

(19) **DANMARK**

(10) **DK/EP 1878917 T4**



(12) **Oversættelse af ændret  
europæisk patentskrift**

Patent- og  
Varemærkestyrelsen

- 
- (51) Int.Cl.: **F 16 H 1/48 (2006.01)** **F 03 D 15/00 (2016.01)** **F 03 D 80/00 (2016.01)**
- (45) Oversættelsen bekendtgjort den: **2017-03-13**
- (80) Dato for Den Europæiske Patentmyndigheds bekendtgørelse om opretholdelse af patentet i ændret form: **2016-10-26**
- (86) Europæisk ansøgning nr.: **07013057.0**
- (86) Europæisk indleveringsdag: **2007-07-04**
- (87) Den europæiske ansøgnings publiceringsdag: **2008-01-16**
- (30) Prioritet: **2006-07-12 DE 102006032525**
- (84) Designerede stater: **AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR**
- (73) Patenthaver: **Senvion SE, Überseering 10, 22297 Hamburg, Tyskland**
- (72) Opfinder: **Quell, Peter, Ohldörp 187, 24783 Osterrönfeld, Tyskland**  
**Trede, Alf, Ahrenviöler Weg 20, 25885 Immenstedt, Tyskland**
- (74) Fuldmægtig i Danmark: **Chas. Hude A/S, H.C. Andersens Boulevard 33, 1780 København V, Danmark**
- (54) Benævnelse: **Vindenergianlæg**
- (56) Fremdragne publikationer:  
**DE-C- 837 230**  
**GB-A- 2 074 661**  
**EP-A1- 1 677 032**  
**EP-A2- 1 243 791**  
**E. HAU: 'Windkraftanlagen', Bd. 3, 2003, SPRINGER, BERLIN HEIDELBERG - NEW YORK Seiten 250 - 258-259; 278-279; 280-281; 294-295; 296-297**  
**Bywaters, G., et al.: Northern Power Systems WindPACT Drive Train Alternative Design Study Report; Period of Performance: April 12, 2001 to January 31, 2005, NREL/SR-500-35524, 01 October 2004.DOI: 10.2172/15007774.**  
**U. GIGER ET AL.: 'Leistungsverzweigte Planetengetriebe in Windenergieanlagen mit flexibler Planetenlagerung', 2003, WISSENSCHAFTSVERLAG, MAINZ IN AACHEN**



Opfindelsen angår et vindenergianlæg med en drivstreng, som er lejret via et forreste og et bageste rulleleje og omfatter en rotor, en rotoraksel samt et drev, som inden for sit forreste område er koblet sammen med vindenergianlæggets maskinbæreindretning via en drejningsmomentunderstøtning.

5

Et kendt vindenergianlæg omfatter en rotoraksel, som er lejret i en lejobuk ved hjælp af to rullelejer. Ved sin ene ende er rotorakselen koblet sammen med rotoren og ved sin anden ende med et drev. Et eksempel på et sådant vindenergianlæg kendes fra GB 2074661 A.

10

Et yderligere kendt vindenergianlæg omfatter en ikke drejende bærer-hultap, hvorpå rotoren er drejeligt lejret ved hjælp af to rullelejer. Drivdrejningsmomentet overføres ved hjælp af en koaksialt i hultappen lejret aksel til drevet.

15 Ovenfor beskrevne kendte vindenergianlæg har den ulempe, at rotorakselen inklusive dens lejring og lejobuk henholdsvis bærer-hulakselen er meget tung og desuden meget dyr. Derudover kan der ved disse to kendte vindenergianlæg forekomme spændinger i forbindelse med drivstrengen som følge af fremstillings-tolerancer og under belastning deformation af forbindelseskonstruktionerne.

20

Et yderligere vindenergianlæg er f.eks. kendt fra WO 96/11338 A1. Dette kendte vindenergianlæg har et planetdrev med en i en gearkasse lejret planetbærer, som er forbundet med en drivaksel, hvorved drivakselen er lejret i gearkassen via planetbæreren.

