

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
26. September 2013 (26.09.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/139745 A2

- (51) **Internationale Patentklassifikation:** Nicht klassifiziert
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2013/055583
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
18. März 2013 (18.03.2013)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
20 2012 100 973.0 19. März 2012 (19.03.2012) DE
20 2012 102 106.4 8. Juni 2012 (08.06.2012) DE
- (71) **Anmelder: IDEEMATEC DEUTSCHLAND GMBH**
[DE/DE]; Neusling 9c, 94574 Wallerfing (DE).
- (72) **Erfinder: KUFNER, Johann;** Eichendorferstrasse 3,
94527 Aholming (DE).
- (74) **Anwälte: BAUER, Clemens et al.;** Bavariaring 11, 80336
München (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

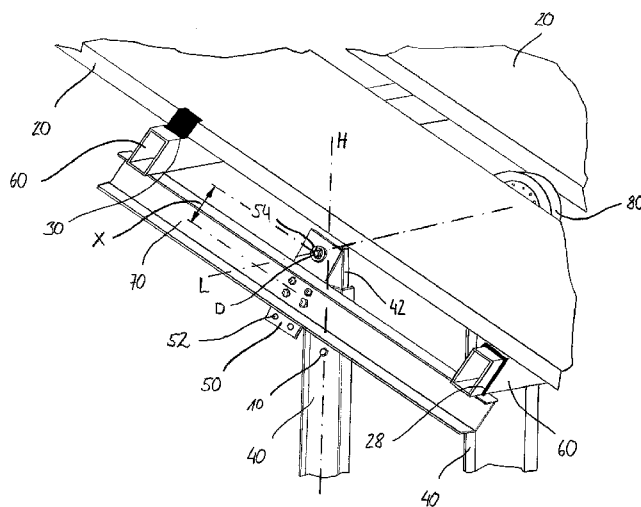
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) **Title:** TRACKING DEVICE FOR SOLAR MODULES

(54) **Bezeichnung :** NACHFÜHRVORRICHTUNG FÜR SOLARMODULE

Fig. 1



(57) **Abstract:** Tracking device for solar modules,
comprising a series of posts, each oriented along a vertical
axis, wherein the series extends along a longitudinal axis,
and at least one tilting rail, oriented parallel to the
longitudinal axis, on which at least one solar module can be
arranged, and which can be pivoted about the longitudinal
axis for tracking the solar module, characterised in that the
at least one tilting rail is connected to at least one post by
at least one cross-beam, wherein the at least one cross-beam
can be rotated to pivot the tilting rail around a centre of
rotation, and wherein the at least one cross-beam is
arranged a distance from the centre of rotation.

(57) **Zusammenfassung:** Nachführvorrichtung für
Solarmodule, umfassend eine Reihe von jeweils entlang
einer Hochachse orientierten Pfosten, wobei sich die Reihe
entlang einer Längsachse erstreckt, und zumindest eine
parallel zur Längsachse orientierte Kippschiene, an der
zumindest ein Solarmodul anordenbar ist und welche zum
Nachführen des Solarmoduls um die Längsachse
verschwenkbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die
zumindest eine Kippschiene mit zumindest einem Pfosten
durch zumindest einen Querträger verbunden ist, wobei der
zumindest eine Querträger zum Verschwenken der
Kippschiene um einen Drehpunkt rotierbar ist, und wobei
der zumindest eine Querträger um einen Abstand versetzt
zum Drehpunkt angeordnet ist.

WO 2013/139745 A2

Nachführvorrichtung für Solarmodule

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Nachführvorrichtung für Solarmodule zum Zweck der optimalen Ausrichtung der Solarmodule an den Sonnenstand.

5

Nachführvorrichtungen für Solarmodule, auch Kipptracker genannt, sind aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt. Der Grundaufbau derartiger Kipptracker besteht meist aus einer in Nord-Süd-Richtung orientierten Schiene, zum Beispiel in Form eines Vierkantrohrs, welche über entsprechende Lager drehbar mit einer
10 Reihe von Pfosten, welche über Fundamente in den Boden eingelassen sind, verbunden ist. In der Regel ist an jedem Ende eines Pfostens ein Lagerelement befestigt, durch welches die Schiene hindurchführt, so dass die Schiene über eine Vielzahl von Lagerpunkten gelagert wird. Quer zu der drehbaren Schiene können Modulträgerschienen angeordnet werden, an welchen wiederum die Solarmodule
15 befestigt werden können. Über entsprechend angebrachte Hebel und Gestänge können die Schiene und damit die Solarmodule verschwenkt werden, wodurch letztendlich die Nachführung an den Sonnenstand gelingt. Meist wird ein Elektromotor als Antriebseinheit verwendet.

20 Problematisch ist dabei die Lageranordnung. So kann in einem Bereich, in welchem die Schiene gelagert ist, kein Solarmodul angebracht werden, da hier sozusagen das Lagerelement im Wege steht. Weiter kommt hinzu, dass die Schiene, um eine gewisse Länge zu erreichen, aus Einzelteilen aneinander gestückelt ist. An den Schienen-Stößen kommen Schrauben oder dergleichen zum Einsatz, welche ebenfalls der Befestigung der Solarmodule an dieser Stelle im Wege stehen.
25 Weiter kommt hinzu, dass die einzelnen Pfosten, die in einer Reihe stehen und über welche die Schiene gelagert bzw. geschwenkt wird, in der Realität nie so ex-

akt positionierbar sind, dass die verschiedenen Lagerelemente exakt in der Flucht stehen. Zudem können Bodenunebenheiten nie exakt ausgeglichen werden. Folglich kommt es hier immer wieder zu Verspannungen, welche sich besonders nachteilig auf die Antriebseinheit, beispielsweise einen Elektromotor, auswirken.

5 Um dennoch eine passable Funktion bereitzustellen gestaltet sich der Aufbau derartiger Vorrichtungen äußerst zeitaufwendig. Dadurch dass die Lageranordnung auf der Schiene nicht unabhängig von der Position des Solarmoduls möglich ist bzw. umgekehrt, kann auch die Anordnung der Fundamente bzw. Pfosten nicht frei gewählt werden, wodurch kein hinsichtlich der Statik optimaler Aufbau derarti-

10 ger Vorrichtungen möglich ist. Letztlich bringt auch eine Anordnung eines Lagerelements auf einem Pfosten mit einem darüber angeordneten Solarmodul das Problem mit sich, dass durch den hierbei entstehenden Abstand zwischen Solarmodul und Drehpunkt bzw. Lagerelement bei der Drehbewegung der Solarmodule ein zu großes Drehmoment in den oder die Pfosten eingeleitet wird.

15

Es ist also Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Nachführvorrichtung für Solarmodule bereitzustellen, welche eine freie Anordnung von Solarmodulen ermöglicht und die Kräfte der Solarmodule in einer Art und Weise in die Pfosten bzw. die Fundamente einleitet, dass eine freie Wahl der Fundament- bzw. Pfostenabstände

20 möglich wird, wobei die Kräfte möglichst gering gehalten werden sollen und welche einen Antrieb, welcher für die Schwenkbewegung der Solarmodule ursächlich ist, von Winkelabweichungen, Höhenunterschieden und/oder axialen Abstandsänderungen und/oder Parallelverschiebungen in der Reihe der Pfosten, insbesondere in deren Drehpunkten, entkoppelt, so dass insgesamt ein schneller und einfacher Aufbau einer derartigen Vorrichtungen möglich ist.

25

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Nachführvorrichtung für Solarmodule gemäß Anspruch 1. Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie der Beschreibung und den beigefügten Figuren.

30

Erfindungsgemäß umfasst die Nachführvorrichtung für Solarmodule eine Reihe von jeweils entlang einer Hochachse orientierten Pfosten, wobei sich die Reihe entlang einer Längsachse erstreckt und zumindest eine parallel zur Längsachse

orientierte Kippschiene, an der zumindest ein Solarmodul anordenbar ist und welche zum Nachführen des Solarmoduls um die Längsachse verschwenkbar ist. Die Kippschiene ist mit zumindest einem Pfosten durch zumindest einen Querträger verbunden, wobei der zumindest eine Querträger zum Verschwenken der Kippschiene um einen Drehpunkt rotierbar ist und wobei der zumindest eine Querträger um einen Abstand versetzt zum Drehpunkt angeordnet ist.

Vorteilhafterweise befindet sich der Drehpunkt am oberen Ende der Pfosten. Der Abstand bemisst sich dementsprechend vom Drehpunkt zu einer gedachten Mittellinie des Querträgers, welcher sich entlang dessen Längsachse erstreckt. Mit anderen Worten befindet sich also der Drehpunkt in einer bevorzugten Ausführungsform nicht auf der Höhe des Querträgers, sondern ist zweckmäßigerweise oberhalb angeordnet. Dadurch können die Solarmodule oberhalb des Querträgers angeordnet werden und trotzdem durch oder nahe des Drehpunkts verlaufen, was eine besonders stabile Anordnung ergibt. In einer Mittelposition des Solarmoduls oder der Solarmodule, in welcher das oder die Solarmodul(e) nicht nach Osten oder Westen gekippt sind, sondern annähernd horizontal stehen, steht auch der Querträger im Wesentlichen horizontal. Der Querträger ist bevorzugt zumindest im Wesentlichen parallel zu dem oder den Solarmodul(en) angeordnet. Bezogen auf die Hochachse der Pfosten ist der Querträger dabei in der Mittelposition bevorzugt unterhalb des Drehpunkts angeordnet. Durch diese ungewöhnliche Anordnung ist es möglich, den Schwerpunkt der Solarmodule in Richtung der Hochachse näher an den Drehpunkt zu bringen, so dass sich der Schwerpunkt beim Verschwenken nur möglichst wenig aus der Mittelebene bzw. der Flucht der Hochachse des Pfostens hinausbewegt. Die symmetrische Anordnung von zwei Kippschienen links und rechts der Längsachse ermöglicht zudem eine äußerst stabile Anordnung. Abhängig von Größe und Form des Solarmodules ist es natürlich auch denkbar, dass ein Solarmodul jeweils nur über eine Kippschiene befestigt wird.

Vorzugsweise ist der Querträger zumindest im Wesentlichen quer zur Längsachse und mittig zur Hochachse angeordnet. Einige der Querträger sind über einen Hebelarm mit dem Drehpunkt verbunden. Hierzu ist der Hebelarm im Wesentlichen rechtwinklig zum Querträger angeordnet und mit diesem drehfest verbunden. Ist

der Querträger z. B. als U-Profil ausgeführt, findet die Verbindung bevorzugt über die Stegfläche statt. Dadurch ist der Abstand zwischen dem Querträger und dem Drehpunkt möglich. Alternativ bevorzugt kann die Anordnung des Hebelarms auch durch eine entsprechende Form des Querträgers ersetzt werden, beispielsweise wenn dieser wie ein "T" geformt ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird an und/oder auf den beiden Enden des Querträgers je eine Kippschiene drehfest befestigt, es gibt also zwei Kippschienen, welche zusammen einen Solarmodultisch tragen. Es können auch mehr sein, z. B. 3, 4 oder 6. Ist der Querträger als U-Profil ausgeführt, erfolgt die Befestigung bevorzugt an einer entsprechenden Seitenfläche des Querträger-Profiles. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Kippschiene(n) als Vierkantrohre ausgebildet. Bevorzugt sind dabei zumindest zwei Vierkantrohre an ihren jeweils aneinanderstoßenden Enden über zumindest ein innenliegendes Zwischenstück verbindbar. Das Zwischenstück kann seinerseits als Vierkantrohr ausgeführt sein, welches innerhalb der aus zumindest einem Vierkantrohr gebildeten Kippschiene anordenbar ist. Bevorzugt wird ein verzinktes Stahl-Vierkantrohr verwendet. Alternativ bevorzugt ist auch ein Z-Profil, ein Doppel-T-Träger oder dergleichen verwendbar. Weiter ist es möglich, unterschiedliche Profiltypen zu mischen. Ähnliche Variationsmöglichkeiten gelten auch für den Querträger, welcher bevorzugt als U-Profil ausgeführt ist, alternativ bevorzugt aber auch als Doppel-T-Träger oder als bevorzugt flaches Vierkantrohr ausgeführt werden könnte.

Der Hebelarm ist mit einem Ende drehfest mit dem Querträger verbunden und mit dem anderen Ende ist er bevorzugt an einem Lagerelement am Kopf eines Pfostens gelagert. Damit werden durch Drehen des Hebelarms der Querträger verschwenkt und damit die Kippschiene(n) und die darauf befestigten Solarmodule, zur optimalen Ausrichtung an den Sonnenstand.

Bevorzugt ist auf den Kippschienen eine Vielzahl von Solarmodulen drehstarr angeordnet. Die Anordnung kann unmittelbar auf der zumindest einen Kippschiene erfolgen oder gegebenenfalls auch mittelbar über geeignete Modulträgerschienen, welche zwischen der Kippschiene und dem Solarmodul montierbar sind. Die An-

ordnung der Solarmodule bzw. der Modulträgerschienen ist dabei entlang der Längsachse und quer dazu beliebig frei, mit anderen Worten also stufenlos auf der Kippschiene wählbar, da nicht auf die platzraubenden Lagerungen der Kippschiene am Kopf jedes Pfostens Rücksicht genommen werden muss. Daher ist der Abstand von zwei in Reihe aufeinanderfolgenden Pfosten ideal nach der Statik berechenbar, die Fundamentabstände sind also frei wählbar und hängen nicht von der Größe und/oder der Anordnung eines oder mehrerer Solarmodule ab. Somit ist die Reihe der Pfosten ideal anhand der Statik positionierbar.

10 Ein rechteckiges Solarmodul kann mit seiner langen Seite entweder parallel oder quer zur Längsachse ausgerichtet auf einer Kippschiene und/oder einer Modulträgerschiene positioniert werden. Besonders bevorzugt ist dabei eine Anordnung mehrerer Solarmodule entlang und ggf. auch quer zur Längsachse auf der Kippschiene.

