

BUSINESSPLAN

AWINGEN GmbH

Frankfurt, 03.09.2020

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | Executive Summary | 4 |
| 2. | Beschreibung der Kassettenwindkraftanlage METUWAK | 7 |
| 2.1 | Konstruktion der METUWAK im Überblick..... | 7 |
| 2.2 | Bestandteile der METUWAK..... | 13 |
| 2.2.1 | Kassette (harte Stützkonstruktion) | 13 |
| 2.2.2 | Turbine der METUWAK | 13 |
| 2.2.3 | Bauelement der Lageraufhängung der METUWAK | 14 |
| 2.2.4 | Rotationsübertragungsmechanismus (RÜM) | 14 |
| 2.2.5 | Kontroll- und Messgeräte Einheit | 14 |
| 2.2.6 | Generator | 15 |
| 2.2.7 | Anschlusskabel | 15 |
| 2.2.8 | Steuerkabel | 15 |
| 2.2.9 | Verstellbare Fixieranlagen | 15 |
| 2.2.10 | Kassettengenerator | 16 |
| 2.2.11 | Anleuchtgeräte für die Beleuchtung der Straße | 16 |
| 2.2.12 | Kassetten-Akkumulatorenbatterie | 16 |
| 2.2.13 | Abschirmmetallnetz | 17 |
| 2.2.14 | Anlagendeckplatte..... | 17 |
| 2.2.15 | Das externe Systemsteuerpult | 17 |
| 2.2.15 | Empfangsgerät..... | 17 |
| 2.3 | Beschreibung der Bestandteile der METUWAK sowie deren Kopplung | 18 |
| 2.4 | Funktionsweise der METUWAK und seiner Bestandteile | 19 |
| 2.5 | Vorteile der METUAK gegenüber vergleichbaren Anlagen..... | 20 |
| 2.5.1 | Einbau der METUWAK an die Betonleitplanke | 20 |
| 2.5.2 | Kassettengenerator | 20 |
| 2.5.3 | Ladestation für Elektroautos | 20 |
| 2.5.4 | Erzeugung von Wasserstoff | 20 |
| 2.5.5 | Bahnschienen | 21 |
| 2.5.6 | Kassettenprinzip..... | 21 |
| 2.5.7 | Grundwerk..... | 21 |
| 2.5.8 | Zeit und Entwaldung | 22 |
| 2.5.9 | Energiequelle | 22 |
| 2.5.10 | Unabhängig von der Witterung | 22 |
| 2.5.11 | Einfache Reparatur | 22 |
| 2.6 | Exemplarische Realisierungen der METUWAK | 23 |
| 3. | Marktanalyse | 38 |

| | |
|--|----|
| 3.1 Windkraftanlage (Definition)..... | 38 |
| 3.2 (Herkömmliche) Windkraftanlagen in Deutschland | 38 |
| 3.3 Windkraftanlagen: Aktuelle Entwicklungen in Deutschland | 41 |
| 4. Fördermöglichkeiten..... | 42 |
| 4.1 Allgemeines zum Pariser Klimavertrag | 42 |
| 4.2 Internationale Klimaschutzfinanzierung | 45 |
| 4.2.1 Klimaausstattung des Klimaschutzfonds..... | 46 |
| 4.2.2 Mobilisierung weiterer klimafreundlicher Investitionen..... | 46 |
| 4.3 Innovation Fund (Innovationsfonds)..... | 47 |
| 5. Finanzplan im Rahmen einer Stressbetrachtung | 50 |
| 5.1 Einleitung & Definition des Risikoprofils..... | 50 |
| 5.2 Quantifizierung & Prognose relevanter Einnahmerisiken auf Basis der EIOPA – Stresstestkategorien | 51 |
| Geringere Vergütung pro KwH..... | 51 |
| Schwere wirtschaftliche Verwerfungen | 53 |
| Geringere Stromerzeugung..... | 53 |
| Verspätete Fertigstellung | 54 |
| Insolvenz des Bauunternehmens..... | 55 |
| Insolvenz der Betreibergesellschaft | 56 |
| Störungen im operativen Betrieb..... | 56 |
| Finanzplanung unter Stress | 57 |

1. Executive Summary

Die AWINGEN GmbH ist ein innovatives Unternehmen aus dem Bereich der erneuerbaren Energien, welches es zu seiner Aufgabe gemacht hat, proaktiv am Klimaschutz zu partizipieren. Der besondere Fokus des Unternehmens liegt auf der Konstruktion und der Herstellung des Mehrturbinen-Windantriebs zur Nutzung des Fahrtwindes von Kraftfahrzeugen, welche den Namen „METUWAK“ trägt. Die Technologie der METUWAK ist komplett „Made in Germany“. METUWAK steht als Abkürzung für Mehrturbinen-Windantrieb Anlage Kolesnikov. Die METUWAK ist eine Windkraftanlage, die im Bereich des Mittelstreifens zwischen zwei in entgegengesetzter Richtung befahrbaren Fahrstreifen angeordnet und damit so positioniert ist, dass die durch vorbeifahrende Fahrzeuge ausgelösten Windströme aufgenommen, abgeleitet und in Energie umgewandelt werden können. Der METUWAK liegt die Idee zugrunde, eine Windkraftanlage zur Nutzung des Fahrtwindes von Kraftfahrzeugen zu errichten, die bei einfach und kostengünstig gehaltenem Aufbau zuverlässig und sicher betrieben werden kann und dabei eine hohe Energieausbeute ermöglicht. Zudem besteht die Möglichkeit, den Mehrturbinen-Windantrieb (METUWAK) an Bahnstrecken sowie auf flachen Dächern zu installieren. Die Nutzung des Fahrtwindes von Kraftfahrzeugen erfolgt mit einer Mehrzahl von Windturbinen mit jeweils vertikaler Drehachse, die in einer Reihe hintereinander in einem Stützgerüst angeordnet sind. Die Windturbinen werden über einen Rotationsübertragungsmechanismus mit gemeinsamer Antriebswelle betrieben.

Die AWINGEN GmbH agiert im Sinne des Pariser Klimaabkommens und verfolgt das Ziel, die globale Erderwärmung zu bekämpfen. Die METUWAK sollen auf oder in der Mitteltrennung von Autobahnen eingebaut werden. In den METUWAK befinden sich stehende Windturbinen, die sich um die Stehachse herum entgegen den Uhrzeigersinn drehen. Diese Windturbinen werden durch die Luftströmungen der vorbeifahrenden Autos angetrieben und übergeben das Drehmoment auf entsprechende Generatoren, die Energie generieren. Die anfallende Energie wird durch die Anschlussleitung an Speichergeräte, Ladestationen oder das regionale Kraftsystem geleitet. Das Headquarter der AWINGEN GmbH ist in Frankfurt am Main. Der Geschäftsführer des Unternehmens ist Herr Anton Kolesnikov. Die Technologie der AWINGEN GmbH ist eigens entwickelt und entsprechend patentiert. Der vorliegende Businessplan soll das

vorliegende Geschäftsmodell auf qualitativem und quantitativem Wege darlegen und dessen Wirtschaftlichkeit herausstellen. Eine METUWAK ist sechs Meter lang und 1,61 Meter hoch. Es wird mit 150 METUWAK -Panels (Kassetten) pro Kilometer gerechnet. Die AWINGEN GmbH wird ihre Einkünfte durch Einspeisevergütungen erzielen. Das Unternehmen wird mindestens fünf Arbeitsplätze auf dem deutschen Arbeitsmarkt schaffen. Es wird davon ausgegangen, dass der Anschaffungspreis eines METUWAK -Panels 15 000 EUR beträgt. Die detaillierte Kosten- und Gewinnplanung ist im Finanzteil dieses Kapitels aufgeführt. Eine einfache Beispielkalkulation zur Stromerzeugung ohne Stress lautet wie folgt:

Beispielkalkulation zur Stromerzeugung ohne Stress:

Eine METUWAK 20kwt x 45% = 9Kwt/st

Eine METUWAK x 16 Stunden = 145 Kwt/st innerhalb eines Tages

10 Kilometer = 1500 METUWAK x 145 Kwt = 217.500 Kwt/st/tag x 360 Tage =
78 300 000 Kwt/Jahr

Es sei des Weiteren berücksichtigt, dass sich die METUWAK auf nahezu jeder Autobahn in Deutschland installieren lassen. Dies würde bedeuten, dass bei 13.000km Autobahnen in der Bundesrepublik Deutschland und bei ca. 58.000km Autobahnen in der Europäischen Union, ein Großteil des benötigten Strombedarfs durch die METUWAK erzeugt und gedeckt werden könnte. Für METUWAK auf 1.000km deutscher Autobahnen ergäben sich jährlich 7.830.000.000 Kwt/Jahr erzeugte Energie pro Jahr. Diese mögliche Energieproduktion könnte bereits durch Investitionskosten in Höhe von 22.475.000.000 € erreicht werden.

Die Nutzung und der Aufbau der METUWAK ist mit vielzähligen Vorteilen verbunden. Dazu zählt beispielsweise, dass die Energieerzeugung keine Abholzung von Bäumen erfordert und in einem sehr platzsparenden Umfeld erfolgen kann; auch der Aufbau und die Montage der Geräte erfolgen sehr schnell und die Stromerzeugung erfolgt lokal. Die METUWAK weisen eine einfache Reparierbarkeit auf, wobei bei defekt die ganze Kassette ausgetauscht werden kann. Der durch die METUWAK erzeugte Strom soll auch für Ladestellen für Elektroautos sowie für Autos mit Brennstoffzellen genutzt werden. Die entsprechenden Ladestationen sollen an Rastplätzen aufgestellt werden, an denen keine herkömmlichen Tankstellen platziert sind. Im Vergleich zu

herkömmlichen Windkraft- und Solaranlagen kann der Betrieb der METUWAK an jedem Tag des Jahres gewährleistet werden, wobei derselbe Preis pro Kilowattstunde wie bei einer horizontalen Windkraftanlage realisiert werden kann. Der durch METUWAK erzeugte Strom kann auch zur Generierung von Wasserstoff verwendet werden. Die Erzeugung von Wasserstoff wird durch die Bundesregierung im Rahmen der nationalen Wasserstoffstrategie unterstützt.

Am 12. Dezember 2015 wurde in Paris Geschichte geschrieben: Auf der internationalen Klimakonferenz, auch "COP 21" genannt, wurde das Pariser Abkommen beschlossen. Nach vielen Jahren intensiver Verhandlungen haben sich damit alle Staaten dazu verpflichtet, die Weltwirtschaft auf klimafreundliche Weise zu verändern. Das ist ein historischer Schritt – nach der bisherigen Regelung im sogenannten Kyoto-Protokoll waren nur einige Industriestaaten dazu verpflichtet, Emissionen zu senken. Auch zum Thema Finanzierung wurden auf der Klimakonferenz wichtige Entscheidungen getroffen. Die globale Erderwärmung kann nur dann auf deutlich unter zwei Grad Celsius oder gar auf 1,5 Grad begrenzt werden, wenn die globalen Finanzströme umgelenkt werden: sowohl öffentliche als auch private Investitionen müssen die Umsetzung der vereinbarten Klimaziele unterstützen. Das Pariser Abkommen formuliert genau das als eines seiner Kernziele: die Konsistenz der Finanzströme mit Entwicklungspfaden hin zu einer klimafreundlichen Welt, die auch gegenüber den negativen Auswirkungen des Klimawandels widerstandsfähig ist. Die öffentliche Klimafinanzierung ist hier von entscheidender Bedeutung. In dem Übereinkommen wird anerkannt, dass nicht zu den Vertragspartnern gehörende Interessenträger bei der Bekämpfung des Klimawandels eine wichtige Rolle spielen. Dazu zählen u. a. Städte, Behörden auf regionaler und kommunaler Ebene, die Zivilgesellschaft und die private Wirtschaft.¹

In Abschnitt 2 (Funktionsweise der METUWAK) wird die Funktionsweise der Kassetten-windkraftanlage detailliert beschrieben. In Punkt 3 (Marktanalyse) wird genauer auf die Chancen und Konkurrenten des Zielmarktes eingegangen. In Punkt 4 (Fördermöglichkeiten) werden Fördermöglichkeiten dargelegt. In Kapitel 5 (Finanzplan) wird das Geschäftsmodell zahlenmäßig manifestiert.

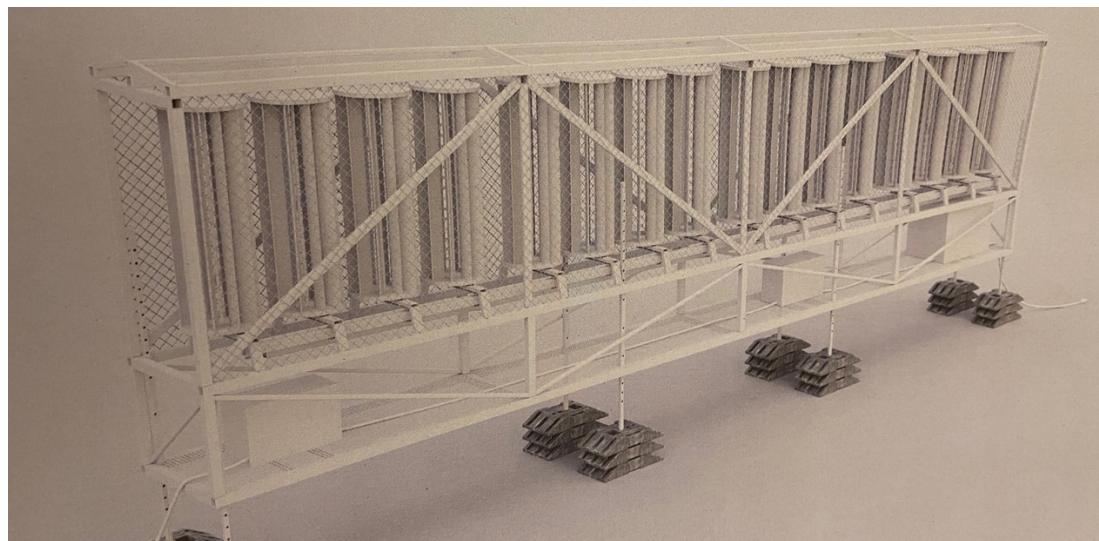
¹ https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_de

2. Beschreibung der Kassettenwindkraftanlage METUWAK

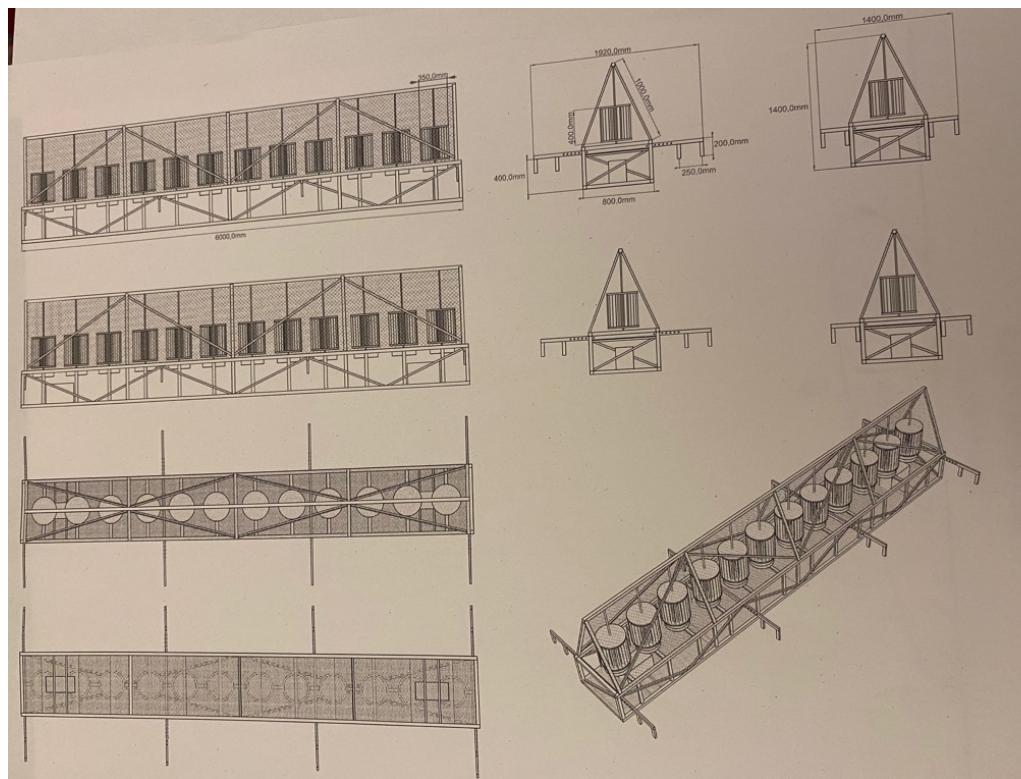
2.1 Konstruktion der METUWAK im Überblick

