



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2009 000 060 U1** 2009.05.28

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2009 000 060.5**
(22) Anmeldetag: **27.01.2009**
(47) Eintragungstag: **23.04.2009**
(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **28.05.2009**

(51) Int Cl.⁸: **E04H 5/02** (2006.01)
E02D 27/32 (2006.01)
H01L 31/04 (2006.01)

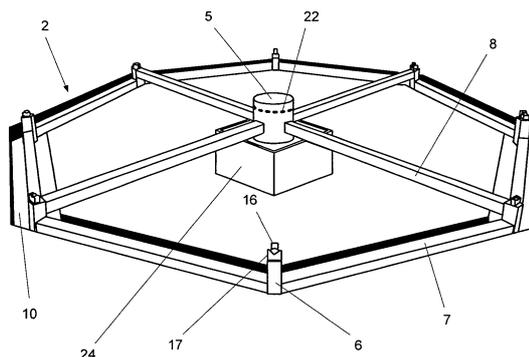
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
InFinita Development GmbH, Zug, CH

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
**Backhaus, M., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 33102
Paderborn**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Fundamentanordnung für eine der Sonne nachführbare Photovoltaikanlage**

(57) Hauptanspruch: Fundamentanordnung für eine der Sonne nachführbare Photovoltaikanlage (1) mit einem bodenfest montierten Fundamenteinbauteil (2), das senkrechte Stützen (6) mit darauf angebrachten Radsätzen (17) besitzt, und einem drehbar gelagerten Grundrahmen (3), der einen kreisförmigen Ring umfasst und auf den Radsätzen (17) abgestützt umlaufen kann, und auf dem ein Trägersystem (4) mit bestückten Solarmodulen (9) montiert ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundrahmen (3) über ein Zentrallager (5) einachsrig zentriert ist, das in der Mitte positioniert ist und über waagerechte Fixierträger (8) mit einigen Stützen (6) verbunden ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung beschreibt eine Fundamentanordnung für eine der Sonne nachführbare Photovoltaikanlage mit einem bodenfest montierten Fundamenteinbauteil, das senkrechte Stützen mit darauf angebrachten Radsätzen besitzt, und einem drehbar gelagerten Grundrahmen, der einen kreisförmigen Ring umfasst und auf den Radsätzen abgestützt umlaufen kann, und auf dem ein Trägersystem mit bestückten Solarmodulen montiert ist.

[0002] Bei nachgeführten Photovoltaikanlagen folgt die Modulfläche im Tagesverlauf dem aktuellen Stand der Sonne, um eine hohe Sonneneinstrahlung zu gewährleisten. Die Drehung der Photovoltaikanlage erfolgt dadurch, dass die Solarmodule auf einem beweglichen Oberteil montiert sind, das auf einem bodenfest montierten Unterteil ruht, wobei das Oberteil durch einen Antrieb bewegt wird. Eine Zentralsteuerung steuert den Antrieb so, dass die Solarmodule dem aktuellen Sonnenstand angepasst werden. Gegenüber einer fest nach Süden ausgerichteten Anlage kann auf diese Weise der Ertrag der Photovoltaikanlage je nach Standort und Solarmodultyp um 30 bis 40% gesteigert werden. Nachführbare Photovoltaikanlagen werden heute überwiegend als zweiachsige Nachführsysteme für Solarmodule angeboten, wobei das Modulfeld häufig auf einem Mast montiert ist und durch Antriebsmotoren bei einer zweiachsigen Nachführung in der horizontalen und vertikalen Achse, bei einer einachsigen Nachführung nur in der horizontalen Achse geschwenkt werden. Nachteilig bei dieser Ausführung ist, dass die Solarmodulfläche bei diesen Mastsystemen auf kleine Flächen (ca. 40 qm) beschränkt ist, und die zentrale Lagerung am Mastarm sich wenig robust gegenüber den bei wechselnden Windböen auftretenden Drehmomenten bewiesen hat. Darüber hinaus ist bei kleinen Nachführeinheiten die Verwendung von Sensoren wirtschaftlich wenig sinnvoll, da die Sensorik bezogen auf die Gesamtinvestition einen verhältnismäßig großen Anteil annimmt.

[0003] Aus der Patentanmeldung EP 1 818 472 A2 ist ein nachführbares Solaranlagegebäude bekannt, bei dem mehrere antreibbare Rollen und mehrere passive Rollen ortsfest auf Stützen montiert sind. Das darauf gelagerte Gebäudeoberteil wird durch eine daran fixierte Rundlaufschiene drehbar geführt.

[0004] Es zeigt sich bei dieser Konstruktion, dass die Zentrierung des beweglichen Oberteiles problematisch ist, da ein bodenfestes Zentrallager fehlt, welches eine zentrische Führung des Oberteiles um die Horizontalachse auch bei hohen Querkräften gewährleistet. Die Führung des Gebäudeoberteiles kann nicht allein über die tragenden Rollen und die Verankerung erfolgen. Stattdessen muss hier eine aufwändige Zentrierung in Form der zusätzlichen

Laufschiene, die unterhalb der Rundlaufschiene angebracht ist, und zusätzlicher Führungsrollen auf den Stützen vorgesehen werden.

[0005] Aus der Patentanmeldung WO 01/90662 A2 ist ein konzentrisches Solarenergiesystem bekannt, das von einem in einer Tragebene angeordneten Grundrahmen getragen ist, wobei das Oberteil drehbar auf einem Unterteil nachgeführt wird. Der Grundrahmen ist mittels Rollen oder Räder auf einer kreisförmigen Bahn drehbar gelagert. Die Rollen sind am Grundrahmen selbst angebracht und die Bahn kann am Boden bzw. einem Fundament angeordnet sein. Es wird erwähnt, dass die Rollen alternativ auch an diskreten Stellen am Boden bzw. an einem Fundament abgestützt werden können. Der Grundrahmen würde dann einen kreisförmigen Ring umfassen, der an den Rollen bzw. Rädern umlaufen kann. Eine detaillierte Ausführung dieser Konstruktion fehlt aber in der Patentschrift.

[0006] Aus der Patentanmeldung EP 1 691 423 A2 ist ein Gestell für ein einachsiges Nachführungssystem bekannt, bestehend aus einem drehbar gelagerten Fahrgestell mit vier Radsätzen, auf den die Solarmodule montiert sind, und einem bodenfest montierten Rundlaufschiensystem mit einem Durchmesser von 5 bis 15 m. Die Solarmodulfläche kann hier mehr als 200 qm betragen. Die Lasten je Radsystem nehmen mit zunehmender Größe überproportional zu. Das führt zu extremen punktuellen Belastungen auf der Schiene sowie auf dem Fundament. Gleichsam würde das Radsystem mit zunehmender Fläche immer größer und exponentiell teurer.

[0007] Es hat sich jedoch gezeigt, dass Rundlaufschiensysteme bei der Montage eine hohe Genauigkeit erfordern. Bei diesen Schienendurchmessern können die Komponenten nicht vorgefertigt geliefert werden, sondern es werden zahlreiche Komponenten vor Ort montiert und positioniert. Daraus resultiert ein hohes Fehlerrisiko. Eine solche Rundlaufschiene wird in der Regel aus gebogenen Kranschiene hergestellt. Diese können aufgrund der hohen Härte nur mit großem Aufwand gebogen werden. Dabei kommt es zu einer Verwindung der Schiene, so dass das Biegen nur auf Sondermaschinen möglich ist. Die Kosten für das Biegen betragen etwa das Dreifache des Materials. Gleichsam kommt es aufgrund der hohen Härte beim Biegen durchaus zum Schienenbruch. Dies alles führt zu hohen Kosten.