15

Bei den Solarmodulen handelt es sich in der Regel um plattenförmige Photovoltaikmodule. Diese sind bevorzugt gerahmt ausgeführt, alternativ auch rahmenlos. Die Reihe der jeweils entlang der Hochachse orientierten Pfosten und somit die Längsachse ist dabei bevorzugt in einer Nord-Süd-Richtung positioniert. Die Pfosten sind bevorzugt aus Standardprofilen herstellbar, insbesondere aus Stahl, besonders bevorzugt aus Doppel-T-Trägern. Bevorzugt ist der Doppel-T-Träger mit seiner Flanschseite quer zur Längsachse ausgerichtet. Bevorzugt werden Solarparks mit einer Vielzahl derartiger Reihen von Pfosten entlang bevorzugter Nord-Süd-Richtung aufgebaut. Bei alternativen Ausführungsformen kann auch, beispielsweise wenn es die Geographie bzw. das Gelände erfordern, von dieser Nord-Süd-Richtung der Längsachse abgewichen werden. Tatsächlich ist jede Richtung und auch die Anordnung, besonders bevorzugt auch in nicht ebenem, sondern in hügeligem oder bergigem Gelände möglich. Weiterhin bevorzugt kann die Reihe der Pfosten auch einen Knick aufweisen. So sind ab einer Rotationseinheit, über welche die Schwenkbewegung in die zumindest eine Kippschiene einleitbar ist, beispielsweise auch Geländesteigungen möglich.

20

25

30

Bevorzugt ist zumindest an einem oder beiden Ende(n) der Reihe der Pfosten zumindest ein Dämpfer- und/oder Federelement, besonders bevorzugt ein Stoßdämpfer, vorgesehen, welches den unteren Bereich des Pfostens mit dem an diesem Pfosten gelagerten Querträger verbindet, und auf diese Weise eine schnelle Drehbewegung des Querträgers z.B. durch einen Windstoß dämpft. Dadurch wird verhindert, dass eine Torsionsbewegung bzw. Verwindung des Solarmoduls sich über die Reihe der Pfosten aufschaukelt. Die langsamere Nachführbewegung durch die Rotationseinheit wird hingegen nicht oder kaum gedämpft.

Vorzugsweise ist an zumindest einem anderen Pfosten der Reihe eine Rotationseinheit angeordnet, welche dazu ausgelegt ist, über einen Mitnehmerarm den zumindest einen Querträger zu drehen und dadurch die zumindest eine Kippschiene zu verschwenken. Es versteht sich, dass dieser andere Pfosten bevorzugt ähnlich oder sogar identisch wie die anderen ausgeführt ist, also zum Beispiel aus einem Standardprofil hergestellt ist, besonders bevorzugt aus einem Doppel-T-Träger. Von Vorteil kann es aber auch sein, für den Pfosten, an welchem die Rotationseinheit angeordnet ist, eine stabilere Ausführungsform zu wählen. So können die gleichen Profile, allerdings mit größeren Abmessungen und/oder Wandstärken verwendet werden.

20

Bevorzugt ist die Rotationseinheit ein Schneckengetriebe oder ein anderes Schraubwälzgetriebe, besonders bevorzugt ein Doppel-Schneckengetriebe. Weiterhin bevorzugt ist die Rotationseinheit an einem oberen Ende des anderen Pfostens angeordnet. Besonders bevorzugt liegt dabei die Drehachse der Rotationseinheit in der Flucht zumindest zweier Drehpunkte, welche sich an wieder anderen Pfosten der Reihe befinden.

Die Drehbewegung der Rotationseinheit wird über den Mitnehmerarm auf den Querträger geleitet. Mit anderen Worten korrespondiert also der Mitnehmerarm in seiner Funktion mit dem bereits vorher genannten Hebelarm. So stellt der Mitnehmerarm die Verbindung des Querträgers mit der Rotationseinheit dar, während der Hebelarm die Verbindung des Querträgers mit einem Drehpunkt bzw. Lager-element darstellt. Bevorzugt ist der Mitnehmerarm und/oder der Hebelarm aus

Stahl gefertigt (als Profilelement, beispielsweise U-Profil oder Vierkantrrohr, oder auch als flaches Element), alternativ ist auch ein entsprechend dimensioniertes Flacheisen verwendbar. Bevorzugt handelt es sich bei dem Mitnehmerarm und/oder auch bei dem Hebelarm um eine Brennschneidplatte

5

Durch die Kraftübertragung über den Mitnehmerarm auf den Querträger ist die zumindest eine Kippschiene verschwenkbar. Vorteilhaft bei der Verwendung eines Schneckengetriebes oder Doppelschneckengetriebes als Rotationseinheit ist es, dass eine sehr feine Verstellung der Kippschiene möglich ist. Weiterhin von großem Vorteil ist es, dass die Selbsthemmung, welche einem Schneckengetriebe grundsätzlich innewohnt, positiv für die Gesamtauslegung des Systems nutzbar ist. So sind beispielsweise bevorzugt Windkräfte, welche durch die Solarmodule in die Nachführvorrichtung und damit in die Rotationseinheit eingeleitet werden, über die Selbsthemmung abbaubar. Die Kräfte werden nicht in eine für den Antrieb der Rotationseinheit nötige Antriebseinheit, wie beispielsweise einen Elektromotor, weitergeleitet. Damit ist ein für den Antrieb der Nachführvorrichtung für Solarmodule notwendiger Elektromotor klein und kostengünstig dimensionierbar.

10

15

In einer alternativen Ausführungsform ist die Dreh- bzw. Rotationsbewegung des Mitnehmerarms auch über eine Lineareinheit, beispielsweise einen Linearmotor, in Kombination mit einem Hebel, darstellbar.

20

Typischerweise ist in einer Reihe von Pfosten jeweils einer mit einer Rotationseinheit ausgerüstet, welcher eine Drehbewegung erzeugt, während an allen anderen Pfosten dieser Reihe die Querträger jeweils über einen Hebelarm passiv gelagert sind. Zweckmäßigerweise wird als Antriebseinheit ein Elektromotor verwendet. In alternativ bevorzugten Ausführungsformen kommt als Antriebseinheit ein Hydraulikmotor oder ein pneumatischer Antrieb zum Einsatz. Es versteht sich, dass die verschiedenen Typen von Antriebseinheiten kombinierbar oder auch in Reihe schaltbar sind. Bevorzugterweise wird als Energiequelle für die Antriebseinheit diejenige verwendet, die gerade bestmöglich zugänglich ist.

25

30

Vorteilhafterweise erfolgt die Verbindung zwischen der Rotationseinheit und dem Mitnehmerarm über ein Ausgleichselement, welches dazu ausgelegt ist, Winkelabweichungen, Höhenunterschiede und/oder axiale Abstandsänderungen und/oder Parallelverschiebungen in der Reihe der Pfosten auszugleichen. Bevorzugt weist das Ausgleichselement hierzu eine Variabilität, also Dehnungs- und Dämpfungseigenschaften bevorzugt in alle Raumrichtungen auf. Weiter bevorzugt werden auch Torsionskräfte abgedämpft bzw. ausgeglichen.

Die genannten Korrekturmöglichkeiten beziehen sich dabei im Wesentlichen auf die Position der Drehpunkte zueinander. So können die Pfosten und damit die Drehpunkte in der Realität nie so genau positioniert werden, dass keine Winkelabweichungen, Höhenunterschiede, axiale Abstandsänderungen oder Parallelverschiebungen in der Reihe der Pfosten, also zwischen den Drehpunkten, auftreten. Die Drehbewegung des Mitnehmerarms sollte im Wesentlichen quer zur Längsachse erfolgen. Sind beispielsweise zwei aufeinanderfolgende Pfosten nicht exakt zueinander ausgerichtet, sondern etwas zueinander verdreht aufgestellt, können diese Winkelabweichung sowie die anderen weiter oben genannten Punkte (Höhenunterschiede etc.) über ein Ausgleichselement ausgeglichen werden. Ähnliches gilt für Höhenunterschiede oder auch Parallelverschiebungen, wenn beispielsweise ein oder mehrere Pfosten nicht exakt entlang der Längsachse orientiert sind.

Vorteilhafterweise sind auch Längenänderungen kompensierbar, welche beispielsweise bei sehr hohen oder tiefen Temperaturen durch unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten, welche den verschiedenen verwendeten Materialien innewohnen, auftreten können. Diese sind durch eine im Wesentlichen axiale Verschiebbarkeit des Ausgleichselements kompensierbar.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Ausgleichselement auch derart ausgebildet, dass es Schläge vom Getriebe abhält. In der Folge ist bei Verwendung eines derart bevorzugten Ausgleichselements ein kleiner bzw. schwächer dimensioniertes Getriebe und/oder auch eine kleinere oder schwächer dimensionierte

nierte Antriebseinheit verbaubar. Die Kosten und der Fertigungs- sowie der Montageaufwand sind dadurch minimierbar.

5 Vorzugsweise wird für das Ausgleichselement eine Hardyscheibe verwendet, da diese die o.g. Vorteile bestmöglich in sich vereint. Von großem Vorteil ist dabei zusätzlich der deutliche Kostenvorteil bei Einsatz einer Hardyscheibe, beispielsweise gegenüber einem Kardangelenk. Weiter vorteilhaft ist, dass die Hardyscheibe auch eine tragende Funktion übernehmen kann, was bei einem Kardangelenk beispielsweise nicht der Fall ist, da dieses keine Querkräfte übertragen kann. Das
10 bevorzugte Ausgleichselement kann auch Querkräfte aufnehmen und stellt damit ein tragendes Bauteil dar. Bevorzugt können mit einer Hardyscheibe Neigungen, Steigungen oder Gefälle bis 15 % und höher ausgeglichen werden.

15 Alternativ kann oder können auch ein Elastomerelement, ein Torsionsdämpfer und/oder ein Schwingungstilger als Ausgleichselement zum Einsatz kommen. Denkbar ist auch die Kombination eines Torsionsdämpfers und/oder Schwingungstilgers beispielsweise mit einem Elastomerelement, welches axiale Verschiebungen ausgleichbar macht.

20 Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung kann ein derartiges Ausgleichselement kann auch in anderen, beliebigen Konfigurationen von Nachführvorrichtungen zum Einsatz kommen.

25 Bevorzugt ist der Hebelarm und/oder der Mitnehmerarm derart ausgestaltet, dass der Abstand vom Querträger zum Drehpunkt verstellbar festlegbar ist, z.B. dadurch dass der Hebelarm und/oder der Mitnehmerarm zumindest zwei Befestigungsbereiche entlang des Abstands zwischen dem Querträger und dem Drehpunkt umfasst, über welche der Querträger form- und/oder kraftschlüssig durch korrespondierende Befestigungsmittel festlegbar ist.

30

Die Verbindung zwischen dem Querträger und dem Hebelarm und/oder dem Mitnehmerarm wird bevorzugt drehfest ausgeführt. Um dies sicherzustellen, wird bevorzugt eine Gruppe von Befestigungsöffnungen oder Langlöchern, insbesondere

bevorzugt aber Bohrungen bereitgestellt. Dabei besteht eine Gruppe von Befestigungsöffnungen aus zumindest zwei Bohrungen, weiterhin bevorzugt aus mehr als zwei, beispielsweise vier, sechs, acht, zehn etc., besonders bevorzugt aber aus sechs Bohrungen. Auch eine ungerade Zahl von Befestigungsöffnungen ist möglich. Von Vorteil ist es dabei, dass aus der Gruppe von Befestigungsöffnungen diejenigen für die Befestigung des Hebelarms und/oder des Mitnehmerarms auswählbar sind, die einen geeigneten Abstand zwischen dem Querträger und dem Drehpunkt aufweisen. Dadurch kann der Abstand vom Drehpunkt zum Querträger variiert werden.

10

Alternativ bevorzugt kann die drehfeste Verbindung zwischen Querträger und Hebelarm bzw. Mitnehmerarm auch über nur eine Befestigungsöffnung mit einem zugehörigen Befestigungsmittel in Kombination beispielsweise mit einem Bolzen oder dergleichen sichergestellt werden. Dieses weitere Element, beispielsweise der Bolzen, ermöglicht dann, dass die Verbindung verdrehfest ist, der eigentliche Form- und/oder Kraftschluss wird über das Befestigungsmittel (welches in der Befestigungsöffnung steckt) erreicht.

Der Hebelarm sowie der Mitnehmerarm sind in einer bevorzugten Ausführungsform nicht direkt am Pfosten angeordnet, sondern an einem Kopfstück, welches am oberen Ende des Pfostens befestigt ist. Vorzugsweise ist das Kopfstück durch zumindest zwei untereinander angeordnete längliche Befestigungsbereiche, insbesondere Langlöcher, entlang der Hochachse und quer zur Längsachse stufenlos verstellbar am Pfosten festlegbar. Die Langlöcher können im Kopfstück oder im Pfosten angeordnet sein, oder in beiden. Die langen Seiten der Langlöcher weisen dabei bevorzugt in die Richtung der Hochachse. Mit anderen Worten dient also das Kopfstück als eine Art Verlängerung oder Verkürzung des Pfostens entlang der Hochachse. Damit ist auch der Drehpunkt entlang der Hochachse verschiebbar.

30

Weiterhin bevorzugt haben die untereinander angeordneten Langlöcher bevorzugt quer zur Hochachse des Pfostens soviel Spiel, dass das Kopfstück auch quer zur Hochachse und damit auch quer zur Längsachse verdreht werden kann. Dadurch

kann der Versatz von Pfosten, die nicht exakt entlang der Reihe aufgestellt bzw. fundamentiert sind, durch diese Variabilität und Kopfstück in beiden Richtungen quer zur Längsachse ausgeglichen werden. Damit ist es möglich, mehrere Drehpunkte entlang der Reihe der Pfosten exakt oder zumindest annähernd exakt auf
5 eine Höhe bzw. in einer Flucht auszurichten. Es versteht sich, dass bevorzugt auch die Drehachse der Rotationseinheit auf dieser Höhe und/oder in dieser Flucht liegt.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Kopfstück als U-Profil ausgeführt.
10 Alternativ wird ein starkes Flacheisen verwendet. Zweckmäßigerweise ist ein derartiges Flacheisen auch vor Ort, also beim Aufbau der Vorrichtung, kröpfbar. Hierdurch wird ein zusätzlicher Freiheitsgrad erreicht, durch welche die Reihe der Pfosten ideal ausgerichtet werden kann.

15 Vorzugsweise kann das Kopfstück von zwei verschiedenen Seiten an dem Pfosten befestigt werden, wodurch ein Versatz des Hebelarms entlang der Längsachse ermöglicht wird. Dies ist vorteilhaft, um den an einer bestimmten Stelle an der Kippschiene(n) unter Umständen vorhandenen Befestigungsmitteln oder Schrauben, welche der Verbindung der Einzelteile der Kippschiene(n) dienen, auszuwei-
20 chen. Aus dem gleichen Grund kann auch der Hebelarm bevorzugt an beiden Seiten des Kopfstücks bzw. an beiden Flanschen eines als Doppel-T-Träger ausgebildeten Pfostens angebracht werden. Durch die Tiefe des Lagerelements in Richtung der Längsachse wird somit eine weitere Versatzmöglichkeit geschaffen. Damit kann also - bei gleicher Position des Pfostens - der Verbindungsbereich des
25 Hebelarms mit der Kippschiene innerhalb eines Bereichs von bis zu ± 80 mm, bevorzugt ± 60 mm, alternativ bis zu ± 40 mm in Längsrichtung versetzt werden, um etwaigen Objekten auf der Kippschiene auszuweichen.