25

Ulempen ved disse kendte vindenergianlæg er for det første, at den totale bøjningsbelastning fra rotoren optages i planettrinnet. Disse har en ufordelagtig indvirkning på drevets brugstid. Derudover er det ved disse kendte vindenergianlæg en ulempe, at demonteringen af de pågældende komponenter ved forekomsten  
30 af en skade i drivstrengen, f.eks. gearret eller et leje, er meget bekostelige og tidskrævende.

Ved et yderligere kendt vindenergianlæg er drivstrengen lejret i området af tårnets hovedflange via en 3-punkts lejring. Ulempen ved dette kendte vindenergianlæg er for det første, at rotoren ved kraftig vind skubbes i retning af drevet eller gearet hvilket medfører, at der forekommer forskydninger i gearets forandring, og disse forskydninger har en uheldig indvirkning på gearets brugstid. Derudover har denne form for rotorlejring den ulempe, at en demontering af gearet uden demontering af rotoren ikke er mulig eller blot er meget dyr. Derudover bliver ved denne lejringstype rotorens bøjningsmomenter ledt ind i gearet via rotorakselen og den fast forbundne planet- eller hulhjulsbærer. Derudover understøttes også drev-vægtmomentet via planetbæreren, hvorved der forekommer yderligere ulemper med hensyn til drevets brugstid.

Formålet med opfindelsen er derfor tilvejebringelsen af et vindenergianlæg, ved hvilket for det første de negative virkninger af de ydre rotorbelastninger på leje- og drevkomponenterne minimeres for på denne måde at forbedre brugstiden. For det andet skal vindenergianlægget være således tildannet, at i tilfælde af en skade i drivstrengen er der mulighed for en enkel og hurtig demontering af de respektive komponenter for på denne måde at sinke herved forekommende reparationsomkostninger.

Dette opnås ved hjælp af et vindenergianlæg, som har de i krav 1's kendetegnende del angive træk.

Vindenergianlægget ifølge opfindelsen omfatter en drivstreng, som er lejret via et forreste og et bageste rulleleje. Drivstrengen omfatter en rotor, en rotoraksel samt et drev eller et gear, som inden for sit forreste område er koblet sammen med vindenergianlæggets maskinbæreindretning via en drejningsmomentunderstøtning.

Ifølge opfindelsen er det bageste rulleleje anbragt inden for området af drejningsmomentunderstøtningen.

Den foreliggende opfindelse medfører som følge af placeringen af det bageste rulleleje inden for området af drejningsmomentunderstøtningen den fordel, at der er mulighed for på enkel måde at foretage en demontering af drevet, da det i forbindelse med den foreliggende opfindelse f.eks. ikke er nødvendigt først at  
5 demontere rotoren.

Derudover skal der ifølge den foreliggende opfindelse f.eks. ikke tilvejebringes noget andet lejehus, da det bageste lejehus er integreret i drejningsmomentunderstøtningen. Dette frembyder den fordel, at rotorlejringsen bliver lettere og også  
10 billigere i forhold til teknikens stade.

Ifølge opfindelsen er drevet tildannet som et enkelt- eller flertrins-planetdrev, hvorved et planettrin omfatter et hulhjul, et planetsæt og en sol. Drevet kan være således tildannet, at ved en demontering af drevet er hulhjulet og planetsættet  
15 indrettet til at kunne frakobles drejningsmomentunderstøtningen som en enhed. Ved et planetsæt skal der forstås en planet- eller hulhjulsbærer sammen med planeterne og komponenterne til planeternes lejrings i planetbæreren. Ifølge en yderligere udførelsesform for opfindelsen kan det også tænkes, at et planettrin er frakobleligt drejningsmomentunderstøtningen som en enhed.

20 Disse udførelsesformer har den fordel, at også herved bliver demonteringen af drevet i tilfælde af skader enklere, hurtigere og dermed billigere. Desuden kan den komplette demontering af planetsættets lejrings i hulhjulet eller endog hele planettrinnet med fordel foregå i et værksted.