Die Mehrturbinen-Windantrieb Anlage (METUWAK) besteht unter anderem aus der harten dreieckigen oder viereckigen Stützkonstruktion (im Folgenden Kassette genannt) mit einer bevorzugten Länge von 6000 mm, die auf der oder in der Betonleitplanke der Mitteltrennung einer Autobahn oder Bundesstraße etc. verbaut wird. Darin sind in den Lagerhäusern einige (abhängig von der Größe) stehende Windturbinen eingebaut, die sich um die vertikale Drehachse herum entgegen dem Uhrzeigersinn (oder mit dem Uhrzeigersinn bei Linksverkehr) drehen können. Diese Windturbinen werden durch die Luftströmungen der vorbeifahrenden Autos aufgedreht bzw. angetrieben. Diese Kassette bildet das Chassis, welches auf oder in der Betonleitplanke der Mitteltrennung von Autobahnen verbaut wird. In den METUWAK befinden sich stehende Windturbinen, die sich um die Stehachse herum entgegen den Uhrzeigersinn drehen und das Drehmoment auf entsprechende Generatoren übergeben, die Energie erzeugen. Diese Windturbinen werden durch die Luftströmungen der vorbeifahrenden Autos angetrieben. Die Kassetten der METUWAK werden Stück für Stück auf (oder in) den Leitplanken der Autobahn verbaut und simultan mit der Steuerleitung oder Anschlussleitung verbunden. Die am Ausgang der Rezeptoren anfallende Energie wird durch die Anschlussleitung an die Speicherstationen (der Strom kann gespeichert werden), Ladestationen oder in das Stromsystem (Kraftsystem) geleitet. Der umgangssprachliche Begriff Stromnetz bezeichnet in der elektrischen Energietechnik ein Netzwerk zur Übertragung und Verteilung elektrischer Energie. In die Kassetten sind auch Anleuchtgeräte (Straßenlaternen) eingelassen, welche zur Straßenbeleuchtung genutzt werden. Die geometrischen Abmessungen der Kassette werden entsprechend den Anforderungen an den effizienten Transport zum Installationsort und entsprechend der Breite der Beton- (oder Metall-) Leitbleche des Fahrbahntrennstreifens ausgewählt. Die Breite der Kassette (Außenabmessung) ist vorzugsweise ein Vielfaches (gemeint ist hier ein Teiler) der Breite des Standard-LKW-Aufbaus (2400 mm) und beträgt 600 mm, 800 mm oder 1200 mm. Auf diese Weise können 4, 3 oder 2 Kassetten nebeneinandergestellt werden. Die Länge der Kassette ist ein Vielfaches der Standardlänge des Profilrohrs und beträgt 3000 mm oder 6000 mm. Die Höhe der

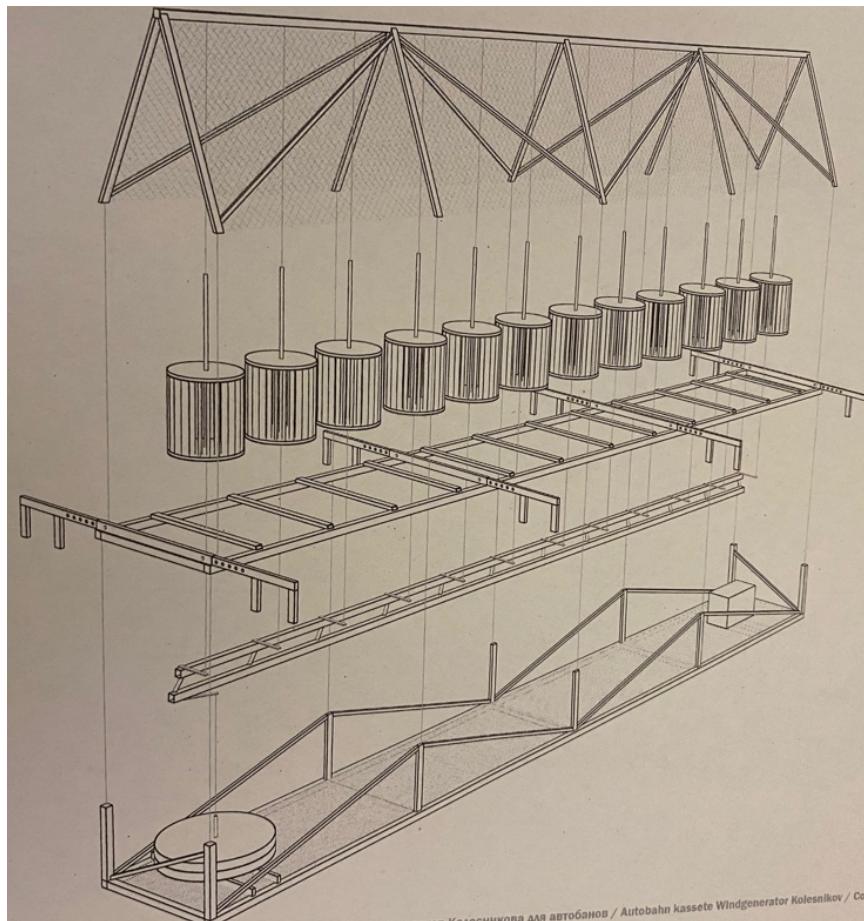
Kassette wird als ein Vielfaches (gemeint ist hier ein Teiler) von 6000 mm ausgewählt, dadurch werden Metallabfälle und Ausschuss minimiert.



(Ein Panel des Mehrturbinen-Windantrieb - METUWAK)



(Innenleben METUWAK)



(Innenleben METUWAK)



(METUWAK auf der Autobahn)

Die rotierenden Windturbinen übertragen über einen Rotationsübertragungsmechanismus (im Folgenden als RÜM bezeichnet), das gesamte (Summen-) Drehmoment von allen (bevorzugt 5 bis 30 Stück) Windturbinen an den Drehmomentempfänger. Die RÜM besteht hier im Beispiel aus zwei Ausgleichsbalken, die über Scharniere mit den Turbinen und der Achse des Empfängers verbunden sind.

Drehmomentempfänger sind:

- a) entweder ein Kassettenelektrogenerator, der sofort Strom erzeugt;
- b) oder ein Kompressor, der als "Arbeitskörper" Druckluft erzeugt;
- c) ein Schwungrad oder Superschwungrad, das kinetische Energie speichert (z.B. das Chakratec-Speichergerät oder die Schwungräder von Herrn Nurbei Guliy). Das Schwungrad ist heute der energieeffizienteste mechanische Energiespeicher, der bekannt ist.
- d) oder ein Reduktionsgetriebe, das die Betriebsgeschwindigkeit des Empfangsgeräts liefert;
- e) oder jeder andere RÜM;
- f) oder eine Kombination aus den genannten Möglichkeiten.

Der Mechanismus zur Aufnahme von Drehbewegungen erzeugt "Leistung" (als physikalische Größe); der Generator erzeugt sofort Strom. Ein Kompressor oder Luftzylinder erzeugt Druckluft zur weiteren Speicherung und Verwendung in verschiedenen Geräten (z.B. Druckluftmotoren). Die "Leistung" als METUWAK-Produkt (oder als physikalische Einheit) kann dazu verwendet werden, Wasser in die Höhe zu heben und in Tanks zu speichern, um es anschließend in die Schaufeln von Hydraulikturbinen abzuleiten und Strom zu erzeugen (Prinzip eines Pumpspeicherwerkwerks). Das Schwungrad speichert kinetische Energie, die von einem Generator schnell in elektrische Energie umgewandelt werden kann. Mit den Schwungrädern können Spannungsspitzen im Netz ausgeglichen werden.

Die am Ausgang empfangene elektrische Energie wird über Verbindungskabel an eine Kassettenbatterie (im Folgenden als KAB bezeichnet) übertragen, um den Generator zu betreiben und die Steuergeräte zu versorgen oder externe Verbraucher zu versorgen, etwa Netzwerkspeichergeräte; oder Ladestationen für Elektroautos auf Parkplätzen, die sich entlang der Autobahnen befinden (Toiletten und Rastplätze); oder an das Stromnetz der Region; oder zur sofortigen Generierung von umweltfreundlichem (grünem) Wasserstoff (H_2) auf Parkplätzen durch Mini-

Wasserhydrolyse Stationen, die Wasserstofffahrzeuge sofort betanken oder an die Industrie schicken können; oder die starr an der Kassette angebrachten Scheinwerfer zu betreiben, die nachts die Fahrbahn ausleuchten und so den Komfort und die Verkehrssicherheit erhöhen.

Eine METUWAK besteht aus Folgenden Bestandteilen:

- eine Kassette (harte Stützkonstruktion): streng notwendig
- stehe Turbinen: streng notwendig
- Bauelemente der Lageraufhängung: streng notwendig
- Rotationsübertragungsmechanismus (RÜM) – das Herzstück des METUWAK: streng notwendig
- Kontroll- und Messgeräte Einheit: nicht notwendig
- einzelne Generatoren/Motoren; Räder für jede Turbine: nicht notwendig
- Anschlussleitung: nicht notwendig
- Steuerkabel: nicht notwendig
- verstellbare Fixieranlagen (wird oberhalb der Leitplanke oder zwischen Leitplanke und höheneinstellbarer Fixieranlage mit unteren Beschwerungsmitteln montiert): streng notwendig
- Kassettengenerator: nicht notwendig
- Anleuchtgeräte für die Beleuchtung der Straße: nicht notwendig
- zusätzliches Abschirmmetallnetz (Schutzmittel gegen Bruchstücke der Turbine im Fall des Zerbrechens): streng notwendig
- Kassettenakkumulatorenbatterie: nicht notwendig
- Anlagendeckplatte als Schutz gegen Regen und Schnee: nicht notwendig
- externes Systemsteuerpult, das für die Steuerung der Systemsegmente und das System selbst bestimmt ist. Das Pult befindet sich außerhalb der Kassetten der METUWAK, d.h. außerhalb der Kassetteneinstellungszone.
- Empfangsvorrichtungen: Diejenigen Geräte, wie z.B. ein elektrischer Generator oder ein Schwungrad oder ein Reduktionsgetriebe oder ein Kompressor, die dazu bestimmt sind die durch die METUWAK erzeugte Leistung zu empfangen (d.h. Energie oder Drehmoment für die Herstellung des „Arbeitskörpers“)

2.2 Bestandteile der METUWAK

2.2.1 Kassette (harte Stützkonstruktion)

Die Kassette der METUWAK ist dafür bestimmt, dass man an sie und innerhalb Elemente installieren und fixieren kann. Die Kassette ist aus hochsicheren Metallrohren konstruiert, welche für die Stabilität und Beständigkeit der Anlage bei jeder Witterung sorgen. Sofern es nötig ist, werden die Kassetten und Turbinen mit rotschützenden, lichtabsorbierenden Stoffen bemalt, um blendende Stellen, welche Fahrer stören, zu beseitigen. Die Kassette hat einen Zentralquerbalken, in den die Bauelemente der Lageraufhängung der stehenden Turbinen montiert werden, sodass die freie Eindrehung der Turbinen gewährleistet wird. Sofern es nötig ist, wird der Stahl ausbau der einzelnen Generatoren an die Zentralquerbalken montiert. Sofern es nötig ist, wird der Stahl ausbau der einzelnen Generatoren an die Zentralquerbalken montiert. Die Seitenfläche der Kassette ist mit der Metall- oder Netzkunststoffummantelung versorgt, welches die Straße gegen Bruchstücke der Turbine im Fall eines mechanischen Schadens oder mangelhafter Fertigung schützen. Sofern es nötig ist, kann die obere Seite mit einer Deckplatte gegen Wind und Regen ausgerüstet sein, sodass keine Objekte in die Turbine gelangen können.

2.2.2 Turbine der METUWAK

Die Turbine der METUWAK ist ein walzenförmiges Bauwerk mit einem Durchmesser von 30 bis 120 cm, welches aus dem metallischen hart durch die Bauelemente der Lageraufhängung an die zentrale Leitplanke der Kassette befestigte Zentralrotationsachse besteht. Die untere und die obere Aluminiumturbinenradscheibe (oder aus Kunststoff oder Metall) werden hart an die metallische Stehachse befestigt. Dazwischen werden Turbinenschaufeln (von 8 bis 72 Stück abhängig von dem Durchmesser der Turbinenschaufel) hart befestigt. Die Turbinenschaufeln haben gewölbte Form und werden aus recyceltem Kunststoff oder aus dem Aluminium hergestellt. Bei der großen Höhe der Turbine kann für die Zwischenhalterung eine zusätzliche Turbinenschaufel oder Radscheibe befestigt werden, um die Konstruktion härter zu machen.

2.2.3 Bauelement der Lageraufhängung der METUWAK

Das Bauelement der Lageraufhängung der METUWAK ist das obere und untere Drehzapfenlager, dessen innerer Teil hart an der Turbinenachse und dem Außenteil der Zentralquerbalken befestigt ist.

2.2.4 Rotationsübertragungsmechanismus (RÜM)

Der Rotationsübertragungsmechanismus (RÜM) – als das Hauptelement des Systems – besteht aus einem Satz (zwei oder mehr) verbindender Ausgleichsvorrichtungen aus Metall (oder Kohlefaser), von denen eine durch ein Gelenk an der Achse jeder Turbine oder mit dem Außendurchmesser der Scheibe jeder Turbine verbunden ist. Diese Elemente bewegen sich im Inneren des technischen Fachs der Kassette entlang elliptischer Kurven parallel zum Horizont, wobei sie eine hin- und hergehende Bewegung ausführen, die durch die Drehgelenke in eine Drehbewegung übergeht, die auf die Achse (Welle) der aufnehmenden Vorrichtung übertragen wird. Das bedeutet, dass der RÜM die Gesamtdrehung (d.h. das Summenmoment) aller Kassetten-Windturbinen in die Drehung der Empfangswelle (Generator, Kompressor, Schwungrad oder Getriebe) umwandelt.

Falls erforderlich, wird der RÜM mit einem Reduktionsgetriebe zur drehzahlangepassten Übertragung an den Empfänger ausgestattet.

2.2.5 Kontroll- und Messgeräte Einheit

Die Kontroll- und Messgeräte Einheit ist ein Metallcontainer mit einer Deckplatte, die den Zugang zu allen Komponenten der Baueinheit erlaubt. Hier befinden sich alle Geräte, die die Arbeit des Generators steuern (die die Elektrizität für die zwangsläufige Entdrallung bis zu Arbeitsspiel anführen und die von dem Generator erzeugte Elektrizität erhalten), Gleichwechsler, Superkondensatoren, Spannungsanzeiger, Strommessgeräte, Wi-Fi Modulen, Speichergeräte. Diese Geräte passen die Werte der vom Generator erhaltenen Energie gemäß den Systemanforderungen an und übergeben sie weiter durch die Anschlusskabel an das Speichergerät oder an die

Benutzer. Diese Einheit ist für das Ein- und Ausschalten der Straßenlaternen verantwortlich und übergibt per WiFi-Modul die Parameter der Systemarbeit in den Datenerfassungsplatz.

2.2.6 Generator

Der Generator ist ein fertiges Elektrowerkzeug, welches innerhalb der Kassette montiert ist und durch das Drehen des Generatorschaufelrades Elektrizität erzeugt. In einer Kassette kann nur ein Generator verbaut sein, welcher jedoch über eine hohe Leistungsfähigkeit verfügt. Alternativ kann an jeder Turbine ein einzelner Generator mit kleinerer Leistungsfähigkeit angeschlossen werden. Als Generatoren werden Motoren mit verschiedenen Durchmessern und verschiedener Leistungsfähigkeit verstanden.

2.2.7 Anschlusskabel

Die Anschlusskabel sind elektrische, vieladlige Kabel mit einem individuellen Zuschnitt, welche für die Verbindung der Kassetten miteinander oder das Übergeben der enthaltenen Elektrizität zuständig sind.

2.2.8 Steuerkabel

Steuerkabel sind elektrische, vieladlige Kabel, die Steuersignale an die Apparaturen in der Kassette übergeben. Durch diese Kabel können technische Informationen an das äußere des Systempultes übergeben werden.

2.2.9 Verstellbare Fixieranlagen

Verstellbare Fixieranlagen sind Stahlbaukonstruktionen, die aus Metallrohren der Vierkantwelle, des Kreisquerschnittes oder des Rechteckquerschnittes ausgefertigt sind. Die verstellbaren Fixieranlagen sind hart und kräftig genug, um die Kassetten der

METUWAK robust an der Betonleitplanke zu fixieren. Zur Standsicherung der Kassette können optional weitere Beschwerungsmittel implementiert werden.

2.2.10 Kassettengenerator

Der gesamte Kassettengenerator ist ein fertiges Wandelektrowerkzeug mit hoher Leistungsfähigkeit, das allen Systemanforderungen über die Leistungsfähigkeit, die Qualität der ausfahrbaren Elektrizität und dem Losbrechmoment entspricht. Ein Losbrechmoment ist die Kraft, die aufgewendet werden muss, um die wirksamen Reibkräfte oder/und Kräfte, die aus der Verkantung zweier Bauteile zueinander entstehen, zu überwinden. Dabei geht Haft- in Gleitreibung über. Die Kreiswelle der METUWAK dreht sich mit Hilfe der drehenden Bewegung der Turbinen.