Vorzugsweise ist der Hebelarm über ein Lagerelement mit dem Pfosten und/oder
30 dem Kopfstück verbindbar, wobei das Lagerelement den Drehpunkt darstellt und wobei der Hebelarm um den Drehpunkt im Wesentlichen quer zur Längsachse rotierbar ist. Vorteilhafterweise ist das Lagerelement derart ausgelegt, dass der Hebelarm auch etwas um die Hochachse relativ zum Pfosten verdrehbar ist. Be-

vorzugt ist das Lager als Pendellager und/oder bevorzugt auch als Flanschlager ausgeführt. Die bevorzugte Lagerform ermöglicht nicht nur eine Drehbewegung bzw. Rotation quer zur Längsachse, sondern auch eine Verdrehung bzw. Rotation um die Hochachse. Damit ist eine Verdrehung der Pfosten, welche entlang der Reihe ausgerichtet sind, um die Hochachsen, welche beispielsweise beim Fundamentieren entstanden sind, durch das Lagerelement ausgleichbar. Bevorzugt ist das Lagerelement am oberen Ende des Pfostens anbringbar, besonders bevorzugt an einem Kopfstück. Vorteilhafterweise kann das Lagerelement von beiden Seiten am Kopfstück oder Pfosten angeordnet werden.

10

Zweckmäßigerweise umfassen einige Kopfstücke in einer Reihe das Lagerelement für die Lagerung des Hebelarms, während ein anderes Kopfstück ausgelegt ist für eine form- und/oder kraftschlüssige Verbindung mit der Rotationseinheit. So kann der untere Teil der zwei Ausführungsformen des Kopfstücks im Wesentlichen ähnlich ausgeführt sein, also der Teil, der zur Verbindung mit dem Pfosten dient. Gegebenenfalls kann es von Vorteil sein, das Kopfstück, welches der Verbindung mit der Rotationseinheit dient, stabiler auszuführen. Vorteilhafterweise ist der in Bezug auf die Hochachse obere Teil des Kopfstücks, welcher für die Aufnahme der Rotationseinheit dient, als eine Art Podest ausgeführt, mit welchem die Rotationseinheit form- und/oder kraftschlüssig verbindbar ist. Vorteilhafterweise ist dieses Podest als viereckige Platte oder als Rundplatte ausgeführt, auf welcher die Rotationseinheit über zumindest eine Schraube mit einer entsprechenden Mutter bzw. einer Vielzahl derartiger Befestigungsmittel befestigbar ist. Demgegenüber ist bei der Ausführungsform des Kopfstücks für die Lagerung des Hebelarms das Lagerelement, insbesondere das Pendellager oder das Flanschlager angeschraubt oder auch verschweißt oder dergleichen, im Wesentlichen aber form- und/oder kraftschlüssig befestigt.

25

Zweckmäßigerweise ist das Solarmodul rechteckig, wobei es bei einer ersten Ausführungsform mit seiner langen Seite im Wesentlichen parallel zur Längsachse anordenbar ist. Dies ist dadurch möglich, dass an und im Wesentlichen quer zur Kippschiene zumindest eine Modulträgerschiene form- und/oder kraftschlüssig festlegbar ist, an welcher über zumindest eine Klammer das Solarmodul form-

30

oder kraftschlüssig festlegbar ist. Bevorzugt ist die Modulträgerschiene als U-Profil mit jeweils an den beiden Flanschen auf der dem Steg gegenüberliegenden Seite parallel zur Stegfläche orientierten Modulträgerschienenenseitenflächen ausgebildet. Bevorzugte Materialien sind Aluminium oder Stahl. Besonders bevorzugt ist die

5 Modulträgerschiene an ihrer Stegfläche form- und/oder kraftschlüssig mit der bzw. den Kippschiene(n) verbunden, insbesondere festgeschraubt. Die Solarmodule werden bevorzugt über zumindest eine Klammer, insbesondere Aluminiumklammer, an der der Stegfläche abgewandten Seite der Modulträgerschiene befestigt, wobei die Klammer entlang der Modulträgerschiene stufenlos verschiebbar ist, so

10 dass die herstellerseitig vorgegebenen Befestigungsöffnungen im Solarmodul verwendbar sind. Bevorzugt werden für die Befestigung Schrauben verwendet, besonders bevorzugt aber Nieten, da dadurch ein Diebstahl der Solarmodule erschwert wird.

15 Bevorzugt weist die Modulträgerschiene zumindest eine Bohrung auf, über welche die Modulträgerschiene an der Kippschiene festlegbar, zum Beispiel schraubbar ist. Vorzugsweise ist in der Modulträgerschiene eine Reihe von Bohrungen vorgesehen, von denen beliebige zur Befestigung genutzt werden können. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird ein Bügel verwendet, der die Kippschiene umgreift und an zwei etwa um die Breite der Kippschiene voneinander beabstandeten

20 Löchern an der Kippschiene befestigt wird, insbesondere durch Schrauben oder Nieten.

Von Vorteil ist es, dass bei Verwendung einer Modulträgerschiene, deren zusätzliche Bauhöhe über die Festlegung des Querträgers am Hebelarm und/oder am

25 Mitnehmerarm kompensierbar ist. Dazu kann auf die Gruppe von Befestigungsöffnungen zurückgegriffen werden, welche im Hebelarm und/oder im Mitnehmerarm vorhanden ist. Über eine Auswahl anderer Befestigungsbereiche in dieser Gruppe kann die Kippschiene bezogen auf die Hochachse niedriger angeordnet werden,

30 so dass auch bei Verwendung einer Modulträgerschiene das Solarmodul nicht höher liegt, als wenn keine verwendet wird.

Bei einer zweiten Ausführungsform ist das Solarmodul mit seiner langen Seite im Wesentlichen quer zur Längsachse über zumindest eine Modulklemme form- und/oder kraftschlüssig an der einen bzw. den Kippschiene(n) festlegbar. Es versteht sich, dass die genannten Anordnungen der Solarmodule lediglich als bevor-
5 zugte Ausführungsformen zu verstehen sind. So kann auch bei Verwendung einer Modulträgerschiene das Solarmodul mit seiner langen Seite quer angeordnet werden. Ebenso kann das Solarmodul, wenn es direkt auf zumindest einer Kippschiene angeordnet werden soll, auch parallel zur Längsachse angeordnet werden. Von Vorteil ist es, dass durch die großen Variationsmöglichkeiten unterschiedlich gro-
10 ße Solarmodule und/oder auch Solarmodule unterschiedlicher Hersteller auf der Nachführvorrichtung nebeneinander anordenbar und verbaubar sind. Des Weiteren sind die originalen Befestigungsöffnungen der Solarmodule verwendbar. Es versteht sich, dass nicht nur entlang der Längsachse mehrere Solarmodule anordenbar sind, sondern auch quer dazu.

15

Vorteilhafterweise ist das Solarmodul durch eine Modulklemme an der Kippschiene und/oder an der Modulträgerschiene festlegbar. Bevorzugt ist die Modulklemme durch zwei ineinandergreifende Profilelemente gebildet, wobei ein oberes Profilelement zumindest einen Vorsprung aufweist, über welchen zumindest ein So-
20 larmodul form- und/oder kraftschlüssig festlegbar ist. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das untere Profilelement im Wesentlichen als U-Profil ausgeführt. Auf diesem unteren Profilelement wird das obere Profilelement form- und/oder kraftschlüssig angeordnet, welches in einer bevorzugten Ausführungsform im Wesentlichen H-förmig ausgebildet ist.

25

Die zueinander in Kontakt stehenden Flächen des oberen und unteren Profilelement sind in einer bevorzugten Ausführungsform aufgerauht bzw. geriffelt oder mit einer Struktur versehen, welche als Montagehilfe zu verstehen ist und unter anderem bewirkt, dass die beiden Teile der Modulklemme bzw. die Profilelemente nicht
30 auseinanderfallen. Ebenso wird damit sozusagen ein Einrasten der Profilelemente ineinander ermöglicht.

Quer zu zumindest einer Seitenfläche des oberen Profilelements ist der Vorsprung angeordnet, welcher letztendlich derart ausgeführt ist, dass eine Druckkraft auf ein weiteres Element, im Besonderen auf ein anzuordnendes Solarmodul, ausführbar ist. Vorteilhafterweise weisen hierzu das obere und das untere Profilelement der
5 Modulklammer jeweils zumindest eine zueinander korrespondierende Bohrung auf, über welche die Modulklammer über zumindest ein Befestigungselement form- und/oder kraftschlüssig an der Kippschiene bzw. einer Modulträgerschiene festlegbar ist. Besonders bevorzugt wird als Befestigungselement eine Bohrschraube eingesetzt. Zweckmäßigerweise wirkt ein Kraftschluss von dem zumindest einen
10 Solarmodul über den Vorsprung und über das obere Profilelement und das Befestigungselement in das untere Profilelement und in die Kippschiene bzw. in ein weiteres Element, an welchem das Solarmodul angeordnet werden soll.

Vorteilhafterweise ist der Durchtrittsbereich des Befestigungselements in der
15 Kippschiene über ein in der Modulklammer anordenbares Dichtungselement abdichtbar. Vorteilhafterweise weist hierzu das untere Profilelement eine Hinterschneidung oder eine Ausnehmung auf, innerhalb derer das Dichtungselement anordenbar ist. Das Dichtungselement ist bevorzugt aus einem gummiähnlichen Material gefertigt, welches die Aufgabe hat, das Loch in der Kippschiene, welches
20 durch den Einsatz der Bohrschraube hervorgerufen wird, gegen äußere Einflüsse wie Regen, sowie Korrosion, Verwitterung oder dergleichen zu schützen. So ist die Kippschiene selbst vorteilhafterweise gegen Witterungseinflüsse und Korrosionseinflüsse beschichtet oder verzinkt oder dergleichen. Bei Beschädigung der Oberfläche (beispielsweise durch ein Durchbohren) wird diese Beschichtung bzw. die
25 Oberflächenbehandlung zerstört.

Vorteilhafterweise weist das untere Profilelement im Bereich der Auflage auf der Kippschiene an zumindest einer unteren Seitenwand einen Auflagebereich auf, auf welchem das Solarmodul anordenbar ist. Mit anderen Worten wird hier das
30 Solarmodul also nicht direkt auf der Kippschiene angeordnet, sondern auf zumindest einem Auflagebereich. Damit haben das Solarmodul und die Kippschiene keinen direkten Kontakt. Von Vorteil ist dies wieder in Bezug auf die Korrosionsproblematik. So wird in dieser bevorzugten Ausführungsform das Solarmodul, wel-

ches meist einen Aluminiumrahmen aufweist, an der Modulklemme angeordnet, welche in einer bevorzugten Ausführungsform auch aus Aluminium hergestellt ist.

Von Vorteil ist es, dass die zweiteilige Gestaltung der Modulklemme eine Adaption
5 an unterschiedlich hohe Solarmodule ermöglicht, dadurch, dass die zwei Teile ineinander verschiebbar sind. Die Verbindung mit unterschiedlich hohen Solarmodulen stellt damit kein Problem dar.

Die Erfindung ist auch auf die oben beschriebene Modulklemme als solche gerichtet.
10

Zweckmäßigerweise bilden die nach oben gewandten Flächen zumindest zweier Solarmodule einen Solarmodultisch, welcher sich entlang einer Solarmodulebene erstreckt und wobei der Solarmodultisch im Wesentlichen symmetrisch zur Längsachse, deren Richtung sich durch zumindest zwei Drehpunkte ergibt, ausgerichtet
15 ist, wobei der lotrechte Abstand der Solarmodulebene zum Drehpunkt derart ausgelegt ist, dass ein Drehmoment, welches bei der Rotation des Solarmodultisches um den Drehpunkt in zumindest einen Pfosten eingeleitet wird, minimierbar ist. So wirkt der lotrechte Abstand von der Solarmodulebene zum Drehpunkt wie ein Hebelarm, über welchen das Drehmoment in den Pfosten eingeleitet wird. Es versteht sich, dass die Berücksichtigung des lotrechten Abstands vom Drehpunkt zur Solarmodulebene eine Vereinfachung für die Berechnung des Drehmoments darstellt. Zweckmäßigerweise wird für die Auslegung der Nachführvorrichtung für Solarmodule der komplette (rotierende) Aufbau bestehend aus zumindest einem Solarmodul, zumindest einer Kippschiene etc. berücksichtigt, wobei vorteilhafterweise ein Gesamtschwerpunkt bestimmbar ist, der so positioniert wird, dass möglichst geringe Kräfte in den oder die Pfosten eingeleitet werden. Durch die große Variabilität durch die Verwendung des Hebelarms/Mitnehmerarms in Kombination mit dem Querträger, den Lagerelementen, dem Ausgleichselement etc. wird dies erst
20
25
30 ermöglicht.

Alternativ bevorzugt ist eine Anordnung eines Querträgers unmittelbar an einen Pfosten oder an ein Kopfteil möglich, ohne die Verwendung eines Hebelarms. Bei

dieser Ausführungsform ist gerade kein Abstand zwischen dem Querträger und dem Drehpunkt vorgesehen. Die Kippschiene ist mit zumindest einem Pfosten durch einen Querträger verbunden, wobei der Querträger einen Drehpunkt umfasst, um welchen der Querträger rotierbar ist. Dieser liegt bevorzugt zumindest im Wesentlichen in der Flucht der Hochachse des Pfostens.

Durch ein Verschwenken des Querträgers wird die Kippschiene, die an dem dem Drehpunkt gegenüberseitigen Ende des Querträgers starr mit diesem verbunden ist, ebenfalls um den Drehpunkt rotiert. Die Kippschiene liegt also nicht in der Flucht der Hochachse des Pfostens bzw. mittig über den Drehpunkten, sondern ist um die Länge des Querträgers dazu versetzt, in der Regel um 170 bis 500 mm, bevorzugt um 250-350 mm, wobei dies die Distanz zwischen einem Drehpunkt und der Längsmittellinie der Kippschiene bezeichnet. In der mittleren Drehposition der Kippschiene, in der die Solarmodule nicht nach Osten oder Westen gekippt sind, ist der Hebelarm etwa waagrecht bzw. quer zu dem Pfosten ausgerichtet, so dass die Kippschiene seitlich zu den Pfosten versetzt ist. Der Solarmodultisch liegt jedoch mittig über den Drehpunkten. Durch diese ungewöhnliche Anordnung ist es möglich, den Schwerpunkt der Solarmodule in Richtung der Hochachse näher an den Drehpunkt zu bringen, so dass sich der Schwerpunkt beim Verschwenken nur möglichst wenig aus der Mittelebene bzw. der Flucht der Hochachse des Pfostens hinaus bewegt.

