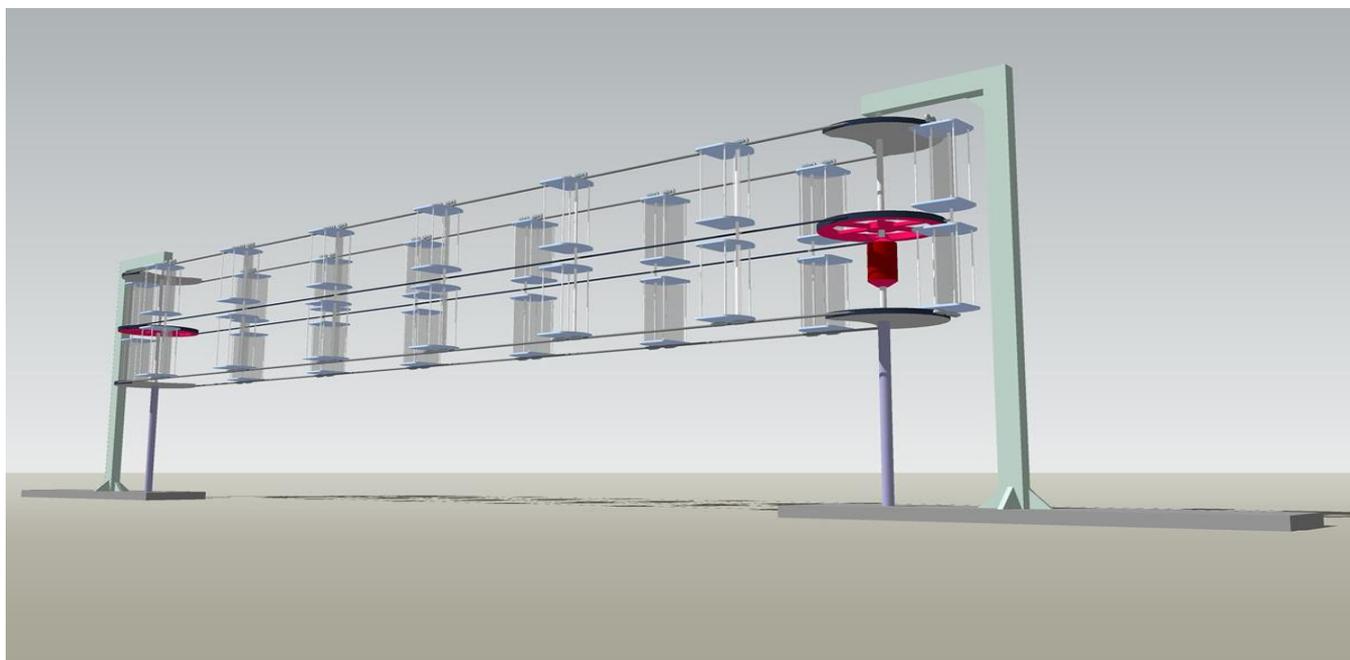


HORIZONTALE LINEARE WINDKRAFTANLAGEN

HLWT = HORIZONTAL LINEAR WIND TURBINES

Visualisierung



WINDSEILBAHN *(patent pending)*

INHALT:

1. Einleitung
2. Zweck, Verwendung und Nutzen der Windseilbahn
3. Das Wesen - wie es funktioniert
4. Konstruktionsvarianten der Bahnen
5. Konstruktionsvarianten der Laufwagen
6. Konstruktionslösungen und die Sicherstellung der Funktionalität der windbelasteten Windseilbahn bei verschiedenen Bahnenarten der Windseilbahn
7. Auswertung der besten und einfachsten Lösung für den Bau einer Windseilbahn.
8. Vorteile einer Windseilbahn
9. Nutzung einer Windseilbahn
10. Bewertung und gesellschaftlicher Nutzen

1. Einleitung

Der künftig weiter steigende Bedarf an billigem und umweltfreundlichem Strom für die Bevölkerung, insbesondere für den Antrieb von Elektroautos und die Versorgung der Haushalte stellt das Motiv für die Entwicklung neuer Technologien auf dem Gebiet erneuerbarer Energiequellen dar. Diese stellt einen wesentlichen Beitrag zur Rettung der Umwelt und der Verringerung des CO₂-Fußabdrucks der Gesellschaft dar.

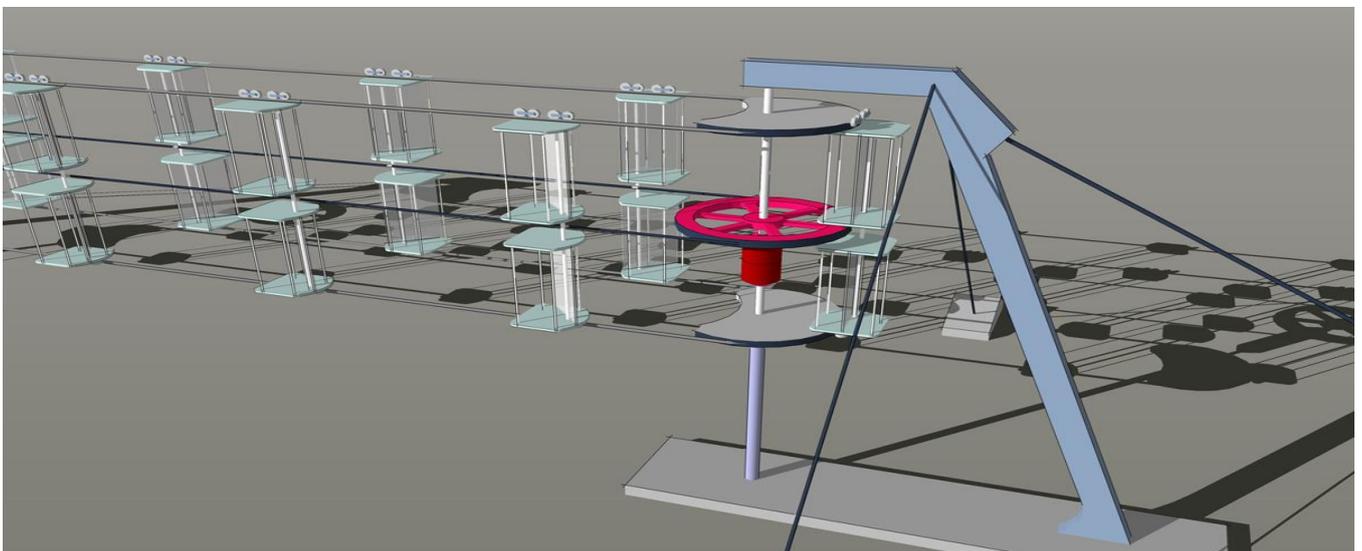
Die Windenergie ist nur eine Form der Sonnenenergie, die durch eine ungleichmäßige Erhitzung der Erdoberfläche entsteht. Die Windseilbahn ist eine der neuen Technologien, die eine Windnutzung in größerer Nähe menschlicher Behausungen ohne störende Einflüsse ermöglichen, die bei den heute etablierten Windkraftanlagen mit vertikaler und horizontaler Drehachse auftreten. Den existierenden Windkraftanlagen wird der verursachte Lärm, die negative Auswirkung für das Leben der Vögel und vor allem ein unangemessener Eingriff ins Landschaftsbild vorgeworfen. Die Windenergie zählt zu den ältesten, wissentlich genutzten erneuerbaren Energiequellen. Windkraftanlagen oder Windparks bestehen aus Windgeneratoren. Die Funktionsweise basiert auf der Luftströmung. Dabei wird die Energie der strömenden Luft in elektrischen Strom umgewandelt.

2. Zweck, Verwendung und Nutzen der Windseilbahn

Die im folgenden Text und auf den Abbildungen vorgestellte Windseilbahn stellt die neue Alternative einer Windanlage dar, welche die negativen Eigenschaften existierender Windkraftanlagen eliminiert und, ohne zu stören, aus Windenergie Strom für die Menschen im Alltag gewinnt, insbesondere für den Antrieb von Verkehrsmitteln und die Stromversorgung von Gebäuden. Sinn und Zweck ist dabei die Suche solcher Anlagen, welche die ökologischen Nachteile der existierenden Windkraftwerke eliminieren können. Zu den Nachteilen bestehender Windkraftwerke zählt aus Sicht des Umweltschutzes:

- der akustische Lärm
- der Infraschall
- der stroboskopische Effekt
- der Eiswurf
- die Auswirkungen auf die Vogelwelt
- die Auswirkungen auf die Fledermäuse
- das Landschaftsbild
- die Störung des elektromagnetischen Signals

Visualisierung



3. Das Wesen - wie es funktioniert

Der Grundgedanke bei der Konstruktion der Windseilbahn besteht darin, eine größere Menge Energie aus kleinen Windelementen, den Laufwagen, zu gewinnen, die dem Wind einen Widerstand entgegensetzen, und diese durch ein Seil hintereinander so zu verbinden, damit sie zusammen eine größere mechanische Kraft als Summe der Kräfte, die auf die einzelnen Laufwagen einwirken, ausüben, und diese Kraft auf den Antrieb eines Generators zu konzentrieren.

Das Wesen der Funktionsweise des Windseilbahnsystems besteht in der Fähigkeit der Laufwagen, die sich in der neuen Konstruktion auf einer horizontalen, geschlossenen Seilbahn in Form einer geschlossenen Schleife bewegen, eine sich zyklisch wiederholende Bewegung auf einer bestimmten Bahn mittels Windkraft auszuüben.

Was ist eine Windseilbahn

Die Windseilbahn ist ein Komplex aus Konstruktionselementen, die zu einer Anlage verbunden sind, die fest im Gelände platziert ist, eine stationäre oder bewegliche Hängebahn besitzt und deren Funktionsweise unabhängig von der Windrichtung ist. Die Windseilbahn besteht aus einer Seilbahn, den Laufwagen, aus Seilscheiben und einer Stützkonstruktion. An die rotierenden Teile der Seilscheiben können Geräte zur Abnahme der gewonnenen Windenergie angeschlossen werden, zum Beispiel Alternatoren oder Generatoren. Die Art der Stützkonstruktion sowie die Anbringung der Seilscheiben und Generatoren sind kein Gegenstand dieses Beitrags und gehen über den Umfang dieser allgemeinen Erläuterung des Funktionsprinzips von Windseilbahnen hinaus.

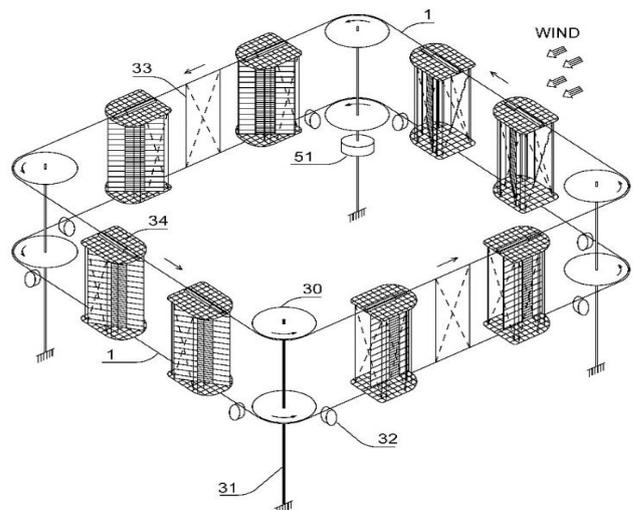
Was ist die Bahn der Windseilbahn

Die Bahn der Windseilbahn für die Laufwagen ist der fest verankerte Linienteil der Konstruktion, der geometrisch durchgehend zu einer Schlaufe geschlossen ist. Sie ist in die umliegende Umgebung eingefügt und besteht aus mindestens zwei tragenden oder umlaufenden Linienführungselementen. Die Bahn kann beweglich oder stationär sein und wird überwiegend in horizontaler Richtung geführt. Eine bewegliche Bahn kann die Anordnung zweier Seile entweder nebeneinander oder untereinander sein. Eine stationäre Bahn kann ebenfalls die Anordnung von Elementen einer Linienbahn nebeneinander oder untereinander haben. Die aneinander gekoppelten Laufwagen bewegen sich auf der festen Linienbahn aus Seilen, Kabeln, Stangen oder Rohren mithilfe eigener Rollen oder auf einer beweglichen Bahn bewegen sich die Laufwagen zusammen mit dem Seil, dass sich an beiden Enden um Seilscheiben dreht. Die Bewegung der Seile mit gleicher Geschwindigkeit ist bei einer beweglichen Bahn durch eine Kreuzverbindung beider Seile oder durch eine andere bekannte Weise auf Kettenprinzip sichergestellt. Die Bahn aus Linienführungselementen, die untereinander angeordnet sind, kann im Grundriss unterschiedliche Formen eines geschlossenen Vielecks haben und die Richtungsänderung der Laufwagenbewegung erfolgt um die vertikale Achse. Diese Form wird dem Charakter des umliegenden Geländes angepasst. Die Bahn, bei der die Linienführungselemente nebeneinander angeordnet sind, besitzt überwiegend Liniencharakter mit einer leichten Wellung der Bahn in vertikaler Richtung und die Bewegungsänderung bei den Laufwagen erfolgt um die horizontale Achse. Die aus Linienelementen gebildete Bahn kann zwischen den Richtungsänderungspunkten eine verhältnismäßig große Länge haben, die von der Festigkeit der Konstruktionswerkstoffe abhängt. Auf dieser Bahnlänge kann in Baukastenweise eine größere Menge untereinander verbundener Laufwagen befestigt sein, von denen jeder unter dem Einfluss des Windes partielle Kraft für die Bewegung des Zugseils aufbringt. Der lineare Teil der Bahn besitzt stets eine Stützkonstruktion, die an den Bahnenden platziert ist und die Drehpunkte der Bahn stabilisiert.

Schema der Bahn

Axonometrie

- 1 - Laufseil der horizontalen Bahn
- 30 - Seilscheibe des beweglichen Seils
- 31 - Mast der Windseilbahn
- 32 - Seilführungsrolle des horizontalen beweglichen Seils zur Seilscheibe
- 33 - Aussteifung der gleichmäßigen Bewegung beider Seile
- 34 - Windlaufwagen des Basistyps mit einer Hauptdrehplatte
- 51 - Stromgenerator



Funktionsmodell aus der Werkstatt



Was sind Laufwagen der Windseilbahn

Die Laufwagen sind Einrichtungen, die sich aus folgenden Teilen zusammensetzen

- aus beweglichen Flächen, die der Windbewegung Widerstand leisten,
- aus einer Träger- und einer Aussteifungskonstruktion
- aus einer Konstruktion zum Anschluss des Laufwagens an das Seil oder das Kabel.

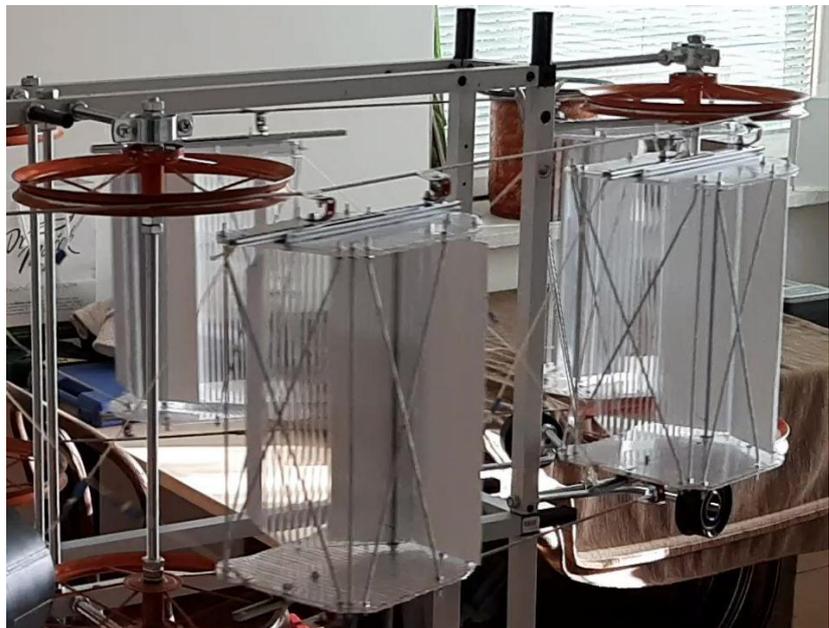
Der Windlaufwagen kann bei der Erfüllung seiner Funktion – der Umwandlung von Windenergie in eine Bewegung des Laufwagens – auf mehrere Weise gefertigt sein.

Die Laufwagen sind so konstruiert, dass sie bei der Bewegung gegen den Wind nur minimalen Widerstand leisten, bei der Bewegung mit dem Wind dagegen maximalen Widerstand und durch die Einwirkung beider seitlichen Windrichtungen versetzen sie das Seil und die am Seil befestigten Laufwagen in eine Richtung in Bewegung. Die Laufwagen sind entweder fest oder beweglich über Rollen mit dem Seil verbunden.

Bei einer festen Verbindung mit einer beweglichen Bahn ist die Drehung des Laufwagens bei der Veränderung der Strecke zwischen zwei Punkten der festen Verbindung auf dem direkten Abschnitt und bei einem Drehabschnitt auf der Bahn im Moment der Drehung durch einen Schiebemechanismus des Anschlusses gewährleistet und bei einem Rollenanschluss an eine stationäre Bahn ist die Drehung des Laufwagens bei einer Veränderung der Strecke zwischen zwei Anschlusspunkten auf einem direkten Abschnitt und auf einem Drehabschnitt zur Bahn im Moment der Drehung durch einen Drehmechanismus des Rollenanschlusses.

Die Bewegung der Laufwagen erfolgt unabhängig von der Richtung des einwirkenden Windes. Das wird durch eine automatische Eindrehung der vertikalen Platten der Laufwagen bewirkt. Die automatische Eindrehung der vertikalen Platten in den Laufwagen wird durch die Platzierung einer vertikalen Drehachse der Platten an der Stelle ermöglicht, die vor der Resultante der auf die Platte in Richtung der Laufwagenbewegung einwirkenden Windkräfte liegt. Der Umfang der Plattendrehung ist so definiert, damit die Wirkung der Windkraft auf die Platte eine Bewegung des Laufwagens in die gewünschte Richtung bewirkt.

Funktionsmodell aus der Werkstatt



Beschreibung der Funktionsweise einer Windseilbahn

Die Windlaufwagen bewegen sich mit gleicher Geschwindigkeit auf einer horizontalen Linienbahn. Sie werden mit Windkraft angetrieben, die über sich ausklappende, vertikale Druckflächen aus Platten übertragen wird, welche Bestandteil jedes Laufwagens sind. Die Laufwagen bewegen sich entweder auf einer festen Bahn auf eigenen Rollen oder sie sind fest mit einer beweglichen Bahn aus zwei parallelen, geschlossenen Seilen verbunden. Die Bewegung der beiden Seile wird mittels Seilscheiben an den Bahnenden auf das Drehmoment eines Generators oder einer mechanischen Maschine übertragen.

