21's endeflade 27, at fla-  
 detrykkets maksimum, når tætningsrignen 21 er nået op  
 på den bevægelige maskindel 25's cylindriske modløbs-  
 5 flade, ikke længere er beliggende ved skulderen, men er  
 forskudt herfra i retning af lavtrykssiden. Herved kan  
 der fremkomme en meget spidsvinklet, kileformet spalte  
 31, således som vist i fig. 4, hvis kilevinkel  $\alpha$  er  
 mindre end kilevinklen  $\gamma$  mellem tætningens mod lav-  
 10 trykssiden åbne kegleflade 32 og modløbsfladen på den  
 bevægelige maskindel. Denne kileformede spalte med den  
 lille åbningsvinkel  $\alpha$  giver anledning til et udslip af  
 det medium, der skal tættes for, i større mængder end  
 det, der fra lavtrykssiden kan slæbes tilbage igen til  
 15 højtrykssiden. Herved opstår der en betydelig lækage.  
 En lignende virkning indtræffer også, når der som vist  
 i fig. 5 ganske vist ikke findes nogen tydelig kilefor-  
 met spalte, men hvor fladetrykket mellem tætningsringen  
 21 og den bevægelige maskindel 25 er lig med nul ved  
 20 kanten mod højtrykssiden og stiger som følge af den  
 stedfundne materialefortrængning til et maksimum nær  
 det sted, hvor tætningsringen 21's mod lavtrykssiden  
 åbne kegleflade 32 begynder. Trykfordelingen på têt-  
 ningen er anskueliggjort i fig. 5 ved hjælp af pile  
 25 33.

Dersom tætningen nu ifølge opfindelsen udviser  
 en ringflade 7 mellem keglefladen 6 og recessen 5,  
 tilvejebringes de i fig. 6 - 8 viste forhold. Fig. 6  
 viser igen, ligesom fig. 2, hvordan den i en not 3 i  
 30 den stationære maskindel anbragte tætning skubbes på  
 den bevægelige maskindel 10's påsætningsflade 11.  
 Herved kommer tætningsringen 1 atter til at ligge an  
 mod den hovedsagelig koniske påsætningsflade 11 med  
 tætningskanten 8. Også i dette tilfælde tilføres alle  
 35 de kræfter, som er nødvendige til udvidelse af têt-  
 ningsringen 1, gennem tætningskanten 8. Denne têt-

ningskant befinder sig dog nu mellem den mod lavtryks-  
siden åbne kegleflade og ringfladen 7 og danner med  
sine kantflader en stump vinkel  $\kappa$  indesluttet af  
keglefladen og ringfladen 7. Denne vinkel  $\kappa$  er  
5 valgt således, at den resulterende kraft  $F_{res}$  af nor-  
malkraften  $F_N$  og friktionskraften  $F_R$ , når tætningen  
skydes ind over den bevægelige maskindel 10's hoved-  
sagelig koniske påføringsflade 11, halverer vinkelen  
 $\kappa$  ved tætningskanten.

10 Kaldes vinklen for den hovedsagelig koniske på-  
sætningsflade for  $\beta$ , den under fremstillingen dannede  
vinkel for keglefladen 6 for  $\alpha$ , ringfladen 7's  
vinkel for  $\alpha$  og den til friktionskraften  $F_R$  svarende  
vinkel for  $\rho$ , kan der på grundlag af fig. 7 opstilles  
15 følgende to betingelser:

$$\rho + \kappa / 2 + \gamma \alpha + \beta = 90^\circ \quad \text{og}$$

$$\alpha + \kappa / 2 - \beta - \rho = 90^\circ .$$

20

Heraf fås betingelsen for den optimale vinkel  $\alpha$   
for ringfladen 7:

$$\alpha = 2(\beta + \rho) + \gamma \alpha .$$

25 I forbindelse med tætningen ifølge opfindelsen  
benyttes hensigtsmæssigt en kilevinkel  $\alpha$  på  $7^\circ$ , en  
vinkel, der også sædvanligvis forefindes hos tætninger  
af den i indledningen anførte art. Ligeså er et særligt  
egnet materiale til sådanne tætninger en polytetrafluo-  
30 rethylen, som i forhold til stål som modløbsflade i mid-  
del har en friktionskoefficient  $\mu = 0,07$ . Hertil svarer  
en friktionsvinkel  $\rho = 4^\circ$ . En værdi på  $15^\circ$  for vinklen  
 $\beta$  for den hovedsagelig koniske påsætningsflade har ef-  
terhånden vundet hævd. Med disse betingelser fås en op-  
35 timal størrelse for ringfladen 7's vinkel  $\alpha$ , nemlig:  
 $\alpha = 2(15^\circ + 4^\circ) + 7^\circ = 45^\circ$ . Det er klart, at vinklen  $\alpha$

under andre forhold antager andre værdier og skal opfylde ovennævnte to ligninger.