Ansonsten gilt auch für die Ausführungsform der Nachführvorrichtung, bei welcher der bzw. die Querträger ohne zusätzliche Hebelarme an den Pfosten bzw. den Kopfstücken angeordnet ist bzw. sind, das vorher Gesagte. Zum Beispiel ist der Querträger über das bereits genannte Lagerelement mit dem Pfosten und/oder dem Kopfstück verbindbar, wobei das Lagerelement den Drehpunkt darstellt und wobei der Hebelarm um den Drehpunkt im Wesentlichen quer zu Längsachse rotierbar ist. Ebenfalls umfasst die Nachführvorrichtung für Solarmodule eine Reihe von jeweils entlang einer Hochachse orientierten Pfosten, wobei sich die Reihe entlang einer Längsachse erstreckt, und eine parallel zur Längsachse orientierte Kippschiene, an der zumindest ein Solarmodul anordenbar ist und welche zum

Nachführen des Solarmoduls um die Längsachse verschwenkbar ist. Vorhandene Unterschiede werden nachfolgend aufgezeigt:

Bevorzugt ist der Querträger bei der Ausführungsform ohne Hebelarm als U-
5 Schiene, insbesondere aus Stahl, ausgebildet. Weiterhin bevorzugt weist der
Querträger einen schienenseitigen Bereich und einen pfostenseitigen Bereich auf,
wobei er am schienenseitigen Bereich form- und/oder kraftschlüssig mit der Kipp-
schiene verbunden ist. Dabei ist der schienenseitige Bereich des Querträgers der-
art mit Rücksprüngen versehen, dass etwaige Vorsprünge der Kippschiene, ins-
10 besondere im Verbindungsbereich von zwei Kippschienenabschnitten, die Anord-
nung des Querträgers nicht behindern. Bevorzugt ist der schienenseitige Bereich
des Querträgers derart ausgebildet, dass er die Kippschiene zumindest teilweise
umschließt. Dabei sind die Bereiche des schienenseitigen Bereichs, welche die
Kippschiene umschließen, bevorzugt derart mit Rücksprüngen versehen, dass ein
15 oder mehrere etwaige Vorsprünge auf der Kippschiene, beispielsweise aufgrund
zumindest einer dort angebrachten Schraube, der Befestigung des Querträgers
nicht im Wege stehen. Bevorzugt wird neben dem Formschluss ein Kraftschluss
durch bevorzugt zumindest eine Schraube mit entsprechender Mutter und/oder
weiterhin bevorzugt zumindest eine Niete oder ein anderes geeignetes Befesti-
20 gungsmittel erreicht. Bevorzugt ist der schienenseitige Bereich des Querträgers
als zweiteiliger Rahmen ausgeführt, wobei über zumindest ein Befestigungsmittel,
bevorzugt zumindest eine Schraube (mit entsprechender Mutter) der Formschluss
der zwei Teile realisierbar ist. Eine weitere Variabilität ergibt sich vorteilhafterweise
dadurch, dass der Querträger zu beiden Seiten des Pfostens bzw. des Kopfstücks
25 angelenkt werden kann, so dass auch darüber eine Versatz des Querträgers in
Bezug auf die Kippschiene möglich ist, um etwaigen Vorsprüngen auf der Kipp-
schiene auszuweichen. Fernen sind Ausführungsformen denkbar, bei denen der
Rahmen seitlich am Querträger befestigt ist, und der Querträger beliebig von der
einen oder der anderen Seite angelenkt werden kann, so dass sich ein weiterer
30 Versatz ergibt.

Auch bei der Ausführungsform der Nachführvorrichtung ohne Hebelarm ist an ei-
nem Pfosten der Reihe eine Rotationseinheit angeordnet, welche dazu ausgelegt

ist, über einen Mitnehmerarm die Kippschiene zu verschwenken. Die Rotations-
einheit wurde in den vorigen Abschnitten bereits eingehend beschrieben. Die Ro-
tationseinheit kann direkt an einem Pfosten alternativ aber auch an dem bereits
bekannten Kopfstück angeordnet sein. Zweckmäßigerweise ist die Kippschiene im
5 Bereich der Kraftübertragung zwischen dem Mitnehmerarm und der Kippschiene
durch eine Ausnehmung im Mitnehmerarm hindurchgeführt und bevorzugt mit zu-
mindest einem Schutzelement, insbesondere einem oder mehreren Kunststoff-
streifen, in der Ausnehmung formschlüssig angeordnet. Bevorzugt dient das
Schutzelement dazu, einen direkten Kontakt der Kippschiene mit dem Mitnehmer-
10 arm zu vermeiden, indem es in den Spalt zwischen der Innenwand der Ausneh-
mung und der Außenfläche der Kippschiene eingesetzt wird. Von Vorteil ist dabei,
dass damit die Kippschiene im Mitnehmerarm bevorzugt entlang der Längsachse
beweglich lagerbar ist. Alternativ kann die Kippschiene zunächst an beliebiger Po-
sition entlang der Längsrichtung positioniert und dann in der Ausnehmung fixiert
15 werden, z. B. mit als Stopper fungierenden Schutzelementen. In bevorzugten Aus-
führungen weist die Ausnehmung einen nicht-rotationssymmetrischen Querschnitt
auf, dessen Form dem Außenquerschnitt der Kippschiene entspricht, so dass die-
se drehfest in der Ausnehmung anordenbar ist. Der Querschnitt der Ausnehmung
bzw. der Kippschiene ist z. B. polygonförmig, insbesondere sechseckig, viereckig,
20 quadratisch oder dreieckig. Die Ausnehmung ist bevorzugt geschlossen, kann je-
doch an einer Seite offen und verschließbar sein. Von Vorteil ist es außerdem,
dass eine Korrosion zwischen Kippschiene und Mitnehmerarm durch den Einsatz
des Schutzelements verhinderbar ist. Damit sind beispielsweise mannigfaltige Ma-
terialpaarungen realisierbar.

25

Zweckmäßigerweise bilden alle an der Kippschiene anordenbaren Solarmodule
einen Solarmodultisch, welcher sich entlang einer Solarmodulebene erstreckt, wo-
bei die Kippschiene, der zumindest eine Querträger und der Mitnehmerarm paral-
lel zu der Solarmodulebene ausgerichtet sind. Von Vorteil ist der äußerst flache
30 Aufbau dieser Anordnung aufgrund der parallelen Anordnung der Kippschiene,
des Querträgers und des Mitnehmerarms.

Vorzugsweise wird eine parallel zur Längsachse ausgerichtete Mittellinie des Solarmodultisches in der mittleren Drehposition der Kippschiene, in der die Solarmodulebene quer zur Ebene der Hochachsen der Pfosten ausgerichtet ist, geschnitten von den durch die Drehpunkte verlaufenden Hochachsen, wobei die Kippschiene parallel zur Solarmodulebene um eine Distanz von den Drehpunkten versetzt ist und wobei der lotrechte Abstand der Mittellinie zum Drehpunkt kleiner als 100 mm ist. In anderen Worten liegt der Schwerpunkt (die Mittellinie) des Solarmodultisches in der mittleren Drehposition der Kippschiene bevorzugt direkt oder zumindest annähernd direkt über den Drehpunkten. Der lotrechte Abstand der Mittellinie zum Drehpunkt liegt bevorzugt bei unter 120 mm, besonders bevorzugt bei unter 100 mm. Von großem Vorteil ist es, wenn der lotrechte Abstand zwischen dem Drehpunkt und der Mittellinie - wie hier - möglichst klein ist, da, wenn der Solarmodultisch geschwenkt wird, in der Folge auch deren Mittellinie geschwenkt wird. Da auf der Mittellinie auch der Schwerpunkt des Solarmodultisches liegt, wird über den Schwerpunkt, welcher sich mit dem Radius dreht, der sich aus dem lotrechten Abstand der Mittellinie vom Drehpunkt ergibt, ein Moment in den Pfosten eingeleitet. Je geringer also der lotrechte Abstand zwischen Drehpunkt und Mittellinie ausgeführt wird, desto geringer ist die Kräfteinleitung, insbesondere die Einleitung von Querkräften, in den Pfosten. Es versteht sich, dass auch hier gilt, dass zweckmäßigerweise für die Auslegung der komplette (rotierende) Aufbau bestehend aus zumindest einem Solarmodul, zumindest einer Kippschiene etc. berücksichtigt wird, wobei vorteilhafterweise ein Gesamtschwerpunkt bestimmbar ist, der auf der Mittellinie liegt und der so positioniert wird, dass möglichst geringe Kräfte in den oder die Pfosten eingeleitet werden. Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Nachführvorrichtung für Solarmodule mit Bezug auf die beigefügten Figuren. Einzelne Merkmale der einzelnen Ausführungsformen können dabei im Rahmen der Erfindung miteinander kombiniert werden.

Es zeigen:

30

Figur 1: eine bevorzugte Ausführungsform einer Nachführvorrichtung für Solarmodule in einer perspektivischen Darstellung;

- Figur 2: eine perspektivische Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform eines Mitnehmerarms und deren Positionierung zwischen einem Querträger und einer Rotationseinheit bzw. einem Ausgleichselement;
- 5 Figur 3: eine bevorzugte Ausführungsform einer Ausgleichseinheit, verbunden mit einer Rotationseinheit und einem Mitnehmerarm;
- Figur 4: eine perspektivische Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform eines Solarmodultisches;
- 10 Figur 5a: eine Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform einer Modulklemme;
- Figur 5b: eine Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform einer Modulklemme, verbunden mit zwei Solarmodulen;
- 15 Figur 6: eine Seitenansicht einer bevorzugten Ausführungsform einer Nachführvorrichtung für Solarmodule mit Verwendung einer Modulträgerschiene;
- Figur 7: eine bevorzugte Ausführungsform einer Modulträgerschiene und einer Klammer;
- 20 Figur 8: eine Untersicht einer bevorzugten Ausführungsform eines Solarmodultisches in Verbindung mit einer Modulträgerschiene;
- 25 Figur 9: eine perspektivische Darstellung der Verbindung einer bevorzugten Ausführungsform eines Solarmoduls mit einer Modulträgerschiene und einer Kippschiene;
- Figur 10: eine bevorzugte Ausführungsform eines Zwischenstücks und dessen Anordnung in einer Kippschiene;
- 30 Figur 11: eine bevorzugte Ausführungsform einer Nachführvorrichtung für Solarmodule ohne Hebelarm in einer perspektivischen Darstellung;

Figur 12: eine bevorzugte Ausführungsform eines Querträgers bei einer Ausführungsform der Nachführvorrichtung ohne Hebelarm in einer perspektivischen Darstellung, zusammen mit einer Kippschiene, einem Kopfstück und einem Lagerelement;

Figur 13: eine stilisierte Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform einer Nachführvorrichtung für Solarmodule ohne Hebelarm in Richtung einer Längsachse gesehen.

Fig. 1 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Nachführvorrichtung für Solarmodule 20. Gezeigt ist ein erster Pfosten 40, welcher entlang einer Hochachse H ausgerichtet ist und an dessen oberem Ende ein Kopfstück 42 angeordnet ist. Am oberen Ende des Kopfstücks 42 ist ein Drehpunkt D durch ein Lagerelement 54 realisiert. Am Lagerelement 54 ist der Hebelarm 50 angelenkt, an welchem wiederum ein Querträger 70 drehfest angeordnet ist. In Fig. 1 erfolgt diese Befestigung über vier Schrauben mit entsprechenden Muttern. Die darunterliegenden Befestigungsbereiche 52 sind durch den Querträger 70 verdeckt. Lediglich zwei Befestigungsbereiche 52, welche für die Befestigung des Querträgers 70 nicht verwendet werden, liegen unterhalb des Querträgers 70 sozusagen frei.

Deutlich zu sehen ist ein Abstand x zwischen dem Drehpunkt D und einer Mittellinie des Querträgers 70. Hierbei wird deutlich, dass der Abstand x leicht vergrößert (oder in einer anderen bevorzugten Ausführungsform auch minimiert) werden kann, wenn für die Befestigung des Querträgers 70 auch die unteren Befestigungsbereiche 52 verwendet würden. An den jeweiligen Enden des Querträgers 70 sind in der bevorzugten Ausführungsform je eine Kippschiene 60 drehfest angeordnet. In der bevorzugten Ausführungsform ist die Kippschiene 60 auf dem Querträger 70 über einen Bügel bzw. durch ein U-Eisen 28 auf dem Querträger 70 drehfest befestigt. Dies ist beispielhaft bei der rechten der in Fig. 1 dargestellten Kippschiene 60 skizziert. Bei der in Fig. 1 gezeigten bevorzugten Ausführungsform ist das Solarmodul 20 unmittelbar auf der Kippschiene 60 angeordnet. In der bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Befestigung über eine Modulklemme 30,

deren Anordnung in Fig. 1 am Beispiel der linken Kippschiene 60 gezeigt ist. In Fig. 1 handelt es sich hierbei um eine rein skizzenhafte Darstellung der Modulklemme 30. Deren genauer Aufbau wird später in Fig. 6 beschrieben. Entscheidend ist hierbei lediglich, dass die Positionierung und letztendlich die Befestigung der Modulklemme 30 auf der Kippschiene 60 entlang bzw. parallel zur Kippschiene 60 frei erfolgen kann. Die Variabilität (hinsichtlich Positionierbarkeit und Befestigung) quer zur Längsachse L ergibt sich durch das Funktionsprinzip der Modulklemme 30.

10 Ebenfalls angedeutet ist die Rotationseinheit 80, welche ebenfalls über ein Kopfstück 42, hier allerdings über das vordere Solarmodul 20 verdeckt, auf einem anderen Pfosten 40 angeordnet ist. Damit ist bereits die Reihe von Pfosten angedeutet, welche sich entlang der Längsachse L erstreckt, welche sich wiederum durch die Drehpunkte D ergibt.