Prinzipien und Eigenschaften einer Windseilbahn

Für die Nutzung der Windlaufwagen zur Energiegewinnung aus Windkraft müssen alle Laufwagen zusammenwirken und untereinander verbunden sowie hintereinander auf einer geschlossenen Bahn angeordnet sein. Der Wind drückt gegen die Laufwagen, und wenn er in irgendeine der drei horizontalen Richtungen mit Ausnahme der frontalen Gegenrichtung einwirkt, löst er eine Bewegung der Laufwagen zusammen mit den Seilen aus. Es besteht hier eine Analogie zur Funktionsweise von Segelschiffen oder einem Windsurfer, der vom Wind angetrieben wird. Das Prinzip bei der Funktionsweise dieser Erfindung ist die gemeinsame Eigenschaft der Windlaufwagen, dass sie bei Gegenwind keinen oder nur minimalen Luftwiderstand leisten, bei Rückenwind dagegen größtmöglichen Widerstand und bei beiden Richtungen von Seitenwind legen sie ihre Wirkungsfläche so schräg, dass im Ergebnis die einwirkende Windkraft eine Vorwärtsbewegung der Laufwagen auslöst. Die Laufwagen aus Gegenwindrichtung werden von den Laufwagen gezogen, die vom Rücken- oder Seitenwind angetrieben werden, weil der Wind hier mit größerer Kraft auf die Laufwagen einwirkt. Die Bewegung aller angeschlossenen Laufwagen und damit auch die Funktionstüchtigkeit des ganzen Systems zur Energiegewinnung aus Windkraft werden durch das Eindrehen der beweglichen Teile der Widerstandsplatten in den Laufwagen ermöglicht und ausgelöst.

Jeder einzelne Laufwagen bewegt sich in den einzelnen Wagen seiner Kreisbewegung entweder gegen den Wind, mit dem Wind oder schräg zum Wind in horizontaler Richtung und eine Änderung der Bewegungsrichtung des Laufwagens wird durch die Änderung der Bahnrichtung des Laufwagens bewirkt. Jeder einzelne Laufwagen ist in der Lage, in einem bestimmten Zeitmoment durch den Einfluss des Windes seine Teilarbeit zu verrichten. Wenn der Wind von hinten auf die Bahn bläst, dann liefern all diejenigen Laufwagen Kraft für die Seilbewegung, die sich von hinten nach vorn bewegen, da sich durch den Einfluss des Windes die drehbaren Widerstandsplatten so eindrehen, dass sie mit ihren Widerstandsflächen Luftwiderstand leisten, und die Laufwagen der gleichen Konstruktion, die sich von vorn nach hinten gegen den Wind bewegen, werden nur minimalen Widerstand leisten, weil sich die Drehplatten durch den Wind so drehen, dass alle Widerstandsflächen parallel zur Windbewegung liegen. Das wird durch eine Position der Drehachse der Hauptwiderstandsfläche erreicht, die im vorderen Teil der Hauptwiderstandsfläche platziert ist, und durch die Einschränkung ihrer vertikalen Drehung auf einen beschränkten Winkel. Analog können wir dieses Prinzip mit der Bewegung eines Segelboots bei Rückenwind und mit der Bewegung eines Segelboots bei Gegenwind mit eingezogenen Segeln vergleichen. Wenn der Wind von der Seite auf die Bahn bläst, nehmen die Hauptwiderstandsplatten der Laufwagen an beiden, sich entgegengesetzt bewegendenden Seilen eine solche Position ein, dass sie schräg zum Wind gedreht sind und jede in entgegengesetzte Richtung und mit solcher Kraft auf den Laufwagen einwirken, dass er sich nach vorn bewegt. Bei dieser Position der Laufwagen und der Hauptwiderstandsflächen zum Wind wird die Bewegung der beiden Seile von allen Wagen mit Seitenwind ausgelöst. Analog kann man dieses Prinzip mit der Bewegung eines Segelboots bei Seitenwind vergleichen.

Die Sicherheit des gesamten Antriebssystems zur Energiegewinnung aus Windkraft durch Windlaufwagen auf einer geschlossenen Bahn wird durch Sicherungsmechanismen gegen Überlastung gewährleistet, die bei extrem starken Wind alle Windlaufwagen gegen den Wind drehen, sodass sie minimalen Widerstand leisten.

4. Konstruktionsvarianten der Bahnen

Aufteilung der Windseilbahnen in Gruppen nach der Bahnenart und der gegenseitigen Position der zwei oder drei Seile, welche die Bahn bilden.

- 4.1** Erste Gruppe – bewegliche Bahn und Seile untereinander.
- 4.2** Zweite Gruppe – bewegliche Bahn und Seile nebeneinander.
- 4.3** Dritte Gruppe – stationäre Bahn und Seile untereinander.
- 4.4** Vierte Gruppe – stationäre Bahn und Seile nebeneinander.
- 4.5** Fünfte Gruppe – Kombination aus stationären und beweglichen Bahnen mit einer Seilanordnung neben- und untereinander

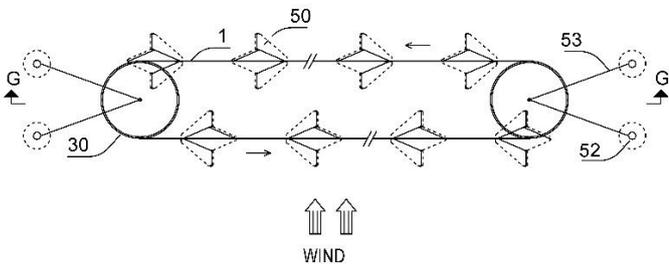
Es gilt der Grundsatz, dass bei einer beweglichen Bahn die Laufwagen immer fest mit dem Seil verbunden sind und bei einer stationären Bahn sind die Laufwagen beweglich mit dem Seil verbunden. Eine Bahn mit geschlossenen Schleifen besitzt stets mindestens zwei Seile, wobei sich in der Praxis drei Seile als optimal erwiesen haben, zwei stationären und einem Laufseil in der Mitte.

4.1 Erste Gruppe –



bewegliche Bahn mit Laufseilen und Laufwagen, die fest mit dem Seil verbunden sind; die Seile sind in zwei geschlossenen Schleifen untereinander angeordnet.

Schema Grundriss der Bahn



1 - Laufseil der horizontalen Bahn

30 - Seilscheibe des beweglichen Seils

50 - Windlaufwagen des V-Typs mit Hauptdrehplatte

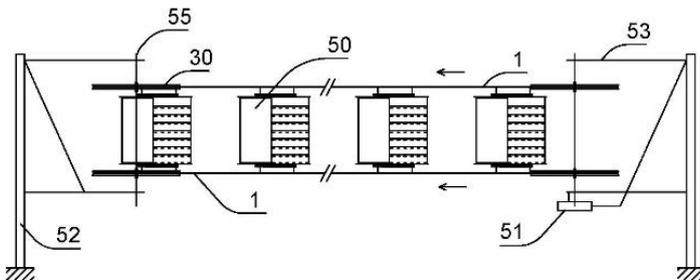
51 - Stromgenerator

52 - vertikaler Mast oder ein existierendes Gebäude

53 - horizontales Tragwerk des Masts

55 - Drehachse der Seilscheiben

Querschnitt G-G

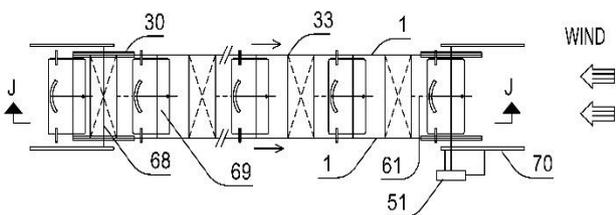


4.2 Zweite Gruppe –

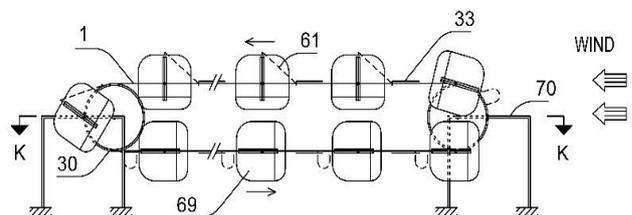


bewegliche Bahn mit Laufseilen und Laufwagen, die fest mit dem Seil verbunden sind; die Seile sind in zwei geschlossenen Schleifen nebeneinander angeordnet.

Schema Grundriss der Bahn



Querschnitt J-J



1 - Laufseil der horizontalen Bahn

30 - Seilscheibe des beweglichen Seils

33 - Aussteifung für eine gleichmäßige Bewegung beider Seile

51 - Stromgenerator

61 - Seil zur Einschränkung des Bewegungsumfangs der Trägerplatte in vertikale Position

68 - horizontale Achse der Seilscheiben der beweglichen Bahn

69 - Windlaufwagen mit ausklappbarer horizontaler Platte um die horizontale Achse

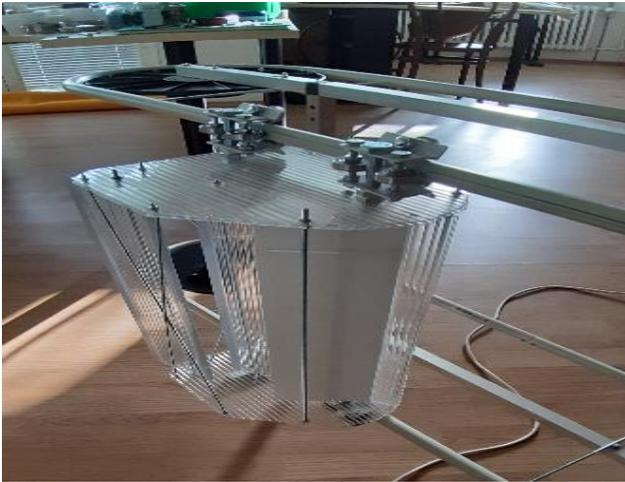
70 - Spannvorrichtung der Seilscheiben an der Windseilbahn

4.3 Dritte Gruppe –



stationäre Bahn mit Laufwagen, die beweglich mit dem Seil verbunden sind; die Seile sind in zwei geschlossenen Schleifen untereinander angeordnet.

Funktionsmodell aus der Werkstatt



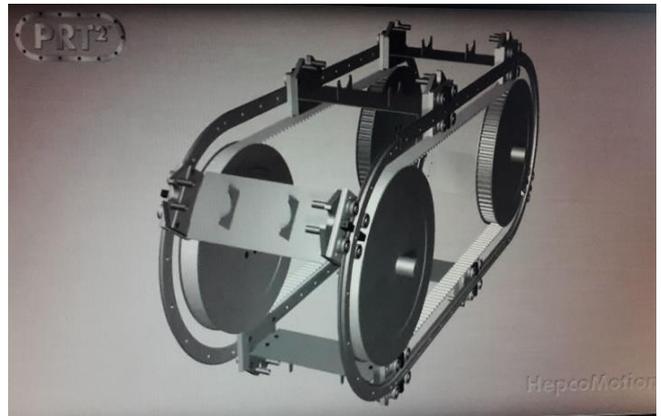
4.4 Vierte Gruppe –



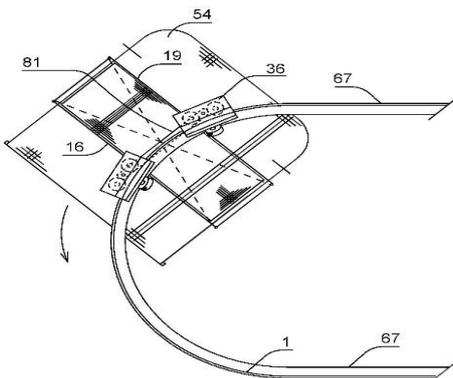
stationäre Bahn mit Laufwagen, die beweglich mit dem Seil verbunden sind; die Seile sind in zwei geschlossenen Schleifen nebeneinander angeordnet.

Funktionsmodell aus der Werkstatt

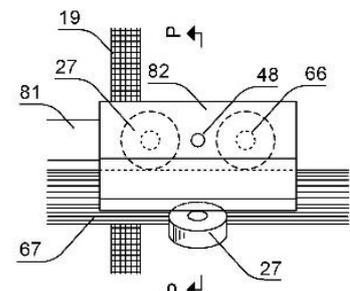
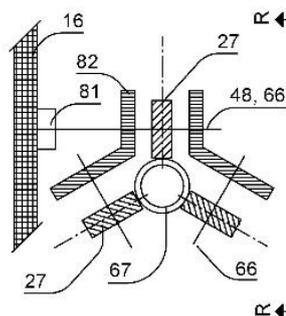
Prinzip des Umlaufs und des Anschlusses der Laufrollen für die Energieentnahme



Schema Drehung des Laufwagens



Detailansicht der beweglichen Verbindung



1 - Laufseil der horizontalen Bahn

16 - vorderer vertikaler Trägerrahmen

19 - hinterer vertikaler Trägerrahmen

27 - Rad des Rollenläufers

36 - Läufer aus Rollen mit Rahmen

48 - Drehverbindung zwischen dem Läuferahmen und der Verbindungsleiste

54 - Windlaufwagen des Basistyps mit zwei und mehr vertikalen Hauptdrehplatten

61 - Seil zur Einschränkung des Bewegungsumfangs der Trägerplatte in vertikale Position

66 - Rollenachse

67 - Seil oder Kabel der stationären Bahn

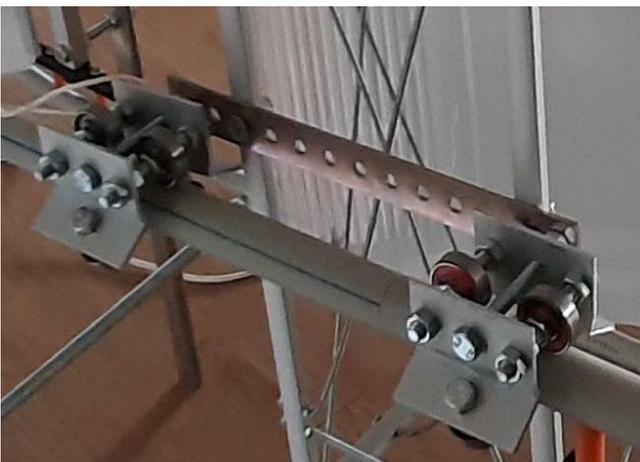
81 - horizontale Verbindungsleiste des vertikalen Tragwerks

82 - Konstruktionsrahmen des Rollenläufers

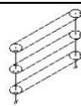
Bei der Bewegung der Laufwagen auf eigenen Rollen wird die Bewegungsenergie der Laufwagen über ein Hilfszugseil übertragen oder jeder Wagen besitzt einen eigenen Drehgenerator oder es wird eine andere Art der elektromagnetischen Induktion zur Energiegewinnung verwendet. Die Befestigung des Laufwagens an der stationären Bahn ist über ein System räumlich angeordneter Rollen gewährleistet, damit der einwirkende Wind diesen nicht aus der Bahn wirft. Bei einer beweglichen Bahn ist der Laufwagen fest mit dem Seil verbunden, damit er vom Wind nicht abgeworfen werden kann.

Funktionsmodell aus der Werkstatt auf gerader Bahn
Detailansicht der beweglichen Verbindung

im Bogen

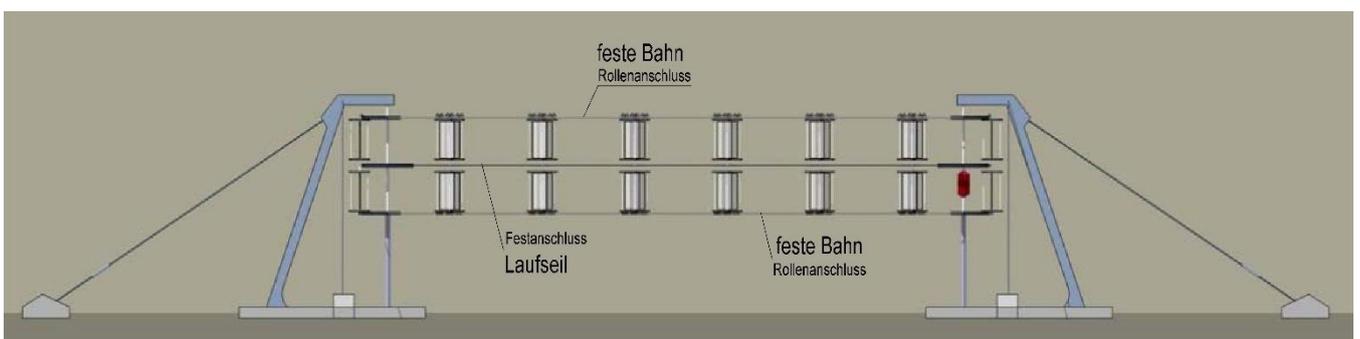


4.5 Fünfte Gruppe –
untereinander.



Kombination aus stationären und beweglichen Bahnen mit einer Seilanordnung

Seitenansicht



5. Konstruktionsvarianten der Laufwagen

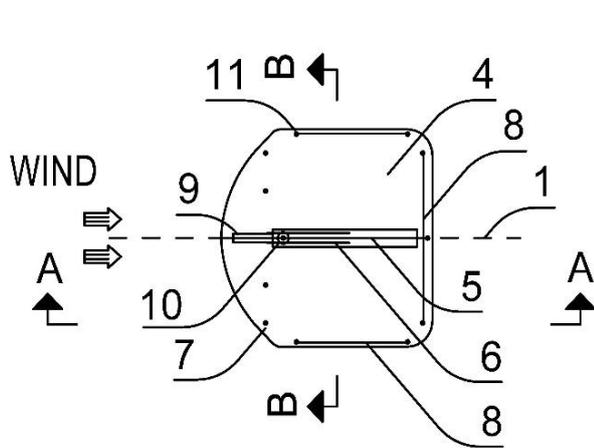
Entwurf von sechs Typen, die sich in der Konstruktionsausfertigung unterscheiden

- 5.1 **Erster Typ** – Konstruktion des grundlegenden Laufwagentyps 34.
- 5.2 **Zweiter Typ** – Konstruktion des grundlegenden Laufwagentyps 54.
- 5.3 **Dritter Typ** – Konstruktion eines Lamellenlaufwagens 50.
- 5.4 **Vierter Typ** – Konstruktion eines Laufwagens 69.
- 5.5 **Fünfter Typ** – Konstruktion eines ausklappbaren Laufwagens 12 mit Kastenkonstruktion.
- 5.6 **Sechster Typ** – Konstruktion eines Laufwagens 13 mit einfacher Konstruktion.