25 Ifølge opfindelsen kan hulhjulet være koblet fast sammen med drejningsmomentunderstøtningen. Denne udførelsesform frembyder den fordel, at vægkkræfterne optages via hulhjulet og ikke via planet- eller hulhjulsbæreren, således at drevets forstandinger også på denne måde aflastes.

30 Drivstrengens lejrings foregår inden for området af drejningsmomentunderstøtningen via et momentleje.

Et momentleje frembyder den fordel, at det åbner mulighed for en overføring af aksiale og radiale kræfter samt bøjningsmomenter fra drevvægten. Derudover overføres der ingen rotorbøjningsmomenter til planet- eller hulhjulsbæreren som følge af drivstrengens lejring via et momentleje. Derimod overføres der kun drejningsmomenter. Dette medfører ligeledes den fordel, at fortandinger aflastes i drevet, hvorved også drevets holdbarhed forbedres.

Momentlejet kan smøres ved hjælp af drevets oliekredsløb. Ifølge en yderligere fordelagtig udførelsesform for opfindelsen kan der imidlertid også være tilvejebragt en fedtsmøring. Denne udførelsesform har den fordel, at vindenergilaget også kan rulles ved demonteret drev.

Ifølge yderligere fordelagtige udførelsesformer for opfindelsen er drivstrengen inden for området af den forreste rotoraksel lejret via et fast leje, hvorved det faste leje kan være tildannet vinkelbevægeligt. Drejningsmomentunderstøtningen kan også bestå af ved siden ved drevet anbragte støttearme, som er koblet sammen med lejebukke, som er forbundet med maskinbæreindretningen. Støttearmenes kobling med lejebukkene kan foregå via en elastisk ophængning. Den elastiske ophængning kan realiseres via tværbolte, som via elastomerlejer, f.eks. elastiske bøsninger, er lejret i lejebukkene.

Disse udførelsesformer frembyder den fordel, at spændinger, som skyldes fremstillingstolerancer og deformationer i forbindelse med drivstrengskomponenterne og hermed forbundne strukturer i vindenergianlægget, under belastning lader sig reducere til et minimum.

Ifølge en yderligere fordelagtig udførelsesform for opfindelsen kan tværboltene også være vinkelbevægeligt lejret, f.eks. via vippelejer, i drejningsmomentunderstøtningen.

30

Den vinkelbevægelige lejring af tværboltene i drejningsmomentunderstøtningen har den fordel, at de nævnte spændinger kan reduceres yderligere. Samtidigt

sørges der på denne måde også for en mere ensartet belastning af elastomerlejet. Derudover muliggør det brugen af meget korte rotorakslers og dermed forbundne større vinkelforskydninger af drivstrengen, uden at der herved fremkommer yderligere spænding.

5

I overensstemmelse med en yderligere fordelagtig udførelsesform for den foreliggende opfindelse er den ved drevet værende ende af rotorakselen forsynet med en udvendig fortanding, som er i indgreb med planet- eller hulhjulsbæreren fortanding.

10

Denne udførelsesform for opfindelsen muliggør at rotorakselens drejningsmomenter overføres til planet- eller hulhjulsbæreren ved hjælp af en forbindelse, som let lader sig løsne. Derudover lejres ved hjælp af denne udførelsesform planet- eller hulhjulsbæreren samtidigt, hvorved man kan undvære ellers nødvendige ekstra støttelejer.

15

Ligesom allerede nævnt i forbindelse med omtalen af den kendte teknik kan det i forbindelse med kraftige vindforekomster forekomme, at rotorakselen skubbes i retning af drevet ved hjælp af rotoren, hvorved der kan forekomme uheldige forskydninger i drevets fortanding. Ved den foreliggende opfindelse er drivstrengens lejrings således tildannet, at hvis rotorens udsættes for et skub skubbes hele drevet. Dette medfører den fordel, at spændingerne især inden for området af fortandingerne i drevet reduceres betydeligt ligesom akselbevægelserne kan undgås som følge af det faste leje i drevet, hvorved drevets brugstid øges betydeligt og derudover også eventuelt forekommende reparationsarbejder tydeligt kan reduceres.