15

Fig. 2 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform einer Rotationseinheit 80 und dessen Anordnung zu einem Querträger 70. Gezeigt ist ein Pfosten 40, an dessen oberen Ende ein Kopfstück 42 angeordnet ist. Um eine Verschiebbarkeit des Kopfstücks 42 entlang der Hochachse H zu gewährleisten, sind die Befestigungsöffnungen 44 als übereinander angeordnete Langlöcher ausgeführt, die auch breiter sind als notwendig, um in Querrichtung zu Hochachse H eine Verdrehbarkeit des Kopfstücks 42 zu gewährleisten. Am oberen Ende des Kopfstücks 42 ist über mehrere Schrauben die Rotationseinheit 80 form- und/oder kraftschlüssig angeordnet. In der in Fig. 2 dargestellten bevorzugten Ausführungsform ist diese Anordnung über eine Art Plattform möglich, in welcher das Kopfstück 42 endet und auf welcher die Rotationseinheit 80 anordenbar ist. Dargestellt ist weiter die Anordnung einer Antriebseinheit 86 relativ zur Rotationseinheit 80. Zwischen dem Mitnehmerarm 82 und der Rotationseinheit 80 befindet sich ein Ausgleichselement 84. Der Mitnehmerarm 82 ist in bevorzugter Ausführungsform über vier Schrauben drehfest mit dem Querträger 70 verbunden. Auch der Mitnehmerarm 82 weist mehrere Befestigungsbereiche 52 auf, über welche ein Abstand x, welcher sich von einer Mittellinie des Querträgers 70 zum Drehpunkt D erstreckt, variiert werden kann.

20
25
30

Fig. 3 zeigt eine Seitenansicht einer bevorzugten Ausführungsform einer Verbindung einer Rotationseinheit 80 mit einem Mitnehmerarm 82 über ein Ausgleichselement 84. In der bevorzugten Ausführungsform ist das Ausgleichselement 84 als Hardyscheibe ausgeführt. Dieses ist ein Gummielement, welche die Rotationseinheit 80 und den Mitnehmerarm 82 zwar verbindet, allerdings eine gewisse Elastizität zulässt. Deutlich zeigt Fig. 3, dass sowohl vom Mitnehmerarm 82 als auch von der Rotationseinheit 80 jeweils in die eigentliche Hardyscheibe 84 sozusagen Bolzen hineinragen. Die eigentliche Verbindung wird über die Scheibe, nämlich über die Hardyscheibe, hergestellt. Es versteht sich, dass dies nur eine skizzenhafte Darstellung ist und eine Hardyscheibe in Realität von der skizzierten durchaus abweichen kann. Gut zu sehen ist in dieser Seitenansicht die Anordnung eines Querträgers 70 am Mitnehmerarm 82 relativ zur Rotationseinheit 80 bzw. auch zu dessen Drehpunkt D, über welchen sich letztendlich wieder ein Abstand x zum Querträger 70 ergibt.

Fig. 4 zeigt eine mögliche Anordnung von zwei Solarmodulen 20 auf zwei Kippschienen 60. Zwischen den Solarmodulen 20 positioniert ist eine Rotationseinheit 80, welche über ein Ausgleichselement 84 und einen Mitnehmerarm 82 über einen Querträger 70, hier durch das rechte Solarmodul 20 verdeckt, die zwei Kippschienen 60 verschwenkt. Es versteht sich, dass in Fig. 4 nur ein Ausschnitt dargestellt ist. So kann entlang der Längsachse L jeweils links und rechts der Solarmodule 20 eine unendliche Zahl von Solarmodulen 20 auf den entsprechend verlängerten Kippschienen 60 angeordnet werden. Bevorzugt erfolgt die Anordnung direkt nebeneinander, um möglichst viel Solarmodulfläche auf einem gewissen Grundstück installieren zu können. Beim linken Solarmodul 20 ist noch ein Hebelarm 50 angedeutet, über welchen letztendlich der Pfosten 40 gegebenenfalls auch über ein Kopfstück 42 mit einem weiteren Querträger 70 verbunden ist, welcher wiederum drehfest mit den beiden Kippschienen 60 verbunden ist. Die zwei Solarmodule 20 bilden einen Solarmodultisch 22 und spannen eine Solarmodulebene E auf.

Fig. 5a zeigt eine bevorzugte Ausführungsform einer Modulklemme 30, bestehend aus einem oberen Profilelement 32 und einem unteren Profilelement 31. Im untere-

ren Profilelement 31 ist ein Dichtungselement 34 angeordnet. In der in Fig. 5a gezeigten bevorzugten Ausführungsform steht das Dichtungselement 34 etwas über die Auflagefläche des unteren Profilelements 31 über. Vorteilhafterweise wird dadurch eine noch bessere Dichtwirkung erzielt. In einer bevorzugten Ausführungsform weist der Außenbereich der unteren Seitenwände 31' sowie der Innenbereich der dazu korrespondierenden oberen Seitenwände 32' eine Gravur bzw. eine Riffelung auf, welche als Montageerleichterung des oberen Profilelements 32 und des unteren Profilelements 31 bzw. der ganzen Modulklemme 30 dient.

Weiter dient diese Riffelung auch einfach zur Handhabung, da sie beispielsweise verhindert, dass die beiden Teile auseinanderfallen. Dargestellt sind weiter die beiden Vorsprünge 36, welche sich bevorzugt im Wesentlichen rechtwinklig von den oberen Seitenwänden 32' weg erstrecken. Zwischen den oberen Seitenwänden 32' des oberen Profilelements 32 ist eine Bohrung 36 angeordnet, welche in der in Fig. 5a gezeigten Ausführungsform durch ein Befestigungselement 38 verdeckt wird und welche sich analog dazu korrespondierend auch im unteren Profilelement 31 befindet. Vorteilhafterweise wird als Befestigungselement 38 eine Bohrschraube verwendet. In der bevorzugten Ausführungsform weist das untere Profilelement 31 zu beiden Seiten der unteren Seitenwände 31' einen Auflagebereich 35 auf, der zur Anordnung der Solarmodule 20 dient.

20

Fig. 5b zeigt eine bevorzugte Ausführungsform einer Modulklemme 30 in Kombination mit zwei Solarmodulen 20. Deutlich wird hierbei der Kraftfluss, der bei der Befestigung der Solarmodule 20 wirkt und über die Modulklemme 30 ermöglicht wird. So wirkt dieser Kraftfluss von den Solarmodulen 20 (alternativ bevorzugt auch nur von einem Solarmodul 20) über Vorsprünge 33 in ein oberes Profilelement 32 hinein, von wo es letztendlich über ein Befestigungselement 38, bevorzugt eine Bohrschraube, und über ein unteres Profilelement 31 in ein unteres Element, in diesem bevorzugten Fall in eine Kippschiene 60, eingeleitet wird. Zwischen der Kippschiene 60 und dem Auflagebereich des unteren Profilelements 31 bzw. den Auflagebereichen 35 ist ein Dichtelement 34 angeordnet. Gut zu sehen ist die räumliche Trennung der Solarmodule 20 von der Kippschiene 60 durch die Auflagebereiche 35, welche sich zu beiden Seiten des unteren Profilelements 31 erstrecken. Die Bohrschraube 38 führt durch die zueinander korrespondierenden

30

Bohrungen 36, welche sich jeweils im oberen Profilelement 32 und im unteren Profilelement 31 befinden. Über den Form- und/oder Kraftschluss der Bohrschraube 38 mit der Kippschiene 60 wird letztlich der Kraftfluss von der Kippschiene 60 zu dem oder den Solarmodulen 20 sichergestellt bzw. geschlossen.

5

Fig. 6 zeigt eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Nachführvorrichtung für Solarmodule 20. Es sind in dieser bevorzugten Ausführungsform die Solarmodule 20, welche einen Solarmodultisch 22 bilden, über zumindest eine Modulträgerschiene 24 auf Kippschienen 60 angeordnet. Die Modulträgerschiene 24 bzw. die

10 Modulträgerschienen 24 sind im Wesentlichen quer zur Kippschiene 60 bzw. den Kippschienen 60 und damit zu einer Längsachse L orientiert.

Zwischen der Modulträgerschiene 24 wird eine form- und/oder kraftschlüssige Verbindung mit den Solarmodulen 20 über zumindest eine Klammer 26 dargestellt. Ansonsten ergibt sich der bekannte Aufbau über einen Pfosten 40, an welchem ein Kopfstück 42 mit entsprechenden Befestigungsbereichen 44 angeordnet

15 ist. Auf dem Kopfstück 42 ist eine Rotationseinheit 80 über einen Mitnehmerarm 82 mit dem Querträger 70 verbunden. Die Verbindung des Mitnehmerarms 82 mit dem Querträger 70 erfolgt drehfest in bevorzugter Ausführungsform über vier Schrauben. Der Solarmodultisch 22 wird geschwenkt bzw. gedreht um die Längs-

20 achse L bzw. um den Drehpunkt D. Zwischen dem Drehpunkt D und einer Solarmodulebene E, welche sich aus den nach oben gewandten Flächen der Solarmodule 20 bzw. des Solarmodultisches 22 ergibt, erstreckt sich der lotrechte Abstand a. Bevorzugt ist dieser derart bemessen, dass bei einer Schrägstellung des Solarmodultisches ein möglichst geringes Drehmoment in den Pfosten 40 eingeleitet

25 wird, also möglichst gering. Die Solarmodule 20 sind nur schemenhaft bzw. gestrichelt dargestellt.

Fig. 7 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform einer Modulträgerschiene 24 und einer Klammer 26 für eine Nachführvorrichtung für Solarmodule 20. Über zumin-

30 dest eine Öffnung 26' in der Klammer 26 kann das Solarmodul 20 an dessen herstellerseitigen Befestigungsöffnungen an der Modulträgerschiene 24 durch Schrauben oder Nieten befestigt werden. Dargestellt sind in Fig. 5 weiterhin zwei Stege 27, welche dazu dienen, die Klammer 26 entlang der Modulträgerschiene

24 zu positionieren und eine Zentrierung oder auch Ausrichtung zu ermöglichen. Die Modulträgerschienenflächen 25 sind derart ausgestaltet, dass sie von der Klammer 26 derart umschlossen werden, dass diese nicht zur Seite abrutschen kann, sondern nur über die Enden der Modulträgerschiene 24 aufgeschoben werden kann. Da die Klammer 24 nur mit Nieten und/oder Schrauben an die Modulträgerschiene 24 geklemmt ist, wird sie bevorzugt gegen Abrutschen gesichert. Dazu wird zumindest eine der Modulträgerschienenflächen 25 links und rechts neben der Klammer mit einem Werkzeug aufgebogen.

10 Fig. 8 zeigt einen Solarmodultisch 22 von unten. Dargestellt ist eine Kippschiene 60, an welcher über einen Bügel 28 eine Modulträgerschiene 24 im Wesentlichen quer dazu befestigt ist. Der Solarmodultisch 22, welcher in Fig. 8 durch zumindest zwei Solarmodule 20 gebildet wird, bildet an der Oberfläche eine Solarmodulebene E. Die Solarmodule 20 sind über Klammern 26 an der Modulträgerschiene 24 anordenbar.

Fig. 9 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Anordnung eines Solarmodules 20 auf einer Kippschiene 60. Gut zu sehen ist dabei, dass über die Klammer 26 die herstellerseitigen Befestigungsöffnungen im Solarmodul 20 nutzbar sind. Dadurch dass die Klammer 26 auf der Modulträgerschiene 24 frei positionierbar ist, ergibt sich eine Anpassbarkeit an die unterschiedlichsten Solarmodul-Größen. Weiter zeigt Fig. 9 die Verbindung der Modulträgerschiene 24 über einen Bügel oder ein U-Eisen 28 mit der Kippschiene 60. Auch hierbei wird deutlich, dass durch diese Verbindung eine freie Positionierbarkeit der Modulträgerschiene 24 und damit des Solarmoduls 20 auf der Kippschiene 60 möglich ist.

Fig. 10 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform eines Zwischenstücks 62, welches der Befestigung bzw. Aneinanderreihung mehrerer Vierkantrohre dient, welche letztendlich die Kippschiene 60 bilden. In der bevorzugten Ausführungsform ist das Zwischenstück 62 mit geeigneten Gewinden versehen, so dass über geeignete Befestigungsöffnungen 64, welche sich in den Vierkantrohren befinden, Befestigungsmittel 10 derart befestigbar sind, dass zwischen dem Zwischenstück 62 und dem Vierkantrohr ein Form- und oder Kraftschluss realisierbar ist. Vorteilhafter-

weise sind in den Vierkantrohren mehrere Öffnungen vorgesehen, welche mit den Gewinden im Zwischenstück 62 korrespondieren, wobei nicht alle Befestigungsöffnungen bzw. Gewinde verwendet werden müssen, so dass ggfs. ein auf der Kippschiene 60 anzubringender Bügel 28 oder ein Flacheisen frei positionierbar ist.

Fig. 11 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Nachführvorrichtung für Solarmodule 20. Gezeigt ist ein erster Pfosten 40, welcher entlang einer Hochachse H ausgerichtet ist, und an dessen oberem Ende ein Kopfstück 42 angeordnet ist. Um eine Verschiebbarkeit des Kopfstücks 42 entlang der Hochachse H zu gewährleisten, sind Befestigungsöffnungen 44 als übereinander angeordnete Langlöcher ausgeführt, die auch breiter sind als notwendig, um in der Querrichtung eine Verdrehbarkeit des Kopfstücks 42 zu gewährleisten. Am oberen Ende des Kopfstücks 42 ist ein Drehpunkt D durch ein Lagerelement 54 realisiert. Am Lagerelement 54 ist ein Querträger 70 angelenkt, an dessen äußeren Ende wiederum drehstarr eine Kippschiene 60 befestigt ist. Zu sehen ist ein Distanz x' , welche sich zwischen dem Drehpunkt D und der Kippschiene 60 ergibt und die vorzugsweise etwa 300 mm beträgt. Der Drehpunkt D und die Drehachse der Rotationseinheit 80 sind entlang einer Längsachse L ausgerichtet, zu der die Kippschiene 60 parallel ausgerichtet ist.

Dargestellt ist weiterhin, dass eine Rotationseinheit 80 ebenfalls über Langlöcher in der Höhe an einem anderen Pfosten 40 verstellbar ist. Der Mitnehmerarm 82, der die Kippschiene 60 und die Rotationseinheit 80 verbindet, ist derart ausgeführt, dass die Kippschiene 60 durch eine Ausnehmung im Mitnehmerarm 82 hindurchgeführt ist. Die Innenseiten der Ausnehmung sind mit einem Kunststoffstreifen 88 ausgekleidet. Weiterhin zeigt Fig. 11 die Anordnung einer Modulträgerschiene 24 auf der Kippschiene 60. Die Anordnung erfolgt in bevorzugter Ausführungsform im Wesentlichen quer zur Längsachse L. Angedeutet ist weiterhin eine Klammer 26, welche die Modulträgerschiene 24 und das Solarmodul 20 miteinander verbindet. Das Solarmodul 20 wiederum weist parallel zur Längsachse L eine Mittellinie M auf und bildet an seiner Oberfläche eine Solarmodulebene E.