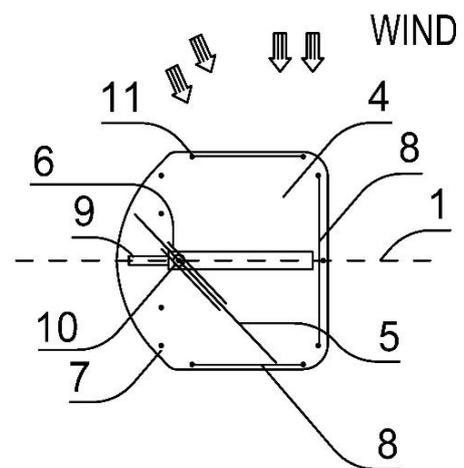
5.1 Erster Typ - Konstruktion des grundlegenden Laufwagentyps 34 mit einer Hauptdrehplatte:

Schemata

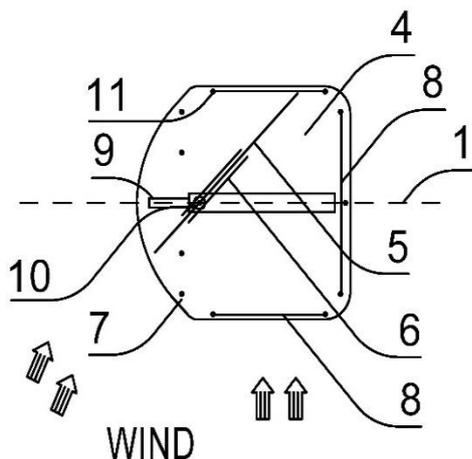
Grundriss des Laufwagens



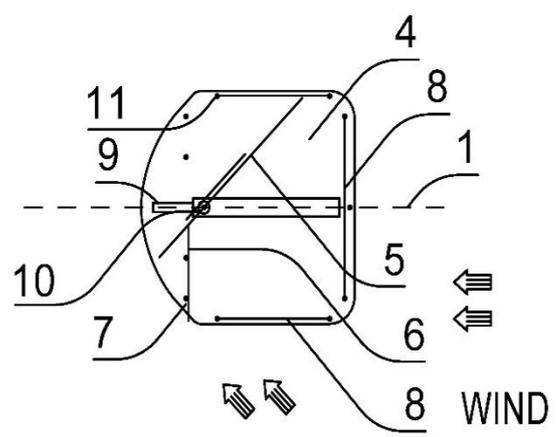
Grundriss des Laufwagens



Grundriss des Laufwagens



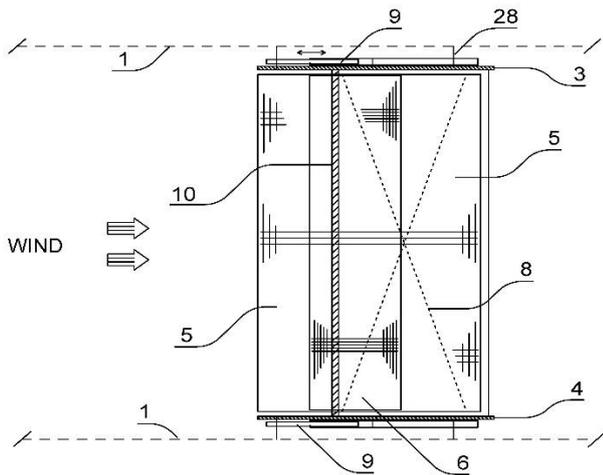
Grundriss des Laufwagens



- 1 - Laufseil der horizontalen Bahn
- 4 - untere horizontale Konstruktionsplatte
- 6 - vertikale Nebendrehplatte
- 8 - schräge Aussteifung
- 10 - Drehachse der vertikalen Hauptplatte

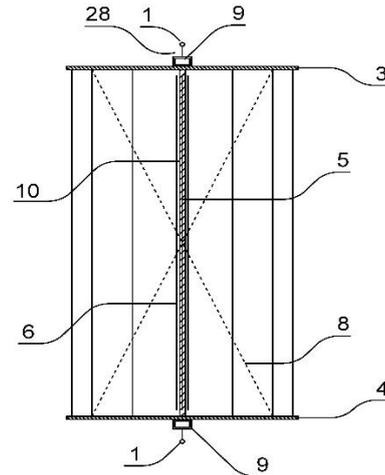
- 3 - obere horizontale Konstruktionsplatte
- 5 - vertikale Hauptdrehplatte
- 7 - Verbindungsstange der Nebenplatte
- 9 - Schiebemechanismus
- 11 - Verbindungsstange der schrägen Aussteifung

Querschnitt A-A



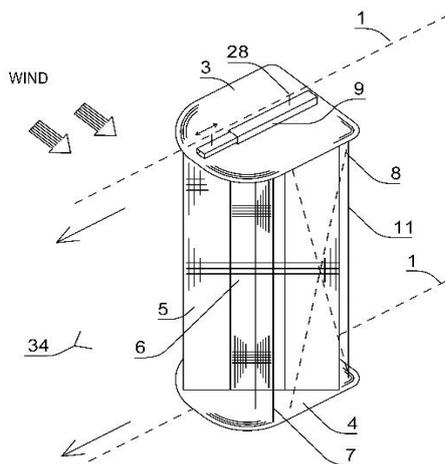
28 - feste Verbindung des Schiebemechanismus mit dem Seil

Querschnitt B-B

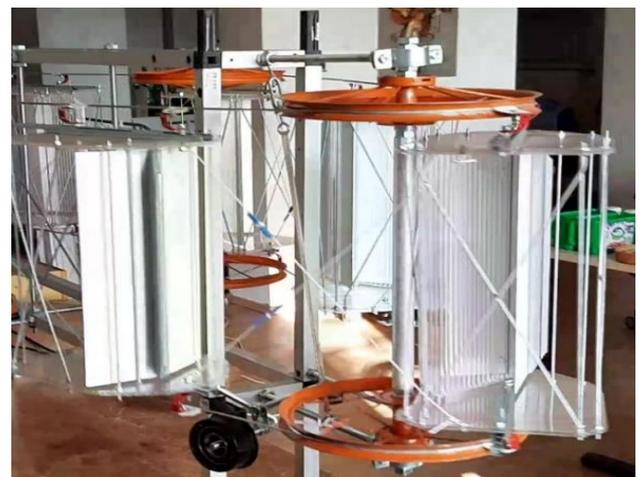


34 - Windlaufwagen des grundlegenden Typs mit einer Hauptdrehplatte

Axonomie des Laufwagens



Funktionsmodell aus der Werkstatt



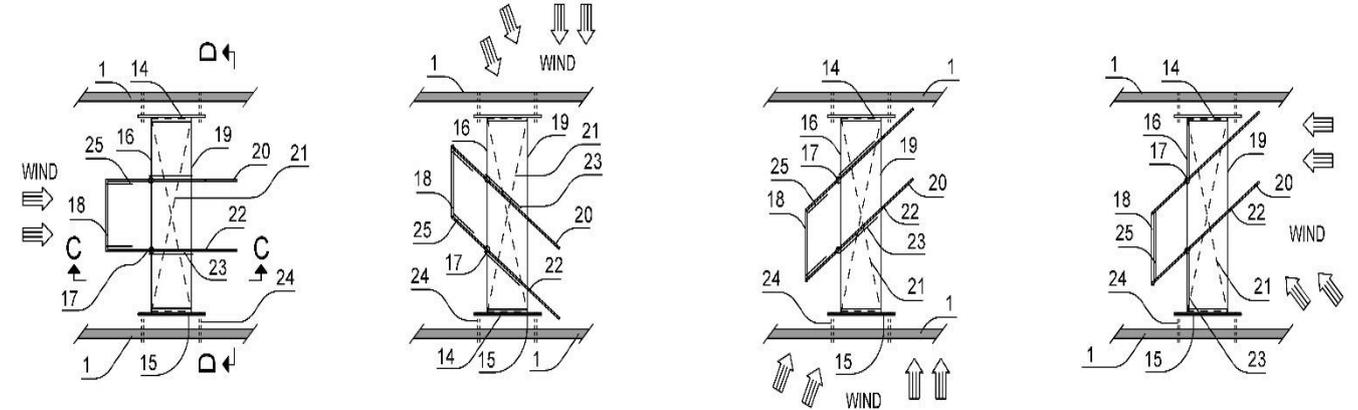
Grundelement der Konstruktion ist die Stabilisierung der zwei festen horizontalen Platten 3, 4, die übereinander platziert sind, die an der Drehachse 10 der drehbaren vertikalen Platte 5 befestigt wird, die zwischen ihnen platziert ist. Die Konstruktion des Laufwagens 34 besteht aus einem festen, starren tragenden Teil und aus beweglichen, drehbaren Teilen, die so konstruiert sind, dass sie allein durch die Einwirkung des Windes gedreht werden. Zwei starre horizontale, übereinander platzierte Platten 3, 4 bilden die Grundfläche des Laufwagens, die durch gerade und schräge Stangenelemente 11 in allen Ebenen ausgesteift werden, sodass sie einen festen Käfig bilden, der in seiner Form allen äußeren Kräfteinwirkungen widersteht und das Skelett des Laufwagens 34 bilden. Die Platten 3, 4 stärken die Konstruktion in horizontaler Richtung und sichern gleichzeitig eine horizontale Windblende für die vertikalen, drehbaren Platten 5, 6, wobei sie bei einer Änderung der Bewegungsrichtung des Laufwagens nicht mit dem Wind kollidieren. Die beweglichen Teile der Laufwagenkonstruktion 5, 6 drehen sich in einem bestimmten definierten Drehumfang um die vertikale Drehachse 10. Die beweglichen vertikalen Teile 5, 6 haben ihre Drehachse vor dem Schwerpunkt der Platte in Bewegungsrichtung des Laufwagens 34, sodass sie der Wind selbst aus jeder Richtung durch seine Einwirkung richtig eindrehen kann. Die drehbaren Platten 5, 6 sind Flächen mit zweierlei Funktion und unterteilen sich je nach Wirkung bei unterschiedlicher Windrichtung gegenüber dem Laufwagen 34 und nach Position an der Konstruktion des Laufwagens 34 in Hauptplatten 5 und Nebenplatten 6. Die Hauptdrehplatte 5 hat die Funktion, die Kraft des Rücken- und Seitenwinds aufzunehmen und sie über die Drehachse 10 und die seitlichen Begrenzungselemente 11 für den Drehumfang der Hauptplatte 5 auf den festen, unbeweglichen, tragenden Teil des Laufwagens 34 zu übertragen. Die Nebendrehplatte 6 dient nur zur Aufnahme der Kraft des Rückenwindes, sie ist über ein Gelenk an der Hauptplatte 5 befestigt, auf der

einen wie auch auf der anderen Seite im Punkt ihrer Drehachse, und sie überträgt die Kraft über die Hauptplatte 5 und die festen Begrenzungselemente 7 für den Drehumfang der Nebenplatte 6 auf den festen, unbeweglichen, tragenden Teil des Laufwagens. Die vertikale Achse 10 der Hauptdrehplatte fest in der unteren und oberen Grundfläche 3, 4 verankert. An dieser Achse 10 ist die Hauptdrehplatte 5 in etwa einem Drittel ihrer Länge befestigt, was ihre automatische Drehung durch den Wind in vertikaler Ebene sicherstellt.

Die festen Teile übertragen die einwirkende Windkraft von den beweglichen Platten 5, 6 auf die Bewegung des Laufseils 1, das fest mit dem Laufwagen 34 verbunden ist, oder auf eine selbständige Bewegung des Laufwagens 34 durch Rollen 27 auf einer stationären Bahn 67. Bei einer Bahn mit untereinander angeordneten Linienelementen kann dieser Laufwagentyp 34 starr oder beweglich mit der Bahn verbunden sein. Bei einer starren Verbindung wird der Laufwagen 34 über einen Schiebemechanismus 9 durch die Verbindung 28 am Seil befestigt und bei einem Rollenanschluss wird der Laufwagen 34 an das Seil 67 mit dem Läufer 36 mit einem drehbaren Radmechanismus angeschlossen. Der Laufwagen 34 wird in vier Punkten mit der Bahn verbunden, was seine vertikale wie auch horizontale Position stabilisiert.

5.2 Zweiter Typ - Konstruktion des grundlegenden Laufwagentyps 54 mit zwei vertikalen Hauptdrehplatten:

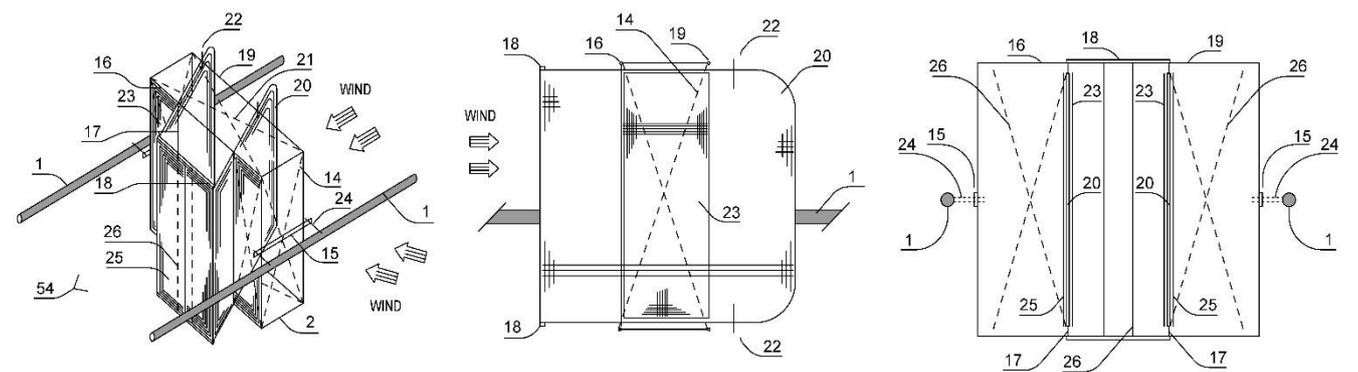
Schemata - Grundrisse des Laufwagens 54



Axometrie des Laufwagens

Querschnitt C-C

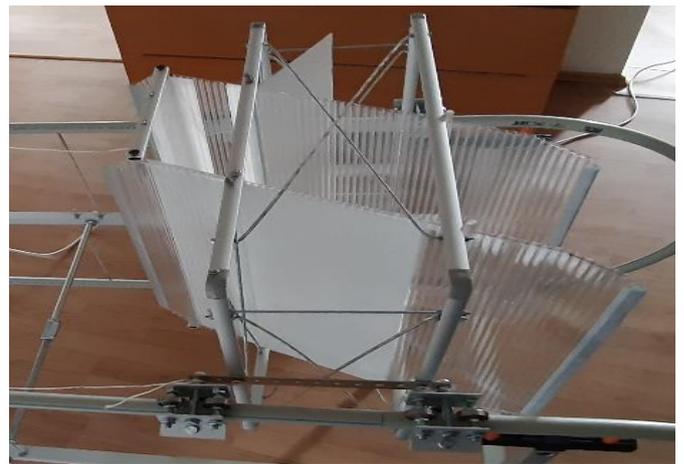
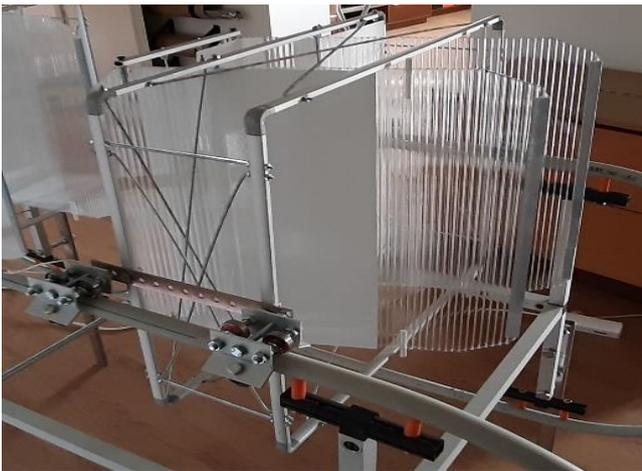
Querschnitt D-D



- 1 - Laufseil einer horizontalen Bahn
 - 2 - Querverbindung der Rahmen
 - 14 - seitliche schräge Aussteifung
 - 15 - horizontale Verbindungsleiste des vertikalen Tragwerks mit Schiebemechanismus
 - 16 - vorderer vertikaler Trägerrahmen
 - 17 - Drehachse der vertikalen Hauptplatte
 - 18 - vordere horizontale Verbindungsleiste der Hauptplatten
 - 19 - hinterer vertikaler Trägerrahmen
 - 20 - vertikale Hauptdrehplatte des Laufwagens mit mehreren vertikalen Drehplatten
 - 21 - horizontale schräge Aussteifung
 - 22 - Bewegungsanschlag für die vertikale Hauptplatte
 - 23 - vertikale, seitliche Nebendrehplatte
 - 24 - Verbindung des Laufwagens mit der Bahn
 - 25 - vordere vertikale Nebendrehplatte
 - 26 - Seil zur Bewegungseinschränkung der vorderen vertikalen Fläche
- 54 - Windlaufwagen des Basistyps mit zwei und mehr vertikalen Hauptdrehplatten

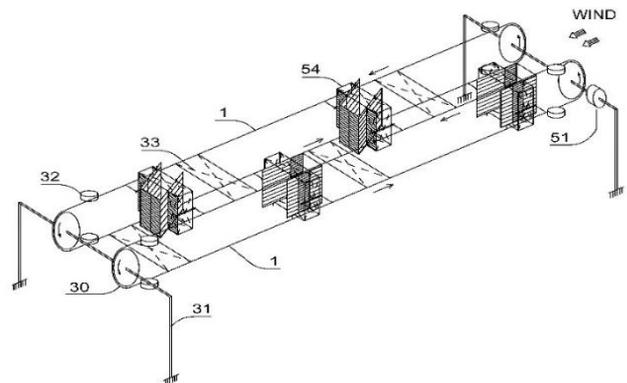
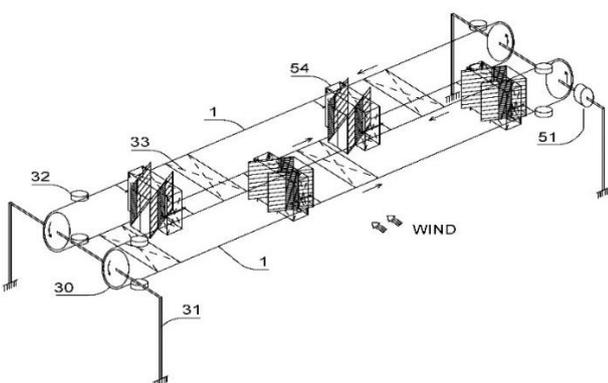
Grundanliegen der Konstruktion ist die Stabilisierung der beiden festen vertikalen Rahmen 16, 19, die hintereinander senkrecht zur Bewegungsrichtung des Laufwagens 54 platziert sind. Die Rahmen 16, 19 sind an allen vier Ecken durch die Rahmenquerverbindung 2 verbunden und sowohl in vertikaler als auch horizontaler Ebene ausgesteift, sodass sie einen festen Käfig bilden, der in seiner Form allen, von außen einwirkenden Kräften Widerstand leisten kann und das Skelett des Laufwagens 54 bildet. Die vertikalen Achsen 10 der Hauptdrehplatten 20 sind fest im unteren und oberen Teil des vorderen Rahmens 16 verankert und nebeneinander mit angemessenem Abstand platziert. An diese Achsen 10 sind die Hauptdrehplatten 20 in etwa einem Drittel ihrer Länge befestigt, was ihre automatische Drehung durch den Wind in vertikaler Ebene sicherstellt. An den Hauptdrehplatten 20 sind über ein Gelenk die vertikalen, seitlichen Nebendrehplatten 23 an beiden Außenseiten befestigt. An den Hauptdrehplatten 20 sind über ein Gelenk auch die vorderen Nebendrehplatten 23 an beiden Innenseiten befestigt. Die Hauptdrehplatten 20 sind oben und auch unten durch die beiden vorderen Verbindungsleisten 18 verbunden, die eine Synchronbewegung beider Hauptdrehplatten 20 gewährleisten. Die Hauptdrehplatten 20 sind an den Enden mit Anschlägen 22 ausgestattet, die ihren Drehumfang eingrenzen, oder der Drehumfang wird durch die Seitenstreben der Käfigkonstruktion eingegrenzt. Beide Rahmen 16, 19 werden an den Laufseilen 1 mittels einer horizontalen Verbindungsleiste auf beiden Seiten in der Mitte der vertikalen Teile des Rahmens befestigt. Bei einer Bahn mit nebeneinander angeordneten Linienelementen kann dieser Laufwagentyp 54 starr oder beweglich mit der Bahn verbunden sein. Bei einer starren Verbindung wird der Laufwagen über einen Schiebemechanismus 15 am Seil befestigt und bei einem Rollenanschluss wird der Laufwagen 54 an das Seil 1 mit der Verbindungsleiste 90 und dem Läufer 36 mit einem drehbaren Radmechanismus angeschlossen.