20

25

En yderligere fordelagtig udførelsesform for den foreliggende opfindelse indebærer, at rotorakselen kan frakobles det første drevtrin via mindst en skive, som er anbragt på den ved drevet værende rotorakselende. Denne udførelsesform åbner ligeledes med fordel mulighed for en enkel demontering af drevet, hvorved demonteringsarbejdet kan udføres endnu mere enkelt og tilsvarende billigt.

30

Ifølge yderligere fordelagtige udførelsesformer for opfindelsen er skiven forbundet med sin ene side med den ved drevet værende rotorakselende og med sin anden side koblet sammen med drevet, hvorved skiven med fordel til udligningen af forekommende spændinger ved drejningsmomenternes overførsel fra rotorakselen til drevet har mindst et elastisk deformerbart område. Det elastisk deformerbare område kan f.eks. være begrænset ved hjælp af en i skiven tilvejebragt udsparring.

I overensstemmelse med en yderligere udførelsesform for opfindelsen svarer antallet af skivens elastisk deformerbare områder til antallet af planetsættes planeter. Denne udførelsesform for opfindelsen frembyder den fordel, at de optrædende spændinger på denne måde kan overføres symmetrisk til planetbæreren ved overføringen af drejningsmomentet.

Fortrinsvis er det elastisk deformerbare område ifølge en yderligere fordelagtig udførelsesform for opfindelsen begrænset ved hjælp af en spalte, som strækker sig på spiralformet måde omkring skivens rotationsakse. Denne udførelsesform frembyder den fordel, at spændinger, som optræder i radial retning, kan optages. På grund af dette er det endvidere en fordel, at skiven fremstilles af fjederstål, da dette materiale egner sig særlig godt til skivens deformation ifølge opfindelsen.

Derudover er det en fordel, hvis spalten anbringes i skiven ved hjælp af vandstråleskæreprocessen. Denne proces frembyder f.eks. i forhold til laserskæreprocessen den fordel, at materialet under skæreprocessen ikke opvarmes og derved mister sin høje styrke og sine elastiske egenskaber.

Med fordel er der kun én skive til stede til frakoblingerne. Det er imidlertid også tænkeligt, f.eks. hvis skivens tykkelse på grund af f.eks. materialet er begrænset, at tilvejebringe flere parallelt koblede skiver, hvorved det kan være en fordel at anbringe elastisk tildannede skilleplader imellem de enkelte skiver.

Opfindelsen beskrives nærmere nedenfor under henvisning til tegningen, hvor

figur 1 viser en drivstreng 1 i et vindenergianlæg ifølge opfindelsen, set ovenfra og i snit, og

figur 2 en skive til frakobling af rotorakselen fra drevet, set forfra.

5

Drivstrengen 1 består af en ikke vist rotor, en rotoraksel 2 og et planetdrev 3, hvorved rotorakselen 2 er forbundet med rotoren via en rotorakselflange 4.

Drivstrengen 1 er lejret via et forreste rulleleje 5 og et bageste rulleleje 6. Det  
10 forreste rulleleje 5 er indrettet som et vinkelbevægeligt fast leje inden for området af den forreste rotoraksel 2. Det bageste rulleleje 6 er tildannet som et momentleje og anbragt inden for området af en drejningsmomentunderstøtning 7, som kobler planetdrevet 3 sammen med vindenergianlæggets ikke viste maskinbæ-  
reindretning. Momentlejet 6 sikres over for aksiale forskydninger ved hjælp af en  
15 sikringsring 19a og en akselmøtrik 19b.