Fig. 12 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform eines Querträgers 70 für die Nachführvorrichtung für Solarmodule 20 ohne Hebelearn. Am pfostenseitigen Bereich 74 ist ein Lagerelement 54 angeordnet. Dieses verbindet ein Kopfstück 42 mit dem Querträger 70 in einem Drehpunkt D. Vom Drehpunkt D aus wird eine Distanz x' mit einer Kippschiene 60 gebildet, die an dessen schienenseitigen Bereich 72 mit dem Querträger 70 verbunden ist. Hierzu ist ein zweiteiliger Rahmen vorgesehen, dessen erster Teil 71 an dem Querträger 70 befestigt, insbesondere seitlich an dem Querträger 70 angeschweißt ist. Der Rahmenteil 71 weist eine Vertiefung auf, in die eine Seite der Kippschiene 60 eingesetzt wird. Auf die andere Seite wird der zweite Rahmenteil 73 mit einer ähnlichen Vertiefung aufgesetzt und mit zwei geeigneten langen Schrauben 1 und entsprechenden Muttern mit dem ersten Rahmenteil 71 verbunden. Auf diese Weise wird die Kippschiene 60 zwischen dem ersten und zweiten Rahmenteil eingeklemmt und somit am Hebelearn 60 befestigt. Weiterhin dargestellt ist ein Rücksprung 76 in dem Rahmenteil 71, welcher dazu dient, Raum zu schaffen für etwaige Vorsprünge der Kippschiene 60, wie sie zum Beispiel durch ein Befestigungsmittel 1' auftreten können, welches der Befestigung der Kippschiene 60 mit einem Zwischenstück 62 dient.

In dem in Fig. 12 gezeigten Ausschnitt der Kippschiene 60 stoßen zwei Kippschieneabschnitte, also zwei Vierkantrohre, aneinander. Zu sehen sind die mehreren Befestigungsöffnungen 64, welche auf den Flächen der Vierkantrohre angeordnet sind. Es sind jeweils nur in die vom Stoß entfernten Befestigungsöffnungen 64 Befestigungsmittel 1', vorzugsweise Schrauben 1, eingeführt, welche jeweils in ein (nicht sichtbares) Zwischenstück 62 eingreifen. Dadurch wird über den anderen Befestigungsöffnungen 64 die Möglichkeit der Befestigung einer Modulträgerschiene 24 belassen.

Fig. 13 zeigt eine Nachführvorrichtung für Solarmodule 20 gemäß der Fig. 11 schematisch in einem Schnitt quer zu einer Längsachse L. Gezeigt ist ein Solarmodul 20 in seiner Mittelstellung, in der eine Mittellinie M genau über den Drehpunkten D liegt, also das Gewicht des Solarmodultisches 20 optimal zentriert ist. Ein Querträger 70 und eine Kippschiene 60 sind parallel zu einer Solarmodulebene E ausgerichtet, was allerdings in anderen Kippstellungen der Kippschiene 60

auch der Fall ist, da die Kippschiene 60, Modulträgerschienen 24 und damit der Solarmodultisch 20 und der Querträger 70 bevorzugt drehfest miteinander verbunden sind. Somit drehen sich diese Elemente zusammen um die Drehpunkte D. Wichtig ist in diesem Zusammenhang ein lotrechter Abstand a' von der Mittellinie M zum Drehpunkt D, da dieser den Radius der Drehbewegung beim Nachführen der Solarmodule bildet. Weiterhin ist eine Distanz x' zwischen dem Drehpunkt D und dem Mittelpunkt der Kippschiene 60 dargestellt.

Bezugszeichenliste

10	
	1 Schraube
	1' Befestigungsmittel
	10 Befestigungsmittel
	20 Solarmodul
15	22 Solarmodultisch
	24 Modulträgerschiene
	25 Modulträgerschienenseitenfläche
	26 Klammer
	26' Öffnung
20	27 Steg
	28 Bügel, U-Eisen
	30 Modulklemme
	31 unteres Profilelement
	31' untere Seitenwand
25	32 oberes Profilelement
	32' obere Seitenwand
	33 Vorsprung
	34 Dichtungselement
	35 Auflagebereich
30	36 Bohrung
	38 Befestigungselement
	40 Pfosten
	42 Kopfstück

- 44 Befestigungsbereich, Langloch
- 50 Hebelarm
- 52 Befestigungsbereich, Bohrung
- 54 Lagerelement
- 5 60 Kippschiene
- 62 Zwischenstück
- 64 Befestigungsöffnungen
- 70 Querträger
- 71 erster Rahmenteil
- 10 72 schienenseitiger Bereich
- 73 zweiter Rahmenteil
- 74 pfostenseitiger Bereich
- 76 Rücksprung
- 80 Rotationseinheit
- 15 82 Mitnehmerarm
- 84 Ausgleichselement
- 86 Antriebseinheit
- D Drehpunkt
- E Solarmodulebene
- 20 H Hochachse
- L Längsachse
- M Mittellinie
- x Abstand
- x' Distanz
- 25 | a, a' lotrechter Abstand

Ansprüche

1. Nachführvorrichtung für Solarmodule (20), umfassend
5 eine Reihe von jeweils entlang einer Hochachse (H) orientierten Pfosten (40), wobei sich die Reihe entlang einer Längsachse (L) erstreckt, und eine parallel zur Längsachse (L) orientierte Kippschiene (60), an der zumindest ein Solarmodul (20) anordenbar ist und welche zum Nachführen des Solarmoduls (20) um die Längsachse (L) verschwenkbar ist,
10 dadurch gekennzeichnet, dass die Kippschiene (60) mit zumindest einem Pfosten (40) durch einen Querträger (70) verbunden ist, wobei der Querträger (70) zum Verschwenken der Kippschiene (60) um einen Drehpunkt (D) rotierbar ist.
15
2. Nachführvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Querträger (70) um einen Abstand (x) versetzt zum Drehpunkt (D) angeordnet ist.
- 20 3. Nachführvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei an einem anderen Pfosten (40) der Reihe eine Rotationseinheit (80), insbesondere ein Schneckengetriebe, angeordnet ist, welche dazu ausgelegt ist, über einen Mitnehmerarm (82) den zumindest einen Querträger (70) zu drehen und dadurch die zumindest eine Kippschiene (60) zu verschwenken.
25
4. Nachführvorrichtung nach einem der Ansprüche 2-3, wobei die Verbindung zwischen der Rotationseinheit (80) und dem Mitnehmerarm (82) über ein Ausgleichselement (84), insbesondere eine Hardy-scheibe, erfolgt, welches dazu ausgelegt ist, Winkelabweichungen, Höhenunterschiede und/oder axiale Abstandsänderungen und/oder Parallelverschiebungen in der Reihe der Pfosten (40), insbesondere in deren Drehpunkten (D), auszugleichen.
30

5. Nachführvorrichtung nach einem der Ansprüche 2-4,
wobei der zumindest eine Querträger (70) im Wesentlichen quer zur Längsachse (L) und mittig zur Hochachse (H) angeordnet ist und wobei der Abstand (x) zwischen dem Querträger (70) und dem Drehpunkt (D) über einen Hebelarm (50) und/oder über den Mitnehmerarm (82) darstellbar ist, dadurch dass der Hebelarm (50) und/oder der Mitnehmerarm (82) jeweils mit einem Ende am Drehpunkt (D) anordenbar ist und mit einem anderen Ende form- und/oder kraftschlüssig mit dem Querträger (70) verbindbar ist.
6. Nachführvorrichtung nach einem der Ansprüche 2-5,
wobei der Hebelarm (50) und/oder der Mitnehmerarm (82) derart ausgestaltet ist, dass der Abstand (x) vom Querträger (70) zum Drehpunkt (D) verstellbar festlegbar ist, dadurch dass der Hebelarm (50) und/oder der Mitnehmerarm (82) zumindest zwei Befestigungsbereiche (52), insbesondere Bohrungen, entlang des Abstands (x) zwischen dem Querträger (70) und dem Drehpunkt (D) umfasst, über welche der Querträger (70) form- und/oder kraftschlüssig durch korrespondierende Befestigungsmittel (10) festlegbar ist.
7. Nachführvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei an einem in Bezug auf die Hochachse (H) oberen Ende zumindest eines Pfostens (40) ein Kopfstück (42) anordenbar ist, wobei das Kopfstück (42) durch zumindest zwei untereinander angeordnete längliche Befestigungsbereiche (44), insbesondere Langlöcher, entlang der Hochachse (H) und optional quer zur Längsachse (L) verstellbar am Pfosten (40) festlegbar ist.
8. Nachführvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Hebelarm (50) und/oder der Querträger (70) über ein Lagerelement (54) mit dem Pfosten (40) und/oder dem Kopfstück (42) verbindbar ist, wobei das Lagerelement (54) den Drehpunkt (D) darstellt und wobei der Hebelarm (50) und/oder der Querträger (70) um den Drehpunkt (D) im Wesentlichen quer zu Längsachse (L) rotierbar ist.

9. Nachführvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das Solarmodul (20) rechteckig ist und wobei es mit seiner langen Seite im Wesentlichen parallel zur Längsachse (L) anordenbar ist, dadurch dass an und im Wesentlichen quer zur Kippschiene (60) zumindest eine Modulträgerschiene (24) form- und/oder kraftschlüssig festlegbar ist, an welcher über
5
zumindest eine Klammer (26) das Solarmodul (20) form- und/oder kraftschlüssig festlegbar ist.
10. Nachführvorrichtung nach Anspruch 9,
wobei das Solarmodul (20) durch eine Modulklemme (30) an der Kippschiene (60) und/oder an der Modulträgerschiene (24) festlegbar ist, wobei die Modulklemme (30) durch zwei ineinander greifende Profilelemente (31, 32) gebildet ist, wobei ein oberes Profilelement (32) zumindest einen Vorsprung (33) aufweist, über welchen zumindest ein Solarmodul (20) form- und/oder
10
kraftschlüssig festlegbar ist.
11. Nachführvorrichtung nach Anspruch 10,
wobei das obere (32) und ein unteres Profilelement (31) der Modulklemme (30) jeweils zumindest eine zueinander korrespondierende Bohrung (36)
20
aufweisen, über welche die Modulklemme (30) über zumindest ein Befestigungselement (38), insbesondere eine Bohrschraube, form- und/oder kraftschlüssig auf der Kippschiene (60) festlegbar ist, wobei ein Kraftfluss von dem zumindest einem Solarmodul (20) über den Vorsprung (33) und über das obere Profilelement (32) und das Befestigungselement (38) in das untere
25
Profilelement (31) und in die Kippschiene (60) wirkt.
12. Nachführvorrichtung nach einem der Ansprüche 2-11,
wobei die nach oben gewandten Flächen zumindest zweier Solarmodule (20) einen Solarmodultisch (22) bilden, welcher sich entlang einer Solarmodulebene (E) erstreckt und wobei der Solarmodultisch (22) im Wesentlichen
30
symmetrisch zur Längsachse (L), deren Richtung sich durch zumindest zwei Drehpunkte (D) ergibt, ausgerichtet ist, wobei ein lotrechter Abstand (a) der Solarmodulebene (E) zum Drehpunkt (D) derart ausgelegt ist, dass ein

Drehmoment, welches bei der Rotation des Solarmodultisches (22) um den Drehpunkt (D) in zumindest einen Pfosten (40) eingeleitet wird, minimierbar ist.

- 5 13. Nachführvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die nach oben gewandten Flächen der an der Kippschiene (60) anordenbaren Solarmodule (20) einen Solarmodultisch (22) bilden, welcher sich entlang einer Solarmodulebene (E) erstreckt und wobei die Kippschiene (60), der Querträger (70) und der Mitnehmerarm (82) parallel zu der Solarmodulebene (E) ausgerichtet sind.
- 10
14. Nachführvorrichtung nach Anspruch 13,
wobei eine parallel zur Längsachse (L) ausgerichtete Mittellinie (M) des Solarmodultisches (20) in einer mittleren Drehposition der Kippschiene (60), in der eine Solarmodulebene (E) quer zur Ebene der Hochachsen (V) der Pfosten ausgerichtet ist, geschnitten wird von den durch die Drehpunkte (D) verlaufenden Hochachsen (H), wobei die Kippschiene (60) parallel zur Solarmodulebene (E) um eine Distanz (x') von den Drehpunkten (D) versetzt ist, und wobei ein lotrechter Abstand (a') der Mittellinie (M) zum Drehpunkt (D) kleiner als 100 mm ist.
- 15
15. Nachführvorrichtung für Solarmodule (20), umfassend eine Reihe von jeweils entlang einer Hochachse (H) orientierten Pfosten (40), wobei sich die Reihe entlang einer Längsachse (L) erstreckt, und
- 25
- zumindest eine parallel zur Längsachse (L) orientierte Kippschiene (60), an der zumindest ein Solarmodul (20) anordenbar ist und welche zum Nachführen des Solarmoduls (20) um die Längsachse (L) verschwenkbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass
- 30
- eine Rotationseinheit (80) über zumindest einen Mitnehmerarm (82) mit zumindest einer Kippschiene (60) verbunden und dazu ausgelegt ist, die zumindest eine Kippschiene (60) zu verschwenken,
wobei die Rotationseinheit (80) und der Mitnehmerarm (82) über ein Ausgleichselement (84), insbesondere eine Hardyscheibe, verbunden sind.