Funktionsmodell aus der Werkstatt



Auf der folgenden Abbildung wird die Anlage einer Windseilbahn mit einer Führungsbahn mit nebeneinander angeordneten Laufseilen 1 dargestellt, die aus folgenden vier grundlegenden Konstruktionsteilen besteht: Stützkonstruktion aus Säulen 31, vertikal ausgerichtete Seilscheiben 30, Seilbahn mit Laufseilen 1 und Laufwagen 54. An mindestens zwei Säulen 31 sind drehbar Seilscheiben 30 befestigt, über die zwei nebeneinander angeordnete Laufseile 1 in Form einer vertikalen geschlossenen Schleife laufen. Zum Ausgleich des Durchhangs durch die seitliche Einwirkung der Windkraft werden Seilführungsrollen 32 verwendet.

Schema der Bahn - Axonometrie



1 - Laufseil der horizontalen Bahn

30 - Seilscheibe des beweglichen Seils

31 - Mast der Windseilbahn

32 - Seilführungsrolle des horizontalen beweglichen Seils zur Seilscheibe

33 - Aussteifung für eine gleichmäßige Bewegung beider Seile

51 - Stromgenerator

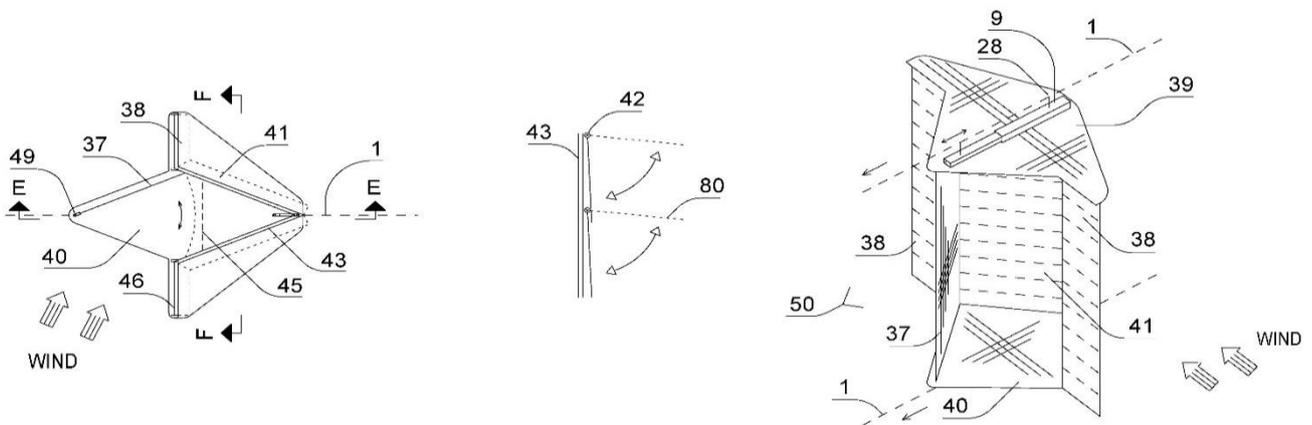
54 - Windlaufwagen des Basistyps mit zwei und mehr vertikalen Hauptdrehplatten

Die Beschreibung der Konstruktion der Windlaufwagen in den vorangegangenen zwei Absätzen dieses Beitrags zeigt den einfachsten Basistyp. Windlaufwagen können in ihrer Konstruktion aus mehreren, sich wiederholenden Drehteilen des Laufwagens 34 und 54 zusammengesetzt sein und die Variabilität der Konstruktion ist sehr groß. Die Windlaufwagen 34 und 54 können nebeneinander oder hintereinander mehrere Haupt- und Nebendrehplatten 5 und 6 haben, was das Erfordernis großer Abmessungen bei den einzelnen Drehteilen verringert. Auf diese Weise können auch Windlaufwagen großer Abmessungen konstruiert werden, die mehr Strom aus Windkraft gewinnen.

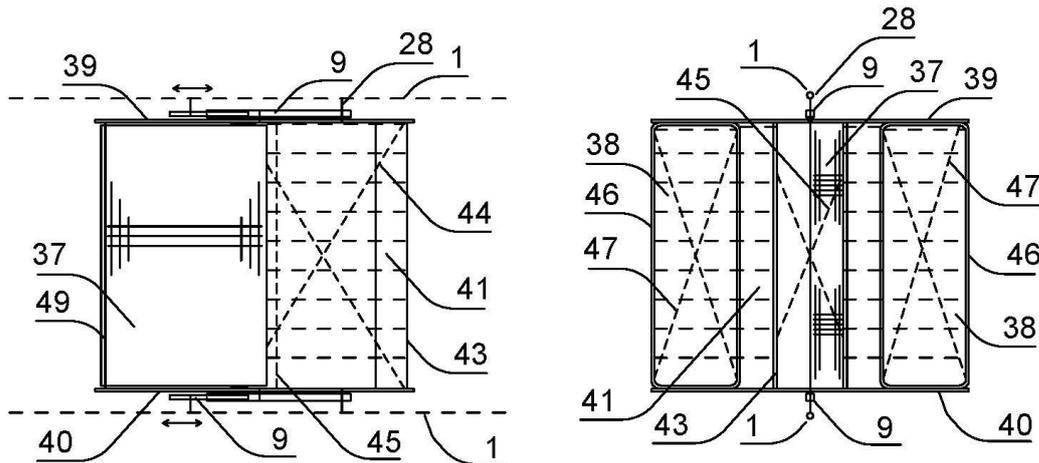
5.3 Dritter Typ - Konstruktion eines Lamellenlaufwagens 50, der eine Kombination des Laufwagentyps in V-Form und eines Laufwagentyps mit vertikaler Drehplatte darstellt:

Abbildungen des Laufwagens 50

Schemata – Grundriss des Laufwagens Detailansicht einer Lamelle Axonometrie des Laufwagens



Querschnitt E-E **Querschnitt F-F**



1 - Laufseil der horizontalen Bahn

9 - Schiebemechanismus

28 - feste Verbindung des Schiebemechanismus mit dem Seil

37 - vertikale Drehplatte des V-Laufwagens mit Hauptdrehplatte

38 - seitliche Lamellenquerwand

39 - obere horizontale Konstruktionsplatte des V-Laufwagens mit Hauptdrehplatte

40 - untere horizontale Konstruktionsplatte des V-Laufwagens mit Hauptdrehplatte

41 - hintere schräge Lamellenwand

42 - horizontale Drehachsen der Lamellen

43 - Tragwerk der Lamellenflächen

45 - Queraussteifung der Laufwagenkonstruktion

47 - schräge Aussteifung der seitlichen Lamellenwand

50 - Windlaufwagen des V-Typs mit Hauptdrehplatte

44 - schräge Aussteifung der Lamellenflächen

46 - Konstruktionsrahmen der seitlichen Lamellenwand

49 - Achse der vertikalen Drehfläche

80 - Lamelle

Jeder Laufwagen 50 ist fest mit den untereinander angeordneten Laufseilen 1 verbunden, in zwei Punkten mit jedem Laufseil 1 durch einen Schiebemechanismus 9 und eine feste Verbindung 28. Der Schiebemechanismus 9 ist an der oberen und an der unteren horizontalen Platte 39 und 40 befestigt, zwischen denen die vertikalen Lamellenwände 38 und 41 befestigt sind, die aus horizontalen ausklappbaren Lamellen 80 an einem Tragwerk 43 und den seitlichen Konstruktionsrahmen 46 bestehen. Diese Lamellenwände haben einen Grundriss in V-Form, wobei der spitze Winkel des Buchstabens V nach hinten zeigt. An beiden Enden der V-Form sind seitliche Lamellenquerwände 38 senkrecht zur Bahn montiert. Im vorderen Teil des Laufwagens ist an den horizontalen Platten 39 und 40 die vertikale Drehplatte 37 montiert. Das Tragwerk der Lamellenrahmen 43 und der Konstruktionsrahmen der seitlichen Lamellenfläche 46 ist durch eine schräge Aussteifung 44, 45 a 47 dieser Lamellenrahmen gefestigt. Bei dieser Art und Weise werden die Widerstandsflächen durch die Lamellenwände 38 und 41 aus Lamellen 80 gebildet, wo die Lamellen 80 in der Lage sind, den Wind von vorn durchzulassen und eine Luftströmung von der Rückseite zu verhindern. Die Lamellen 80 sind in horizontaler Richtung konstruiert und öffnen sich nach oben. Die Wände in V-Form bewirken, dass sich der Laufwagen 50 auch bei beiden Seitenwinden zur Bahn der Laufwagen 50 vorwärtsbewegt. Eine verbesserte Konstruktionsvariante der Windlaufwagen 50 sind Kombinationen der Konstruktionselemente von V-Lamellensystemen mit einer vertikalen Hauptdrehplatte 37, wobei die Platte den gesamten Laufwagen bei Seitenwind nach vorn schiebt. Wenn der Wind von hinten auf die Bahn bläst, sind alle Lamellen geschlossen und die Windkraft wird auf die Bewegung des Laufseils 1 über alle festen Konstruktionselemente des Laufwagens 50 übertragen. Die Laufwagen 50 sind bei einer stationären Bahnenart am Seil oder Kabel 67 befestigt, und dies beweglich durch einen Läufer 36 mit drehbarem Rollenmechanismus. Der Laufwagen 50 wird in vier Punkten mit der Bahn verbunden, was seine vertikale wie auch horizontale Position stabilisiert. Die Drehung des Laufwagens bei einer Veränderung des Abstands zwischen zwei Befestigungspunkten auf dem geraden Abschnitt und der Änderung des Abstands zweier Befestigungspunkte im Bogen zur Bahn im Moment der Drehung ist über einen Drehmechanismus des Rollenanschlusses gelöst.

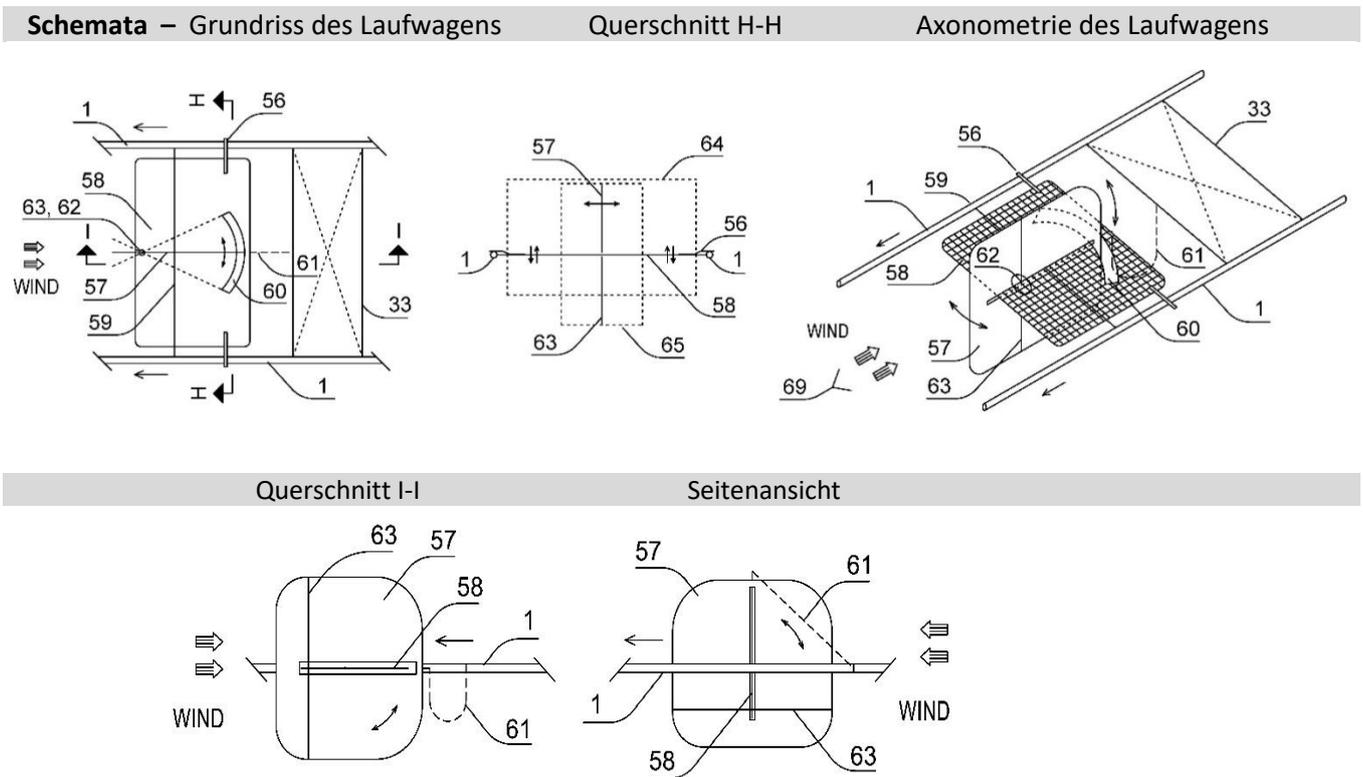
Funktionsmodell aus der Werkstatt



Bahn mit dieser Art Laufwagen siehe Teil – Konstruktionsvarianten der Bahnen – 1. bewegliche Bahn mit Laufseilen und fest mit dem Seil verbundenen Seilwagen, wobei die Seile untereinander angeordnet sind.

5.4 Vierter Typ - Konstruktion des Laufwagens 69 mit ausklappbarer horizontaler Platte um die horizontale Achse:

Abbildungen des Laufwagens 69

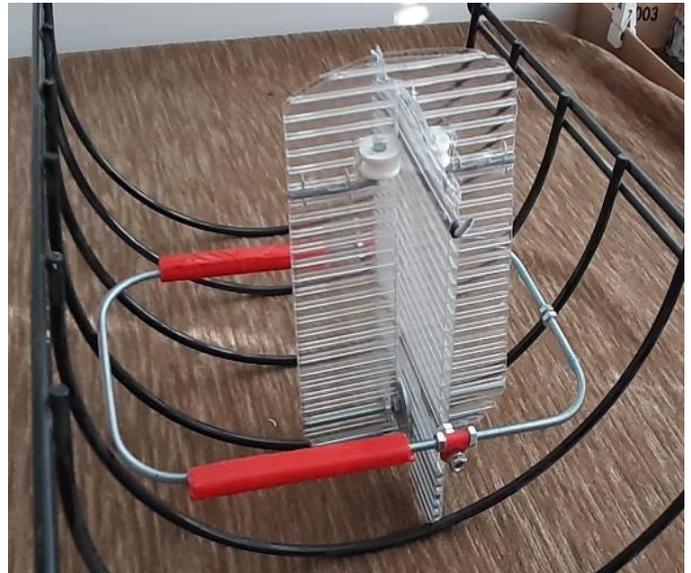


- 1 - Laufseil der horizontalen Bahn
- 33 - Aussteifung der gleichmäßigen Bewegung beider Seile
- 56 - Anschlag der Drehbewegung der Trägerplatte des Laufwagens
- 57 - vertikale Drehplatte
- 58 - tragende Drehplatte
- 59 - Drehachse der Trägerplatte
- 60 - Ausschnitt in der Trägerplatte, der eine Drehung der vertikalen Platte im begrenzten Umfang ermöglicht
- 61 - Seil zur Einschränkung des Bewegungsumfangs der Trägerplatte in vertikale Position
- 62 - Lager, in dem sich die Achse der vertikalen Platte um die Trägerplatte dreht
- 63 - Achse der vertikalen Drehplatte des Laufwagens mit ausklappbarer horizontaler Platte um die horizontale Achse
- 64 - Umriss der Trägerplatte in ausgeklappter Position bei Rückenwind
- 65 - Umriss der vertikalen Drehplatte in ausgeklappter Position bei Rücken- und Seitenwind
- 69 - Windlaufwagen mit ausklappbarer horizontaler Platte um die horizontale Achse

Ein anderes Konstruktionsbeispiel für Windlaufwagen sind die Laufwagen 69 mit einem ausklappbaren Teil der tragenden Drehplatte 58 bei Rückenwind um die horizontale Drehachse 59 in Kombination mit der vertikalen Hauptdrehplatte 57, die im Basistyp des Laufwagens 34 beschrieben wird. Diese Laufwagenkonstruktion 69 eignet sich für die Installation auf Bahnen mit nebeneinander angeordneten Linienelementen mit einer festen Verbindung zur beweglichen Bahn. Die Drehachse der Trägerplatte 59 verläuft in horizontaler Richtung senkrecht zur Bewegungsbahn der Laufwagen 69. Die Grundlage der Konstruktion ist eine bewegliche Verbindung der beiden senkrecht zueinander stehenden Drehplatten 57 und 58 mit Ausschnitten, damit sie ineinander passen und sich die vertikale Hauptdrehplatte 57 auf der Trägerplatte 58 seitlich drehen kann. Das wird durch das in beiden Platten integrierte Lager 62 ermöglicht. Die Drehposition der Trägerplatte 58 ist in der oberen Position durch das Seil 61 und in der unteren Position durch den Anschlag 56 limitiert. Die Drehposition der vertikalen Hauptplatte 57 ist durch den Ausschnitt in der Trägerplatte 58 limitiert. Die vertikale Hauptplatte 58 hat einen Ausschnitt in der Plattenmitte. Auf Rückenwind reagiert der Laufwagen 69 so, dass die Trägerplatte 58 durch den Wind zusammen mit der Hauptplatte 57 in vertikale Position geklappt wird und den Laufwagen vorwärtstreibt. Bei Seitenwind dreht sich die vertikale Hauptplatte 57 schräg in den Wind und treibt den Wagen vorwärts. Be

i Gegenwind stellen sich die beiden Platten 57 und 58 längs zur Windrichtung und leisten nur minimalen Widerstand. Der Laufwagen 69 wird an eine Bahn mit nebeneinander angeordneten Linienelementen befestigt, was seine horizontale Position stabilisiert. Die vertikale Bewegung des gesamten Laufwagens ist durch die Anschläge 56 begrenzt, die sich auf die Seile 1 der beweglichen Bahn stützen, und durch das Seil 61, dass an der Platte 58 befestigt ist.

Funktionsmodell aus der Werkstatt *Das Modell des Laufwagens ist in diesem Falle am Trägerrahmen befestigt*



1. Bahn mit dieser Art Laufwagen siehe Teil – Konstruktionsvarianten der Bahnen – 2. bewegliche Bahn mit Laufseilen und fest mit dem Seil verbundenen Seilwagen, wobei die Seile nebeneinander angeordnet sind.