2.2.11 Anleuchtgeräte für die Beleuchtung der Straße

Anleuchtgeräte für die Beleuchtung der Straße sind fertige Befeuerungsanlagen mit der ausreichenden Leistungsfähigkeit für die Beleuchtung der Straße. Diese Geräte werden hart in einem bestimmten Winkel an die Kassette befestigt, damit Autofahrer nicht geblendet werden. Der Einbauwinkel wird anhand von allen Sicherheitsvorschriften berechnet. Die Anleuchtgeräte werden in der Betonleitplanke von Autobahnen befestigt. Alternativ ist es auch möglich, die Anleuchtgeräte an Bahnstrecken zu befestigen.

2.2.12 Kassetten-Akkumulatorenbatterie

Die gesamte Kassetten-Akkumulatorenbatterie ist eine fertige Batterie mit bestimmter Kapazität von 12/24 V (oder jede andere Abgangsspannung). Ein Akkumulator oder kurz Akku ist ein wiederaufladbares galvanisches Element, bestehend aus zwei Elektroden und einem Elektrolyten, und speichert elektrische Energie auf elektrochemischer Basis. Das lateinische Wort *accumulator* bedeutet „Sammel“ (lateinisch *cumulus* ‚Haufen‘, *accumulare* ‚anhäufen‘). Eine frühere Bezeichnung für Akkumulatoren war Sammler. Die Kassetten-Akkumulatorenbatterie ist für die primäre Energiespeicherung bestimmt. Die Akkumulatorenbatterie ist für das vorhergehende

Aufdrehen der Turbine bis zum Arbeitsspiel, für die Stromversorgung der Baueinheit der Versuchs- und Geberapparatur, für die Stromversorgung der Anleuchtgeräte und für die primäre Energiespeicherung und ihre weitere Lieferung an die Benutzer notwendig.

2.2.13 Abschirmmetallnetz

Das Abschirmmetallnetz (oder Abschirmkunststoffnetz) ist ein Schutzmittel gegen die Bruchstücke der Turbine im Falle des Zerbrechens. Dieses befindet sich an der Seitenverkleidung der Kassetten der METUWAK im Baumaß der Turbine und schützt gegen Splitterstreuung.

2.2.14 Anlagendeckplatte

Die Anlagendeckplatte im oberen Teil der Kassette ist aus recyceltem Kunststoff oder Metall. Diese ist mit einem rotschützenden und licht-absorbierenden Stoff beschichtet und soll die Turbine gegen Regen und Regenschnee schützen. Alternativ können auch Solar-Panels an die Kassette angebracht werden und zusätzliche Elektrizität erzeugen.

2.2.15 Das externe Systemsteuerpult

Das externe Systemsteuerpult ist für die Steuerung der Systemsegmente und des Systems selbst, für die Datenregistrierung und Steuerwertausgabe bestimmt. Das Pult befindet sich außerhalb der Kassetten der METUWAK, d.h. der Kassetten-einstellungszone. Das kann fest installiert oder transportabel sein.

2.2.15 Empfangsgerät

Ein Empfangsgerät ist ein Gerät, das Energie oder Drehmoment vom RÜM er-fasst und mit deren Hilfe das Ergebnis seiner eigenen Arbeit erzeugt.

Empfangsgeräte können sein:

- a) Ein allgemeiner Kassettengenerator, der sofort Strom erzeugt;
- b) einen Kompressor, der als "Arbeitskörper" Druckluft erzeugt;
- c) Schwungrad oder Superschwungrad, die kinetische Energie speichern (z.B. das Chakratec-Speichergerät oder die Schwungräder von Herrn Nurbei Julius). Das Schwungrad ist heute der energiesparendste mechanische Energiespeicher aller bekannten Typen.
- d) ein anderer Mechanismus zur Aufnahme der Drehbewegung, z.B. ein Reduktionsgetriebe zur Erzeugung der erforderlichen Drehgeschwindigkeit.

Der "Betrieb" als METUWAK-Produkt (oder als physikalische Einheit) kann dazu verwendet werden, Wasser in die Höhe zu heben und in Tanks zu speichern, um es anschließend in die Schaufeln der hydraulischen Turbinen abzuleiten und Strom zu erzeugen.

Das Schwungrad speichert kinetische Energie, die von einem Generator schnell in elektrische Energie umgewandelt werden kann. Die Schwungräder ermöglichen es, Überspannungen in der Netzspannung auszugleichen.

2.3 Beschreibung der Bestandteile der METUWAK sowie deren Kopplung

Die Kassette ist das Hauptkonstruktionselement der METUWAK. Alle anderen Bestandteile werden hart an die Kassette befestigt. Wenn ein allgemeiner Kassettengenerator verwendet wird, wird zusätzlich zum Generator selbst ein RÜM im Prozessraum installiert. Im Falle der Installation von Generatoren, die für jede Turbine individuell sind, werden letztere starr mit der Kassette auf der unteren (technologischen) Ebene der Kassette verbunden, im folgenden technologische Sektion genannt, was eine rechteckige Nische ist, in der auch andere Elemente der Einrichtung METUWAK installiert werden: eine Kontroll- und Messgeräte Einheit (im folgenden KuME) genannt, und die Batterie, sowie verlegte Steuer- und Verbindungskabel. Wenn die Kassette auf den Ablenkkeil montiert wird, werden die Befestigungs-halterungen zuerst "auf dem Ablenkkeil aufgesetzt" und dann, nachdem die Kassette auf Horizonthöhe eingestellt ist, fest an der Kassette befestigt. Wenn die Kassette innerhalb der Leitbleche installiert wird, werden die Gewichte der Stützen

zuerst am Boden installiert, dann werden die Stützen selbst in die Leitbleche eingeführt und die Kassette selbst wird mit einem Kran auf den Leitblechen installiert und nach Ausrichtung der Kassette auf den Horizont starr an den Stützen befestigt. Die Kassette wird dann über Verbindungs- und Steuerkabel mit der vorherigen und der nächsten Segmentkassette verbunden. Das System zur Befestigung der Leuchten bzw. Strahler an der Kassette (Buchsen, Verlängerungen, Stecker) wird im Werk so konstruiert und gebaut, dass die Installationswinkel gegenüber der Fahrbahn während der Installation vom Personal nicht verändert werden können. Zusätzlich zu den Verbindungs-elementen werden auch die Strukturelemente elektrisch verbunden. Die Generatoren (und die Motorräder) werden von der Batterie gespeist, um Betriebsgeschwindigkeiten zu erreichen (optional), und der erzeugte Strom wird über Kabel entweder zum Verbraucher oder zur Batterie übertragen. Alle Geräte sind zweckmäßigerweise elektrisch mit der KuME verbunden.

2.4 Funktionsweise der METUWAK und seiner Bestandteile

Die Kassette der METUWAK steht fest auf den verstellbaren Fixieranlagen und ist mit den benachbarten Segmenten der Kassette durch Kabel verbunden. Die Luftströmungen der vorbeifahrenden Autos treffen auf die Turbinenschaufel. Dadurch entsteht die Rotationsbewegung um die stehende Turbinenachse herum. Die Turbinenachsen sind hart mit dem eigenen Generator gekoppelt und werden durch den Läufer gedreht. Die KuME steuert das vorläufige Turbinendrehen (optional), die Batterieladung, Ein- und Ausschalten der Anleuchtgeräte, das Übergeben der von den Generatoren enthaltenen Energie durch die Kabel an die Benutzer bzw. Verbraucher. Die KuME bekommt Elektrizität von allen Generatoren der Kassette, „mischt“ sie, passt nach der Spannweite und Rate und anderen Parametern an. Weiter wird der Konstantstrom (oder Wechselstrom) an die Benutzer weitergegeben. Die KuME sammelt die Information über die Arbeitsparameter der Kassette und übergibt sie durch die Steuerkabel oder WiFi an das äußere Systemsteuerpult, das die ganze Information von allen Kassetten des Segmentes bearbeitet und wenn nötig, gibt die Aufgabe für die intensive Arbeit der Generatoren.

2.5 Vorteile der METUAK gegenüber vergleichbaren Anlagen

2.5.1 Einbau der METUWAK an die Betonleitplanke

Der Einbau von METUWAK an die Betonleitplanke gibt den Turbinen die Möglichkeit, sich in eine und dieselbe Seite (entgegen der Uhrzeigerrichtung) unter die Wirkung der Luftströmung der vorbeifahrenden Autos zu drehen.

2.5.2 Kassettengenerator

Bei Verwendung eines allgemeinen Kassettengenerators mit höherer Leistung ermöglicht METUWAK die Nutzung des Drehmoments aller (5-30) Turbinen für einen Generator. In diesem Fall kann ein Generator mit einer Leistung von bis zu 20 kW (z.B. Maglev Permanentgenerator 100RPM 220 380 VDC) in die Kassette eingebaut werden. Dann beträgt die installierte Leistung von 1 Kilometer METUWAK Segmenten ($20 \text{ kW} \times 150 = 3000 \text{ kW}$ oder 3 MW).

2.5.3 Ladestation für Elektroautos

METUWAK ermöglicht die Einrichtung einer Ladestation für Elektroautos auf je-dem Parkplatz an der Autobahn, indem ein Segment von 5-10 km Kassetten im Bereich der künftigen Station installiert wird.

2.5.4 Erzeugung von Wasserstoff

METUWAK ermöglicht die Installation einer Wasserhydrolyse Station an einem beliebigen Ort an oder in der Nähe der Autobahn, um umweltfreundlichen (grünen) Wasserstoff (H₂) zu erzeugen, indem ein Segment der erforderlichen Länge auf der Autobahn installiert wird. Und an jedem Ort auf der Autobahn kann das Betanken von Wasserstoffautos arrangiert werden. METUWAK Kassetten können auch auf jedem Flachdach eines Gebäudes installiert werden – in Wohn-, Büro- und Industriegebäuden, um die Aktivitäten des letzteren zu gewährleisten. Mit der Nationalen Wasserstoffstrategie schafft die Bundesregierung einen kohärenten Handlungsrahmen für die künftige Erzeugung, den Transport, die Nutzung und

Weiterverwendung von Wasserstoff und damit für entsprechende Innovationen und Investitionen. Sie definiert die Schritte, die notwendig sind, um zur Erreichung der Klimaziele beizutragen, neue Wertschöpfungsketten für die deutsche Wirtschaft zu schaffen und die internationale energiepolitische Zusammenarbeit weiterzuentwickeln. Eine erfolgreiche Energiewende bedeutet die Kombination von Versorgungssicherheit, Bezahlbarkeit und Umweltverträglichkeit mit innovativem und intelligentem Klimaschutz. Dafür brauchen wir alternative Optionen zu den derzeit noch eingesetzten fossilen Energieträgern. Das gilt insbesondere auch für gasförmige und flüssige Energieträger, die in einem Industrieland wie Deutschland auch langfristig ein integraler Teil des Energiesystems bleiben werden. Wasserstoff bekommt hier eine zentrale Rolle bei der Weiterentwicklung und Vollendung der Energiewende.

Die gesamte Wasserstoffstrategie kann hier abgerufen werden:

<https://www.bmbf.de/files/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf>

2.5.5 Bahnschienen

METUWAK kann auch entlang von Bahnschienen mit der Installation von Kassetten sowohl zwischen den Gleisen als auch seitlich der Schiene eingesetzt werden.

2.5.6 Kassettenprinzip

Das Kassettenprinzip ermöglicht es, in eine Kassette bis zu 5-30 Motoren (Generatoren) niedriger Leistung mit Turbinen einzubauen, deren individuelle Ausgangsleistung jeweils zwischen 100-400 W liegt. Die Gesamtausgangsleistung der Kassette wird aus den einzelnen Kassetten in der KuME aufsummiert und von 500 W/h bis 5-6 kW/h an das Netz abgegeben.

2.5.7 Grundwerk

Ein wichtiger Vorteil besteht darin, dass die Kassette im Betrieb aufgestellt wird und kein Grundwerk benötigt - im Vergleich zu den dreiflügeligen Windgeneratoren mit der Kippachse.

2.5.8 Zeit und Entwaldung

Die Montage und der Anschluss an die Kassette erfordert viel weniger Zeit, im Vergleich zu den anderen alleinstehenden Windgeneratoren. Die METUWAK benötigt außerdem keinen Metallabspanndraht (außer Kassettenversteifungen für Scheinwerfer). Die Montage der METUWAK braucht keine Entwaldung im Vergleich zu den Windgeneratoren mit der Kippachse.

2.5.9 Energiequelle

Bei Dunkelheit können die Segmente der METUWAK auch Energie aus anderen Quellen speisen, damit die Energienetze ihren Verbrauch in der Nacht reduzieren können. Hierbei gilt es zu erwähnen, dass herkömmliche Windgeneratoren gestoppt werden müssen, weil der Verbrauch sinkt. Außerdem besteht die Möglichkeit, ein photoelektrisches Element (Photovoltaik) über der Kassette zu installieren in Regionen mit höherer Sonnenaktivität.

2.5.10 Unabhängig von der Witterung

Die METUWAK funktioniert unabhängig von der Witterung und ist nicht auf Sonne oder Wind (so wie herkömmliche Wind- oder Solaranlagen) angewiesen, da die Turbinen durch den Wind der vorbeifahrenden Autos angetrieben wird.

2.5.11 Einfache Reparatur

Die METUWAK ist eine sehr reparaturtaugliche Anlage, da man jedes Teil leicht entfernen und durch andere Teile ersetzen kann. Die Reparatur erfordert keinen spezialisierten Betrieb.

2.6 Exemplarische Realisierungen der METUWAK

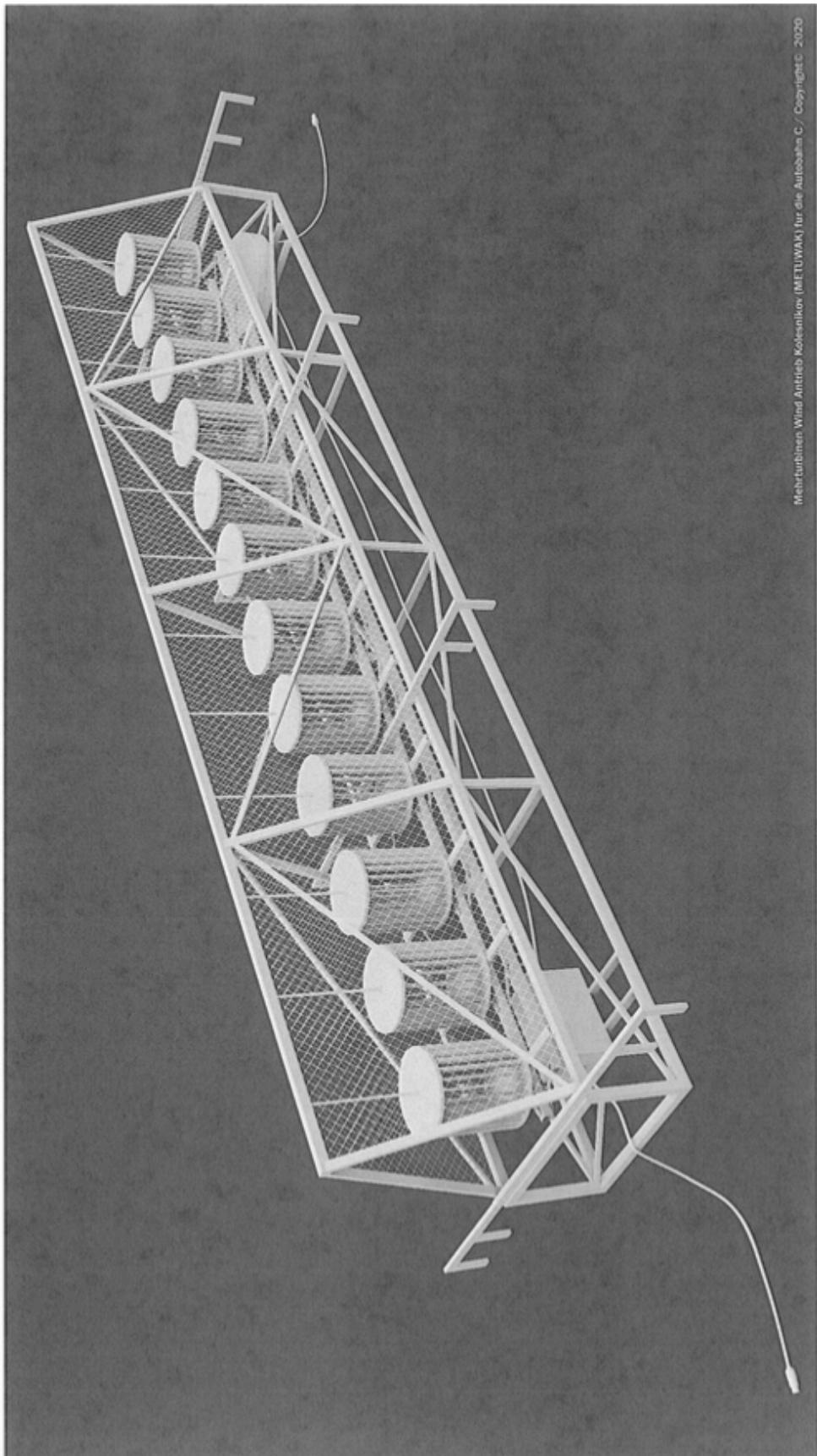
Bevor Anwendungen der METUWAK dargelegt werden, erfolgt zuerst eine Bezugszeichenliste, welche im Folgenden aufgelistet wird. Im Anschluss erfolgen die relevanten Abbildungen, welche im Laufe des Textes erläutert werden.