[0008] Ein weiterer Hauptnachteil des Schienensystems ist, dass es nicht an die orographischen Eigenschaften des jeweiligen Standortes angepasst werden kann. Jede natürliche Erdoberfläche weist unterschiedliche Höhenstrukturen auf, wie z. B. unregelmäßige Hügel und Hangneigungen des Geländes. Bereits bei einer leichten Neigung des Grundstückes muss eine Terrasse aufwändig angelegt werden, da-

mit die Rundlaufschiene derart waagrecht ausgerichtet werden kann, dass eine Nachführung in der horizontalen Achse möglich ist. Dieser zusätzliche Montageaufwand kostet Geld und Zeit und wird unter Umweltaspekten ungern gesehen. Die bodennah liegende Schiene kann auch leicht durch heruntergefallene Äste oder Vandalismus blockiert werden, wodurch das Photovoltaiksystem nicht mehr dem Sonnenstand rotatorisch nachgeführt werden kann. Das System wird in dieser Fehlersituation gestoppt und es erfolgt keine optimale Ausrichtung der Solarmodule zur Sonne mehr, was eine entsprechende Energieertragseinbuße zur Folge hat.

[0009] Darüber hinaus legt sich Sand, Schnee und Blattwerk auf der Schiene ab, was ebenfalls die Funktionsfähigkeit und Zuverlässigkeit beeinträchtigt. Da die Räder unterhalb des drehbaren Gestells montiert sind, sind diese immer unter Last, so dass eine Justierung der Räder nur schwer möglich ist. Dieses System ist mit vier Radsätzen ausgestattet. Je größer dieses System ausgeführt wird, desto größer die Punktlast auf den Radsätzen, der Schiene und dem Fundament. Dieses hat zur Folge, dass die Radsätze, die Schiene und das Fundament größer und somit teurer werden. Darüber hinaus ist es aufwändig ein rundes Fundament ausheben zu lassen und zu betonieren. Die Montage einer in der Regel mehrteiligen Schiene um einen Mittelpunkt hat erheblichen Messaufwand zur Folge. Wird die Schiene, bzw. deren Befestigungssystem einbetoniert, besteht nach dem Betonieren keine Chance mehr etwaige Fehler zu korrigieren.

[0010] Weiterhin ist aus der Patentanmeldung WO 02/097341 A1 ein Solarkollektorsystem bekannt, das der Sonne nachgeführt wird. Das System besteht aus einem oberen drehbaren Rahmen, der auf einem unteren stationären Rahmen beweglich gelagert ist. Es wird aufgezeigt, dass der untere stationäre Rahmen auf Teleskopbeinen liegt, so dass die Gesamthöhe justiert werden kann. Bei dieser Ausführung ist es jedoch ebenfalls eine hohe Genauigkeit bei der Montage erforderlich, und im laufenden Betrieb sind Störungen durch heruntergefallene Äste, Vandalismus oder Verschleiß durch Sand möglich.

[0011] Es ist Aufgabe der Erfindung eine Fundamentanordnung für eine der Sonne einachsige nachführbare Photovoltaikanlage zur Verfügung zu stellen, mit einem bodenfest montierten Fundamenteinbauteil und einem drehbar gelagerten Grundrahmen, der auf Radsätzen abgestützt umlaufen kann, und auf dem ein Trägersystem mit bestückten Solarmodulen montiert ist, welche die Material- und Montagekosten verringert und insbesondere den Aufwand für das Anlegen von Terrassen vermeidet.

[0012] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruch 1 erfüllt. Ausführungsformen der Erfindung

sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0013] Die erfindungsgemäße Fundamentanordnung setzt sich aus den folgenden drei Komponenten zusammen:

- a) Das Fundamenteinbauteil, das sich aus einem Ringfundament mit senkrechten Stützen zusammensetzt.
- b) Das Zentrallager, das in der Mittelachse der Fundamentanordnung liegt und der Zentrierung des Grundrahmens dient.
- c) Der Grundrahmen, der drehbar ist und direkt auf den Radsätzen des Fundamenteinbauteils liegt, auf dem das Trägersystem für die Solarmodule montiert ist.

[0014] Das Fundamenteinbauteil wird aus Stahlträgern gebildet, die an diskreten Stellen in einem Ringfundament senkrecht positioniert sind, die dann als Stützen für die Radsysteme dienen. Diese Stützen sind mittels weiterer Stahlträger, den Verbindungsträgern, so miteinander verbunden, dass sie stabil aufrecht stehen. Die Verbindungsträger werden oberhalb der Betonschicht des Ringfundamentes zum Montieren des Fundamenteinbauteils eingeschraubt. Nach dem Betonieren des Ringfundamentes können die Verbindungsträger wieder herausgenommen werden und so für die Montage anderer Fundamentanordnungen mehrfach eingesetzt werden.

[0015] Zur Realisierung des vieleckigen Ringfundamentes ist rings um das Zentrallager ein Ringfundamentgraben mit einem Mittendurchmesser von z. B. 16 m und einer Breite von ca. 50 cm je nach Bodenfestigkeit und einer Tiefe von etwa 90 cm vorgesehen. In dem Ringfundamentgraben ist eine Sauberkeitsschicht vorgesehen, damit eine saubere Oberfläche für die Montage des Fundamenteinbauteils entsteht und kein direkter Kontakt zwischen Stahlträger und Erdreich entsteht zur Vermeidung von Korrosion. Darüber hinaus können die Stützen mittels Gewindestangen oder Stellschrauben vor dem Betonieren so in der Höhe ausgerichtet werden, dass danach das Trägersystem absolut waagrecht steht und die geplante Höhe über N. N. erreicht ist.

[0016] Das Zentrallager wird aus einem Stahlrohr mit einem Durchmesser von ca. 80 bis 100 cm je nach Stahlstärke und Material gebildet, das separat fundamementiert ist. In dieses Zentrallager können verschiedene zum Betrieb sinnvolle Technologien installiert werden, z. B. Aktivwertgeber zur Bestimmung der aktuellen Winkelposition sowie z. B. Endschalter. Zur Realisierung des Fundamentes ist eine Fundamentgrube in der Mittelachse der Fundamentanordnung mit einem Durchmesser von ca. 1,5 bis 2 m und einer Tiefe von etwa 90 bis 120 cm je nach Bodenfestigkeit vorgesehen.

[0017] Vorteilhaft kann ein Kellerraum unter dem

Zentrallager angeordnet werden, in dem die Betriebseinrichtungen der Photovoltaikanlage eingebaut sind, wie beispielsweise die EDV-Steuerung für die Nachführung der Anlage und die Wechselrichter. Zum Zweck der Wartung und Instandhaltung der Betriebseinrichtungen ist der Kellerraum mit einem Zugang durch die Nabe ausgestattet. Auf diese Weise sind die Betriebseinrichtungen vor Nässe und gegen Vandalismus geschützt.