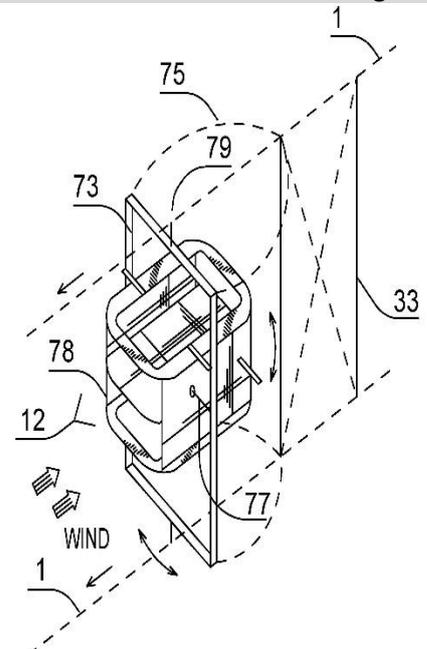
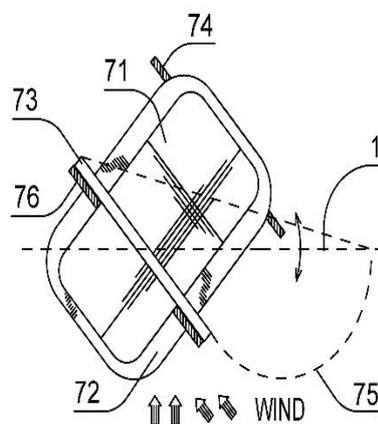
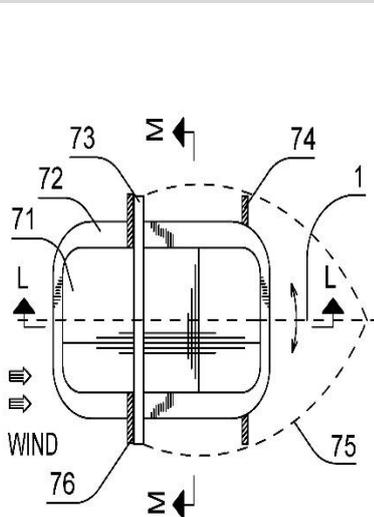
5.5 Fünfter Typ - Konstruktion eines ausklappbaren Laufwagens 12 mit Kastenkonstruktion:

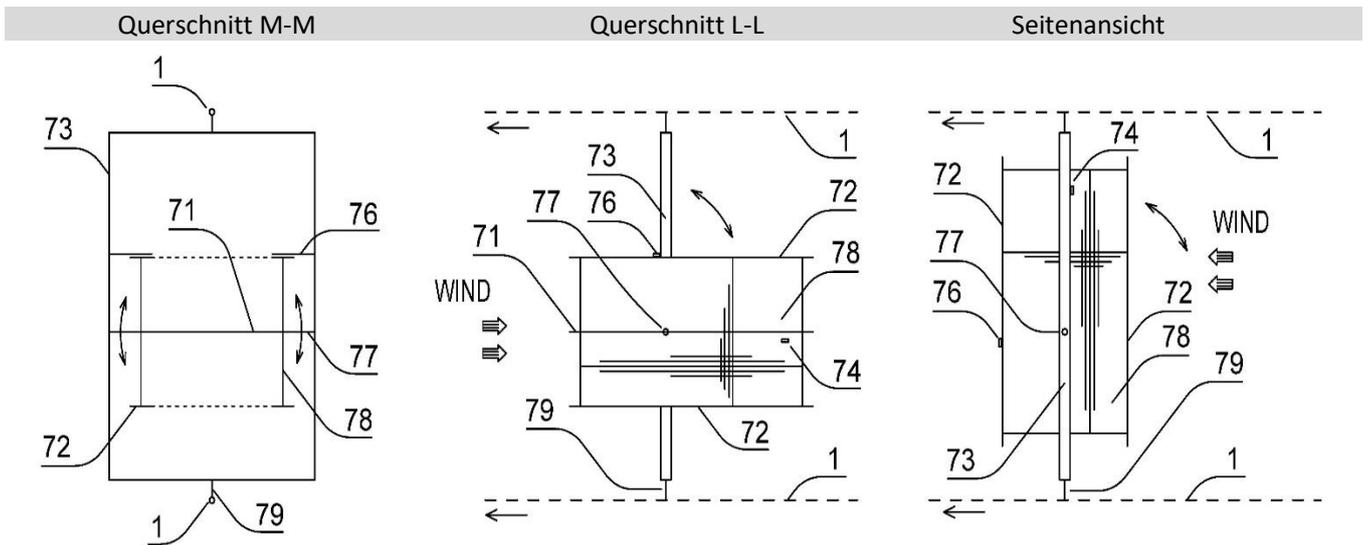
Abbildungen des Laufwagens 12

Schemata – Grundriss des Laufwagens

Grundriss des Laufwagens

Axonometrie des Laufwagens





1 - Laufseil der horizontalen Bahn

12 - Windlaufwagen mit Kastenkonstruktion

33 - Aussteifung einer gleichmäßigen Bewegung beider Seile

56 - Anschlag der Drehbewegung der der Trägerplatte des Laufwagens

57 - vertikale Drehplatte

58 - tragende Drehplatte

59 - Drehachse der Trägerplatte

60 - Ausschnitt in der Trägerplatte, der eine Drehung der vertikalen Platte im begrenzten Umfang ermöglicht

61 - Seil zur Einschränkung des Bewegungsumfangs der Trägerplatte in vertikale Position

62 - Lager, in dem sich die Achse der vertikalen Platte um die Trägerplatte dreht

63 - Achse der vertikalen Drehplatte des Laufwagens mit ausklappbarer horizontaler Platte um die horizontale Achse

64 - Umriss der Trägerplatte in ausgeklappter Position bei Rückenwind

65 - Umriss der vertikalen Drehplatte in ausgeklappter Position bei Rücken- und Seitenwind

69 - Windlaufwagen mit ausklappbarer horizontaler Platte um die horizontale Achse

Eine solche Konstruktion des Laufwagens 12 sollte an einer Bahn mit untereinander angeordneten Seilen 1 durch eine feste Verbindung 79 befestigt werden, die jedoch in horizontaler Ebene zur beweglichen Bahn drehbar ist. Grundmerkmal der Konstruktion ist ein vertikaler Rahmen 73 befestigt an den Seilen 1 senkrecht zur Bewegungsrichtung des Laufwagens 12, an den über die horizontale Achse 77 in der Mitte des vertikalen Teils des Rahmens 73 eine ausklappbare Kastenkonstruktion befestigt ist. Die Kastenkonstruktion hat im Querschnitt H-Form. Zwischen den beiden vertikalen Wänden 78 befindet sich die Mittelplatte 71 in fester Verbindung mit den vertikalen Wänden 78. Die Kastenkonstruktion besitzt keine Drehflächen. Die horizontale Drehachse des gesamten Kastens 77 ist fest mit der Mittelplatte 71 verbunden. An den Enden der vertikalen Wände 78 befindet sich die Unter- und die Oberkante der Konstruktion 72, welche die Steifigkeit der Konstruktion erhöht, und die Flächen dieser Kante 72 sind parallel zur Mittelplatte 71. Die Konstruktionskante 72 verläuft am gesamten Umfang und verbindet die vertikalen Wände 78 im oberen und auch im unteren Teil. Am Kasten befinden sich zwei Paar Anschläge 76 und 74, welche die zulässige Bewegung des gesamten Kastens eingrenzen. Auf Rückenwind reagiert der Laufwagen so, dass der Kasten durch den Wind in vertikale Position geklappt wird, die Mittelplatte 71 leistet dem Wind den nötigen Widerstand und der Wind treibt den Laufwagen vorwärts. Bei Seitenwind dreht sich der ganze Kasten horizontal schräg zum Wind durch ein Drehen des ganzen Rahmens 73 an der Stelle der Befestigung des Rahmens 73 am Seil 1, beide vertikale Wände 78 leisten dem Wind den nötigen Widerstand und treiben den Wagen vorwärts. Die Drehung wird durch die Seile 75 im oberen und auch im unteren Teil des Rahmens 73 korrigiert, die den Rahmen 73 und die Laufseile 1 verbinden. Bei Gegenwind stellen sich die vertikalen Platten 78 und auch die Mittelplatte 71 automatisch längs zur Windrichtung und leisten nur minimalen Widerstand. Dies wird durch ein Verschieben der horizontalen Drehachse 77 in den vorderen Teil des Laufwagens gewährleistet. Eine gleichmäßige Drehung in vertikaler Richtung wird durch das größere Gewicht des vorderen teils des Laufwagens 12 gewährleistet.

Seitenwind



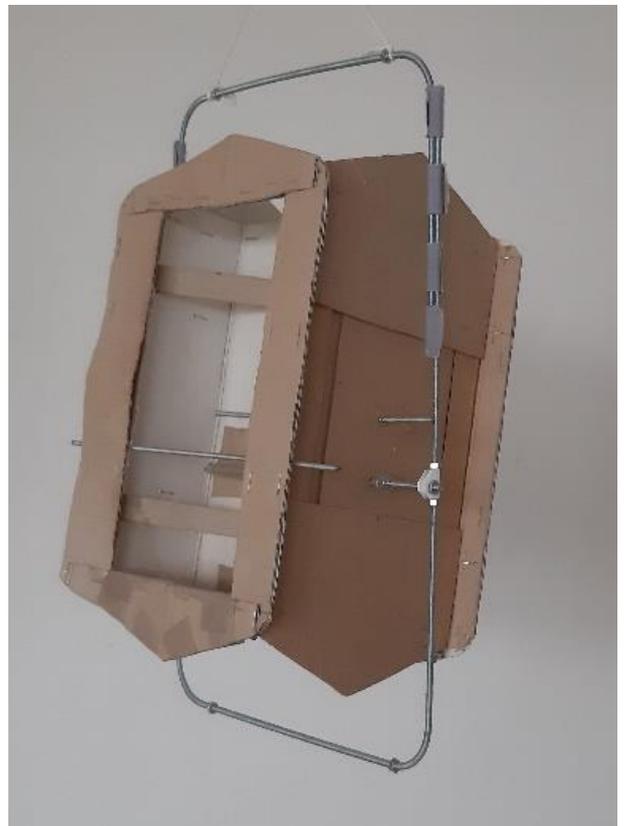
Seitenwind



Gegenwind

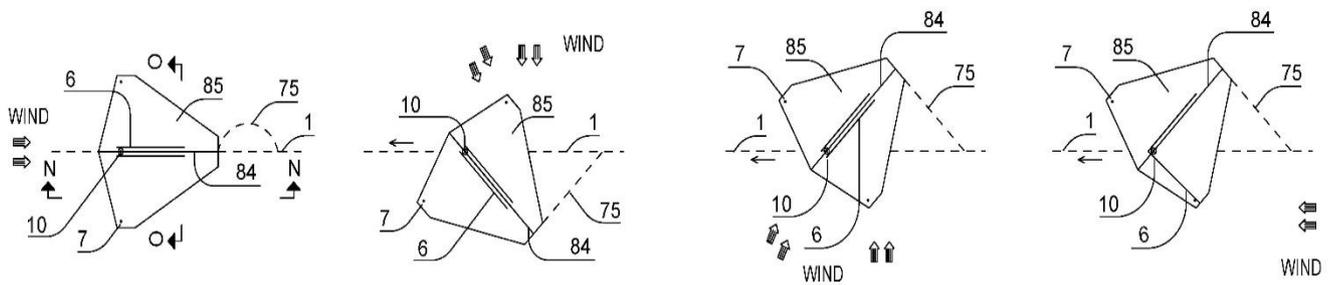


Rückenwind



5.6 Sechster Typ - Konstruktion des Laufwagens 13 mit einfacher Konstruktion:

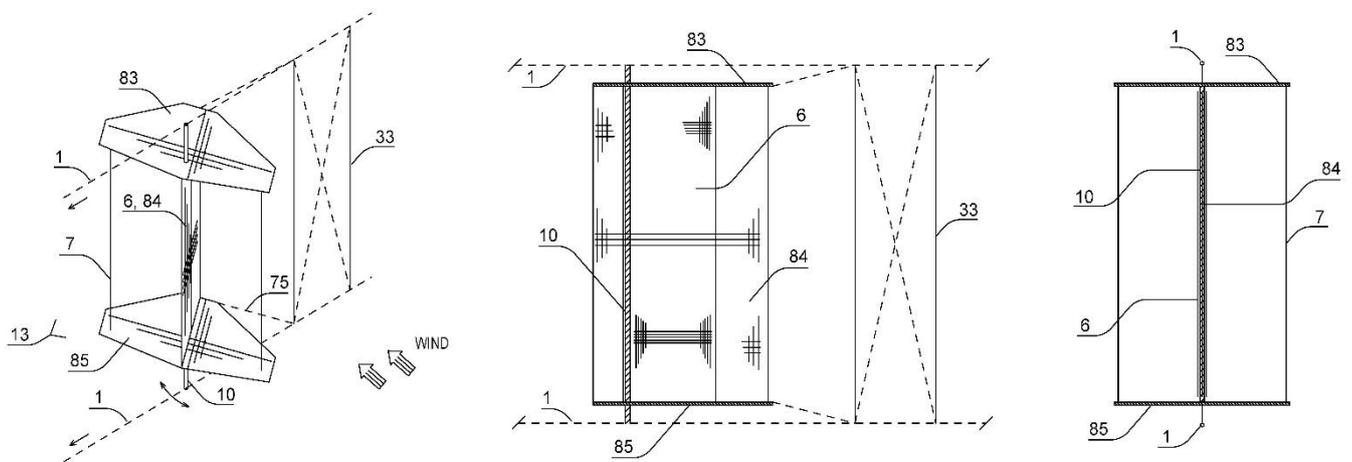
Schemata - Grundrisse des Laufwagens



Axonometrie des Laufwagens

Querschnitt N-N

Querschnitt O-O



1 - Laufseil der horizontalen Bahn

7 - Verbindungsstange der Nebenplatte

13 - Windlaufwagen mit einfacher Konstruktion

75 - Seil zur Eingrenzung des Bewegungsumfangs in horizontaler Ebene

83 - obere horizontale Drehplatte des Laufwagens mit einfacher Konstruktion

84 - vertikale Drehplatte des Laufwagens mit einfacher Konstruktion

85 - untere horizontale Drehplatte des Laufwagens mit einfacher Konstruktion

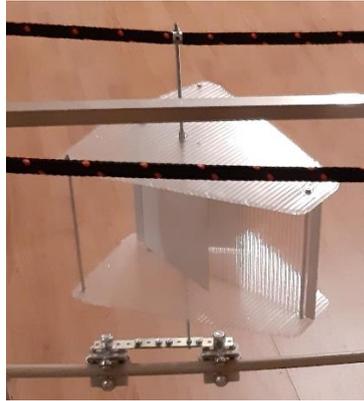
6 - vertikale Nebendrehplatte

10 - Drehachse der vertikalen Hauptplatte

33 - Aussteifung der gleichmäßigen Bewegung beider Seile

Diese Art Laufwagen 13 ähnelt dem Basistyp des Laufwagens 34 mit einer Hauptdrehplatte, sie hat jedoch eine vereinfachte Konstruktion, bei der die Hauptdrehplatte 84 fest mit der oberen und unteren Konstruktionsplatte 83 und 85 verbunden ist. Beim Drehen des Laufwagens 13 bei Rücken- und Seitenwind dreht sich auch die obere und die untere Platte 83 und 85. Die zweite Vereinfachung besteht darin, dass die Drehverbindung mit jedem Seil 1 nur in einem Punkt besteht, und zwar im Punkt der Drehachse 10, wobei die Eingrenzung des Drehumfangs des Laufwagens 13 durch das Seil 75 zwischen Windlaufwagen 13 und Laufseil 1 sichergestellt ist. In diesem Fall entfällt das Problem bei der Drehung des Laufwagens, das bei der Befestigung an jedem Seil in zwei Punkten aufgrund des ungleichen Abstands zwischen zwei Verbindungen auf dem geraden Abschnitt und auf dem Drehabschnitt besteht.

An der Hauptdrehplatte 84 ist über eine Gelenkverbindung die Nebendrehplatte 6 von der einen und auch von der anderen Seite befestigt. Durch eine feste Verbindung der senkrecht zueinanderstehenden Platten entsteht eine starre Konstruktion, die keine zusätzlichen Aussteifungselemente mehr erfordert. An beiden Seiten des Laufwagens 13 befindet sich eine Verbindungsstange 7, welche die Nebendrehplatte 6 an einem unerwünschten Bewegungsumfang hindert und bei Rückenwind die Kraft von der Nebenplatte 6 auf die untere und obere horizontale Konstruktionsplatte 83 und 85 überträgt. Eine solche Art Laufwagen 13 sollte an einer Bahn mit untereinander angeordneten Seilen 1 durch eine feste Verbindung zur beweglichen Bahn befestigt werden.



6. Konstruktionslösungen und die Sicherstellung der Funktionalität der windbelasteten Windseilbahn bei verschiedenen Bahnenarten der Windseilbahn

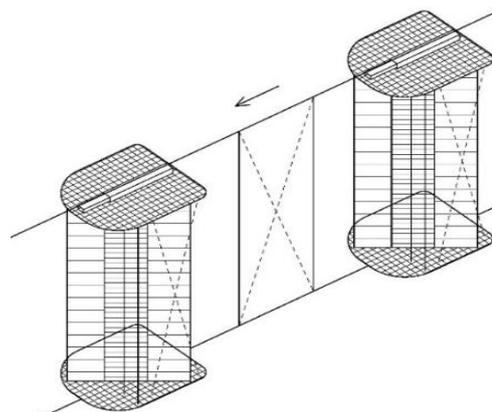
Bei einer gewerblichen Nutzung sollte die Windseilbahn eine größere Bahnlänge haben und es wird erforderlich, die ungleiche Seillänge aufgrund der entstehenden Durchhänge der Bahn zu klären. Für die Laufwagen der Windseilbahn, die an zwei Seilen befestigt sind, müssen für ihre richtige Funktion bei der Bewegung auf der Bahn der Windseilbahn folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Beim Wenden der Laufwagen um die Seilscheiben müssen der obere und der untere Befestigungspunkt gleichzeitig wenden, d. h. dass sich der Laufwagen in senkrechter Position zu den Seilen befindet und nicht ein Seil das andere überholt, woraus sich die Notwendigkeit einer gleichzeitigen Bewegung beider Seile ergibt. Da niemals zwei vollkommen gleichlange Seile hergestellt werden können, muss diese Bewegung der Seile korrigiert werden. Eine ungleiche Seillänge wird auch durch den vertikalen Durchhang aufgrund des Eigengewichts der Laufwagen und der Seile und durch den seitlichen Durchhang infolge der Einwirkung des Seitenwinds hervorgerufen. Das Durchhängen der Seile muss immer nur in senkrechter Richtung zum Kreis der Seilscheibe korrigiert werden, weil dies eine ungleiche Länge verursacht, denn in paralleler Richtung zum Kreis der Seilscheibe verlängern sich die Seile um die gleiche Länge.
- Der Laufwagen sollte so konstruiert und platziert sein, dass alle auf den Laufwagen einwirkenden Kräfte symmetrisch zu beiden Seilen wirken und es zu keiner Verdrehung kommt. Wenn eine solche Verdrehung entsteht, wird diese durch zwei Achsen der Rollenaufhängung an der festen Bahn eliminiert.