Planetdrevet 3 består af et hulhjul 10, en planetbærer 11 og en sol 12. I planetbæreren 11 er der via planetlejer 13 lejret planeter 14, som har en udvendig fortanding, som er i indgreb med en i hulhjulet 10 tilvejebragt indvendig fortanding  
20 og en på solen 12 tilvejebragt udvendig fortanding. Derudover er hulhjulet 10 koblet fast sammen med drejningsmomentunderstøtningen 7 via skrueforbindelser 17.

Overføringen af rotorens drejningsmoment sker fra rotorakselen 2 til planetbæ-  
25 reren 11. Hertil har den ved drevet værende rotorakselende 15 en udvendig fortanding 16, som er i indgreb med en i planetbæreren 11 tilvejebragt indvendig fortanding.

Dette arrangement muliggør samtidigt en lejring af planetbæreren. Derudover  
30 støttes planetdrevet via et støtteleje 18. Støttelejet kan opnå en eftergivelse ved hjælp af et elastisk element, f.eks. en O-ring.

På den ved drevet værende side af rotorakselenden 15 findes der endvidere en fikseringsskive 20, som er fastgjort på rotorakselenden via skruer 21. Fikseringsskiven er således tildannet og indrettet, at den fikserer planetbæreren aksialt, således at en forskydning af planetbæreren i aksial retning forhindres.

5

Derudover muliggør skiven en let løsgørelse af rotorakselen 2 fra drevet 3. Til dette formål trækkes solen 12 ud af drevet 3. Derpå løsgøres skruerne 21 og skiven fjernes. Efterfølgende kan hulhjulet 10 og planetbæreren frakobles sammen med planeterne (planetsættet) som en enhed fra drejningsmomentunderstøtningen 7.

10

Alternativt kan planetbærerens fiksering også foregå via et i rotorakselen anbragt rør. Skiven har en åbning med et indvendigt gevind og skrues på røret, som til dette formål har et udvendigt gevind på sin nærmest drevet værende ende. På sin nærmest rotoren værende ende fastspændes røret efterfølgende via skruer. Til demonteringen løsgøres først de skruer, som fastspænder røret og derefter røret, således at planetbæreren ikke længere fikseres aksialt ved hjælp af akselen. Efterfølgende kan solen 12, hulhjulet 10 og planetbæreren sammen med planeterne frakobles drejningsmomentunderstøtningen 7 som en enhed. Ved denne proces skal således drevets (f.eks. planetsættets) følsomme fortandinger ikke demonteres anlægget.

15

20

Drejningsmomentunderstøtningen 7 har støttearme 30, som er anbragt på siden af drevet, og som er koblet sammen med lejbukke 31, som er forbundet med den ikke viste maskinbæreindretning, hvorved støttearmenes 30 kobling med lejbukkene 31 foregår via en elastisk ophængning.

25

Med henblik på den elastiske ophængning er der tilvejebragt tværbolte 32, som er lejret via elastiske bøsninger 33 i lejbukkene. Derudover er tværboltene vinkelbevægeligt lejret i drejningsmomentunderstøtningen 7 ved hjælp af vippelejer 34.

30

Overføringen af drejningsmomentet fra rotorakselen kan i stedet for den udvendige fortanding 16, som er tilvejebragt på den ved drevet værende rotorakselende 15, og som står i indgreb med en i planetbæreren 11 tilvejebragt indvendig fortanding, foregå via en skive 40, som er vist i figur 2. Skivens 40 indretning muliggør ligesom fortandingen imellem rotorakselenden 15 og planetbæreren 11 en let løsgørelse af rotorakselen fra drevets første drevtrin.

Skiven 40 forbindes med den ved drevet værende rotorakselende 15 via borerne 42 og ikke viste skrueforbindelser. Skiven 40 forbindes endvidere med planetbæreren via borerne 43 og ikke viste skrueforbindelser.

Skiven 40 har elastisk deformerbare områder, som er tildannet som spalter 44, som strækker sig på spiralformet måde omkring skivens 40 rotationsakse. Hermed kobles rotorakselen og drevet mekanisk sammen.