[0018] Zur einfachen senkrechten Montage des Zentrallagers ist die Einbringung einer Sauberkeitsschicht in der Grube vorgesehen. Das Zentrallager dient der Führung des Grundrahmens um die Mittelachse des Fundamenteinbauteils. Es bedarf lediglich des Zentrallagers zur Zentrierung des Grundrahmens mit dem Trägersystem für die Solarmodule. Dies ist gegenüber den bekannten Konstruktionen, die Laufschiene und Führungsrollen zur Zentrierung benötigen, ein wesentlicher Vorteil.

[0019] Von einigen senkrechten Stützen führen waagerechte Fixierträger zum Zentrallager, wodurch die Fundamentanordnung um das Zentrallager zentriert wird. Diese Fixierträger liegen oberhalb des Fundamentes, so dass für sie kein Erdaushub erforderlich ist und sie auch nicht betoniert werden müssen. Die Fixierträger sind über Montageplatten mit dem Zentrallager verbunden. Dadurch ist das Zentrallager sicher im Mittelpunkt des Fundamentes zentriert, und große Querkräfte werden so auch vom Zentrallager auf das Ringfundament übertragen, wodurch das Zentrallager entlastet wird.

[0020] Da die Fixierträger höher montiert sind als die Verbindungsträger, geben sie den Stützen während der Montage eine stabile Position und unterstützen somit aktiv die Montagegenauigkeit und Montagesicherheit und reduzieren auch den Zeitaufwand für die Montage. Darüber hinaus ersparen sie umfangreiches Einmessen des Fundamentrahmens zum Mittelpunkt/Zentrallager.

[0021] Durch das Merkmal der Fundamentanordnung die Höhe der Stützen unterschiedlich auszugestalten ist es möglich, auf das Anlegen großflächiger Terrassen für den Standort der Photovoltaikanlage zu verzichten, und damit den Aufwand der Montage nachweislich zu reduzieren. Unebenheiten im Boden bzw. Fundamentgraben und Neigungen des Grundstückes werden so durch die Variierung der Höhe der einzelnen senkrechten Stützen ausgeglichen.

[0022] Anhand der in den unteren Kopfplatten der senkrechten Stützen eingelassenen Gewinde und durch Stellschrauben oder Gewindestangen, welche gegen die Sauberkeitsschicht drücken, sind die Stützen in ihrer Höhe so justierbar, dass sie zueinander in Waage stehen. Durch die Stellschrauben können mehrere Nachführsysteme innerhalb eines Solar-

parks auf gleiche Höhe gebracht werden.

[0023] Sowohl die senkrechten Stützen als auch die Verbindungsträger sind vorgefertigt und sind so am jeweiligen Standort der Photovoltaikanlage segmentweise montierbar. Unabhängig von der kompletten Montage des Fundamenteinbauteils ist ein einzelnes aufgebautes Segment bereits auf eine fehlerfreie Montage prüfbar. Durch diese Beschaffenheit wird in der Praxis eine hohe Genauigkeit bei der Montage bei geringen Kosten für Zeit und Material bei hoher Montagezuverlässigkeit erzielt.

[0024] Für das Ringfundament und das Zentrallagerfundament ist zum Zweck der Betonierung jeweils eine Bewehrung vorgesehen, wobei idealer Weise der Beton in seiner Höhe etwas über der Grünnahe abschließt. Dadurch wird vermieden, dass die im Erdreich vorhandene und für Stahlträger schädliche Erdsäure mit den Stützen in Kontakt kommt und langfristig Korrosionsschäden entstehen. Gleichsam hat eine leichte Erhöhung des Betons über der Grünnahe zur Folge, dass der innere Bereich z. B. mit Vlies und Kies ausgefüllt werden kann. Dieser verhindert das Entstehen von Unkraut. Somit bleibt der Innenbereich der Fundamentanordnung unversiegelt, wodurch das Maß der baulichen Nutzung gering gehalten wird, und es entsteht ein attraktives Gesamtbild. Insgesamt schauen dann alle Stützen mit den Rad-sätzen und das Zentrallager mit den waagerechten Fixierträgern heraus.

[0025] Anhand der in den unteren Kopfplatten der senkrechten Stützen eingelassenen Gewinde und durch Stellschrauben sind die Stützen in ihrer Höhe justierbar. Um die richtige Höhe sehr genau und in einfacher Weise einstellen zu können, ist ein markierter Ring am Zentrallager vorgesehen, wobei mittels einer auf den senkrechten Stützen aufgelegten Laserwaage die Höhe der Stützen derart justierbar ist, dass der waagerechte Laserstrahl den Markierungsring kongruent trifft.

[0026] Sofern es die Bodenstruktur erforderlich macht, besteht die Möglichkeit im Untergrund des Fundamentes zusätzliche Fundamentsäulen zu installieren, z. B. als Rüttelstopfsäulen, Schotterstopfsäulen, Holz- oder Betonpfähle. Die im Ringfundament installierten senkrechten Stützen bieten eine ideale Möglichkeit zur Aufnahme von Kräften für diese Fundamentsäulen. Dadurch wird sichergestellt, dass auch bei schwierigen Bodenverhältnissen die Standsicherheit der Photovoltaikanlage gewährleistet ist.

[0027] Die Konstruktion des Grundrahmens aus gebogenen vorgefertigten Stahlträgern (z. B. Doppel-T-Träger) ermöglicht es, dass er am Standort der Photovoltaikanlage zu einem kreisförmigen Ring zusammensetzbar ist. Durch ein Speichensystem fi-

xiert, wird der Grundrahmen um das Hauptlager gedreht. Da die Kräfte nunmehr nicht durch vier, sondern durch mehrere Radsysteme aufgenommen werden, kann mit Standardstählen gearbeitet werden. Diese Stahlträger sind leicht und ohne Sondermaschinen zu biegen, und die Kosten für das Material verringern sich. Dadurch wird eine massive Rundlaufschiene aus teurem Walzstahl komplett eingespart. Der Grundrahmen bildet gleichzeitig die Lauffläche, auf welchem das Trägersystem auf den Radsätzen des Fundamentes gefahren wird.

[0028] Auf den senkrechten Stützen des Ringfundamentes sind die Radsätze an den dafür vorgesehenen Montageflanschen montiert. Diese Radsätze beinhalten neben dem Rad auch die Radlager und eine Befestigungsanordnung. Der Grundrahmen mit dem darauf montierten Trägersystem bildet einen kreisförmigen Ring, der direkt auf diesen Radsätzen liegt und drehbar geführt wird, wodurch die Stützen das Gewicht der Photovoltaikanlage aufnehmen. Die Radsätze sind für erschwerte Umweltbedingungen und für das Tragen von großen Lasten bei geringen Fahrgeschwindigkeiten und hohen Stillstandzeiten für den Rundlauf ausgelegt. Die Radlager sind als selbstschmierende Wälzlager bzw. Pendelrollenlager ausgeführt und mit einer Lebensdauerschmierung ausgestattet. Das Rad mit den Radlagern ist wiederum in einem Radblock untergebracht, der dann auf einem der Stützen montiert wird.