Die ungleiche Seillänge ist aus Herstellungssicht wie folgt gelöst:

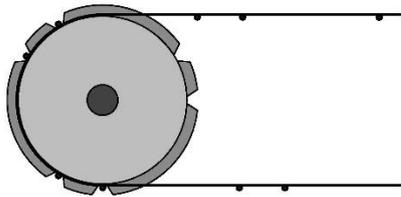
- a) Durch eine gegenseitige, kreuzweise Verbindung beider Seile durch eine Aussteifung für eine gleichmäßige Bewegung der Seile. Die Kreuzverbindung lässt es nicht zu, dass ein Seil das andere überholt, und die Seile verhalten sich wie ein zusammenhängendes Band.

Axonometrie

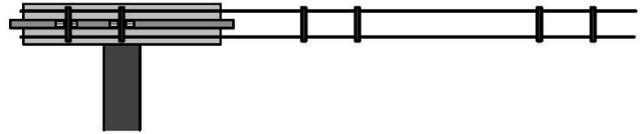


- b) Durch die Verwendung zwei verbundener Seile mit Verbindungselementen nahe beieinander, welche die Funktion einer Kette erfüllen werden. Die konische Form der Zahnung stellt kleine Verschiebungen des Seils in die richtige Position sicher.

Zahnscheibe - Ansicht



Zahnscheibe - Grundriss

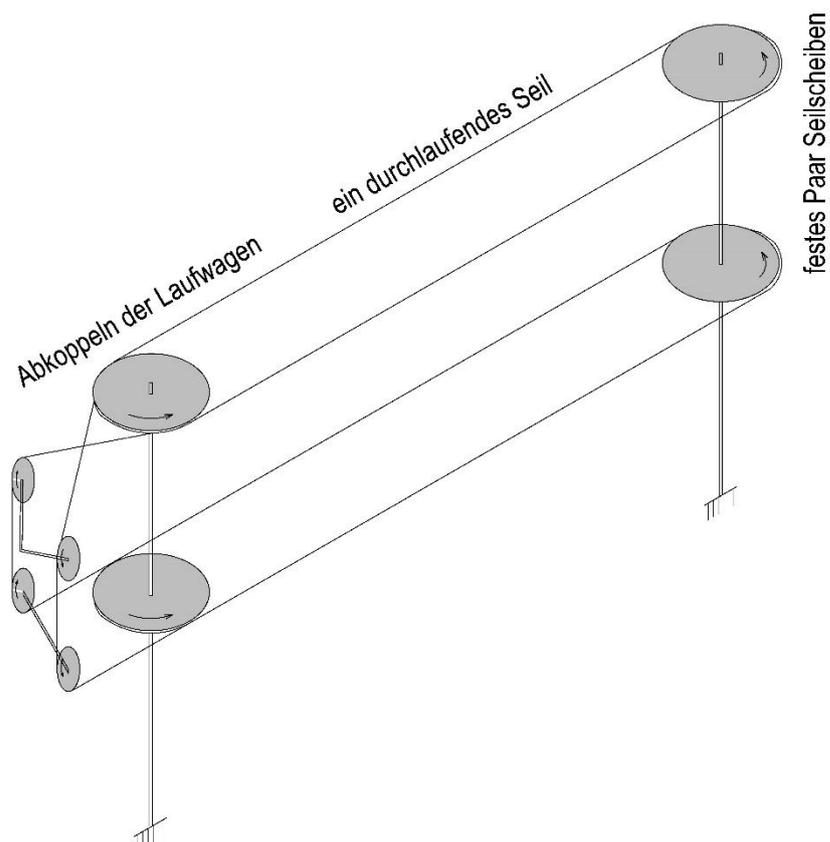


Bei beiden Vorgehensweisen **a)** und **b)** muss ein Paar Zahnscheiben verwendet werden, das fest mit der Achse verbunden ist, und das andere Paar Zahnscheiben muss über Lager mit der Achse verbunden sein, wodurch eine gleichmäßige Drehung sichergestellt wird, bei der ein Verzug durch die ungleiche Länge der Seile kompensiert werden kann.

- c) Bei kürzeren Entfernungen können Ketten und Zahnriemen verwendet werden.

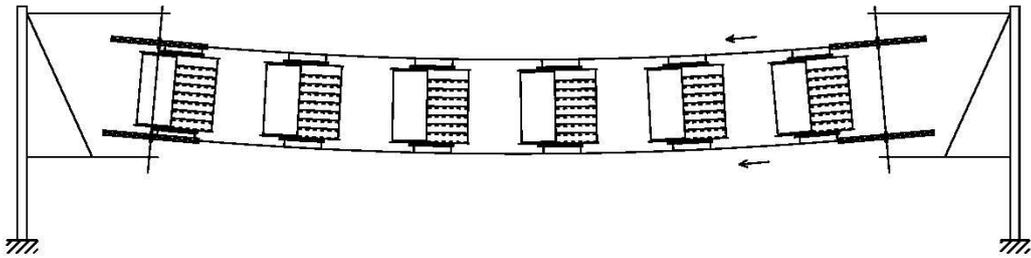
d) Die günstigste Lösung, was die Konstruktion der Windseilbahn angeht, ist eine Kombination der Seile, bei der nur ein bewegliches Seil und ein oder mehrere stationäre Seile verwendet werden. In diesem Falle entfällt das Problem des Gleichlaufs der beiden Seile und das Problem der ungleichen Länge zweier beweglicher Seile.

e) Eine weitere Lösung ist die Verwendung von nur einem Seil anstelle von zwei Seilschleifen. Auf der einen Seite befindet sich ein Paar feststehende Seilscheiben mit Energieabnahme und auf der anderen Seite ist der Wendepunkt so konstruiert, dass sich die Laufwagen vom Laufseil abkoppeln und auf festen Schienen wenden, wobei das Seil hinter dem Wendepunkt von der oberen Position in die untere geführt wird und umgekehrt, was gewährleistet, dass das obere und das untere Seil die gleiche Geschwindigkeit haben. Die Länge der oberen und der unteren Bahn, auf der sich die Laufwagen bewegen, muss identisch sein.

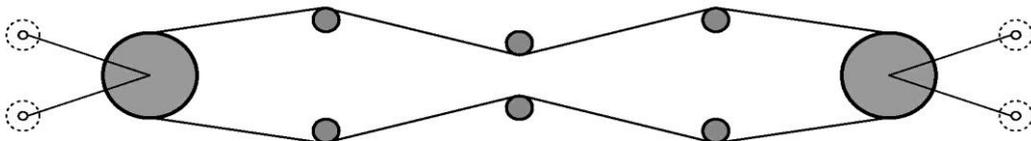


- c) Bei einer Bahn mit zwei gegenüberliegenden Wendepunkten werden beide Achsen der Seilscheiben in einem senkrechten Winkel zum entstehenden Durchhang des Seils durch das Eigengewicht der Windseilbahn geneigt. Durch diese Neigung wird das untere Seil auf dem Bild in der Seitenansicht eine größere Länge haben, da sich die oberen Seilscheiben näher sind als die unteren Seilscheiben. Damit beide Seile gleich lang sind und sich die Laufwagen gleichzeitig um die Seilscheiben drehen, wird das obere Seil in horizontaler Ebene eine Wellenlinie beschreiben, die sicherstellt, dass beide Seile gleich lang sind. Der Laufwagen wird sich bei der Bewegung gleichzeitig von der vertikalen Achse mal auf die eine, mal auf die andere Seite wegneigen.

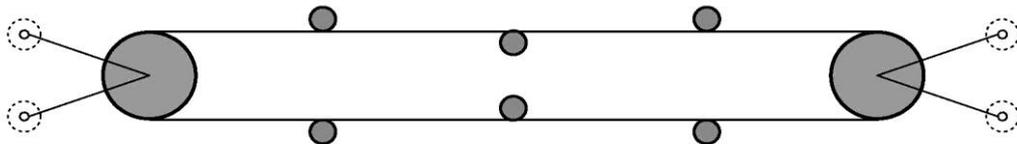
Seitenansicht



Grundriss – Verlauf des oberen Seils

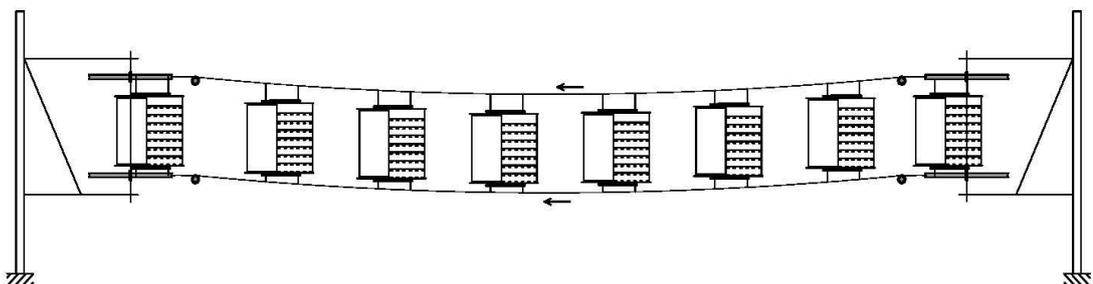


Grundriss – Verlauf des unteren Seils



- d) Das obere und das untere Seil werden auf jedem Bahnabschnitt genau die gleiche Form und Länge haben. Vor den Seilscheiben werden am oberen und unteren Seil Stützrollen platziert, die sicherstellen, dass der Laufwagen mit beiden Befestigungspunkten des Laufwagens am Seil auf einmal zur Seilscheibe gelangt. Die Befestigung der Laufwagen am Seil muss verstellbar in vertikaler Richtung erfolgen und gleichzeitig muss der Befestigungspunkt am Seil über ein Gelenk erfolgen.

Seitenansicht



Zweite Gruppe –



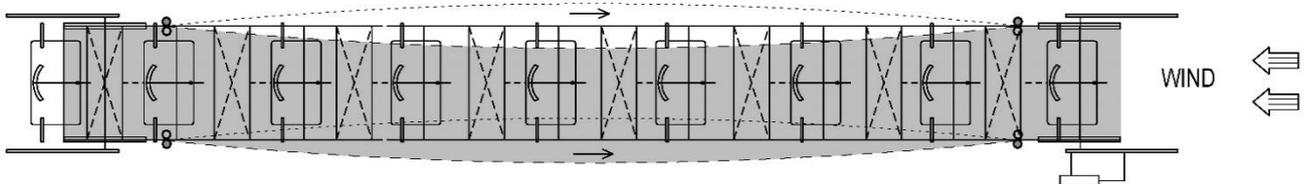
bewegliche Bahn mit Laufseilen und Laufwagen, die fest mit dem Seil verbunden sind; die Seile sind in zwei geschlossenen Schleifen nebeneinander angeordnet.

- Der vertikale Durchhang infolge des Eigengewichts sind kein Problem, da beide Seile parallel gespannt werden.
- Für diese Art Bahn eignen sich Laufwagentypen, die in diesem Material unter den Nummern 54 und 69 genannt werden.

Ich schlage folgende Lösungen vor:

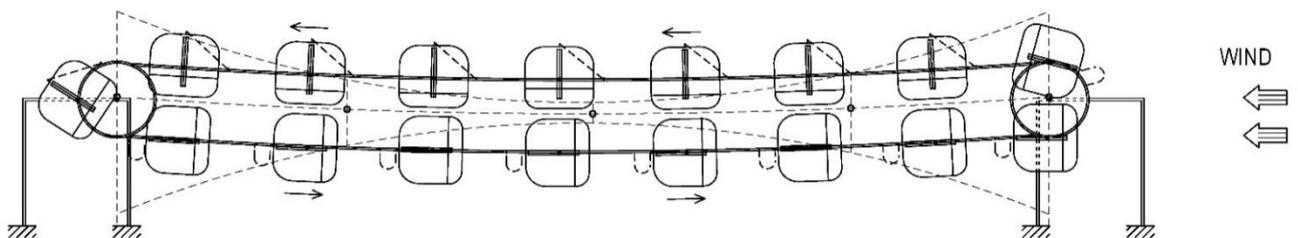
- a) Das rechte und das linke Seil werden auf jedem Bahnabschnitt genau die gleiche Form und Länge haben. Vor den Seilscheiben werden an beiden Seiten jedes Seils Stützrollen platziert, die sicherstellen, dass der Laufwagen mit beiden Befestigungspunkten des Laufwagens am Seil auf einmal zur Seilscheibe gelangt. Die Befestigung der Laufwagen am Seil muss für den Laufwagentyp 54 mit einer Vier-Punkte-Spannung verstellbar in horizontaler Richtung erfolgen und gleichzeitig muss der Befestigungspunkt am Seil über ein Gelenk erfolgen.

Grundriss

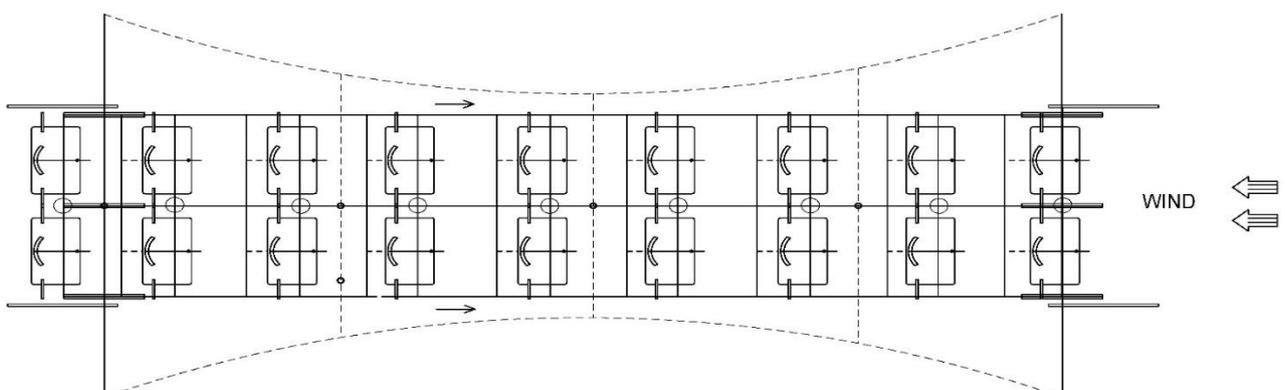


- b) Die Belastung und die Entstehung eines Durchhangs in horizontaler Richtung durch den Wind muss durch das Einlegen einer festen, stationären Stabilisierungsleiste in die Mitte von zwei Laufwagen eliminiert werden, auf die sich die Laufwagen durch eine bewegliche Verbindung stützen werden.

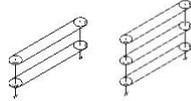
Seitenansicht



Grundriss



Dritte Gruppe –

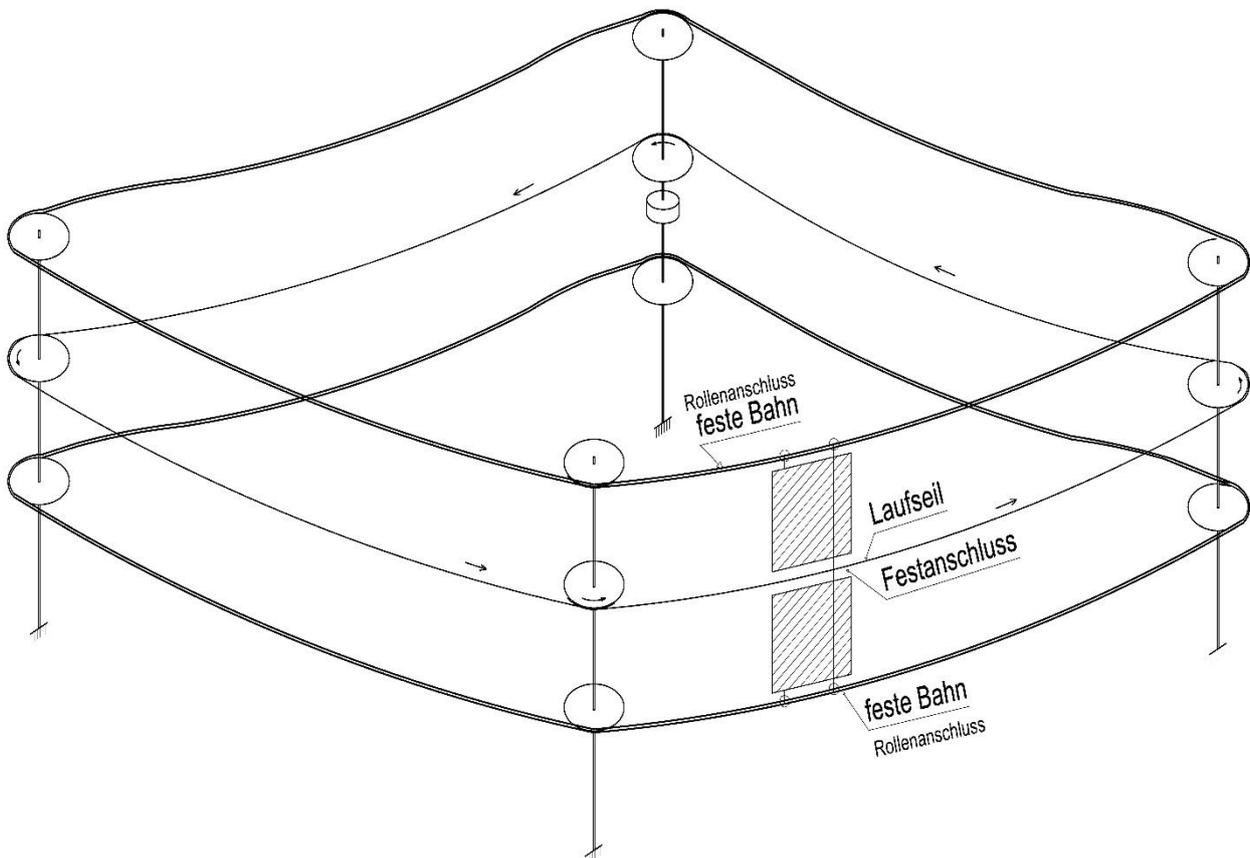


stationäre Bahn mit Laufwagen, die beweglich mit dem Seil verbunden sind; die Seile sind in zwei geschlossenen Schleifen untereinander angeordnet.

- Die Entstehung von Durchhängen ist kein Problem, aber die Steifigkeit der stationären Bahn/des Seils muss so konstruiert werden, dass die entstandene vertikale Beugung in ausreichender Entfernung von den horizontalen Bögen der Bahn liegen.
- Bei der Anordnung mit zwei Schleifen muss die Abnahme der Energie von den sich bewegenden Laufwagen auf andere Weise als durch das Seil erfolgen, zum Beispiel durch lineare Induktion.
- Laufseil bei einer Anordnung mit drei Schleifen in die Mitte der Laufwagen platzieren.