Det har vist sig, at der med tætningsringe, som har en ringflade 7 med en optimal vinkel  $\alpha$ , under  
5 monteringen forekommer ensidige, plastiske materialefortrængninger, som ikke på nogen måde er skadelige. Der opstår ganske vist, således som vist i fig. 8, efter monteringen en mod højtrykssiden åben, kileformet spalte  $\sigma$ , der dog tilnærmelsesvist er lig med vinklen  
10  $\alpha$  og som følge deraf er meget større end den mod lavtrykssiden åbne kileformede vinkel  $\gamma$ , som indstiller sig efter montagen. Hermed er det atter sikret, at tilbageføringsevnen for den kileformede spalte med den lille vinkel  $\gamma$  overgår dannelsen af smøreoliefilm under  
15 den bevægelige maskindels udadgående bevægelse, således at tætheden ved denne maskindels reciprocerende bevægelse er sikret.

Ringfladen 7's aksiale udstrækning  $a$  er forholdsvis ringe. Den andrager kun nogle få procent af  
20 tætningsringen 1's aksiale udstrækning  $b$ , i det viste udførelseseksempel 5 %. For normalt dimensionerede tætningsringe af denne art er ringfladen 7's aksiale længde  $a$  mellem 0,1 og 0,8 mm. Denne ringe udstrækning er tilstrækkelig til at opnå de foroven anførte  
25 fordelagtige egenskaber ved en tætning ifølge opfindelsen, uden at der gennem den aksiale forskydning af tætningskanten 8 i forhold til recessen 5 ændres ved de grundliggende egenskaber ved tætninger ifølge den kendte teknik, som fører til de kendte gode tætnings-  
30 egenskaber.

#### P A T E N T K R A V

1. Tætning til hydrauliske stempler og stempeltænger med en tætningsring af en sejelastisk plast som  
35 berøringstætning mellem en stationær maskindel, som udviser en ringnot, og en bevægelig maskindel med en ho-

vedsagelig konisk påsætningsflade samt en gummielastisk spændering, der spænder tætningsringen i radial retning og tætner denne i forhold til ringnoten i den stationære maskindel, og hvor der i den rundtgående flade af tætningsringen ved den ende, som vender mod højtrykssiden, findes en mod den bevægelige maskindel vendende reces med en sådan aksial udstrækning, at dens mod højtrykssiden vendte endeflade i det mindste på den nærmest den bevægelige maskindel liggende del er beliggende omkring midten af tætningsens rundtgående flade, og hvor den rundtgående flade regnet fra denne reces og i retning mod lavtrykssiden danner en kegleflade med en lille kilevinkel, så at der mellem recessens endeflade og keglefladen befinder sig en tætningskant, k e n d e t e g n e t ved, at der mellem den kilevinklen dannede kegleflade (6) og recessens (5) endeflade er tilvejebragt en konisk ringflade (7), der med keglefladen (6) danner en stump konisk vinkel  $\kappa$  af en sådan størrelse, at den under påskydning af tætningen ind over den bevægelige maskindels hovedsageligt koniske påsætningsflade (11) med recessens (5) endeflade forrest dannede resulterende kraft  $F_{res}$  af normalkraften  $F_N$  og friktionskraften  $F_R$  i det mindste tilnærmelsesvist halverer tætningsens kantvinkel  $\kappa$ , og at den koniske ringflades aksiale udstrækning er så ringe, at den grundliggende, fra recessen hidrørende virkning af tætningen bibeholdes.

2. Tætning ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at ringfladen (7) danner en vinkel på ca.  $45^\circ$  med tætningsens akse.

3. Tætning ifølge krav 1 og 2, k e n d e t e g n e t ved, at ringfladens (7) aksiale længde (a) andrager ca. 5% af tætningsringens (1) aksiale længde (b).