[0029] Um Querkräfte auf dem Radlager zu vermeiden sind diese in der Höhe und dem Winkel genau mittig auszurichten. Dazu dienen unterhalb der Radsätze vorgesehene Bohrungen/Gewindebohrungen. Um den Mittelpunkt und die richtige Höhe leicht zu finden ist am Zentrallager ein markierter Ring vorgesehen. So kann mittels einer auf den senkrechten Stützen aufgelegten Laserwaage die Höhe und der Winkel der Radsysteme zum Mittelpunkt genauestens justiert werden, indem der waagerechte Laserstrahl den Markierungsring kongruent trifft.

[0030] Das Rad ist als Kegelstumpf mit einem konusförmigen Verlauf des Radprofils ausgeführt, mit einem kleinen Winkel zwischen dem Radprofil und der Radachse. Das konusförmige Radprofil hat aufgrund der Rollradiendifferenz zwischen dem äußeren Rollradius und dem inneren Rollradius den Vorteil hoher Laufstabilität. Dabei bewirkt der größere äußere Rollradius einen langsameren Lauf und der kleinere innere Rollradius bewirkt einen schnelleren Lauf, woraus eine unterschiedliche Drehmomentübertragung zwischen der inneren und der äußeren Seite des Radreifens resultiert. Diese Eigenschaft der Radkonstruktion, auch benannt als äquivalente Konizität, optimiert zum einen das Laufverhalten des Grundrahmens und auch zum anderen eine zwangsweise Drehbewegung um das Hauptlager. Die schmale Berührungsfläche zwischen dem Rad und dem Grund-

rahmen führt aber zu einem hohen Verschleiß des Rades und der Lauffläche des Grundrahmens. Aus diesem Grund ist der Radsatz mit einem kleinen Winkel auf dem senkrechten Träger montiert, wobei der Winkel durch zwei Stellschrauben und über in die obere Kopfplatte der Stütze eingelassene Langlöcher justierbar ist. Somit ergibt sich eine formstabile geometrische Rad-Grundrahmen-Paarung, die eine gute Laufstabilität ausweist bei geringen Querkräften auf die Lager, hoher Zuverlässigkeit und geringem Verschleiß.

[0031] An den Montageflanschen der Stützen ist auch jeweils eine Abhebesicherung innen oder außen montiert, die sicherstellen, dass der Grundrahmen bei extremen Windlasten vor dem Abheben gesichert ist. Diese Montageflansche lassen sich im Fall einer Havarie austauschen.

[0032] An einer der senkrechten Stützen ist der Antrieb montiert. Der Antrieb besteht aus einem elektrischen Motor und einem Getriebe, wobei sich an der Ausgangswelle des Getriebes ein Kettenrad befindet. Das Kettenrad wird von einer Kette umschlungen, welche um den Grundrahmen installiert ist. Sobald der starr installierte Antrieb angesteuert wird, wird das Antriebsmoment des Motors durch das Kettenrad auf den Grundrahmen übertragen, und der Grundrahmen mit dem darauf montierten Trägersystem fährt auf den Radsätzen und wird dabei vom Zentrallager geführt. Dabei wird die Temperatur des Motors, dessen Stromaufnahme sowie die Drehzahl von einer EDV-Steuerung überwacht, um etwaige Störungen von der Steuerung der nachführbaren Photovoltaikanlage automatisch erkennen zu lassen. Die Kettenspannung kann durch einen Druckmesser überwacht werden, wodurch eine zu geringe Kettenspannung sowie ein Reißen oder Abspringen der Kette rechtzeitig von der Steuerung identifizierbar sind.

[0033] Das Trägersystem besteht aus einer Stahlkonstruktion, bestehend aus vertikalen Doppel-T-Trägern oder Rundrohren und horizontalen Pfetten, auf der die Solarmodule angeordnet sind. Das Trägersystem ist so geneigt, dass die Solarmodule optimal zur Sonne ausgerichtet sind. Dies liegt für den 45. bis 55. Breitengrad bei 30° Neigung. Durch Einsatz der erfindungsgemäßen Fundamentanordnung kann die Anlage mit Solarmodulen mit einer Gesamtfläche von 200 qm bis zu 1000 qm ausgestattet werden, die der Sonne nachgeführt werden.

[0034] Die Vorteile der Erfindung sind in jedem der Untersysteme, als auch in der Verbindung der Systeme zueinander zu finden. Durch die vorgefertigten Komponenten und die Fixierträger erfolgt die Montage des Fundamentsystems vollkommen ohne Messsysteme und kann somit kostengünstig von einfachem Personal montiert werden, ohne das die Gefahr

besteht, dass das System rund wird oder das Hauptlager nicht zentrisch ist.

[0035] Besonders vorteilhaft ist, dass die Lauffläche des Grundrahmens nach unten zeigt. Dadurch ist sie immer sauber, die Lauffläche ist nicht sichtbar und sieht auch dann noch attraktiv aus, wenn sich erste Nutzungsspuren gebildet haben. Insgesamt gewährleistet eine nach unten gerichtete Lauffläche eine sichere und gleichmäßige Fahrweise. Eine Fehlfunktion, wie z. B. Blockierung durch Äste, Eis, Schnee, Sand oder Vandalismus, wird durch dieses Bauprinzip ausgeschlossen, so dass die Photovoltaikanlage jederzeit genau und zuverlässig dem optimalen Sonnenstand nachgeführt wird und dadurch der maximalen Energieertrag erwirtschaftet werden kann.

[0036] Auch die Möglichkeit, die Höhe der senkrechten Stützen variieren zu können, ist vorteilhaft. So kann je nach Standort bei meteorologisch bedingten vermehrten Schneefall der Abstand zwischen der Unterkante der Solarmodule und dem Fundament im Boden vergrößert werden, so dass sich kein so großer Schneeberg vor dem Trägersystem mit den Solarmodulen aufbaut, dass er die untere Modulreihe berührt.

[0037] Das Biegen von Standard-Stahlträgern, die optimaler Weise ein spiegelgleiches Profil haben lassen sich kostengünstig mit hoher Genauigkeit und ohne Sondermaschinen fertigen. Durch die Montage vor Ort ist bei einer Teilung des Grundrahmens in mehrere Elemente ist der Durchmesser beliebig gestaltbar.

[0038] Wird der Grundrahmen als U-Profil oder Doppel-T-Profil ausgeführt, bietet er eine gute Möglichkeit zur Führung eine Kette oder einen Zahnriemen aufzunehmen. Die Kette oder der Zahnriemen liegen dann gut geschützt innerhalb des Profils.

[0039] Durch Einsatz der erfindungsgemäßen Fundamentanordnung kann die Anlage mit Solarmodulen mit einer Gesamtfläche von 200 qm (z. B. 20 m breit und 10 m hoch) und größer ausgestattet werden, um der Sonne nachgeführt zu werden. Einzig von der Anzahl der Stützen und Radsysteme sowie dem Durchmesser des Grundrahmens ist es abhängig, wie groß die Fläche ist, auf denen Solarmodule montiert werden können.

[0040] Vorteilhaft ist auch, dass das Fundamenteinbauteil, der Grundrahmen und das Trägersystem mit den Solarmodulen aus mehreren vorgefertigten und vormontierten Modulen zusammensetzbar sind. So sind die Module leicht zum Standort transportierbar und können dort durch Montage mit hoher Genauigkeit und geringem Fehlerrisiko zusammengesetzt werden.