- Bezugszeichen:

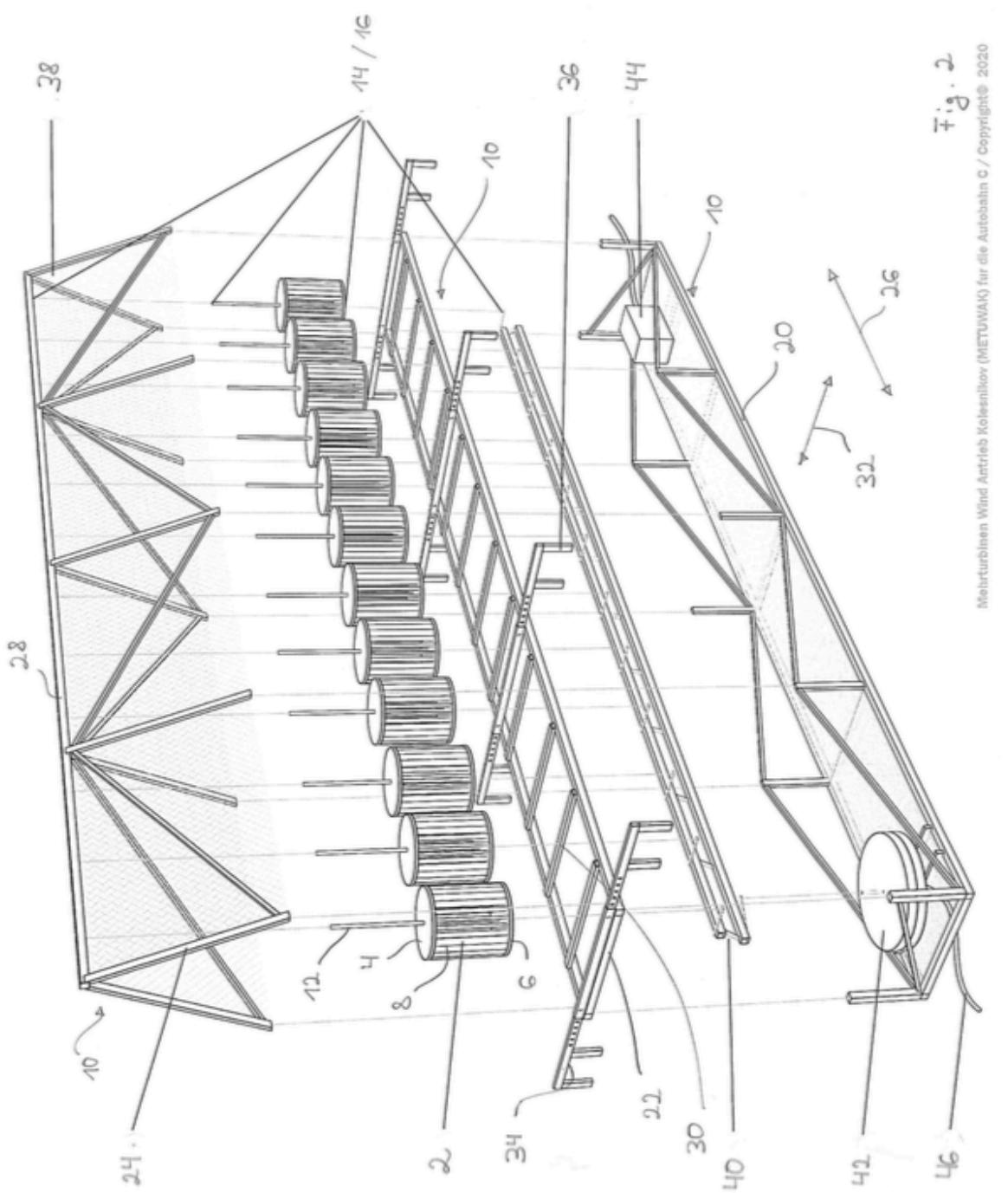
| | |
|----|----------------------------------|
| 2 | Windturbine |
| 4 | Abschluss Scheibe |
| 6 | Abschluss Scheibe |
| 8 | Turbinenschaufel |
| 10 | Stützgerüst |
| 12 | Turbinenwelle |
| 14 | Lager |
| 16 | Lager |
| 20 | Unterteil |
| 22 | Mittelteil |
| 24 | Oberteil |
| 26 | Längsrichtung |
| 28 | Längsbalken |
| 30 | Querbalken |
| 32 | Querrichtung |
| 34 | Auflager |
| 36 | Fixierung |
| 38 | Netz |
| 40 | Rotationsübertragungsmechanismus |
| 42 | Abtriebswelle |
| 44 | Kontroll- und Messgeräte Einheit |
| 46 | Anschluss- und Steuerleitungen |
| 48 | Kurbel |
| 50 | Schubstange |
| 52 | Kurbel |
| 54 | Schubstange |

- 56 Kurbel
- 58 Solarpaneel
- 60 Stütze
- 62 Ballastkörper

METUWAK liegt die Idee zugrunde, eine Windkraftanlage zur Nutzung des Fahrtwindes von Kraftfahrzeugen zu errichten, die bei einfach und kostengünstig gehaltenem Aufbau zuverlässig und sicher betrieben werden kann und dabei eine hohe Energieausbeute ermöglicht. Zu diesem Zweck ist erfindungsgemäß eine Windkraftanlage vorgesehen mit einer Mehrzahl von Windturbinen (2) mit jeweils vertikaler Drehachse, die in einer Reihe hintereinander in einem Stützgerüst (10) angeordnet sind, wobei die Windturbinen (2) über einen Rotationsübertragungsmechanismus (40) eine gemeinsame Abtriebswelle (42) antreiben.

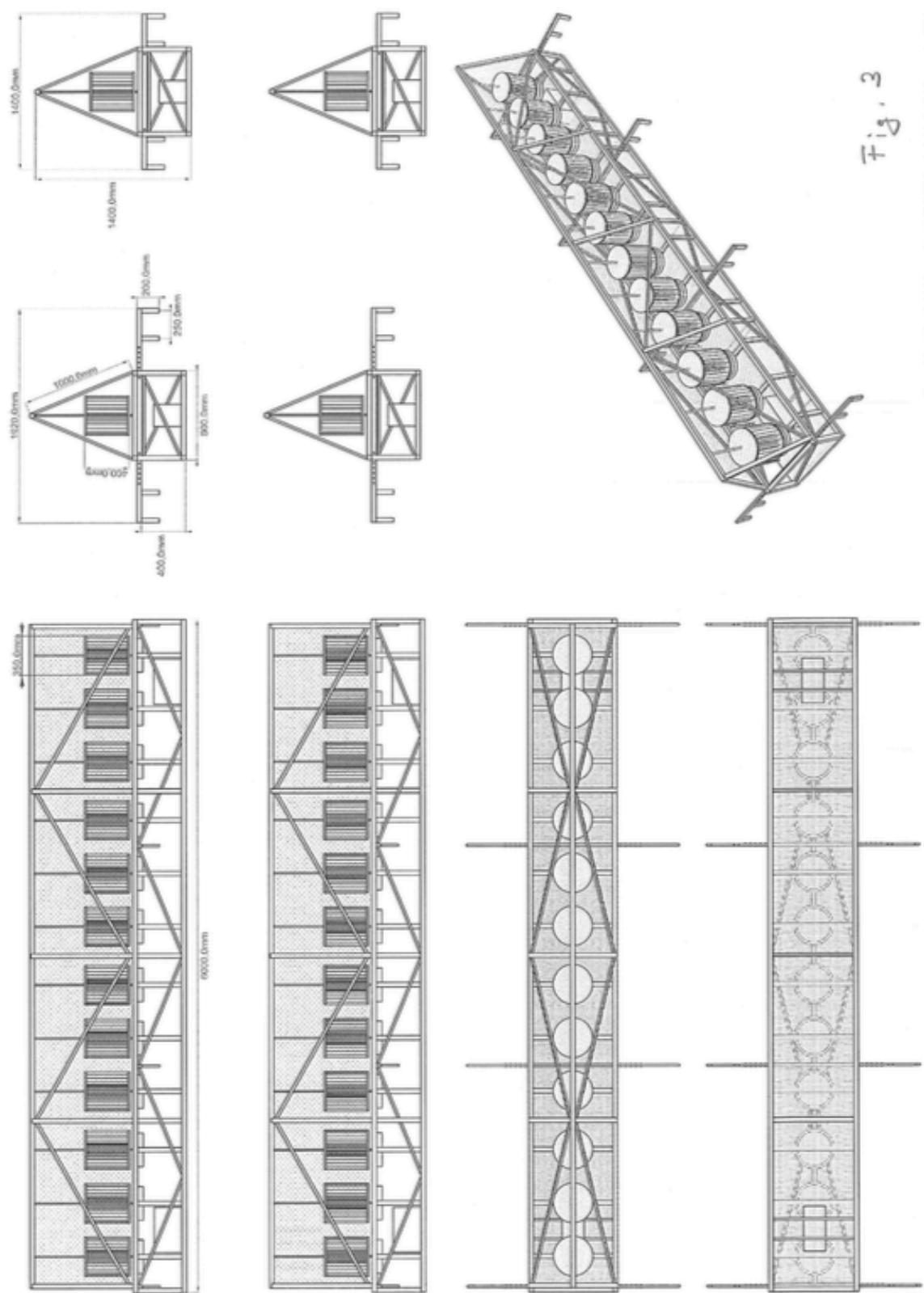


(Fig.1)



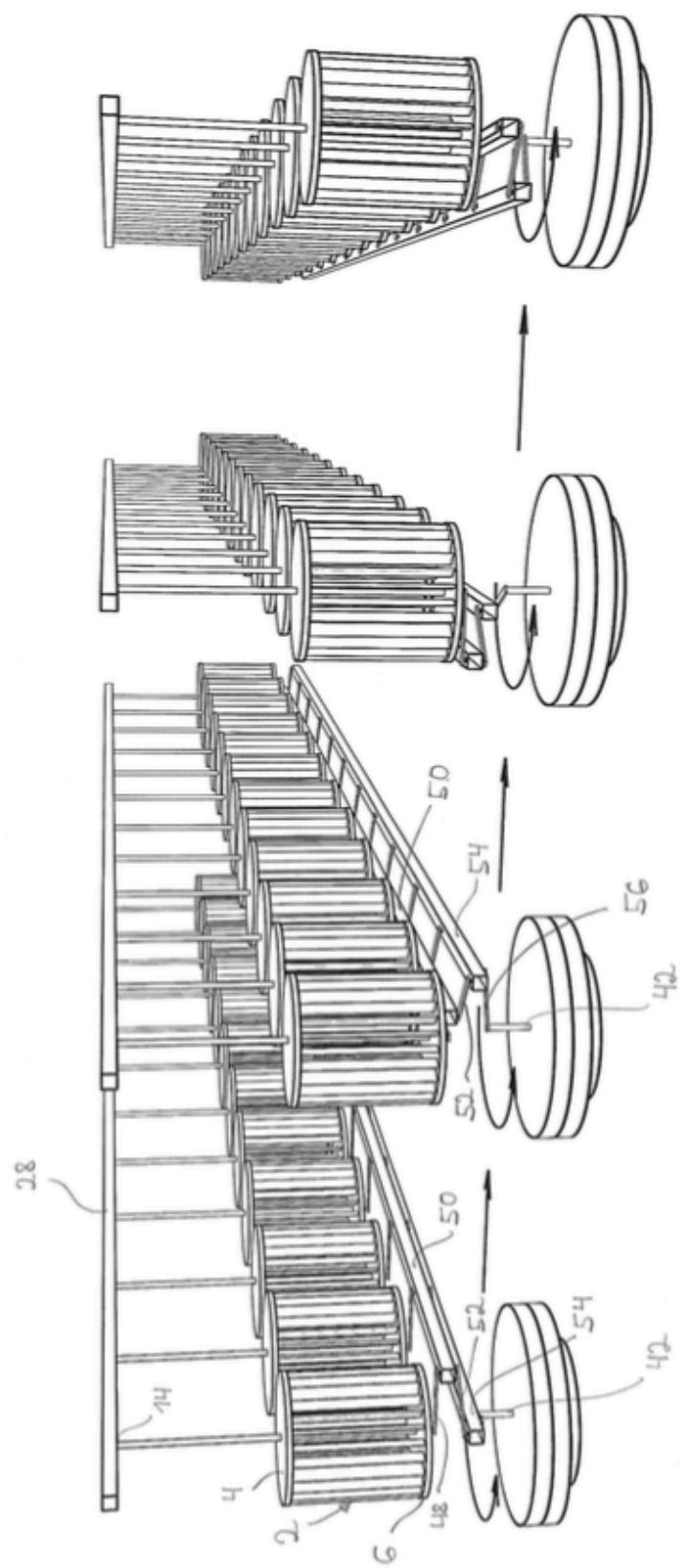
(Fig.2)

Mehrwellen Wind Antrieb Kolesnikov (METUVAK) für die Autobahn G / Copyright © 2020
Fig. 2

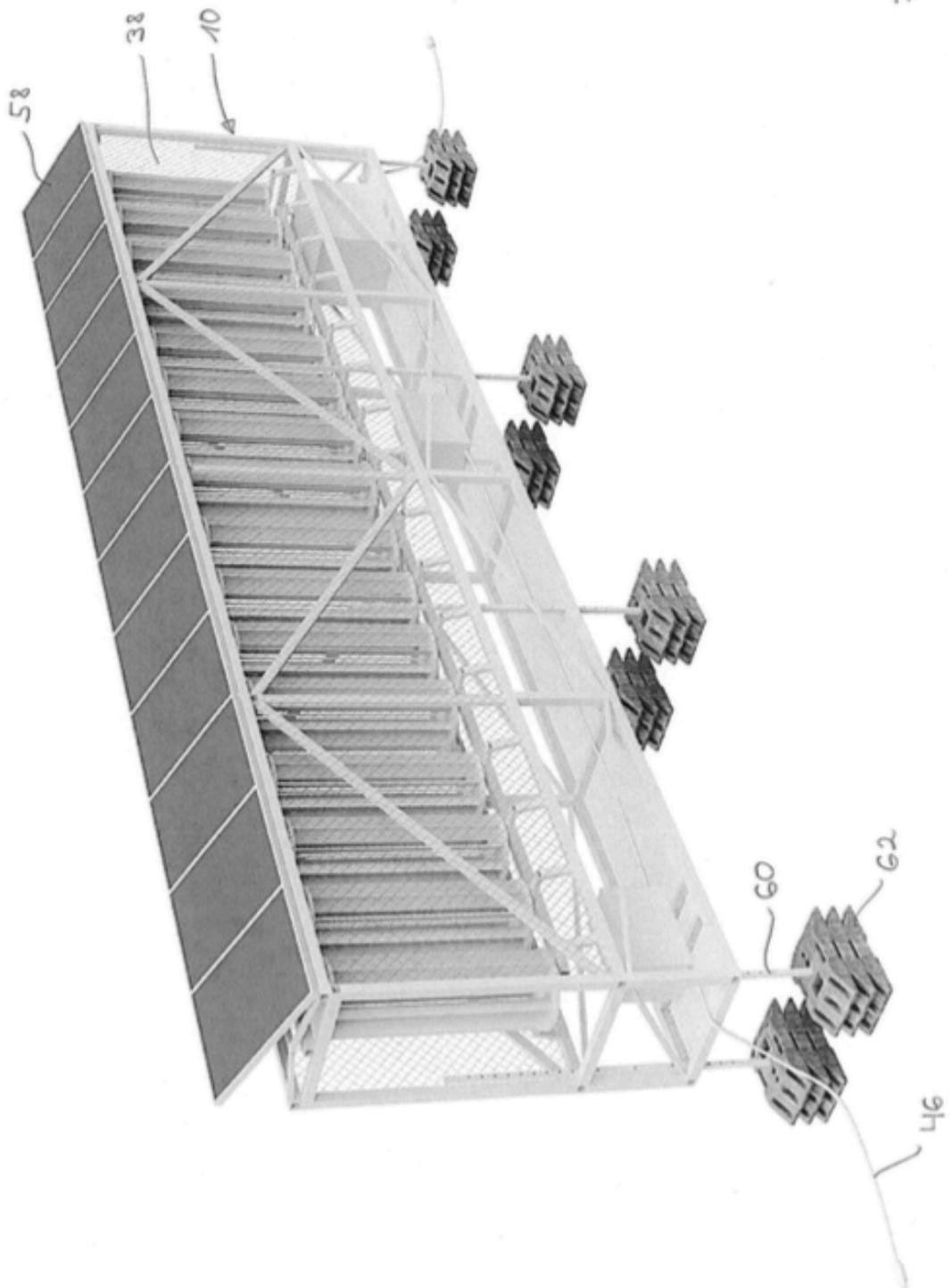


(Fig.3)

Fig. 4



(Fig.4)



(Fig.5)

Mehr turbinen Wind Antrieb Kokesilov mit Photovoltaik für die Autobahnen/ Copyright© 2020