15

Som nævnt ovenfor kan skiven fremstilles af fjederstål. Skivens diameter kan som vist i figur 2 være 1640 mm. Maksimalt skal skiven kun omfatte en tykkelse på 150 mm. For det tilfælde at en sådan skivetykkelse ikke er tilstrækkelig kan der kobles flere skiver ind parallelt efter hinanden.

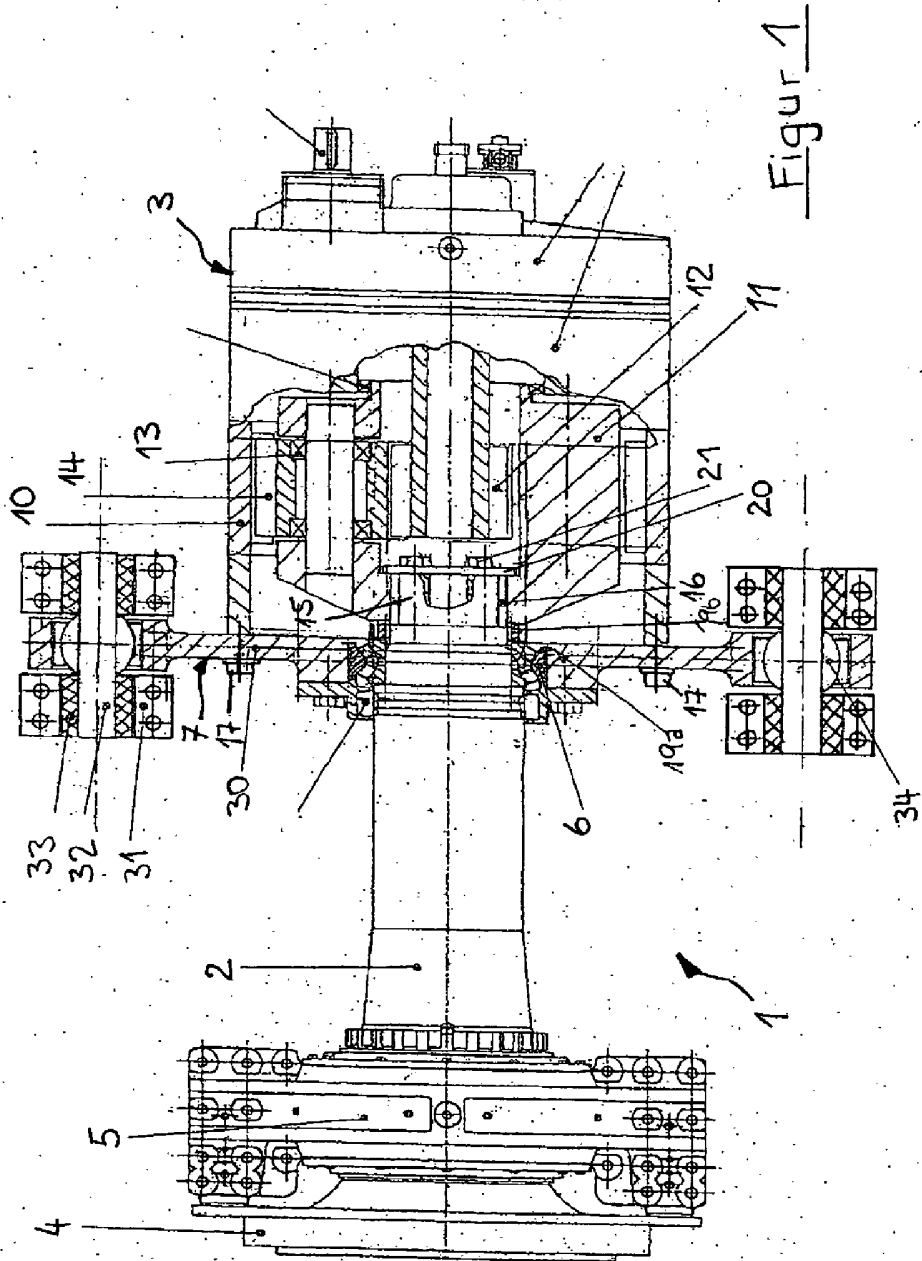
20

**Patentkrav**

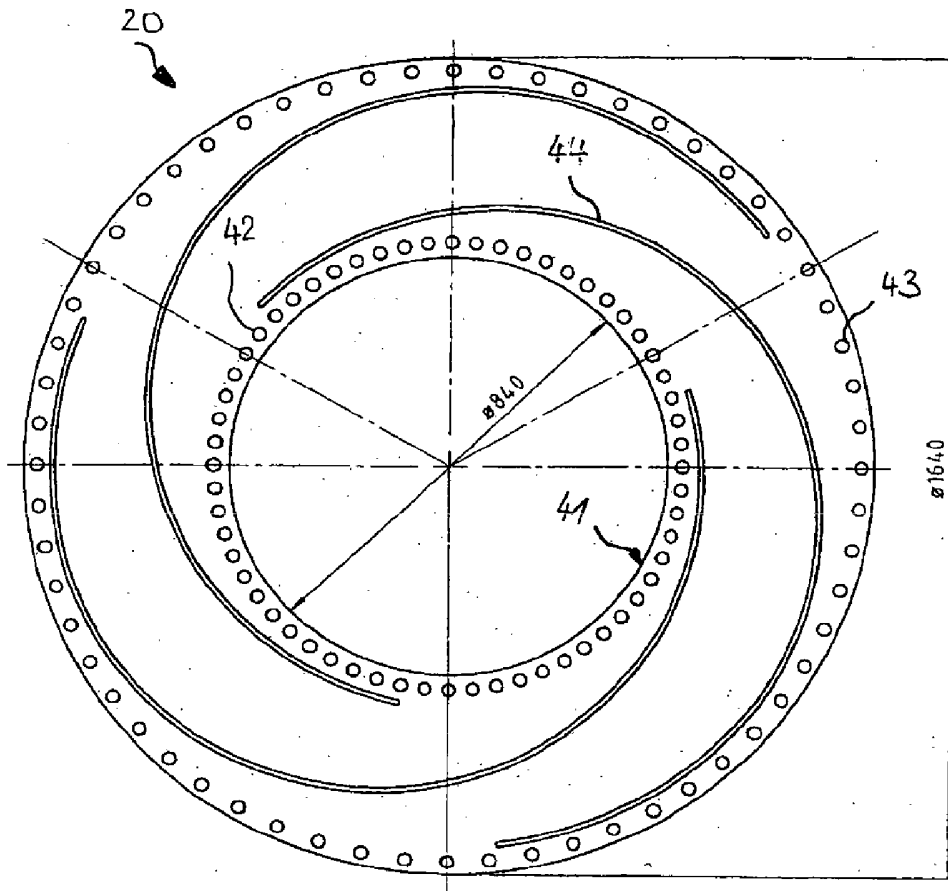
1. Vindenergianlæg med en drivstreng (1), som er lejret via en forreste og et bageste rulleleje (5, 6) og omfatter en rotor, en rotoraksel (2) samt et drev (3),  
5 som inden for sit forreste område er koblet sammen med vindenergianlæggets maskinbæreindretning via en drejningsmomentunderstøtning (7), hvorved det bageste rulleleje (6) er anbragt inden for området af drejningsmomentunderstøtningen (7), hvorved drevet (3) er tildannet som et enkelt- eller flertrins planetdrev, hvorved et planettrin mindst omfatter et hulhjul (10), et planetsæt (11, 13, 14)  
10 samt en sol, **kendetegnet ved**, at hulhjulet (10) er koblet sammen med drejningsmomentunderstøtningen (7), hvorved drivstrengens (1) lejring foregår inden for området af drejningsmomentunderstøtningen (7) via et momentleje (6), hvorved den bageste lejbøsning (6) er integreret i drejningsmomentunderstøtningen (7).
  