[0041] Durch die Verwendung von Standard-Trägern kann das gesamte System ohne Sondermaschinen in denjenigen Regionen/Ländern gefertigt werden, wo er errichtet wird. Dadurch wird der Transportaufwand und somit die Gesamtkosten minimiert.

[0042] Eine Ausführungsform der Erfindung ist beispielhaft in den Figuren dargestellt.

[0043] [Fig. 1](#) zeigt die Komponenten des Fundamenteinbauteils von oben

[0044] [Fig. 2](#) zeigt eine senkrechte Stütze mit Radsatz und mit Abhebesicherung von innen

[0045] [Fig. 3](#) zeigt eine senkrechte Stütze mit elektrischen Antrieb und Antriebskette in seitlicher Sicht

[0046] [Fig. 4](#) zeigt die Komponenten des Radsatzes im Querschnitt

[0047] [Fig. 5](#) zeigt die Komponenten des Trackersystems mit Solarmodulen von vorne

[0048] [Fig. 6](#) zeigt das Trackersystem als Querschnitt in seitlicher Sicht

[0049] [Fig. 7](#) zeigt die Komponenten des Trackersystems ohne Solarmodule von vorne

[0050] In [Fig. 1](#) sind die wesentlichen Komponenten des Fundamenteinbauteils **2** im Ringfundament **10** mit dem Zentrallager **5** im Mittelpunkt in Draufsicht gezeigt. Zuerst wird das Zentrallager **5** im Mittelpunkt der Anordnung montiert und betoniert, so dass der Mittelpunkt fest determiniert ist. Unter dem Zentrallager **5** ist der Kellerraum **24** angeordnet, in dem beispielsweise die EDV-Steuerung für die Nachführung der Photovoltaikanlage installiert ist. Danach erfolgt die Anbringung der waagerechten Fixierträger **8** zwischen dem Zentrallager **5** und einigen senkrechten Stützen **6**. Anschließend wird das Fundamenteinbauteil **2** aus den senkrechten Stützen **6** und den Verbindungsträgern **7** zusammengesetzt. Die Verbindungsträger **7** werden jeweils zwischen zwei Stützen **6** eingeschraubt, so dass sie oberhalb der Betonschicht des Ringfundamentes **10** liegen. Diese vom Mittelpunkt ausgehende Bauweise stellt bereits bei der Montage sicher, dass das Fundamenteinbauteil **2** zentrisch um das Zentrallager **5** montiert und fixiert wird. Es muss nicht, wie bei anderen Systemen, nach der Montage eines Ringfundamentes der Mittelpunkt gesucht werden. Nach der Armierung und Betonierung des Ringfundamentes **10** können so die Verbindungsträger **7** herausgeschraubt und bei einer anderen Montage wiederverwendet werden.

[0051] Auf allen Stützen **6** ist je ein Radsatz **17** und eine Abhebesicherung **16** montiert. Das Zentrallager **5** weist darüber hinaus einen Markierungsring **22** auf,

zur Ausrichtung der höhenverstellbaren Stützen **6** mittels eines Laserstrahles.

[0052] In [Fig. 2](#) ist eine senkrechte Stütze **6** mit montierten Radsatz **17** und montierter Abhebesicherung **16** dargestellt. Die Abhebesicherung **16** kann innen oder außen befestigt werden. Die senkrechte Stütze **6** ist über die Verbindungsträger **7** mit den anderen Stützen **6** zum Montieren verbunden. Der Grundrahmen **3** dreht sich auf den Radsätzen **17** rotatorisch und wird durch die Abhebesicherung **16** vor dem Abheben bei extremen Windlasten gesichert. Durch die eingelassenen Gewindebohrungen **23** in der unteren Kopfplatte der senkrechten Stütze **6** ist eine Justierung der Höhe möglich.

[0053] In [Fig. 3](#) ist die senkrechte Stütze **6** mit montiertem Antrieb **13** und der Antriebskette **12** am Grundrahmen **3** gezeigt. An der senkrechten Stütze **6** ist ein Fixierträger **8** zum Zentrallager montiert. Der Grundrahmen **3** dreht sich auf den Radsätzen **17** und wird dabei durch einen elektrischen Motor **15** mit Getriebe **14** über ein Kettenrad nebst Umlenkrollen angetrieben. Eine Kette **12** umspannt den Grundrahmen **3** und umschlingt das Kettenrad der Ausgangswelle des Getriebes **14**, wodurch das Antriebsmoment vom Motor **15** auf den Grundrahmen **3** übertragen wird. Die Drehgeschwindigkeit wird dabei durch die Übersetzung des Getriebes sowie durch einen Frequenzumrichter bestimmt.

[0054] In [Fig. 4](#) sind die wesentlichen Komponenten des Radsatzes **17** im Querschnitt dargestellt. Der Radsatz **17** setzt sich aus der Radachse **19** und dem Radreifen **18** zusammen, wobei der Radreifen über Wälzlager oder Pendelrollenlager auf der Achse installiert ist. Der Radsatz **17** ist auf dem Montageflansch **21** der senkrechten Stütze **6** montiert, und über die Stellschrauben **20** in der Neigung einstellbar. Zur optimalen Justierung weist der Montageflansch **21** und die obere Kopfplatte der senkrechten Stütze **6** Langlöcher auf. Durch die Justierung der Neigung des Radsatzes **17** wird eine maximale Berührungsfläche genau senkrecht zum Zentrallager zwischen dem Grundrahmen **3** und dem konischen Profil des Radreifens **18** eingestellt, so dass ein minimaler Verschleiß des Rades und des Grundrahmens **3** auftritt.

[0055] In [Fig. 5](#) sind die wesentlichen Komponenten der Photovoltaikanlage **1** mit den Solarmodulen **9** dargestellt, die einachsiger horizontal der Sonne nachgeführt wird:

- a) Das Fundamenteinbauteil **2**, das sich aus einem Ringfundament **10** mit senkrechten Stützen **6** zusammensetzt, die in dem Ringfundament **10** um das Zentrallager **5** bodenfest installiert wird.
- b) Der Grundrahmen **3**, der sich auf den Radsätzen dreht und durch das Zentrallager **5** zentriert ist.
- c) Das Trägersystem **4**, das auf dem Grundrah-

men **3** montiert ist und mit Solarmodulen **9** bestückt ist.

[0056] Das Photovoltaikanlage **1** wird der Sonne nachgeführt, indem der Grundrahmen **3** durch einen am Fundamenteinbauteil **2** installierten elektrischen Antrieb **13** in Bewegung gesetzt wird.

[0057] In [Fig. 6](#) ist die Photovoltaikanlage **1** im Querschnitt und in seitlicher Sicht dargestellt, einschließlich der optional einbringbaren Fundamentsäulen **11**. Zur Montage der Photovoltaikanlage **1** wird im Boden zuerst die Fundamentgrube für das Zentrallager **5** ausgehoben und das Zentrallager montiert. Dadurch sind die Position und die Höhe des Trackersystems definiert.