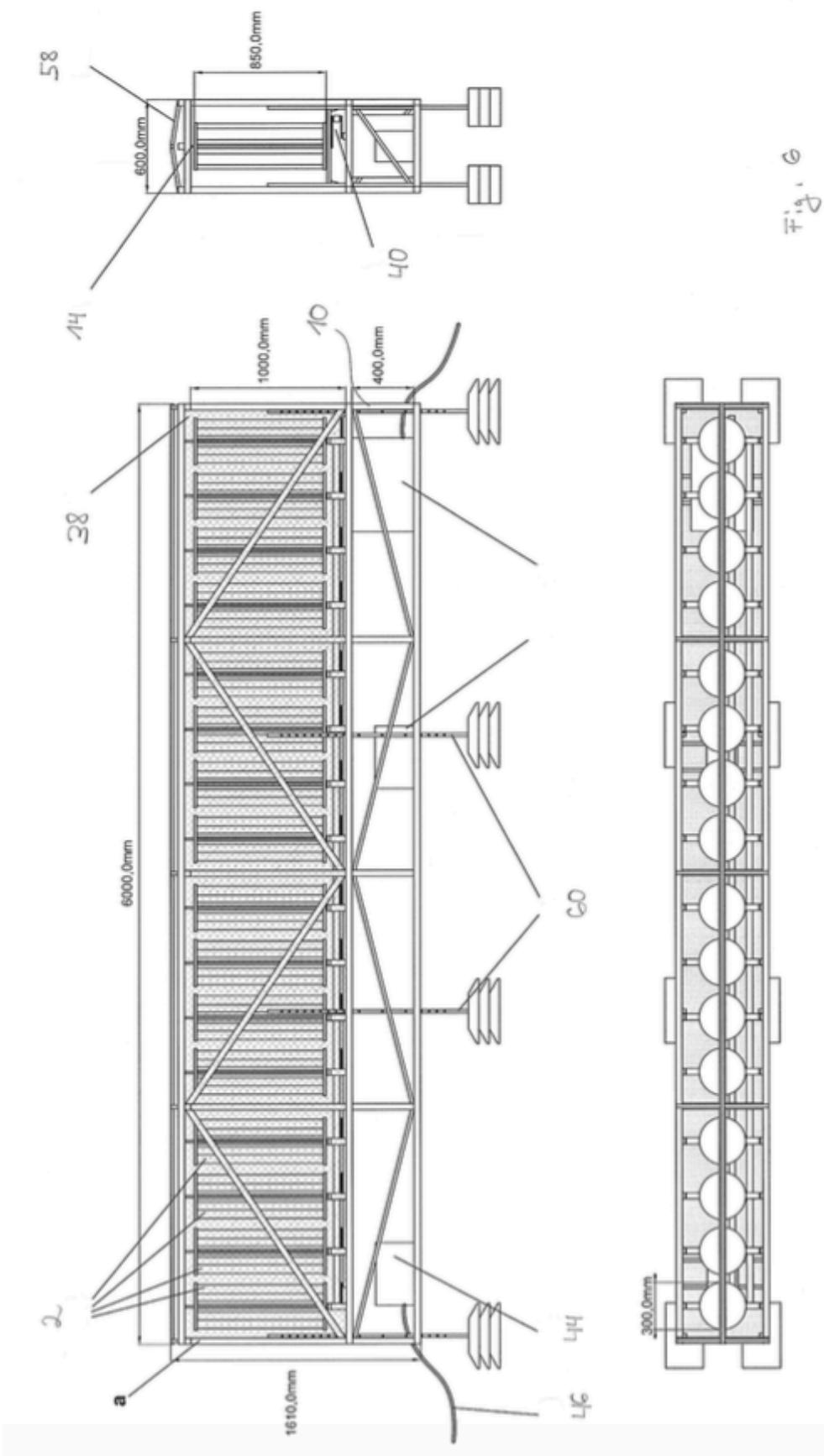




Fig. 7

(Fig.7)

Fig. 8



(Fig.8)

FIG. 1 zeigt eine beispielhafte Realisierung einer Mehrturbinen-Windantrieb (Kraftwerks-) Anlage nach Kolesnikov, METUWAK genannt, in perspektivischer Ansicht und FIG. 2 eine zugehörige Explosionsdarstellung. FIG. 3 zeigt querschnittliche Ansichten.

Die METUWAK ist dazu ausgelegt, den Fahrtwind vorbeifahrender Kraftfahrzeuge (oder Züge) in nutzbare elektrische Energie oder mechanische Arbeit zu konvertieren und umfasst ein Segment mit einer Mehrzahl (hier im Beispiel 12 Stück) gleichartiger, aufrechtstehender Windrotoren oder Windturbinen 2 mit jeweils vertikaler Rotationsachse (Vertikalrotor), die in einer Reihe hintereinander angeordnet sind. Die Abstände zwischen den Windturbinen 2 sind relativ klein, insbesondere kleiner als der jeweilige Turbinendurchmesser. Jede der Windturbinen 2 umfasst eine kreisförmige obere Endscheibe oder Abschluss Scheibe 4 und eine entsprechende untere Abschluss Scheibe 6 gleichen Durchmessers, zwischen denen die vertikal ausgerichteten Turbinenschaufeln 8 bzw. Rotorblätter angeordnet sind.

Die beschriebene Rotorform ist als Savonius-Rotor bekannt. Stattdessen könnte auch ein Schalen-Rotor, ein Durchström-Rotor, ein Darrieus-Rotor oder eine Hybridform zum Einsatz kommen. Bevorzugt sind alle Rotoren innerhalb eines Segments vom gleichen oder zumindest vom ähnlichen Typ mit gleichartigen Abmessungen, so dass eine möglichst große Kompatibilität des Lauf- und Ansprechverhaltens für die beabsichtigte mechanische Kopplung (siehe unten) gegeben ist. Eine Stützkonstruktion bzw. ein Stützgerüst 10 aus im Montageendzustand starr miteinander verbundenen balken- oder stabförmigen Trägern oder Streben, insbesondere Metallstreben, nimmt die Windturbinen 2 des dargestellten Segments auf.

Der nach oben und unten überstehende Teil der jeweiligen Turbinenwelle 12 ist dazu in Lagern 14, 16 gehalten, die am Stützgerüst 10 angebracht oder in dieses integriert sind. Hier im Beispiel umfasst das Stützgerüst 10 ein hinsichtlich seiner Außenkontur im Querschnitt U-förmiges Unterteil 20, ein gitterartiges flaches und horizontal ausgerichtetes Mittelteil 22, und ein im Querschnitt dreieckiges, nach oben spitz zulaufendes Oberteil 24 mit einem sich in Längsrichtung 26 erstreckenden oberen

Längsbalken 28. In oder an dem Längsbalken 28 befinden sich die oberen Lager 14 für die Turbinenwelle 12. Die unteren Lager 16 befinden sich in oder an Querbalken 30 des Mittelteils 22.

Das Stützgerüst 10 selbst oder die Einheit aus Stützgerüst 10 und Windturbinen 2 und ggf. weiteren Einbauten wird auch als Kassette oder Segment bezeichnet.

Am Mittelteil 22 befinden sich in Querrichtung 32 seitlich hinausragende Auflager 34 zur Fixierung des Segments an der Mittelleitplanke oder Fahrbahntrennung einer Autobahn oder ähnlichen Fahrbahn für Kraftfahrzeuge. Die Auflager 34 sind mit einstellbaren Fixierungen 36 zur dauerhaften und belastbaren Befestigung an der Mittelleitplanke oder Fahrbahntrennung ausgestattet.

Die schräg gestellten Seitenwände des als dreieckigen Prisma geformten Oberteils 24 sind mit Fangnetzen oder kurz Netzen 38 aus Metall oder Kunststoff bespannt, wobei zwischen den Netzen 38 und den Windturbinen 2 ein hinreichend großer Abstand besteht, um die Drehung der Windturbinen 2 nicht zu behindern. Die Netze 38 dienen zum Auffangen und Zurückhalten von Bruchstücken im Falle des Bruches einer Windturbine 2. An den beiden dreieckigen Stirnseiten des Segments können ebenfalls Netze gespannt sein. Die Maschenweite der Netze 38 ist derart gewählt, dass einerseits für den Straßenverkehr gefährliche Bruchstücke zurückgehalten werden, und andererseits die Windströmung hindurch nur unwesentlich behindert wird.

Die Windturbinen 2 des Segments treiben über eine als Rotationsübertragungsmechanismus 40 (RÜM) bezeichnete Kopplung eine gemeinsame Abtriebswelle 42 an, die ihrerseits einen elektrischen Generator, ein Schwungrad oder eine Arbeitsmaschine, etwa einen Kompressor, antreibt. Die Abtriebswelle 42 und der Rotationsübertragungsmechanismus 40 sind bevorzugt im Unterteil des Stützgerüstes 10 angeordnet. Der Generator, das Schwungrad oder die Arbeitsmaschine können ebenfalls dort angeordnet sein, und zwar möglichst tief, oder alternativ außerhalb des Stützgerüstes 10. Ebenso können dort eine Kontroll- und Messgeräte

Einheit 44 (KuME) und/oder ggf. weitere elektrische Komponenten angeordnet sein, wie etwa Akkumulatoren. Elektrische Anschluss- und/oder Steuerleitungen 46 können seitlich oder unten aus dem Unterteil 20 herausgeführt sein.

An den unteren Abschlusscheiben 6 der Windturbinen 2 sind Pleuel oder Kurbeln 48 exzentrisch angelenkt, die die Rotationsbewegung aller Windturbinen 2 auf eine gemeinsame, in Längsrichtung 26 verlaufende Schubstange 50 übertragen, die dadurch eine oszillierende Schubbewegung ausführt (Prinzip der Schubkurbel). Der Oszillationsbewegung in Längsrichtung 26 ist eine Oszillationsbewegung in Querrichtung 32 überlagert, so dass insgesamt sich ein beliebiger Fixpunkt der Schubstange 50 auf einer elliptischen Bahn in einer Horizontalebene bewegt. Die Schubstange 50 kann über ein Pleuel oder eine Kurbel direkt mit der Abtriebswelle 42 verbunden sein, so dass ein die Drehbewegung aller Windturbinen 2 koppelndes und über den Kurbelmechanismus auf die Abtriebswelle 42 übertragendes Schubkurbelgetriebe als Variante eines Koppelgetriebes verwirklicht ist. Hier im Beispiel ist die von den Windturbinen 2 beaufschlagte erste Schubstange 50 über mehrere Pleuel oder Kurbeln 52 mit einer unterhalb ihr liegenden zweiten Schubstange 54 gekoppelt, die ihrerseits über eine Kurbel 56 die Abtriebswelle 42 beaufschlägt. Die Kurbeln 48 der ersten Gruppe, die die erste Schubstange 50 mit den Windrotoren verbinden, und die Kurbeln 52 der zweiten Gruppe, die die beiden Schubstangen 50, 54 miteinander verbinden, weisen an ihren mit der ersten Schubstange 50 verbundenen Enden jeweils die gleiche Drehachse auf, können sich aber unabhängig voneinander drehen. Im Ergebnis bewegt sich auch die zweite Schubstange 54 elliptisch oszillierend in einer Horizontalebene, und zwar phasenversetzt zur Bewegung der ersten Schubstange 50. Diese zweistufige Ausführung des Koppelgetriebes ermöglicht eine symmetrische Kraft und Gewichtsverteilung. Durch die RÜM 40 wird erreicht, dass sich die Drehmomente der einzelnen Windturbinen 2 an der Abtriebswelle 42 addieren, wodurch beispielsweise ein entsprechend leistungsfähiger Generator angetrieben werden kann.

Auf die Kurbeln 48 und/oder 56 kann ggf. verzichtet werden, wenn die Schubstangen 50 und/oder 54 direkt exzentrisch an den rotierenden Turbinen- oder Wellen-teilen gelagert sind.

Der beschriebene detaillierte Aufbau des RÜM 40 und seine Kinematik gehen aus FIG. 4 hervor, in der der Bewegungsablauf in vier nebeneinander angeordnete Momentaufnahmen aufgelöst ist.

Alternativ oder zusätzlich können einzelne oder mehrere oder sämtliche der Windturbinen 2 über ihre Turbinenwelle 12 an einen ausschließlich ihr zugeordneten, im Vergleich zu dem beschriebenen Kassettengenerator eher kleinen und leistungsschwachen Generator angeschlossen sein.

Im Fall einer in die METUWAK integrierten Generator-Akkumulator Einheit kann die bei entsprechend hoher Windstärke erzeugte und im Akkumulator gespeicherte elektrische Energie dazu verwendet werden, um bei schwachem Wind den Generator als Elektromotor, alternativ einen separaten Hilfsmotor, zu betreiben und auf diese Weise die Rotation der Windturbinen 2 über den anfänglichen Reibungswiderstand hinweg in Gang zu setzen (Anlaufhilfe). Sobald dieser Widerstand überwunden ist, kann wieder auf Generatorbetrieb zurückgeschaltet werden.

Mehrere, ggf. sogar viele der Segmente können entlang der Fahrbahn hintereinander installiert werden, mit oder ohne Abstand dazwischen. Anstelle von oder zusätzlich zu einer Installation im Bereich des Mittelstreifens kann eine Installation im/am Seitenstreifen, mit entsprechend eingestellter Drehrichtung der Windturbinen 2, vorgesehen sein.

Die in FIG. 5 in perspektivischer Ansicht und in FIG. 6 in drei zugehörigen Seitenansichten dargestellte Variante der METUWAK unterscheidet sich von der bislang beschriebenen zum einen dadurch, dass das Oberteil 24 des Stützgerüstes 10 bzw. der Kassette kastenförmig mit rechteckigem Querschnitt ausgebildet ist. Die Windturbinen 2 (hier im Beispiel 16 Stück) sind innerhalb des Kastens angeordnet, wobei die beiden Seitenwände und ggf. die Stirnflächen wieder mit Netzen 38 gesichert sind.

Auf der Oberseite des Kastens kann eine Deckelplatte zum Schutz der darunterliegenden Komponenten angeordnet sein. Hier im Beispiel gemäß FIG. 3 ist eine Abdeckung durch Solarpaneele 58 zur zusätzlichen Energiegewinnung bei Sonneneinstrahlung vorgesehen.

Zum anderen ist bei dieser Variante eine aufgeständerte Aufstellung auf dem Boden der Fahrbahn oder des Mittelstreifens vorgesehen. Das Unterteil 20 des Stützgerüstes 10 ist dazu mit geeigneten Stützen 60 ausgestatten, die bevorzugt am Boden verankert werden. Alternativ oder zusätzlich können möglichst tief liegend Ballastkörper 62, etwa an den Stützen 60 oder an/im Unterteil 20, vorgesehen sein, so dass deren Eigengewicht eine sicherere und unverrückbare Aufstellung der Kassette unterstützt. Beispielsweise können schwere Akkumulatoren als Ballastkörper dienen.

Alternativ könnte aber auch hier wieder eine Befestigung der Kassette an einer vorhandenen Betonabtrennung oder dergleichen zwischen den Fahrbahnen erfolgen.

FIG. 7 zeigt eine konkrete Anwendungssituation mit mehreren hintereinander auf Betonplatten einer Fahrbahntrennung einer Autobahn installierten METUWAK Segmenten. Zusätzlich dargestellt sind optionale Straßenlaternen, die am Stützgerüst befestigt werden können, um die die Fahrbahn auszuleuchten. Derartige Leuchtmittel werden direkt durch die METUWAK mit Strom versorgt.

FIG. 8 zeigt eine entsprechende Anwendung entlang von Bahnschienen. In Kurvenabschnitten sind die geradlinigen Segmente kürzer gehalten, um dem Kurvenverlauf folgen zu können.

3. Marktanalyse

3.1 Windkraftanlage (Definition)

Eine Windkraftanlage (Abk.: WKA) oder Windenergieanlage (Abk.: WEA) wandelt die Energie des Windes in elektrische Energie, um sie dann in ein Stromnetz einzuspeisen. Umgangssprachlich werden auch die Bezeichnungen Windkraftwerk oder Windrad oder auch Windkraftkonverter verwendet. Windkraftanlagen sind heute mit Abstand die wichtigste Form der Nutzung der Windenergie. Die mit großem Abstand dominierende Bauform ist der dreiblättrige Auftriebsläufer mit horizontaler Achse und Rotor auf der Luvseite, dessen Maschinenhaus auf einem Turm montiert ist und der Windrichtung aktiv nachgeführt wird. Eine Reihe weiterer Konstruktionsformen, insbesondere mit anderer Bauweise des Rotors, haben sich bisher nicht durchgesetzt. Windkraftanlagen können in allen Klimazonen genutzt werden. Sie werden an Land (onshore) und in Offshore-Windparks im Küstenvorfeld der Meere installiert. Heutige Anlagen werden fast ausschließlich mit Netzanschluss betrieben und weisen durch Einspeisung über Leistungselektronik im Gegensatz zu älteren Anlagen mit direkt netzgekoppeltem Asynchrongenerator eine sehr gute Netzverträglichkeit auf. Die typische Leistung heute gängiger Anlagen (Stand 2016) liegt bei etwa 2 bis 5 MW für Onshore-Anlagen und 3,6 bis 8 MW für Offshore-Anlagen. Im Inselbetrieb können auch Kleinanlagen im Leistungsbereich von wenigen 100 Watt bis zu mehreren kW wirtschaftlich sein. Sie werden unter Windgenerator behandelt. Gruppen jeweils mehrerer Windkraftanlagen werden im Artikel Windpark betrachtet, weitere Anwendungen sowie energiepolitische Aspekte in den Artikeln Windenergie, Erneuerbare Energien, Energiewende und Energiewende nach Staaten.