- 15 2. Vindenergianlæg ifølge krav 1, **kendetegnet ved**, at drevet (3) er således tildannet, at ved en demontering af drevet (3) er hulhjulet (10) og planetsættet (11, 13, 14) frakobleligt drejningsmomentunderstøtningen (7) som en enhed.
  
3. Vindenergianlæg ifølge krav 1, **kendetegnet ved**, at drevet (3) er således  
20 tildannet, at ved en demontering af drevet (3) er et planettrin frakobleligt drejningsmomentunderstøtningen (7) som en enhed.
  
4. Vindenergianlæg ifølge et af de foregående krav, **kendetegnet ved**, at momentlejets (6) smøring foregår ved hjælp af drevets (3) olie kredsløb.  
25
  
5. Vindenergianlæg ifølge krav 1, **kendetegnet ved**, at momentlejets (6) smøring foregår ved hjælp af fedtsmøring.
  
6. Vindenergianlæg ifølge et af de foregående krav, **kendetegnet ved**, at drivstrengen (1) inden for området af den forreste rotoraksel er lejret via et fast leje  
30 (5).

7. Vindenergianlæg ifølge det foregående krav, **kendetegnet ved**, at det faste leje (5) er tildannet vinkelbevægeligt.
8. Vindenergianlæg ifølge det foregående krav, **kendetegnet ved**, at drejningsmomentunderstøtningen (7) består af på siden af drevet (3) anbragte støttearme (30), som er koblet sammen med lejubukke (31), som er forbundet med maskinbæreindretningen.
9. Vindenergianlæg ifølge det foregående krav, **kendetegnet ved**, at støttearmenes (30) kobling med lejubukkene (31) foregår via en elastisk ophængning.
10. Vindenergianlæg ifølge det foregående krav, **kendetegnet ved**, at den elastiske ophængning foregår via tværbolte (32).
11. Vindenergianlæg ifølge det foregående krav, **kendetegnet ved**, at tværboltene (32) er lejret i lejubukkene (31) via elastomerlejer (33).
12. Vindenergianlæg ifølge et af de foregående krav, **kendetegnet ved**, at tværboltene (32) er vinkelbevægeligt lejret i drejningsmomentunderstøtningen.
13. Vindenergianlæg ifølge et af de foregående krav, **kendetegnet ved**, at den ved drevet værende rotorakselende (15) er forsynet med en udvendig fortanding (16), som er i indgreb med planet- eller hulhjulbærerens (11) fortanding.
14. Vindenergianlæg ifølge et af de foregående krav, **kendetegnet ved**, at rotorakselen (2) er indrettet til at kunne frakobles drevet (3) via mindst en skrue (40), som er anbragt på den ved drevet værende rotorakselende (15).
15. Vindenergianlæg ifølge det foregående krav, **kendetegnet ved**, at skiven (40) på sin ene side er koblet sammen med den ved drevet værende rotorakselende (15) og på den anden side med drevet (3).

16. Vindenergianlæg ifølge det foregående krav, **kendetegnet ved**, at skiven (40) til udligningen af optrædende spændinger ved overføringen af drejningsmomentet fra rotorakselen (2) til drevet (3) omfatter mindst et elastisk deformerbart område.
- 5
17. Vindenergianlæg ifølge det foregående krav, **kendetegnet ved**, at det elastisk deformerbare område er tildannet som en spalte (44), som strækker sig på spiralformet måde omkring skivens (40) rotationsakse.
- 10 18. Vindenergianlæg ifølge et af de to foregående krav, **kendetegnet ved**, at antallet af skivens (40) elastisk deformerbare områder svarer til antallet af planetsættets planeter.
- 15 19. Vindenergianlæg ifølge et af de foregående krav 14 til 18, **kendetegnet ved**, at skiven (40) er fremstillet af fjederstål.
20. Vindenergianlæg ifølge et af de foregående krav 14 til 19, **kendetegnet ved**, at spalten (44) er anbragt i skiven (44) ved hjælp af vandstråleskæreprocessen.



Figur 1



Figur 2