[0058] Danach wird ein geschlossener vieleckiger Ringfundamentgraben **10** um das Zentrallager **5** ausgehoben, in dem die senkrechten Stützen **6** montiert werden. Überirdisch montierte waagerechte Fixierträger **8** fixieren das Zentrallager **5**. Zur Erhöhung der Standsicherheit können zusätzliche Fundamentsäulen **11** unter dem Stützen **6** und unter dem Ringfundament **10** installiert werden. Zuletzt werden die Fundamente armiert und betoniert. Der Grundrahmen **3** lagert drehbar auf den Radsätzen **17** der Stützen **6** und wird dabei durch das Zentrallager **5** zentriert. Danach wird das Trägersystem **4** auf dem Grundrahmen **3** montiert und die Solarmodule **9** montiert.

[0059] In [Fig. 7](#) sind die wesentlichen Komponenten der Photovoltaikanlage **1** ohne Solarmodule dargestellt. Vom Fundamenteil sind die herausragenden senkrechten Stützen **6** mit den darauf montierten Radsätzen **17** sichtbar. Einige Stützen **6** werden mit den waagrecht installierten Fixierträgern **8** am Zentrallager **5** verbunden. Auf den Grundrahmen **3**, der sich auf den Radsätzen **17** dreht und durch das Zentrallager **5** zentriert ist, wird das Trägersystem **4** bestehend aus Doppel-T-Trägern und Pfetten montiert.

Bezugszeichenliste

| | |
|-----------|---------------------|
| 1 | Photovoltaikanlage |
| 2 | Fundamenteinbauteil |
| 3 | Grundrahmen |
| 4 | Trägersystem |
| 5 | Zentrallager |
| 6 | Stütze |
| 7 | Verbindungsträger |
| 8 | Fixierträger |
| 9 | Solarmodul |
| 10 | Ringfundament |
| 11 | Fundamentsäule |
| 12 | Kette, Riemen |
| 13 | Antrieb |
| 14 | Getriebe |
| 15 | Motor |
| 16 | Abhebesicherung |

- 17 Radsatz
- 18 Radreifen
- 19 Radachse
- 20 Stellschraube
- 21 Montageflansch
- 22 Markierungsring
- 23 Gewinde
- 24 Kellerraum

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 1818472 A2 [[0003](#)]
- WO 01/90662 A2 [[0005](#)]
- EP 1691423 A2 [[0006](#)]
- WO 02/097341 A1 [[0010](#)]

Schutzansprüche

1. Fundamentanordnung für eine der Sonne nachführbare Photovoltaikanlage (1) mit einem bodenfest montierten Fundamenteinbauteil (2), das senkrechte Stützen (6) mit darauf angebrachten Radsätzen (17) besitzt, und einem drehbar gelagerten Grundrahmen (3), der einen kreisförmigen Ring umfasst und auf den Radsätzen (17) abgestützt umlaufen kann, und auf dem ein Trägersystem (4) mit bestückten Solarmodulen (9) montiert ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundrahmen (3) über ein Zentrallager (5) einachsigt zentriert ist, das in der Mitte positioniert ist und über waagerechte Fixierträger (8) mit einigen Stützen (6) verbunden ist.

2. Fundamentanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere senkrechte Stützen (6) an diskreten Stellen in einem vieleckigen oder runden Ringfundament (10) abgestützt sind und mit Verbindungsträgern (7) zum Montieren zusammengesetzt werden.

3. Fundamentanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe der senkrechten Stützen (6) variierbar ist, so dass Unebenheiten im Boden und Neigungen des Grundstückes ausgeglichen werden.

4. Fundamentanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass rings um das Zentrallager (5) ein vieleckiger oder runder Ringfundamentgraben ausgehoben wird, in das eine Sauberkeitsschicht eingebracht wird, auf der das Fundamenteinbauteil (2) montiert wird, und das abschließend armiert und betoniert wird, wobei der Innenbereich nicht versiegelt wird.

5. Fundamentanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erhöhung der Standsicherheit unter den Stützen (6) und dem Ringfundament (10) Fundamentsäulen (11) eingebracht sind.

6. Fundamentanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Fundamentsäulen (11) als Stopfsäulen oder Pfähle ausgeführt sind.

7. Fundamentanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zentrallager (5) separat fundamementiert wird.

8. Fundamentanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass unter dem Zentrallager (5) ein Kellerraum (24) angeordnet ist, in dem Betriebseinrichtungen der Photovoltaikanlage (1) eingebaut sind.

9. Fundamentanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe der senkrech-

ten Stützen (6) mittels einer Laserwaage an einem Markierungsring (22) des Zentrallagers (5) ausgerichtet wird.

10. Fundamentanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Zentrallager (5) einen Markierungsring (22) aufweist, durch den die senkrechten Stützen (6) mittels eines Laserstrahls justierbar sind.

11. Fundamentanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die senkrechten Stützen (6) eine untere Kopfplatte mit eingelassenen Gewinde (23) und Stellschrauben aufweisen, mit denen die Höhe der Stützen justierbar ist.

12. Fundamentanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an den senkrechten Stützen (6) eine Abhebesicherung (16) innen oder außen montiert ist, die das Abheben des Trägersystems (4) verhindern.

13. Fundamentanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an einer der senkrechten Stützen (6) ein Antrieb (13) montiert ist, wodurch der Grundrahmen (3) des Trägersystems (4) angetrieben wird.

14. Fundamentanordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb (13) einen elektrischen Motor (15) und ein Getriebe (14) aufweist.

15. Fundamentanordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundrahmen (3) mit einer Antriebskette (12) oder Zahnriemen bzw. Scharnierbandkette umspannt ist, über die mittels des Motors (15) und des Getriebes (14) der Grundrahmen nachgeführt wird.

16. Fundamentanordnung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebskette (12) oder Zahnriemen bzw. Scharnierbandkette mit einem Druckmesser ausgestattet ist, wodurch eine zu geringe Kettenspannung oder ein Abspringen bzw. Reißen der Kette oder des Riemens identifizierbar ist.

17. Fundamentanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundrahmen (3) aus gebogenen Stahlträgern besteht.

18. Fundamentanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Radsätze (17) mit selbstschmierenden Wälzlagern für die Radlager ausgestattet sind, die eine Lebensdauerschmierung aufweisen.

19. Fundamentanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Radsätze (17) mit einem Radreifen (18) ausgestattet sind, der als Kegel-

stumpf mit einem konusförmigen Profil ausgeführt ist,

20. Fundamentanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die senkrechten Stützen (6) eine obere Kopfplatte mit eingelassenen Langlöchern und Stellschrauben (20) aufweisen, mit denen der Winkel der Radachse (19) des Radreifens (18) justierbar ist.

21. Fundamentanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die senkrechten Stützen (6) wie auch die Verbindungsträger (7) aus Doppel-T-Trägern oder Vierkantrohren bestehen.

22. Fundamentanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass am Standort der Photovoltaikanlage (1) das Trägersystem (4) auf den Grundrahmen (3) montiert wird und die Solarmodule (9) auf dem Trägersystem (4) montiert werden.

23. Fundamentanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersystem (4) aus Stahlträgern und Pfetten besteht.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

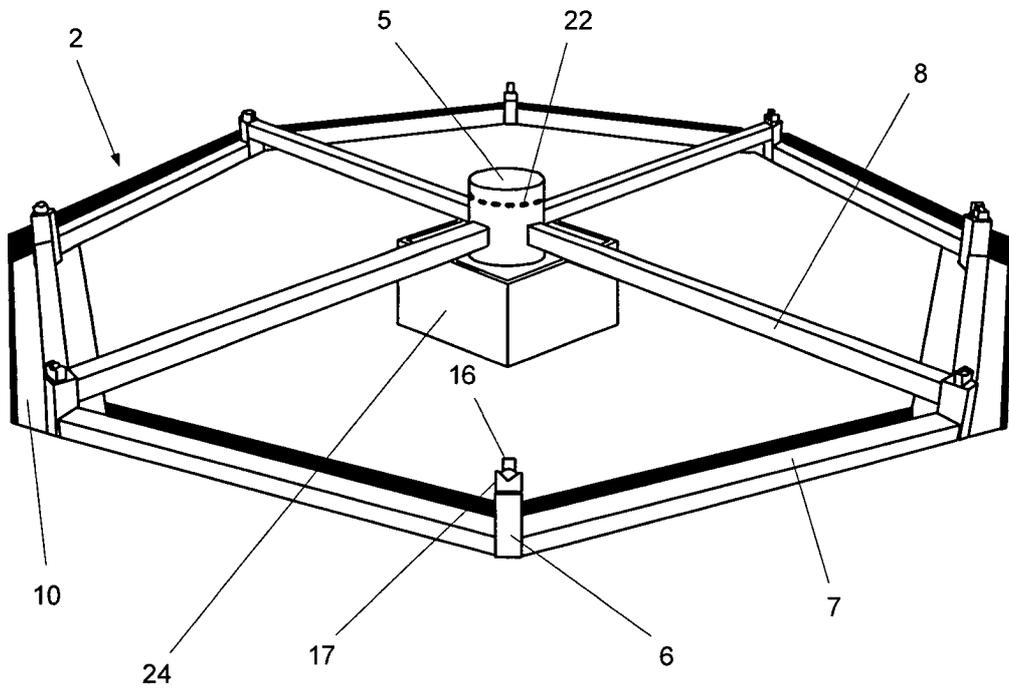


Fig. 2