Fig. 2

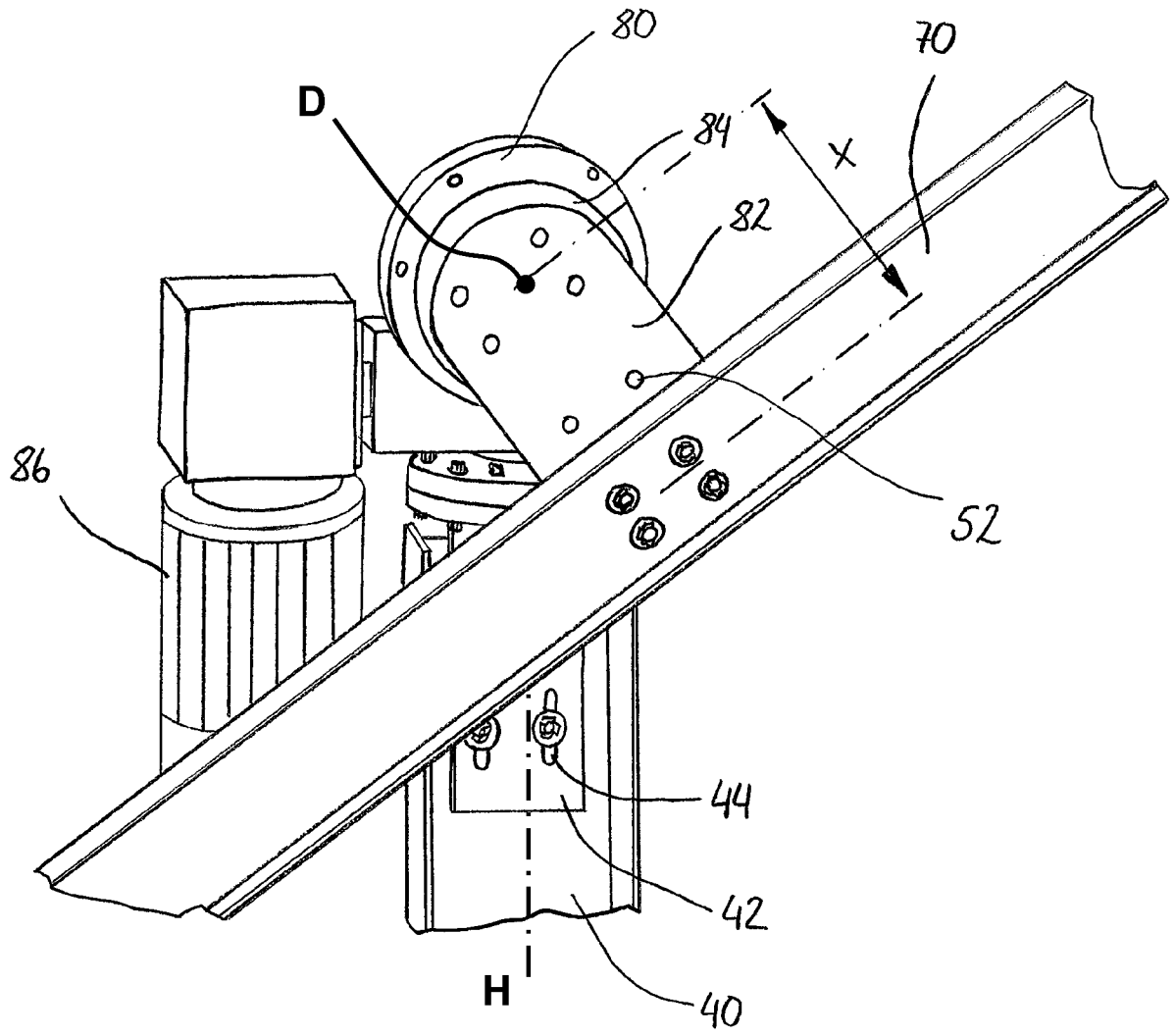


Fig. 3

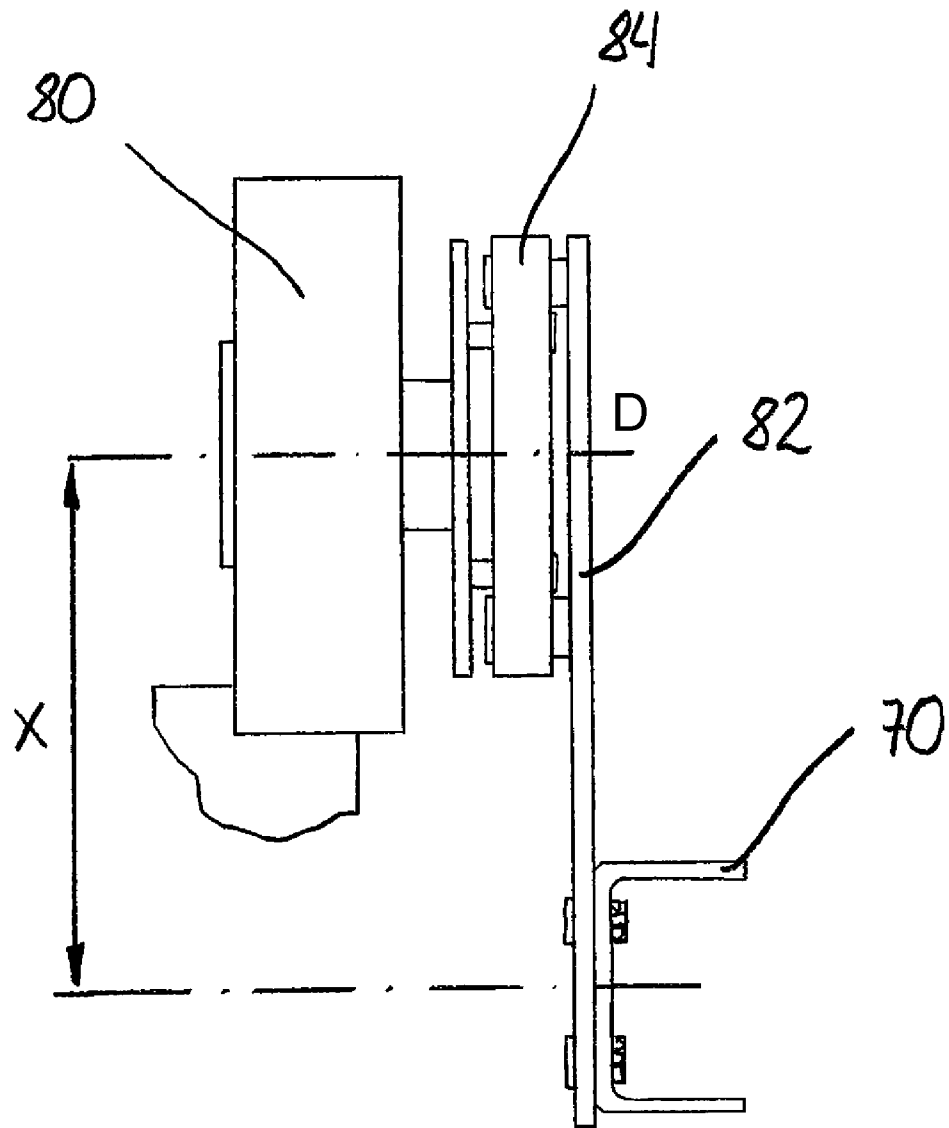


Fig. 4

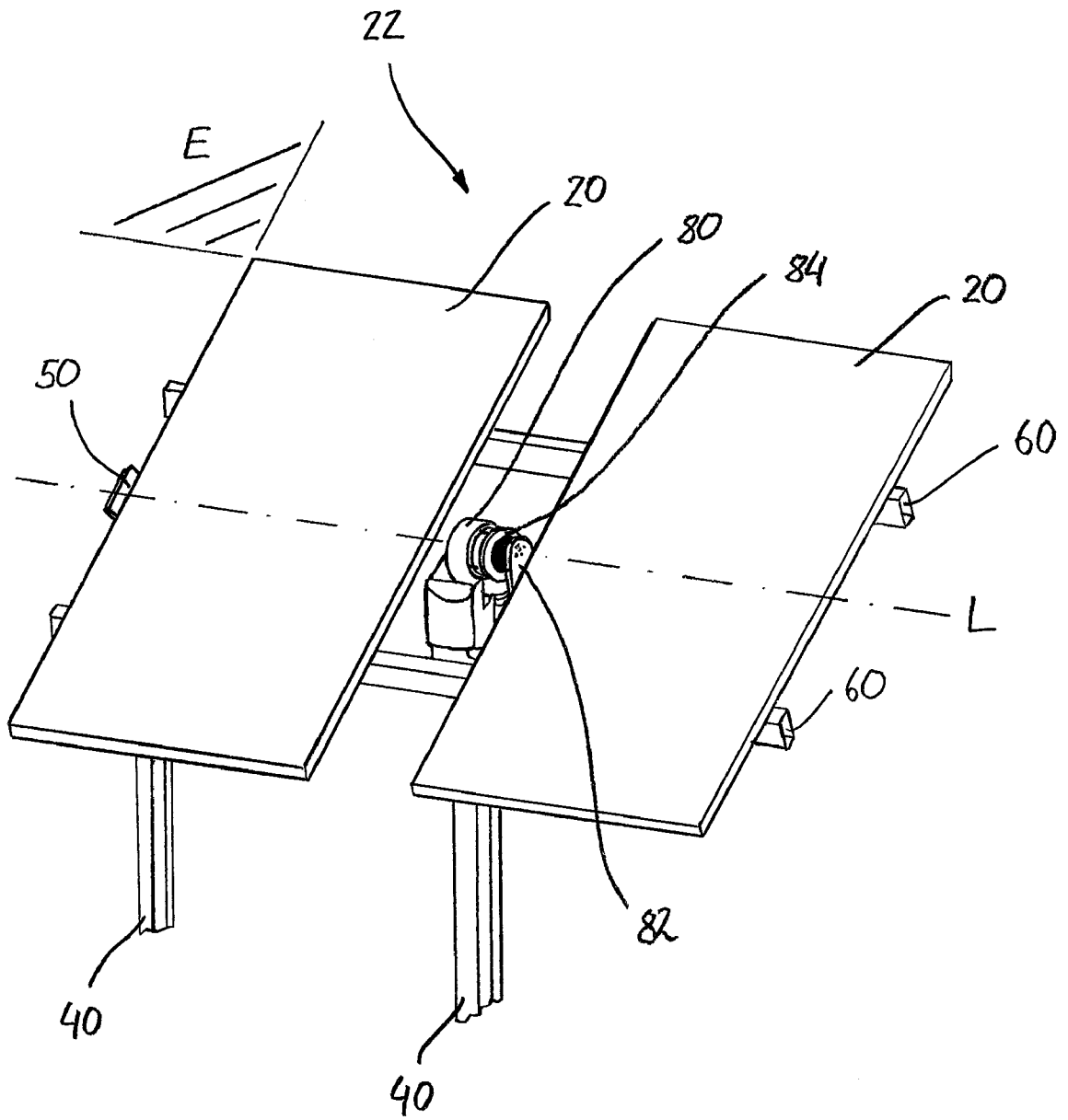


Fig. 5a

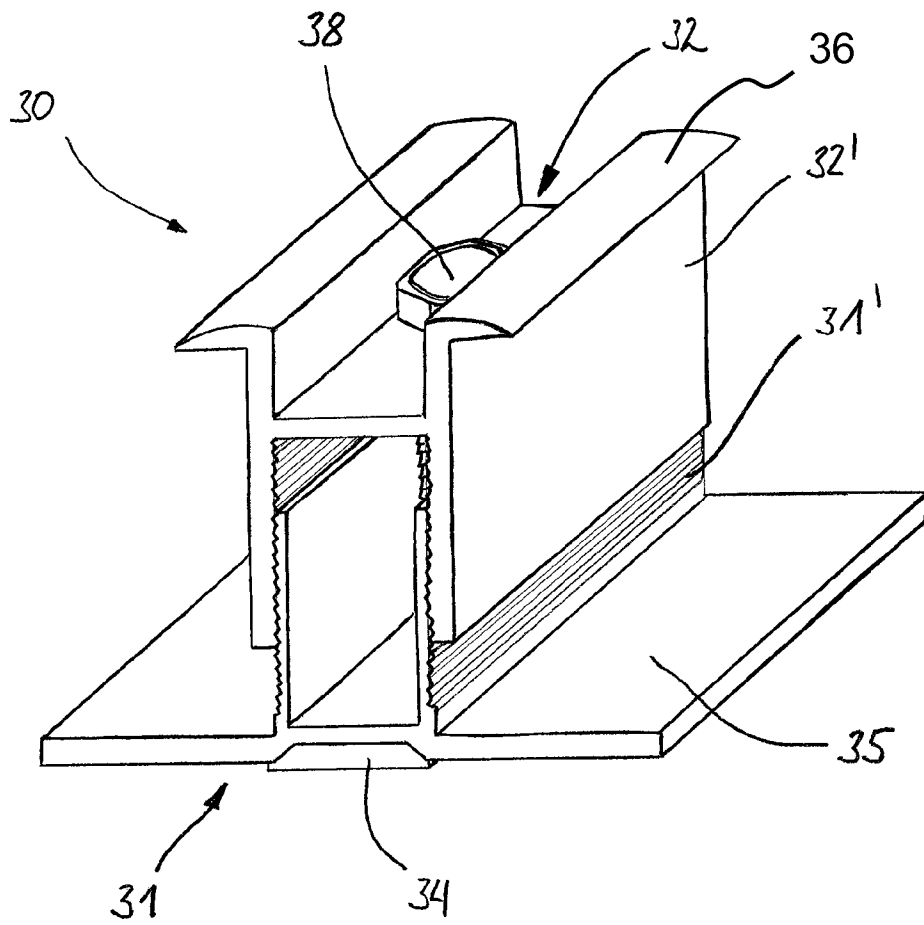


Fig. 5b