3.2 (Herkömmliche) Windkraftanlagen in Deutschland

In Deutschland gibt es 30.000 Windenergieanlagen (davon rund 1.200 Anlagen in Offshore-Windparks in Nord- und Ostsee). Zusammengenommen haben diese Windkraftanlagen eine Leistung von über 56.000 Megawatt – das entspricht der Power von über 50 Atomkraftwerken. Damit besitzt Deutschland die größte Windleistung in Europa und ist in Sachen klimafreundlicher Energiezukunft auf einem sehr guten Weg. Bei Windkraftanlagen zählt, was am Ende als Stromertrag ins Netz eingespeist werden

kann. Der Stromertrag hängt dabei nicht ausschließlich von der Windkraftanlagen-Leistung ab. Weitere Faktoren spielen eine Rolle:

- **DIE LEISTUNG HÄNGT VOM STANDORT DER WINDKRAFTANLAGE AB.**

Es gibt besonders windreiche Orte in Deutschland wie Küstengebiete oder exponierte Lagen, z. B. Hügelland. Andere Orte hingegen gelten als Schwachwindregionen: Sie bekommen weniger Wind ab, müssen aber dennoch nicht auf eine Stromerzeugung per Windenergie verzichten – es gibt Windkraftanlagen, die speziell für windschwache Standorte konzipiert wurden. Allerdings ist die Leistung dieser WKAs für gewöhnlich geringer. Besitzt der Standort besonders hohe Windturbulenzen, laufen Windkraftanlagen ebenfalls mit geringerer Leistung, um die Gefahr von Schäden gering zu halten. Ein einfacher Vergleich hierzu: Mit Ihrem Auto fahren Sie bei widrigen Verhältnissen – z. B. auf einem unebenen Feldweg – auch nicht mit voller Leistung. Sicher ist sicher.

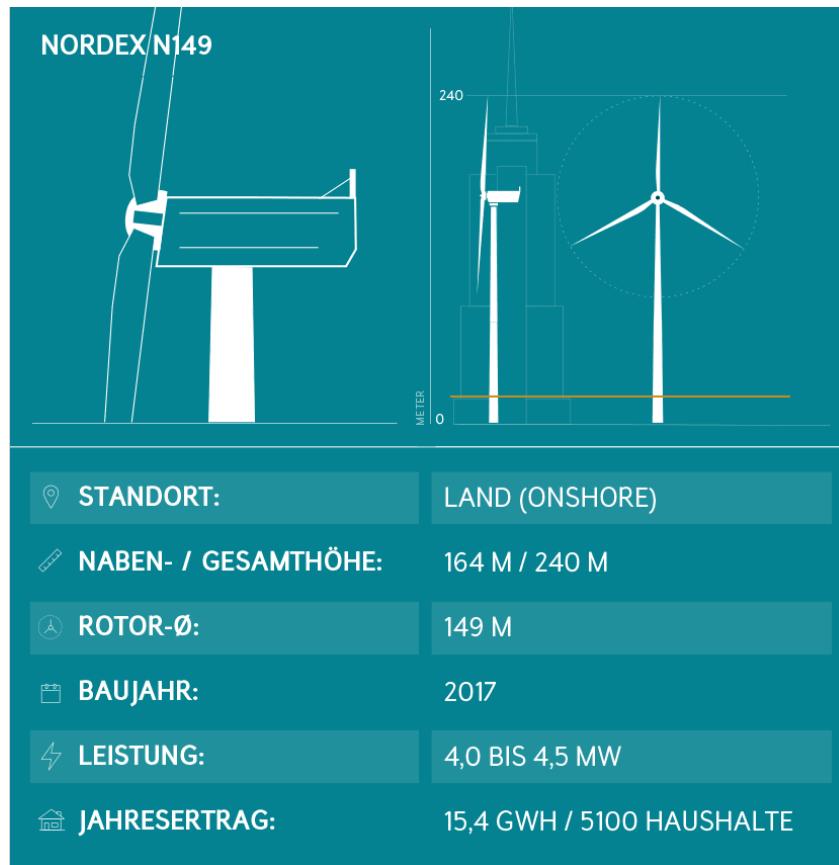
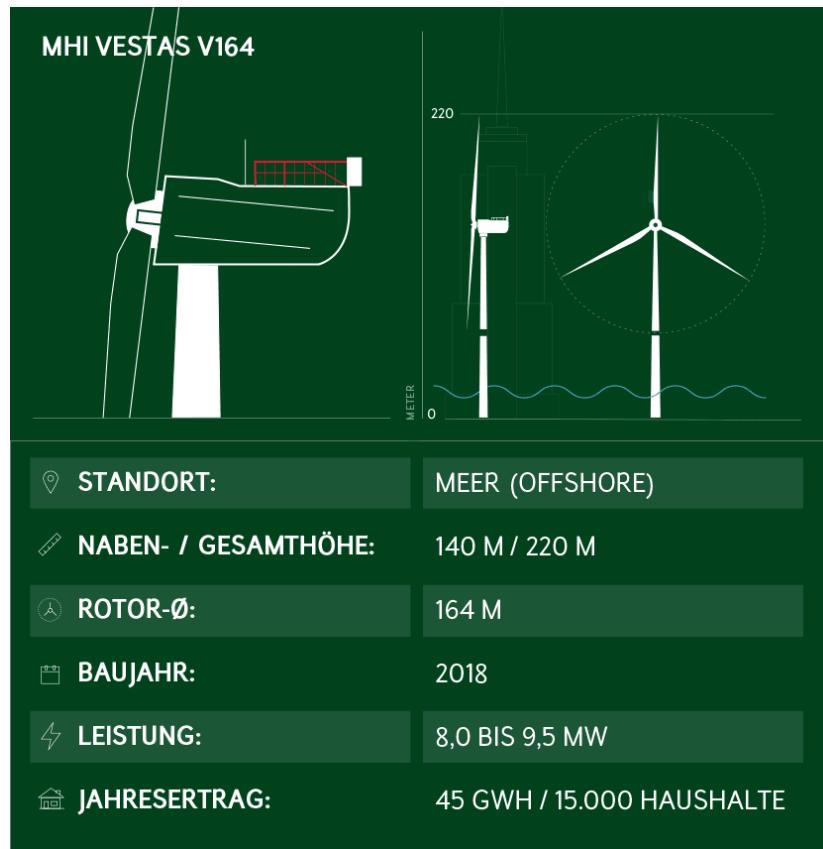
- **WIRD DIE ANLAGE ONSHORE ODER OFFSHORE EINGESETZT?**

Aus gutem Grund sind die allermeisten Windkraftanlagen ein Stück draußen im Meer zu finden. Aufgrund der insgesamt besseren Windgegebenheiten produziert eine solche Offshore-Anlage mit ihrer Leistung durchschnittlich mehr Strom als eine Onshore-Anlage im Inland.

- **WIE IST DER STAND DER TECHNIK?**

Je jünger eine Windkraftanlage, desto wahrscheinlicher ist es, dass sie einen besseren Technologiestand besitzt. Sie arbeitet leiser und vor allem effizienter. Moderne Windkraftanlagen müssen die erzeugte Leistung nicht unmittelbar ins Netz einspeisen. Besteht akut kein Bedarf am produzierten Strom, wird dieser solange einfach zwischengespeichert.

Im Folgenden werden zwei Windkraftanlagen dargestellt:



3.3 Windkraftanlagen: Aktuelle Entwicklungen in Deutschland

Die Flaute beim Ausbau der Windkraft an Land wird nur schleppend überwunden. Im ersten Halbjahr 2020 kamen brutto 178 Anlagen mit 591 Megawatt neu hinzu, doppelt so viel wie im Vorjahreszeitraum. Das geht aus Zahlen der Deutschen Windguard hervor, die der Bundesverband Windenergie und der zuständige Maschinenbau-Fachverband VDMA Power Systems in Auftrag gegeben hatten. Die Verbände prognostizieren für dieses Jahr einen Zubau von mindestens 1,5 Gigawatt. Die Branche kommt allerdings aus einem äußerst schlechten Jahr - 2019 wurden im ersten Halbjahr nur 86 Anlagen oder 287 Megawatt neu errichtet. Zum Vergleich: Zwischen Januar und Juni 2018 wurden noch 523 Windräder mit 1.714 Megawatt in Betrieb genommen. Deswegen kritisierten die Verbände den aktuellen Bruttozubau als "weiterhin deutlich zu niedrig". Schuld dafür seien auch Hürden bei den Genehmigungen. Ende Juni waren den Angaben zufolge insgesamt 29.546 Anlagen mit rund 54 Gigawatt in Betrieb. Dass das Interesse von Betreibern zum Bau neuer Anlagen nach wie vor sehr gering ist, zeigt auch die gemeinsame Ökostromausschreibung zum 1. Juli. Bei der Auktion war die Windkraft an Land erneut deutlich unterzeichnet, wie die Bundesnetzagentur am Donnerstag mitteilte. Auf die ausgeschriebene Menge von 275 Megawatt wurden nur 26 Gebote für 191 Megawatt eingereicht. Alle Projekte erhielten daher den Zuschlag - die meisten davon in Schleswig-Holstein, gefolgt von Niedersachsen und Brandenburg. Der Zuschlagspreis lag wie in der Vorrunde bei 6,14 Cent pro Kilowattstunde. Dagegen wurden rund viermal so viele Angebote für Solaranlagen abgegeben wie ausgeschrieben - 174 Gebote mit 779 Megawatt, wobei die Grenze bei 193 Megawatt lag. Den Zuschlag erhielten nur 30 Projektierer. Der Durchschnittspreis sank leicht von 5,36 auf nun 4,69 Cent pro Kilowattstunde. Handlungsdruck sehen die Fachverbände für rund 15.000 Windräder an Land mit einer Gesamtleistung von etwa 16 Gigawatt. Für diese läuft bis Mitte der 2020er Jahre die Förderung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) aus, das von Anfang an nur auf 20 Jahre ausgelegt war. Hier braucht es eine Repowering-Strategie, die Förderkosten minimiert, Flächen effizient nutzt und Akzeptanz sichert, so der BWE und VDMA Power Systems. Das Bundeswirtschaftsministerium hatte bereits signalisiert, das Problem der kleinen Ökostromanlagen bei der Novelle des EEG im Herbst anzugehen.

Mit Blick auf die Klimaziele und die Wasserstoffstrategie der Bundesregierung forderten die Verbände insgesamt mehr Tempo beim Ökostromausbau. "Der Gesetzgeber muss daher dringend einen kohärenten Handlungsrahmen schaffen und durchsetzen, um Investitionsanreize und den technologischen Vorsprung der Windindustrie am Standort Deutschland langfristig zu sichern sowie eine Stromlücke bei den Erneuerbaren Energien zu vermeiden", erklärte der Geschäftsführer der VDMA Power Systems, Matthias Zelinger. BWE-Präsident Hermann Albers ergänzte: "Wer jetzt Hürden abbaut und konsequent handelt, stützt die wirtschaftliche Erholung nach der Covid-19-Pandemie."

4. Fördermöglichkeiten

4.1 Allgemeines zum Pariser Klimavertrag

Im Übereinkommen von Paris wird ein globaler Rahmen festgelegt, mit dem die Welt einem gefährlichen Wandel des Klimas entgegenwirken kann. Dafür soll die Erderwärmung deutlich unter 2°C gehalten werden, und es sollen weitere Anstrengungen unternommen werden, um den Temperaturanstieg auf $1,5^{\circ}\text{C}$ zu begrenzen. Außerdem soll die Fähigkeit der Länder zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels gestärkt werden, und sie sollen in ihren Bemühungen unterstützt werden.

Das Übereinkommen von Paris schlägt die Brücke zwischen den derzeitigen politischen Strategien und der vor dem Ende des Jahrhunderts zu erzielenden Klimaneutralität. Die Eckpunkte des Vertrags lassen sich auf folgende Themen reduzieren:

Eindämmung des Klimawandels: Emissionsminderung

Die Staaten einigten sich auf:

- ein langfristiges Ziel, den Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperatur auf deutlich unter 2°C gegenüber vorindustriellen Werten zu begrenzen;
- das Ziel, den Anstieg auf $1,5^{\circ}\text{C}$ zu begrenzen, da dies die Risiken und Folgen des Klimawandels deutlich vermindern würde;

- die Notwendigkeit, so bald wie möglich den weltweiten Scheitelpunkt der Emissionen zu erreichen, wobei den Entwicklungsländern hierfür mehr Zeit eingeräumt wird;
- dahingehende Anstrengungen, danach rasche Emissionssenkungen im Einklang mit den besten verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnissen herbeizuführen, um in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts ein Gleichgewicht zwischen Emissionen und Abbau herzustellen.

Als Beitrag zu den Zielen des Übereinkommens haben die Länder umfassende nationale Aktionspläne für die Reduzierung ihrer Emissionen vorgelegt (national festgelegte Beiträge, NDC). Diese reichen zwar noch nicht aus, um die gesetzten Temperaturziele zu erreichen, doch das Übereinkommen zeichnet den Weg zu weiteren Maßnahmen vor.

Transparenz und globale Bilanz

Die Staaten werden:

- alle fünf Jahre zusammenkommen, um die gemeinsamen Fortschritte bei der Verwirklichung der langfristigen Ziele zu bewerten und die Vertragsparteien über Aktualisierungs- und Verbesserungsbedarf ihrer national festgelegten Beiträge zu unterrichten;
- sich gegenseitig und der Öffentlichkeit Bericht über die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen erstatten;
- die Fortschritte bei der Umsetzung ihrer Verpflichtungen im Rahmen des Übereinkommens über ein robustes Transparenz- und Rechenschaftspflichtsystem verfolgen.

Anpassung

Die Staaten werden:

- ihre Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel erhöhen;
- den Entwicklungsländern weiterhin und in größerem Umfang internationale Unterstützung für die Klimaanpassung zukommen lassen.

Verluste und Schäden

Gemäß dem Übereinkommen:

- sollen Verluste und Schäden im Zusammenhang mit den nachteiligen Auswirkungen des Klimawandels verhindert, minimiert und gegebenenfalls ausgeglichen werden;
- muss die Zusammenarbeit in verschiedenen Bereichen wie Frühwarnsysteme, Notfallvorsorge und Risikoversicherung verbessert werden, damit die Länder ihr verfügbares Wissen vertiefen, mehr unternehmen und stärkere Unterstützung leisten können.

Rolle der Städte, Regionen und lokalen Behörden

In dem Übereinkommen wird anerkannt, dass nicht zu den Vertragspartnern gehörende Interessenträger bei der Bekämpfung des Klimawandels eine wichtige Rolle spielen. Dazu zählen u. a. Städte, Behörden auf regionaler und kommunaler Ebene, die Zivilgesellschaft und die private Wirtschaft.

Diese sind aufgerufen:

- ihre Anstrengungen zu verstärken und Maßnahmen zur Emissionsminderung zu unterstützen,
- ihre Widerstandsfähigkeit zu erhöhen und ihre Anfälligkeit gegenüber den negativen Folgen des Klimawandels zu vermindern,
- die regionale und internationale Zusammenarbeit fortzuführen und zu fördern.

Unterstützung

- Die EU und andere Industrieländer werden auch künftig Klimaschutzmaßnahmen unterstützen, um in Entwicklungsländern Emissionen zu verringern und diese Länder widerstandsfähig gegen die Auswirkungen des Klimawandels zu machen.
- Auch andere Länder werden aufgefordert, solche Unterstützung freiwillig in die Wege zu leiten oder fortzusetzen.
- Die Industrieländer haben ihr derzeitiges gemeinsames Ziel bekräftigt, bis 2020 jährlich 100 Milliarden US-Dollar zu mobilisieren, und sie beabsichtigen, dieses Ziel bis 2025 fortzuschreiben. Für die Zeit danach wollen sie ein neues und ehrgeizigeres Ziel festsetzen.

4.2 Internationale Klimaschutzfinanzierung

Die Internationale Klimaschutzfinanzierung zielt v.a. darauf ab, Entwicklungsländer zu unterstützen.

Zur Umsetzung des Übereinkommens von Paris sind erhebliche finanzielle Mittel erforderlich. Die EU unterstützt auch weiterhin Klimaschutzmaßnahmen in Entwicklungsländern. Die EU, ihre Mitgliedstaaten und die Europäische Investitionsbank gehen bei der öffentlichen Klimaschutzfinanzierung voran und unterstützten die Entwicklungsländer als größte Geldgeber allein im Jahr 2018 mit 21,7 Milliarden Euro. Mit insgesamt 75,2 Milliarden Euro im Jahr 2019 sind sie auch bei der öffentlichen Entwicklungshilfe größte Geldgeber. Klimaschutzbelaenge spielen auch hier eine zunehmend wichtige Rolle.