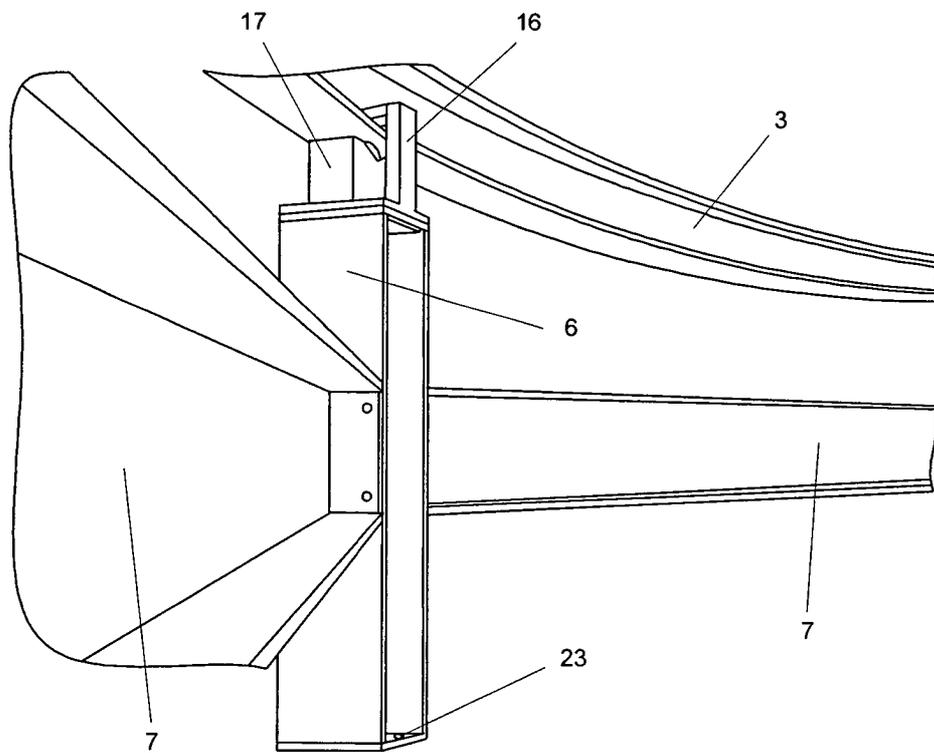


Fig. 3

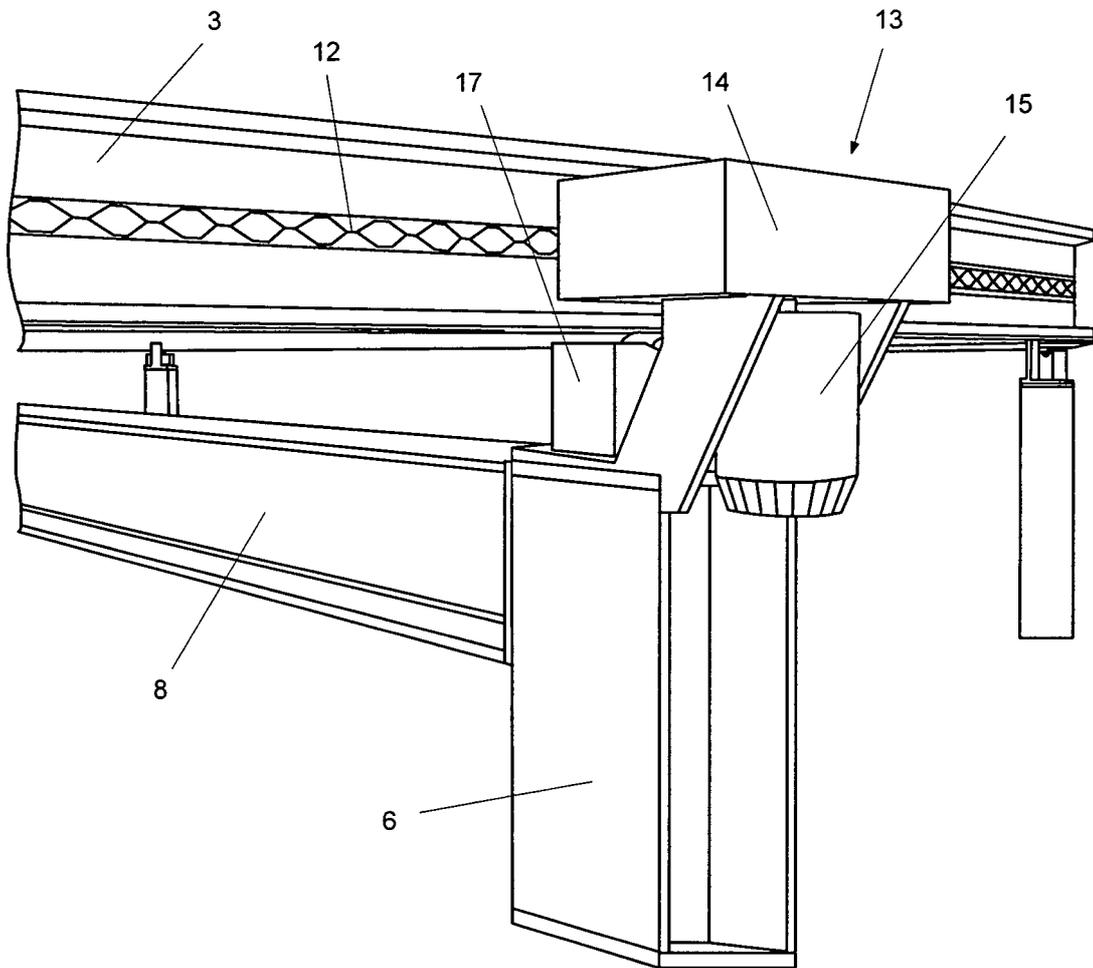


Fig. 4

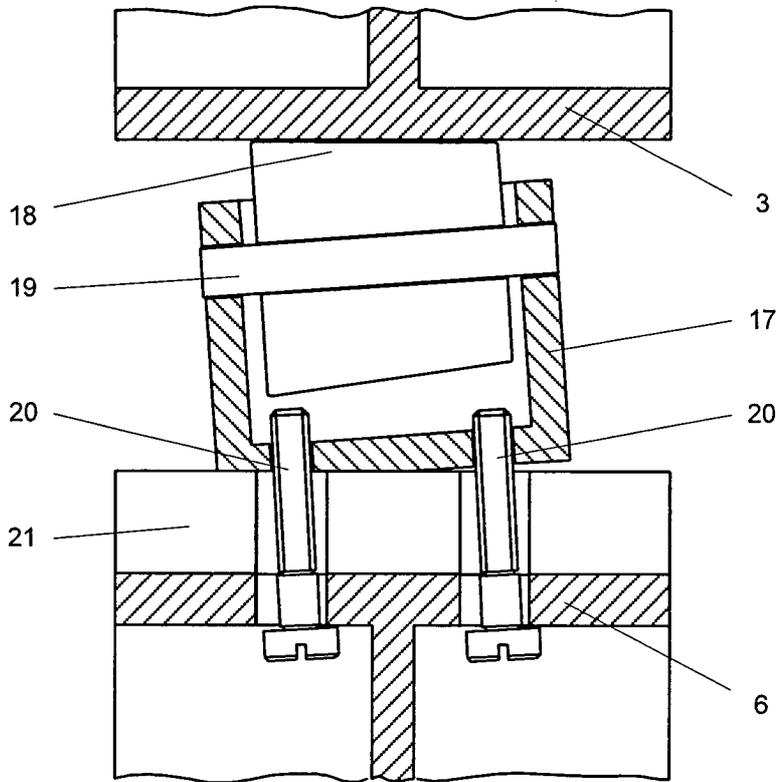


Fig. 5

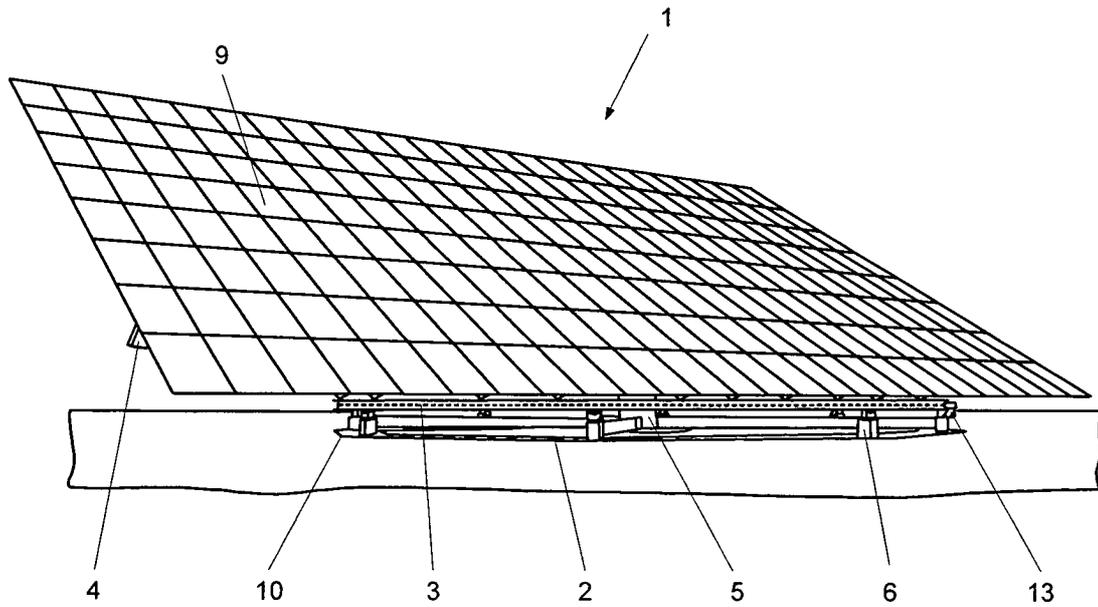


Fig. 6

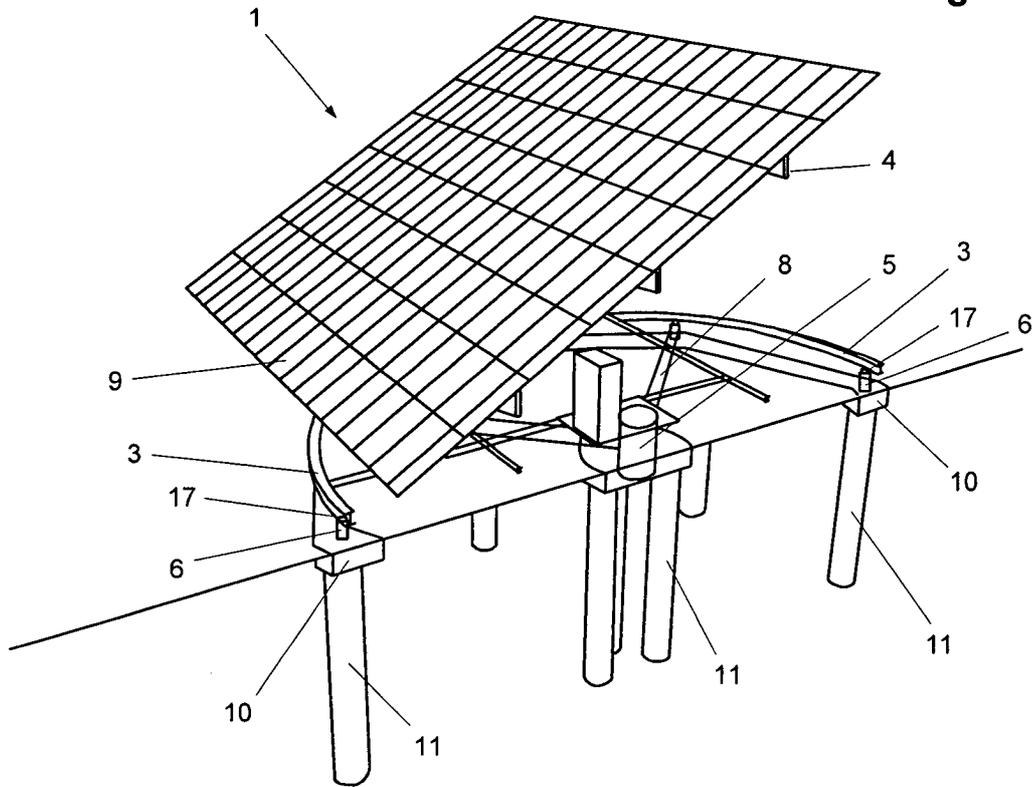


Fig. 7