Ich schlage folgende Lösung vor:

Axonometrie



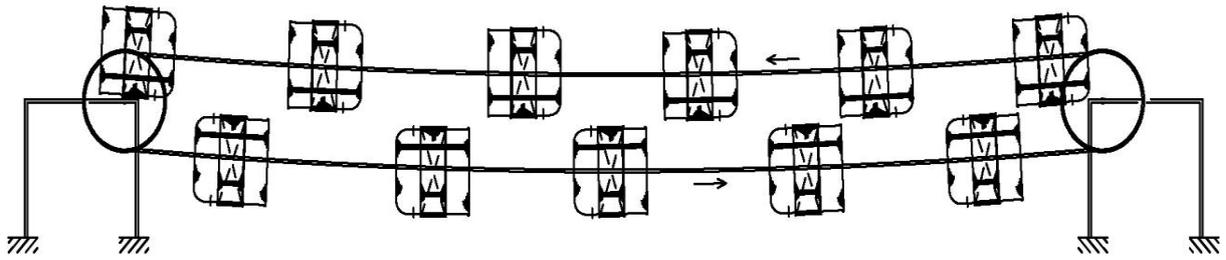
Vierte Gruppe –



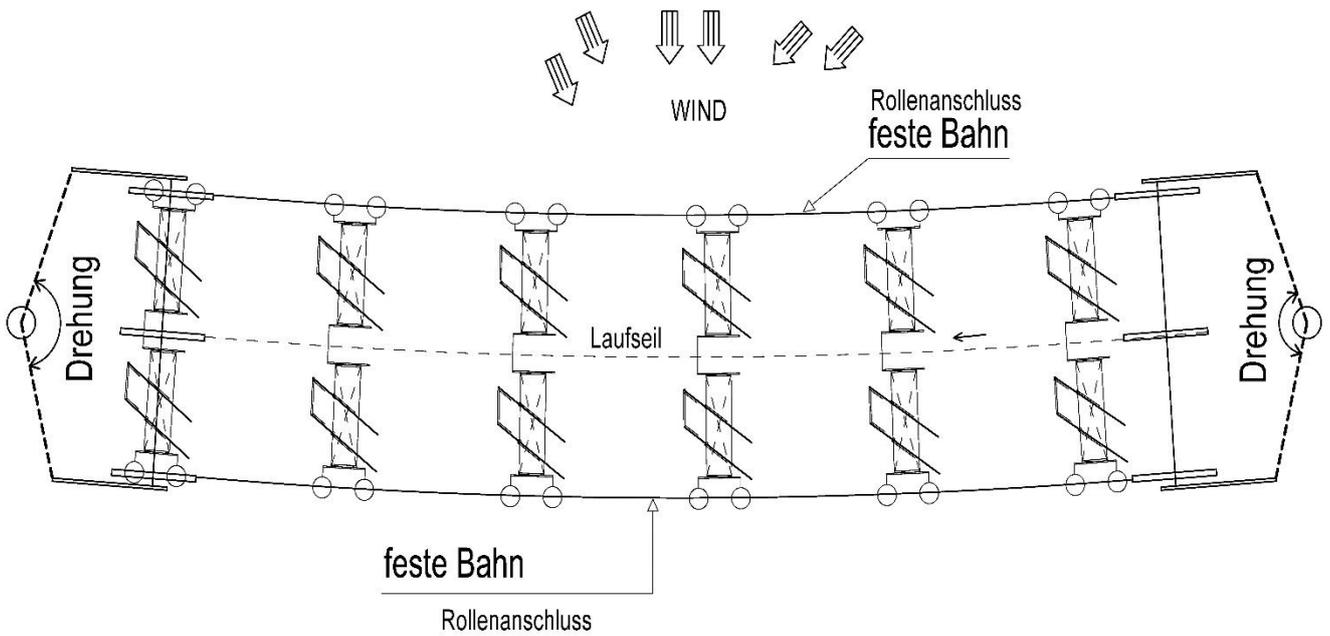
stationäre Bahn mit Laufwagen, die beweglich mit dem Seil verbunden sind; die Seile sind in zwei geschlossenen Schleifen nebeneinander angeordnet.

- Der vertikale Durchhang infolge des Eigengewichts sind kein Problem, da beide Seile parallel gespannt werden.
- Die Belastung und die Entstehung eines Durchhangs in horizontaler Richtung durch den Wind durch das Drehen der Seilscheiben lösen und das Laufseil durch die Mitte der Laufwagen führen.

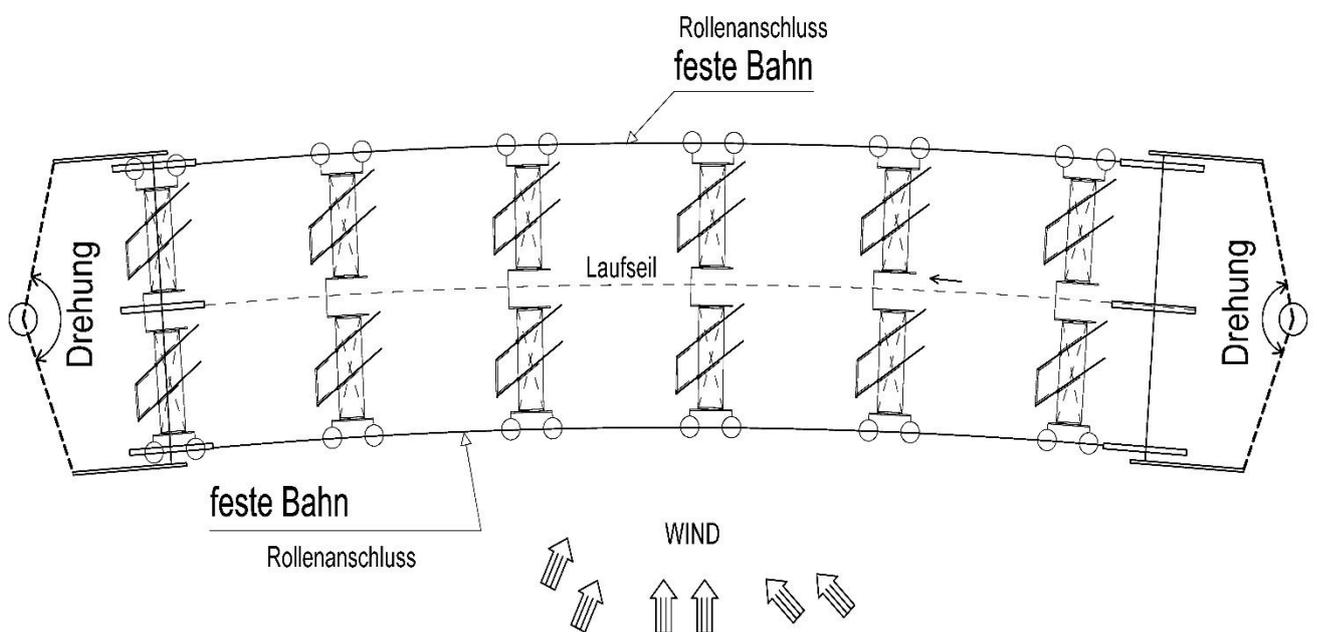
Seitenansicht



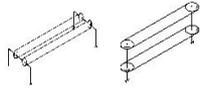
Grundriss



Grundriss



Fünfte Gruppe -



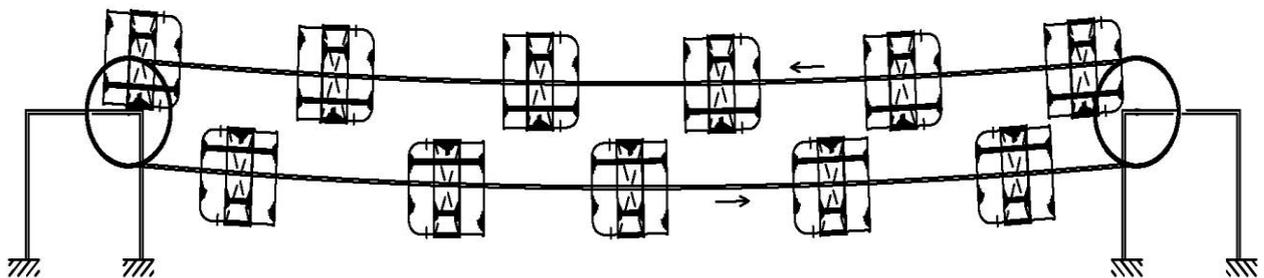
Bahn mit Kombination eines stationären Seils und eines beweglichen Seils.

Es handelt sich um eine in ihrer Konstruktion einfache Lösung für die Windseilbahn, wo die ungleichmäßige Einwirkung der Kräfte auf den Laufwagen bei Wind und dem Widerstand des beweglichen Seils über zwei Achsen des Rollenmechanismus in die Steifigkeit der stationären Bahn aufgenommen wird und die Schiebeeinrichtung wird bei fester Spannung am beweglichen Seil durch das Befestigen des Laufwagens am beweglichen Seil nur in einem Punkt eliminiert.

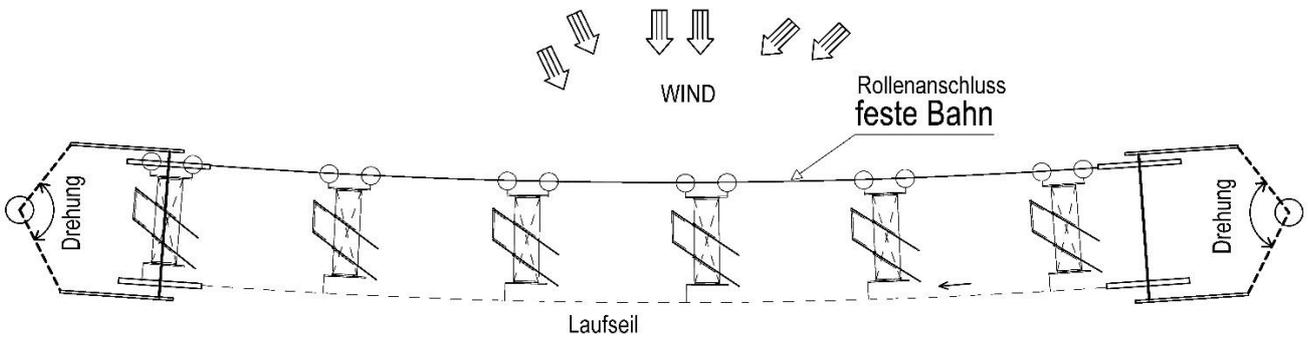
a) Fall der Anordnung der Seile mit zwei geschlossenen Schleifen nebeneinander.



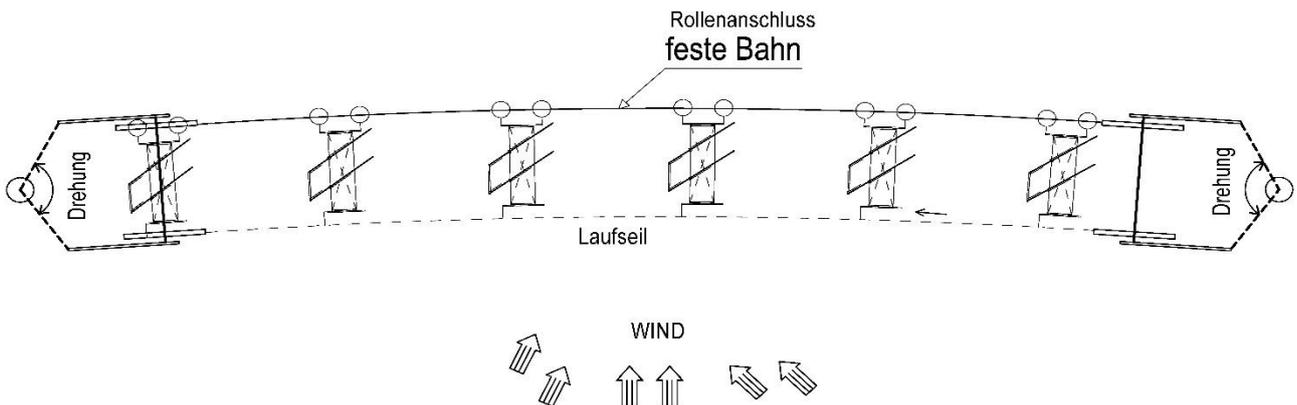
Seitenansicht



Grundriss



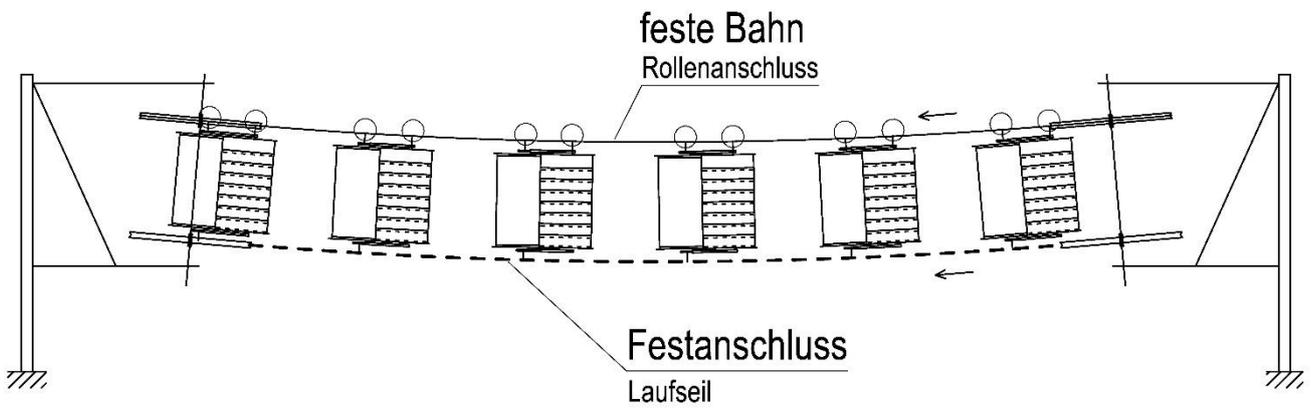
Grundriss



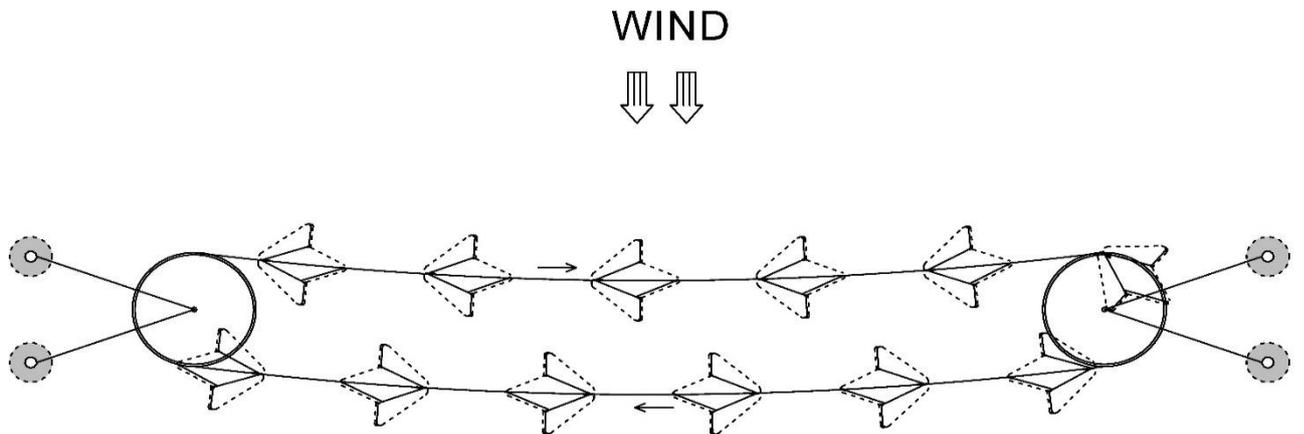
b) Fall der Anordnung der Seile mit zwei geschlossenen Schleifen untereinander.



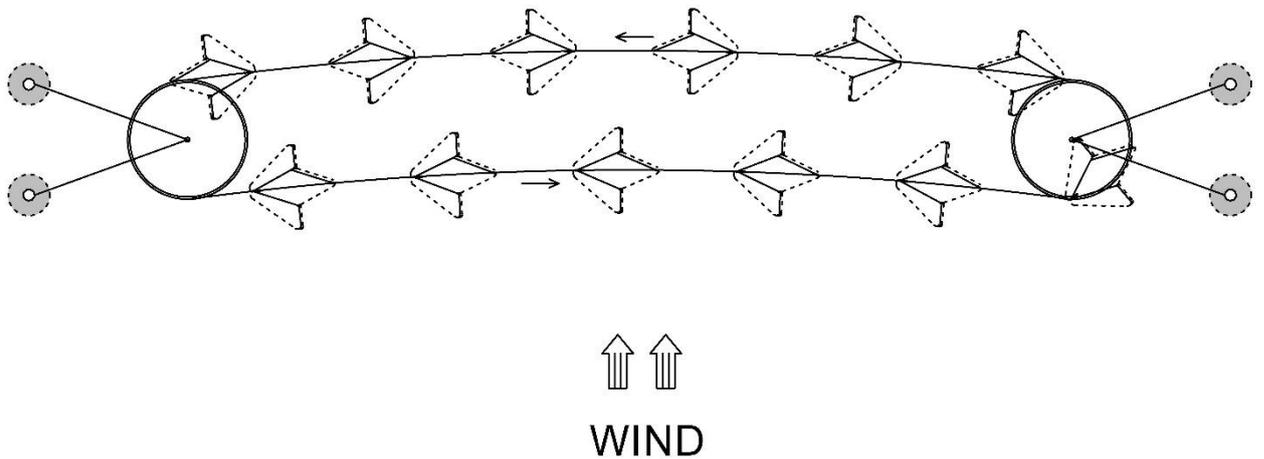
Seitenansicht



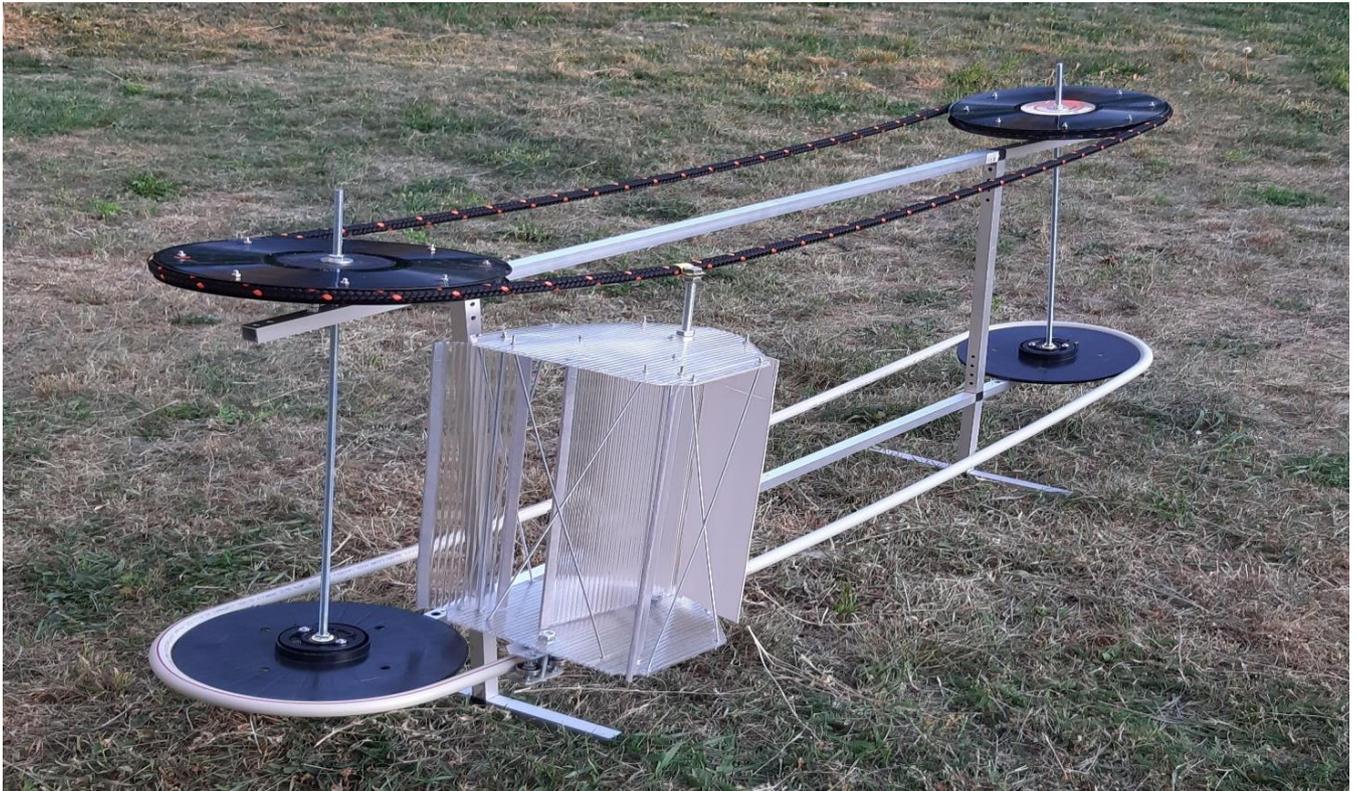
Grundriss



Grundriss

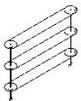


Das Modell des Laufwagens ist in diesem Fall durch eine feste Verbindung in einem Punkt am oberen Seil und durch eine bewegliche Verbindung in zwei Punkten am unteren Seil befestigt



7. Auswertung der besten und einfachsten Lösung für den Bau einer Windseilbahn.

Nach dem Abwägen aller Kenntnisse und Einflüsse auf die Konstruktion der Windseilbahn erscheint als die geeignetste eine Seilbahnkonstruktion mit drei geschlossenen, untereinander angeordneten Seilschleifen, wo die oberste und die unterste Bahn stationär mit beweglich am Seil verbundenen Laufwagen und die mittlere Bahn beweglich mit fest am Seil verbundenen Laufwagen gestaltet sind.