Im Übereinkommen von Paris verpflichteten sich die Länder, bei den Finanzmittelflüssen im Hinblick auf die Erzielung der langfristigen Klimaziele auf Emissionsarmut und Klimaresistenz zu achten. In diesem Zusammenhang hat die EU einen ehrgeizigen Aktionsplan zur Finanzierung nachhaltigen Wachstums auf den Weg gebracht und unterstützt auch die Entwicklungsländer dabei, die nötigen Bedingungen für entsprechende Finanzierungen zu schaffen. Im Oktober 2019 hat die EU gemeinsam mit Argentinien, Chile, China, Indien, Kanada, Kenia und Marokko die Internationale **Plattform für ein nachhaltiges Finanzwesen** ins Leben gerufen. Ziel der Plattform ist es, noch mehr **private Geldgeber für ökologisch nachhaltige Investitionen** zu mobilisieren.

2018 unterstützte die Europäischen Kommission die Entwicklungsländer mit Finanzhilfen in Höhe von 2,7 Milliarden Euro, die größtenteils in Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel flossen. Sie ist damit auf einem guten Weg, ihre Zusage von mindestens 14 Milliarden Euro (oder durchschnittlich 2 Milliarden Euro pro Jahr) zur Unterstützung von Klimaschutzmaßnahmen in den Entwicklungsländern von 2014–2020 einzuhalten. Darüber hinaus fließen 20 % des EU-Gesamthaushalts für 2014–2020 in Klimaschutzmaßnahmen. Die Kommission hat bereits vorgeschlagen, diesen Anteil für 2021–2027 auf mindestens 25 % zu erhöhen. Die **Europäische Investitionsbank** hat 2018 für **Klimaschutzmaßnahmen in den**

Entwicklungsländern 3 Milliarden Euro bereitgestellt. Sie finanziert zum Beispiel Projekte in den Bereichen Energieeffizienz und erneuerbare Energie in Afrika und anderen Regionen und bezieht oft die Kommission und Agenturen der EU-Mitgliedstaaten in die Finanzierung mit ein.

Die EU unterstützt den politischen Dialog und gezielte Klimaschutzmaßnahmen in den Entwicklungsländern hauptsächlich über die **Globale Allianz für den Klimaschutz+ (GCCA+)**. Seit 2008 hat die GCCA+ fast 450 Millionen Euro in mehr als 60 länderspezifische und regionale Maßnahmen investiert. Der Schwerpunkt der GCCA+ liegt auf den am wenigsten entwickelten Ländern und den kleinen Inselentwicklungsländern, die am stärksten vom Klimawandel bedroht sind. Das Hauptziel besteht darin, den politischen Dialog und die Zusammenarbeit der EU mit den Entwicklungsländern zur Bewältigung des Klimawandels zu intensivieren.²

4.2.1 Klimaausstattung des Klimaschutzfonds

Der Klimaschutzfonds wurde 2010 aufgelegt, um die Entwicklungsländer bei der Verringerung ihrer Treibhausgasemissionen und der Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen. Seit 2014 wurden Zusagen im Wert von 10,3 Milliarden US-Dollar gemacht. Die EU-Staaten haben fast die Hälfte aller Ressourcen des Fonds zugesagt, nämlich 4,7 Milliarden US-Dollar. Im Oktober 2019 wurde der Fonds erstmals aufgefüllt: 27 Länder (größtenteils EU-Mitgliedstaaten) verpflichteten sich, den Fonds für die nächsten vier Jahre mit zusätzlichen 9,78 Milliarden US-Dollar aufzustocken. Einige EU-Mitgliedstaaten und -Regionen stellen darüber hinaus 95 % der jährlichen freiwilligen Zusagen für den Anpassungsfonds. Die Europäische Kommission wird den Anpassungsfonds mit 10 Millionen Euro unterstützen.

4.2.2 Mobilisierung weiterer klimafreundlicher Investitionen

Die einzelnen Länder müssen zusätzliche öffentliche und private Mittel mobilisieren, um den Übergang zu einer klimafreundlichen Wirtschaft zu finanzieren und ein nachhaltiges Wirtschaftswachstum zu fördern.

² Vgl. https://ec.europa.eu/clima/policies/international/finance_de

Die internationale Klimaschutzfinanzierung sollte als Hebel eingesetzt werden, um Anreize für Investitionen zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegen den Klimawandel und zur Verringerung der Treibhausgasemissionen zu schaffen, die die vorhandenen Ressourcen der Entwicklungsländer ergänzen.

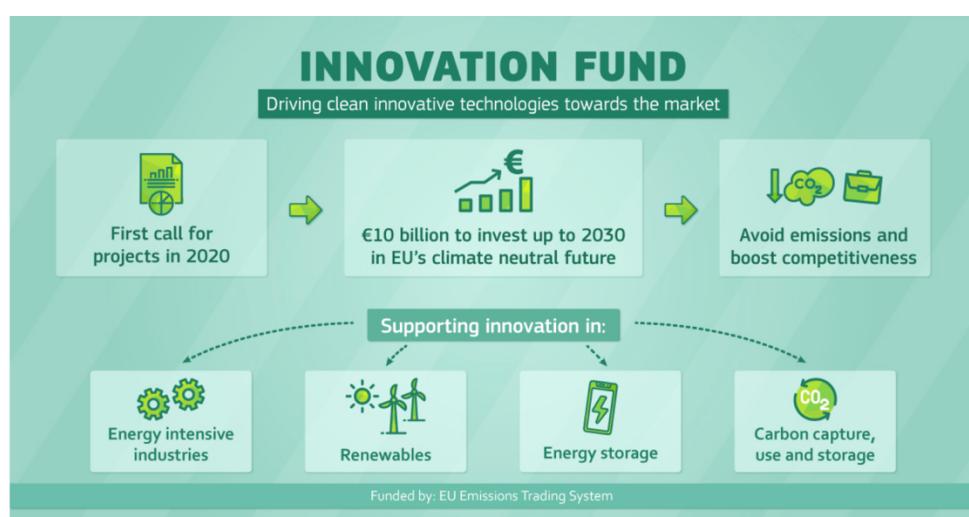
Das Konzept der EU beruht darauf:

- Finanzhilfen unmittelbar den ärmsten und am stärksten gefährdeten Ländern zukommen zu lassen und
- Finanzhilfen zur Mobilisierung privater Investitionen zu nutzen, indem Zuschüsse mit Darlehen und Kapital aus öffentlichen und privaten Quellen – darunter auch bilaterale und multilaterale Entwicklungsbanken – kombiniert werden.

Beispielsweise haben die EU und ihre Mitgliedstaaten eine Reihe von Mischfinanzierungsfazilitäten aufgelegt, die Finanzhilfen mit Darlehen verbinden und verschiedene Regionen abdecken.

4.3 Innovation Fund (Innovationsfonds)

Der Innovationsfonds zielt darauf ab, Kohlenstoffarmen Strom (Low Carbon Technologies) zu fördern. Alle Fördermöglichkeiten werden hier detailliert aufgeführt: https://ec.europa.eu/clima/policies/innovation-fund_de



(Innovation Fund)

Der Innovationsfonds fördert folgende Bereiche:

- **Innovative Low Carbon Technologies** (Kohlenstoffarmer Strom) und Prozesse, die Kohlenstoff-intensive ersetzen
- **Carbon Capture and Utilization** (zu deutsch: CO₂-Abscheidung und Verwendung, abgekürzt **CCU**)
- **CCS (Carbon Capture and Storage**, CO₂-Abscheidung und -Speicherung)
- **Innovative Erzeugung von erneuerbarer Energie**
- **Energiespeicherung**

Carbon Capture and Utilization (zu deutsch: CO₂-Abscheidung und Verwendung, abgekürzt **CCU**), auch Carbon Dioxide Utilization (CDU; zu deutsch: CO₂-Nutzung), bezeichnet die Abscheidung von Kohlenstoffdioxid (CO₂) insbesondere aus Verbrennungs-Abgasen sowie dessen angeschlossene Verwendung bei weiteren chemischen Prozessen. Ein alternativer, selten verwendeter Begriff ist Carbon Capture and Recycling (CCR). Der Begriff ist eng mit **CCS** (Carbon Capture and Storage, CO₂-Abscheidung und -Speicherung) verknüpft, bei dem das abgeschiedene CO₂ zunächst nur behälterlos gespeichert wird. Im Gegensatz zum CCS ist beim Carbon Capture and Usage nicht der Entzug von Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre das primäre Ziel, sondern die Bereitstellung chemischer Rohstoffe.³

NER300 Programm

NER 300 ist ein Finanzierungsprogramm, das ca. 2 Mrd. EUR für innovative CO₂-arme Technologien bündelt und sich auf die großtechnische Demonstration umweltverträglicher CO₂-Abscheidung und -Speicherung (Carbon Capture and Storage, CCS) und innovativer Technologien für erneuerbare Energien in der EU konzentriert. Das NER-300-Programm wurde eingerichtet, um die Demonstration eines breiten Spektrums folgender Technologien in allen EU-Mitgliedstaaten zu unterstützen:

- CCS-Technologien – CCS vor der Verbrennung, nach der Verbrennung, Oxyfuel-Verfahren und industrielle Anwendungen – sowie
- Technologien für erneuerbare Energieträger, d. h. Bioenergie, konzentrierte Solarenergie, Photovoltaik, Geothermie, Windkraft, Meeresenergie, Hydroenergie und intelligente Netze.

³ <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/c/ccu.html>

Der Name des NER-300-Programms röhrt daher, dass für dieses Programm 300 Millionen Emissionszertifikate aus der Reserve für neue Marktteilnehmer (New Entrants' Reserve, NER) verkauft werden, die für die dritte Phase des EU-Emissionshandelssystems (EU-EHS) eingerichtet wurde. Die Mittel aus den Verkäufen wurden auf die in zwei Runden von Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen ausgewählte Projekte verteilt und decken jeweils 200 bzw. 100 Millionen Zertifikate ab.⁴

Was wird im Rahmen des Innovation Fund gefördert?

Der Innovationsfonds fördert hochinnovative Technologien und große Flaggschiffprojekte, welche signifikante Emissionsreduktion hervorrufen kann. Der Fonds zielt darauf ab, eine diversifizierte Projektpipeline in verschiedenen Bereichen zu finanzieren. Darüber hinaus werden kleinere Projekte bis zu 7,5 Mio. EUR gefordert.⁵

"The Innovation Fund will focus on highly innovative technologies and big flagship projects with European value added that can bring on significant emission reductions. It is about sharing the risk with project promoters to help with the demonstration of first-of-a-kind highly innovative projects. It aims to finance a varied project pipeline achieving an optimal balance of a wide range of innovative technologies in all eligible sectors (energy intensive industries, renewable energy, energy storage, CCS and CCU) and Member States. At the same time, the projects need to be sufficiently mature in terms of planning, business model and financial and legal structure. The Fund will also support cross-cutting projects on innovative low-carbon solutions that lead to emission reductions in multiple sectors, for example through industrial symbiosis. The Fund is also open to small-scale projects with total capital costs under €7.5 million which can benefit from simplified application and selection procedures."

Bis zum 29.10.2020 können Großprojekte beim EU Funding and Tenders Portal angemeldet werden.

<https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/programmes/innovfund>

Hier sind weitere Tender vorzufinden:

https://ec.europa.eu/info/funding-tenders_en

⁴ https://ec.europa.eu/clima/policies/innovation-fund/ner300_de

⁵ https://ec.europa.eu/clima/policies/innovation-fund_de

5. Finanzplan im Rahmen einer Stressbetrachtung

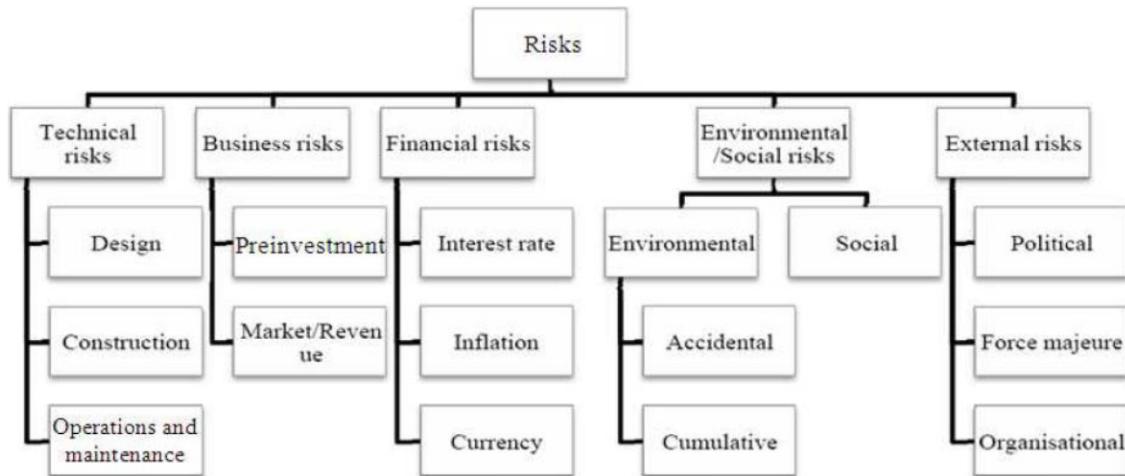
Stress bezeichnet denjenigen Zustand, der bei Shareholdern und Stakeholdern möglicherweise einen finanziellen bzw. wirtschaftlichen Schaden hervorruft. Mithilfe von Stresstests wird die Widerstandskraft eines Infrastrukturinvestments unter wirtschaftlich ungünstigen Entwicklungen getestet. Erfüllt ein Infrastrukturinvestment im Rahmen eines Stresstests alle Anforderungen hinsichtlich der Erfüllung von möglichen Verbindlichkeiten, so wird ein Stresstest in der Regel als „bestanden“ bezeichnet. Stresstests dienen zudem einer besseren Einschätzung und Behandlung von Risiken, weshalb viele Aufsichtsbehörden der Finanzbranche Stresstests für Infrastrukturinvestments verlangen. Im Versicherungskontext erlauben Infrastrukturinvestments geringere Solvenzkapitalanforderungen auf Seiten des investierenden Versicherungsinstituts, sofern Einnahmen prognostizierbar sind und die Stressresistenz auch bei andauernden Stressphasen gewährleistet werden kann.

Dabei gilt es jedoch zuvor die Frage zu klären, wie das Maß der Stressresistenz im Rahmen eines Stresstests ermittelt werden kann und wie ein solcher Stress grundsätzlich ausgestaltet sein könnte. Zu dieser Fragestellung hat die EIOPA entsprechende Konsultationen veröffentlicht. Aufbauend auf diesen EIOPA-Konsultationen wird im Folgenden ein potentielles Stresstestrahmenwerk anhand eines Equity Investments in Onshore Windprojekte dargelegt, wobei die spezifischen Einnahmerisiken berücksichtigt werden.

5.1 Einleitung & Definition des Risikoprofils

Investments in Windprojekte können der Kategorie der Infrastrukturinvestments zugeordnet werden. Ein zugehöriges Risikoprofil ermöglicht einen Überblick über die verschiedenen Risiken, denen ein Infrastruktur Investments in der Regel ausgesetzt ist. Dies sind im Allgemeinen vor allem Technische Risiken, Marktrisiken, bedingt

finanzielle Risiken, bedingt Nachhaltigkeitsrisiken und operationelle Risiken.



Diesen Risiken für Infrastruktur Investments liegen spezielle sogenannte Einnahmerisiken zugrunde, welche eine besondere Relevanz für die Einnahmen haben. Auf der Grundlage dieser Einnahmerisiken hat die EIOPA neun Stresstestkategorien definiert, welche im Rahmen eines Stresstests für Onshore Windprojekte auf die Einnahmen generierenden Faktoren anzuwenden sind. Zu diesem Zweck ist es notwendig die Einnahmerisiken messen und prognostizieren zu können. Daran anknüpfend erfolgt die Prognose von ex ante Cash Flows unter Stress. Denn diese liefert als Kernstück eines Stresstests eine Aussage über die jeweilige Widerstandsfähigkeit des betrachteten Windprojektes.

Die Annahmen, dass eine versprochene Zielrendite für den Investor existiert, ein konservativer Base Case gilt und es sich um ein Investment innerhalb der EU handelt, gelten als Ausgangslage. Zusätzlich gilt es die erste EIOPA – Stresstestkategorie „ungünstige Refinanzierungsbedingungen“ für „Debt-Investments“ zu berücksichtigen.