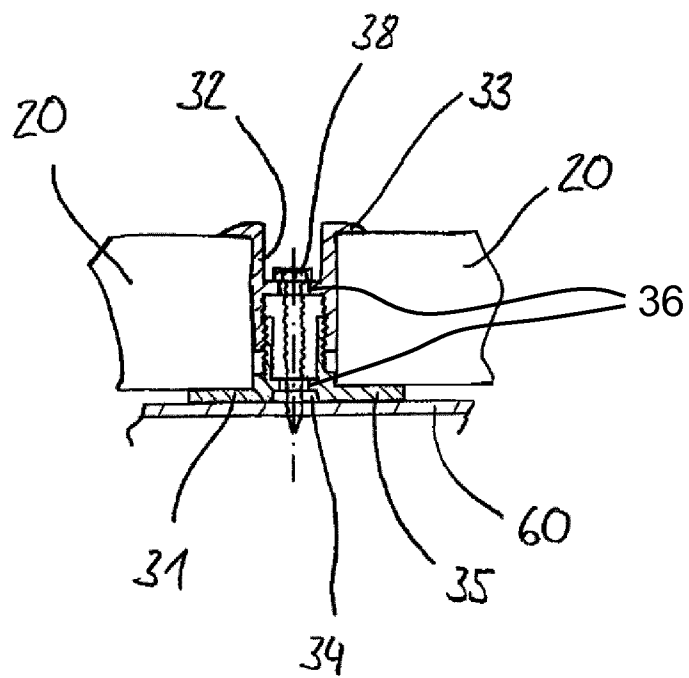


Fig. 7

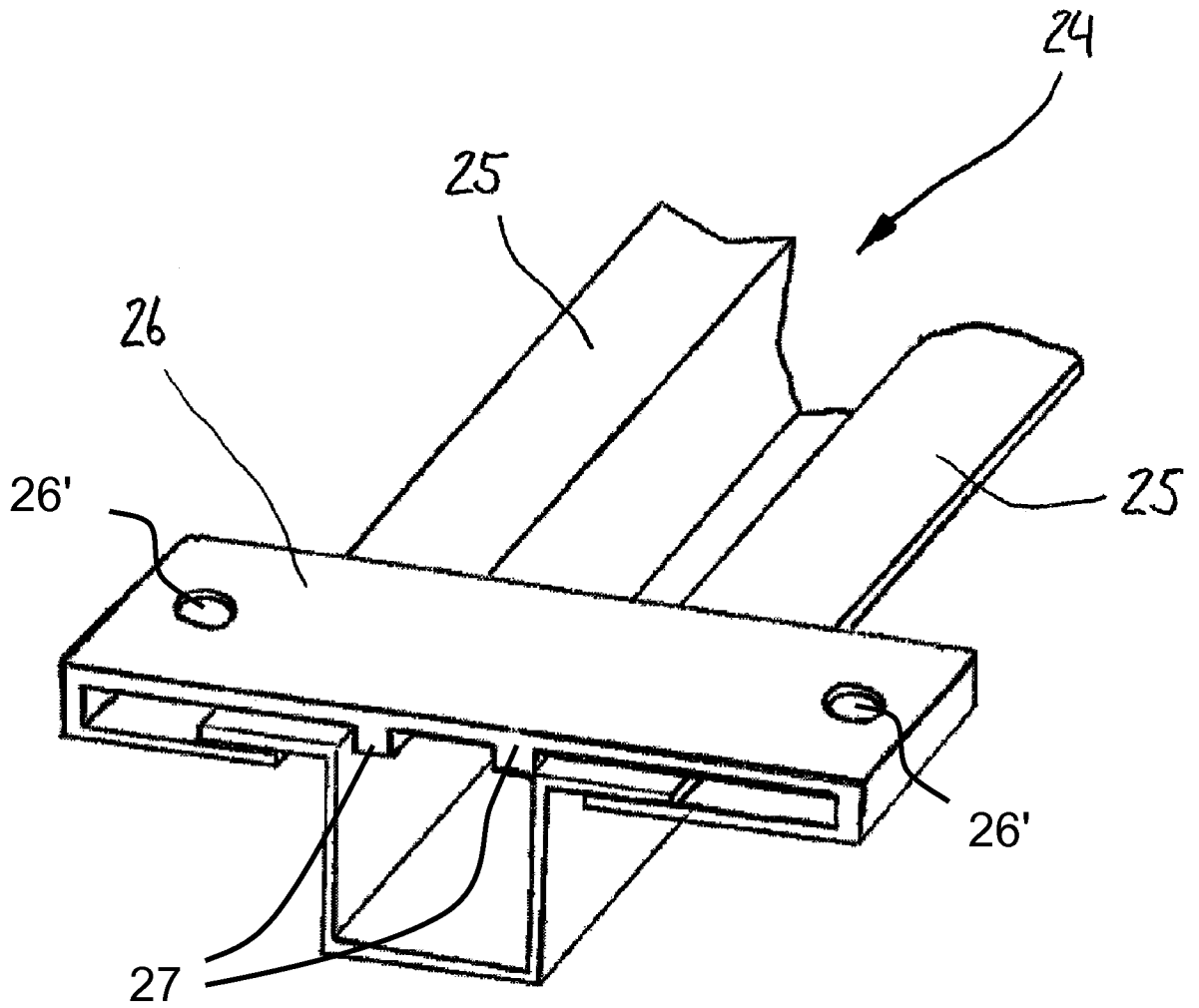


Fig. 8

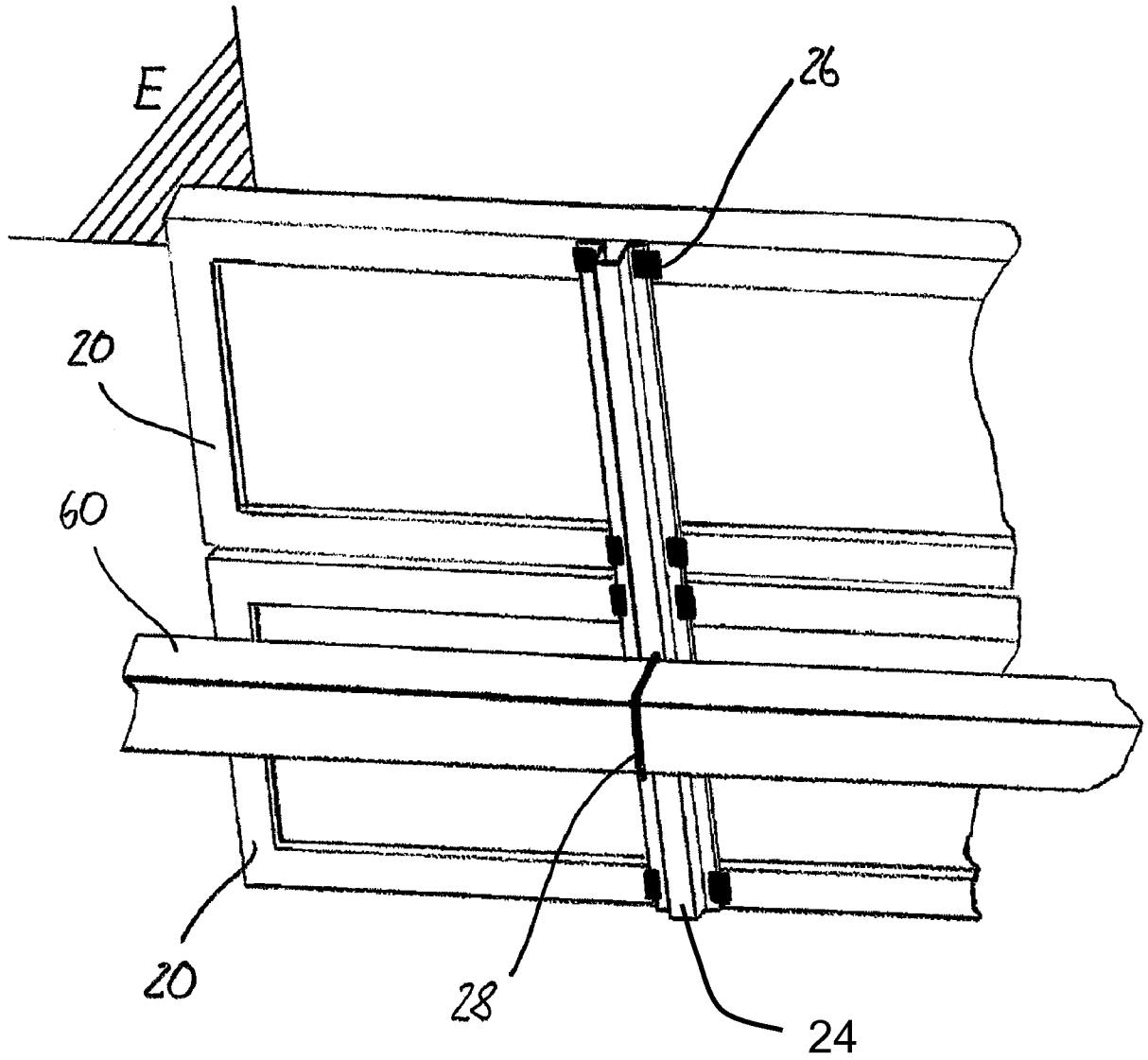


Fig. 9

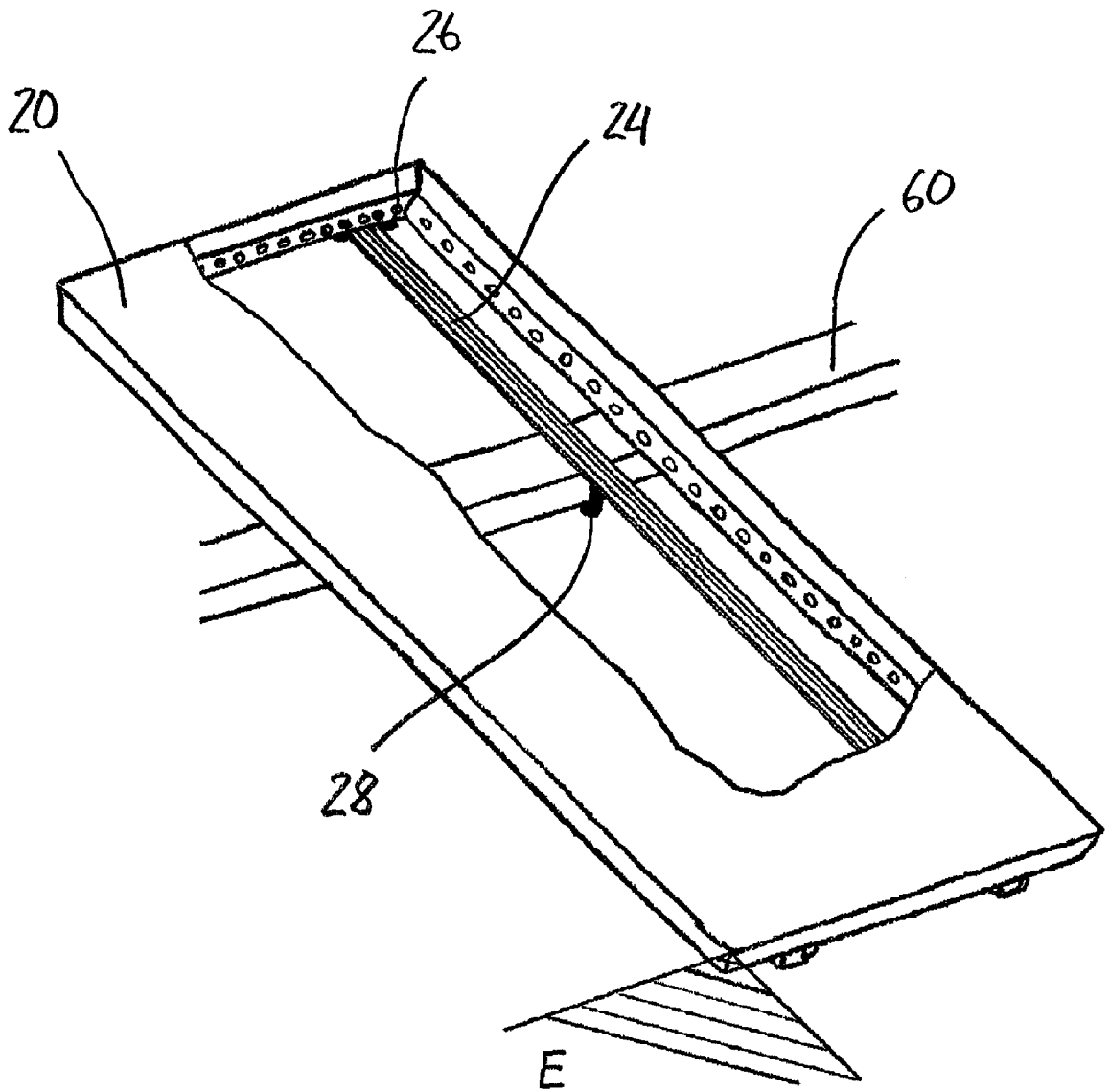


Fig. 12

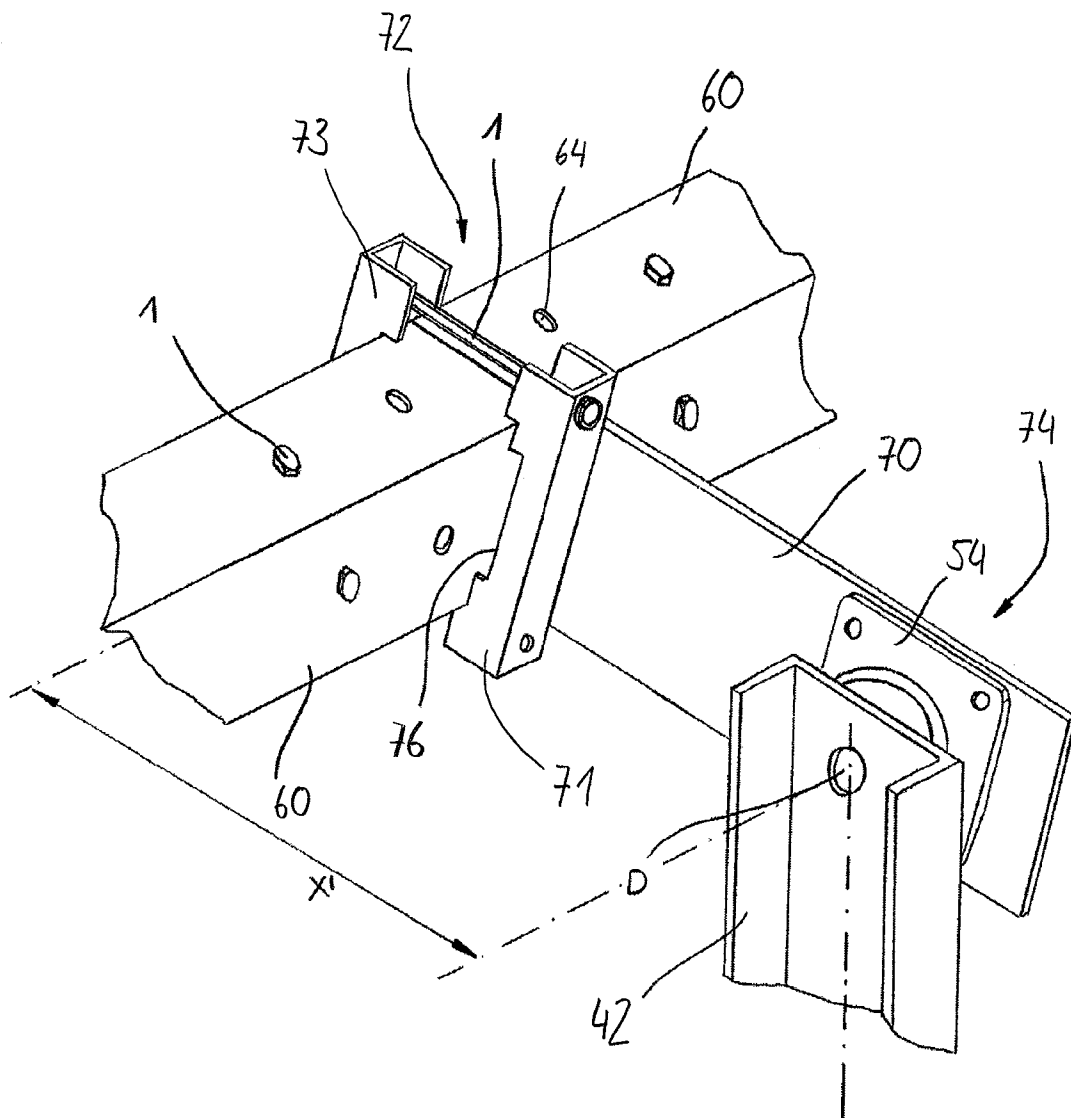


Fig. 13