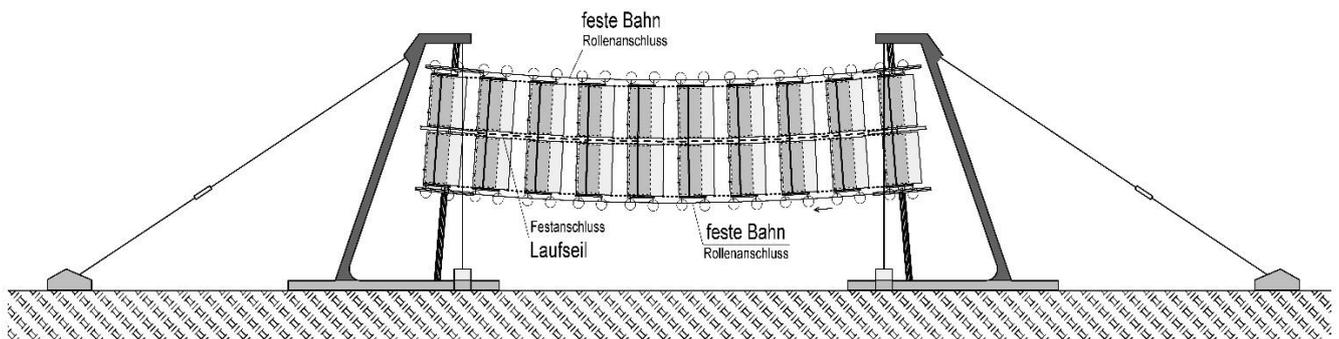
Beide Achsen sind senkrecht zur Trajektorie des Durchhangs geneigt und die Bahn ist im Grundriss linear mit nur zwei Wendepunkten. Die Konstruktion des Laufwagens reduziert sich auf nur eine Hauptdrehplatte mit zwei Nebendrehplatten an beiden Seiten der Hauptplatte. Der Bewegungsumfang der Platten wird durch die Länge des Seils begrenzt, das die Enden der Platte und den folgenden Laufwagen verbindet.

Die Auswertung erfolgt nach folgenden Parametern:

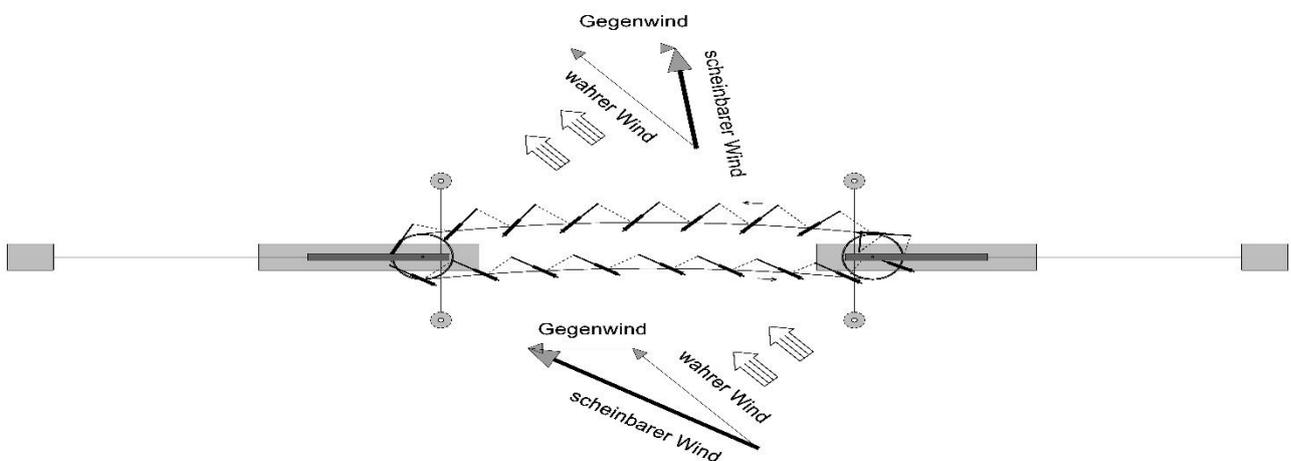
- eine solche Konstruktion passt sich mit der Form ihrer Bahn und der Neigung der Seilscheibenachsen natürlich der Schwerkraft der Seile an und der Durchhang der Seile gestaltet sich zu einer Kettenkurve, wobei sich die Laufwagen in einer senkrechten Ebene zur Kurve drehen, d. h. dass die Bahnen keine Stützrollen benötigen
- durch das Einwirken des Windes in waagerechter Richtung spannen sich die Seile in einer zu den Seilscheiben parallelen Ebene
- die Belastung durch den Wind wirkt symmetrisch auf die Konstruktion ein, das durch den Generator gebremste Seil ist in der Mitte platziert
- auf das Zugseil wirken keine vertikalen Kräfte der Schwerkraft ein, da diese auf beide festen Seile übertragen werden

- das mittlere Seil tendiert nicht dazu, von der Seilscheibe zu rutschen, da es von einer Stange gestützt wird, dem Masten des Laufwagens
- das Durchbiegen des Masts des Laufwagens wird durch eine Vier-Punkte-Rollenverbindung reduziert
- die einzelnen Laufwagen sind mit einem Zugseil verbunden
- beim Wenden um die Seilscheibe ist kein Schiebemechanismus erforderlich, da die Verbindung mit dem Zugseil nur in einem Punkt erfolgt
- es entfällt die Lösung der Gleichläufigkeit der Seile, da nur das eine Seil in der Mitte beweglich ist.
- die gesamte Konstruktion der Bahnen kann an die existierenden, gegenüberliegenden Stützen aufgehängt werden, ohne den Aufbau von mittigen Stützelementen
- die Konstruktion ist wenig materialaufwendig, leicht und leicht herzustellen

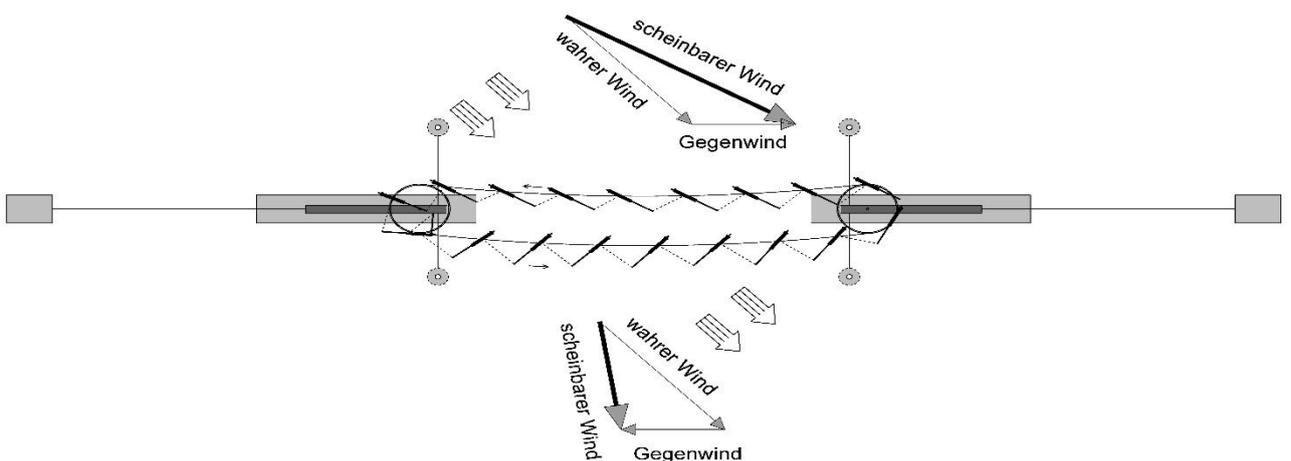
Seitenansicht

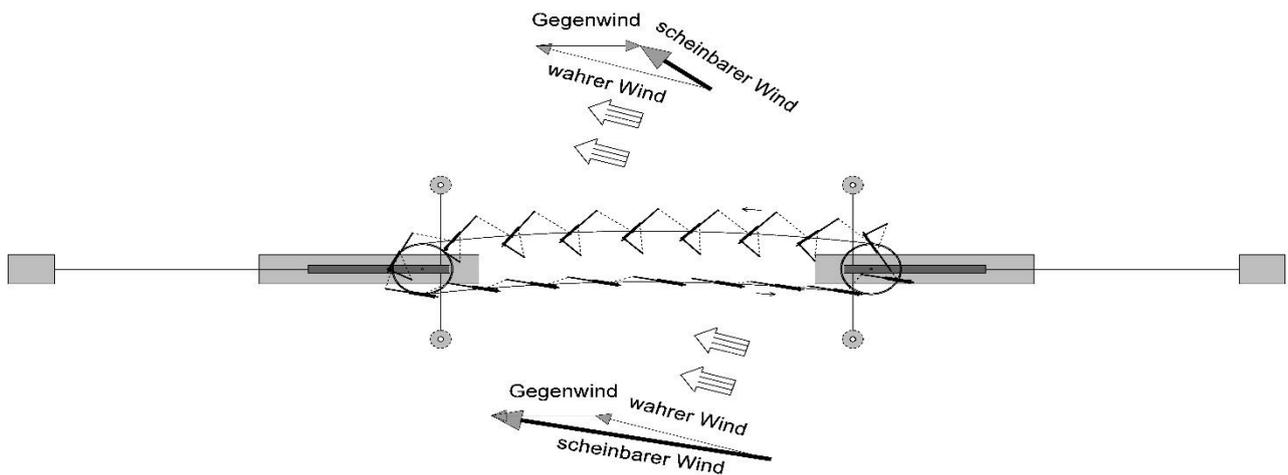


Grundriss



Grundriss





8. Vorteile einer Windseilbahn

In der Praxis gibt es zwei Arten von Windkraftanlagen, die als VAWT – Windkraftanlage mit vertikaler Achse – und als HAWT – Windkraftanlage mit horizontaler Achse – bezeichnet werden. Die Windseilbahn erweitert diese Erkenntnis um die neue Art einer linearen Anlage. Es gibt ausreichend Wind zur Befriedigung der Energieanforderungen der Menschheit, wenn Windkraftanlagen effizient und in großem Maßstab angehäuft werden könnten.

Die Vorteile der Windseilbahn sind:

- eine einfache Konstruktion, wo an den einzelnen Teilen der Laufwagenkonstruktion keine großen Kraftmomente der Belastung einwirken, da die Konstruktionsteile des Laufwagens an mindestens zwei Punkten befestigt sind, und auf die Konstruktionsteile des Laufwagens wirkt keine Zentrifugalkraft ein wie bei Windkraftanlagen mit vertikaler und horizontaler Achse.
- eine optionale Bausatzausführung des gesamten Systems und eine große Anzahl von Windlaufwagen an den Seilen.
- die Nutzung der Kraftübertragung vom Wind auf das Seil, das aus Material von großer Festigkeit gefertigt ist und nur im Zug belastet wird.
- eine umweltfreundliche Konstruktion, die die Umwelt nicht durch das Töten von Lebewesen, Lärm und Vibrationen aufgrund hoher Drehzahlen von Anlageteilen belastet.
- die Möglichkeit der Anfertigung einer massiven Konstruktion und einer Kumulation der gewonnenen Energie aus einer großen Anzahl partieller Krafteinwirkungen auf die Windlaufwagen durch eine Übertragung mit Hilfe von Laufseilen auf Seilscheiben und weiter auf einen Stromgenerator.
- die Möglichkeit der Platzierung einer Windseilbahn auf existierenden Gebäuden und existierenden Konstruktionen näher am Stromabnehmer.
- die Verwendung leicht verfügbarer Konstruktionswerkstoffe.
- ein wirtschaftlich günstiges Ergebnis angesichts der Höhe der Investition in die Anfertigung der Konstruktion und der gewonnenen Energiemenge.
- die Platzierung der Windseilbahn an Orten mit einer anderen wirtschaftlichen Flächennutzung, z. B. über Ackerfläche und über Wasserflächen.
- die Nutzung von sehr starkem Wind und Windböen wie auch einer sehr schwachen Luftströmung.
- die einfache Baurealisierung ohne die Verwendung großer Kräne und Baumechanismen.
- die leichte Wartung im Vergleich zu den existierenden Windradanlagen, wobei die Landschaftsarchitektur durch die Energiegewinnung aus Windkraft nicht entwertet wird.
- die automatische Inbetriebnahme ohne eine Hilfseinrichtung.
- weniger Lärm infolge einer geringeren Geschwindigkeit.
- beim Betrieb entstehen keine festen, flüssigen oder gasförmigen Emissionen bzw. Abfall (sofern wir nicht den gesamten Lebenszyklus betrachten, insbesondere den Bau und die begleitenden Bedienerarbeiten).

- bei der Energiegewinnung ist kein Abbau, keine Verarbeitung und auch kein Transport von Brennstoffen erforderlich
- die bebaute Fläche ist bei einer Windseilbahn minimal
- bei einer Einstellung des Betriebs ist die Rückkehr zum Zustand „grüne Wiese“ relativ einfach
- die Konstruktionswerkstoffe der Windkraftanlage sind recyclebar

9. Nutzung einer Windseilbahn

Eine Windseilbahn kann zur Umwandlung kinetischer Windenergie in mechanische Energie verwendet werden, zum Beispiel als Antriebskraft für Windkraftwerke, Pumpen usw. Die gewerbliche Nutzbarkeit beruht hauptsächlich auf dem Aufbau einer Energiewirtschaft aus erneuerbaren Energiequellen. Der Vorteil bei der Vergrößerung der Leistung eines Windkraftwerks ist die Möglichkeit, Windseilbahnen aus einer großen Anzahl von Windlaufwagen zu errichten. Die Variabilität der Bauelemente ist sehr groß. Zum Beispiel die Windseilbahn mit einer beweglichen Bahn aus untereinander angeordneten Seilen und Windlaufwagen des Basistyps mit vertikalen Drehplatten, bei der sich die Seile über Seilscheiben in vier Ecken eines Rechtecks bewegen, kann auch auf einem hohen Gebäude in der Stadt mit geradem Dach installiert werden. Eine der Drehachsen der Seilscheiben ist an einen Stromgenerator angeschlossen, der das Gebäude mit Strom versorgen wird. Ein großes Potenzial besitzt diese Erfindung auch bei der wachsenden Anzahl elektrischer Ladestationen für die Mobilität von Elektroautos, die man so mit billigem Strom versorgen kann.

10. Bewertung und gesellschaftlicher Nutzen

Strom benötigen wir allen für unseren Alltag. Die aktuelle Nutzung fossiler Brennstoffe ist weder sauber noch nachhaltig, sondern ganz im Gegenteil zeitlich begrenzt. Die Sicherstellung einer nachhaltigen Entwicklung und einer zuverlässigen Brennstoffversorgung erfordert eine Stromproduktion auch durch die Nutzung von Windenergie. Die Entwicklung von Windkraftwerken weltweit zählt zu den technischen Bereichen mit der dynamischsten Entwicklung. Gemäß den Statistiken und prozentuellen Vergleichsrechnungen stellt die Windenergie heute die am schnellsten wachsende Branche der Stromproduktion dar. Der weltweite Klimawandel stellt eine wesentlich größere Gefahr für die Menschen und die Natur dar als Windkraftwerke, die im Endeffekt Brennstoffe ersetzen.

Mit Ankunft der Industrierevolution ist der Wind ein wenig in Vergessenheit geraten. Heute beginnt man unter Verwendung moderner Technologien wieder mit der Nutzung von Windenergie wie früher. Die primäre Motivation beim Aufbau von Windparks sollte der Umweltschutz durch eine ökologisch angemessene Nutzung dieser erneuerbaren Energiequelle sein. Windenergie zählt aus globaler Sicht zu den bedeutsamsten Arten erneuerbarer Energiequellen, die bei der Stromproduktion genutzt werden.

Früher wurde die Windenergie direkt in mechanische Arbeit umgewandelt, zum Beispiel beim Wasserpumpen oder beim Mahlen von Getreide. Heute sind funktionstüchtige Einrichtungen dieser Art eher eine Rarität. Wesentlich größere Bedeutung hat jedoch die Nutzung von Windenergie bei der Stromproduktion gewonnen.

Diese Art der Nutzung von Windenergie hat Vor- und auch Nachteile. Im Vergleich zu klassischen Kraftwerken ist die Installation von Windkraftanlagen einfach, sie können in relativ kurzer Zeit errichtet und ans öffentliche Stromnetz angeschlossen werden. Das technisch einfache Verfahren der direkten Umwandlung von Windenergie in elektrische Energie ist ein großer Vorteil der Windenergie im Unterschied zu Energie, die auf andere Weise gewonnen wird. Das Potenzial von Windenergie ist jedoch weit größer. Wesentlich ist jedoch, dass der Preis des aus Wind gewonnenen Stroms vergleichbar oder sogar niedriger als der Preis von Strom aus Kohle, Gas oder Uran ist. Die Erfahrungen aus Deutschland und Dänemark bestätigen dies eindeutig, was auch der Hauptgrund für die massive Entwicklung der Windkraftanlagen in diesen Ländern ist.