5.2 Quantifizierung & Prognose relevanter Einnahmerisiken auf Basis der EIOPA – Stresstestkategorien

Geringere Vergütung pro KWh

Gewöhnlich gilt eine Vergütung entsprechend des Spot Preises am Markt nach dem Physical Electricity Index der Börse Leipzig oder es gilt eine staatlich garantie Einspeisevergütung. Um das Risiko eines niedrigen Strompreises am Markt prognostizieren zu können, ist es notwendig den Spot Preis auf Basis fundierter

Modelle in die Zukunft zu extrapolieren. Gängige Modelle wie die Brownsche Bewegung sind auf die Strompreissimulation jedoch nicht anwendbar. Zusätzlich wären bei der Strompreissimulation Saisonalitäten, Extreme Preisspitzen, keine „Mean Reversion“, „Nicht-Stationarität“ sowie zukünftige politische Entscheidungen zu berücksichtigen. Es eignet sich eher die (Hourly) Price Forward Curve über den Spot Preis, die speziell Energiepreise stundengenau über die zukünftigen drei bis vier Jahre prognostiziert. Ein niedriger Strompreis oder ein Rückgang des Strompreises wird vor allem dann wahrscheinlich, wenn in einer Volkswirtschaft das Überangebot von erzeugtem Strom die Nachfrage nach diesem übersteigt. Kaum vorhandene Speichertechnologien für Strom verstärken diesen Effekt. Vordefinierte Abschläge beim Strompreis könnten das Stressszenario abbilden.

In naher Zukunft können Marktpreisrisiken jedoch durch langfristige Power Purchase Agreements zwischen Onshore Windprojekt-Eigentümern und Unternehmen abgesichert werden. Hierbei ist die Liquidität/ Zahlungsbereitschaft des Strom erwerbenden Unternehmens anhand seiner Bonität bzw. seinem jeweiligen Rating zu quantifizieren und durch Abschläge bei der Bonität in ein Stressszenario zu überführen.

Eine staatlich garantierte Einspeisevergütung ist ein exakter zeitbezogener Abnahmepreis, auf dessen Basis der Projektierer die Wirtschaftlichkeit des Projektes in Bezug auf die Vergütung *ex ante* prüfen kann. Das Risiko liegt hierbei in einer Aussetzung oder einer Kürzung der staatlichen Einspeisevergütungen, d.h. im Kreditausfallrisiko des jeweiligen Staates. Die Liquidität/ Zahlungsbereitschaft gegenüber Verbindlichkeiten eines Landes wird anhand seiner Bonität bzw. seines Ratings gemessen. Eine Verschlechterung des Länderratings erhöht die Wahrscheinlichkeit geringerer oder ausgesetzter Einspeisevergütungen, weshalb eine fiktive Bonitätsverschlechterung im Rahmen eines Stressszenarios anzunehmen wäre. Fitch Ratings bescheinigt der Bundesrepublik Deutschland mit AAA beste Bonität, weshalb z.B. in Deutschland nicht mit einer Aussetzung der Einspeisevergütung zu rechnen ist. Derzeit sind kaum historische Daten über Kürzungen oder Aussetzungen von Einspeisevergütungen vorhanden, weshalb quantitativ keine Aussage über die Wahrscheinlichkeit der Kürzung oder Aussetzung getätigt werden kann. Die aktuelle Einspeisevergütung beträgt 0,04€ pro kw/h. Folglich

wird diese Einspeisevergütung zu Kalkulationszwecken herangezogen. Dabei wird mit einer Bebauung von 10km Autobahn kalkuliert.

Schwere wirtschaftliche Verwerfungen

Schwere wirtschaftliche Verwerfungen führen zu einem politischen Risiko, welches in diesem Kontext auch als Länderrisiko zu verstehen ist, denn unkonventionelle politische Handlungen sind häufig die politische Antwort auf schwere wirtschaftliche Verwerfungen. Das Risiko für den Investor liegt also in der unvorhersehbaren unkonventionellen Verhaltensweise politischer Entscheidungsträger begründet, die den getätigten Investmentprozess negativ beeinflussen können, beispielsweise durch Aussetzung der Einspeisevergütungen oder die Festsetzung von Wechselkursen bei Investments im nicht Euro-Raum. Eine Abschätzung über das politische Risiko in einem Staat, wird in der Regel auf Basis von verifizierten Expertenmeinungen oder auf Basis entsprechender Indizes getroffen, nämlich dem Business Environment Risk Intelligence Index oder dem Institutional Investor Credit Rating Index. Der Erste bildet ein Ranking der „Investmentfreundlichkeit“ verschiedener Länder ab. Der Zweite fußt auf gezielten Umfragen sowie auf einer historischen Analyse und der Untersuchung verschiedener Risikodimensionen. Ein Stressszenario für das politische Risiko könnte also sowohl durch negative Expertenausblicke als auch durch ein schlechteres Ranking innerhalb der beiden Indizes abgebildet werden. Die Wahrscheinlichkeit schwerer wirtschaftlicher Verwerfungen auf Grund strukturverändernder politischer Ordnungspolitik sind sowohl in der Bundesrepublik Deutschland als auch in der Europäischen Union als sehr gering einzuschätzen. Aus diesem Grund ist ebenfalls nicht mit einer Kürzung oder Aussetzung der Einspeisevergütungen zu rechnen.

Geringere Stromerzeugung

Eine geringere Stromerzeugung wird dann zu einem Stress verursachenden Risiko, wenn die tatsächlich erzeugte Menge an Strom unterhalb der ursprünglich kalkulierten Menge an Strom liegt. Dieser Fall tritt auf Grund von nicht einkalkulierten niedrigen Windgeschwindigkeiten ein, da niedrige Windgeschwindigkeiten einen unmittelbaren Einfluss auf den Volumenstrom und die Windleistung eines Windprojektes besitzen.

Mithilfe des arithmetischen Mittels der jeweiligen Windgeschwindigkeiten wird es möglich, anhand der spezifischen Leistungskennlinie des Onshore Windobjekts, eine Abschätzung über die durchschnittliche Leistung kw/ Stromerzeugung für einen ausgewählten Zeitraum zu treffen. Bisher ist jedoch keine Leistungskennlinie für die Kassettenwindkraftanlagen bekannt.

Selbstverständlich kann eine geringere Stromerzeugung bzw. Nennleistung auch in unvorhergesehenen technischen Risiken begründet liegen, welche in Kapitel 2.8 näher erläutert werden und direkten Einfluss auf die Schiefe der prognostizierten Leistungskennlinie haben. Die Nennleistung wird durch die *Windleistung * Wirkungsgrad der Windkraftanlage* berechnet. Das Stressszenario für eine geringere Stromerzeugung wäre daher in Form einer flacheren Leistungskennlinie abzubilden, welche sich durch niedrigere gemittelte Windgeschwindigkeiten sowie einem geringeren Wirkungsgrad der Anlage bildet.

Verspätete Fertigstellung

Eine verspätete Fertigstellung des Windprojektes führt dann zu einem Stressszenario, wenn auf Grund der verspäteten Fertigstellung innerhalb des vereinbarten Zeitraums nicht mehr ausreichend Cash Flows erwirtschaftet werden können, um die Covenants bedienen zu können. Dieses Risiko wird auch als Konstruktionsrisiko bezeichnet. Z.B. geographische oder politische Faktoren führen zu einer verspäteten Fertigstellung. Letztendlich ist jedoch das ausführende Bauunternehmen für die die Bauleistung des Onshore Windprojektes verantwortlich. Aus diesem Grund ist es möglich, anhand der Referenzen sowie der Qualität des entsprechenden Bauunternehmens, eine Abschätzung über die ungefähre Wahrscheinlichkeit einer verspäteten Fertigstellung zu treffen. In diesem Rahmen ist zu überprüfen, ob das entsprechende Bauunternehmen gewisse Kriterien erfüllt, nämlich:

- Erfahrungsgrad des Bauunternehmens im Bau von Windkraftanlagen
- Erfahrungsgrad des Bauunternehmens in verschiedenen Ländern
- Erfahrungsgrad der Zulieferer
- Ausgestaltung des Vertrages (z.B. Turnkey Contract, Engineering procurement and construction)

Die jeweiligen Anforderungen zum Erfahrungsgrad des Bauunternehmens können anhand einer Due Diligence über z.B. bisherige Bauprojekte, Erfahrungen des Managements bzw. der Bauingenieure, Kundenzufriedenheit usw. nachvollzogen

werden. Die Ausgestaltung der Verträge kann durch einen Juristen begutachtet werden. Des Weiteren sollte der Projektierer zusätzlich die Einschätzung eines Sachverständigen über den jeweiligen Schwierigkeitsgrad der Bauleistung heranziehen. Durch Abschläge bei der Erfüllung dieser Kriterien könnte ein Stressszenario abgebildet werden, da geringe Erfahrungsgrade sowie eine minderwertige vertraglichen Ausgestalt über die Bauleistung die Wahrscheinlichkeit über eine verspätete Fertigstellung erhöhen. Sofern hierüber historische Daten vorhanden sind, könnten auch quantitative Nachweise angeführt werden.

Weiterführende Informationen über ein zu beauftragendes Bauunternehmen liegen bisher nicht vor.

Insolvenz des Bauunternehmens

Eine Insolvenz des Bauunternehmens birgt Risiken in sich, wenn das Windprojekt noch nicht vollständig fertiggestellt ist. Denn dadurch wird zum einen die Generierung von Cash Flows verzögert und zum anderen stellt ein solcher Vorfall eine Fehlinvestition für den Finanzierer da. Die Insolvenz des Bauunternehmens wird ebenfalls unter den Konstruktionsrisiken subsumiert. Um die Wahrscheinlichkeit über die Insolvenz des Bauunternehmens abschätzen zu können, können Ratings über das jeweilige Bauunternehmen betrachtet werden, sofern vorhanden, oder es könnte eine betriebswirtschaftliche Analyse der Bilanzen des jeweiligen Bauunternehmens im Rahmen einer Due Diligence vorgenommen werden. Wenn die Verbindlichkeiten des Bauunternehmens seine Forderungen aus Lieferungen und Leistungen mittel- und langfristig übersteigen, so dann wird die Insolvenz des entsprechenden Bauunternehmens wahrscheinlicher. Des Weiteren sollte in diesem Rahmen auch immer die Frage beantwortet werden, wie leicht das insolvente Bauunternehmen durch ein anderes Bauunternehmen ersetzt werden könnte. Bei Stressresistenz müssten durch das Windprojekt die Covenants auch dann bedient werden können, wenn das beauftragte Bauunternehmen während des Prozesses der Bauleistung insolvent wird und durch ein anderes Bauunternehmen ersetzt werden muss, was auch gleichzeitig den Rahmen eines Stressszenarios abbilden würde. Zusätzlich könnte durch die Insolvenz des beauftragten Bauunternehmens die Fertigstellung des Windprojekts

verzögert werden, wobei dieses Stressszenario nach der EIOPA jedoch unabhängig von der Insolvenz des Bauunternehmens zu betrachten sei.

Insolvenz der Betreibergesellschaft

Die Insolvenz der Betreibergesellschaft verkörpert ein Risiko, da durch die Windkraftanlagen ohne die Tätigkeiten der Betreibergesellschaft keine Cash Flows generiert werden können, die zur Begleichung der Covenants benötigt werden. Um die Wahrscheinlichkeit über die Insolvenz der Betreibergesellschaft abschätzen zu können, können Ratings über die jeweilige Betreibergesellschaft betrachtet werden, sofern vorhanden, oder es könnte eine betriebswirtschaftliche Analyse der Bilanzen der jeweiligen Betreibergesellschaft im Rahmen einer Due Diligence vorgenommen werden. Bei Stressresistenz müssten durch das Windprojekt die Covenants auch dann bedient werden können, wenn die beauftragte Betreibergesellschaft im Rahmen der Laufzeit des Projektes insolvent wird und durch eine andere Betreibergesellschaft ersetzt werden muss. Im Umkehrschluss könnte ein Stressszenario also durch die Insolvenz der beauftragten Betreibergesellschaft im Rahmen des Betriebs des Windprojektes abgebildet werden. Je nach Schwierigkeitsgrad eine Ersatz-Betreibergesellschaft zu finden, ist mit veränderten Cash Flows zu rechnen.

Das vorliegende Windprojekt wird durch die Awingen GmbH betrieben werden.

Störungen im operativen Betrieb

Störungen im operativen Betrieb eines Windprojektes basieren meist auf technischen Risiken. Das Eintreten technischer Risiken führt zu einem geringeren Wirkungsgrad der Windkraftanlage, was sich wiederum negativ auf die Nennleistung des Windprojektes auswirkt. Eine geringere Stromproduktion birgt das Risiko geringerer zukünftiger Cash Flows in sich. Hierbei kann die Reduktion des Wirkungsgrades anhand der Herstellerangaben kalibriert werden. Bekannten Hersteller in der Windkraftbranche garantieren in den ersten Jahren eine Mindestverfügbarkeit der verwendeten Technologie von ca. 98% und in den folgenden Jahren eine Mindestverfügbarkeit von ca. 95%. Detaillierte Angaben über den Wirkungsgrad der Kassettenwindkraftanlagen liegen bisher nicht vor. Diese werden von der Awingen GmbH nachgereicht, sobald verfügbar.

Fällt die Mindestverfügbarkeit unter den Garantiewert, sodann ist der Hersteller meist vertraglich verpflichtet eine Ausgleichszahlung an den Projektierer zu leisten. Sollte der Hersteller unerwartet nicht in der Lage sein, diese finanzielle Ausgleichszahlung zu leisten, wird von dem materialistischen Risiko gesprochen. Neben der Betrachtung der Herstellerangaben kann die Wahrscheinlichkeit über den Eintritt der technischen Risiken bei der quantitativen Begutachtung eines verifizierten Kriterienkataloges an die verwendete Technologie abgeschätzt werden. Diese Kriterien lauten:

- Hohe Anzahl an Windprojekten mit der gleichen Technologie
- Gute Vergleichsperformance der Technologie mit ähnlichen Windprojekten
- Hohes Ansehen des Produzenten der Technologie

Werden diese Kriterien nur in geringem Maße erfüllt, sodann könnte das Eintreten technischer Risiken wahrscheinlicher werden. Bei Abbildung eines Stressszenarios müssten also Abschläge bei der Erfüllung dieses Kriterienkataloges angenommen werden und zusätzlich mit dem Eintreten des materialistischen Risikos gerechnet werden, da folglich erst bei Eintreten des materialistischen Risikos ein Stressszenario vorliegt.

Finanzplanung unter Stress

Die beigefügte Finanzplanung dient einer exemplarischen Betrachtung und basiert auf der Annahme, dass die Awingen GmbH die vorliegenden Kassettenwindkraftanlagen über einen Zeitraum von 20 Jahren auf einer Länge von 10km betreiben wird. Hierbei wird mit einer Erzeugung von 3000kw\h Energie pro Kilometer gerechnet. Es wird eine Auslastung von 16h pro Tag/ 7 Tage in der Woche angenommen. Die gezahlte Einspeisevergütung beträgt 0,04€ pro erzeugtem kw\h.

Des Weiteren wird angenommen, dass die Awingen GmbH in den 20 Jahren des Betriebs ca. 6 Mitarbeiter vom hiesigen Arbeitsmarkt einstellen wird, welche je ein Bruttojahresgehalt in Höhe von 50.000€ beziehen werden. Zusätzlich werden im ersten Jahr der Inbetriebnahme Aufwendungen für die Installation der Kassettenwindkraftanlagen kalkuliert.

Der benötigte Kreditrahmen der Awingen GmbH beträgt 22.475.000€. Der kalkulierte jährliche Finanzierungszinssatz beträgt 1,5%. Für den jährlichen Unternehmens-

steuersatz werden 31% auf den EBT veranschlagt. Es gilt ein lineares Abschreibungsverfahren

Unter der Annahme, dass die erzeugte Energie keinem Stressszenario ausgesetzt ist, würde die Awingen GmbH nach 20 Jahren einen kumulierten Cash-Flow Nettogewinn in Höhe von 50.400.844 € erzielen. Um das Stressszenario für die erzeugten kw/h angemessen kalibrieren zu können, wird von einer Minderung der erzeugten Energie um 10% gegenüber dem „Szenario ohne Stress“ angenommen. Selbst unter Berücksichtigung dieses großzügigen Stressabschlags würde die Awingen GmbH nach 20 Jahren des Betriebs auf Basis der oben genannten Kennziffern einen kumulierten Cash-Flow Nettogewinn in Höhe von 46.078.684 € erzielen. Folglich kann das vorliegende Windprojekt zwecks Erzeugung erneuerbarer Energien als äußerst attraktiv für einen potentiellen Kreditgeber gelten.

Beispielkalkulation zur Stromerzeugung ohne Stress:

Eine METUWAK 20kwt x 45% = 9Kwt/st

Eine METUWAK x 16 Stunden = 145 Kwt/st innerhalb eines Taged

10 Kilometer = 1500 METUWAK x 145 Kwt = 217.500 Kwt/st/tag x 360 Tage =

78 300 000 Kwt/Jahr

Es sei des Weiteren berücksichtigt, dass sich die METUWAK auf nahezu jeder Autobahn in Deutschland installieren ließen. Dies würde bedeuten, dass bei 13.000km Autobahnen in der Bundesrepublik Deutschland und bei ca. 58.000km Autobahnen in der Europäischen Union, ein Großteil des benötigten Strombedarfs durch die METUWAK erzeugt und gedeckt werden könnte. Für METUWAK auf 1.000km deutscher Autobahnen ergäben sich jährlich 7.830.000.000 Kwt/Jahr erzeugte Energie pro Jahr. Diese mögliche Energieproduktion könnte bereits durch Investitionskosten in Höhe von 22.475.000.000 € erreicht werden.